



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1/41</b>
<b>2. JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>1/41</b>
<b>3. OBJETIVOS, METAS E INDICADORES.....</b>	<b>1/41</b>
<b>4. PÚBLICO-ALVO.....</b>	<b>4/41</b>
<b>5. METODOLOGIA E DESCRIÇÃO DO PROJETO.....</b>	<b>4/41</b>
<b>6. CONDIÇÕES PARA USO DE FLUIDOS E PASTAS DE CIMENTO.....</b>	<b>27/41</b>
<b>7. MONITORAMENTO DE FLUIDOS E CASCALHOS.....</b>	<b>28/41</b>
<b>8. MEDIDAS DE ATENDIMENTO ÀS EXIGÊNCIAS DE USO E DESCARTE DE FLUIDOS DE PERFURAÇÃO E CASCALHOS.....</b>	<b>36/41</b>
<b>9. INTER-RELAÇÃO COM OUTROS PROJETOS.....</b>	<b>36/41</b>
<b>10. ATENDIMENTO A REQUISITOS LEGAIS E/OU OUTROS REQUISITOS.....</b>	<b>36/41</b>
<b>11. ETAPAS DE EXECUÇÃO E CRONOGRAMA FÍSICO.....</b>	<b>37/41</b>
<b>12. RECURSOS NECESSÁRIOS.....</b>	<b>38/41</b>
<b>13. ACOMPANHAMENTO E AVALIAÇÃO.....</b>	<b>38/41</b>
<b>14. RESPONSÁVEIS PELA IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO.....</b>	<b>38/41</b>
<b>15. RESPONSÁVEIS TÉCNICOS.....</b>	<b>39/41</b>
<b>16. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>39/41</b>



## **ANEXOS**

***ANEXO A – Requisitos do Monitoramento de Fluidos e Cascalhos***

***ANEXO B – Dados do Monitoramento de Fluidos e Cascalhos***

***ANEXO C – Planilha de Volumetria de Fluidos e Cascalhos***

***ANEXO C – Planilha de Informações Sobre Disposição Final***



## PROJETO DE MONITORAMENTO DE FLUIDOS E CASCALHO

### 1. INTRODUÇÃO

O Projeto de Monitoramento de Fluidos e Cascalho (PMFC) juntamente com o Processo Administrativo de Fluidos de Perfuração e Complementares da BP Energy do Brasil Ltda. (Processo nº 02022.000236/2010-01), doravante denominada BP, 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 BP.

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 produtos 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 (desde a aquisição de produtos químicos até a disposição final) de fluidos de perfuração e complementares e cascalhos gerados durante as atividades de perfuração marítima, de forma a acompanhar e avaliar os resultados reais da atividade e minimizar, o quanto possível, os impactos ambientais gerados devido às atividades em questão.

### 3. OBJETIVOS, METAS E INDICADORES

O PMFC visa atender os conceitos gerais e as 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”, encaminhado através do PAR 02022.000449/2015-30 COEXP/IBAMA.

Ressalta-se que o PAR supracitado informa que a normatização final sobre o tema encontra-se em tramitação no IBAMA, de forma que caso o documento final apresente alterações, o presente Projeto será reavaliado.

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. O resumo dos requisitos do monitoramento das bases orgânicas e fluidos de perfuração e complementares são detalhados no **Item 7 e Anexo A**.

**TABELA 3.1 – Metas e indicadores propostos para o PMFC.**

Meta		Indicador
Geral	Frequência	
Avaliar a ecotoxicidade aguda dos fluidos de perfuração e complementares em momento prévio <sup>(1)</sup> ao uso nas fases sem e com retorno e em momento pré-descarte <sup>(2)</sup> nas fases com retorno.	No mínimo duas amostras coletadas, uma em momento prévio ao uso <sup>(1)</sup> e outra em momento pré-descarte <sup>(2)</sup> .	Todos os fluidos de perfuração e complementares - descartados ao mar na atividade devem atender ao limite de $C_{L50(96h)} \geq 30.000$ ppm da FPS nos ensaios de toxicidade aguda. <sup>(3)</sup>
Determinar, através de análises físico-químicas, a densidade, salinidade, pH e temperatura dos fluidos de perfuração e complementares ao final de sua utilização em cada fase.	No mínimo uma amostra coletada ao fim de cada fase, momento pré-descarte <sup>(2)</sup> .	Todos os descartes de fluidos de perfuração e complementares de base aquosa durante a atividade deverão ter seus parâmetros medidos de forma adequada com a emissão de laudos assinados.
Avaliar a presença de óleo livre nos fluidos de perfuração e complementares de base aquosa e cascalhos impregnados com fluidos de base aquosa e não aquosa diariamente quando se atingir a fase do reservatório e uma vez em momento pré-descarte <sup>(2)</sup> através do Teste de Iridescência Estática – <i>Static Sheen Test</i> .	Uma vez em momento pré-descarte <sup>(2)</sup> e diariamente quando se atingir a fase do reservatório.	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 contaminação de óleo através do Teste de Detecção de Hidrocarbonetos ( <i>Reverse Phase Extraction</i> – RPE) no fluido de base não aquosa.	Diariamente quando se atingir as fácies-reservatórios, para controle de descarte de cascalho.	Para o descarte do cascalho impregnado, o fluido de base não aquosa deve atender ao padrão de resultado negativo no Teste de RPE. Caso o Teste de RPE apresente resultado positivo, a possibilidade de um falso positivo pode ser ainda verificada através de Cromatografia Gasosa/Espectrometria de Massas, atendendo neste caso ao padrão de razão das áreas $EIP \leq 1\%$ <sup>(4)</sup> .
Avaliar a presença de eventual contaminação de óleo através do Teste de Detecção de Hidrocarbonetos ( <i>Reverse Phase Extraction</i> – RPE) no fluido de base não aquosa previamente à sua transferência caso este tipo de fluido seja estocado em embarcações de apoio e sempre que solicitado pelo Órgão Ambiental.	Em momento prévio a qualquer transferência de fluidos seja com destino ou origem a embarcação de apoio e sempre que solicitado pelo Ibama.	Previamente à transferência de FPBNA para a planta de fluidos em terra, o fluido de base não aquosa deve atender ao padrão de resultado negativo no Teste de RPE.
Monitorar o teor de base orgânica aderida aos cascalhos a serem descartados através do Teste de Retorta.	A cada 200m perfurados, ou no mínimo 1 e no máximo 3 vezes por dia.	O teor de base orgânica aderida ao cascalho 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.



Meta		Indicador
Geral	Frequência	
Avaliar o teor de metais (As, Al, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Si, V, Zn) no fluido de perfuração e complementares de base aquosa, assim como de cascalhos impregnados com fluidos de base aquosa e não aquosa.	No mínimo uma amostra coletada ao fim de cada fase, momento pré-descarte <sup>(2)</sup> .	Registrar os teores de metais em todos os fluidos de perfuração e complementares de base aquosa, e em cascalhos impregnados com fluidos de base aquosa e não aquosa descartados ao mar.
Avaliar a concentração de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs-16) nos fluidos de perfuração e complementares de base aquosa, e cascalhos impregnados com fluidos de base aquosa e não aquosa.	No mínimo uma amostra coletada ao fim de cada fase, momento pré-descarte <sup>(2)</sup> .	Todos os descartes ao mar de fluidos de perfuração e complementares de base aquosa e de cascalhos impregnados com fluidos de perfuração de base aquosa e não aquosa devem atender ao limite de HPAs-16 inferior a 10 ppm. <sup>(6)</sup>
Avaliar a ecotoxicidade em sedimento (96h) dos fluidos de base não aquosa.	No mínimo uma amostra coletada ao fim de cada fase, momento pré-descarte <sup>(2)</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 volumes de uso e/ou descarte através do registro em planilha específica dos volumes de fluidos de perfuração, complementares, pastas de cimento e cascalhos.	Diariamente, através de documentos específicos.	Registrar todos os volumes de descarte de fluidos de perfuração, complementares, pastas de cimento e cascalhos.
Monitorar a vazão e duração dos descartes de fluidos de perfuração e complementares de base aquosa e os cascalhos impregnados com fluido de perfuração de base aquosa.	Diariamente quando houver descarte de FPBA+cascalho.	Todos os descartes ao mar de fluidos de perfuração de base aquosa e cascalhos impregnados com estes fluidos devem atender ao limite de vazão de 159 m <sup>3</sup> /h.
	Diariamente quando houver descarte de FCBA.	Todos os descartes ao mar de fluidos complementares de base aquosa devem atender ao limite de vazão de 31,8 m <sup>3</sup> /h.
Monitorar a disposição final em terra de cascalhos e fluidos de perfuração, complementares e de eventuais resíduos de cimento.	Sempre que houver desembarque destes resíduos para disposição final em terra.	Registrar as informações pertinentes sobre o tratamento/destinação final em terra de cascalhos e fluidos de perfuração, complementares e de eventuais resíduos de cimento.

