

# Processo Administrativo de Fluidos de Perfuração e Complementares Nº 02022.002330/08

## Projeto de Monitoramento de Fluidos e Casalho



Revisão 03  
Outubro / 2016

E&P



# **Projeto de Monitoramento de Fluidos e Cascalho**

**Processo Administrativo de Fluidos de Perfuração e  
Complementares nº 02022.002330/08**

Volume 1/1

Revisão 03

Outubro/2016

## **APRESENTAÇÃO**

Este projeto visa atender as diretrizes para uso, monitoramento e descarte de fluidos e cascalho conforme estabelecido pelo Parecer Técnico PAR 02022.000368/2015-30 COEXP/IBAMA e pelos demais pareceres técnicos do CGPEG/IBAMA que estão no âmbito do Processo Administrativo número 0200.002330/08, incluindo aqueles provenientes de vistorias de acompanhamento.

Ao longo deste projeto, estão disponíveis informações e dados acerca do gerenciamento de fluidos de perfuração e complementares, desde seu preparo até o destino final, de acordo com os critérios estabelecidos no Processo Administrativo vigente. São apresentadas informações dos parâmetros, frequências de análise, métodos de ensaio, critérios de aceitação para o uso de fluidos e condicionantes para os descartes correlatos.

## CONTROLE DE REVISÕES

REV.	DESCRIÇÃO	DATA
00	Documento Original	Setembro/13
01	Alterações diversas em todo o documento	Outubro/15
02	Alterações textuais diversas em todo o documento	Setembro/16
02	Alterado objetivos específicos	Setembro/16
02	Retiradas e atualizadas todas as referências de setembro de 2016	Setembro/16
02	Inserido o item 4.1, "Gestão ambiental no uso de produto químico componentes dos fluidos e pastas de cimento"	Setembro/16
02	Inserido tabela 5 com as principais propriedades do FPBNA e a indicação do produto químico utilizado no tratamento	Setembro/16
02	Alteradas frequências de amostragem, considerando as amostras de fluidos coletadas em momento prévio ao uso	Setembro/16
02	Alterado de item as informações acerca de "Tampões nas operações de perfuração" e inclusão do item 5.3.1, "Fluido complementar na atividade de perfuração"	Setembro/16
02	Inserido item 4.4.1 para detalhamento do procedimento de ensaio ecotoxicológico realizado com fluidos complementares salinos	Setembro/16
02	Alteração nas figuras e inserção de novas figuras do capítulo 5, Operações com fluidos (figuras de 01 a 07)	Setembro/16
02	Inserido a observação nas tabelas 02 e 12 sobre a possibilidade de utilização do organismo <i>Grandidierella bonnieroides</i>	Setembro/16
02	Alteração do conteúdo da tabela 19 visando adequação a procedimento vigente	Setembro/16
03	Revisão dos itens em atendimento ao PARTEC 0540/2016.	Outubro/16

	Original	Rev. 01	Rev. 02	Rev. 03
<b>Data</b>	09/2013	10/2015	09/2016	10/2016
<b>Elaboração</b>	E&P-CORP/EP/FLU	E&P-CORP/EP/FLU	POCOS/CTPS/CT	POCOS/CTPS/CT e POCOS/SPO/SF/FLUI-AUP
<b>Verificação</b>	E&P-CPM	E&P-CPM	POCOS/SMS/MAS	POCOS/SMS/MAS
<b>Aprovação</b>	E&P-CORP/SMS	E&P-CORP/SMS	SMS/IE&P/MA	SMS/IE&P/MA

# ÍNDICE GERAL

1. <b>INTRODUÇÃO</b> .....	1
2. <b>OBJETIVOS</b> .....	3
2.1. Objetivos gerais .....	3
2.2. Objetivos específicos .....	3
3. <b>CONDIÇÕES PARA USO DE PRODUTOS ESTOQUES</b> .....	5
3.1. Baritina .....	5
3.2. Base orgânica .....	6
4. <b>FABRICAÇÃO, CONDICIONAMENTO E CONDIÇÕES PARA USO DE FLUIDOS DE PERFURAÇÃO E COMPLEMENTARES</b> .....	8
4.1. Gestão ambiental no uso de produto químico componentes dos fluidos e pastas de cimento .....	8
4.2. Fluidos de perfuração de base aquosa (FPBA) .....	10
4.3. Fluidos de perfuração de base aquosa não aquosa (FPBNA) .....	11
4.3.1. <i>Transferências de fluido de perfuração de base não aquosa (FPBNA)</i> .....	14
4.4. Fluidos complementares.....	16
4.4.1. <i>Fluido complementares salinos</i> .....	18
4.5. Manutenção das propriedades dos fluidos durante a operação .....	18
4.5.1. <i>Manutenção de propriedade de fluidos de perfuração</i> .....	19
4.5.2. <i>Manutenção de propriedade de fluidos complementares</i> .....	19
5. <b>OPERAÇÃO COM FLUIDOS</b> .....	21
5.1. Operações com fluidos na atividade de perfuração.....	21
5.1.1. <i>Operação com fluidos de base aquosa na atividade de perfuração</i> .....	22
5.1.2. <i>Operação com fluidos de base não aquosa na atividade de perfuração</i> .....	27
5.2. Operação com fluidos de perfuração em áreas sensíveis .....	33
5.3. Operação com fluidos complementares .....	33
5.3.1. <i>Fluido complementar na atividade de perfuração</i> .....	33
5.3.2. <i>Operação com fluidos complementares na atividade de completação</i> .....	36
5.3.2.1. <i>Operação com fluido de completação</i> .....	36
5.3.2.2. <i>Operação com colchões e packer fluido</i> .....	38
5.4. Limpeza de tanques de fluidos .....	41
5.4.1. <i>Tanques utilizados com fluidos de base aquosa</i> .....	41
5.4.2. <i>Tanques utilizados com fluidos de base não aquosa</i> .....	41
6. <b>OPERAÇÃO DE CIMENTAÇÃO</b> .....	44
6.1. Cimentação de revestimento condutor e superfície (início de poço).....	45
6.2. Cimentação de revestimento intermediário, de produção, <i>liner</i> e colchões .....	47

<b>7. ASPECTOS DO MONITORAMENTO ASSOCIADOS ÀS CONDIÇÕES PARA DESCARTE DE FLUIDOS E CASCALHO NO MAR</b> .....	54
7.1. Fluido de perfuração de base aquosa (FPBA).....	54
7.1.1. <i>Fases sem retorno à superfície</i> .....	54
7.1.2. <i>Fases com retorno à superfície</i> .....	55
7.2. Cascalho associado ao fluido de perfuração de base aquosa (cascalho+FPBA) .....	57
7.3. Fluido de perfuração de base não aquosa (FPBNA) .....	58
7.4. Cascalho associado a fluido de perfuração de base não aquosa (cascalho+FPBNA) .....	60
7.5. Fluido complementar de base aquosa .....	63
7.6. Fluido complementar de base não aquosa .....	65
<b>8. FLUXO DE ATENDIMENTO DO PROJETO DE MONITORAMENTO DE FLUIDOS E CASCALHOS</b> .....	66
8.1. Macro fluxo para atendimento ao Projeto de Monitoramento de Fluidos e Cascalho .....	66
8.2. Melhorias estabelecidas .....	69
8.3. Planilha de Controle de Amostras .....	70
<b>9. ASPECTOS DO MONITORAMENTO ASSOCIADOS À DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E EFLUENTES LÍQUIDOS</b> .....	77
9.1. Classificação dos resíduos e efluentes gerados associados.....	77
9.2. Boas práticas no Gerenciamento de Resíduos das atividades de Construção de Poços Marítimos .....	79
9.2.1. <i>Reúso de FPBNA</i> .....	79
9.2.2. <i>Operação de cimentação</i> .....	80
9.2.3. <i>Controle de sólidos da perfuração</i> .....	81
9.2.4. <i>Redução do Teor de Base Orgânica associada ao cascalho</i> .....	81
9.2.5. <i>Ações continuadas de treinamentos e educação ambiental</i> .....	82
<b>10. EMISSÕES DE RESULTADOS</b> .....	84
<b>11. REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS</b> .....	86
<b>12. RESPONSÁVEIS</b> .....	89
<b>13. ANEXOS</b> .....	90

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Operação com fluidos aquosos (perfuração e complementar) na atividade de perfuração .....	23
Figura 2: Geração de resíduos na operação de perfuração com fluido aquoso.....	27
Figura 3: Operação com fluidos de base não aquosa (perfuração ou complementar) na atividade de perfuração.....	29
Figura 4: Geração de resíduos na operação de perfuração com fluido de base não aquosa....	32
Figura 5: Operação com fluidos complementares na atividade de completação .....	39
Figura 6: Geração de resíduos na operação de completação com fluido complementar (fluido de completação ou colchão) .....	40
Figura 7: Recolhimento de fluido de completação na operação de completação .....	40
Figura 8: Geração de efluentes durante operações de início de poço .....	47
Figura 9: Geração de efluente durante o preparo de colchão espaçador .....	48
Figura 10: Geração de efluentes durante o preparo de colchão lavador no tanque da sonda ..	49
Figura 11: Geração de efluentes durante o preparo de pasta de cimento no Batch Mixer .....	50
Figura 12: Geração de efluente durante o preparo de água de mistura no Batch Mixer.....	51
Figura 13: Geração de efluente durante o preparo de água de mistura utilizando o sistema LAS .....	52
Figura 14: Geração de efluente durante o preparo de pasta de cimento no tanque da unidade marítima.....	53
Figura 15: Macro fluxo para preenchimento da planilha de controle de amostra.....	68
Figura 16: Modelo de etiqueta para identificação de frascos de amostra de fluidos ou cascalho .....	71
Figura 17: Trecho da Planilha de Controle de Amostras .....	75

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Análise de baritina.....	6
Tabela 2: Análise de base orgânica.....	7
Tabela 3: Controle de gestão de produtos químicos .....	9
Tabela 4: Análise de FPBA novo .....	11
Tabela 5: Propriedades do fluido .....	12
Tabela 6: Análise de FPBNA novo.....	14
Tabela 7: Análise de FPBNA durante transferência .....	15
Tabela 8: Análise de fluido complementar novo .....	17
Tabela 9: Análise da solução de aditivo.....	18
Tabela 10: Análise de Fluido de perfuração base água usado.....	56
Tabela 11: Análise de cascalho associado a fluido de perfuração de base aquosa .....	58
Tabela 12: Análise do fluido de perfuração de base não aquosa usado .....	59
Tabela 13: Análise do cascalho associado ao FPBNA.....	62
Tabela 14: Análise de fluido de complementar de base aquosa .....	64
Tabela 15: Diagrama simplificado da Planilha de Controle de Amostras.....	71
Tabela 16: Funcionalidades da Planilha de Controle de Amostras .....	73
Tabela 17: Alguns tipos de resíduo gerados nas atividades de Construção de Poços Marítimos .....	78
Tabela 18: Relação dos apêndices de emissão de resultados.....	84
Tabela 19: Tabela resumo das análises do monitoramento por compartimento analisado (momentos prévio ao uso e pré-descarte) .....	91
Tabela 20: Requisitos do monitoramento de fluidos e cascalhos por parâmetro .....	93
Tabela 21: Métodos para atendimento ao Projeto de Monitoramento de Fluidos e Cascalhos ..	95

# LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Cálculo da razão para ensaio de ecotoxicidade em sedimento .....	7
Equação 2: Cálculo da razão para ensaio de biodegradabilidade anaeróbica.....	7
Equação 3: Cálculo da razão para ensaio de ecotoxicidade em sedimento .....	60
Equação 4: Cálculo da porcentagem de base orgânica aderida ao cascalho.....	61

## LISTA DE SIGLAS

<b>ABNT:</b>	Associação brasileira de normas técnicas
<b>bbi:</b>	Barril
<b>BOAC:</b>	Base orgânica aderida ao cascalho
<b>CG/EM:</b>	Cromatografia em fase gasosa acoplado a espectrometria de massa
<b>CGPEG:</b>	Coordenação geral de Petróleo e Gás
<b>CL:</b>	Coeficiente letal
<b>E&amp;P:</b>	Exploração e produção
<b>FCBA:</b>	Fluido complementar base aquosa
<b>FCBNA:</b>	Fluido complementar de base não aquosa
<b>FPBA:</b>	Fluido de perfuração base aquosa
<b>FPBNA:</b>	Fluido de perfuração base não aquosa
<b>FPS:</b>	Fração particulada suspensa
<b>HPA:</b>	Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos
<b>IBAMA:</b>	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
<b>ISO:</b>	<i>International Organization for Standardization</i>
<b>LAS:</b>	<i>Liquid Additives System</i>
<b>MGR:</b>	Manual de gerenciamento de resíduos
<b>NBR:</b>	Norma brasileira
<b>OECD:</b>	<i>Organization for Economic Corporation and Development</i>
<b>PCP:</b>	Projeto de Controle da Poluição
<b>PCA</b>	Planilha de Controle de Amostras
<b>PEAT:</b>	Programa de Educação Ambiental para os trabalhadores
<b>PLONOR:</b>	<i>Pose little or no risk (to the environment)</i>
<b>PMA:</b>	Projeto de Monitoramento Ambiental
<b>PMFC:</b>	Projeto de monitoramento de fluidos e cascalhos
<b>ppm:</b>	Parte por milhão
<b>RPE:</b>	<i>Reverse phase extraction</i>
<b>RT</b>	Responsável técnico ou Requisição de transporte
<b>SIGRE:</b>	Sistema de Gestão de Resíduos
<b>SMS:</b>	Saúde, Segurança e Meio Ambiente
<b>SSC:</b>	Sistema secador de cascalho
<b>SST</b>	Solicitação de Serviço de Transporte
<b>USEPA:</b>	<i>United States Environmental Protection Agency</i>

## 1. INTRODUÇÃO

O Projeto de Monitoramento de Fluidos e Cascalho (PMFC) é um subprojeto do Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA) e representa um importante instrumento do Processo Administrativo de Fluidos de Perfuração e Complementares. O projeto tem caráter único, é aplicado a todas as atividades marítimas licenciadas e substitui os demais projetos já existentes. Como premissa, o projeto aborda o gerenciamento dos fluidos empregados nas operações de construção de poços marítimos, etapas de perfuração, cimentação e completação de poços, desde seu preparo até o seu destino final, seja este o descarte controlado no mar, seja o tratamento e/ou disposição final em terra.

A realização do projeto se justifica pela necessidade de controlar e minimizar os impactos gerados durante as atividades em questão. Sua elaboração tem como base a caracterização físico-química e/ou ecotoxicológica dos principais efluentes gerados nas operações e que são passíveis de gerar impactos ambientais, a saber: cascalho e os fluidos descartados ao mar.

O projeto tem como objetivo principal evidenciar, sistematicamente, o atendimento aos requisitos estabelecidos para uso de fluidos e o descarte de fluidos e cascalho no mar, bem como prover informações sobre o tratamento e/ou disposição final em terra dos efluentes ou resíduos da atividade de operações marítimas com fluidos, tratando do gerenciamento dos fluidos desde seu preparo até destino final. Consiste na consolidação de dados diversos, tais como: dados de estudos ambientais, informações da operação realizada, resultados analíticos do monitoramento de fluido e cascalho, dentre outros dados relevantes.

Vale enfatizar que este projeto tem caráter único e é comum para todas as atividades licenciadas. Desta maneira, as informações aqui contidas são aquelas comuns a todas as unidades marítimas envolvidas com o escopo deste documento. Algumas particularidades inerentes às características de algumas unidades, tal como o leiaute

de equipamentos, podem ser diferentes do apresentado neste documento, indica o que é minimamente comum a todas as unidades e, assim, necessário para a operação com fluidos na atividade de construção de poços marítimos. Desta forma, as figuras aqui apresentadas são meramente ilustrativas, apresentam a operação mais comumente empregada e exercem uma função didática na compreensão dos processos descritos.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivos gerais

O PMFC visa apresentar as diretrizes da Petrobras para o gerenciamento ambiental dos fluidos empregados nas atividades de construção de poços marítimos, desde seu preparo até o destino final.

É objetivo do PMFC: garantir, evidenciar, registrar e reportar o atendimento às condicionantes do Processo Administrativo de Fluidos de Perfuração e Complementares nº 02022.002330/08 no que tange às condições para uso de fluidos, as restrições para descarte no mar de fluidos usados e cascalho e o tratamento/disposição final de efluentes e resíduos correlatos gerados nas atividades de perfuração, cimentação e completação de poços.

### 2.2. Objetivos específicos

Para atender aos objetivos gerais, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Apresentar, periodicamente, laudos de baritina e base orgânica empregados na fabricação de fluidos, segundo os parâmetros estabelecidos no projeto;
- Realizar ensaio de ecotoxicidade aguda dos fluidos de perfuração e complementares em amostras coletadas no momento prévio ao uso nas fases sem e com retorno;
- Realizar os ensaios físico-químicos e ecotoxicológicos, expeditos e/ou convencionais, associados ao descarte de fluidos e cascalho no mar, conforme estabelecido no projeto para amostras no momento “pré-descarte”;

- Reportar a volumetria prevista, empregada e descartada dos fluidos de perfuração, fluidos complementares, pasta de cimento e cascalho;
- Fornecer informações pertinentes sobre cascalhos e fluidos encaminhados para a disposição final em terra, incluindo as informações relevantes ao licenciamento ambiental de todas as empresas envolvidas no processo;
- Reportar, sistematicamente, sob a forma de laudos analíticos e/ou registros assinados, que comprovam o atendimento aos critérios estabelecidos para o descarte de fluidos e cascalho no mar.

### 3. CONDIÇÕES PARA USO DE PRODUTOS ESTOQUES

Além das condições específicas que são estabelecidas para o uso de sistemas de fluidos de perfuração, fluidos complementares e pastas de cimento, algumas restrições são aplicadas para a utilização de produtos componentes, tais como os controles de baritina e base orgânica, produtos estoques empregados na fabricação de fluidos de perfuração e complementares.

Estes controles baseiam-se em critérios de aceitação (concentrações máximas permitidas) de seus principais poluentes e/ou características que traduzem seu desempenho ambiental, além de proporcionar a geração de informações de caráter ambiental relevante a respeito destes produtos.

Os ensaios indicados a seguir são realizados de forma a garantir que todos os estoques de baritina e base orgânica estejam dentro dos limites previstos nos itens **3.1** e **3.2** a seguir. Este monitoramento está descrito no “Plano de Amostragem de Baritina e Base Orgânica” que, na emissão da revisão deste documento, encontrava-se em aprovação no IBAMA.

#### 3.1. Baritina

A fim de garantir que todos os fluidos utilizados nas operações de construção de poços marítimos empreguem baritina que atenda às limitações estabelecidas para os metais mercúrio ( $1 \text{ mg Hg.Kg}^{-1}$  de baritina) e cádmio ( $3 \text{ mg Cd.Kg}^{-1}$  de baritina), cada remessa de baritina ingressa na Petrobras é acompanhada de relatório ou laudo analítico que ateste o atendimento destes requisitos, além de reportar outros analitos, como indicado na **Tabela 1**, a seguir:

Tabela 1: Análise de baritina

AMOSTRA:		BARITINA		
Parâmetro	Frequência de Monitoramento	Método de ensaio	Valor máximo estabelecido para uso	Conclusão
Cádmio	Conforme definido pelo "Plano de Amostragem de Baritina e Base Orgânica"	Digestão ácida: US EPA 3050 B  Determinação analítica: US EPA 6010C	3 mg.Kg <sup>-1</sup>	Cd ≤ 3 mg.Kg <sup>-1</sup> : baritina aprovada para uso. Cd > 3 mg.Kg <sup>-1</sup> : baritina reprovada para uso.
Mercúrio		Dissolução ácida e determinação analítica: US EPA 7471B	1 mg.Kg <sup>-1</sup>	Hg ≤ 1 mg.Kg <sup>-1</sup> : baritina aprovada para uso. Hg > 1 mg.Kg <sup>-1</sup> : baritina reprovada para uso.
Alumínio, arsênio, chumbo, cobre, cromo, ferro, manganês, molibdênio, níquel, silício, vanádio e zinco.		Dissolução ácida: US EPA 3052  Determinação analítica: US EPA 6010C	Não estabelecido	---

### 3.2. Base orgânica

Em toda base orgânica adquirida, deve-se comprovar o atendimento aos parâmetros indicados na **Tabela 2**, que apresenta as condições estabelecidas para uso e/ou descarte da base orgânica associada ao cascalho com fluido de perfuração de base não aquosa preparado com a base orgânica testada.

Na **Tabela 2**, estão descritos todos os ensaios que são realizados nas bases orgânicas, empregadas pela PETROBRAS:

**Tabela 2: Análise de base orgânica**

AMOSTRA:		BASE ORGÂNICA		
Parâmetro	Frequência de Monitoramento	Metodologia de análise	Valor máximo estabelecido para uso	Conclusão
Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos	Conforme definido pelo "Plano de Amostragem de Baritina e Base Orgânica" .	EPA 1654A.	10 mg HPA.Kg <sup>-1</sup> (medido e reportado como fenantreno)	HPA ≤ 10 mg.Kg <sup>-1</sup> : base orgânica aprovada para uso.  HPA > 10 mg.Kg <sup>-1</sup> : base orgânica reprovada para uso.
Potencial de Bioacumulação (Log Pow)		OECD 107 e/ou OECD 117	Não estabelecido	---
Ecotoxicidade em sedimento marinho (10 dias)		Método EPA 1644 e EPA 1646 (contaminação do sedimento). Obs.1	Razão ≤ 1,0.	Razão ≤ 1,0: base orgânica aprovada para uso e com permissão do descarte de cascalho associado a esta base;  Razão > 1,0: base orgânica reprovada para uso
Biodegradabilidade de anaeróbia		Método EPA 1647.	<b>Equação 1</b> Ecotoxicidade  <b>Equação 2</b> Biodegradabilidade	

**Equação 1:** Cálculo da razão para ensaio de ecotoxicidade em sedimento

$$\frac{CL_{50,10 \text{ dias}} \text{ base orgânica de referência}}{CL_{50,10 \text{ dias}} \text{ base orgânica teste}} \leq 1,0$$

**Equação 2:** Cálculo da razão para ensaio de biodegradabilidade anaeróbica

$$\frac{\% \text{ da produção de gás teórico da base orgânica de referência}}{\% \text{ da produção de gás teórico da base orgânica teste}} \leq 1,0$$

**Obs.1:** Alternativamente, e mediante aprovação prévia do IBAMA, o ensaio de ecotoxicidade em sedimento marinho poderá ser conduzido com a utilização do organismo nativo conforme norma ABNT NBR 15638, tal como a *Grandidierella bonnieroides*.

## 4. FABRICAÇÃO, CONDICIONAMENTO E CONDIÇÕES PARA USO DE FLUIDOS DE PERFURAÇÃO E COMPLEMENTARES

Nas seções a seguir, estão descritos os principais aspectos relacionados às operações com fluidos de perfuração e complementares, abordando os seguintes aspectos: preparo e manutenção das propriedades dos fluidos, requisitos para uso, fluxogramas individuais com descrição das etapas dos processos com indicação dos pontos de coleta de amostra para o monitoramento, especificidade em logística de operação e procedimentos de limpeza de tanques com fluidos de perfuração.

Os requisitos para uso de cada um destes sistemas de fluidos estão mostrados nas tabelas a seguir e se referem a ensaios realizados em amostras de fluidos de perfuração e complementares coletadas no momento prévio ao uso.

No âmbito geral, como condição pra uso, os fluidos de perfuração e complementares devem atender ao limite de  $CL_{50-96h} \geq 30.000$  ppm da FPS em ensaio de ecotoxicidade aguda realizado em amostra coletada no momento prévio ao uso do fluido, segundo os métodos ABNT NBR 15.308 e 15.469.

### 4.1. Gestão ambiental no uso de produto químico componentes dos fluidos e pastas de cimento

Os produtos químicos componentes dos fluidos e pastas de cimento empregados na formulação são apresentados para o IBAMA por meio de uma listagem cujo conteúdo está descrito a seguir.

**Tabela 3: Controle de gestão de produtos químicos**

<b>Nome comercial</b>	Indica o nome do produto tal como é comercializado.
<b>Função</b>	Indica qual a função do produto, por exemplo, Inibidor de Corrosão, Acidificante, Emulsificante, etc.
<b>Uso</b>	Indica o qual o uso do produto, por exemplo, Pasta de Cimento, FPBNA, FPBA, FCBA e FCBNA.
<b>Fornecedor</b>	Indica o nome da empresa que fornece o produto.
<b>Nº FISPQ</b>	Indica o número referente a FISPQ
<b>Revisão</b>	Indica qual é a versão atual da FISPQ
<b>Data da emissão</b>	Indica a data de emissão da FISPQ.

