

Anexo II.9.1.7.4-1- Projeto de Monitoramento da Amostras de Cascalho

Fluxogramas com descrição das etapas do Sistema do Fluido de Perfuração de Base Aquosa, Base Não Aquosa e Complementares a serem descartados, com indicação dos pontos de coleta de fluidos e sólidos para análises de monitoramento.

Um sistema de fluido de perfuração é um macro sistema que consiste em uma série de operações individuais. O objetivo principal é a circulação do fluido no circuito poço-superfície-poço, além de operações de tratamentos do fluido retornado do poço para a retirada de sólidos, garantindo o seu reuso continuado durante a perfuração.

A principal operação deste sistema é a separação de sólidos. Em unidades marítimas, o sistema de separação de sólidos é constituído, basicamente, por peneiras, desareiator, dessiltador e centrífuga.

Além dos equipamentos separadores de sólidos citados acima, caso seja necessária a utilização de fluido de base não aquosa, mesmo não sendo considerado um equipamento separador de sólidos, é prevista a instalação de um secador de cascalho para o enquadramento do teor de base orgânica do resíduo às exigências ambientais.

O fluido de perfuração a ser tratado retorna do poço, através do espaço anular entre a coluna de perfuração e o revestimento e, antes de chegar aos tanques da unidade marítima, passa por uma bateria de peneiras, que têm a função de separar o fluido da fração de sólidos mais grosseiros.

No caso de utilização de fluido base aquosa, o cascalho separado será direcionado para descarte no mar.

Caso o fluido retornado do poço esteja impregnado com gás, este é direcionado para um desgaseificador; caso contrário segue para um tanque, de onde é succionado para uma unidade desareiatora, formada por hidrociclones, onde o fluido é separado da fração de areia que é descartada no mar.

O fluido segue, então, para outro tanque, de onde é succionado para o dessiltador, também composto por hidrociclones, onde é separado da fração silte.

O silte segue para descarte e o fluido passa a outro tanque, de onde é succionado para uma centrífuga, onde é separado das partículas mais finas. O silte fino é descartado e o fluido segue para um sistema de tanques, onde é tratado quimicamente, reconicionado e bombeado de volta ao poço.

Caso o fluido utilizado seja de base não aquosa, cascalho e sólidos provenientes do dessiltador e desareiator são encaminhados para o secador de cascalho, onde parte do fluido aderido ao mesmo é recuperada e os sólidos descartados no mar, caso o teor em peso de fluido base aderido ao cascalho seja inferior ao estabelecido pelo órgão ambiental.

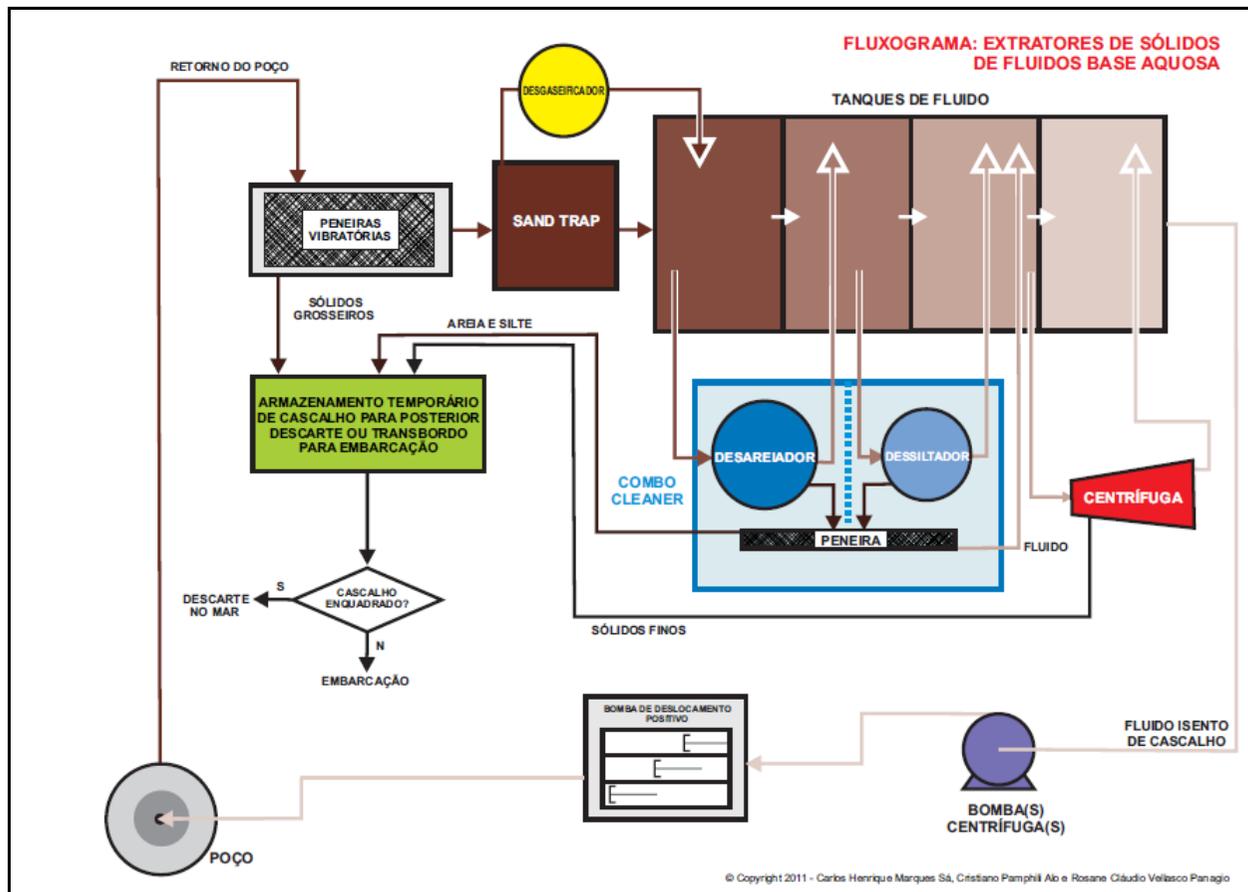
Para o fluido de perfuração de base não aquosa, a extração dos sólidos é realizada pelos mesmos equipamentos de separação do fluido de base aquosa (peneira, desareiator, dessiltador e centrífuga).