<sup>(1)</sup>Os ensaios de toxicidade aguda com amostra retirada em momento prévio ao uso nas fases sem e com retorno serão exigidos a partir de setembro de 2016. No período de transição até setembro de 2016, na ocorrência de algum incidente com derramamento de fluido no mar deverá ser coletada amostra para análise de toxicidade aguda.

<sup>(2)</sup> Uma vez que somente é permitido o descarte ao mar do FPBNA aderido aos cascalhos, no caso deste tipo de fluido o termo “em momento pré-descarte” refere-se a momento posterior ao uso do fluido em questão.

<sup>(3)</sup>Para o descarte de cascalhos com fluido de base não aquosa aderido, o fluido não aquoso coletado após o retorno e em momento pré-descarte do cascalho deve atender ao limite de CL50 (96h)  $\geq 30.000$  ppm da FPS nos ensaios de toxicidade aguda.

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

<sup>(5)</sup>No resultado final, o teor de base orgânica aderido ao cascalho não deverá exceder o limite de 6,9% no caso de n-parafinas, olefinas internas (IO's), olefinas 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-16 em amostra de fluido e cascalho coletada em momento pré-descarte seja maior que 10 ppm. No período anterior a

setembro de 2016, caso ocorra resultado de HPAs-16 sejam superiores ao limite de 10 ppm, os laudos deverão ser encaminhados ao IBAMA acompanhados de justificativa técnica sobre potenciais fontes de contaminação.

Ressalta-se que em caso de utilização de novas formulações de fluidos de perfuração e complementares, a frequência de monitoramento aplicável deve ser reproduzida para estes novos fluidos. Ademais, em caso de não atendimento às metas e indicadores estabelecidas na **Tabela 3.1**, o IBAMA será comunicado imediatamente após ciência da empresa, com manifestação junto ao precesso de licenciamento e cópia junto ao processo adminsitrativo de avaliação de fluidos de perfuração e complementares.

Embora os requisitos para uso da baritina componente de fluidos de perfuração e complementares e pastas de cimentação, e para uso da base orgânica componente dos fluidos de base não aquosa sejam escopo do Processo Administrativo de Fluidos, um resumo destes requisitos é apresentado na **Tabela 3.2**.

**TABELA 3.2 – Resumos dos requerimentos para a baritina e base orgânica.**

Especificação	Limites Aplicáveis
Analisar os teores de metais (Al, As, Cd, Pb, Cu, Cr, Fe, Mn, Hg, Mo, Ni, Si, V, Zn) na baritina a ser utilizada nas formulações dos fluidos e pastas de cimento. <sup>(1)</sup>	Toda baritina utilizados nas formulações de fluidos e pastas de cimento deve atender aos limites máximos de 3mg.Kg <sup>-1</sup> e 1mg.Kg <sup>-1</sup> de Cádmio (Cd) e Mercúrio (Hg).
Analisar o teor de hidrocarbonetos poliaromáticos (HPAs), potencial de bioacumulação, potencial de biodegradabilidade e ecotoxicidade em sedimento marinho (10 dias) na base orgânica a ser utilizada para preparo de 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 teor de HPAs inferior a 10 ppm, ecotoxicidade em sedimento marinho inferior ou igual ao padrão C16-C18 para Olefina Interna ou C12-C14/C8 para Éster (razão ≤ 1) e biodegradabilidade com razão de TGP ≤ 1. <sup>(1)(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Os laudos deverão ser apresentados anualmente no âmbito do Processo Administrativo de Fluidos de Perfuração e Complementares (Processo nº 02022.000236/2010-01). 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.

<sup>(2)</sup>Em caso de não atendimento dos critérios de aprovação de ecotoxicidade em sedimento marinho e biodegradabilidade, a base orgânica poderá ser utilizada na formulação de fluidos de base não aquosa, entretanto, o cascalho aderido ao fluido não poderá ser descartado ao mar.

## 4. PÚBLICO-ALVO

O público de interesse deste Projeto é a própria BP, 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 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, para detecção de possíveis vazamentos) 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 de suas propriedades, através da adição complementar 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 – o fluido deverá atender ao limite de  $CL_{50;96h} \geq 30.000$  ppm da FPS<sup>1</sup>.

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



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 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 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 do engenheiro de fluidos de forma a manter as propriedades e concentrações estabelecidas para o fluido.

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

Conforme previamente informado, o FPBNA é geralmente fabricado em uma planta de fluidos em terra, ou 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 poderá ser preparado na planta com uma densidade abaixo da requerida no programa de fluidos, concluindo-se a adição do adensante nos tanques da sonda.





De forma a minimizar a disposição final em terra de FPBNA, face à impossibilidade do seu descarte no mar, e levando-se em consideração as boas práticas da indústria para o uso de produtos químicos, os FPBNA podem ser reaproveitados de um poço para o outro ou de um projeto para o outro. Assim, ao longo da execução da atividade deverão ser recebidos volumes de fluidos procedentes de outros poços ou projetos. Nos casos de contaminação de FPBNA que impeçam a continuidade do seu uso, o volume contaminado será segregado e 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 uso, este será reconicionado – realiza-se a medição das propriedades físico-químicas de interesse e a partir dos resultados, é devidamente tratado para obtenção das especificações para o projeto do novo poço. Este condicionamento ocorre pela adição de base orgânica, tratamento com os aditivos químicos adequados, e quando aplicável, tratamentos físicos para redução do peso do fluido e do teor de sólidos. 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, no momento prévio ao uso o fluido deverá 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 desses fluidos. Um rígido controle será implementado, com a realização dos ensaios de Extração em Fase Reversa (RPE), ou alternativamente (caso seja preciso verificar resultados falso positivos nos ensaios de RPE) de Cromatografia Gasosa/Espectrometria de Massas, os quais serão detalhados no **Item 7** do presente projeto. Reitera-se que, caso seja detectada a contaminação de fluidos com óleo da formação, estes deverão ser destinados para tratamento e/ou disposição final adequada em terra

---

<sup>2</sup>Deverão ser realizadas amostragens em momento prévio ao uso nas fases sem retorno. Nos ensaios de toxicidade aguda com amostra retirada em momento prévio ao uso nas fases sem e com retorno serão exigidos a partir de setembro de 2016. No período de transição até setembro de 2016, na ocorrência de algum incidente com derramamento de fluido no mar deverá ser coletada amostra para análise de toxicidade aguda.

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

Não são previstas para as operações da BP o uso de embarcações destinadas exclusivamente para o transporte de fluidos (embarcações fluideiras), assim o transporte de FPBNA e sua base orgânica ocorrem por via marítima através de embarcações de apoio que atuam dando suporte logístico durante a atividade. Os fluidos novos, recondicionados 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 de fluidos contaminados com efluentes e/ou óleo da formação.

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, 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.

Previamente à transferência de FPBNA para a planta de fluidos em terra, uma amostra representativa será coletada e submetida ao ensaio de Ensaio de Extração em Fase Reversa (RPE), garantindo assim a identificação de um fluido contaminado com óleo da formação. Além disso, serão realizados Ensaio de Extração em Fase Reversa (RPE) sempre que solicitado pelo IBAMA.

Em situações em que for evidenciada a presença de óleo da formação na remessa de FPBNA à ser transferida, o volume contaminado será transportado em tanques específicos da 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*), bombas centrífugas, bombas de lama, funil de mistura, desgaseificador, sistema extrator de sólidos e sistema

secador de cascalhos (SSC). Este último sistema só é instalado a bordo da unidade de perfuração quando há intenção de utilização de FPBNA.

Nas fases sem retorno de fluido à superfície, este sistema é utilizado apenas para o preparo de fluidos. Já nas fases com retorno a superfície, é este sistema que garante não só a fabricação, como também o 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 pode ser 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. Algumas unidades também podem apresentar um sistema secundário, 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, deverão ser 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).

<sup>3</sup>Deverão ser realizadas amostragens em momento prévio ao uso nas fases sem retorno. Nos ensaios de toxicidade aguda com amostra retirada em momento prévio ao uso nas fases sem e com retorno serão exigidos a partir de setembro de 2016. No período de



Após a separação do FPBA nas peneiras vibratórias, o cascalho (sólidos grosseiros) é descartado ao mar em regime contínuo. Neste mesmo ponto (saída das peneiras), são coletadas as amostras de cascalhos para os ensaios de monitoramento (C). Mediante resultado positivo para a presença de óleo livre através do Teste de Iridescência Estática, o descarte de cascalho é interrompido e o mesmo é redirecionado para os *cutting boxes*.