Está listagem é atualizada sempre que ocorrer a inclusão, exclusão ou alteração de produtos químicos, ou quando houver a necessidade de revisão de FISPQ. Atualmente, todo o fluxo de trabalho interno na PETROBRAS que precede o envio ao IBAMA de documentação de produtos químicos constituintes de sistemas de fluidos e pasta de cimento é realizado por intermédio de um sistema informatizado, denominado ProAF. Este sistema tem por objetivo garantir o cumprimento do fluxo de trabalho, constituído por uma série de atividades padronizadas, ao longo de diferentes níveis hierárquicos, a saber: consultante, cadastrante, aprovador e administrador. Além disso, o sistema garante rastreabilidade, controle, transparência e acesso às informações associadas à documentação de produtos químicos que são apresentados no Processo Administrativo de Fluidos.

No ProAF, é realizado o cadastro da FISPQ, a atualização automática da listagem de produtos (Formulário de Produtos Químicos), a compilação de toda a informação necessária, incluindo a declaração de não utilização de produtos restritos por legislação, e, finalmente, a aprovação da documentação gerada para posterior envio ao órgão ambiental.

Uma vez que a listagem é atualizada e protocolada no órgão ambiental, esta se torna disponível através do sistema ProAF. Desta maneira, garante-se que as fichas

atualizadas dos produtos químicos (FISPQ'S) que compõem a formulação dos fluidos e pasta de cimento estão disponíveis no sistema.

A PETROBRAS utiliza formulações de fluidos de perfuração e complementares que atendem aos critérios para descarte, quando este é aplicável. A empresa busca, continuamente, a utilização de produtos menos perigosos nas formulações que compõem tais fluidos, a exemplo de:

1. Revisão contínua dos requisitos técnicos dos projetos e seu impacto nas formulações a serem empregadas;
2. Estímulo contínuo às companhias de serviços no sentido de apresentarem formulações cada vez mais ambientalmente favoráveis e que atendam, ao mesmo tempo, aos requisitos do projeto de poço;
3. Avaliação de produtos alternativos nas formulações atualmente empregadas.

#### **4.2. Fluidos de perfuração de base aquosa (FPBA)**

Em uma unidade marítima, é prática comum a verificação do sistema de circulação de fluidos, o que inclui os tanques, linhas e válvulas. Esta verificação tem o objetivo detectar possíveis vazamentos e, então, possibilitar a correção de eventuais problemas. O teste é realizado preferencialmente com água do mar, podendo ser conduzido com água doce.

Uma vez testado todo o sistema, dá-se início ao processo de fabricação do fluido de perfuração de base aquoso propriamente dito, com adição de água nos tanques, caso não seja possível reutilizar a água empregada no teste de verificação do sistema. Em seguida, inicia-se a adição dos produtos químicos, mediante vigorosa agitação e atendendo às concentrações programadas e desejáveis para o poço em questão.

Finalizada a fabricação do fluido, este é testado e, se suas propriedades estiverem dentro do programado, iniciam-se as atividades com o fluido. Caso contrário, ajustes na composição do fluido são realizados para a correção e adequação de suas propriedades, conforme indicadas no programa de fluidos, associado à construção do poço específico.

No momento prévio ao uso do FPBA, e com todas as alterações e correções necessárias já realizadas, uma amostra é coletada para a realização do ensaio de ecotoxicidade aguda. A coleta de amostra é realizada no ponto que antecede a entrada do FPBA no sistema de circulação de fluidos, geralmente no tanque ativo do sistema de circulação de fluido, ou em algum tanque equalizado com este.

A **Tabela 4**, a seguir, indica os ensaios realizados nesta amostra:

**Tabela 4: Análise de FPBA novo**

<b>AMOSTRA: FLUIDO DE PERFURAÇÃO DE BASE AQUOSA NOVO (MOMENTO PRÉVIO AO USO)</b>				
<b>Parâmetro</b>	<b>Frequência de Monitoramento</b>	<b>Metodologia de Análise</b>	<b>Limite estabelecido para uso do fluido</b>	<b>Conclusão</b>
Ecotoxicidade Aguda	Prévio a cada uso, em amostra coletada no fluido a ser utilizado.	NBR 15.308 e NBR 15.469	$CL_{50,96h} \geq 30.000$ ppm da FPS do FPBA	$CL_{50,96h} \geq 30.000$ ppm: comprovado atendimento da condição para uso do fluido; $CL_{50,96h} < 30.000$ ppm: comprovado não atendimento da condição para uso do fluido.

Caso um mesmo tipo de fluido de perfuração de base aquoso seja empregado em mais de uma fase consecutiva, o ensaio de ecotoxicidade será realizado apenas antes do uso na primeira fase sequencial. Não haverá realização de outro ensaio de ecotoxicidade até a utilização de nova formulação do fluido.

#### **4.3. Fluidos de perfuração de base aquosa não aquosa (FPBNA)**

Quando se inicia a operação com fluido de perfuração de base não aquosa, não é mais realizado o processo de verificação do sistema e circulação de fluidos, uma vez que este procedimento fora realizado anteriormente, ou no início do poço ou no início da operação com a sonda. Além disto, o desempenho deste sistema é avaliado continuamente durante as fases da perfuração em que fluido de perfuração de base aquosa fora empregado. Desta maneira, as operações com fluido de perfuração de

base não aquosa iniciam-se, frequentemente, com o condicionamento ou, esporadicamente, com o seu preparo na unidade marítima.

Na maioria das vezes, o fluido de perfuração de base não aquosa não é totalmente fabricado na unidade marítima de perfuração a partir da base orgânica e de seus componentes. Alternativamente, este fluido pode ser preparado em estações de fluidos terrestres e enviado para as unidades marítimas por embarcações denominadas de fludeiras.

Além disto, é prática comum na PETROBRAS o reúso interoperacional de FPBNA, o que implica em receber na unidade marítima um volume deste fluido já utilizado previamente na construção de outro poço. Depois de recebido, algumas propriedades físico-químicas e reológicas do fluido são medidas e, a partir destes resultados, pode-se proceder ao seu tratamento para obtenção das propriedades necessárias e exigidas para projeto do poço em questão. Este condicionamento ocorre pela adição de base orgânica, tratamento com os aditivos químicos adequados e, em alguns casos, pela centrifugação do fluido para redução do seu peso e do teor de sólidos.

O tratamento do fluido a bordo visa, principalmente, a adequação das principais propriedades, a saber: viscosidade, densidade, estabilidade elétrica, filtrado ATAP (alta temperatura alta pressão) e a razão sintético água. Na

**Tabela 5** a seguir, resume-se de forma simplificada como ocorre o tratamento para ajuste (considerando redução ou aumento) de cada um destas propriedades em função dos produtos químicos a serem dosados no fluido.

**Tabela 5: Propriedades do fluido**

Propriedade	Produto químico empregado no tratamento para...	
	reduzir a propriedade	aumentar a propriedade
Viscosidade	Base Orgânica	Modificador reológico
Densidade	Base Orgânica	Adensante
Estabilidade Elétrica	Não aplicável (obs. 1)	Emulsificante e cal
Filtrado	Redutor de filtrado	Base Orgânica

---

Razão sintético/água	Salmoura	Base orgânica
----------------------	----------	---------------

---

**Obs. 1:** A estabilidade elétrica é uma propriedade que se busca o máximo valor possível. Altos valores de estabilidade elétrica são desejáveis em fluidos de perfuração de base não aquosa, ao passo que valores baixos comprometem o desempenho do fluido. Assim, não se realiza tratamento para a redução da estabilidade elétrica, apenas para aumentá-la, caso seu valor esteja inferior ao limite mínimo aceitável.

Ressalta-se que todos os tratamentos realizados em fluidos de perfuração de base não aquosa são conduzidos para regenerar o fluido com propriedades otimizadas e customizadas para o poço no qual será utilizado. Este tratamento é tal que a composição do fluido final para obtenção destas propriedades apresenta desempenho satisfatório no critério de ecotoxicidade aguda estabelecido para uso dos fluidos, segundo dados históricos do perfil de ecotoxicidade de fluidos de perfuração de base não aquosa.

Nos raros casos em que pode ocorrer a fabricação do fluido de perfuração de base não aquosa na unidade marítima, o processo inicia-se com a adição da base orgânica nos tanques. Em seguida, procede-se à adição dos produtos químicos aditivos, mediante agitação vigorosa, conforme a composição do fluido indicada no programa de fluidos.

Finalizada a fabricação do fluido ou o condicionamento do fluido reutilizado, o fluido gerado tem suas propriedades medidas. Caso suas propriedades não estejam dentro do programado, ajustes na composição são realizados para correção das propriedades desejadas.

Independentemente da forma de preparo do FPBNA, uma amostra deste fluido com todas as alterações e correções necessárias já realizadas é coletada para a realização do ensaio de ecotoxicidade aguda. A coleta da amostra acontecerá no ponto que antecede a entrada do FPBNA no sistema de circulação de fluidos (amostra coletada no mento prévio ao uso). A **Tabela 6** sumariza esta informação:

Tabela 6: Análise de FPBNA novo

AMOSTRA: FLUIDO DE PERFURAÇÃO DE BASE NÃO AQUOSA NOVO (MOMENTO PRÉVIO AO USO)				
Parâmetro	Frequência de Monitoramento	Metodologia de Análise	Limite estabelecido para uso do fluido	Conclusão
Ecotoxicidade Aguda	Prévio a cada uso, em amostra coletada no fluido a ser utilizado.	NBR 15.308 e NBR 15.469	$CL_{50,96h} \geq 30.000$ ppm da FPS do FPBA	$CL_{50,96h} \geq 30.000$ ppm: comprovado atendimento da condição para uso do fluido; $CL_{50,96h} < 30.000$ ppm: comprovado não atendimento da condição para uso do fluido.

Caso um mesmo tipo de fluido de perfuração de base não aquoso seja empregado em mais de uma fase consecutiva, o ensaio de ecotoxicidade será realizado apenas antes do uso na primeira fase sequencial. Não haverá realização de outro ensaio de ecotoxicidade até a utilização de nova formulação do fluido.

#### 4.3.1. Transferências de fluido de perfuração de base não aquosa (FPBNA)

Fluidos de perfuração de base não aquosa, bem como sua base orgânica, são transportados em vias marítimas por embarcações fluideiras específicas, que dão suporte logístico às atividades. Nestas embarcações, fluidos novos, recondicionados ou já usados, provenientes de estações de fluidos ou das diversas unidades marítimas, são transportados simultaneamente, podendo ocorrer mistura de fluidos nos tanques das embarcações. Quando isto ocorre, a mistura de fluidos nos tanques é restrita aos fluidos da mesma base orgânica. Além disto, o processo garante que todo o volume de fluido enviado para embarcação fluideiras atende ao requisito de ausência de óleo da formação segundo o critério do ensaio de extração por fase reversa (RPE, sigla em inglês).

A fim de garantir que a remessa de FPBNA movimentada da unidade marítima de perfuração para a embarcação fluideira não está contaminada com óleo de formação, uma amostra do fluido é coletada para realização do ensaio de RPE previamente à operação de transferência.

Com o monitoramento contínuo do fluido de perfuração de base não aquosa ao longo da operação, garante-se que apenas é transferida para a embarcação fluideira a remessa de FPBNA com ausência de óleo de formação segundo o critério estabelecido por este ensaio.

Em qualquer situação em que for evidenciada a presença de óleo da formação no FPBNA, segundo o critério do método EPA 1670, o volume de fluido associado é segregado e, ao invés de ser enviado para a embarcação fluideiras, é oportunamente enviado para disposição final adequada em terra. O transporte do fluido de perfuração contaminado é realizado em embarcação dedicada para o transporte marítimo de resíduo, garantindo que este não se misture com fluidos aptos para a perfuração e que são transportados nas embarcações fluideiras para o fornecimento e recolhimento dos FPBNA's de/para as unidades de perfuração.

Caso haja a necessidade de confirmar um eventual resultado positivo indicado pelo ensaio de RPE, uma amostra de FPBNA pode ser coletada para a posterior determinação quantitativa de óleo da formação por ensaio cromatográfico com detecção por espectrometria de massa, segundo ensaio específico indicado na **Tabela 7** a seguir:

**Tabela 7: Análise de FPBNA durante transferência**

AMOSTRA: FLUIDO DE PERFURAÇÃO DE BASE NÃO AQUOSA (FPBNA) REUTILIZADO				
Parâmetro	Frequência de Monitoramento	Metodologia de Análise	Limite estabelecido para reúso	Conclusão
Óleo da Formação	Em cada envio de FPBNA da unidade marítima de perfuração para a embarcação fluideira e sempre que solicitado pelo IBAMA.	-Ensaio RPE, método EPA 1670: análise expedita (obrigatória); -CG/EM: método EPA 1655 comprovação de resultado (opcional) ( <b>Obs. 1</b> )	Ausência de óleo da formação conforme método EPA 1670	Ausência de óleo da formação: fluido apto para reúso;  Presença de óleo da formação: fluido inapto para reúso e segregado como resíduo.

**Obs. 1:** Em caso de resultado positivo pelo ensaio de RPE (presença de óleo), uma amostra poderá ser encaminhada para a determinação quantitativa por CG/EM.

Com relação à transferência de fluidos da unidade de perfuração para as embarcações fluideiras, a operação é iniciada pela verificação de todas as linhas e válvulas a serem

percorridas pelo fluido. Após verificação, a embarcação fluideira é conectada à unidade de perfuração através de mangueiras flexíveis de comprimento adequado para permitir movimentos da embarcação devido a ondulações, minimizando, assim, o risco de rompimento da mangueira.

Durante o bombeio, é monitorado todo o procedimento de transferência, sendo posicionada uma pessoa em local próximo aos tanques da unidade de perfuração e outra no convés, com visão da embarcação, portando rádio com canal exclusivo. Estes operadores interromperem a operação no caso de qualquer anormalidade. Na embarcação, também é posicionada uma pessoa em local próximo aos tanques da embarcação e outra no convés, com visão da unidade de perfuração, com as mesmas finalidades.

Em toda embarcação há instalada uma válvula manual de alívio, localizada antes das tomadas de recebimento de fluidos e granéis e conectada em uma mangueira flexível, garantindo, assim mais segurança na operação de drenagem das linhas e/ou depressurização. Ao término da operação, os volumes de fluido enviado e o recebido são verificados e quaisquer diferenças registradas têm suas causas pesquisadas. Para garantir a segurança durante a desconexão da linha, utiliza-se uma válvula manual de alívio, instalada antes da tomada da embarcação. Finalizada a operação, mantém-se registro de toda a movimentação.

#### 4.4. Fluidos complementares

No âmbito do processo administrativo de fluidos, a expressão “Fluido Complementar<sup>1</sup>”, abriga os fluidos de completação, colchões (lavadores, viscoso ou de limpeza, espaçador e traçador) e *packer* fluido, podendo ser de base aquosa, majoritariamente, ou de base não aquosa. Estes fluidos, na maior parte dos casos, são fabricados na própria unidade marítima a partir da adição de aditivos químicos necessários ao veículo (solvente) apropriado para sua fabricação. Preferencialmente, o preparo de fluidos

---

<sup>1</sup> Fluido complementar: denominação genérica dada a todos os demais fluidos utilizados durante a perfuração, cimentação e completação de poços. (Anexo do PAR TEC 000368/2015).

complementares de base aquosa é realizado a partir de solução salina (salmoura) já preparada em estação de fluido terrestre. Finalizada a fabricação do fluido complementar, este é testado e, se suas propriedades estiverem dentro do programado, dá-se início às atividades.

Uma amostra do fluido complementar no momento prévio ao uso é coletada para a realização do ensaio de ecotoxicidade aguda, conforme indicado na **Tabela 8** a seguir:

**Tabela 8: Análise de fluido complementar novo**

AMOSTRA: FLUIDO COMPLEMENTAR NOVO (MOMENTO PRÉVIO AO USO)				
Parâmetro	Frequência de Monitoramento	Metodologia de Análise	Limite estabelecido para uso do fluido	Conclusão
Ecotoxicidade Aguda	Prévio a cada uso, em amostra coletada no fluido a ser utilizado.	NBR 15.308 e NBR 15.469	CL <sub>50,96h</sub> ≥ 30.000 ppm da FPS	CL <sub>50,96h</sub> ≥ 30.000 ppm: comprovado atendimento da condição para uso do fluido;  CL <sub>50,96h</sub> < 30.000 ppm: comprovado atendimento da condição para uso do fluido unicamente no caso de não existência de alternativa menos tóxica, nas fases com retorno à plataforma e observados critérios de descarte no mar do fluido.

No caso dos fluidos complementares de base aquosa que são formulados a partir de salmouras de cloreto de sódio (NaCl), cloreto de potássio (KCl), cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>), brometo de sódio (NaBr), brometo de potássio (KBr), brometo de cálcio (CaBr<sub>2</sub>), formiato de sódio (NaHCOO) e formiato de potássio (KHCOO), a avaliação de ecotoxicidade será realizada sem a presença destes sais.

Caso um mesmo tipo de fluido complementar seja empregado em mais de uma fase consecutiva, o ensaio de ecotoxicidade será realizado apenas antes do uso na primeira fase sequencial. Não haverá realização de outro ensaio de ecotoxicidade até a utilização de nova formulação do fluido.

#### 4.4.1. Fluido complementares salinos

Para os fluidos complementares de base aquosa que utilizem como fonte salina os sais cloreto de sódio (NaCl), cloreto de potássio (KCl), cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>), brometo de sódio (NaBr), brometo de potássio (KBr), brometo de cálcio (CaBr<sub>2</sub>), formiato de sódio (NaHCOO) e formiato de potássio (KHCOO) em sua composição o procedimento é formular, a bordo, prévio ao uso, um pequeno volume de fluido, com todos os aditivos presentes na Unidade Marítima que serão empregados na formulação, excluindo-se o sal, de forma a constituir a "amostra" a ser submetida ao teste ecotoxicológico.

Com a ausência dos sais supracitados, a amostra de fluido complementar formulada converte-se em uma solução de aditivos, com realização do ensaio de ecotoxicidade aguda, conforme indicado na **Tabela 9**.

–Tabela 9: Análise da solução de aditivo

SOLUÇÃO DE ADITIVO (MOMENTO PRÉVIO AO USO)					
AMOSTRA:	Parâmetro	Frequência de Monitoramento	Metodologia de Análise	Limite estabelecido para uso do fluido	Conclusão
	Ecotoxicidade Aguda	Prévio a cada uso, em amostra formulada a bordo	NBR 15.308 e NBR 15.469	CL <sub>50,96h</sub> ≥ 30.000 ppm da FPS da amostra	CL <sub>50,96h</sub> ≥ 30.000 ppm: comprovado atendimento da condição para uso e descarte do fluido;  CL <sub>50,96h</sub> < 30.000 ppm: comprovado atendimento da condição para uso do fluido unicamente no caso de não existência de alternativa menos tóxica, nas fases com retorno à plataforma

#### 4.5. Manutenção das propriedades dos fluidos durante a operação

A manutenção das propriedades dos fluidos, quando requerida, passa pela realização de um teste piloto, que consiste na coleta de uma amostra representativa do sistema e no teste de suas propriedades.

De posse do resultado, são definidas as concentrações ótimas dos produtos para o ajuste destas propriedades. Após a adição dos produtos, um novo teste é realizado para que as propriedades sejam confirmadas. Atingido o objetivo, o teste piloto é encerrado e as concentrações ótimas encontradas são aplicadas no montante de fluido necessário para a realização da operação desejada.

Caso o objetivo não tenha sido atingido, retoma-se todo o processo com uma nova amostra de fluido e, na sequência, novas concentrações de produtos são testadas. O processo é repetido até que se obtenham as concentrações necessárias dos produtos para o restabelecimento da condição programada.

#### **4.5.1. Manutenção de propriedade de fluidos de perfuração**

Durante a construção de um poço, o fluido de perfuração empregado é suscetível de ter sua composição alterada, podendo gerar variações em suas propriedades físico-químicas projetadas para o poço. Estas alterações são decorrentes do consumo de aditivos durante a perfuração e da interação do fluido com as formações perfuradas, o que faz com que este fenômeno seja inerente à perfuração.

Com o objetivo da manutenção das propriedades ótimas do fluido para a perfuração de um poço, diariamente, são realizados testes no mesmo para monitoramento destas propriedades. Quaisquer alterações percebidas são corrigidas por meio da adição de produtos químicos específicos.

#### **4.5.2. Manutenção de propriedade de fluidos complementares**

De modo geral, os fluidos complementares não interagem significativamente com a formação rochosa. Desta forma, a possibilidade de alterações na composição – e consequentemente nas propriedades – do fluido complementar é menor. Entretanto, havendo alterações, o processo de correção das propriedades é o mesmo empregado para os fluidos de perfuração e descrito no **item 4.5.1**.

Alguns fluidos complementares que atuam como colchões<sup>2</sup> são utilizados para situações específicas da construção do poço e posicionados em um trecho específico do poço. Desta maneira, não circulam continuamente pelo poço e, por isto, mantêm propriedades, não requerendo manutenção de suas propriedades. Estes colchões podem ser empregados nas operações de perfuração, cimentação, tal como será descrito neste projeto, e na completação de poços.

De modo geral, um pequeno volume de colchão é fabricado, tem sua composição ajustada e é totalmente bombeado para uma posição no poço. É muito comum que sejam preparados a partir do próprio fluido empregado na operação vigente, porém com a adição de produto específico e, em alguns casos, diferente da composição original do fluido para a obtenção de determinada característica ou propriedade.

Após seu uso, os colchões podem ter os seguintes destinos: ser incorporado ao fluido principal do poço, permanecer retido no poço ou ser removido deste para o descarte ou disposição final adequada.

---

<sup>2</sup> Colchão é a denominação dada a um sistema de fluido complementar com propriedades bastante específicas e definidas para determinada aplicação.

## 5. OPERAÇÃO COM FLUIDOS

Neste capítulo abordam-se, de forma resumida e geral, os principais aspectos associados às operações com fluidos de perfuração, fluidos complementares e pasta de cimento, com o objetivo de abordar o gerenciamento destes fluidos de forma integrada, ou seja, desde seus preparos até o destino final. Também são contemplados os efluentes e resíduos sólidos gerados e que são associados às operações com estes fluidos nas atividades de perfuração, cimentação e completação de poços marítimos.

Além da descrição textual, os próximos itens contêm fluxogramas individuais com a descrição de todas as etapas do sistema de fluidos, com indicação dos pontos de coleta de fluidos e sólidos para análises do monitoramento. Estes fluxogramas representam indicações gerais das operações com fluidos em atividades marítimas, podendo diferir, em alguns aspectos, do leiaute empregado de unidade marítima para unidade marítima.

### 5.1. Operações com fluidos na atividade de perfuração

A bordo da unidade marítima, a operação com fluidos na atividade de perfuração requer o tratamento continuado dos fluidos. O principal tratamento que ocorre neste fluido visa separá-lo dos sólidos que são agregados durante a perfuração, majoritariamente o cascalho, minimizando a perda de fluido aderido a estes sólidos e a geração de resíduos. Este tratamento é realizado ao longo do sistema de circulação de fluidos, o qual tem como objetivo principal a circulação do fluido no circuito poço-superfície-poço, garantindo o reúso continuado do fluido durante a perfuração, mediante os condicionamentos necessários.

Após o retorno do poço, o fluido com os cascalhos e sólidos agregados segue o fluxo do sistema de extração de sólidos pelos diversos equipamentos que o compõe, até que seja, no final do tratamento, bombeado para o poço a partir do tanque ativo.

Para a extração de sólidos do fluido em unidades marítimas, emprega-se um sistema de separação constituído, basicamente, por peneiras vibratórias, desareizador e dessiltador (denominado *mud cleaner*) e, quando necessário, utiliza-se uma centrífuga neste sistema. Cada equipamento é projetado para separar partículas de uma determinada faixa de tamanho.