A unidade marítima de perfuração é equipada com sistema projetado para garantir o atendimento aos limites estabelecidos pelo órgão ambiental quanto aos teores de base orgânica do fluido aderido ao cascalho, por peso de cascalho úmido: (i) inferiores a 6,9% para base hidrocarbônica e (ii) inferiores a 9,4% para bases ésteres, éteres e acetais.

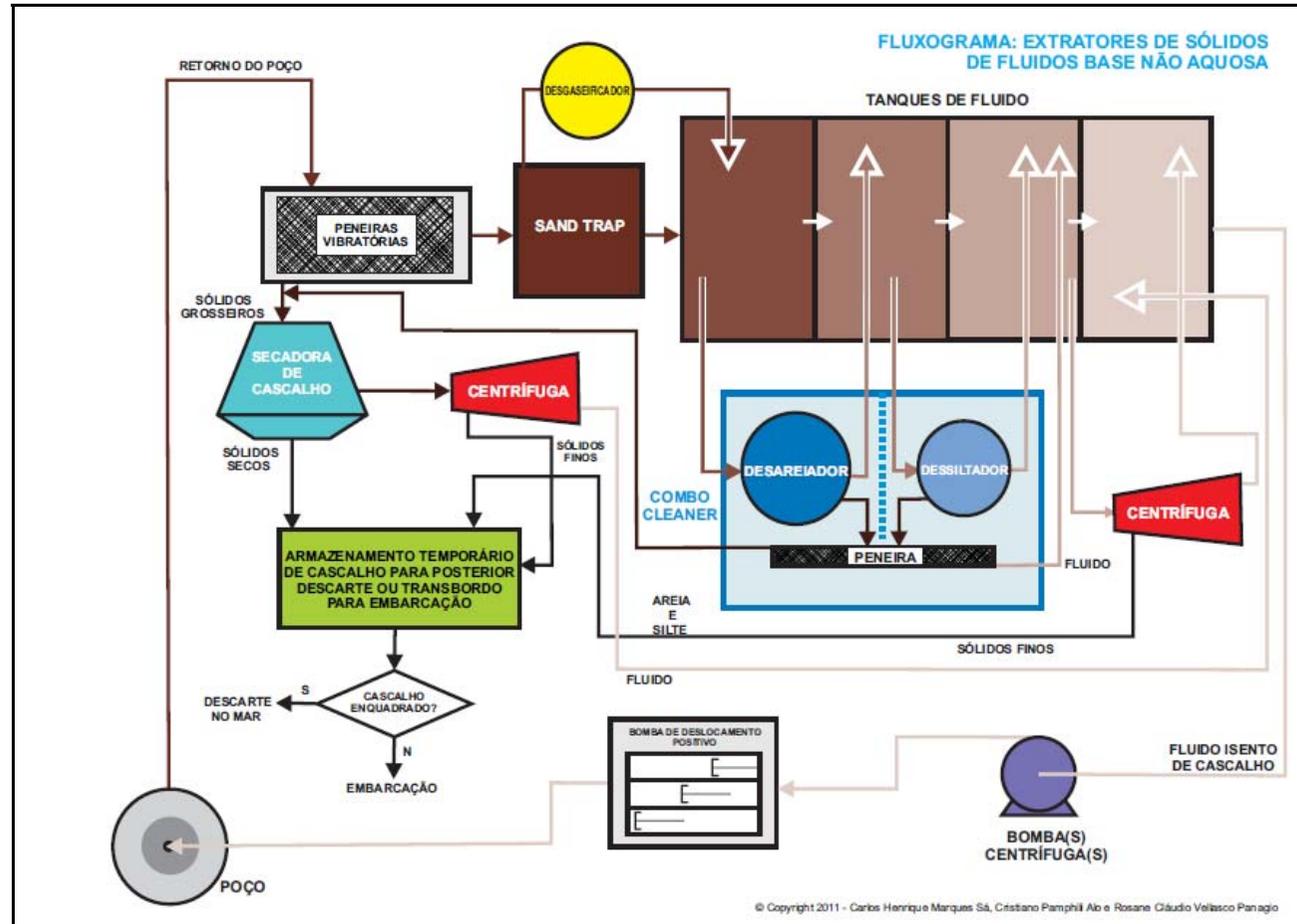
Os pontos de coleta de fluidos e sólidos para análises de monitoramento são indicados conforme segue:

Tipo de Fluido	Amostra	Ponto de Coleta
Fluido de base aquosa	Cascalho	Saída das peneiras vibratórias
	Fluido	Tanque ativo do sistema
Fluido de base não aquosa	Cascalho	Saída da centrífuga do sistema
		Saída do Sistema do Secador de Cascalho
	Fluido	Tanque ativo do sistema

Os fluxogramas apresentados a seguir se referem aos fluidos de perfuração e complementares de base aquosa e de base não aquosa, respectivamente.



Fluxograma referentes aos Extratores de Sólidos de Fluidos Base Aquosa



Fluxograma referentes aos Extratores de Sólidos de Fluidos Base Aquosa

A. Monitoramento das operações

O monitoramento das operações é realizado durante as atividades de perfuração e completação de poços.

B. Parâmetros monitorados, frequências, métodos e critérios ambientais de descarte

Os parâmetros monitorados, assim como as frequências de monitoramento, os métodos empregados e os critérios ambientais de descarte são estabelecidos conforme o Anexo - Requisitos de Monitoramento de Fluidos e Cascalhos, reproduzido a seguir.

REQUISITOS DO MONITORAMENTO DE FLUIDOS E CASCALHOS

(Os requisitos estão sujeitos a alterações em função da publicação de Instrução Normativa que regula o uso dos fluidos de perfuração, fluidos complementares, o descarte destes e do cascalho associado, bem como o uso das pastas de cimento nas atividades de exploração e exploração marítima)

Parâmetro	Compartimento	Metodologia recomendada	Critério ambiental
pH	fluido		5,0 a 9,0 (CONAMA 357/05)
salinidade	fluido		
temperatura	fluido		Máximo 40°C (CONAMA 357/05)
toxicidade aguda	fluido	NBR 15.308 (ABNT, 2005) e NBR 15469 (ABNT, 2007)	CL50 □ 30.000 ppm (Environmental Protection Agency - EPA)
1óleo livre	fluido	Static Sheen Testing and Requirements 40 CFR 435 Subpart A, Appendix A	
*1óleo da formação	fluido de base não aquosa	Reverse Phase extraction (RPE)40 CFR 435 Subpart A, Appendix 6	
*1óleo da formação	fluido de base aquosa	Retort Test Method 40 CFR 435 Subpart A, Appendix 7	< 1% (EPA)

Parâmetro	Compartimento	Metodologia recomendada	Critério ambiental
Hidrocarbonetos poliaromáticos (HPA)	fluido e cascalho	EPA Method 1654A 40 CFR 435.11(u) EPA-821-R-92-008	< 10 ppm
*2 % fluido não aquoso aderido	cascalho	Retort Test Method 40 CFR 435 Subpart A, Appendix 7	
Metais (Fe, Al, Ba, Cu, Cr, Pb, Cd, Zn, Ni, V, Hg e Mn)	fluido e cascalho		
granulometria	cascalho		

¹ Caso o "static sheen testing" seja positivo, o fluido de base aquosa excedente não poderá ser descartado e deverá ser efetuado o teste de retorta no fluido aquoso ou RPE no fluido não aquoso para avaliar a quantidade de hidrocarbonetos. Caso os testes apresentem resultado de concentração de hidrocarbonetos superior a 1%, não será permitido o descarte dos cascalhos provenientes deste fluido.

² O cascalho descartado não poderá apresentar mais de 6,9% (em peso úmido de cascalho) de base orgânica aderida (n-parafinas e fluidos a base de óleo mineral tratados) ou 9,4% (em peso úmido de cascalho) no caso da base orgânica ser de olefinas internas (IO's), olefinas alfa lineares (LAO), polialfa olefinas (PAO), ésteres, éteres e acetais.

Observações:

A norma ABNT NBR 15.308, referente ao método de ensaio de toxicidade aguda, passou por alteração em 2011 e já está em vigor.

Entende-se que não há distinção entre as expressões óleo livre e óleo da formação, sugerindo-se alteração, dentre outras, conforme segue:

pH	fluido de base aquosa	
salinidade	fluido de base aquosa	
temperatura	fluido de base aquosa	
*1 óleo livre óleo da formação (ausência/presença)	fluido de base aquosa	Static Sheen Testing and Requirements 40 CFR 435 Subpart A, Appendix 1
*1 % óleo da formação	fluido de base aquosa	Retort Test Method 40 CFR 435 Subpart A, Appendix 7
*1 óleo da formação (ausência/presença)	fluido de base não aquosa	Reverse Phase extraction (RPE) 40 CFR 435 Subpart A, Appendix 6
*2 % base orgânica aderida	cascalho	Retort Test Method 40 CFR 435 Subpart A, Appendix 7

Com relação ao *1 da tabela “Requisitos do Monitoramento de Fluidos e Cascalhos”, entende-se que:

“*1 Caso o resultado de concentração de hidrocarbonetos em amostras de fluidos seja superior a 1%, não será permitido o descarte dos cascalhos provenientes deste fluido.