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

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

Na passagem pelo sistema secundário, os sólidos (areia e silte/sólidos finos) são continuamente removidos e descartados ao mar. Quando do uso do sistema secundário, amostras de sólidos serão coletadas nas descargas de cada equipamento, de modo a compor uma amostra única e representativa dos materiais oriundos dos mesmos (peneiras, hidrociclones e centrífugas), para ser submetida aos ensaios de monitoramento (C). Ressalta-se que em caso de resultado positivo para presença de óleo livre através do Teste de Iridescência Estática, o descarte de cascalho é interrompido e o mesmo é redirecionado para os *cutting boxes*.

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

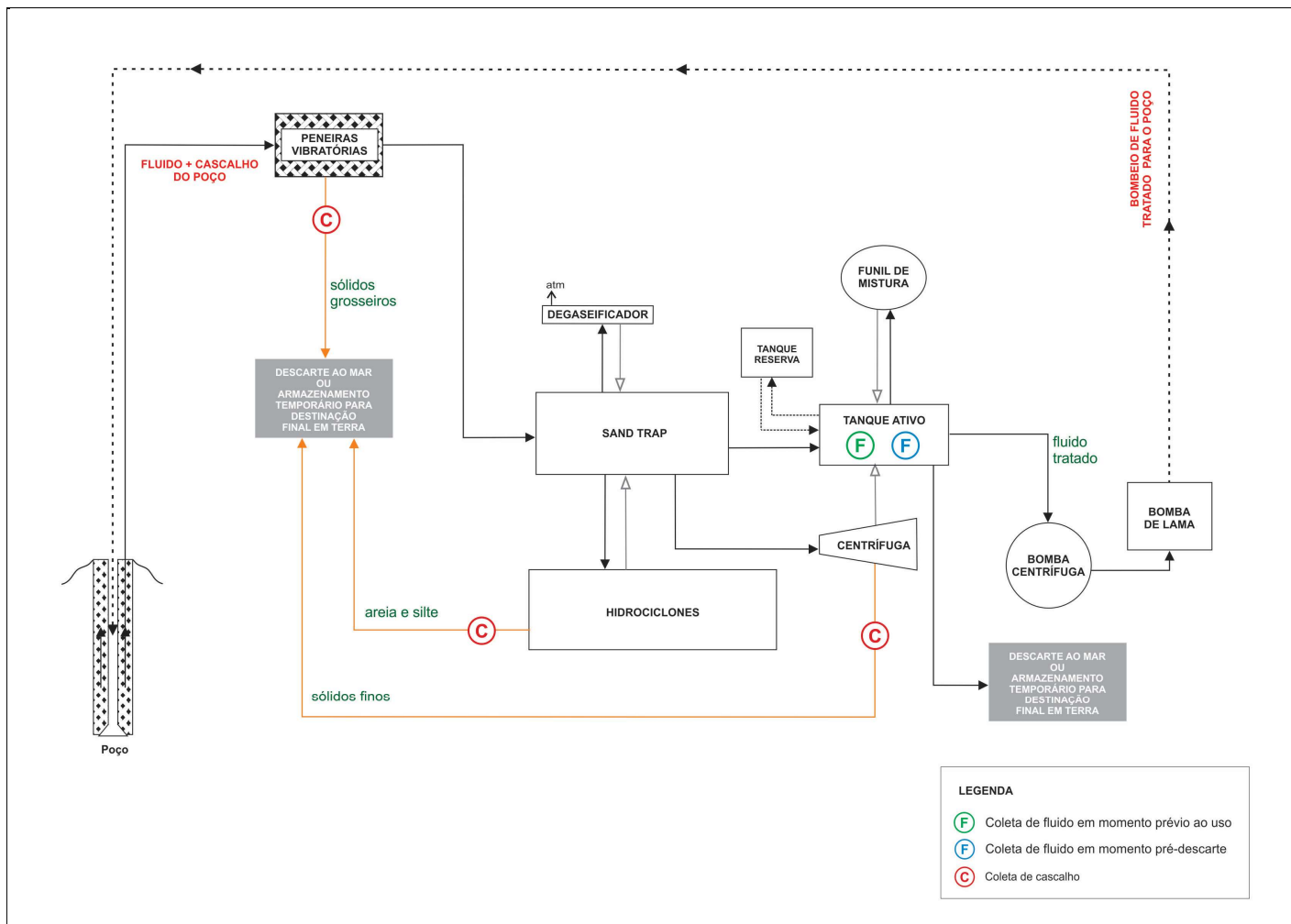
Os tratamentos químicos, quando necessários, são realizados com a adição dos aditivos químicos através dos funis e bombas centrífugas de mistura.

A amostragem de fluidos de perfuração de base aquosa em momento pré-descarte para realização dos ensaios de ecotoxicidade aguda, metais e HPAs-16 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.

---

transição até setembro de 2016, na ocorrência de algum incidente com derramamento de fluido no mar deverá ser coletada amostra para análise de toxicidade aguda.



**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 geralmente 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 é direcionado para o secador de cascalhos, assim não haverá coleta de cascalhos para ensaios de monitoramento 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, e, os sólidos secos são encaminhados para descarte ao mar.

O maior volume de cascalho descartado no mar durante a perfuração com FPBNA se dá em regime contínuo após a passagem pelo secador, desde que a base orgânica tenha atendido as condições para o descarte dos cascalhos. Desta forma, é na saída do secador que as amostras de sólidos são coletadas para os ensaios de monitoramento<sup>5</sup> análise de HPAs-16, metais, Teste de Iridescência Estática e Teste de Retorta (C). Ressalta-se que em caso de resultado positivo para presença de óleo livre (através do Teste de Iridescência Estática) ou de óleo da formação (através do teste de RPE e, caso necessário, de Cromatografia Gasosa/Espectrometria de Massas a serem realizados no fluido), o descarte de cascalhos será interrompido e os mesmos serão direcionados para *cutting boxes* e encaminhados para destinação final em terra.

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

<sup>4</sup>Deverão ser realizadas amostragens em momento prévio ao uso nas fases sem retorno. Nos ensaios de toxicidade aguda com amostra retirada em momento prévio ao uso nas fases sem e com retorno serão exigidos a partir de setembro de 2016. No período de transição até setembro de 2016, na ocorrência de algum incidente com derramamento de fluido no mar deverá ser coletada amostra para análise de toxicidade aguda.

<sup>5</sup>Devem ser coletadas amostras de cascalhos em momento pré-descarte para análise de HPAs-16 e metais. Caso o teor de HPAs-16 seja superior a 10mg/kg, o descarte de cascalhos não é permitido.

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

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.

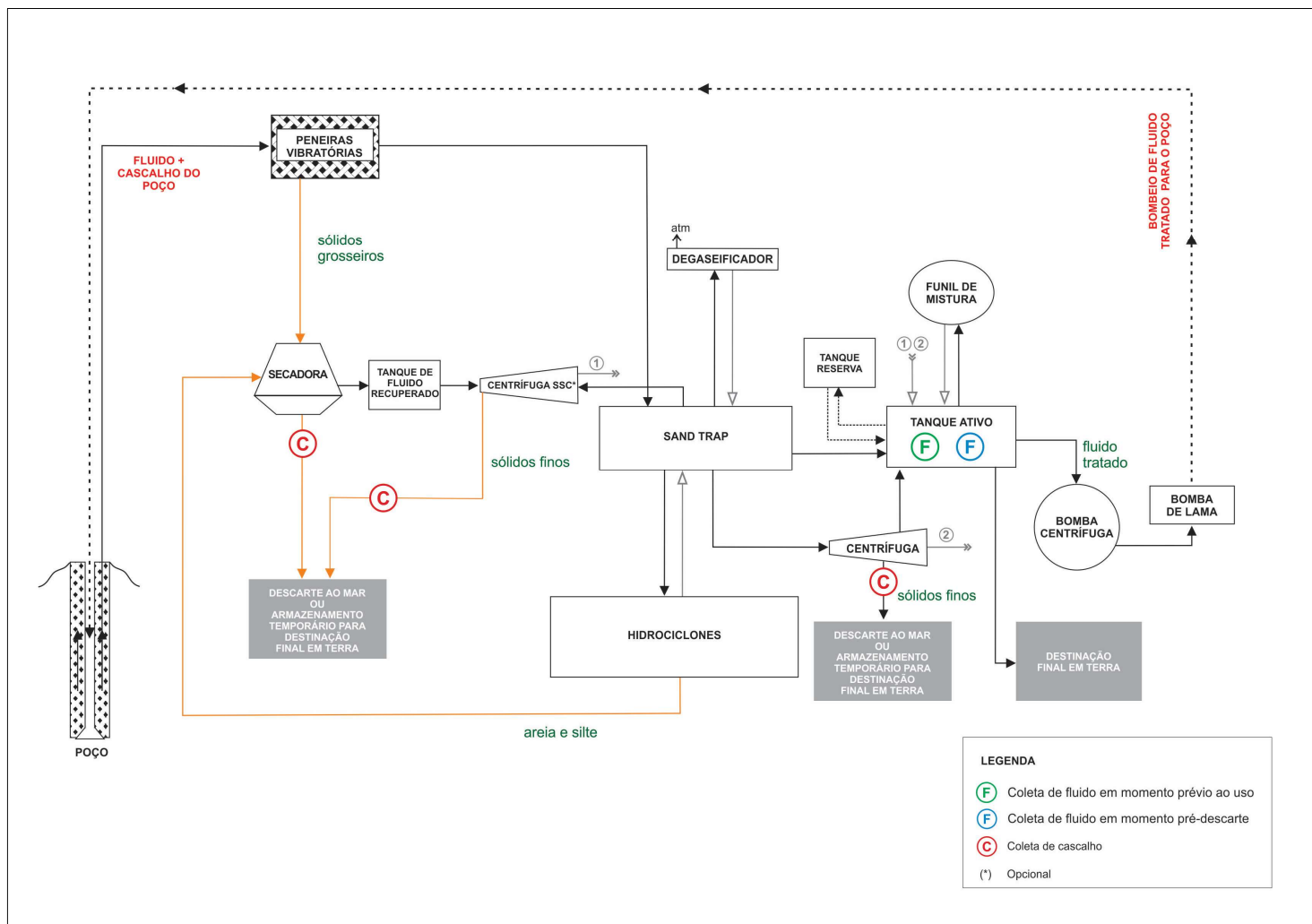
Sempre que do uso das centrífugas, amostras dos sólidos por elas gerados serão coletadas para compor uma amostra única e representativa combinação dos sólidos oriundos de todos os equipamentos (secador de cascalhos, centrífuga do sistema secador e centrífuga do sistema extrator), a qual será submetida aos Ensaio de Iridescência Estática, Retorta, HPAs-16 e metais. (C).