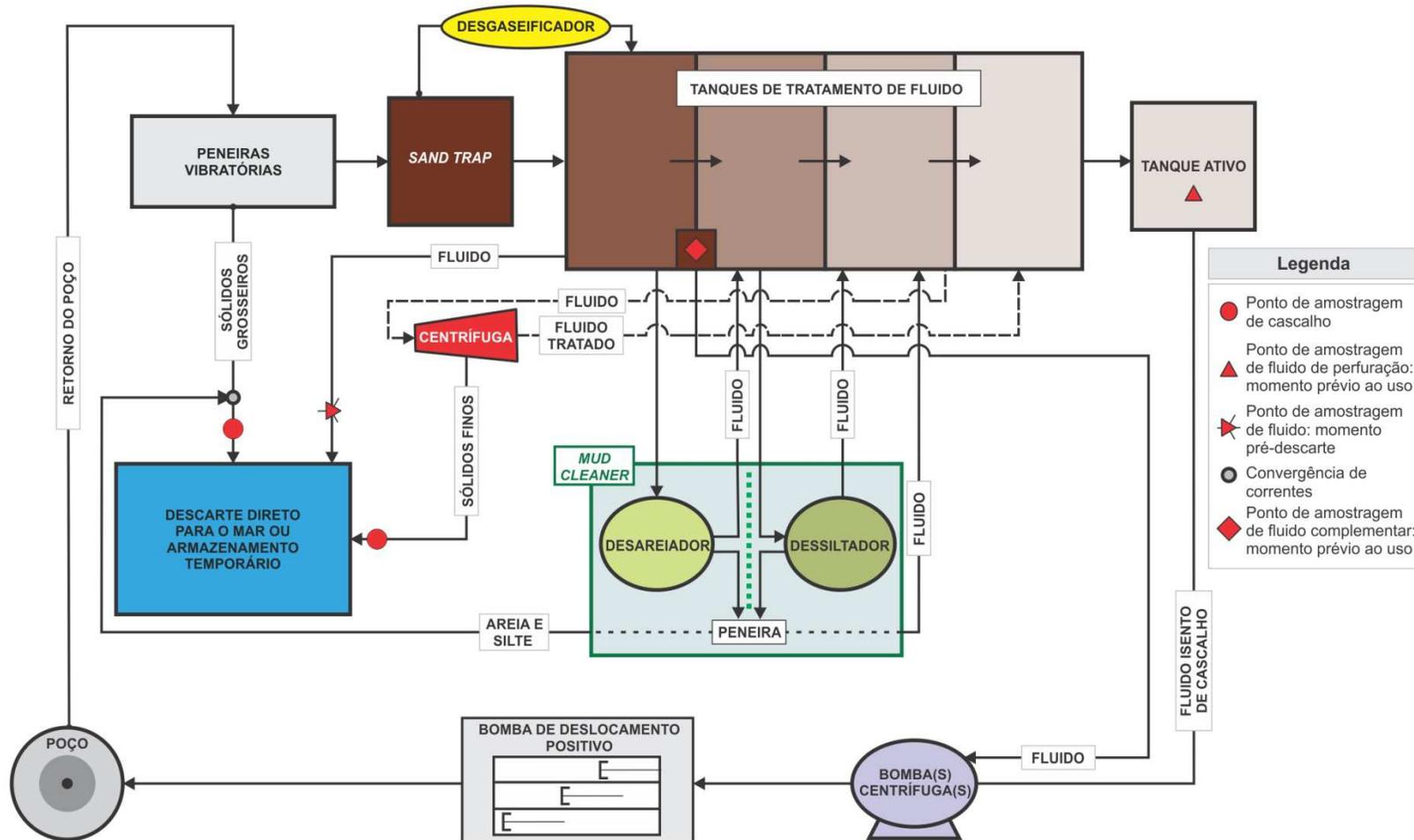
As **Figura 1**, **Figura 2** e **Figura 3**, a seguir, ilustram a sequência operacional empregada para operação com fluido de base aquosa e fluido de base não aquosa na atividade de perfuração, respectivamente. Os pontos de coleta de fluidos e de cascalho estão indicados nestas figuras e consideram as amostragens no momento prévio ao uso e no momento pré-descarte.

Nas sessões a seguir, estão descritas as operações com diferentes fluidos (perfuração e complementares), de base aquosa e de base não aquosa, empregados nas atividades de perfuração.

#### **5.1.1. Operação com fluidos de base aquosa na atividade de perfuração**

Quando se perfura com fluido de base aquosa, em condições normais, o cascalho separado nas peneiras vibratórias é continuamente direcionado para o descarte no mar. O descarte do fluido de perfuração de base aquosa, por sua vez, acontece por batelada, posteriormente ao seu uso. Contudo, apesar do caráter contínuo do descarte de cascalho, as coletas de amostras para comprovação do atendimento aos requisitos de descarte ocorrem com a frequência estabelecida no documento de referência e descrita neste projeto.

O descarte de cascalho pode acontecer diretamente na locação da perfuração ou em outro local, que é georeferenciado e previamente autorizado pelo Órgão Ambiental para este objetivo. Neste caso, o cascalho é armazenado temporariamente na unidade marítima, transferido para embarcação específica e, posteriormente, descartado em locação adequada, tal como descrito no **item 5.2**, operação com fluidos de perfuração em áreas sensíveis.



**Figura 1: Operação com fluidos aquosos (perfuração e complementar) na atividade de perfuração**

O fluido proveniente das peneiras, e já isento de sólidos grosseiros, é imediatamente direcionado para um tanque denominado *sand trap* e, a partir daí, segue para tratamento nos tanques de tratamento de fluidos.

Caso o fluido retornado do poço esteja impregnado com gás, este é enviado para um desgaseificador. Caso contrário, este segue para um tanque de onde pode ser bombeado para um desareiator a fim de separar a fração de areia do fluido.

O fluido em tratamento segue para outro tanque do conjunto de tanques de tratamento de fluidos e, a partir daí, é direcionado para o dessiltador, onde ocorre a separação da fração silte. O desareiator e o dessiltador, quando montados sobre uma peneira vibratória, denomina-se *mud cleaner*. A utilização deste equipamento no tratamento de fluidos nem sempre ocorre e a decisão de utilizá-lo depende de necessidades operacionais específicas.

Os sólidos retirados dos grosseiros que sai das peneiras, constituindo uma única corrente após convergência equipamentos desareiator e dessiltador, constituídos de areia e silte, são direcionados para a corrente de sólidos. O principal ponto de amostragem de cascalho é estabelecido neste local, após a convergência destas correntes.

Extraordinariamente, como última instância do processo de extração de sólidos e caso ainda haja necessidade de separação das partículas ainda mais finas, o fluido pode ser enviado para uma centrífuga, normalmente integrante do Sistema Secador de Cascalho. Quando ocorre a utilização da centrífuga, o fluido processado segue para o tanque de fluidos, onde pode ser recondicionado quimicamente e bombeado de volta ao poço.

Os sólidos finos retirados da centrífuga constituem uma corrente que, geralmente, é descartada diretamente no mar e, por isto, em caso haja utilização deste equipamento, faz-se necessário o estabelecimento de mais de um ponto de amostragem de cascalho (sólidos finos).

Na **Figura 1**, estão indicados os pontos de coleta de amostra de fluidos e cascalho na atividade de perfuração, a saber:

- Ponto de amostragem de fluido no momento prévio ao uso;
- Ponto de amostragem de fluido no momento prévio ao descarte;
- Ponto principal de amostragem de cascalho (sólidos grosseiros + areia e silte);
- Ponto secundário de amostragem de cascalho (sólidos finos da centrífuga).

Nas fases dos poços em que não há utilização da centrífuga como estratégia de extração de sólidos, todos os sólidos gerados são provenientes da peneira vibratória (sólidos grosseiros) e do desareiator e dessiltador (areia e silte). Como estas correntes convergem-se fisicamente antes do descarte no mar, um único ponto de amostragem de cascalho é estabelecido à jusante da convergência das duas correntes.

Para as esporádicas situações quando há utilização da centrífuga (representada por linha pontilhada na **Figura 1**), os sólidos finos extraídos do fluido por este equipamento são descartados individualmente no mar. Neste caso, como a quantidade de sólidos finos que pode ser gerada é muito pequena para a determinação de HPA e metais, faz-se necessária a geração de uma amostra composta de cascalho para ser utilizada nestes ensaios.

A amostra composta é gerada a partir de amostras individualmente coletadas da corrente de sólidos majoritária (sólidos grosseiros, areia e silte das peneiras) e da corrente de sólidos finos (saída da centrífuga). A geração da amostra composta é realizada a bordo e, como mencionada anteriormente, é empregada exclusivamente para a realização dos ensaios de HPA e metais. Quando for gerada a corrente de sólidos finos (saída da centrífuga), a composição da amostra composta obedecerá a proporcionalidade de 95% da corrente de sólidos majoritária (peneiras) e 5% de sólidos finos (centrífuga).

Como indicado posteriormente neste projeto, **item 5.3.1**, alguns fluidos complementares são empregados durante as fases de perfuração. Neste caso, o uso mais comum destes fluidos é como um tampão.

É conveniente ressaltar que a **Figura 2** representa, de forma abrangente e geral, a utilização de fluidos de perfuração e de complementares na atividade de perfuração.

Ressalta-se que em caso de utilização de fluidos complementares, principalmente de tampões, é muito comum o seu preparo e bombeio para o poço a partir de tanques pequenos das unidades marítimas. Para esta representação, na **Figura 1** está indicado um ponto de amostragem de fluidos (momento prévio ao uso) em um tanque pequeno e reservado que, através de manobras específicas, pode enviar o fluido diretamente para o poço.

Durante a operação com fluidos aquosos na atividade de perfuração, caso seja evidenciado a bordo a contaminação do fluido empregado e/ou do cascalho gerado por óleo livre, segundo o critério do ensaio de iridescência estática, estes materiais são segregados devidamente e não são descartados no mar. Nesta situação, ambos os compartimentos – fluido e cascalho contaminados – são enviados para a destinação final em terra, conforme representado genericamente na **Figura 2**.

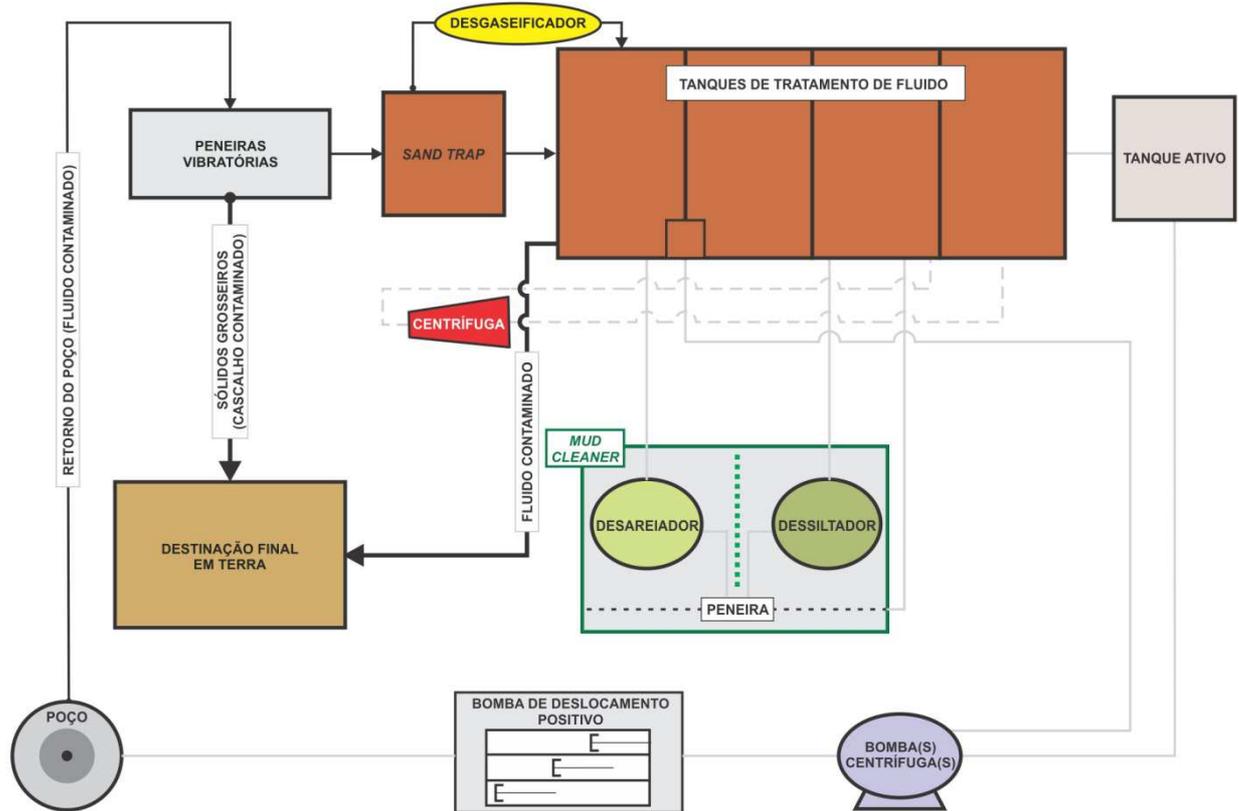


Figura 2: Geração de resíduos na operação de perfuração com fluido aquoso

### 5.1.2. Operação com fluidos de base não aquosa (FPBNA) na atividade de perfuração

Além dos equipamentos extratores de sólidos já mencionados no item anterior, durante a perfuração com FPBNA é mandatória a instalação de um sistema de equipamentos específicos para a diminuição do teor de base orgânica aderida ao cascalho, denominado Sistema Secador de Cascalho (SSC). Este sistema não é considerado parte integrante dos extratores de sólidos, mas é utilizado em toda operação com FPBNA, pois garante a redução do teor de base orgânica aderido ao cascalho, favorecendo o atendimento às exigências ambientais que regem o descarte de cascalho no mar associado com este fluido.

Para as operações com fluido de base não aquosa na atividade de perfuração, a extração dos sólidos é realizada pelos mesmos equipamentos já descritos para operações com fluido de base aquosa (peneira, desareizador, dessiltador e centrífuga, sendo esta última utilizada estritamente quando necessário).

Durante a operação com fluido de perfuração de base não aquosa, o cascalho separado das peneiras e os demais sólidos provenientes do dessiltador e desareizador são encaminhados para o Sistema Secador de Cascalho, onde parte do fluido aderido ao cascalho é recuperada e encaminhada para o sistema de circulação como fluido tratado. A corrente de sólidos secos gerada no secador de cascalho é encaminhada para descarte no mar. Na **Figura 3**, esta corrente está representada como corrente A.

Para o ensaio de teor de base orgânica aderida ao cascalho (BOAC), além da coleta de amostra de sólidos secos regressos da secadora de cascalho, coletam-se, adicionalmente, amostras provenientes dos demais pontos onde ocorra o lançamento de cascalho/resíduo sólido no mar. Isto ocorre, pois o teor de base orgânica aderida ao cascalho é variável em função de cada equipamento do sistema de extratores de sólidos.

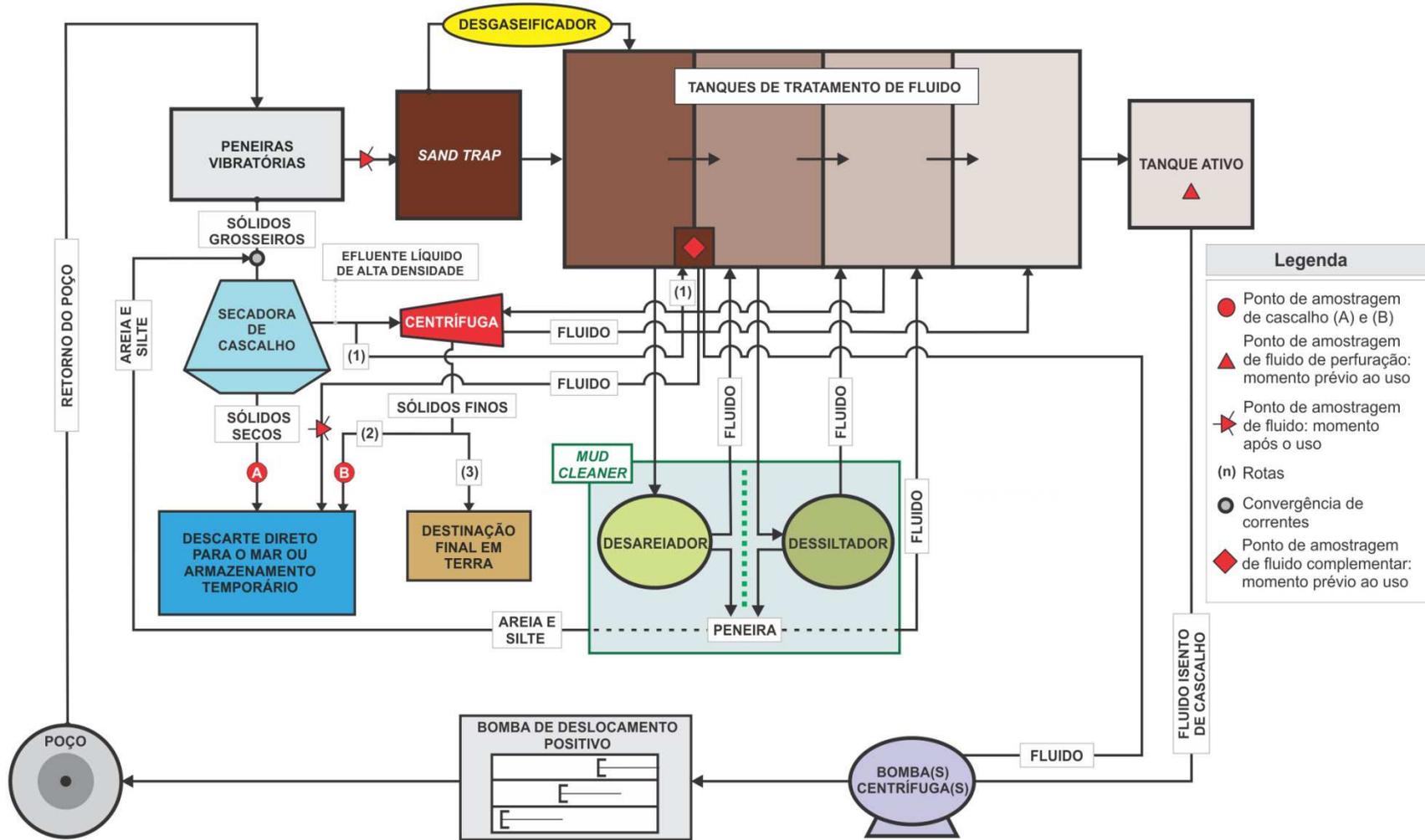


Figura 3: Operação com fluidos de base não aquosa (perfuração ou complementar) na atividade de perfuração

Além da corrente principal, a secadora de cascalho gera um efluente líquido de alta densidade que pode seguir as rotas indicadas a seguir: (i) preferencialmente direcionada para a centrífuga, que é parte integrante do SSC; (ii) alternativamente, encaminhada para um tanque de armazenamento de fluido, segundo a rota 1 na **Figura 3**. Nesta última rota, o fluido pesado recuperado é incorporado ao processo de operação com fluidos, sendo reutilizado como insumo de diversos processos associados à operação com fluidos.

Na rota preferencial (i), obtém-se como produto principal do processamento da centrífuga do SSC uma corrente de fluido tratado que retorna ao sistema de circulação de fluidos, sendo esta incorporada e reutilizada em circuito fechado no sistema de circulação de fluidos.

Como subproduto do processamento da centrífuga do SSC, há geração de uma pasta de sólidos finos, que pode seguir os seguintes destinos, indicados a seguir nas rotas 2 e 3 da **Figura 3**.

Pela rota 2, os sólidos finos gerados do processamento da centrífuga são direcionados para o descarte imediato no mar, ou armazenamento temporário para posterior descarte no mar, (ponto de amostragem “B” na **Figura 3**).

As amostras provenientes dos pontos de amostragem (A) e (B) são empregadas para a geração de uma amostra composta, utilizada exclusivamente para a determinação de HPA e metais.

Para a determinação do teor de base orgânica aderida ao cascalho, amostras são coletadas em todos os pontos onde ocorre o lançamento no mar de cascalho e sólidos da perfuração. Para este ensaio, não ocorre geração de amostra composta e todas as amostras individualmente coletadas são analisadas individualmente, segundo indicado no método de referência.

O descarte dos sólidos na saída da centrífuga do SSC acontece de forma contínua e, periodicamente, a fim de comprovar o atendimento para o descarte

no mar, é coletada amostra destes sólidos. Estas amostras são empregadas tanto para o ensaio de determinação do teor de base orgânica aderida (%BOAC), bem como para os demais ensaios previstos neste projeto para este compartimento.

Tal como no descritivo anterior, o processo de extração de sólidos do fluido de base não aquosa pode requer o uso extraordinário da centrífuga do Sistema de Secador de Cascalho. O resíduo (sólidos finos) gerado pela operação desta centrífuga apresenta, geralmente, teor de base orgânica aderida em torno de 10% m/m. Além disto, quando esta centrífuga é empregada para a redução do peso de fluido, o volume de sólidos gerados pode ser momentaneamente elevado. Entretanto, é sabido que estes resultados não comprometem o valor final médio acumulado por poço no tocante ao atendimento ao valor máximo estabelecido de base orgânica aderida para o descarte do cascalho.

Contudo, caso esta corrente de sólidos finos apresente teor de base orgânica aderida elevada - a ponto de comprometer o valor máximo final acumulado por poço, esta é segregada e encaminhada para destinação final em terra, conforme indicada na rota 3 da **Figura 3**. Alternativamente, esta corrente pode ser incorporada ao processo de operação com fluidos (rota 1). Em ambas as situações, como não haverá descarte no mar desta corrente, tampouco haverá geração de amostra para participação do monitoramento.

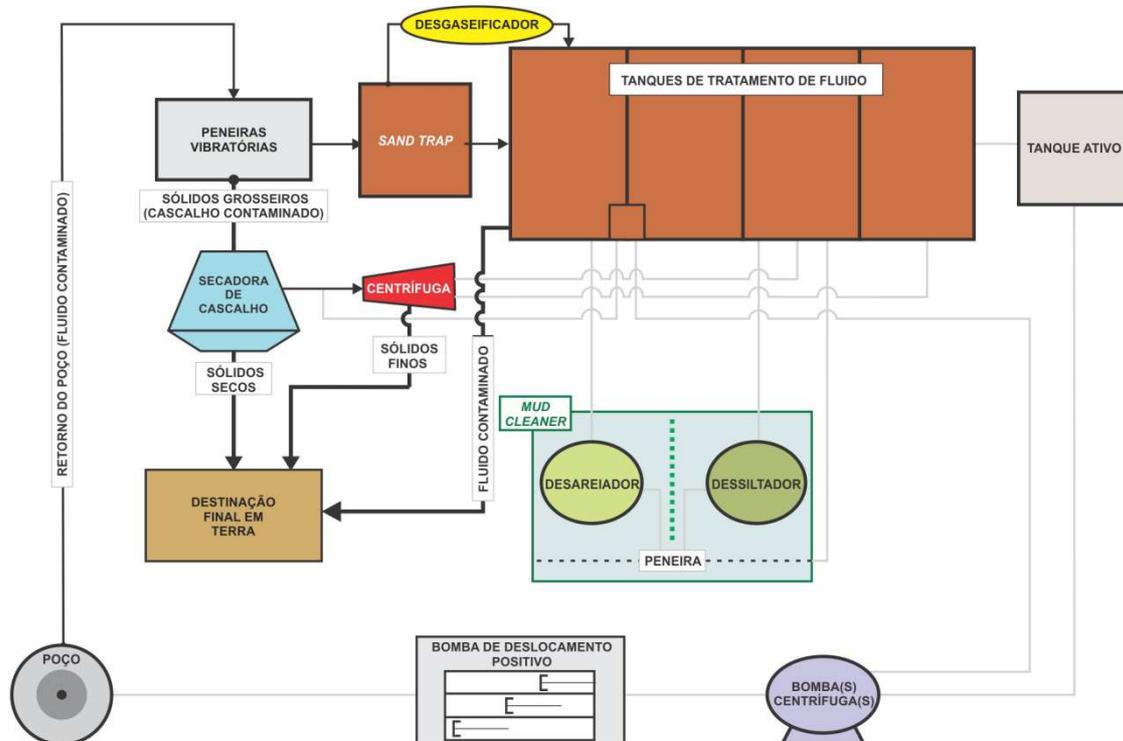
Em alguns casos, frente à eventual impossibilidade da adoção das rotas 1 e 3, e dependendo da quantidade de sólidos finos gerados e do teor de base orgânica aderida, procede-se ao descarte deste sólido fino no mar. Nesta situação, uma amostra do resíduo descartado é coletada para a determinação do teor de base orgânica aderida. O resultado obtido participa da geração do valor final acumulado por poço para este parâmetro. Na **Figura 3**, este ponto está indicado como o ponto de amostragem (B).