Para o caso de fluido de base aquosa, o ensaio de retorta para a quantificação de hidrocarbonetos deve ser realizado apenas se tiver sido evidenciada a presença de óleo da formação pelo ensaio de Iridescência Estática (*Sheen Test*).

Para o fluido de base não aquosa, deve-se empregar o ensaio de Extração em Fase Reversa, RPE, para verificar a presença ou ausência de óleo da formação no fluido de base não aquosa.”

Com relação ao *2 da tabela “Requisitos do Monitoramento de Fluidos e Cascalhos”, de acordo com a orientação da futura Instrução Normativa, entende-se que:

“O teor de base orgânica aderida aos cascalhos deve ser determinado de uma a três vezes por dia (ou a cada 200m de poço perfurado), através do teste de retorta de massa conforme descrito no documento Teste de Retorta de Massa (API Recommended Practice 13B-2). Cada um dos resultados diários (concentração de base orgânica em cascalho úmido) deverá estar associado ao volume de cascalho correspondente. Ao final a média ponderada acumulada, por poço, não deverá exceder o valor limite de 6,9% no caso de n-parafinas, olefinas internas (IO’s), olefinas alfa linear (LAO), polialfa olefinas (PAO) e fluidos a base de óleo mineral tratados ou de 9,4% de base orgânica no caso de ésteres, éteres e acetais.

Devem ser realizados testes nos cascalhos provenientes de todas as fontes geradoras, como centrífugas e secadores de cascalhos. O resultado final deverá ser expresso através de um balanço de massa, proporcional à quantidade de sólidos em cada ponto de descarte.”

As frequências de monitoramento dos parâmetros são estabelecidas tendo como base as discussões no âmbito na futura Instrução Normativa:

Parâmetro	Frequência de monitoramento
pH	No mínimo, uma amostra coletada na fase final, momento prévio ao descarte.
salinidade	No mínimo, uma amostra coletada na fase final, momento prévio ao descarte.
temperatura	No mínimo, uma amostra coletada na fase final, momento prévio ao descarte.
toxicidade aguda	Para poços exploratórios, no mínimo, uma amostra coletada ao final de cada fase, momento prévio ao descarte. Para poços de desenvolvimento, dependendo da quantidade de poços e da sensibilidade da área, este parâmetro será obtido por amostragem, a ser definida em cada Projeto, juntamente com o órgão ambiental.
*1óleo livre =	Diariamente, quando se atingir as fácies-reservatório / uma vez anterior ao descarte do fluido.

Parâmetro	Frequência de monitoramento
*1óleo da formação (RPE) – fluidos de base não-aquosa	Diariamente, quando se atingir as fácies-reservatório, para controle de descarte de cascalho.
*1óleo da formação (retorta) – fluidos de base aquosa	Realizado sempre que o teste de Iridescência Estática for positivo, para controle do descarte de cascalho.
Hidrocarbonetos poliaromáticos (HPA)	<p>Fluidos de base aquosa</p> <p>O monitoramento de HPAs será realizado indiretamente através do ensaio de Iridescência estática (Sheen test), que garante a condição de descarte de fluido com ausência de óleo da formação, fonte de HPA no fluido. Nesta condição, infere-se a ausência de HPA no fluido.</p> <p>Fluidos de base não aquosa</p> <p>O monitoramento de HPAs sera realizado indiretamente através do ensaio de Extração em Fase Reversa (RPE), que comprova previamente a ausência de óleo da formação, fonte de HPA no fluido. Nesta condição, infere-se a ausência de HPA no fluido. Além disso, ressalta-se que os fluidos de base não aquosa não são descartados diretamente no mar, corroborando a não necessidade de realização do monitoramento deste parâmetro de forma direta.</p> <p>Cascalho</p> <p>O monitoramento de HPA no cascalho será realizado indiretamente, uma vez que os cascalhos descartados no mar estão impregnados com fluidos que foram previamente testados pelos ensaios de Sheen test ou RPE e evidenciaram ausência de óleo da formação, fonte de HPA no fluido. Nesta condição, infere-se a ausência de HPA no cascalho.</p> <p>Cascalhos impregnados com fluidos contaminados com óleo da formação não são descartados no mar.</p>
*2 % de base orgânica aderida	A cada 200 m perfurados ou no mínimo de 1 e no máximo de 3 vezes por dia.
Metais (Fe, Al, Ba, Cu, Cr, Pb, Cd, Zn, Ni, V, Hg e Mn)	A ser definido no âmbito da IN, visto que a construção do conhecimento e as especificações técnicas necessárias acerca deste parâmetro ainda estão em discussão no grupo do IBP e IBAMA.
Granulometria	Será elaborado um planejamento piloto para realização de medições de granulometria de cascalho, de forma amostral e representativa dos diversos poços perfurados nas bacias sedimentares marítimas, objetivando subsidiar um estudo sobre a necessidade de medição deste parâmetro, cuja construção foi iniciada no âmbito das discussões da Instrução Normativa.