A coleta de fluido de perfuração de base não aquosa em momento pré-descarte (momento posterior ao uso no caso de FPBNA, uma vez que este fluido somente é descartado ao mar aderido aos cascalhos) para o monitoramento - Ensaio de RPE, ecotoxicidade aguda e ecotoxicidade em sedimento marinho (a partir de setembro de 2016) é feita no tanque ativo de fluidos (F).

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.

---

<sup>6</sup> O teste de retorta deve ser realizado a cada 200m perfurados, ou no mínimo de 1 e no máximo de 3 vezes por dia.



**FIGURA 5.2 - Fluxograma do sistema de circulação de FPNB, 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 são 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 7** do presente Subprojeto.

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

Desse modo, o efluente contaminado é 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 será segregado em outro tanque, 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 7** 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 pode ser uma alternativa para a redução dos volumes de água utilizados na lavagem destes equipamentos. No entanto, o efluente gerado (tensoativo + FPBNA) deve ser coletado para a disposição final em terra.

Como a filosofia deste plano preconiza o uso de fluidos enquadrados em todos os requisitos especificados pelo IBAMA, todo o fluido usado atenderá as condições de pré-descarte. Deste modo a lavagem dos tanques promoverá uma diluição do residual de fluido nele contido, fluido este já submetido a todos os ensaios requeridos. Com este entendimento de que todas as concentrações de produtos serão reduzidas no processo de lavagem dos tanques, a água de lavagem somente será amostrada para o ensaio de iridescência estática.

#### 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>7</sup> para realização do ensaio de ecotoxicidade aguda – o fluido deverá atender ao limite de  $CL_{50;96h} \geq 30.000$  ppm da FPS para seu uso. Os fluidos complementares que não atendam o limite de toxicidade aguda preconizado somente serão utilizados em fases com retorno à plataforma 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 consequentemente 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 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.

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

Como os colchões, em geral, não recirculam pelo poço, alterações em suas propriedades não são comuns.. Uma vez finalizado o seu preparo, o colchão é bombeado para o poço, podendo nele ficar retido ou retornar à superfície. Neste caso ele pode ser incorporado ao fluido, ser descartado ao mar ou precolhido para disposição adequada em terra.

<sup>7</sup>Deverão ser realizadas amostragens em momento prévio ao uso nas fases sem retorno. Nos ensaios de toxicidade aguda com amostra retirada em momento prévio ao uso nas fases sem e com retorno serão exigidos a partir de setembro de 2016. No período de transição até setembro de 2016, na ocorrência de algum incidente com derramamento de fluido no mar deverá ser coletada amostra para análise de toxicidade aguda.

### 5.1.2.2 SISTEMA DE CIRCULAÇÃO

O sistema de circulação para os fluidos complementares é bastante simplificado quando se trata dos colchões que não retornam à superfície, ficando restrito aos tanques e bombas usados para o seu preparo, em geral em algum dos tanques reserva, de onde são bombeados diretamente para o poço.

No caso dos fluidos complementares que circulam no poço, dos equipamentos extratores de sólidos faz-se uso somente das peneiras vibratórias para a remoção de algum detrito que por ventura retorne do poço, o qual será armazenado para disposição adequada em 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.

Conforme ressaltado no **Item 5.1.2.1** os fluidos complementares que não atendam ao limite de  $CL_{50,96h} \geq 30.000$  ppm da FPS para o teste de ecotoxicidade aguda somente serão utilizados em casos onde não haja alternativa técnica em fases com retorno à superfície, não sendo descartados ao mar. Estes procedimentos serão apresentados de forma mais detalhada no **Item 7.2**.

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 será feita no estudo prévio a seleção dos fluidos, 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.

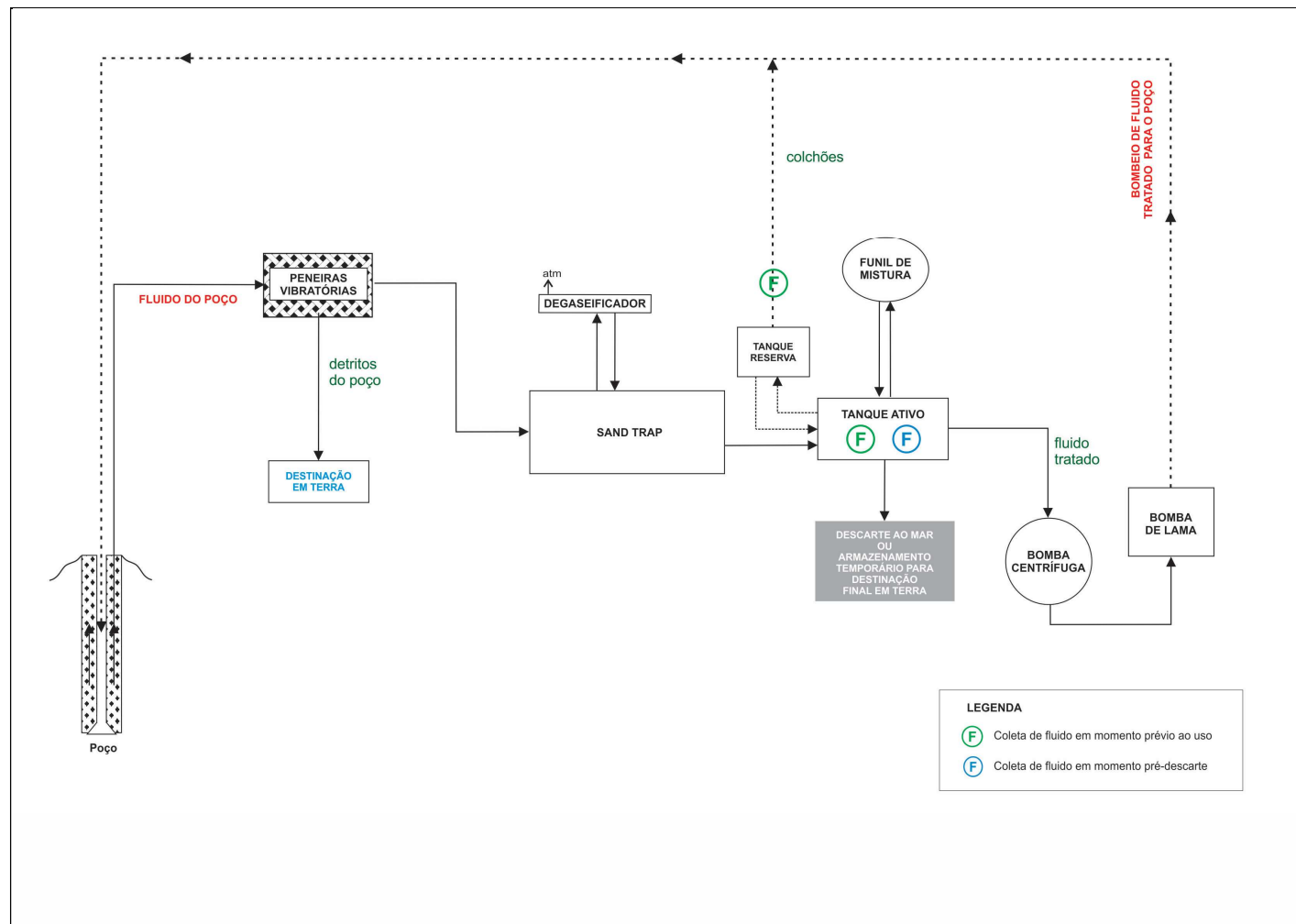
Assim como ocorre para os fluidos de completação, caso os colchões/tampões retornem à superfície, estes serão testados quanto à contaminação de óleo livre através do Teste de Iridescência Estática, e serão descartados ao mar em caso de ausência de contaminação. No entanto, caso não exista possibilidade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

Os fluidos complementares que não atendam ao limite de  $CL_{50,96h} \geq 30.000$  ppm da FPS para o teste de ecotoxicidade aguda em momento pré-descarte não são aprovados para descarte.