Para os demais ensaios que compõem este monitoramento, a amostra de sólidos finos coletadas no ponto de amostragem (A) e (B) participarão na

composição de uma amostra composta a partir de contribuições igualitárias das frações contribuintes.

Os ensaios aplicáveis nas amostras de fluidos e cascalhos coletadas nestes pontos estão indicados nas **Tabela 12** e **Tabela 13** deste projeto.

Durante a operação com fluidos não aquosos na atividade de perfuração, caso seja evidenciado a bordo contaminação do fluido por óleo da formação segundo o critério do ensaio de RPE, ou do cascalho segundo o critério do ensaio de iridescência estática, estes materiais são segregados devidamente. Neste caso, o FPBNA não é encaminhado para reúso ao término do poço, bem como o cascalho não é descartado no mar. Nesta situação, ambos os compartimentos – fluido e cascalho contaminados - são enviados para a destinação final em terra, conforme representado genericamente na **Figura 4**. O processo de transferência de fluidos de base não aquosos contaminados para a disposição final em terra está descrita no **item 7.5**.



**Figura 4: Geração de resíduos na operação de perfuração com fluido de base não aquosa**

## **5.2. Operação com fluidos de perfuração em áreas sensíveis**

Nas áreas classificadas como ambientalmente sensíveis, ou onde indicada a proibição do descarte de fluidos e cascalho no local da perfuração como condicionante específica de licença de operação, o recolhimento do cascalho é realizado através de um sistema de tanques pressurizados e bombas pneumáticas em sistema fechado.

Nestas operações, existem embarcações específicas e dedicadas para o transporte do cascalho e que são equipadas com os mesmos tanques pressurizados instalados nas unidades de perfuração. Durante a operação, os cascalhos gerados na unidade de perfuração são bombeados para os tanques da embarcação dedicada, após todo o processamento descrito no **item 5.1**. A coleta de amostra de cascalho para integrar o monitoramento ambiental ocorre na unidade de perfuração, antes do envio do cascalho para os tanques da embarcação. Nas **Figura 1** e **Figura 3**, esta possibilidade está indicada como “armazenamento temporário”.

A transferência dos resíduos de cascalho nos tanques ocorre com constante monitoramento. O descarte dos cascalhos é realizado em pontos pré-determinados e previamente autorizados, sob vazão controlada. Este procedimento é válido para cascalhos associados a qualquer tipo de fluido.

## **5.3. Operação com fluidos complementares**

### **5.3.1. Fluido complementar na atividade de perfuração**

Durante a atividade de perfuração, faz-se necessário a utilização de alguns fluidos cujas funções não estão associadas às funções explícitas de fluidos de perfuração. Estes fluidos são denominados fluidos complementares e, tal como previsto pela diretriz vigente, os “tampões” empregados nas atividades de perfuração são classificados como fluidos complementares.

Em alguns momentos específicos ao longo da perfuração, são realizados tratamentos pontuais em volumes determinados e discretos do próprio fluido de perfuração (volumes médios variam em torno de 50 a 100 bbl - 8 a 16 m<sup>3</sup>). Os aditivos empregados nestes tratamentos são os mesmos utilizados na formulação do fluido de perfuração disponível. Os tratamentos visam alcançar objetivos específicos requeridos pela operação e são, de forma geral, dimensionados para que estes volumes de fluido adquiram propriedades especiais.

No jargão operacional vigente da indústria, este pequeno volume de fluido de perfuração tratado para realizar uma função específica é chamado de “tampão”. Como são fabricados a partir do próprio fluido de perfuração, os tampões são, frequentemente, incorporados ao sistema de circulação após o uso ou injetados na formação. Os tampões mais usualmente empregados durante a operação de perfuração e seus respectivos objetivos estão indicados a seguir:

- Tampão viscoso: preparado a partir de fluido de perfuração com adição do mesmo viscosificante já empregado no fluido. O uso de tampões viscosos durante a perfuração tem como objetivo melhorar a qualidade da limpeza de poço, já que o acúmulo de cascalhos provenientes da perfuração no anular do poço pode incorrer em diversos problemas para a operação. Por apresentar propriedades viscosas mais elevadas que o fluido de perfuração, o tampão viscoso é capaz de carrear com mais eficiência os cascalhos até as peneiras na superfície. Os volumes utilizados são pequenos em relação à volumetria total do poço (variam de 30 a 100 bbl), a frequência de uso é variável, pois dependerá dos parâmetros de perfuração como: taxa de perfuração e vazão de circulação, e de características da fase como: tipo de formação perfurada, tamanho dos cascalhos e inclinação.
- Tampão pesado ou de manobra: preparado pela adição de adensante (baritina) no fluido de perfuração de forma a tornar-se mais denso que este. É utilizado durante manobras de retirada dos tubos que compõe a

coluna de perfuração e seu objetivo é evitar que a coluna retirada chegue à superfície com seu interior cheio de fluido de perfuração, de modo que ao realizar a desconexão dos tubos não ocorra o escoamento do fluido na superfície na área da mesa rotativa.

- Tampão fino: preparado pela adição de fluido base ao fluido de perfuração, ou de aditivo afinante (que faz parte da composição do fluido de perfuração) com o intuito de reduzir a viscosidade. Tem como finalidade gerar turbulência no anular do poço, principalmente em poços com inclinação elevada, para suspender leitos de cascalhos acumulados e melhorar a limpeza do anular. Geralmente, é bombeado na frente de um tampão viscoso em poços com inclinação superior a 35°.
- Tampão de combate à perda: preparado pela adição de materiais de combate à perda (sólidos inertes) ao fluido de perfuração, mais comumente calcários de diferentes granulometrias. É utilizado com o objetivo de penetrar nas formações perfuradas e debelar perdas de fluidos para a formação, por meio de obstrução das vias que são responsáveis pela perda.

Não obstante ao fato destes tampões caracterizarem-se como uma fração do mesmo fluido empregado para a perfuração, serem manuseados em pequenas quantidades, todo o volume preparado é bombeado para o poço e não serem individualmente descartados no mar, os “tampões” utilizados na atividade de perfuração, para fins do monitoramento de fluidos, ainda assim são objetos de coleta de amostra no momento prévio ao uso, tal como indicado na **Figura 3**. Além disto, seus eventuais efeitos são considerados na amostra do fluido de perfuração no qual o tampão é incorporado, mediante os ensaios realizados em amostra coletada no final das fases ou no momento pré-descarte deste fluido, quando aplicável.

### **5.3.2. Operação com fluidos complementares na atividade de completação**

Os itens 5.3.2.1 e 5.3.2.2, a seguir, descrevem de forma simplificada a operação com os fluidos de completação, colchões e *packer* fluido, todos exemplos de fluidos complementares empregados na atividade de completação.

#### **5.3.2.1. Operação com fluido de completação**

As operações com fluidos de completação são realizadas na etapa posterior à perfuração dos poços. O objetivo principal da etapa de completação dos poços é de estabelecer a comunicação física entre a formação produtora e o poço propriamente dito. Para isto, os fluidos de completação atuam substituindo os fluidos de perfuração remanescentes no poço e, por isso, apresentam composições específicas para evitar danos às zonas de interesse durante a completação dos poços.

De maneira geral, estas operações são simplificadas e consistem no preparo do fluido nos tanques da unidade marítima seguido de seu bombeio para o poço. Na maioria das vezes, a completação dos poços ocorre imediatamente após a sua perfuração, com a mesma unidade marítima.

Desta maneira, os fluidos de completação são preparados nos mesmos tanques utilizados anteriormente para os fluidos de perfuração, depois de limpeza adequada.

Ao término da operação, o fluido de completação pode ser descartado direto no mar ou permanece no poço, em alguns casos, é recolhido do poço, recebido em tanque específico na unidade marítima, submetido a sua disposição apropriada ou encaminhado a terra para reúso mediante recondicionamento.

Na **Figura 5**, apresenta-se um diagrama genérico do sistema de circulação de fluidos com ênfase nos pontos de recolhimento de amostras que fazem parte deste monitoramento. Por sua vez, na **Figura 6** e na **Figura 7**, representam-se

situações onde se realiza o recolhimento do fluido complementar empregado na operação de completção.

Na **Figura 6**, o fluido complementar recolhido está encaminhado para a destinação final em terra, pois se considera que algum evento no curso da operação o contaminou, tornando-o inapto para o descarte no mar. De modo geral, isto é detectado pela determinação de óleo livre da formação segundo critério do ensaio de iridescência estática.

Na **Figura 7**, a situação representa um fluido complementar empregado sem previsão e/ou possibilidade de descarte no mar. Neste caso, ao término da operação com o fluido, este é recolhido e encaminhado para terra para condicionamento necessário.

Conforme indicado no **item 4.4** deste projeto, os fluidos complementares de base aquosa que são formulados a partir de salmouras de cloreto de sódio (NaCl), cloreto de potássio (KCl), cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>), brometo de sódio (NaBr), brometo de potássio (KBr), brometo de cálcio (CaBr<sub>2</sub>), formiato de sódio (NaHCOO) e formiato de potássio (KHCOO), a avaliação de ecotoxicidade será realizada sem a presença destes sais, em momento prévio ao uso.

No término da operação, quando da utilização de fluidos testados inicialmente sem os sais, não será realizado o ensaio de ecotoxicidade do fluido usado no momento pré-descarte. Neste caso, o critério para descarte do fluido usado basear-se-á no resultado do fluido testado sem o sal e prévio ao uso (solução de aditivos).

Os fluidos que atenderem aos requisitos de descarte serão descartados limitados a uma vazão máxima estabelecida de 31,8 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>. O descarte do fluido de completção nestas condições só será realizado caso não tenha havido adição de novos componentes na formulação previamente testada sem adição do sal (solução de aditivos). Caso contrário, o descarte deste fluido não é permitido.

Para fluido complementar de base aquosa em geral, procede-se ao seu descarte diretamente no mar quando forem evidenciadas as condições determinadas para o mesmo segundo os ensaios expeditos realizados a bordo. Para comprovação do atendimento aos demais requisitos de descarte, uma amostra é coletada para a realização dos ensaios descritos na **Tabela 14** deste projeto.

#### 5.3.2.2. *Operação com colchões e packer fluido*

Operações com colchão são frequentes nas etapas de completação e cimentação de poços e visam alcançar objetivos específicos em situações diversas, como, por exemplo, indicar retorno de fluido, espaçar fluidos, liberar coluna, combater perda de circulação, dentre diversos outros.

O preparo dos colchões acontece, preferencialmente, nos menores tanques disponíveis na unidade marítima, pois pequenos volumes são empregados. Consiste, resumidamente, na adição de aditivos químicos componentes, sob agitação vigorosa, no fluido base usado (água, salmoura, o próprio fluido de completação utilizado). Diferentemente dos tampões empregados nas operações de perfuração, os colchões de fluidos complementares podem ser preparados com outros aditivos que, inicialmente, não participavam da composição do fluido usado como base.

Dependendo do seu emprego no poço e das características da operação em curso, o destino dos colchões é diferenciado, podendo ser incorporado pelo fluido em uso, retido no próprio poço ou removido deste. Neste último caso, o colchão recolhido pode ser enviado a terra para tratamento ou disposição final adequada, tal como indicado na **Figura 6**. Os colchões empregados nas operações de cimentação estão descritos a seguir, no **item 6**, Operações de Cimentação.

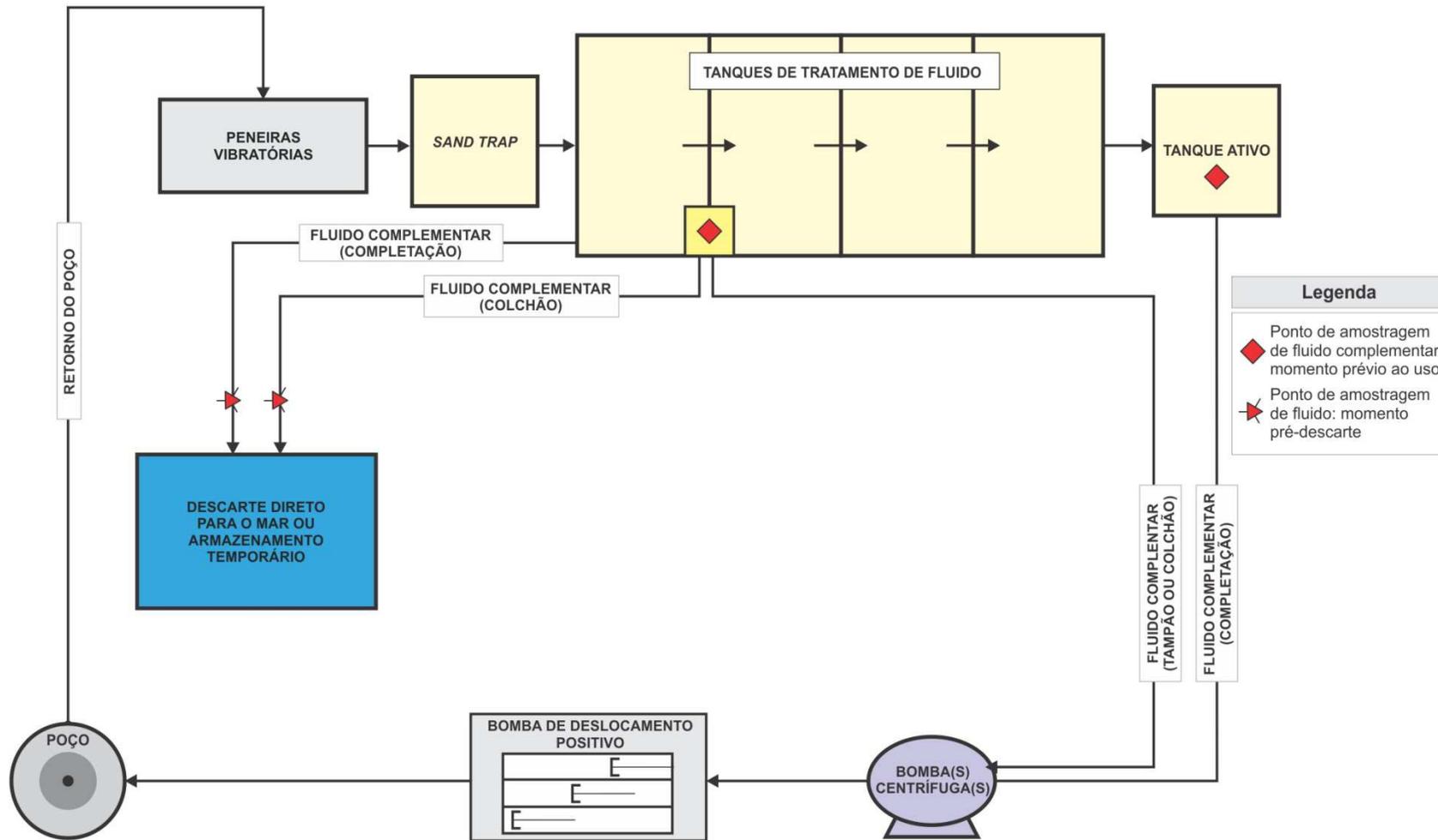


Figura 5: Operação com fluidos complementares na atividade de completção

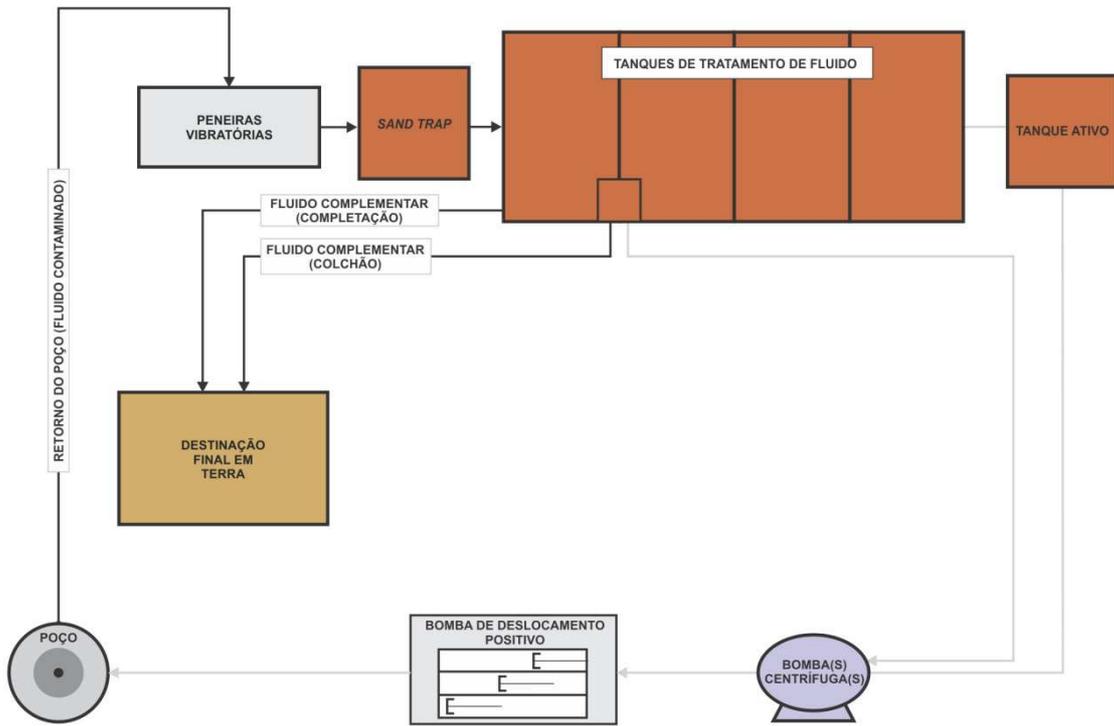


Figura 6: Geração de resíduos na operação de completção com fluido complementar (fluido de completção ou colchão)

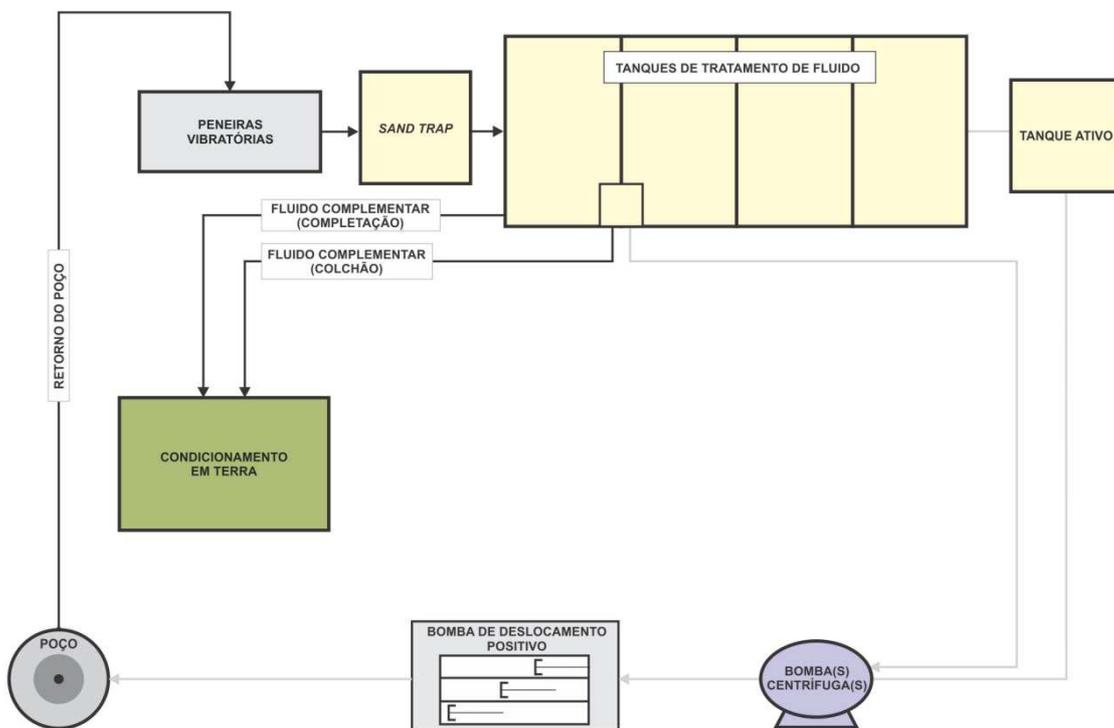


Figura 7: Recolhimento de fluido complementar na operação de completção

## **5.4. Limpeza de tanques de fluidos**

Nos **itens 5.4.1 e 5.4.2**, a seguir, descreve-se a limpeza dos tanques de fluidos empregados nas unidades marítimas para as operações com fluidos de perfuração ou complementares. Como os procedimentos para limpeza de tanques empregados com fluidos aquosos e não aquosos são muito distintos, estes são abordados separadamente.

### **5.4.1. Tanques utilizados com fluidos de base aquosa**

A limpeza dos tanques empregados com fluidos de base aquosa (perfuração ou complementares) consiste, basicamente, na lavagem com o menor volume possível de água do mar, sob vigorosa agitação, sem a adição de qualquer produto químico. Em alguns casos, emprega-se mangueira para favorecer o hidrojateamento de água do mar nas paredes internas do tanque.

Geralmente, a lavagem de um tanque é mandatória em algumas situações, tais como: substituição do fluido de perfuração para fluido de completação e quando da utilização do tanque para preparo dos fluidos usados em operações de cimentação do poço.

Ao término da lavagem do tanque utilizado com fluido de base aquosa, a água de lavagem é descartada no mar, uma vez que este fluido utilizado já é condicionado ao atendimento integral de todos os requisitos para descarte.

### **5.4.2. Tanques utilizados com fluidos de base não aquosa**

A limpeza de tanques utilizados com fluidos de base não aquosa inicia-se após avaliação das condições de segurança do local, da emissão da Permissão de Trabalho (PT) e do atendimento a todos os requisitos de segurança aplicáveis para esta situação.

Neste procedimento, não há descarte no mar dos efluentes gerados.

O procedimento é composto pelas seguintes etapas:

- Sucção, com bombas de mistura, do maior volume possível de líquido do tanque está sendo lavado e transferi-lo para outros tanques do sistema;
- Sucção, com unidades de vácuo ou, eventualmente, bombas sapo, do volume remanescente de fluido no fundo do tanque, transferindo para outros tanques do sistema;
- Remoção física do fluido e cascalhos aderidos às paredes e piso do tanque, com o auxílio de rodo ou equipamento similar;
- Sucção com unidades de vácuo do volume de resíduos remanescente no fundo do tanque, processando-o no sistema secador de cascalhos retornando o fluido para outro tanque;

NOTA: se mesmo após a etapa de remoção mecânica permanecer uma camada de resíduos na parede e/ou no piso do tanque, este é lavado com base orgânica. Neste caso, utensílios como o uso de escovas, vassouras, rodo e “esfregão” devem ser empregados para favorecer a remoção mecânica.

- Escoamento com rodo, ou similar, do fluido e cascalho aderidos às paredes e piso do tanque, seguido de transferência do volume escoado para um tanque previamente determinado, com o auxílio de unidade de vácuo do sistema secador de cascalhos.

NOTA: caso haja impedimento do uso do sistema secador de cascalhos, recolhe-se o resíduo gerado, condicionando-o devidamente para posterior disposição final em terra.

- Circulação com a base orgânica componente do fluido seguida de igual volume de salmoura para limpeza das linhas de acesso, funis, calhas, *mud cleaners*, dessiltadores, cocho, gumbo box e *trip* tanque.

Após circulação, o fluido, a base orgânica e a salmoura são recolhidos em um dos tanques do sistema secador de cascalhos para reúso na fabricação ou condicionamento de fluido de perfuração de base não aquosa em poços posteriores.

Ao término desta operação, todos os volumes de base orgânica e de salmoura provenientes da limpeza são aditivados e incorporados ao volume total de

fluido base não aquosa, que é transferido para embarcações fluideiras para posterior condicionamento e reuso do fluido.

