

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO.....	1/44
2. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	1/44
3. OBJETIVOS.....	3/44
4. METAS.....	3/44
5. INDICADORES AMBIENTAIS.....	4/44
6. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES.....	4/44
7. METODOLOGIA.....	5/44
8. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15/44
9. CONCLUSÃO.....	41/44
10. RESPONSÁVEIS TÉCNICOS.....	43/44
11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44/44

ANEXO A – Planilhas de Monitoramento da Volumetria de Fluidos e Cascalhos

ANEXO B – Laudos de Toxicidade

ANEXO C – Relatórios de Sheen Test

ANEXO D – Relatórios de RPE

ANEXO E – Relatórios de Retorta

ANEXO F – Laudos das Análises de Metais

ANEXO G – Laudos das Análises de HPA

ANEXO H – Resultados de Granulometria

SUBPROJETO G – Monitoramento de Cascalho e Fluidos de Perfuração

1. APRESENTAÇÃO

O presente documento apresenta o Relatório do Subprojeto D - Monitoramento de Cascalho e Fluidos de Perfuração, referente à perfuração dos Poços Caju-1 (1-PERN-3-ESS) e Dendê-1 (1-PERN-4-ESS), localizados nos Blocos BM-ES-39 e BM-ES-40, respectivamente, na Bacia do Espírito Santo, com vistas a atender ao estabelecido no item 2.5 e 2.9 das condições específicas da LO N° 1.051/2011 (1ª Retificação) emitida em 28/03/2013 no âmbito do processo de licenciamento ambiental da PERENCO PETRÓLEO E GÁS DO BRASIL LTDA.

A implementação do Projeto de Monitoramento Ambiental foi realizada pela PERENCO PETRÓLEO E GÁS DO BRASIL LTDA., com suporte da AECOM do Brasil Ltda., CNPJ n° 02.739.256/0001-40, com o auxílio de laboratórios especializados para análises de amostras. A AECOM, empresa de consultoria especializada, legalmente habilitada para o desenvolvimento de estudos dessa natureza, encontra-se registrada no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA (inscrição n° 196011), nos termos da Lei Federal n° 6.938/81 e da Resolução n° 001/88 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

2. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O presente documento apresenta as informações referentes à 2ª fase de perfuração exploratória da PERENCO PETRÓLEO E GÁS DO BRASIL LTDA. A atividade se deu nos Blocos BM-ES-39 e BM-ES-40 e consistiu na perfuração dos poços Caju-1 (1-PERN-3-ESS) e Dendê-1 (1-PERN-4-ESS), utilizando a unidade de perfuração *Ocean Star*. Destaca-se que o início efetivo da atividade de perfuração deu-se em 28/03/2013 e o término ocorreu em 10/08/2013, com a saída da plataforma da última locação perfurada (Poço Dendê-1).

Destacam-se abaixo os períodos, por poço, em que ocorreram as atividades de perfuração exploratória:

- Poço Caju-1: 28 de março a 28 de junho de 2013;
- Poço Dendê-1: 02 de julho a 10 de agosto de 2013.

Os Blocos BM-ES-39 e BM-ES-40 localizam-se a uma distância mínima da costa de 120,78 km e 134,39 km, respectivamente. A Figura 1 apresenta o mapa de localização dos dois poços perfurados nos Blocos BM-ES-39 e BM-ES-40 (Caju-1 e Dendê-1), cujas coordenadas são apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1 – Coordenadas geográficas e características dos poços Caju-1 e Dendê-1 perfurados nos Blocos BM-ES-39 e BM-ES-40, na Bacia do Espírito Santo.