C. Registro e apresentação dos resultados

O registro e a apresentação dos resultados serão definidos segundo o formato sugerido no Anexo - Ficha de Controle de Fluidos, reproduzido na sequência.

FICHA DE CONTROLE DE FLUIDOS			
ATIVIDADE			
EMPREENDEDOR			
PERÍODO DA ATIVIDADE			
Nome do fluido			
Fase			
Data do descarte			
Lâmina d'água do local de descarte			
	1°	2°	n°
pH			
salinidade			
temperatura (°C)			
toxicidade aguda (CL50:96h)			
óleo livre (presença ou ausência)			
óleo da formação (%)			
hidrocarbonetos poliaromáticos			
% de fluido não aquoso aderido ao cascalho			
Metais (ppm)			
granulometria do cascalho			

*Os resultados deverão ser apresentados em função da frequência de amostragem e análise.

Observação:

Óleo livre = óleo da formação (ausência/presença).

D. Volumetria estimada de fluidos e de cascalhos por fase

A volumetria estimada de fluidos e de cascalhos por fase é apresentada no formato do Anexo - Planilha de Volumetria de Fluido e Cascalho, reproduzido abaixo.

PLANILHA DE VOLUMETRIA DE FLUIDOS E CASCALHOS

Nome do poço:

Nome do poço ANP:

Coordenadas:

TABELA DE VOLUMETRIA DE CASCALHOS (m³)

Fase	Diâmetro da broca (pol)	Diâmetro do poço com fator de alargamento (pol)	Intervalo (m)	Inclinação (°)	Volume de cascalho gerado	Volume de cascalho descartado ao mar
I						
II						
III						
IV						
V						

TABELA DE VOLUMETRIA DE FLUIDOS DE PERFURAÇÃO (m³)

Fase	Diâmetro do poço com fator de alargamento (pol)	Volume estimado por poço	Volume de Fluido descartado ao mar (Final da Fase)	Volume de Fluido descartado ao mar aderido ao cascalho
I				
II				
III				
IV				
V				

TABELA DE VOLUMETRIA DE FLUIDOS COMPLEMENTARES E PASTAS DE CIMENTO (m³), FUNÇÃO E DESTINAÇÃO

Fluido	Função	Fase em que será utilizado	Volume estimado por poço	Forma de destinação
I				
II				
III				
IV				
V				

Observação:

Na tabela de “Volumetria de Fluidos de Perfuração”, no caso de utilização de fluido de base não aquosa, a informação sobre o volume aderido ao cascalho irá se referir ao volume de base orgânica.

E. Volumetria final de fluidos utilizados e de cascalhos gerados por fase.

A volumetria final de fluidos utilizados e de cascalhos gerados por fase é indicada na planilha constante do Anexo - Planilha de Volumetria de Fluido e Cascalho, reproduzido no item F.

F. Fluxograma e descrição do Sistema de Cimentação, contendo indicação do procedimento de descarte de volume excedente e lavagem dos tanques.

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

Como conseqüência, os volumes e os componentes de água de mistura e colchões espaçadores são preparados especificamente para cada situação.