Em algumas operações de limpeza de tanques que procede a substituição de fluido de base não aquosa para fluido de base aquosa, dependendo das condições dos tanques para a limpeza, circula-se um colchão de detergente por todas as linhas de acesso, funis, calhas, *mud cleaners*, dessiltadores, cocho, *gumbo box* e *trip* tanque, antes de bombeá-lo para o poço. Neste caso, todo efluente recolhido é transportado para terra para ser tratado ou disposto adequadamente, sem que haja descarte no mar associado à limpeza de tanque com fluido base não aquosa ou reuso dos insumos usados em novas formulação de fluidos não aquosos.

## 6. OPERAÇÃO DE CIMENTAÇÃO

As operações de cimentação em poços marítimos são programadas de formas distintas, a depender das características das formações perfuradas e do poço, tais como: litologia, pressão de poros, temperatura, pressão de fratura, fluidos encontrados, da geometria do poço, do fluido de perfuração utilizado e etc.

Como consequência, o volume a ser preparado e os componentes de água de mistura e dos colchões são preparados especificamente para cada situação.

De modo geral, a operação de cimentação é realizada bombeando-se para o poço uma pasta de cimento precedida de um ou mais colchões (espaçador, lavador ou traçador). A pasta de cimento é composta pela adição de cimento em pó à água de mistura. A água de mistura é composta de aditivos químicos líquidos ou sólidos dissolvidos ou suspensos em água doce ou em água do mar.

Todos os colchões empregados nas atividades de cimentação são classificados como fluidos complementares. Desta maneira, faz-se necessário a coleta de uma amostra no momento prévio ao uso para comprovação do atendimento aos requisitos de uso, segundo indicado na **Tabela 8** ou **Tabela 9**, dependendo da composição do colchão.

Os colchões da cimentação são preparados em volume específico para bombeio ao poço sem retorno para a plataforma. Se o equipamento utilizado na preparação dos colchões for o tanque da sonda, regularmente é gerado um volume residual, ou comumente chamado volume morto, que poderá ter dois destinos. Este volume poderá ser armazenado em um tanque provisório e em seguida desembarcado para tratamento/disposição final adequada em terra. Se a opção de descarte para o mar for a escolhida, deverão ser atendidos os critérios da **Tabela 14**. Neste caso, não se faz necessária coleta de amostra no momento pré-descarte, pois este fluido não sofre alteração na sua composição em relação à amostra coletada no momento prévio ao uso.

O colchão espaçador compõe-se basicamente de um ou mais agentes tensoativos, um viscosificante e um adensante e segue na frente da pasta para limpar o poço e evitar o contato da pasta com o fluido de perfuração de modo a permitir o posicionamento da pasta de cimento no lugar correto e livre de contaminações. O colchão lavador é composto por formulações químicas (tensoativos) cujo objetivo principal é a remoção do "filme" de fluido de perfuração aderido à parede interna do poço (revestimento). O colchão traçador é um fluido de base aquosa contendo viscosificante e material de fácil visualização submarina (negro de fumo), cuja função é a indicação de chegada da frente do fluido que se deseja deslocar ou bombear.

Em algumas unidades marítimas, o preparo da água de mistura, precursora da pasta de cimento, pode ser realizado sem fazer o uso dos tanques da sonda. Nesta situação, a água de mistura é preparada através de um misturador *batch mixer* ou de um sistema dosador de aditivo líquido (L.A.S. – *Liquid Additives System*).

O *batch mixer* é um equipamento portátil com capacidade de até 15,9 m<sup>3</sup> (100 bbl), utilizado para o preparo da água de mistura ou da própria pasta de cimento. Com seu emprego, não há geração de volume residual, ou seja, todo volume preparado é bombeado para o poço, sem que haja geração de volume morto.

O L.A.S. é um sistema que faz a dosagem automática dos aditivos de cimentação na concentração programada para o preparo de água de mistura na linha de injeção da pasta. Este sistema, assim como o *batch mixer*, não gera volume morto, uma vez que a água de mistura é preparada diretamente na linha que segue do L.A.S. para a unidade de cimentação, para realização da mistura com cimento e bombeio para o poço.

### **6.1. Cimentação de revestimento condutor e superfície (início de poço)**

Nas fases iniciais da construção dos poços, ocorre naturalmente um alargamento das paredes em relação ao diâmetro da broca que perfura o poço.

Este alargamento ocorre devido às formações iniciais, constituídas geralmente por lama e argila inconsolidada. Após o término da fase, é descido o revestimento e preenchido o espaço entre este e a formação com pasta de cimento, até ser observado o retorno de pasta no fundo do mar, necessário para garantir a estrutura do poço. Por este motivo, os volumes de pasta utilizados são maiores que o das outras fases, podendo exceder, inclusive, o volume do poço.

O colchão traçador, que precede a pasta de cimento e indica o seu retorno no fundo do mar, normalmente é preparado no *slug pit*, cujo volume é o menor em relação aos outros tanques da sonda. O volume morto gerado será armazenado em um tanque provisório e em seguida desembarcado para tratamento/destinação final adequada em terra.

As pastas para início de poço utilizam bentonita, que é um aditivo sólido, em sua composição. Devido a este fato inviabiliza-se a mistura através do sistema dosador de aditivos líquidos, L.A.S. Como os volumes necessários para cimentações dos revestimentos iniciais são grandes, fica também inviabilizado o uso de *batch mixer* nestas operações. A única opção é utilizar os tanques de unidade marítima que possuem o maior volume e também possibilidade de adição de produtos sólidos.

Após a utilização da água de mistura para a fabricação da pasta de cimento, restará no tanque da unidade marítima o resíduo remanescente desta água de mistura, sendo no mínimo igual ao volume morto do próprio tanque usado. Devido à composição da água de mistura empregada para as operações de início de poço e dependendo das características do poço, o destino principal deste volume remanescente pode ser sua utilização como insumo para o preparo de fluidos de perfuração de base aquosa. Na impossibilidade desta alternativa, este volume será armazenado em um tanque provisório e em seguida desembarcado para tratamento/destinação final adequada em terra.

Após o bombeio de toda a pasta de cimento preparada na unidade de cimentação para o poço, realiza-se a lavagem das partes internas desta unidade. Como resultado, é gerado um volume residual denominado água de

lavagem que, prioritariamente, é bombeado para o poço logo em seguida à pasta de cimento, sendo ambas deslocadas por água do mar. Na impossibilidade desta alternativa, este volume será armazenado em um tanque provisório e em seguida desembarcado para tratamento/disposição final adequada em terra.

Na **Figura 8**, encontra-se, de forma simplificada, a geração dos efluentes envolvidos nas operações de cimentação de início de poço.

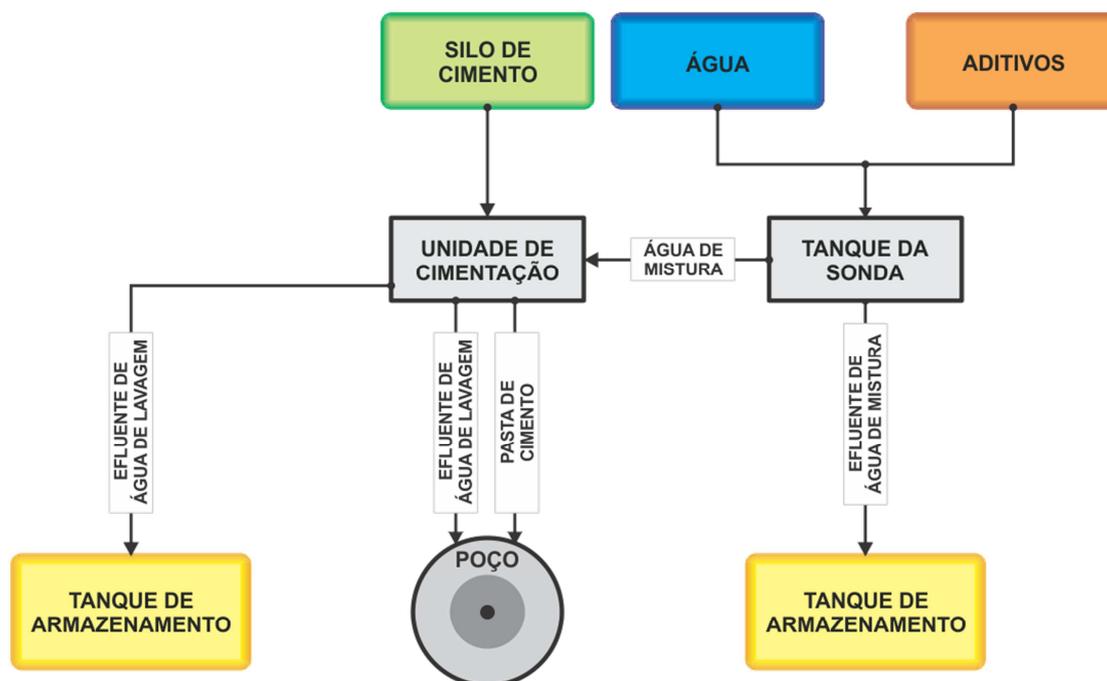


Figura 8: Geração de efluentes durante operações de início de poço

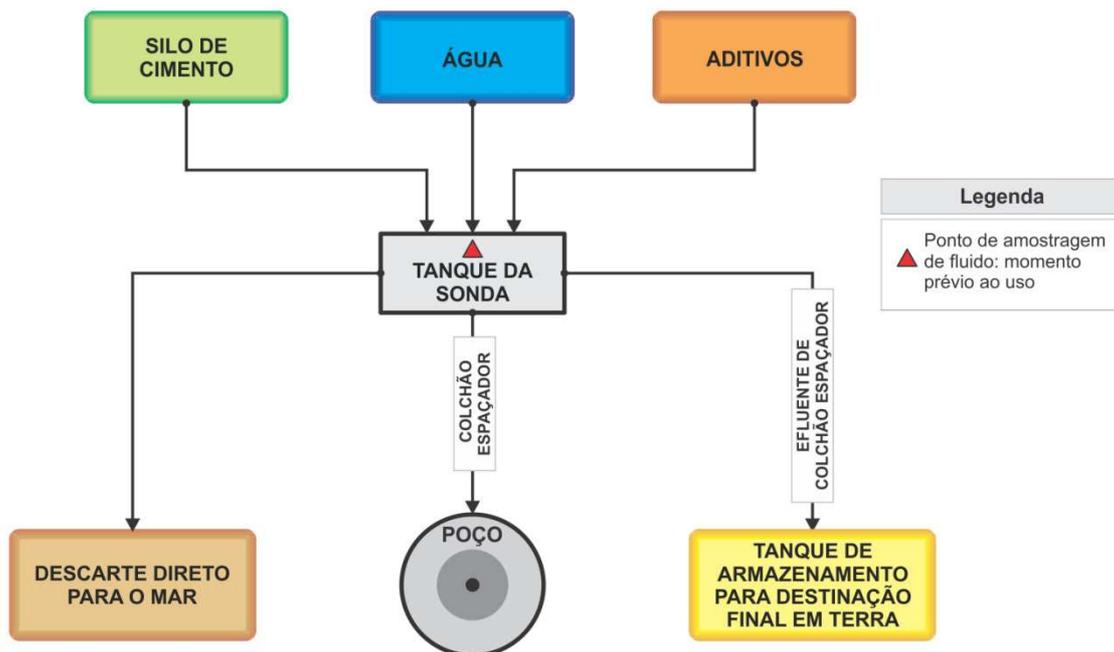
## 6.2. Cimentação de revestimento intermediário, de produção, *liner* e colchões

Para este tipo de cimentação é necessário o preparo de uma ou mais pastas de cimento e de um ou mais colchões (espaçador ou lavador).

O preparo de colchão espaçador utiliza necessariamente um tanque da unidade marítima, pois um dos componentes do colchão é sólido. Portanto, é sempre gerado um volume residual de colchão espaçador resultante do volume

morto do tanque usado. Este volume poderá ser armazenado em um tanque provisório e em seguida desembarcado para tratamento/destinação final adequada em terra, conforme indicado pela **Figura 9**, ou descartado no mar, segundo critérios indicados na **Tabela 14** deste projeto (item 7.5, fluido complementar base aquosa).

Em algumas unidades de perfuração é possível a preparação de colchão espaçador em *batch mixer*, desde que se tenha acesso à linha de baritina.



**Figura 9: Geração de efluente durante o preparo de colchão espaçador**

O preparo de colchão lavador utiliza tanque da unidade marítima ou *batch mixer*. Só existe geração de volume residual de colchão lavador quando o tanque da sonda é utilizado. Este volume poderá ser armazenado em um tanque provisório e em seguida desembarcado para tratamento/destinação final adequada em terra conforme indicado pela **Figura 10**, ou descartado no mar, segundo critérios indicados na **Tabela 14** deste projeto.

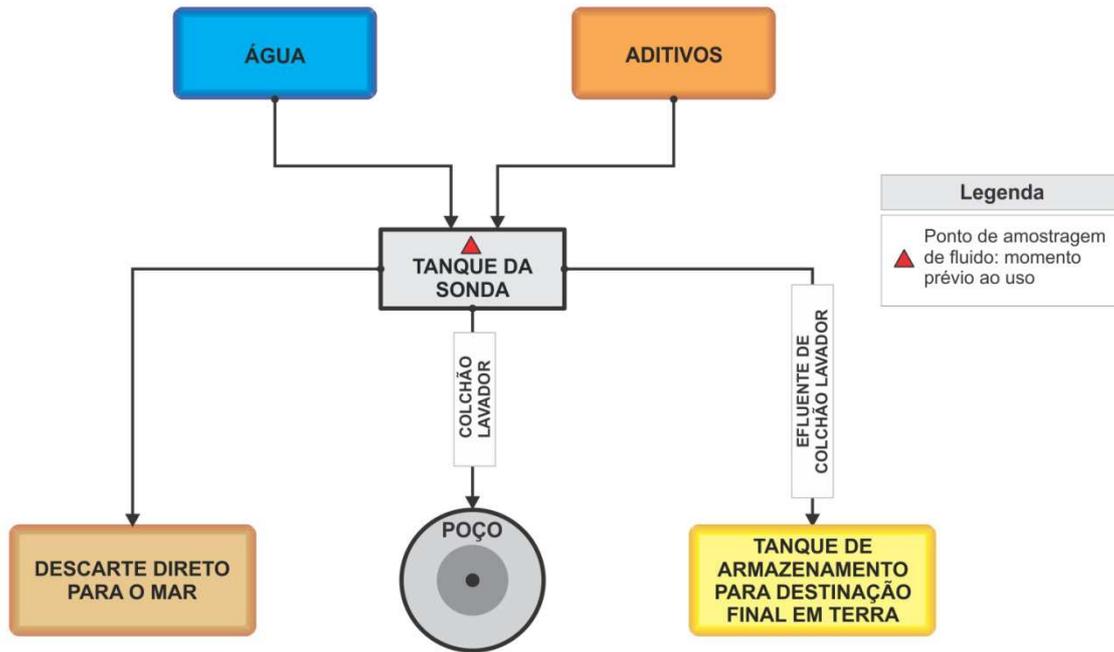


Figura 10: Geração de efluentes durante o preparo de colchão lavador no tanque da sonda

Quando a pasta for preparada no *batch mixer* (possível quando o volume de pasta previsto é menor que o volume do *batch mixer*) a unidade de cimentação apenas bombeia a pasta já preparada para o poço. Serão gerados volumes residuais de água de lavagem do próprio *batch mixer* e da unidade de cimentação conforme indicado pela **Figura 11**. Estes efluentes poderão ser bombeados para o poço logo em seguida à pasta de cimento (usados como fluido de deslocamento) ou poderão ser armazenados em um tanque provisório e posteriormente desembarcados para tratamento/disposição final adequada em terra.

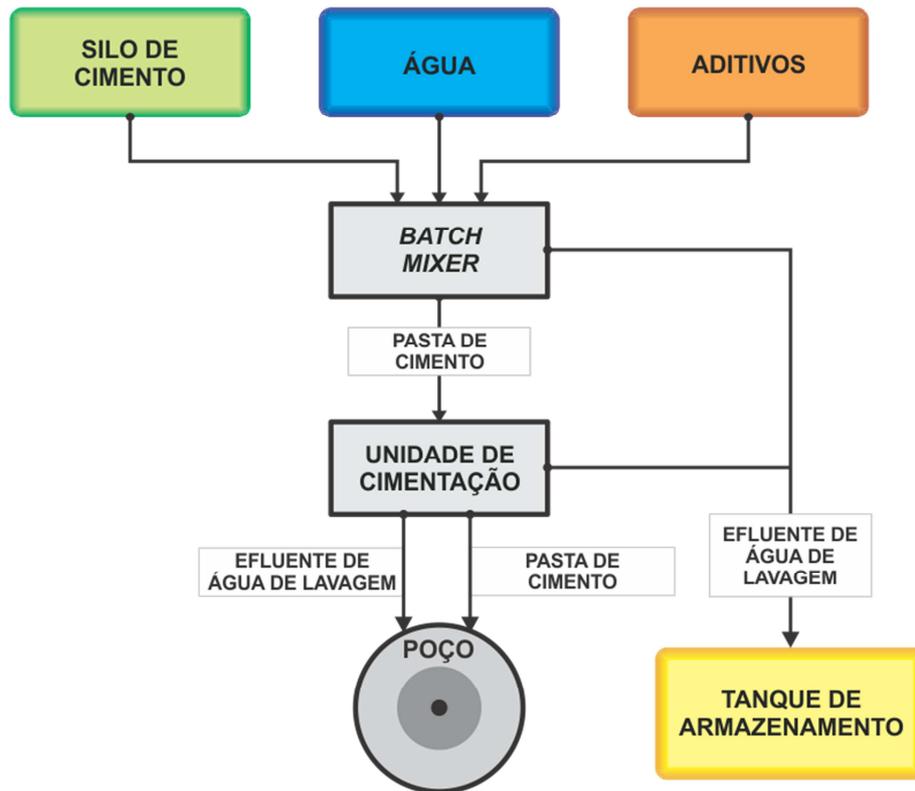


Figura 11: Geração de efluentes durante o preparo de pasta de cimento no *Batch Mixer*

Quando o *batch mixer* é utilizado somente para o preparo da água de mistura, esta é enviada para a unidade de cimentação, que recebe o cimento dos silos das unidades marítimas. A unidade de cimentação, à medida que recebe estes insumos, mistura-os na proporção correta e, continuamente, bombeia a pasta preparada diretamente para o poço. Não há geração de água de mistura remanescente, entretanto, será gerado volume residual de água de lavagem da unidade de cimentação e do *batch mixer*. Este efluente poderá ser bombeado para o poço logo em seguida à pasta de cimento (usado como fluido de deslocamento) ou poderá ser armazenado em um tanque provisório e em seguida desembarcado para tratamento/destinação final adequada em terra conforme indicado na

Figura 12.

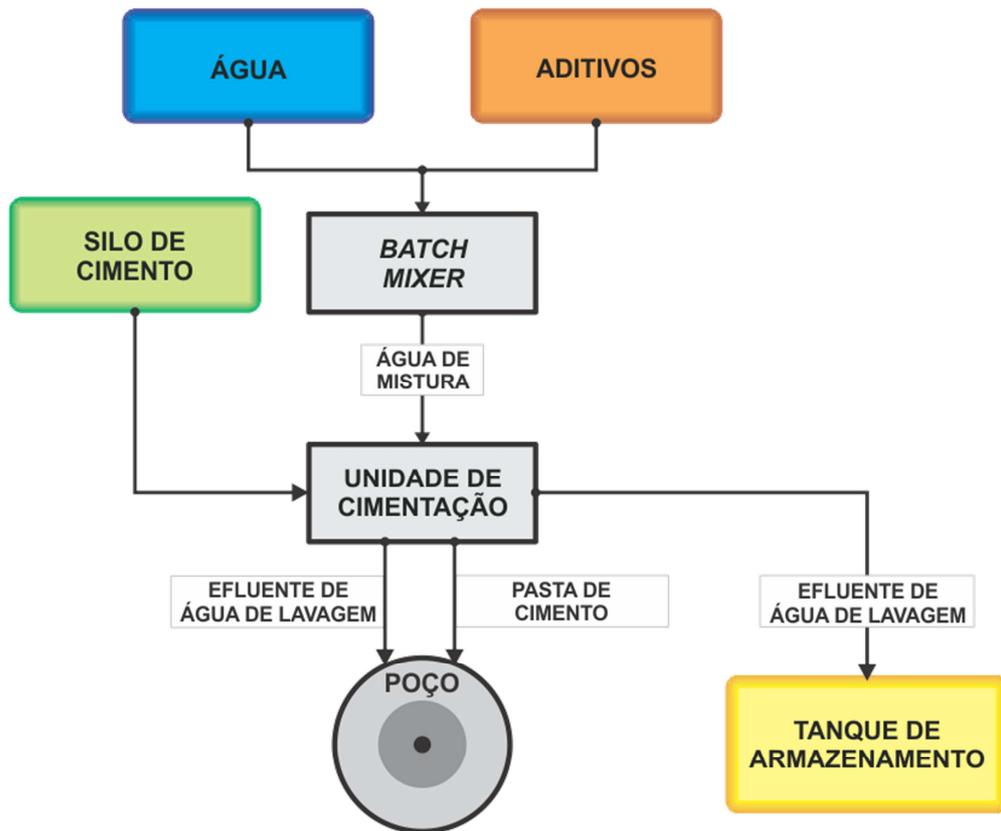
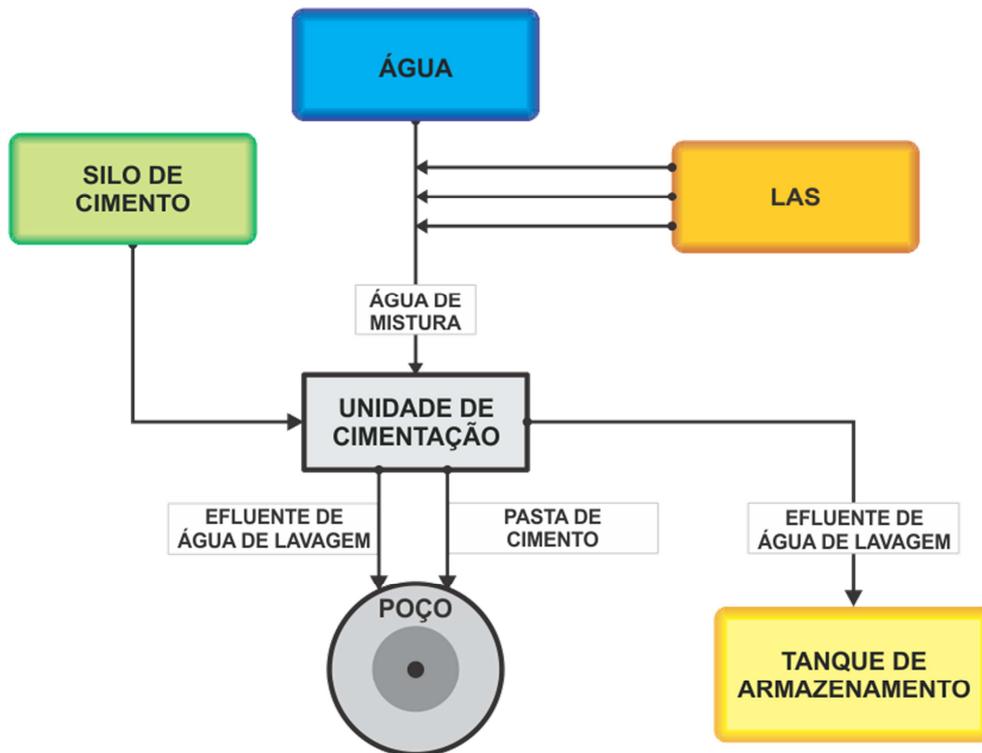


Figura 12: Geração de efluente durante o preparo de água de mistura no *Batch Mixer*

Quando se prepara a pasta de cimento utilizando o sistema dosador de aditivos líquidos, LAS, somente é gerado volume residual de água de lavagem na unidade de cimentação como indicado na **Figura 13**. A utilização deste sistema, entretanto, só será possível quando existir este sistema na unidade marítima de perfuração e em pastas que não contenham aditivos sólidos. O resíduo da água de lavagem poderá ser bombeado para o poço logo em seguida à pasta de cimento (usado como fluido de deslocamento) ou poderá ser armazenado em um tanque provisório e em seguida desembarcado para tratamento/disposição final adequada em terra. Nesta situação, não há geração de efluente de água de mistura.