Nome do Poço	Coordenadas Geográficas	
	Latitude	Longitude
Caju-1	S19° 56' 47",64	S38° 41' 36",79
Dendê-1	S20° 11' 29",03	S38° 39' 41",78

Datum: SIRGAS 2000

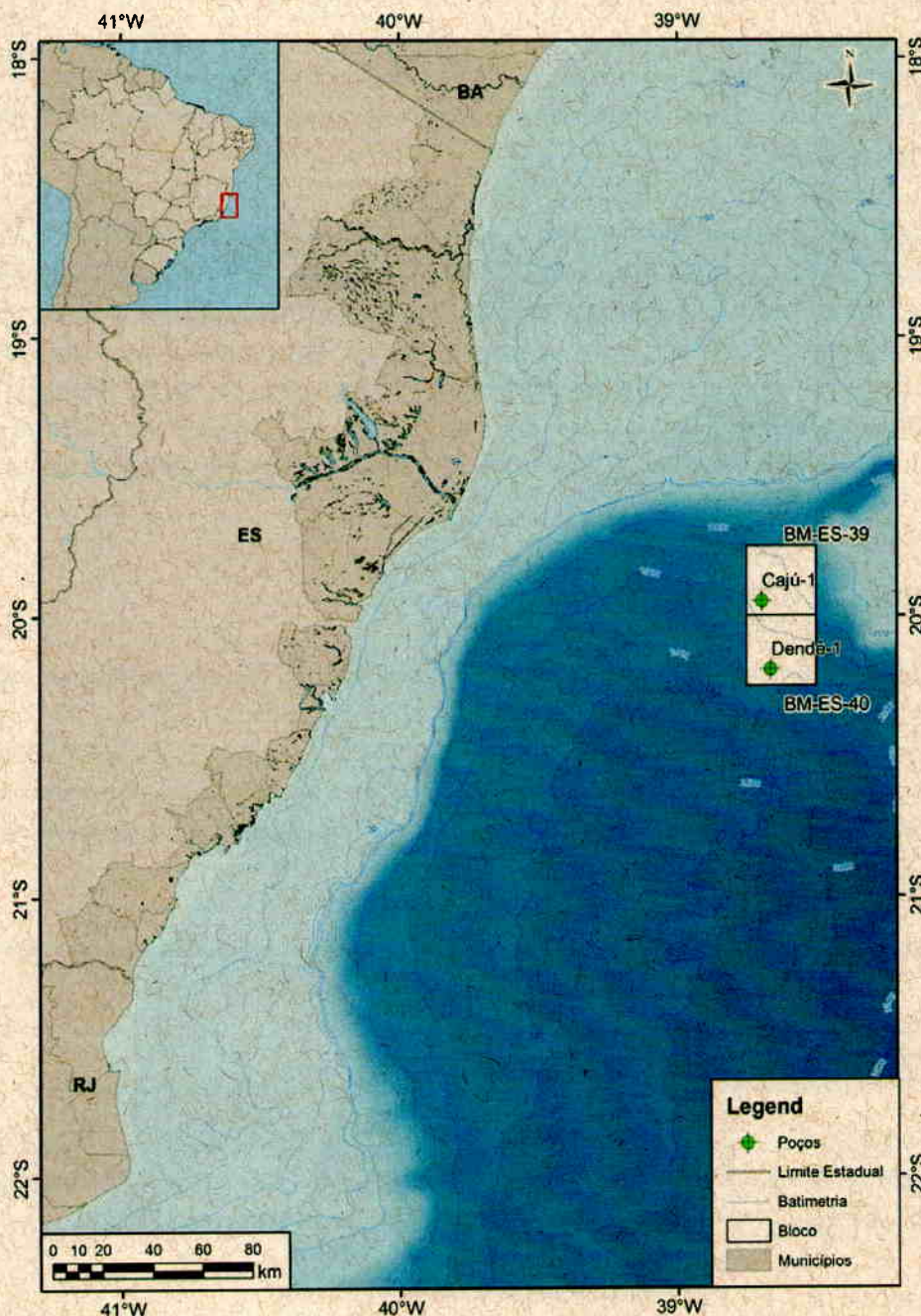


FIGURA 1 – Mapa de localização dos poços Caju-1 e Dendê-1, nos Blocos BM-ES-39 e BM-ES-40, Bacia do Espírito Santo.