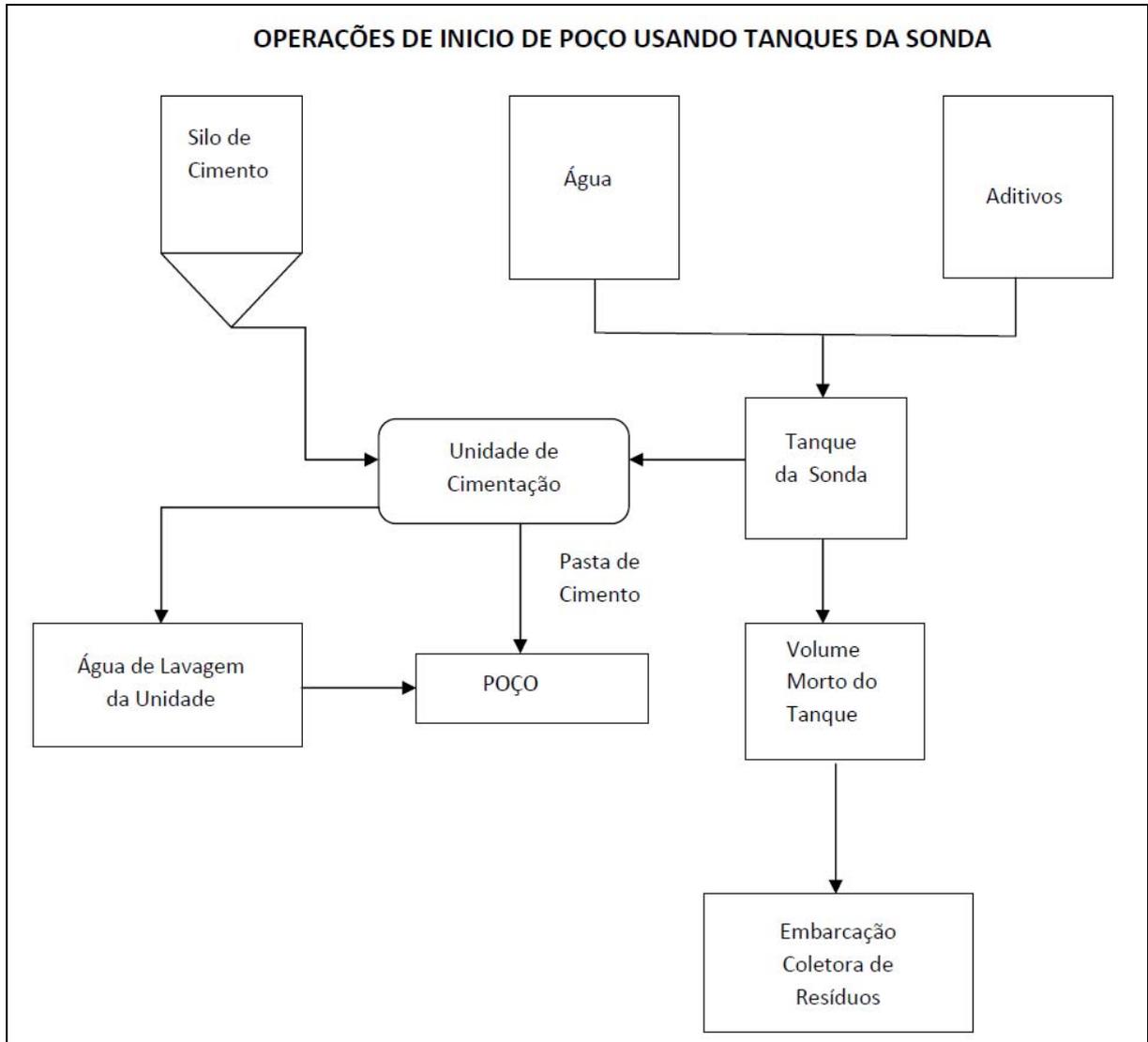
Cimentação de Revestimento Condutor e Superfície (início de poço)

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. Disto resulta que o volume de água de mistura a ser preparado para a fabricação da pasta de cimento também é maior. Por outro lado, as pastas utilizadas nestas duas fases são as que contêm menor quantidade de aditivos, no máximo cloreto de cálcio, bentonita e silicato de sódio.

Devido à utilização de um aditivo sólido, a bentonita, que é hidratada na água de mistura, fica inviabilizada a fabricação desta utilizando-se o sistema de dosagem de aditivos líquidos (descrito mais abaixo). Tampouco é utilizado o sistema batch mixer (descrito mais abaixo) devido à limitação de volume deste em relação ao volume necessário de água de mistura. Utiliza-se a maior capacidade de volume dos tanques da sonda para o preparo da água de mistura para a cimentação destas fases. Esta água é misturada com o cimento na unidade de cimentação, formando a pasta de cimento, que é, em seguida, bombeada para o poço.

O processo pode vir a gerar os seguintes resíduos:

- *água de mistura contida no volume morto dos tanques da sonda, a qual será coletada e enviada para um barco coletor de resíduos. A depender da sonda, não haverá volume morto gerado;*
- *resíduos de lavagem da unidade da cimentação, o qual será bombeado para o poço logo em seguida à pasta de cimento. A pasta, juntamente com o resíduo da lavagem da unidade, é deslocada para o poço utilizando-se água do mar.*