**Figura 13: Geração de efluente durante o preparo de água de mistura utilizando o sistema LAS**

Quando não for possível a utilização de nenhum dos dois sistemas mencionados anteriormente, a água de mistura é preparada no tanque da unidade marítima. Desta forma, haverá geração de volumes residuais de água de lavagem da unidade de cimentação e de água de mistura do volume morto do tanque utilizado para o preparo. O efluente de água de lavagem poderá ser bombeado para o poço logo em seguida da pasta de cimento (usado como fluido de deslocamento) ou poderá ser armazenado em um tanque provisório e em seguida desembarcado para tratamento/disposição final adequada em terra.

O efluente de água de mistura será armazenado em um tanque provisório e, em seguida, desembarcado para tratamento/disposição final adequada em terra.

Na **Figura 14**, encontra-se, de forma simplificada a geração dos efluentes envolvidos nas operações de cimentação de revestimentos intermediário, de

produção, *liner* e tampões quando a pasta de cimento é preparada no tanque da unidade marítima.

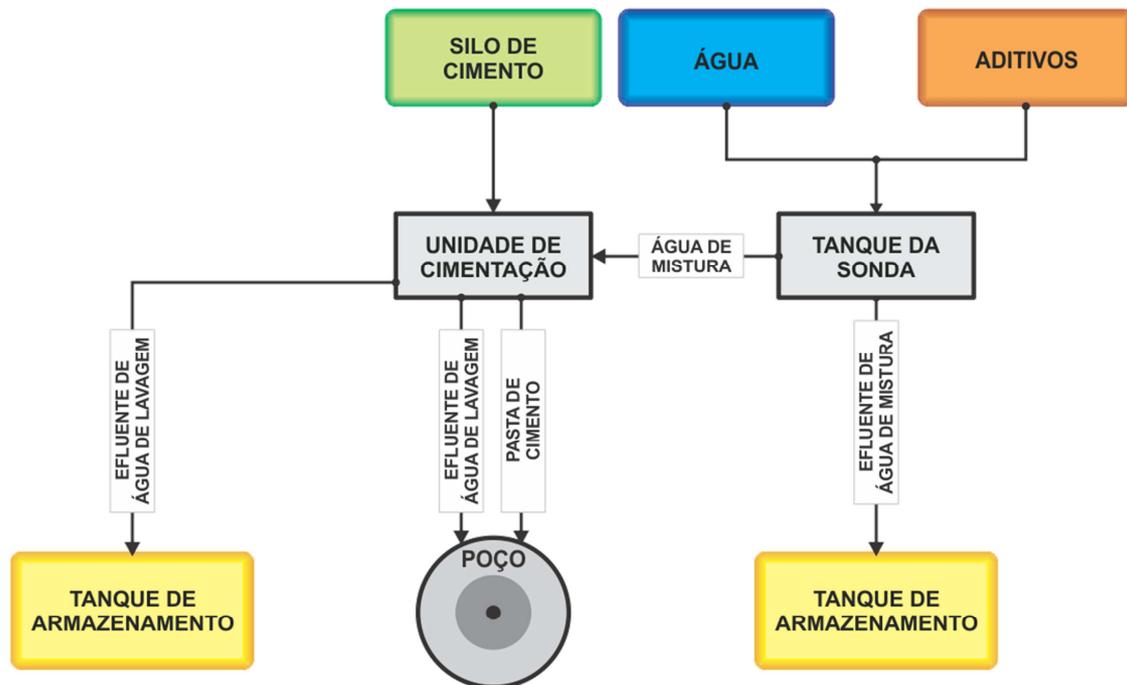


Figura 14: Geração de efluente durante o preparo de pasta de cimento no tanque da unidade marítima

## **7. ASPECTOS DO MONITORAMENTO ASSOCIADOS ÀS CONDIÇÕES PARA DESCARTE DE FLUIDOS E CASCALHO NO MAR**

A seguir, são descritos todos os aspectos que envolvem o monitoramento para comprovar o atendimento às condições de descarte no mar de fluidos e cascalhos.

Caso haja constatação do não cumprimento de qualquer condição de descarte de fluidos ou cascalho descritos nos itens a seguir, e tão logo conhecida pela PETROBRAS, esta comunicará imediatamente o IBAMA com manifestação ao processo de licenciamento e cópia ao processo administrativo de fluidos de perfuração e complementares.

### **7.1. Fluido de perfuração de base aquosa (FPBA)**

Os fluidos de perfuração de base aquosa podem ser utilizados em ambas as fases de perfuração, a saber: nas fases sem retorno à superfície e nas fases posteriores à instalação do *riser*, onde os fluidos circulados retornam à superfície da plataforma para tratamento e recirculação.

Nos itens a seguir, serão abordadas as especificações de cada modalidade:

#### **7.1.1. Fases sem retorno à superfície**

Em muitos casos, a perfuração da fase inicial de poços marítimos emprega apenas água do mar na função de “fluido de perfuração”. Ocorre que, para a limpeza do poço, faz-se necessário o deslocamento de um sistema de fluido denominado “fluido de perfuração convencional”, que é constituído essencialmente de argila ativada, bicarbonato de sódio e hidróxido de sódio. Nesta fase, como ainda não há comunicação entre o poço e a unidade

marítima através do *riser*, tanto a água do mar quanto o fluido de perfuração convencional que são empregados retornam diretamente para o fundo do mar.

Soluções de salmoura à base de cloreto de sódio também são utilizadas na perfuração das fases iniciais sem retorno, especialmente para a perfuração de formações salinas, características das fases iniciais de poços perfurados em campos do pré-sal. Também nestes casos, a solução de salmoura com seus aditivos é descartada diretamente no fundo do mar, sem a possibilidade de retorno deste fluido para a superfície da unidade marítima.

É sabido que as composições dos fluidos das fases iniciais dos poços são bastante simplificadas, constam de poucos aditivos e não variam consideravelmente de poço a poço. Quando submetidos ao ensaio de ecotoxicidade aguda, segundo descrito pela ABNT NBR 15.308, atendem satisfatoriamente ao limite de  $CL_{50-96h}$  estabelecido de 30.000 ppm da FPS, indicando a baixa toxicidade destes fluidos, segundo este critério.

Pela não existência do *riser* interligando a cabeça do poço à superfície da unidade de perfuração, os fluidos empregados nestas fases não são passíveis de coleta para monitoramento após seu uso. Assim, estes fluidos são usados e descartados diretamente no fundo do mar, baseado no conhecimento prévio de sua ecotoxicidade. Tal como descrito no **item 4.1** deste projeto, o atendimento ao critério de ecotoxicidade será comprovado pelo ensaio em amostra coletada no momento prévio ao uso de cada tipo de fluido empregado nas fases iniciais sem retorno (**Tabela 4**).

#### **7.1.2. Fases com retorno à superfície**

Ao final das fases com retorno, e não estando o fluido de base aquosa programado para ser utilizado na fase seguinte, este é descartado no mar caso seja evidenciado o atendimento ao critério de ausência de óleo livre através do teste de iridescência estática. Este ensaio é realizado previamente ao descarte do fluido.

Além disto, por não ser permitido o descarte de fluido de perfuração de base aquosa no mar cujo resultado da  $CL_{50,96h}$  seja inferior a 30.000 ppm da FPS do fluido testado, uma amostra deste fluido é coletada para posterior análise. Da mesma forma, coleta-se uma amostra do fluido para a determinação de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA's).

Na **Tabela 10**, a seguir, constam os ensaios que serão realizados em amostra de FPBA coletada no momento prévio ao descarte.

**Tabela 10: Análise de Fluido de perfuração base água usado**

AMOSTRA:		FLUIDO DE PERFURAÇÃO DE BASE AQUOSA USADO (MOMENTO PRÉ-DESCARTE)		
Parâmetro	Frequência de Monitoramento	Metodologia de Análise	Limite estabelecido para descarte	Conclusão
Densidade	No mínimo uma amostra coletada ao fim de cada fase, momento pré-descarte.	Balança de fluidos	Não estabelecido	---
pH		Fita de pH ou pHmetro	Não estabelecido	---
Salinidade		Titulométrico	Não estabelecido	---
Temperatura		Medição direta termômetro ou sensor	Não estabelecido	---
Ecotoxicidade Aguda	No mínimo uma amostra coletada no momento pré-descarte.	NBR 15.308 e NBR 15.469	$CL_{50, 96h} \geq 30.000$ ppm da FPS	$CL_{50, 96h} \geq 30.000$ ppm: comprovado atendimento do descarte do FPBA e do cascalho; $CL_{50, 96h} < 30.000$ ppm: comprovado não atendimento do descarte do FPBA e do cascalho.
Iridescência Estática	Diariamente, quando se atingir a fase do reservatório e uma vez em momento pré-descarte.	Teste de iridescência estática ( <i>sheen test</i> ). Método EPA 1617.	Ausência de Óleo livre conforme método EPA 1617.	Ausência de óleo livre: fluido apto para o descarte no mar; Presença de óleo livre: fluido não apto para o descarte no mar.

Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA-16 prioritários)	No mínimo uma amostra coletada no fim de cada fase, momento pré-descarte.	EPA 8270C	10 mg HPA.Kg <sup>-1</sup>	[HPA] <10 mg.Kg <sup>-1</sup> : comprovado atendimento do descarte do FPBA; [HPA] ≥10 mg.Kg <sup>-1</sup> : comprovado não atendimento do descarte do FPBA.
Metais e metalóides (As, Al, BA, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Si total, V e Zn)	No mínimo uma amostra coletada no fim de cada fase, momento pré-descarte.	EPA 7471B (para Hg); EPA 3052 e EPA 6010C (para os demais analitos).	Não estabelecido	---
Vazão de descarte	Durante o descarte	Medição direta ou cálculo da vazão	159 m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> (1.000 bbl.h <sup>-1</sup> )	A vazão de descarte deve ser limitada ao valor máximo estabelecido.

## 7.2. Cascalho associado ao fluido de perfuração de base aquosa (cascalho+FPBA)

O cascalho associado ao fluido de perfuração de base aquosa, durante as fases com retorno à plataforma, é descartado se não for detectada a presença de óleo livre segundo o critério estabelecido pelo ensaio descrito na **Tabela 11** a seguir.

Os demais parâmetros que são analisados nesta amostra visam comprovar o atendimento aos requisitos estabelecidos para o descarte. Par tal, uma amostra representativa do cascalho associado ao fluido de perfuração de base aquosa é coletada para a determinação dos ensaios indicados a seguir:

**Tabela 11: Análise de cascalho associado a fluido de perfuração de base aquosa**

<b>CASCALHO ASSOCIADO A FLUIDO DE PERFURAÇÃO DE BASE AQUOSA</b>				
<b>AMOSTRA:</b>				
<b>Parâmetro</b>	<b>Frequência de Monitoramento</b>	<b>Metodologia de Análise</b>	<b>Cascalho associado ao FPBA</b>	<b>Conclusão</b>
Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA's – 16 prioritários)	No mínimo uma amostra coletada no fim de cada fase, momento pré-descarte.	EPA 8270C	10 mg HPA.Kg <sup>-1</sup>	[HPA] <10 mg.Kg <sup>-1</sup> : comprovado atendimento do descarte do cascalho;  [HPA] ≥10 mg.Kg <sup>-1</sup> : comprovado não atendimento do descarte do cascalho.
Metais e metalóides (As, Al, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Si total, V e Zn)	No mínimo uma amostra coletada no fim de cada fase, momento pré-descarte.	EPA 7471B (para Hg); EPA 3052 e EPA 6010C (para os demais analitos).	Não estabelecido	---
Vazão de descarte	Durante o descarte	Medição direta ou cálculo da vazão	159 m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> (1.000 bbl.h <sup>-1</sup> )	A vazão de descarte deve ser limitada ao valor máximo estabelecido.
Iridescência Estática	Diariamente, quando se atingir a fase do reservatório e uma vez em momento pré-descarte.	Teste de iridescência estática ( <i>sheen test</i> ).  Método EPA 1617.	Ausência de Óleo livre conforme método EPA 1617.	Ausência de óleo livre: fluido apto para o descarte no mar;  Presença de óleo livre: fluido não apto para o descarte no mar.

### 7.3. Fluido de perfuração de base não aquosa (FPBNA)

O fluido de base não aquosa não é descartado diretamente no mar, sendo este, prioritariamente, reutilizado de um projeto para outro.

Ao final de sua utilização no poço, e estando em condições (**Tabela 7** deste projeto), o FPBNA é fornecido para outra unidade marítima de perfuração, favorecendo, assim, o seu reúso. Caso contrário, este é encaminhado como resíduo oleoso para a disposição final adequada por empresas licenciadas em terra, conforme indicado no **item 5.1.2** deste projeto.

Ao término de cada fase, uma amostra do FPBNA é coletada para a realização do ensaio de toxicidade aguda, além de outros ensaios indicados na **Tabela 12**, a seguir. Para fases consecutivas e que utilizem o mesmo tipo de fluido de

perfuração de base não aquosa, a amostra é coletada ao término da última fase perfurada com o mesmo tipo de fluido.

Durante a perfuração de fases com reservatórios, diariamente, uma amostra do FPBNA é coletada para a determinação de óleo da formação pelo ensaio de extração em fase reversa (RPE). O resultado deste ensaio controla o descarte do cascalho associado ao FPBNA.

Caso seja evidenciada a presença de óleo da formação segundo o critério deste ensaio, a amostra de fluido pode ser encaminhada para a determinação quantitativa de óleo da formação segundo o método EPA 1655 como alternativa para substituição do resultado obtido pelo ensaio de RPE.

**Tabela 12: Análise do fluido de perfuração de base não aquosa usado**

AMOSTRA:		FLUIDO DE PERFURAÇÃO DE BASE NÃO AQUOSA USADO		
Parâmetro	Frequência de Monitoramento	Metodologia de Análise	Limite estabelecido para descarte do cascalho associado	Conclusão
Densidade	No mínimo uma amostra coletada ao fim de cada fase	Balança de fluidos	Não estabelecido	---
Salinidade		Titulométrico	Não estabelecido	---
Temperatura		Medição direta termômetro ou sensor	Não estabelecido	---
Toxicidade Aguda	No mínimo uma amostra coletada no momento pré-descarte	NBR 15.308 e NBR 15.469	CL <sub>50, 96h</sub> ≥ 30.000 ppm FPS do FPBNA.	CL <sub>50, 96h</sub> ≥ 30.000 ppm: comprovado atendimento do descarte de cascalho no mar; CL <sub>50, 96h</sub> < 30.000 ppm: comprovado não atendimento do descarte do cascalho no mar.
Hidrocarbonetos (óleo da formação, RPE)	Diariamente quando se atingir a fase do reservatório	Teste de Extração em fase reversa (RPE) Método EPA 1670	Ausência de óleo da formação conforme método EPA 1670 <b>(Obs. 1)</b>	Ausência de óleo da formação: cascalho apto para o descarte; Presença de óleo da formação: cascalho inapto para o descarte.

Ecotoxicidade em Sedimento (96h)	No mínimo uma amostra coletada no fim da(s) fase(s) ou momento pré-descarte.	Método <i>EPA</i> 1644 e <i>EPA</i> 1646 (contaminação do sedimento). <b>(Obs.2)</b>	Razão ≤ 1,0.  <b>EQUAÇÃO 2</b> <b>Equação 3</b>	Razão ≤ 1,0: comprovado atendimento do descarte de cascalho no mar; Razão > 1,0: comprovado não atendimento do descarte do cascalho no mar
----------------------------------	--	---	--	---

**Obs. 1:** O resultado poderá ser confirmado por Cromatografia Gasosa/Espectrometria de Massa (CG-MS) conforme método *EPA* 1655.

**Equação 3:** Cálculo da razão para ensaio de ecotoxicidade em sedimento

$$\frac{CL_{50,96h} \text{ fluido de referência}}{CL_{50,96h} \text{ fluido teste}} \leq 1,0$$

**Obs.2:** Alternativamente, e mediante aprovação prévia do IBAMA, o ensaio de ecotoxicidade em sedimento marinho poderá ser conduzido com a utilização do organismo nativo conforme norma ABNT NBR 15638, tal como a *Grandidierella bonnieroides*.

#### 7.4. Cascalho associado a fluido de perfuração de base não aquosa (cascalho+FPBNA)

O descarte de cascalho associado ao FPBNA no mar acontece quando os seguintes requisitos são evidenciados através de ensaios expeditos realizados previamente ao descarte:

- Ausência de óleo livre através do teste de iridescência estática, realizado no cascalho;
- Ausência de óleo da formação no FPBNA, segundo o critério estabelecido pelo ensaio de RPE realizado no FPBNA (mencionado no **item 7.3**).

Além dos requisitos supracitados, o descarte de cascalho associado ao FPBNA também está condicionado ao teor de base orgânica aderida ao cascalho, critério este estabelecido para a média acumulada por poço, conforme indicação a seguir:

- Inferior a 6,9% m/m de bases hidrocarbônicas no cascalho para o resultado final do poço (bases parafínicas, olefínicas e fluido a base de óleo mineral tratado);
- Inferior a 9,4% m/m de bases não hidrocarbônicas no cascalho para o resultado final do poço (bases ésteres, éteres e acetais).

O valor final do parâmetro a ser reportado por poço (% BOAC<sub>poço</sub>) é calculado pela média aritmética de todos os resultados individuais de %BOAC, chamado %BOAC<sub>T,j</sub>. Este último é obtido a partir da contribuição individual do ensaio de retorta de todo o lançamento de cascalho no mar, conforme descrito no “*Analytical Methods for the Oil and Gas Extraction Point Source Category. U.S. EPA*”. Dezembro, 2011.

A **Equação 4** indica a forma de cálculo da % BOAC<sub>poço</sub>, parâmetro a ser reportado e regulado segundo os critérios definidos.

**Equação 4:** Cálculo da porcentagem de base orgânica aderida ao cascalho

$$\% \text{ BOAC}_{\text{poço}} = \frac{\sum_{i=1}^{j=n} \% \text{ BOAC}_{T, j}}{n}$$

Onde n = número de resultados individuais obtidos ao longo do poço.

% BOAC<sub>T,j</sub> = percentagem total em massa (% m/m) de base orgânica aderida ao cascalho descartado em um período T e associado a um conjunto de ensaios de retorta (conjunto j). Este valor é obtido ponderando-se os valores individuais de cada resultado nas amostras analisadas com as respectivas frações mássicas de cada corrente de lançamento.

Outros ensaios, também descritos na **Tabela 13**, a seguir, são realizados nestas amostras e seus resultados visam comprovar o atendimento aos requisitos para o descarte de cascalho associado ao FPBNA no mar.

Tabela 13: Análise do cascalho associado ao FPBNA

AMOSTRA:		CASCALHO ASSOCIADO AO FPBNA		
Parâmetro	Frequência de Monitoramento	Metodologia de Análise	Limite estabelecido para descarte de cascalho associado ao FPBNA	Conclusão
Teor de Base Orgânica aderida ao cascalho (% BOAC <sub>poço</sub> )	A cada 200m perfurados, ou no mínimo de 1 e no máximo de 3 vezes por dia.	Teste de Retorta de massa  Método EPA 1674	6,9% m/m ou 9,4% m/m	% BOAC <sub>poço</sub> ≤ 6,9% ou 9,4%: descarte de cascalho atende este requisito;  % BOAC <sub>poço</sub> > 6,9% ou 9,4%: descarte de cascalho não atende este requisito;
Iridescência Estática	Diariamente quando se atingir a fase do reservatório e uma vez em momento pré-descarte	Teste de iridescência estática ( <i>sheen test</i> ).  Método EPA 1617	Ausência de Óleo livre, conforme método EPA 1617	Ausência de óleo livre: cascalho apto para o descarte no mar;  Presença de óleo livre: cascalho não apto para o descarte no mar.
Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA-16 prioritários)	No mínimo uma amostra coletada ao final da fase, momento pré-descarte.	EPA 8270C	10 mg HPA.Kg <sup>-1</sup>	[HPA] <10 mg.Kg <sup>-1</sup> : comprovado atendimento de descarte do cascalho;  [HPA] ≥10 mg.Kg <sup>-1</sup> : comprovado não atendimento de descarte do cascalho.
Metais e metalóides (As, Al, BA, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Si total, V e Zn)	No mínimo uma amostra coletada no fim da(s) fase(s) ou momento pré-descarte.	EPA 7471B (Hg); EPA 3052 e EPA 6010C (para os outros analitos).	Não estabelecido	---

## 7.5. Fluido complementar de base aquosa

Não são descartados no mar fluidos complementares de base aquosa que contenham óleo diesel, cromo hexavalente, lignosulfonato de cromo, ligas de ferrocromo, brometo de zinco e outros produtos que o órgão ambiental designar.

O descarte de fluidos complementar de base aquosa será realizado caso seja evidenciado o atendimento ao critério de ausência de óleo livre, através do teste de iridescência estática, realizado em amostra coletada em momento pré-descarte.

Além disto, por não ser permitido o descarte de fluido complementar de base aquosa no mar cujo resultado da  $CL_{50,96h}$  seja inferior a 30.000 ppm da FPS do fluido testado, uma amostra deste fluido é coletada para posterior análise.

Para os fluidos complementares de base aquosa que tenham sido testados sem a presença dos sais KCl, NaCl,  $CaCl_2$ , NaBr, KBr,  $CaBr_2$ , KHCOO e NaHCOO, e havendo atendimento ao critério de avaliação de ecotoxicidade aguda em amostra prévia ao uso (~~solução de aditivos~~), este ensaio não mais será realizado no momento pré-descarte.

Para que esta condição seja aplicável, não deve ter havido adição de novos componentes na formulação previamente testada em relação à composição da solução de aditivos testada.

Todos os ensaios que serão realizados em amostras de fluido complementar de base aquosa estão indicados na **Tabela 14**, a seguir:

Tabela 14: Análise de fluido de complementar de base aquosa

AMOSTRA		FLUIDO DE COMPLEMENTAR DE BASE AQUOSA (PRÉ-DESCARTE)		
Parâmetro	Frequência de Monitoramento	Metodologia de Análise	Limite estabelecido para descarte de FCBA	Conclusão
Densidade	No mínimo uma amostra coletada ao fim de cada fase	Balança de fluidos	Não estabelecido	---
pH		Fita de pH pHmetro	Não estabelecido	---
Salinidade		Titulométrico	Não estabelecido	---
Temperatura		Medição direta termômetro ou sensor	Não estabelecido	---
Toxicidade Aguda	No mínimo uma amostra coletada no fim da(s) fase(s) ou momento pré-descarte	NBR 15.308 e NBR 15.469	$CL_{50, 96h} \geq 30.000$ ppm FPS do FCBA	$CL_{50, 96h} \geq 30.000$ ppm: comprovado atendimento do descarte do FCBA no mar; $CL_{50, 96h} < 30.000$ ppm: comprovado não atendimento do descarte do FCBA no mar.
Óleo livre	Diariamente quando se atingir a fase do reservatório e uma vez em momento pré-descarte.	Teste de iridescência estática EPA 1617 ( <i>sheen test</i> )	Ausência de Óleo livre conforme método EPA 1617	Ausência de óleo livre: fluido apto para o descarte;  Presença de óleo livre: fluido inapto para o descarte;
Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA-16 prioritários)	No mínimo uma amostra coletada no fim da(s) fase(s) ou momento pré-descarte.	EPA 8270C	10 mg HPA.Kg <sup>-1</sup>	[HPA] <10 mg.Kg <sup>-1</sup> : comprovado atendimento do requisito de descarte do FCBA no mar;  [HPA] ≥10 mg.Kg <sup>-1</sup> : comprovado não atendimento para o requisito de descarte do FCBA no mar

Metais e metalóides (As, Al, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Si total, V e Zn)	No mínimo uma amostra coletada no fim da(s) fase(s) ou momento de descarte.	EPA 7471B (para Hg); EPA 3052 e EPA 6010C (para os outros analitos).	Não estabelecido	---
Vazão de descarte	Durante o descarte	Medição direta ou cálculo da vazão	31,8 m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> (200 bbl.h <sup>-1</sup> )	A vazão de descarte deve ser limitada ao valor máximo estabelecido.

## 7.6. Fluido complementar de base não aquosa

Os fluidos complementares de base não aquosa (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.