3. OBJETIVOS

Os objetivos deste Subprojeto de Monitoramento de Cascalho e Fluidos de Perfuração foram:

- Avaliar as características físico-químicas (temperatura, pH, salinidade, densidade) nos fluidos a serem utilizados;
- Avaliar a toxicidade aguda e crônica dos fluidos de perfuração utilizados, através de amostras coletadas de fluidos de base aquosa ou de base sintética;
- Avaliar a presença de óleo livre nos fluidos utilizados, anteriormente ao seu descarte, através do *Static Sheen Test*;
- Avaliar a presença de óleo de formação nos fluidos de base aquosa e não aquosa, conforme metodologia apresentada neste projeto;
- Avaliar o percentual de base orgânica dos fluidos de base não aquosa aderidos aos cascalhos a serem descartados;
- Avaliar as concentrações de metais (Fe, Al, Ba, Cu, Cr, Pb, Cd, Zn, Ni, V, Hg e Mn) no fluido e cascalho a serem utilizados;
- Avaliar o teor de hidrocarbonetos poliaromáticos (HPA) em fluidos de base não aquosa e cascalho gerado durante a perfuração com este tipo de fluido;
- Avaliar a granulometria dos cascalhos descartados.

4. METAS

As metas deste Projeto de Monitoramento de Cascalho e Fluidos de Perfuração foram:

- Realizar 100% das análises de caracterização físico-química (temperatura, pH, salinidade, densidade) dos fluidos a serem utilizados;
- Realizar 100% dos ensaios de toxicidade aguda e crônica previstos nos fluidos de perfuração utilizados, conforme especificado na metodologia descrita neste projeto;
- Avaliar em 100% os fluidos de base aquosa a serem descartados, a presença de óleo livre, através do *Static Sheen Test*, conforme especificado na metodologia descrita neste projeto;
- Avaliar a presença de óleo de formação em 100% dos fluidos de base aquosa, no caso de ser verificada a presença de óleo livre através do *Sheen Test*, e nos fluidos de base não aquosa através do ensaio de RPE, conforme especificado na metodologia descrita neste projeto;
- Realizar a análise do teor de hidrocarbonetos poliaromáticos (HPA) em fluidos de base não aquosa e cascalhos gerados durante a perfuração com este tipo de fluido;
- Avaliar o percentual de base orgânica do fluido de base não aquosa aderido ao cascalho a ser descartado, em 100% das amostras antes do seu descarte, conforme especificado na metodologia descrita neste projeto;
- Avaliar as concentrações de metais (Fe, Al, Ba, Cu, Cr, Pb, Cd, Zn, Ni, V, Hg e Mn) no fluido e cascalho a serem utilizados, conforme especificado na metodologia descrita neste projeto; e
- Executar as análises granulométricas do cascalho gerado em todos os poços.

Para atender de forma efetiva a essas metas, foram estipulados indicadores ambientais e metodologias específicas, descritos a seguir.

5. INDICADORES AMBIENTAIS

Os indicadores ambientais do Projeto de Monitoramento de Cascalho e Fluidos de Perfuração foram alinhados com as metas do projeto, sendo apresentados a seguir.

- Características físico-químicas (temperatura, pH, salinidade, densidade) dos fluidos utilizados;
- Toxicidade aguda e crônica dos fluidos de perfuração, obtida através de ensaios ecotoxicológicos;
- Presença de óleo livre nos fluidos utilizados;
- Presença de óleo de formação nos fluidos de base aquosa e não aquosa;
- Concentração de HPA presentes nos fluidos de base não aquosa e cascalhos gerados durante a perfuração com este tipo de fluido;
- Percentual de base orgânica aderido aos cascalhos gerados com fluidos de base não aquosa antes do seu descarte;
- Concentrações de metais presentes nos fluidos de base aquosa e não aquosa e cascalhos;
- Granulometria dos cascalhos descartados.

6. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

As atividades do projeto de monitoramento ambiental foram realizadas durante o período compreendido entre o início efetivo da perfuração, em 28 de março de 2013, e o encerramento da atividade, com a saída da sonda em 10 de agosto de 2013.

A Tabela 2, a seguir, apresenta de forma sintética as informações sobre os fluidos de perfuração utilizados nos poços perfurados nos Blocos BM-ES-39 e BM-ES-40.

TABELA 2 - Características da perfuração dos poços Caju-1 e Dendê-1.

Poço	Fase	Fluido de Perfuração	Tipo de Fluido
Caju-1	Poço Piloto (12 ¼")	MI-FBA023-ARGILOSO-GEL SWEEPS-0812	Base Aquosa
	36"	MI-FBA023-ARGILOSO-GEL SWEEPS-0812	Base Aquosa
	26"	MI-FBA023-ARGILOSO-GEL SWEEPS-0812 / MI-FBA022-ARGILOSO-PAD MUD-0812	Base Aquosa / Base Aquosa
	17 ½"	MI-FBA001 (ARGILOSOS PARA FASES INICIAIS-0509)	Base Aquosa
	12 ¼"	MI-FBNA048- PARAFÍNICO/OLEFÍNICO- SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061 / MI- FCBA003-COMPLETAÇÃO-	Base Não Aquosa / Complementar de Base Aquosa

Poço	Fase	Fluido de Perfuração	Tipo de Fluido
Dendê-1		CaCl ₂ 10,8-0509*	
	8 ½"	MI-FBNA048- PARAFÍNICO/OLEFÍNICO- SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061	Base Não Aquosa
	36"	MI-FBA023-ARGILOSO-GEL SWEEPS-0812	Base Aquosa
	26"	MI-FBA023-ARGILOSO-GEL SWEEPS-0812 / MI-FBA022-ARGILOSO-PAD MUD-0812	Base Aquosa / Base Aquosa
	17 ½"	MI-FBNA048- PARAFÍNICO/OLEFÍNICO- SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061	Base Não Aquosa
	12 ¼"	MI-FBNA048- PARAFÍNICO/OLEFÍNICO- SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061	Base Não Aquosa

*Devido a uma situação contingencial, foi produzido o fluido complementar de base aquosa Completação CaCl₂ (MI-FCBA003) durante a perfuração da Fase de 12 ¼".

7. METODOLOGIA

A metodologia utilizada durante a implementação do Subprojeto de Monitoramento de Cascalho e Fluidos de Perfuração visou monitorar os parâmetros ambientais previstos no PMA de forma a viabilizar o atendimento às metas propostas, de acordo com as metodologias descritas a seguir.

7.1. Descarte de cascalho e fluidos de perfuração

O controle de diversos parâmetros relativos ao cascalho e aos fluidos de perfuração foi realizado durante toda a atividade de perfuração, necessário para avaliação das condições de operação. O registro dos volumes de cascalho e fluido de perfuração gerados/descartados tem o intuito de auxiliar na avaliação dos possíveis impactos gerados no ambiente durante a realização da atividade, bem como validar as estimativas volumétricas feitas durante o processo de licenciamento ambiental.

Os volumes de fluido e cascalhos descartados ao mar nos dois poços foram monitorados diariamente durante toda a operação, e os registros mantidos pelos engenheiros de fluido (*mud engineers*) da empresa fornecedora de fluidos de perfuração MI SWACO (Schlumberger). As planilhas de volumetria de descarte de fluidos e cascalhos preenchidas para esse monitoramento são apresentadas no **Anexo A**.

As duas primeiras fases da perfuração de cada poço (Fase I de 36"- jateamento do condutor e Fase II de 26") consistiram em fases sem *riser* para condução de material à superfície (fase livre), com descarte de cascalho e fluido de perfuração diretamente no fundo do mar, ao redor do poço, sendo utilizados fluidos de perfuração de base aquosa de composição simplificada (Gel Sweeps/Pad Mud).