Fluxograma referentes ao Trabalho de Cimentação

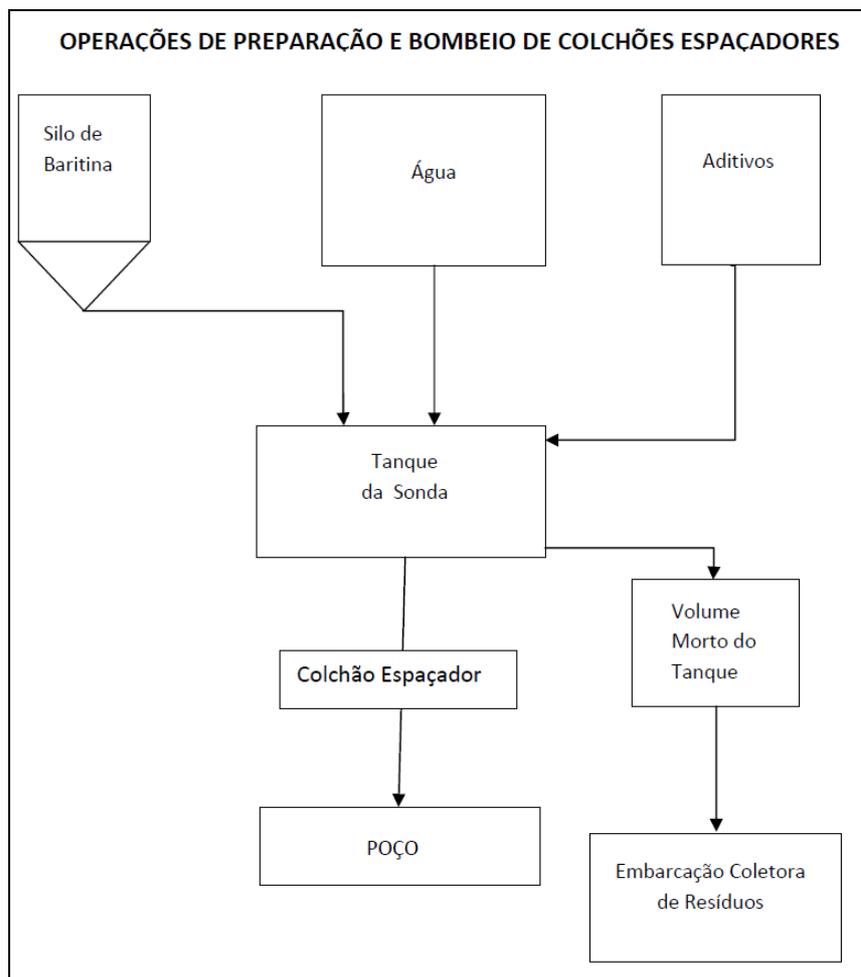
Cimentação de Revestimento Intermediário, de Produção, *Liner* e Tampões

Nas fases seguintes ao início de poço, os volumes de água de mistura e pastas necessárias para as cimentações são menores em função do menor alargamento do poço (formações mais consolidadas) e principalmente pela geometria do poço, apresentando menores diâmetros de poço, menores diâmetros de revestimento e conseqüentemente menores capacidades de espaço anular a serem preenchidas pela pasta.

Neste cenário, não é sempre necessário o uso dos tanques da sonda para o preparo da água de mistura, porém será necessário para a preparação dos colchões espaçadores, já que estes contêm sólidos em sua composição. Estes colchões são bombeados para o poço antes da mistura e bombeio da pasta. Sua função é evitar o contato entre o fluido do poço e a pasta de cimento.

O processo pode vir a gerar o seguinte resíduo:

- *volume morto remanescente do colchão no tanque da sonda, que é coletado e enviado a um barco coletor de resíduos. A depender da sonda, não haverá volume morto gerado.*



Fluxograma referentes ao Trabalho de Cimentação

O preparo da água de mistura da pasta de cimento sem o uso dos tanques da sonda pode ser realizado através de dois sistemas: misturador batch mixer ou sistema dosador de aditivo líquido (L.A.S. – Liquid Additives System).

Batch mixer

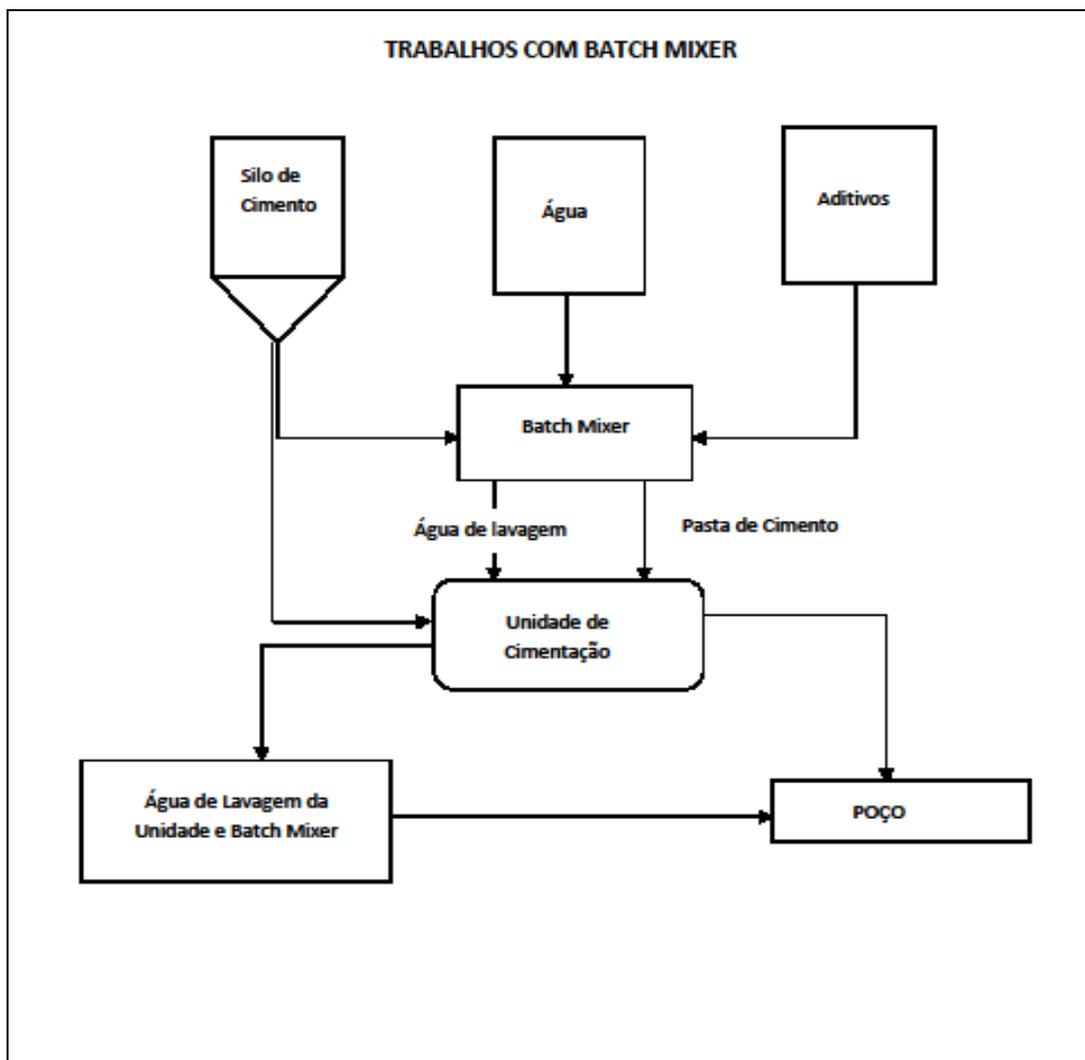
O batch mixer é um equipamento portátil com capacidade de até 15,9 m³ (100 bbl), utilizado para o preparo da água de mistura ou da própria pasta de cimento, não gerando volume morto, ou seja, todo volume preparado é bombeado para o poço.