## 8. FLUXO DE ATENDIMENTO DO PROJETO DE MONITORAMENTO DE FLUIDOS E CASCALHOS

Neste item, são descritas as melhorias incorporadas na gestão do projeto de monitoramento de fluidos e cascalhos e que favorecem para a rastreabilidade das informações associadas ao monitoramento. Além disto, estas práticas permitem antever eventuais desvios e, desta maneira, estabelecer ações preventivas ou corretivas ao longo dos diversos estágios que constituem o ciclo de vida de uma amostra integrante deste projeto.

### 8.1. Macro fluxo para atendimento ao Projeto de Monitoramento de Fluidos e Cascalho

Na **Figura 15**, a seguir, demonstra-se o macrofluxo estabelecido para o atendimento ao Projeto de Monitoramento de Fluidos e Cascalho, com foco no controle de amostras. Estas amostras são aquelas encaminhadas para laboratórios externos convencionais para a realização dos ensaios de ecotoxicidade aguda, metais, metalóides e HPA, conforme especificidade requerida.

Este fluxo inicia-se na unidade marítima de perfuração, pelo químico de fluidos, que é responsável pela amostragem, coleta, condicionamento e solicitação de desembarque da(s) amostra(s).

As informações da amostra geradas pelo químico a bordo são repassadas para o Responsável Técnico (RT) do poço, profissional em terra responsável pelo projeto de fluidos, acompanhamento da execução das operações com fluidos, suporte às atividades *off shore* e geração dos registros devidos, dentre outras atividades. No escritório, em terra, o responsável técnico do poço transcreve todas as informações recebidas das amostras para a Planilha de Controle de Amostras, indicada no item 8.3, e, a partir daí, inicia o acompanhamento do desembarque desta amostra e seu envio ao laboratório de fluidos de perfuração e completação, localizado na Estação de Fluidos em Macaé, RJ.

A amostra, assim que recebida neste laboratório, é verificada quanto a sua integridade e, em seguida, é devidamente acondicionada sob refrigeração até que seja encaminhada para o laboratório externo contratado para a realização dos ensaios devidos.

Ainda no momento do recebimento da amostra no laboratório da estação de fluidos da PETROBRAS, sua equipe registra as informações pertinentes para a rastreabilidade e acompanhamento da amostra na Planilha de Controle de Amostras. Também são registradas todas as demais informações que favorecem o acompanhamento dos prazos para recebimento dos laudos de ensaios dos laboratórios externos.

Os laboratórios externos realizam os ensaios conforme indicado pela PETROBRAS e, ao término, enviam os laudos de ensaio para a equipe de Gestão Ambiental e Laboratório do Serviço de Fluidos. Esta equipe é a responsável por receber todos os ensaios das amostras associadas ao projeto de monitoramento de fluidos e cascalhos, processar os resultados obtidos e inseri-los em planilha específica que compõe um painel para a geração automatizada do relatório do projeto (apêndice III), conforme indicado no item 10.

O relatório completo gerado é encaminhado pela equipe de Gestão Ambiental do Serviço de Fluidos para a gerência de Segurança, Saúde e Meio Ambiente (SMS) da área de Construção de Poços Marítimos. A descrição realizada aqui está ilustrada na **Figura 15**.

Para encaminhamento ao IBAMA, a equipe de SMS prepara o relatório consolidado e o envia para as áreas portadoras das licenças, considerando os respectivos processos vigentes das Áreas Geográficas. São estas áreas que inserem as informações do Projeto de Monitoramento de Fluidos e Cascalhos como um subprojeto do Projeto de Monitoramento Ambiental, PMA. O relatório do PMA, incluindo os dados do PMFC, é apresentado com a periodicidade estabelecida na licença ambiental relacionada.

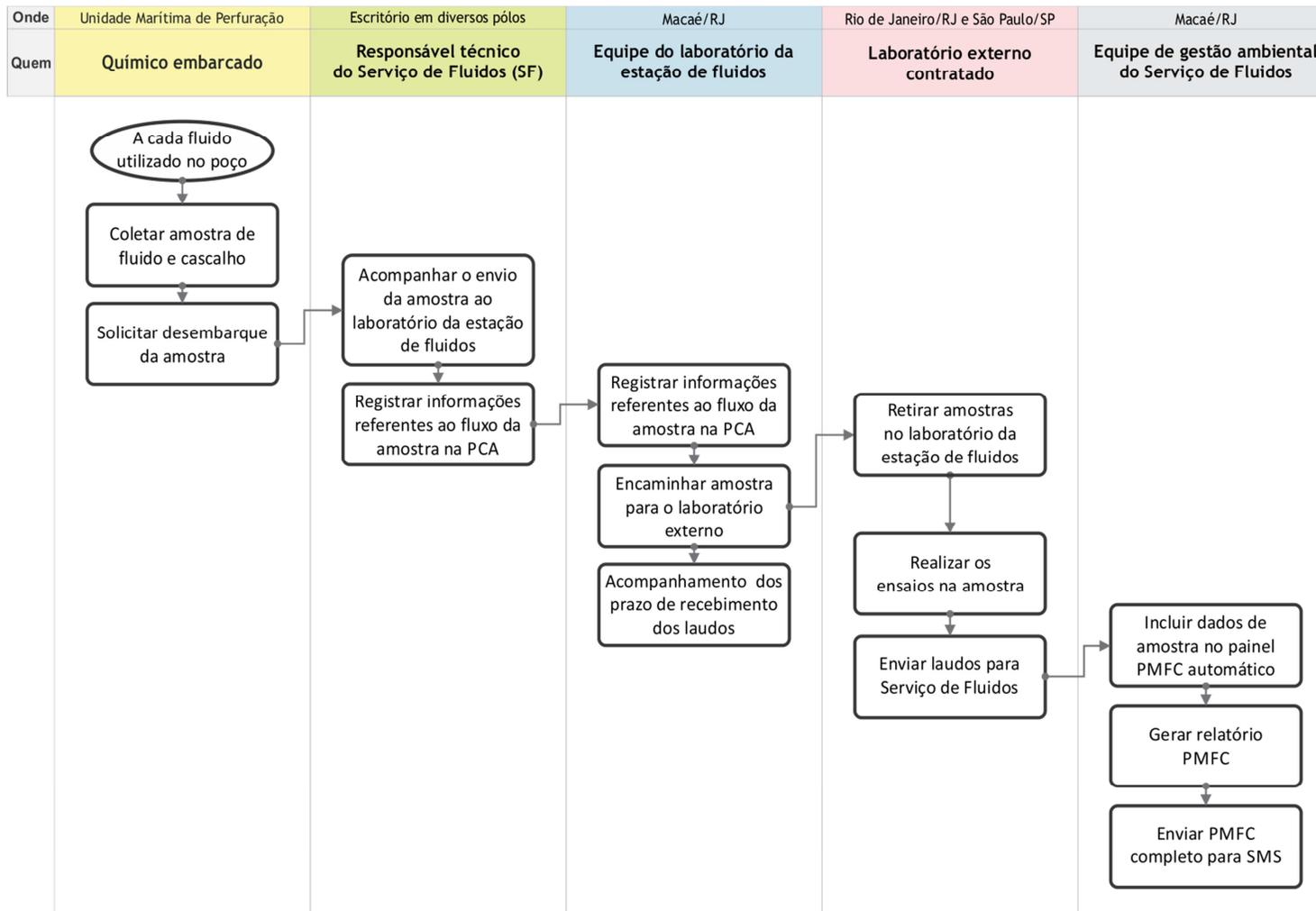


Figura 15: Macro fluxo para preenchimento da planilha de controle de amostra

## 8.2. Melhorias estabelecidas

Decorrente da busca constante por melhorias contínuas, desde o início do projeto, algumas ações foram estabelecidas no macro fluxo de atendimento ao Projeto de Monitoramento de Fluidos e Cascalho. Estas ações, de caráter preventivo ou corretivo, estão descritas a seguir:

- Otimização e automação dos fluxos de informações de amostras associadas ao Projeto de Monitoramento de Fluidos e Cascalhos. A Planilha de Controle de Amostra, descrita no **item 8.3** a seguir, é um exemplo de produto associado a estas melhorias;
- Elaboração de forma automatizada das planilhas (anexos) do Projeto de Monitoramento de Fluidos e Cascalho, evitando a transcrição de dados de resultados de amostras e demais informações de poços e amostras;
- Controle e monitoramento dos prazos intermediários e, conseqüentemente, do prazo final estabelecido para emissão do relatório semestral do Projeto de Monitoramento de Fluidos e Cascalho. De forma geral, entre a coleta de uma amostra e o processamento do(s) resultado(s) associado(s), estima-se prazo médio de 90 (noventa) dias, sem comprometer o prazo estabelecido pelos respectivos métodos para validade da amostra.
- Melhorias na infraestrutura e logística foram introduzidas, dentre elas destacam-se: readequação contratual para atendimento às novas demandas analíticas (aditamento contratual, novas licitações, plano de divulgação de demanda para fornecedores de serviços laboratoriais, ações conjuntas para desenvolvimento, adequação e validação de novas metodologias analíticas inéditas no Brasil com laboratórios prestadores de serviço, dentre outras).
- Estabelecimento de procedimentos para favorecer a logística de amostras, tanto nos modais aéreo e terrestre. Veículos exclusivos são

disponibilizados para promover o transporte terrestre de amostras a partir dos diversos ponto de desembarque;

- Frascaria específica, caixas coletoras e demais materiais para coleta de amostra vem sendo adquiridos para suprir as demandas e especificidades do Projeto.

### 8.3. Planilha de Controle de Amostras

A principal ferramenta estabelecida para controle das amostras que participam do projeto é uma planilha de uso compartilhado, denominada Planilha de Controle de Amostras (PCA). Esta planilha consolida todos os poços marítimos da PETROBRAS que estão em operações de perfuração e completação, sendo atualizada semanalmente para estas informações. Um determinado poço, uma vez inserido nesta planilha, permanece ali até que todos os resultados de amostras coletadas para o monitoramento tenham sido recebidos. Após o recebimento das amostras o poço é colocado em outra aba da planilha e, portanto, continua disponível para consulta.

O principal objetivo da ferramenta é garantir, através de controles eficazes, a rastreabilidade de todos os dados envolvidos nas amostras manuseadas, desde sua origem a bordo até a utilização dos resultados gerados nos relatórios deste projeto que são encaminhados para o Órgão Ambiental.

Apesar de compartilhada, a planilha não é manuseada pelo profissional a bordo. Este, contudo, como descrito no **item 8.1**, encaminha as informações geradas no momento da coleta da amostra para o responsável técnico que acompanha o poço em terra. A partir daí, a informação gerada é cadastrada na Planilha de Controle de Amostras.

Na

**Tabela 15**, abaixo, encontra-se um diagrama que indica a estrutura empregada na planilha de controle de amostras. Nesta planilha, as colunas podem ser agrupadas em 4 blocos básicos de informações associadas aos responsáveis pelo preenchimento, conforme visualizado a seguir:

**Tabela 15: Diagrama simplificado da Planilha de Controle de Amostras**

Bloco 1				Bloco 2				Bloco 3			
Planejamento e Controle				Responsável técnico				Laboratório			

Cada linha da planilha representa uma amostra única, que gerará um ou mais resultados, em função dos ensaios associados.

Todas as informações referentes à coleta da amostra, e que garantem sua identidade e unicidade, são as indicadas na **Figura 16**, a seguir.



**Laboratório de Tecnologia de Fluidos**  
 Av. Elias Agostinho, 665 – Imbetiba, Macaé - RJ  
 Área Amarela – Prédio 303  
 (22) 2761-6504 – (22) 2761-4942

**AMOSTRA PARA TESTES AMBIENTAIS**

**Amostra:** \_\_\_\_\_

**Momento da coleta:** \_\_\_\_\_

**Operação:** \_\_\_\_\_

**Retorno:** \_\_\_\_\_

**Plataforma:** \_\_\_\_\_

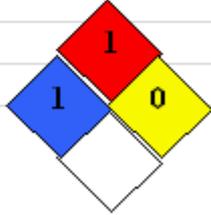
**Poço:** \_\_\_\_\_

**Fase:** \_\_\_\_\_

**Profundidade:** \_\_\_\_\_

**Data de coleta:** \_\_\_\_\_

**Responsável pela coleta:** \_\_\_\_\_



**Figura 16: Modelo de etiqueta para identificação de frascos de amostra de fluidos ou cascalho**

Para melhor compreensão da Planilha, os itens registrados em cada uma das colunas dos blocos da

**Tabela 15** estão indicados em linhas na **Tabela 16**, a seguir, bem como dados gerais do preenchimento:

Ressalta-se que, nesta planilha, a menor unidade de controle é uma amostra única enviada para a realização dos ensaios associados. Desta maneira, para um mesmo poço, haverá diversas linhas associadas às diversas amostras geradas durante sua construção, incluindo completação e o abandono, e que fazem parte do monitoramento estabelecido.

Ressalta-se que esta ferramenta está em constante melhoria e a versão aqui apresentada representa a vigente na ocasião da emissão deste documento.

**Tabela 16: Funcionalidades da Planilha de Controle de Amostras**

Bloco da informação	Detalhamento da informação	Conteúdo do preenchimento
Planejamento e Controle	Polo	Divisão por área geográfica adotada para fins operacionais da PETROBRAS (exemplo: exploratório, Libra, Macaé, Rio, Santos, Vitória, dentre outros). Não coincide, totalmente, com as áreas geográficas das grandes licenças ambientais.
	Poço	Código do poço.
	Sonda	Código da unidade marítima (ex: NS-xx, SS-yy)
	Fase	Todo poço inserido na planilha é desdobrado, automaticamente, em suas fases de construção genéricas (fases de 1 a 6), completção e abandono.
	Status do prazo da amostra	Informação preenchida automaticamente a partir dos prazos estabelecidos para cada estágio e a situação atual. Como resposta, pode indicar: <ul style="list-style-type: none"> <li>• amostra sem indicação de coleta (coleta ainda não ocorreu);</li> <li>• quantos dias a amostra coletada aguarda momento de desembarque;</li> <li>• em que aeroporto a amostra foi desembarcada e há quantos dias está lá;</li> <li>• quantos dias a amostra encontra-se no laboratório da Estação de Fluidos;</li> <li>• quantos dias a amostra foi recebida pelo laboratório externo e o prazo remanescente para emissão do laudos;</li> <li>• quantos dias após o prazo contratual (25 dias) para o recebimento do laudo do laboratório externo</li> </ul>
Responsável técnico	Fase atual	No momento do preenchimento, a fase atual é marcada com um X .
	Amostra (fluido ou cascalho)	Preenchido com o tipo da amostra coletada (ex de fluidos: convencional, SCOL, solução de NaCl, dentre outros; exemplo de cascalho: cascalho de FPBA, cascalho FPBNA secador, cascalho FPBNA centrífuga secador).
	Momento da coleta	Preenchido com “antes do uso”, “após o uso” ou não se aplica.
	Profundidade medida (m)	Profundidade medida (em metros) do poço, no momento da coleta da amostra.
	Disponibilidade do Kit de Coleta de amostra na sonda	Indica a situação do <i>kit</i> de coleta de amostra na unidade marítima, em função de sua disponibilidade total, parcial ou ausência.
	Data da Coleta da Amostra	Indica a data em que a amostra foi coletada e, em função do prazo de validade da amostra, estabelece controles
	SST de desembarque	Indica o número da Solicitação de Serviço de Transporte (SST) para o desembarque da amostra
	Data de desembarque	Indica a data que a amostra desembarcou da unidade marítima.
	Volume da Amostra (L)	Indica o volume em litros da amostra desembarcada
	Local de Desembarque	Indica o local do aeroporto do desembarque (ex: Macaé, Cabo Frio, Jacarepaguá, dentre outros)
	Responsável Técnico do SF	Nome do profissional que atua como responsável técnico no acompanhamento de poço
Observação	Qualquer informação relevante que auxilie na rastreabilidade, identificação da amostra ou que possa contribuir nas ações de controle.	
Laboratório	RT desembarque da amostra	Indica o número da Requisição de Transporte (RT) utilizada para o desembarque da amostra
	RT transporte terrestre	Indica o número da Requisição de Transporte (RT) utilizada para o transporte terrestre da amostra do local

		de desembarque até o laboratório da estação de fluidos em Macaé, RJ.
	Data de recebimento Laboratórios SF	Indica a data em que a amostra foi recebida no laboratório da estação de fluidos em Macaé.
	Data de envio para Laboratório Externo	Indica a data em que a amostra foi enviada do laboratório da estação de fluidos em Macaé para o laboratório externo contratado.
	Laboratório destino	Indica o nome do laboratório externo contratado e que realizará, diretamente ou por subcontratação, os ensaios indicados para a amostra.
	Volume de amostra enviado para o laboratório	Indica o volume, em litros, da amostra enviada para o laboratório externo.
	NF	Indica o número da nota fiscal de saída utilizada para o transporte terrestre da amostra.
	Código do laudo	Indica o número do(s) laudo(s) emitido(s) pelo laboratório externo com a análise da amostra. Cada amostra enviada para análise gera um único código unívoco para um ou mais laudos, este último em caso de mais de um ensaio por amostra.
	Comprovante de serviço	Indica o número do comprovante de serviço utilizado para fins contratuais
	Prazo de recebimento do laudo	Indica o prazo contratualmente estabelecido para o recebimento do laudo. É uma célula preenchida automaticamente e representa a data do envio para o laboratório externo + 25 dias.
	Data de recebimento do laudo de ecotoxicidade	Indica a data que efetivamente ocorreu o recebimento do laudo de ecotoxicidade, se aplicável.
	Data de recebimento do laudo de toxicidade sedimentos	Indica a data que efetivamente ocorreu o recebimento do laudo de ecotoxicidade, se aplicável.
	Data de recebimento do laudo de HPA	Indica a data que efetivamente ocorreu o recebimento do laudo de HPA, se aplicável.
	Data de recebimento do laudo de metais	Indica a data que efetivamente ocorreu o recebimento do laudo de metais, se aplicável.
	Responsável do Laboratório pelo preenchimento	Indica o nome do profissional do laboratório da estação de fluidos responsável pelo preenchimento das informações.
	Observação	Qualquer informação relevante sobre o trâmite de contratação de serviço analítico, principalmente. Muito associada a informações relevantes adicionais sobre a amostra e qualidade dos resultados.
Gestão Ambiental	CL(I)50,96h (ppm)	Resultado do ensaio de ecotoxicidade aguda, CL(I)
	Responsável pelo preenchimento	Indica o nome do profissional da equipe de gestão ambiental responsável pelo preenchimento das informações.
	Observação	Qualquer informação relevante sobre o trâmite de contratação de serviço analítico.

A seguir, na **Figura 17**, um trecho da planilha de controle de amostra empregada atualmente para o controle das amostras enviadas a laboratórios externos.

Preenchimento pelo Planejamento e Controle				Preenchimento pelo Responsável Técnico							
POLO	Poço	Sonda	Fase	STATUS DO PRAZO DA AMOSTRA	Fase Atual	AMOSTRA (FLUIDO ou CASCALHO)	MOMENTO DA COLETA	Profundidade medida (m)	Disponibilidade do Kit de Coleta de amostra sonda	Data da Coleta da Amostra	SST de desembarque
BS	7-SPH-20D-SPS	NS-30	Completação	Amostra chegou ao Laboratório SF há 10 dias. Ainda não encaminhada ao Lab. Externo	X	Viscoso com goma xantana	Antes do uso	NSA	PARCIAL	11/02/2016	SST 735
BS	7-SPH-20D-SPS	NS-30	Completação	Amostra chegou ao Laboratório SF há 10 dias. Ainda não encaminhada ao Lab. Externo	X	Fluido com inibidor de corrosão	Antes do uso	NSA	PARCIAL	11/02/2016	SST 735
BS	7-LL-80DB-RJS	NS-45	Abandono	Amostra chegou ao Laboratório SF há 7 dias. Ainda não encaminhada ao Lab. Externo		Fluido com inibidor de corrosão	Antes do uso	5099	TOTAL	08/02/2016	1212
BS	7-LL-80DB-RJS	NS-45	Abandono	Amostra chegou ao Laboratório SF há 7 dias. Ainda não encaminhada ao Lab. Externo		Fluido com inibidor de corrosão	Após o uso	5099	TOTAL	08/02/2016	1212
BS	8-LL-87D-RJS	SS-77	4	Amostra chegou ao Laboratório SF há 1 dias. Ainda não encaminhada ao Lab. Externo		SCOL	Após o uso	5268	Total	22/10/2016	1276
BS	8-LL-87D-RJS	SS-77	COMPLETAÇÃO	Amostra chegou ao Laboratório SF há 1 dias. Ainda não encaminhada ao Lab. Externo	X	Solução de NaCl	Antes do uso	NA	total	03/03/2016	1276
BS	8-LL-87D-RJS	SS-77	COMPLETAÇÃO	Amostra chegou ao Laboratório SF há 1 dias. Ainda não encaminhada ao Lab. Externo	X	Solução de NaCl	Após o uso	NA	total	03/03/2016	1276
BS	8-LL-87D-RJS	SS-77	COMPLETAÇÃO	Amostra chegou ao Laboratório SF há 1 dias. Ainda não encaminhada ao Lab. Externo	X	Fluido com inibidor de corrosão	Antes do uso	NA	total	03/03/2016	1276
BS	8-LL-87D-RJS	SS-77	COMPLETAÇÃO	Amostra chegou ao Laboratório SF há 1 dias. Ainda não encaminhada ao Lab. Externo	X	Fluido com inibidor de corrosão	Após o uso	NA	total	03/03/2016	1276
BS	9-BUZ-4-RJS	NS-29	COMPLETAÇÃO	Amostra chegou ao Laboratório SF há 10 dias. Ainda não encaminhada ao Lab. Externo	X	Solução salina de cloreto de cálcio	Antes do uso	Tanque	TOTAL	07/02/2016	1057/2016
BS	9-BUZ-4-RJS	NS-29	COMPLETAÇÃO	Amostra chegou ao Laboratório SF há 10 dias. Ainda não encaminhada ao Lab. Externo	X	Fluido com inibidor de corrosão	Antes do uso	Tanque	TOTAL	16/02/2016	1057/2016
BS	9-BUZ-4-RJS	NS-29	COMPLETAÇÃO	Amostra chegou ao Laboratório SF há 10 dias. Ainda não encaminhada ao Lab. Externo	X	Viscoso com goma xantana	Antes do uso	Tanque	TOTAL	16/02/2016	1057/2016
BS	9-BUZ-4-RJS	NS-29	COMPLETAÇÃO	Amostra chegou ao Laboratório SF há 10 dias. Ainda não encaminhada ao Lab. Externo	X	BR-CARB	Antes do uso	Tanque	TOTAL	10/02/2016	1057/2016
BS	9-BUZ-4-RJS	NS-29	COMPLETAÇÃO	Amostra chegou ao Laboratório SF há 10 dias. Ainda não encaminhada ao Lab. Externo	X	Solução salina de cloreto de sódio	Antes do uso	Tanque	TOTAL	07/02/2016	1057/2016
BS	9-BUZ-4-RJS	NS-29	COMPLETAÇÃO	Amostra chegou ao Laboratório SF há 10 dias. Ainda não encaminhada ao Lab. Externo	X	Solução salina de cloreto de sódio	Após o uso	Tanque	TOTAL	16/02/2016	1057/2016
BS	9-BUZ-4-RJS	NS-29	COMPLETAÇÃO	Amostra chegou ao Laboratório SF há 10 dias. Ainda não encaminhada ao Lab. Externo	X	Solução salina de cloreto de cálcio	Após o uso	Tanque	TOTAL	07/02/2016	1057/2016
BS	7-LL-58-RJS	NS-40	Abandono	Amostra desembarcada em CABO FRIO há 1 dias	X	Fluido com inibidor de corrosão	Antes do uso	NA	TOTAL	05/03/2016	SST 1338/2016
BS	7-LL-91-RJS	NS-39	3	Amostra chegou ao Laboratório SF há 7 dias. Ainda não encaminhada ao Lab. Externo		Cascalho FBA	Antes do uso	4810	TOTAL	08/02/2016	1233/2016
BS	7-LL-91-RJS	NS-39	COMPLETAÇÃO	Amostra chegou ao Laboratório SF há 7 dias. Ainda não encaminhada ao Lab. Externo		Solução de NaCl	Antes do uso	NA	TOTAL	08/03/2016	1233/2016
BS	7-LL-91-RJS	NS-39	COMPLETAÇÃO	Amostra chegou ao Laboratório SF há 7 dias. Ainda não encaminhada ao Lab. Externo		Fluido com inibidor de corrosão	Antes do uso	NA	TOTAL	08/03/2016	1233/2016
BS	7-LL-91-RJS	NS-39	COMPLETAÇÃO	Amostra chegou ao Laboratório SF há 7 dias. Ainda não encaminhada ao Lab. Externo		Viscoso com goma xantana	Antes do uso	NA	TOTAL	08/03/2016	1233/2016
RIO	7-RO-162HP-RJS	SS-79	COMPLETAÇÃO	Amostra desembarcada em Macaé há 3 dias		Solução de NaCl	Antes do uso	4573	sim	07/03/2016	1297

Figura 17: Trecho da Planilha de Controle de Amostras

Com o emprego desta ferramenta, todas as equipes envolvidas nas diversas etapas deste processo podem acessar, simultaneamente, informações precisas e atualizadas sobre o estágio do processamento de uma amostra e, se necessário, deliberar ações eficazes para a garantia do sucesso dos requisitos do projeto.