Nas fases perfuradas com *riser* do poço Caju-1 (Fase III de 17 ½", Fase IV de 12 ¼" e Fase V de 8 ½") foi utilizado o fluido de base aquosa Gel Sweeps na Fase III e o fluido de base não aquosa Rheliant nas Fases IV e V. Para as fases perfuradas com *riser* do poço Dendê-1 (Fase III de 17 ½" e IV de 12 ¼") também foi utilizado o fluido de base não aquosa Rheliant. É importante mencionar que não houve descarte ao mar do fluido de base não aquosa excedente. Somente ocorreu descarte do fluido Rheliant aderido ao cascalho quando o teor de base orgânica deste fluido, em peso de cascalho úmido, foi inferior a 6,9% para a média acumulada ponderada do poço.

Neste contexto, a perfuração destes poços teve como principal produto de descarte ao mar os fluidos de base aquosa Gel Sweeps e Pad Mud utilizados nas fases sem retorno à superfície, o fluido de base aquosa Argilosos para Fases Iniciais utilizado na fase III (17 ½") do poço Caju-1, e o cascalho gerado ao longo da operação, que, nas fases perfuradas com *riser*, foi descartado com fluido de base não aquosa aderido.

7.2. Avaliação das Características Físico-químicas dos Fluidos de Perfuração

Para os dois poços perfurados, as características físico-químicas (temperatura, salinidade, densidade e pH) foram avaliadas antes e ao término da utilização dos fluidos de perfuração, no final das fases com retorno (Fase III - 17 ½", Fase IV - 12 ¼" e Fase V - 8 ½") no sistema ativo de fluidos, após o retorno do fluido para a unidade de perfuração. Cabe ressaltar que o parâmetro pH não é aplicável para fluidos de base não aquosa e para estas fases não foi avaliado.

A Tabela 3 apresenta as datas de medições dos referidos parâmetros analisados.

TABELA 3 – Datas das medições dos parâmetros físico-químicos.

Poço	Fase	Tipo de amostra	Datas de coleta
Caju-1	III (17 ½")	MI-FBA001 (ARGILOSOS PARA FASES INICIAIS-0509)	06/04/2013; 19/04/2013
	IV (12 ¼")	MI-FBNA048- PARAFÍNICO/OLEFÍNICO-SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061	24/04/2013; 08/05/2013
	V (8 ½")	MI-FBNA048- PARAFÍNICO/OLEFÍNICO-SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061	16/05/2013; 25/06/2013
Dendê-1	III (17 ½")	MI-FBNA048- PARAFÍNICO/OLEFÍNICO-SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061	09/07/2013; 12/07/2013
	IV (12 ¼")	MI-FBNA048- PARAFÍNICO/OLEFÍNICO-SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061	16/07/2013; 03/08/2013

7.3. Avaliação da Toxicidade dos Fluidos de Perfuração

Os testes de toxicidade têm por objetivo detectar e "avaliar a capacidade inerente de substâncias ou agentes tóxicos em produzir efeitos deletérios em organismos vivos" (CETESB, 1990). Estes testes aplicam-se ao controle da poluição das águas, consistindo na exposição de organismos aquáticos representativos do ambiente a diversas concentrações de substâncias, compostos ou fatores ambientais, durante um determinado período de tempo, avaliando-se, então, a resposta dos organismos. Esta resposta tem por base os princípios da toxicologia da relação direta causa/efeito e concentração/resposta (RAND *et al.*, 1995). Os resultados

obtidos indicam as ações aditivas, antagônicas e sinérgicas das substâncias presentes no composto, sendo, então, a toxicidade a única variável da mistura a ser controlada.