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 7.2**.

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 os volumes de colchões espaçadores a serem preparados podem variar.

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

O preparo da água de mistura pode ser realizado sem o uso dos tanques, utilizando-se os sistemas: misturador *batch mixer* ou Sistema Dosador de Aditivo Líquido (LAS – *Liquid Additives System*), 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, no entorno imediato do poço e outra parcela fica contida no interior do poço, aonde as pastas

de cimento vão se solidificar e cumprir suas funções de sustentação do revestimento e isolamento das formações rochosas mais superficiais.

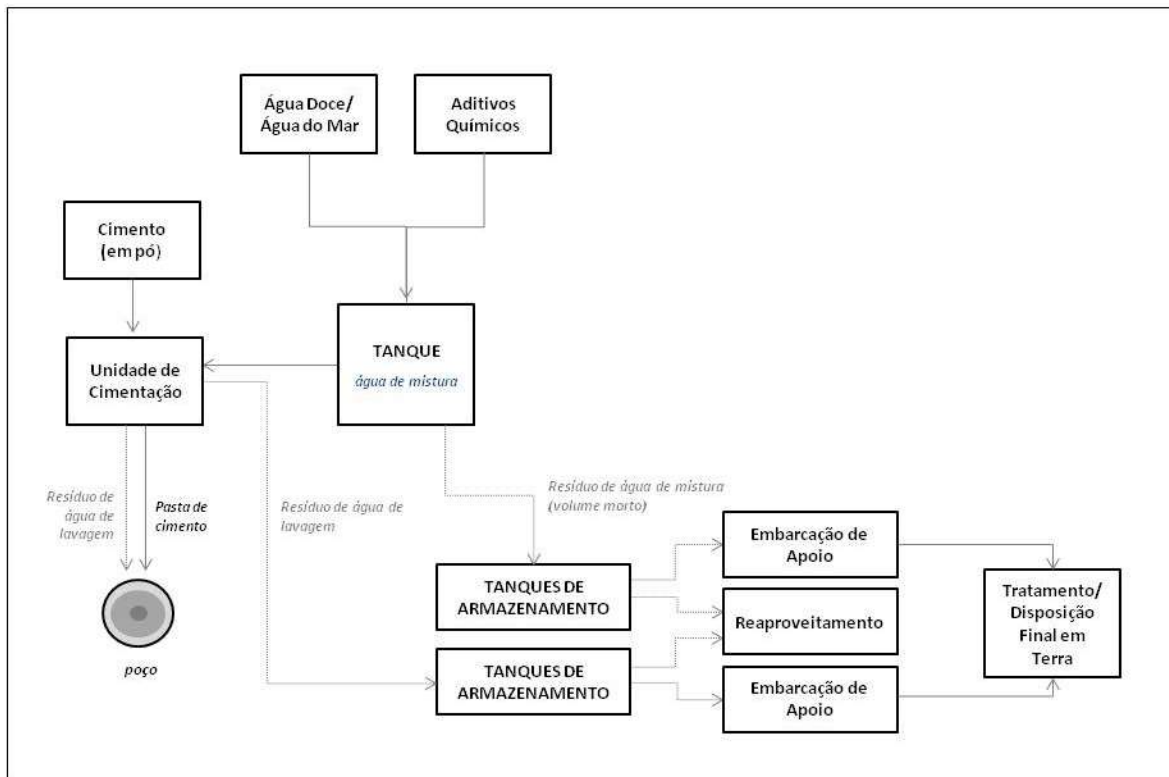
Os colchões traçadores são preparados nos tanques de lama da unidade marítima de perfuração, de onde são bombeados diretamente para o poço com o emprego das bombas de lama da unidade de perfuração.

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

Este tipo de operação é feita pelo método de mistura por bombeio contínuo (“*on the fly*”), empregando-se a unidade cimentadora. Este equipamento promove a mistura 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”).

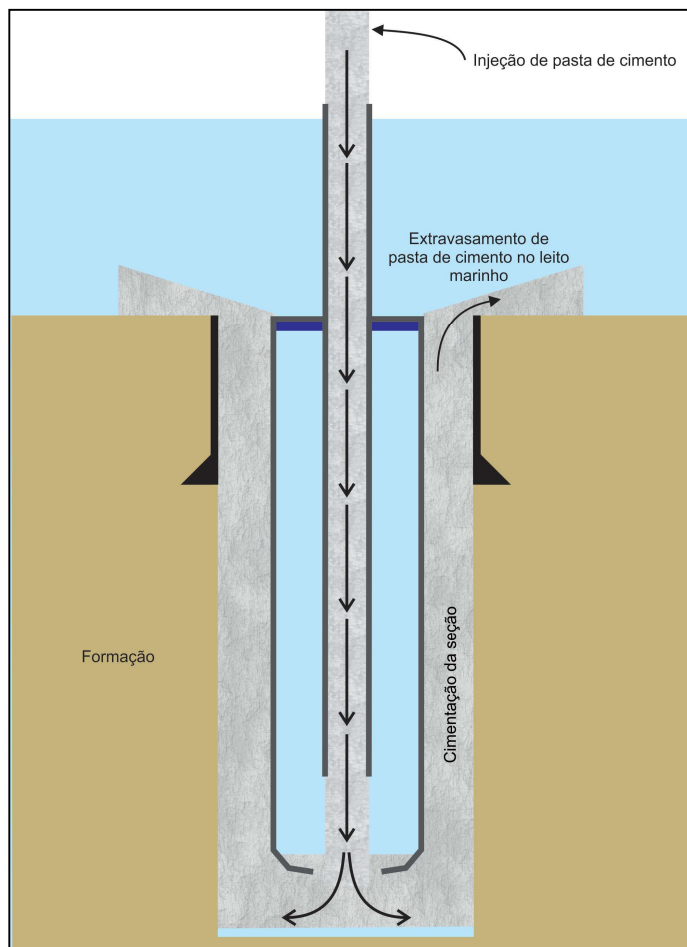
O elevado volume necessário de água de mistura impede o uso do *batch mixer*. Deste modo, estas operações sempre irão gerar resíduo remanescente (volumes mortos) de água de mistura – **Figura 5.4**. À esse volume morto de água de mistura remanescente nos tanques de lama, soma-se também o volume residual da linha de transferência até a unidade cimentadora, que retorna a esses tanques. Este resíduo é normalmente utilizado como insumo para o preparo de fluidos de perfuração de base aquosa. Em caso de impossibilidade de uso em fluidos de perfuração de base aquosa, este volume será armazenado em um tanque provisório e em seguida desembarcados para destinação final adequada em terra, uma vez que independente de sua composição, nenhum volume de água de mistura poderá ser descartado ao mar.

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



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

Dada a necessidade de se garantir o preenchimento total do anular do revestimento que está sendo cimentado e da imprecisão do conhecimento do diâmetro real do poço nas fases sem retorno à plataforma, os volumes de pasta de cimento são calculados de forma a garantir total cimentação da seção. Como consequência, é normal ocorrer o extravasamento de pasta de cimento 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, ocorre o retorno à superfície de volumes de pastas e colchões bombeados para o poço, sendo que geralmente as pastas e os colchões ficam contidos no interior do poço. As pastas de cimento irão se solidificar e cumprir suas funções de sustentação do revestimento e isolamento das formações rochosas.