## 9. ASPECTOS DO MONITORAMENTO ASSOCIADOS À DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E EFLUENTES LÍQUIDOS

### 9.1. Classificação dos resíduos e efluentes gerados associados

Cascalhos, fluidos de perfuração, fluidos complementares e demais resíduos resultante da atividade de construção de poços que não atendam as condições estabelecidas pelo PAR TEC 368/15 para descarte no mar são recolhidos, armazenados adequadamente e enviados a terra para subseqüente tratamento e/ou disposição final por empresa especializada e licenciada, nos termos da legislação pertinente.

Para dar suporte a este procedimento, a gestão dos resíduos sólidos e líquidos da atividade de construção de poços marítimos da Petrobras é regida por um *software* de gerenciamento denominado SIGRE, Sistema de Gestão de Resíduos do E&P, que permite o cadastro e rastreamento dos resíduos desde a sua geração até a sua disposição final.

De modo geral, os cascalhos enviados para a destinação final em terra tendem a ser classificados pela ABNT NBR 10.004 como resíduo classe I (perigoso) ou como resíduo classe II A (não perigoso, não inerte). Resíduos contaminados com óleo em geral (seja da formação, seja da operação) são classificados como resíduo classe I (perigoso).

Na **Tabela 17**, a seguir, seguem os resíduos/efluentes associados à construção de poços marítimos que estão na abrangência deste Projeto, bem como suas classificações, como indicados no sistema SIGRE. Os demais resíduos oriundos das atividades de perfuração e completação de poços estão sendo reportados no Projeto de Controle da Poluição (PCP).

**Tabela 17: Resíduos gerados nas atividades de Construção de Poços Marítimos**

<b>Grupo</b>	<b>Tipos de resíduos</b>	<b>Classificação</b>
Cascalho de Perfuração	Cascalho com FPBA aderido	Classe IIA – Não inerte
	Cascalho com FPBNA aderido	Classe IIA – Não inerte
	Cascalho contaminado com óleo da formação	Classe I - Perigoso
Resíduo de Cimentação	Pasta de cimento	Classe IIA – Não inerte
	Água de lavagem*	-
	Água de mistura*	-
	Cimento sólido	Classe IIA – Não inerte
Resíduo de Fluido aquoso	Fluido de Perfuração - FPBA	Classe IIA – Não inerte
	Fluido de Completação - FCBA	Classe IIA – Não inerte
	Colchão*	-
	Tampão	Classe IIA – Não inerte
	FPBA contaminado com óleo da formação	Classe I - Perigoso
	FCBA contaminado com óleo da formação	Classe I - Perigoso
Resíduo de Fluido não aquoso	Fluido de Perfuração - FPBNA	Classe IIA – Não inerte
	Fluido de completação - FCBNA	Classe IIA – Não inerte
	FPBNA contaminado com óleo da formação	Classe I - Perigoso
	FCBNA Contaminado com óleo da formação	Classe I - Perigoso
Outros	Resíduos de operações com fluido – água do mar ou salmoura contaminada com FPBNA ou FCBNA	Classe IIA – Não inerte

\*Água de mistura, colchoes e água de lavagem são tratados, exclusivamente, em estações de tratamento de efluentes por isso entende-se não ser aplicável a classificação segundo a NBR10004.

Para todas as atividades marítimas de construção de poços licenciadas, os procedimentos de coleta, acondicionamento, transporte, armazenamento temporário, tratamento e/ou disposição final são realizados conforme procedimentos internos da empresa e normas aplicáveis. As informações de transporte, tratamento e disposição final serão informadas nos relatórios dos Projetos de Monitoramento Ambiental de cada área geográfica.

## **9.2. Boas práticas no Gerenciamento de Resíduos das atividades de Construção de Poços Marítimos**

A fim de minimizar a poluição gerada pelos resíduos sólidos e líquidos, que são passíveis ou não de descarte em águas marinhas, a Petrobras vem empenhando-se na alteração de procedimentos operacionais e adotando boas práticas que visam favorecer sua operação de forma mais sustentável, responsável e com o compromisso de prevenção à poluição.

Como exemplo destas práticas, citam-se algumas iniciativas associadas às alterações operacionais, substituição de materiais, conservação de recursos hídricos e insumos. Dentre estas ações, relatam-se as seguintes:

### **9.2.1. Reúso de FPBNA**

A prática operacional de reutilização continuada do fluido de perfuração de base não aquosa, seguido de tratamento específico prévio a cada utilização, favorece a uma série de benefícios ambientais, diretos ou indiretos, a saber:

- reutilização de insumos empregados na fabricação dos fluidos frente ao emprego de novos produtos químicos;
- diminuição do impacto associado ao tratamento e/ou disposição final adequados do fluido já utilizado, atendendo à hierarquização desejada no gerenciamento de resíduos;
- eliminação da geração de outros resíduos que estariam associados ao processo de lavagem de tanques das embarcações que transportariam estes resíduos para disposição final;
- diminuição da pressão sobre a logística de transporte marítima e terrestre, minimizando a emissão de gases geradores de efeito estufa, a geração de resíduos sólidos e efluentes líquidos.

### 9.2.2. Operação de cimentação

Recentemente, nas unidades de perfuração de gerações mais modernas, é possível que o preparo da água de mistura da pasta de cimento seja realizado em equipamentos específicos da cimentação, como o tanque pré-mistura (*batch mixer*) e o sistema dosador de aditivos líquidos (*L.A.S.*, sigla em inglês).

O emprego destes equipamentos, nas unidades marítimas em que estão instalados, favorece a minimização dos resíduos gerados no processo de cimentação. A principal característica destes equipamentos é a não geração de “volume morto”, fonte da geração de resíduos quando do emprego dos tanques convencionais da unidade marítima. Desta forma, isto representa uma boa prática de redução de resíduos em sua fonte geradora.

Além disto, outras práticas vêm sendo empregadas nas operações de cimentação, principalmente quando da indisponibilidade de tais equipamentos. Estas práticas, em geral, visam minimizar a geração de resíduos, na impossibilidade de evitá-los. Dentre elas, destacam-se:

- a seleção de tanques da unidade marítima que gerem o menor volume morto para o preparo dos fluidos da cimentação (colchões lavadores contendo surfactantes, colchões espaçadores e água de mistura da pasta);
- o bombeio do tanque da unidade marítima para o poço do máximo volume preparado de colchões lavadores, colchões espaçadores e água de mistura da pasta de cimento;
- a utilização do remanescente de água de mistura da pasta de cimento das fases iniciais no fluido de perfuração de base aquosa, como insumo para sua fabricação, desde que esta operação não acarrete alteração das características técnicas do fluido, necessárias para a perfuração adequada do poço. Ressalta-se que o remanescente de água de mistura da pasta de cimento empregada nas fases iniciais (cimentação do revestimento condutor e de superfície) é constituído por produtos

reconhecidamente de baixa toxicidade, tais como cloreto de cálcio, bentonita e silicato de sódio, todos integrantes da lista PLONOR.

### **9.2.3. Controle de sólidos da perfuração**

Durante a operação de perfuração, o controle de incorporação de sólidos nos fluidos de perfuração já é uma estratégia empregada e fortemente estabelecida como requisito da operação com fluidos.

Basicamente, consiste no emprego adequado e otimizado de equipamentos de controle de sólidos, tais como peneira vibratória, dessiltador, desareizador e centrífugas, operando com o maior desempenho possível. Com isto, obtém-se a máxima remoção dos sólidos provenientes da perfuração das rochas e, conseqüentemente, a mínima incorporação de sólidos no fluido, ao longo da perfuração.

Com esta prática, minimiza-se a necessidade de diluição do fluido para ajuste de suas propriedades, o que favorece a manutenção estável do volume de fluido de perfuração.

Apesar do controle de sólidos da perfuração proporcionar um leve aumento na geração de resíduos sólidos, esta prática tem seu principal mérito na diminuição substancial dos resíduos líquidos de fluidos de perfuração, sendo, por isto, considerada uma boa prática de gestão.

### **9.2.4. Redução do Teor de Base Orgânica associada ao cascalho**

Atualmente, a Petrobras emprega em suas operações com fluido de perfuração de base não aquosa o procedimento de secagem dos cascalhos com Sistema Secador de Cascalho. Com adoção de práticas que garantam a otimização da eficácia deste equipamento e com o controle de vazão adequado, o cascalho processado por esta tecnologia vem sendo descartado no mar com teor médio de base orgânica aderida por poço em torno de 3,5 a 5,0% m/m.

A fim de minimizar o impacto causado pelo descarte de cascalho associado com FPBNA, a Petrobras vem continuamente investindo esforços e recursos em pesquisa de tecnologias e procedimentos que reduzam ainda mais o teor de base orgânica aderida ao cascalho descartado. Estas ações estão associadas à melhoria do desempenho dos equipamentos e/ou pela substituição dos já empregados.

#### **9.2.5. Ações continuadas de treinamentos e educação ambiental**

Os diversos treinamentos operacionais aplicados aos trabalhadores envolvidos nas atividades de construção de poços marítimos visam o cumprimento dos procedimentos e a segurança operacional, o que contribui para a melhoria do desempenho ambiental. Alguns exemplos de treinamentos podem ser citados:

- ciclo de pré-embarque das equipes *off-shore*;
- treinamento de SMS com foco nas atividades de construção e manutenção de poços marítimos;
- Treinamento em padrões operacionais específicos;
- Diversos treinamentos corporativos, como os seguintes:
  - ✓ Curso de controle de sólidos;
  - ✓ Aspectos e Impactos ambientais nas atividades do E&P;
  - ✓ Gerenciamento de resíduos do E&P;
  - ✓ Disciplinas de caráter ambiental para os cursos de formação de Químico de Petróleo, Engenheiro de Petróleo, Especialista Projetista de Perfuração, Especialista Projetista de Completação, dentre outros.
  - ✓ Diálogo diário de SMS e
  - ✓ Segurança 10!

O Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores (PEAT), aplicado aos trabalhadores próprios e contratados, tem a função de disseminar, continuamente, a importância da minimização da poluição e da gestão ambiental como fator integrante da atividade. As reuniões educativas abordam diversos temas ambientais associados à construção de poços marítimos, de forma didática e participativa para os trabalhadores.

## 10. EMISSÕES DE RESULTADOS

Os resultados do PMFC são encaminhados em relatórios específicos, no formato de subprojeto do Projeto de Monitoramento Ambiental, sendo apresentados com a periodicidade estabelecida em cada processo de licenciamento. Estes são registrados conforme os apêndices indicados pelo PAR TEC000368/2015 e indicados na

**Tabela 18** a seguir:

**Tabela 18: Relação dos apêndices de emissão de resultados**

Anexo	Nome da planilha	Conteúdo da planilha
Apêndice II	Dados do Processo Administrativo de fluidos	Concentração de metais e metaloides na baritina
		Concentração de HPA's na base orgânica
		Resultado da biodegradabilidade anaeróbica da base orgânica
		Resultado da bioacumulação da base orgânica
		Resultado da toxicidade aguda no sedimento da base orgânica
Apêndice III	Dados de monitoramento de fluidos	<i>Do fluido:</i> concentração de metais, metaloides, HPA, toxicidade aguda (batelada e/ou pré-descarte), presença de óleo, propriedades físico-químicas, vazão de descarte, composição qualitativa prévia, aditivação e eventuais observações por fase.
		Volume de fluido estimado e descartado por poço.
		<i>Por fase e o total por poço:</i> massa total de metais, metaloides e HPA lançada no mar pelo descarte dos fluidos.
		<i>Do cascalho:</i> concentração de metais, metaloides, HPA, teor de base orgânica aderida por fase e por poço, volume de base lançada associada ao cascalho descartado no mar, ensaio para verificação da presença de óleo livre.
		Volume de cascalho estimado, descartado, injetado ou destinado a terra por poço construído.
Apêndice III (continuação)	Dados de monitoramento de fluidos	<i>Por fase e o total por poço:</i> massa total de metais, metaloides e HPA lançada no mar pelo descarte do cascalho. Teor de base orgânica aderida, volume de base lançada associada ao cascalho descartado no mar
Apêndice IV	Planilha de Volumetria de fluidos	Volumetria de cascalho por fase, com o gerado e o descartado no mar

	e Cascalhos	Volume do fluido de perfuração descartado no mar diretamente
		Volume do fluido de perfuração descartado no mar aderido ao cascalho
		Volumetria dos fluidos complementares por fase com a forma de destinação
		Volumetria de pastas de cimento por fase com a forma de destinação
Apêndice V	Informações sobre disposição final	Quantidade de cada resíduo que fora encaminhado para destinação final/tratamento em terra com indicação do tipo de destinação
		Indicação da quantidade de resíduo armazenado e ainda não tratado no período aquisitivo do relatório
		Locais de desembarque dos resíduos gerados e alguns dados associados
		Empresas que participaram das etapas de transporte e destinação dos resíduos

## 11. REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

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

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15469:2007**. Preservação e preparo de amostras. Rio de Janeiro, 2007.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15638:2016**. Ecotoxicidade Aquática – Toxicidade Aguda – Método de ensaio com anfípodos marinhos e estuarinos em sedimentos. Rio de Janeiro, 2016.

ASTM. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM STANDARD GUIDE E 1367-92 (ASTM 1997)**. *Standard Test Method for Measuring the Toxicity of Sediment Associated Contaminants with Estuarine and Marine Invertebrates*.

EPA. U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **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 . **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*

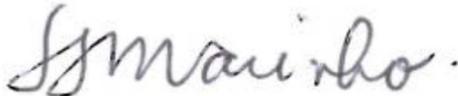
---

*EPA. U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **EPA METHOD 1654, revision A.** PAH Content of Oil by HPLC/UV.*

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

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

## 12. RESPONSÁVEIS

<b>Profissional</b>	Elaine Martins Lopes
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	CREA MG 84808
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	1891933
<b>Assinatura</b>	 Elaine Martins Lopes Matricula 9727198 Coordenadora E&P-CPM/SMS
<b>Profissional</b>	Átila Fernando Lima Aragão
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	CRQ 03417996
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	5489310
<b>Assinatura</b>	
<b>Profissional</b>	Leonardo de Souza Marinho
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	CRQ RJ/ES 03212587
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	5849404
<b>Assinatura</b>	

## 13. ANEXOS

**Tabela 19:** Tabela resumo das análises do monitoramento por compartimento analisado (momentos prévio ao uso e pré-descarte)

**Tabela 20:** Requisitos do monitoramento de fluidos e cascalhos por parâmetro

**Tabela 21:** Métodos para atendimento ao Projeto de Monitoramento de Fluidos e Cascalhos

**Tabela 19: Tabela resumo das análises do monitoramento por compartimento analisado (momentos prévio ao uso e pré-descarte)**

Operação com	Compartimento (tipo da amostra)	Ponto de Coleta	Base Orgânica aderida	Prop. Físico-químicas	Toxicidade aguda	Iridesência Estática	Deteção de Hidrocarbonetos (RPE)	HPA	Metais e metalóides	Vazão descarte	Ecotoxicidade em sedimento (96h)
Fluido de perfuração de base aquosa (FPBA)	Cascalho	Saída das peneiras vibratórias + saída do desareizador e dessiltador	---	---	---	X	---	X	X	X	---
		Saída da Centrífuga (quando utilizada)	---	---	---	X	---	(obs 1)	(obs 1)	X	---
	Fluido	Tanque ativo do sistema (momento prévio ao uso em fase sem retorno)	---	---	X	---	---	---	---	---	---
		Saída das peneiras (momento pré-descarte)	---	X	X	X	---	X	X	X	---
Fluido de perfuração de base não aquosa (FPBNA)	Cascalho	Ponto A: saída do sistema secadora de cascalho (SSC)	X	---	---	X	---	X	X	X	---
		Ponto B: saída da centrífuga do SSC	X	---	---	X	---	(obs 1)	(obs 1)	X	---
	Fluido	Saída das peneiras (momento pós-uso)	---	X	X	---	X	---	---	---	X
Fluido de Complementar de base aquosa (FCBA)	Fluido	Tanque de preparo (momento prévio ao uso)	---	---	X (obs 2)	---	---	---	---	---	---
		Ponto de descarte (momento pré-descarte)	---	X	X (obs 3)	X	---	X	X	X	---
	Cascalho	Não é gerado	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

**Legenda:**

- X Ensaio realizado
- Ensaio não realizado para a amostra
- NA Não se aplica

---

**Observações:**

**Obs 1:** amostra composta a partir de amostras coletadas nos pontos indicados, quando aplicável;

**Obs 2:** possibilidade de realizar ensaios em fluidos formulados sem a presença de alguns sais, tais como indicados no projeto;

**Obs 3:** ensaio não realizado para os FCBA cujos ensaios de ecotoxicidade no momento prévio ao uso tenha sido realizado com amostra de fluido preparado na ausência dos sais indicados no projeto.

**Propriedades físico-químicas:** densidade, salinidade, pH e temperatura.

Tabela 20: Requisitos do monitoramento de fluidos e cascalhos por parâmetro

Parâmetros	Compartimento (tipo da amostra)	Frequência	Metodologia recomendada	Limites estabelecidos para descarte	Registro	
Propriedades Físico-Químicas	Densidade	FPBA, FPBNA e FCBA	No mínimo uma amostra coletada ao fim de cada fase, momento pré-descarte	-	-	Laudo ou Registro assinado
	Salinidade	FPBA, FPBNA e FCBA	No mínimo uma amostra coletada ao fim de cada fase, momento pré-descarte	-	-	Laudo ou Registro assinado
	pH	FPBA, FCBA	No mínimo uma amostra coletada ao fim de cada fase, momento pré-descarte	-	-	Laudo ou Registro assinado
	Temperatura	FPBA, FPBNA e FCBA	No mínimo uma amostra coletada ao fim de cada fase, momento pré-descarte	-	-	Laudo ou Registro assinado
Ecotoxicidade aguda	FPBA, FPBNA, FCBA	No mínimo duas amostras coletadas, uma do momento prévio ao uso e outra em momento pré-descarte	ABNT NBR 15308 e ABNT NBR 15469	CL <sub>50-96h</sub> ≥ 30.000 ppm da FPS	Laudo analítico assinado	
Iridescência Estática	FPBA + cascalho, FCBA, cascalho + FPBNA	Diariamente quando se atingir a fase do reservatório e uma vez em momento pré-descarte	EPA 1617	Ausência de iridescência	Laudo ou Registro assinado	
Deteção de Hidrocarbonetos (RPE)	FPBNA	Diariamente quando se atingir a fase do reservatório, para controle de descarte de cascalho.	EPA 1670 - O resultado poderá ser confirmado por CG/EM – EPA 1655	Negativo	Laudo ou Registro assinado	
Deteção de Hidrocarbonetos (RPE)	FPBNA estocados nas embarcações fluideiras	Em cada envio de FPBNA da unidade marítima de perfuração para a embarcação fluideira e sempre que solicitado pelo IBAMA	EPA 1670 O resultado poderá ser confirmado por Cromatografia Gasosa/Espectrofotometria de Massa (CG/EM –	Negativo	Laudo ou Registro assinado	

Teor de base orgânica aderida ao cascalho	cascalho de FPBNA	A cada 200m perfurados, ou no mínimo de 1 e no máximo de 3 vezes por dia	EPA 1655) EPA 1674 (Teste de Retorta de Massa)	6,9% ou 9,4% m/m	Laudo ou Registro assinado
Metais (As, Al, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Si, V e Zn)	FPBA, FCBA, cascalho + FPBA e cascalho + FPBNA	No mínimo uma amostra coletada ao fim de cada fase, momento pré-descarte	EPA 7471B (para Hg)  EPA 3052 e EPA 6010C (para os outros metais)	-	Laudo analítico assinado
Vazão de descarte	FPBA + cascalho	Diariamente quando houver descarte deste tipo	-	159m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> (1.000 bbl.h <sup>-1</sup> )	Planilha de controle de descarte
	FCBA	Diariamente quando houver descarte deste tipo	-	31,8m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> (200 m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> )	Planilha de controle de descarte
Concentração de Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA-16 prioritários)	FPBA Cascalho + FPBA, FCBA e cascalho + FPBNA	No mínimo uma amostra coletada ao fim de cada fase, momento pré-descarte.	EPA 8270C	< 10 ppm	Laudo analítico assinado
Ecotoxicidade em Sedimento (96h)	FPBNA	No mínimo uma amostra coletada ao fim de cada fase, momento pré-descarte.	EPA 1644	Igual ou menos tóxico que o padrão de fluido de perfuração de base olefina (C16-C18)	Laudo analítico assinado

**Tabela 21: Métodos para atendimento ao Projeto de Monitoramento de Fluidos e Cascalhos**

Compartimento (tipo da amostra)	Ensaio	Método recomendado
Fluido de perfuração e complementares <i>requisitos para uso</i>	Toxicidade aguda, CL <sub>50,96h</sub> da FPS	ABNT NBR 15308 (método de ensaio) ABNT NBR 15469 (preparo da amostra)
Fluido de perfuração e complementares base água: <i>requisitos para descarte</i>	Toxicidade aguda, CL <sub>50,96h</sub> da FPS	ABNT NBR 15308 (método de ensaio) ABNT NBR 15469 (preparo da amostra)
	Óleo livre	EPA 1617 (Teste de iridescência Estática)
	Metais e metalóides	EPA 7471B (para Hg) EPA 3052 e EPA 6010C (para os outros metais)
	HPA (16 prioritários)	EPA 8270C
Cascalho associado ao fluido de perfuração base água: <i>requisitos para descarte</i>	Óleo livre	EPA 1617 (Teste de iridescência Estática)
	Metais e metalóides	EPA 7471B (para Hg) EPA 3052 e EPA 6010C (para os outros metais)
	HPA (16 prioritários)	EPA 8270C
Fluido de perfuração base não aquosa: <i>requisitos para descarte do cascalho</i>	Óleo da formação (também aplicável para a determinação no FPBNA estocados nas embarcações fluideira)	EPA 1670 (RPE: Extração em fase reversa) O qual pode ser confirmado por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa, método EPA 1655
	Toxicidade aguda, CL <sub>50,96h</sub> da FPS	ABNT NBR 15308 (método de ensaio) ABNT NBR 15469 (preparo da amostra)
	Ecotoxicidade em Sedimento (96h)	EPA 1644 (método de ensaio) EPA 1646 (procedimento contaminação do sedimento)
Cascalho associado ao fluido de perfuração base não aquosa: <i>requisitos para descarte do cascalho</i>	Óleo livre	EPA 1617 (Teste de iridescência Estática)
	Base Orgânica aderida	EPA 1674 (Teste de retorta de massa)
	Metais e metalóides	EPA 7471B (para Hg) EPA 3052 e EPA 6010C (para os outros metais)
	HPA	EPA 8270C
Baritina <i>limitação de estoque</i>	Cádmio	EPA 3050 B (Digestão ácida da amostra) EPA 6010 C (Determinação analítica)
	Mercúrio	EPA 7471B

	Demais metais e metaloides	<i>EPA 3052 (Digestão ácida da amostra)</i> <i>EPA 6010 C (Determinação analítica)</i>
Base Orgânica: <i>limitação de estoque</i>	Toxicidade do sedimento com base orgânica (teste 10 dias)	<i>EPA 1644 (método de ensaio)</i> <i>EPA 1646 (procedimento contaminação do sedimento)</i>
	HPA	<i>EPA 1654A</i>
	Biodegradabilidade anaeróbico	<i>EPA 1647</i>
	Bioacumulação	Por meio do coeficiente de partição octanol-água, devidamente justificado e fundamentado a escolha da metodologia.