Caso utilizado para o preparo da água de mistura (quando o volume de pasta requerido na operação é maior que a capacidade do batch mixer), a unidade de cimentação recebe o cimento dos silos da sonda e a água de mistura do batch mixer, mistura na correta proporção e bombeia para o poço. Logo na seqüência, a água de lavagem do sistema é bombeada atrás da pasta e deslocada para o poço.

Caso o batch mixer seja utilizado para o preparo da pasta de cimento, a unidade de cimentação apenas bombeia a pasta para o poço por meio de bombas. A água de lavagem do batch mixer e da unidade de cimentação é bombeada logo atrás da pasta e deslocada para o poço.

O processo pode vir a gerar o seguinte resíduo:

- *água de lavagem do batch mixer e da unidade de cimentação, bombeada para o poço após a pasta de cimento.*



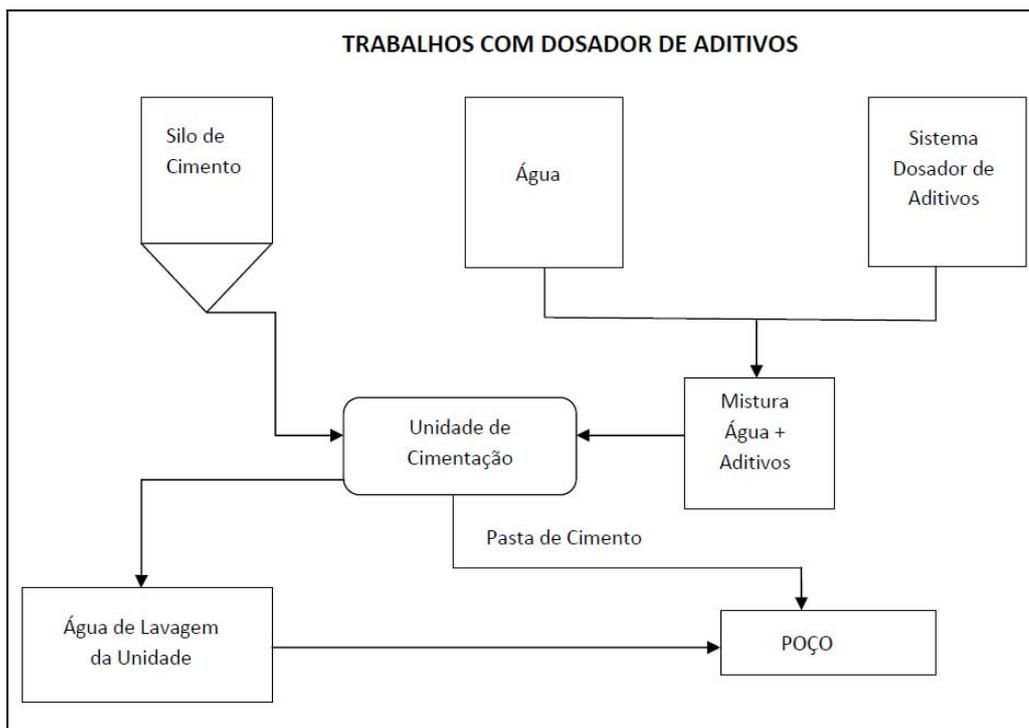
Fluxograma referentes ao Trabalho de Cimentação

L.A.S (Liquid Additives System)

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. 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.

O processo pode vir a gerar o seguinte resíduo:

- *água de lavagem da unidade de cimentação, que é bombeada para o poço após a pasta de cimento.*



Fluxograma referentes ao Trabalho de Cimentação