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

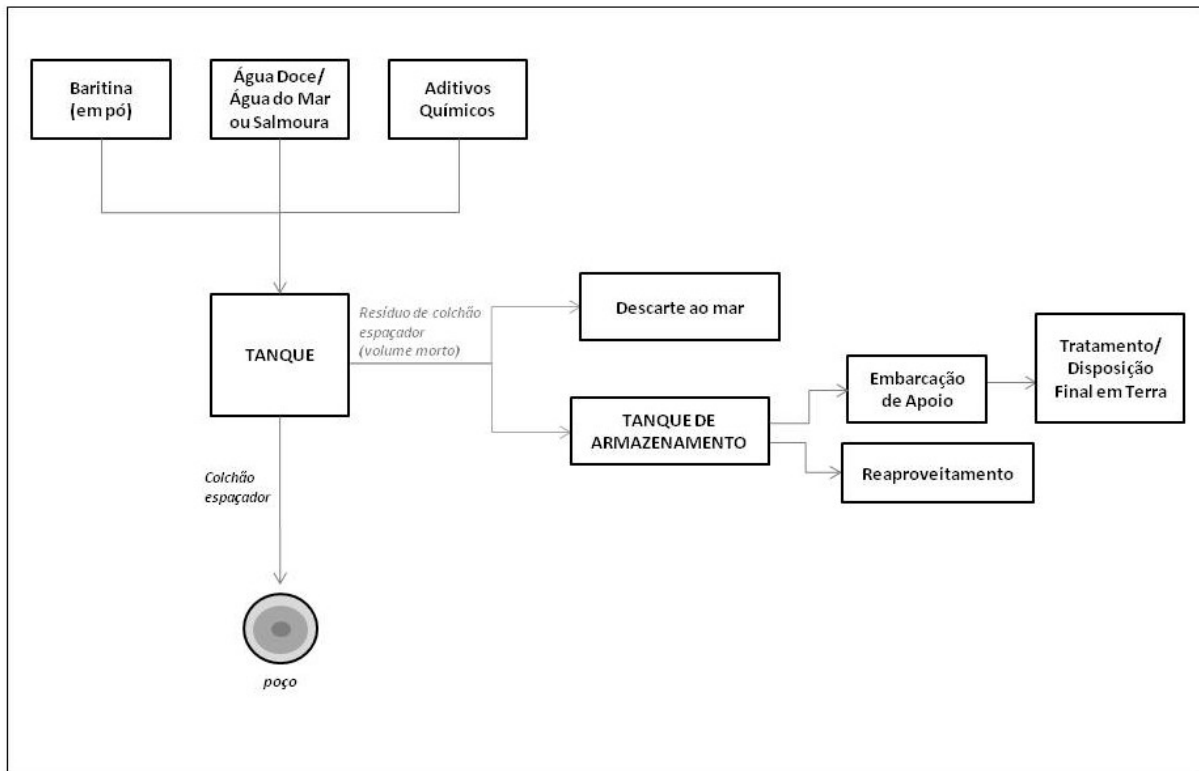


Uma amostra do colchão tratado será coletada para o monitoramento em momento prévio ao uso desde que não sejam utilizados sais em sua formulação (**Figura 5.3**). Neste caso, adotar-se-ão os resultados obtidos no estudo prévio a elaboração do projeto de fluidos. Em situações onde há o retorno de colchões à superfície, será coletada uma amostra para o monitoramento em momento pré-descarte, conforme apresentado na **Figura 5.3**. 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, conforme mencionado no **Item 5.1.2.2**.

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

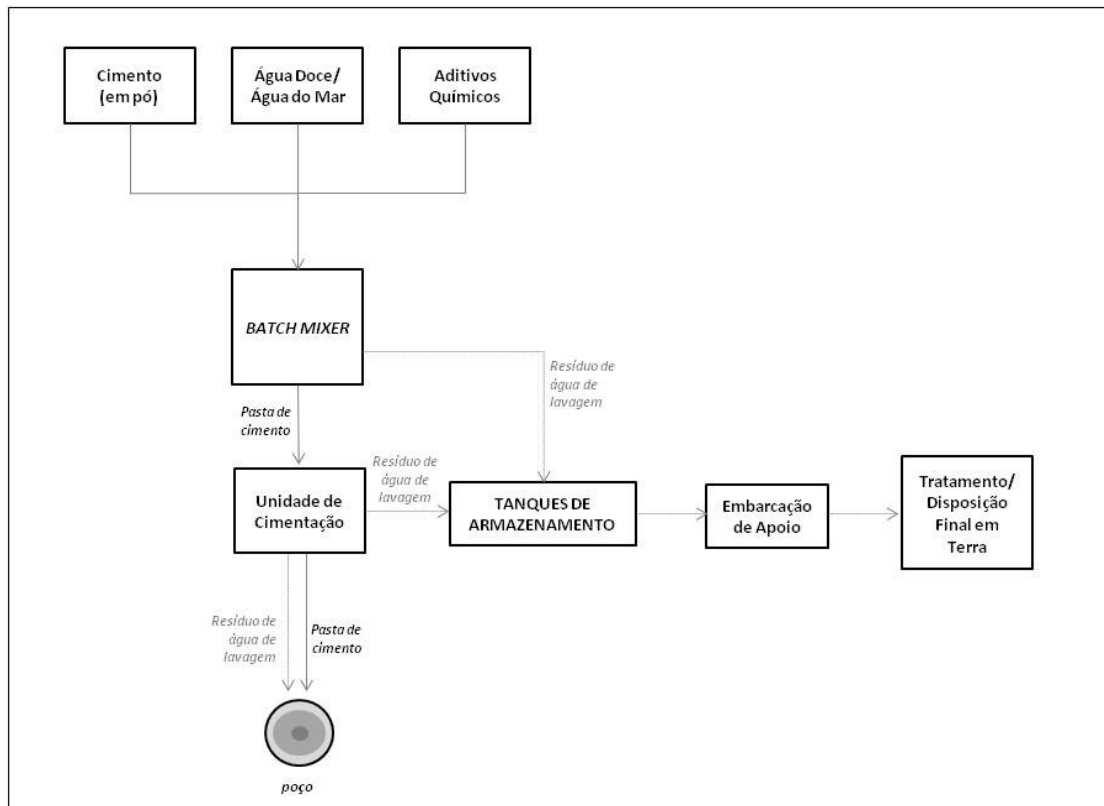
A depender dos volumes envolvidos e arranjo da unidade de perfuração, poderá ser empregado um recirculador (*batch mixer*) para misturar a água de mistura ou a própria pasta de cimento. Para este processo, também não há geração de volume morto.

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



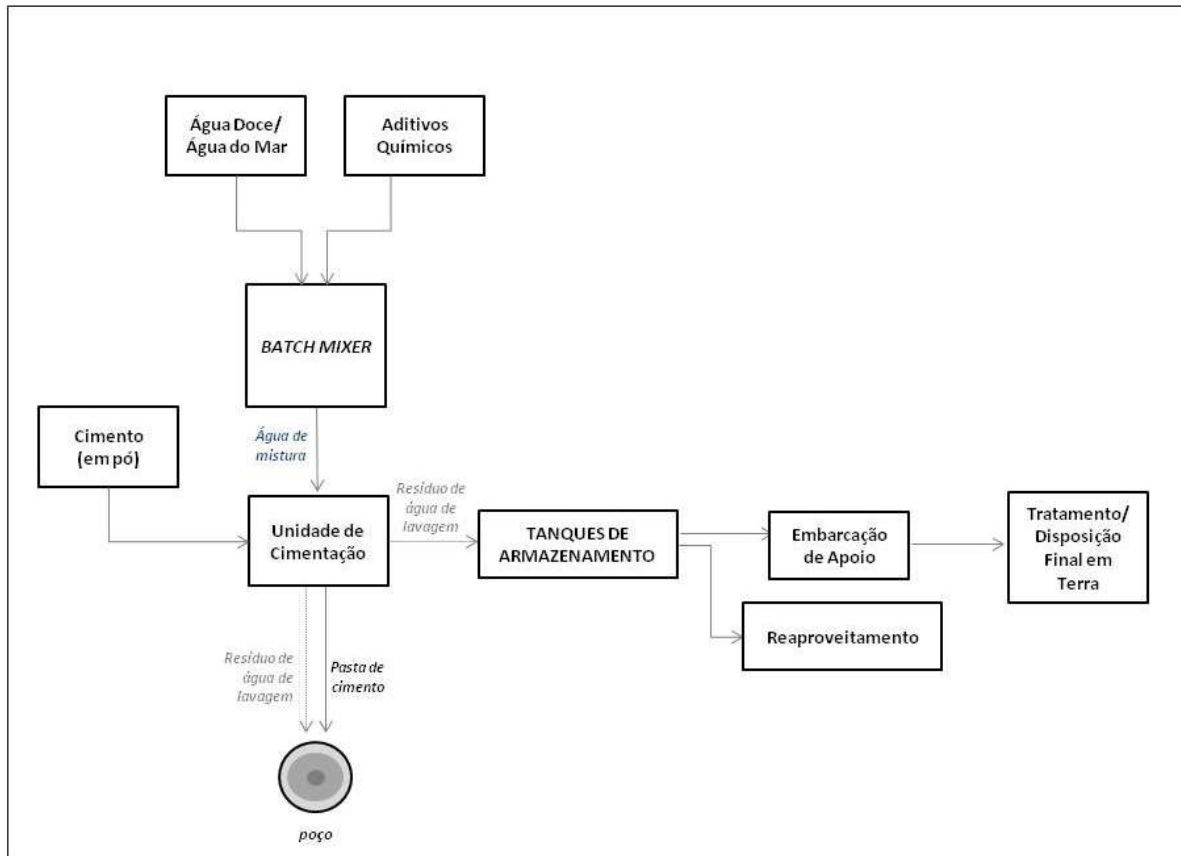
**FIGURA 5.6 - Fluxograma do preparo de colchão, indicando os resíduos originados.**