Como forma de avaliar a toxicidade dos fluidos de perfuração utilizados durante a perfuração dos poços Caju-1 e Dendê-1 foram coletadas amostras de fluido de perfuração no antes e ao final das fases perfuradas com riser (Fase III - 17 ½", Fase IV - 12 ¼" e Fase V - 8,5" do poço Caju-1 e Fase III - 17 ½" e Fase IV - 12 ¼" do poço Dendê-1) para cada um dos poços. As amostras foram coletadas após o retorno à superfície (na calha de lama após as peneiras) e foram realizados ensaios de toxicidade aguda com o misidáceo *Mysidopsis juniae* e crônica de curta duração com o ouriço-do-mar *Lytechinus variegatus*.

A Tabela 4 apresenta as datas de realização de cada teste de toxicidade e seus respectivos códigos. O período decorrido entre a coleta e os ensaios pode ser considerado um prazo adequado para a validação dos resultados dos testes, de acordo com a regulamentação EPA 40 CFR 435, uma vez que as amostras foram preservadas e acondicionadas adequadamente (refrigeração).

TABELA 4 – Datas dos ensaios de toxicidade e códigos dos laudos laboratoriais.

Poço	Fluido	Datas de coleta	Fase	Teste com <i>Mysidopsis juniae</i>	Teste com <i>Lytechinus variegatus</i>	Código LABTOX
Caju-1	MI-FBA001 (ARGILOSOS PARA FASES INICIAIS-0509)	08/04/2013	III (17 ½")	17/04/2013-21/04/2013	02/05/2013-03/05/2013	L0291
		19/04/2013		07/05/2013-11/05/2013	07/05/2013-08/05/2013	L0299
	MI-FBNA048-PARAFÍNICO/OLEFÍNICO-SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061	25/04/2013	IV (12 ¼")	03/05/2013-07/05/2013	07/05/2013-08/05/2013	L0305
		08/05/2013		21/05/2013-25/05/2013	10/06/2013-11/06/2013	L0335
	MI-FBNA048-PARAFÍNICO/OLEFÍNICO-SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061	16/05/2013	IV (8 ½")	31/05/2013-04/06/2013	06/06/2013-07/06/2013	L0366 Rev01
		03/06/2013		20/06/2013-24/06/2013	19/06/2013-20/06/2013	L0394
Dendê-1	MI-FBNA048-PARAFÍNICO/OLEFÍNICO-SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061	10/07/2013	III (17 ½")	31/07/2013-04/08/2013	30/07/2013-31/07/2013	L0486 Rev01
		12/07/2013		30/07/2013-03/08/2013	30/07/2013-31/07/2013	L0485
	MI-FBNA048-PARAFÍNICO/OLEFÍNICO-SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061	16/07/2013	IV (12 ¼")	05/08/2013-09/08/2013	30/07/2013-31/07/2013	L0497 Rev01
		03/08/2013		02/09/2013-06/09/2013	26/08/2013-27/08/2013	L 0521

Os procedimentos de coleta, armazenamento e transporte do fluido de perfuração seguiram a metodologia EPA 40 CFR 435, em seu anexo correspondente (Teste de Toxicidade). As amostras de fluido foram coletadas, identificadas, acondicionadas em caixa de isopor com gelo e mantidas sob refrigeração até o envio ao laboratório responsável pela análise (LABTOX Tecnologia Ambiental). No laboratório, as amostras permaneceram refrigeradas a 4°C até o momento de início dos testes de toxicidade aguda e crônica.

7.3.1. Metodologia Laboratorial

Em laboratório, o procedimento para o preparo das amostras de fluido de perfuração foi a obtenção da Fração Particulada Suspensa (conforme NBR 15.469 – ABNT, 2007). Essa metodologia foi a mesma

MS

utilizada nos ensaios com os fluidos apresentados durante o processo de licenciamento ambiental dos Blocos BM-ES-39 e BM-ES-40 (nº 02022.002710/2009-98). Desta forma, a preparação dos fluidos de perfuração não influencia na comparação entre os resultados obtidos com o fluido previsto e com o utilizado durante a perfuração do poço.