Para o preparo das pastas, pode-se utilizar o sistema *batch mixer* - quando o volume de pasta previsto for menor que o volume do *batch mixer*. Neste caso, a pasta preparada segue para unidade de cimentação e, por meio de suas bombas, é bombeada para o poço. Os volumes residuais deste processo são: a água de lavagem do *batch mixer* e da unidade de cimentação, conforme apresentado na **Figura 5.7**. Estes resíduos serão armazenados em um tanque provisório e posteriormente bombeados para o poço ou desembarcados para disposição final adequada em terra.



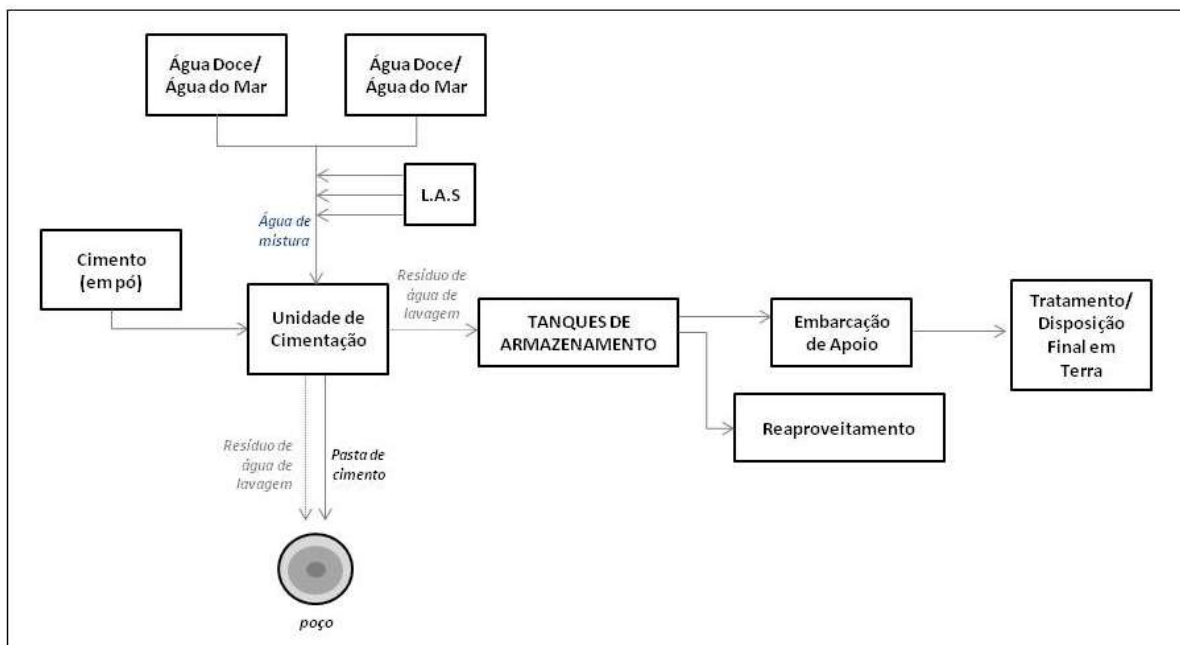
**FIGURA 5.7 - Fluxograma do preparo de pasta de cimento em sistema *Batch Mixer*, indicando os resíduos originados.**

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



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

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**. Reitera-se que o destino deste resíduo é o mesmo dado 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.**

Ressalta-se que embora não esperado, o volume excedente de pastas de cimento nos tanques, não bombeadas para o poço não serão descartadas ao mar, sendo enviado para disposição final adequada em terra.

### 5.1.3.2 LIMPEZA DE TANQUES

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

Após a remoção dos volumes mortos, caso seja necessária a lavagem dos tanques usados para o preparo de água de mistura e colchões, ela se dará com o mínimo volume de água e o efluente será 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 BP 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**

A baritina deverá atender os limites máximos de mercúrio e cádmio, além de reportar as concentrações dos metais e metaloides específicos como indicado na **Tabela 6.1**. Os relatórios ou laudos analíticos que atestem o atendimento destes requisitos deverão ser apresentados anualmente, no âmbito do Processo Administrativo de Fluidos de Perfuração e Complementares da BP (Processo nº 02022.000236/2010-01).

**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 <sup>-1</sup>
Mercúrio	US EPA 7471 B (Dissolução ácida e Determinação analítica)	1 mg.Kg <sup>-1</sup>
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 deverá ser analisada quanto ao teor de hidrocarbonetos poliaromáticos (HPAs), o potencial de bioacumulação, biodegradabilidade e a 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 não atendimento implicará na impossibilidade de descarte de cascalhos umedecidos com FPBNA para o mar.

Os relatórios ou laudos analíticos que atestem o atendimento destes requisitos deverão ser apresentados anualmente, no âmbito do Processo Administrativo de Fluidos de Perfuração e Complementares da BP (Processo nº 02022.000236/2010-01).

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

Parâmetro	Metodologia Recomendada	Limites Estabelecidos para Uso
Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)	EPA 1654A	10 mg HPA.Kg <sup>-1</sup>
Potencial de Bioacumulação (log Pow)	OECD 107 e/ou OECD 117 <sup>1</sup>	Não estabelecido
Ecotoxicidade em sedimento marinho (10 dias) <sup>2</sup>	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 <sup>3</sup>	ISO 11734 modificado (Método EPA 1647)	Biodegradabilidade igual ou superior ao do padrão indicado pela EPA (razão de TGP ≤ 1)

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

<sup>2</sup> A partir de setembro de 2016, deverá ser realizada a avaliação da toxicidade em sedimento marinho (10 dias), conforme métodos EPA 1644 e EPA 1646. Alternativamente, poderá ser aceito o desenvolvimento do ensaio com o uso de organismo nativo conforme ABNT NBR 15638. Contudo, mantém-se a determinação do uso do método EPA 1646 para contaminação de sedimento, assim como o uso do método EPA 1644 para interpretação dos resultados.

<sup>3</sup> A partir de setembro de 2016 deverá ser avaliado o potencial de biodegradabilidade conforme o método EPA 1647.

## 7. MONITORAMENTO DE FLUIDOS E CASCALHOS

Para o uso e descarte de cada tipo de fluido utilizado (aquoso ou não aquoso) e cascalhos associados, deverá ser realizado o monitoramento prévio ao uso (a partir de setembro de 2016) e pré-descarte. Este monitoramento seguirá as diretrizes (parâmetros, frequências de monitoramento e métodos analíticos) determinadas no documento “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”, encaminhados através do PAR. 02022.000449/2015-30 COEXP/IBAMA, 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 BP.

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

Caso algum laudo de laboratório constate uma não conformidade com respeito aos requisitos estabelecidos, a BP irá comunicar imediatamente ao IBAMA, com manifestação junto ao Processo de Licenciamento,

ajuntando cópia ao Processo Administrativo de Avaliação de Fluidos de Perfuração e Complementares (Processo nº 02022.000236/2010-01).

## **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 deverão atender ao limite de  $CL_{50;96h} \geq 30.000$  ppm da FPS em ensaio de ecotoxicidade aguda (Metodologia 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>8</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.

Destaca-se que os fluidos complementares que não atenderem ao limite preconizado para o teste de ecotoxicidade aguda serão utilizados somente em fases com retorno à plataforma e desde que não tenham alternativas menos tóxicas, não sendo descartados 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) podem ser utilizados tanto nas fases sem retorno à superfície, como nas fases posteriores à instalação do *riser*, nas quais os fluidos circulados retornam à superfície para tratamento e recirculação.

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

Nas seções perfuradas sem *riser*, e consequentemente 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

---

<sup>8</sup>Deverão ser realizadas amostragens em momento prévio ao uso nas fases sem retorno. No entanto, os ensaios de toxicidade aguda com amostra retirada em momento prévio ao uso nas fases sem e com retorno serão exigidos a partir de setembro de 2016. No período de transição até setembro de 2016, na ocorrência de algum incidente com derramamento de fluido no mar deverá ser coletada amostra para análise de toxicidade aguda.



interferência ambiental mínima, os fluidos utilizados nestas seções serão formulações de composição simplificada com poucos aditivos, garantindo sua baixa toxicidade aos organismos marinhos.

Tendo em vista o não retorno de fluido à superfície, os fluidos empregados nestas fases não são passíveis de coleta para monitoramento após o seu uso. O uso e descarte destes fluidos baseiam-se no conhecimento prévio da sua ecotoxicidade. Conforme descrito no **Item 7.1**, o atendimento ao critério de ecotoxicidade será comprovado pelo ensaio em amostra coletada no momento prévio ao uso dos fluidos.

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

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

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

Além disso, fluidos de base aquosa e seu cascalho associado serão avaliados, diariamente durante a perfuração de zonas que contenham hidrocarbonetos e antes de qualquer descarte de fluido de base aquosa excedente, quanto à presença de óleo livre, a partir do Ensaio de Iridescência Estática (Metodologia EPA 1617). O descarte do fluido será condicionado à ausência de óleo livre nessas condições. No caso de detecção de presença de óleo livre nos cascalhos será necessária a interrupção do descarte e o direcionamento para armazenamento em *cutting boxes* para disposição final em terra.

Amostras de fluido ao final de cada fase perfurada com *riser* serão coletadas para a determinação de sua ecotoxicidade aguda, teor de HPAs-16 (metodologia EPA 8270C) e de metais e metaloides (metodologias EPA 7471B para Hg; EPA 3050B/3052 e EPA 6010C para os outros metais). Amostras de cascalhos embebidos com fluido deverão ser submetidas a estes dois últimos ensaios nas mesmas condições.

Caso o FPBA seja utilizado continuamente em mais de uma fase consecutiva, as amostragens para o ensaio de ecotoxicidade aguda em momento pré-descarte deverão ser coletadas no fim da última fase consecutiva ao final da utilização do referido fluido.

Para os descartes de FPBA+cascalho ao mar, a vazão máxima será  $159 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  (1.000 bbl.h<sup>-1</sup>).

### **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, onde deverá atender aos requisitos de uso, ou será encaminhado para disposição final em terra, caso a reutilização não seja viável. No entanto, caso o mesmo apresente contaminação por óleo da formação, o cascalho gerado com sua utilização deverá ser encaminhado para disposição final em terra como resíduo oleoso – Conforme indicado no **Item 7.4**.



O descarte no mar do cascalho associado ao FPBNA, por sua vez, somente será possível se a base orgânica empregada atender os limites dos ensaios de biodegradabilidade e ecotoxicidade em sedimento marinho (10 dias) exigidos, conforme apresentado na **Tabela 3.1** (exigência a partir de setembro de 2016). Além destes ensaios, deverá ser realizado o monitoramento de fluidos de perfuração de base não aquosa ao final de sua utilização em cada fase, cujos critérios, frequência e métodos de análise seguem determinados no **Anexo A**.

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

Fluidos de base não aquosa e seu cascalho associado serão avaliados, diariamente durante a perfuração de zonas que contenham hidrocarbonetos e pelo menos uma vez após o término de uso do fluido em questão, quanto à presença de óleo livre, a partir do Ensaio de Iridescência Estática (metodologia EPA 1617). Os fluidos de base não aquosa são também testados diariamente durante a perfuração de zonas que contenham hidrocarbonetos para verificação da presença de óleo da formação através do Ensaio de Extração em Fase Reversa - RPE (metodologia EPA 1670) e, caso necessário, de Cromatografia Gasosa/Espectrometria de Massas (metodologia EPA 1655). No caso de detecção de presença de óleo livre nos cascalhos ou de óleo da formação nos fluidos, será necessária a interrupção do descarte de cascalho e o seu direcionamento para armazenamento em *cutting boxes* para disposição final em terra.

O descarte de cascalho com FPBNA está condicionado ainda, ao teor de base orgânica nele aderido, obtido pelo ensaio de Retorta (metodologia EPA 1674). O resultado final (média ponderada acumulada do poço) não deve exceder o limite de 6,9% (massa de base orgânica/massa de cascalho) para os casos de n-parafinas, olefinas internas, olefinas alfa lineares, polialfa olefinas e fluidos de base de óleo mineral tratados ou ainda em *blends* de bases orgânicas; e de 9,4% nos casos de ésteres, éteres e acetais. O volume de cascalho que possa levar a que este limite seja ultrapassado será recolhido para disposição final em terra.

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) conforme metodologias EPA 1646 e 1644, teor de HPAs-16 (metodologia EPA 8270C) e de metais e metaloides (metodologias EPA 7471B para Hg; EPA 3050B/3052 e EPA 6010C para os outros metais). Amostras de cascalhos embebidos com este tipo de fluido deverão ser submetidas a estes dois últimos ensaios. Caso o FPBNA seja utilizado continuamente em mais de uma fase consecutiva, as amostragens para o ensaio de ecotoxicidade aguda em momento pré-descarte (isso é, pós-uso) deverão ser coletadas no fim da última fase consecutiva ao final da utilização do referido fluido.

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

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 poderá ser superior a 31,8 m<sup>3</sup>.h- (200 bbl.h<sup>-</sup>).

Ademais, é destacado que para o descarte de fluidos complementares de base aquosa que atendam ao critério de avaliação de ecotoxicidade aguda em estudo prévio ao uso – sem os sais KCl, NaCl, CaCl<sub>2</sub>, NaBr, KBr, CaBr<sub>2</sub>, KHCOO e NaHCOO, haverá a dispensa do ensaio de ecotoxicidade em momento pré-descarte, desde que novos produtos não lhe tenham sido agregados e seja atendida a vazão de descarte de 31,8 m<sup>3</sup>.h<sup>-</sup> (200 bbl.h<sup>-</sup>).

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 oriundos das operações de perfuração e 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**) deverá ser devidamente preenchida durante todo o período da atividade.

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

### 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 NBR 10.004/2004, que os diferencia em perigosos e não perigosos de acordo com as suas características físicas, químicas e biológicas.

A classificação destes resíduos será estabelecida pela empresa responsável pelo fornecimento e pelo monitoramento dos fluidos e cascalhos durante a perfuração em observância à natureza das formulações e dos agentes contaminantes, destacando-se que esta será realizada em conformidade com o seu enquadramento dentro dos critérios da referida NBR.

Em caso de impossibilidade de classificação dos resíduos pela empresa fornecedora, amostras destes resíduos serão coletadas com o intuito de determinar o seu enquadramento dentro dos critérios da referida NBR, à medida em que eles forem gerados.

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

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

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

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

As etapas de coleta, acondicionamento, transporte, armazenamento temporário, tratamento e/ou disposição final serão realizadas de acordo com os requisitos preconizados pelo IBAMA.

#### 7.4.4 Procedimentos de Minimização da Poluição

Dentre as alternativas de fluidos adequadas a cada fase do projeto a BP 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 BP 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 BP 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 BP estará atenta ao surgimento de novos equipamentos e/ou técnicas que possibilitem a redução do teor de base orgânica aderida ao cascalho.

A BP 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 BP 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 projeto.

## 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 PAR. 02022.000449/2015-30 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 (a partir de setembro de 2016) e pré-descarte, para sua caracterização de acordo com os parâmetros e métodos de análise estabelecidos;
- Por fim, ao final da atividade, um relatório será elaborado, atendendo a periodicidade estabelecida na licença ambiental, contendo os resultados registrados, a volumetria final de fluidos utilizados e cascalhos gerados e as massas de cada tipo de fluido e do cascalho que foram destinados para disposição final em terra.

A seguir, na **Tabela 10.1**, é apresentado o cronograma físico detalhado do PMFC, considerando-se a duração estimada de uma atividade de perfuração marítima.

**FIGURA 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, HPAs-16 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 (HPAs-16) 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 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 BP. A empresa estará encarregada, diretamente, pela logística necessária para o desenvolvimento e monitoramento do projeto em questão.

Na alternativa de contratação de serviços de terceiros, a BP 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 Meio Ambiente	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. 5.
- OECD (ORGANIZATION FOR ECONOMIC COORPORATION AND DEVELOPMENT), 1989. Guideline for testing Chemicals. **OECD 117**. Partition Coefficient (n-octanol/water): High Performance Liquid Chromatography (HPLC) Method.
- OECD (ORGANIZATION FOR ECONOMIC COORPORATION AND DEVELOPMENT), 1995. Guideline for the Testing of Chemicals. **OECD 107**. Partition Coefficient (n-octanol/water): Shake Flask Method.