Para obtenção da Fração Particulada Suspensa (FPS), a amostra de fluido foi homogeneizada em misturador industrial por 30 minutos, a uma velocidade de 1500 rpm, e preparou-se um extrato aquoso na proporção de 1:9; utilizando-se 600 mL da amostra homogeneizada e 5400 mL de água do mar. O extrato foi homogeneizado em misturador industrial por 5 minutos a 150 rpm e decantado por 1 hora. Após este período, a fração particulada suspensa (FPS) foi retirada e a partir dela (solução-estoque de 1.000.000 ppm) foram preparadas as soluções-teste apresentadas nos ensaios laboratoriais.

Os resultados dos testes de toxicidade são apresentados em laudos que informam a composição completa dos fluidos descartados, as diferentes diluições das frações de particulados suspensos (FPS) testadas e os valores de CL50 (Concentração letal para 50% dos organismos), CENO (Concentração de efeito não observado), CEO (Concentração de efeito observado), e VC (Valor Crônico) expressos em ppm (partes por milhão) da FPS.

- Organismo-teste *Mysidopsis juniae*

A avaliação da toxicidade aguda dos fluidos de perfuração utilizados em relação à *Mysidopsis juniae* seguiu a metodologia descrita na NBR 15.308 (ABNT, 2006). De acordo com a metodologia, jovens de *M. juniae* foram expostos a diferentes concentrações de fluido, num sistema estático por um período de 96 horas. A toxicidade foi medida em termos de efeitos sobre a sobrevivência, em leituras do teste a cada 24 horas.

O teste é considerado válido quando o percentual de sobrevivência no controle é igual ou maior a 90% e a resposta (CL50) ao Zinco, na forma de sulfato de zinco heptahidratado, estiver dentro da faixa de sensibilidade prevista para a espécie pelo LABTOX. O resumo das condições de teste para cada ensaio realizado pode ser observado nos laudos laboratoriais apresentados em anexo (**Anexo B**).

- Organismo-teste *Lytechinus variegatus*

A avaliação da toxicidade utilizando o ouriço do mar *Lytechinus variegatus* é baseada na exposição dos ovos deste organismo a diferentes concentrações da amostra, com a verificação da concentração que causa retardamento no desenvolvimento larval e/ou ocorrência de anomalias, nas condições de teste. Dessa forma, esse organismo pode ser considerado adequado para o presente estudo.

O teste embriológico seguiu a NBR 15.350 (ABNT, 2006). Os valores de CENO (maior concentração utilizada que não causa efeito significativamente diferente do controle) e CEO (menor concentração utilizada que causa efeito significativamente diferente do controle) foram obtidos por meio do teste de hipóteses, utilizando-se o programa estatístico TOXSTAT versão 3.3 (GULLEY *et al.*, 1991). A normalidade e homocedasticidade da proporção de lavas pluteus com desenvolvimento normal é verificada por meio dos testes de “Shapiro-Wilks” e “Barlett”, respectivamente. A estimativa dos valores de CENO e CEO é feita com o teste de “Williams”. Após a obtenção destes valores, é realizado o cálculo do VC (valor crônico), que representa a média geométrica de CENO e CEO.

O teste é considerado válido quando apresentar, no controle, o mínimo de 80% de pluteus e a resposta (CL50) ao DSS estiver dentro da faixa de sensibilidade prevista para a espécie pelo LABTOX. As condições de cada teste podem ser observadas nos laudos laboratoriais em anexo (**Anexo B**).

7.4. Avaliação da Contaminação dos Fluidos de Perfuração por óleo livre

- **Teste de Reflexo Estático (*Static Sheen Test*)**

O teste de reflexo estático (*Static Sheen Test*) tem por finalidade verificar a presença ou ausência de óleo livre (*free oil*) em fluidos de perfuração e completação base-água, sendo realizado antes do descarte dos fluidos de base aquosa ao mar. A presença de óleo livre é um fator impeditivo para o descarte do fluido de base aquosa excedente no mar.

Com relação aos dois poços perfurados no âmbito do presente relatório, foi utilizado fluido de base aquosa nas fases perfuradas sem *riser*, sem retorno à superfície, (I e II), e, portanto não foi aplicável a realização do *Static Sheen Test* nestes casos.

No entanto, no poço Caju-1 (1-PERN-3-ESS) foi utilizado o fluido de base aquosa Argilosos para Fases Iniciais (MI-FBA001) durante a perfuração da Fase III (17 ½") e seu descarte somente foi realizado após passar pelo *Static Sheen Test*.

Além disso, durante a perfuração da Fase IV (12 ¼") foi produzido o fluido complementar de base aquosa Completção CaCl₂ (MI-FCBA003), em caráter de emergência. No entanto, apesar de não ter sido utilizado, este foi descartado ao mar após passar pelo *Static Sheen Test*.

O teste de reflexo estático seguiu o protocolo "EPA 40: Protection of Environmental - Part 435 - Oil and Gas Extraction Point Source Category - Appendix 1 to Subpart A of Part 435 - Static Sheen Test", tendo sido realizados por profissional capacitado da empresa MI-SWACO (Schlumberger), fornecedora dos fluidos utilizados na perfuração dos poços dos Blocos BM-ES-39 e BM-ES-40.

A metodologia deste teste consiste, de forma resumida, na coleta de determinada quantidade de fluido após a remoção dos cascalhos, quando o fluido está de volta aos tanques da plataforma. O fluido é homogeneizado e introduzido em um frasco com água do mar coletada no local. A amostra é dispersa dentro do frasco e, através de observações visuais em ângulos de 60° e 30° da horizontal, foi verificado, por não mais de 1 hora, se o material causou brilho, iridescência ou aumento do reflexo ou coloração na superfície da água do mar testada. A ocorrência de qualquer uma dessas observações visuais é uma demonstração de que o material testado possui óleo livre em sua composição.

Além disto, as rotinas de monitoramento operacional da atividade de perfuração incluem o controle visual de brilho (*sheen*), diretamente nos tanques e nos equipamentos que compõem o sistema de controle de sólidos, durante todo o período de chegada à superfície, de material perfurado na camada portadora de óleo. Na hipótese de constatação de brilho ou camada de óleo nos tanques, o sistema de controle de sólidos passa a ser operado com descarte zero, sendo o fluxo do descarte imediatamente desviado para um depósito de acumulação (tanques), onde o fluido e cascalho são coletados para posterior desembarque e destinação, dentro das rotinas de gestão de resíduos preconizadas no Projeto de Controle de Poluição.

• **RPE (Reverse Phase Extraction)**

O teste de RPE (*Reverse Phase Extraction*) foi desenvolvido para substituir o teste de reflexo estático (*Static Sheen Test*) na avaliação da contaminação de fluidos não aquosos por óleo livre, uma vez que o *Sheen Test* não é aplicável a este tipo de fluido. Este teste tem como objetivo a detecção da contaminação por óleo em fluidos não aquosos (detecta a presença de 1% de óleo cru), sempre que o reservatório objetivo for perfurado com o fluido sintético.

No poço Caju-1, as Fases IV (12 ¼") e V (8 ½") utilizaram o fluido de base não aquosa Rheliant, enquanto no poço Dendê-1, o uso do Rheliant se deu nas Fases III (17 ½") e IV (12 ¼"). Desta forma, foram realizados testes de RPE no final da perfuração das fases perfuradas com fluido de base não aquosa conforme apresentado na Tabela 5 a seguir.

TABELA 5 – Datas de realização dos testes de RPE para os poços Caju-1 e Dendê-1.

Poço	Fase	Tipo de amostra	Data de realização do RPE
Caju-1	IV (12 ¼")	MI-FBNA048- PARAFÍNICO/OLEFÍNICO-SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061	05/05/2013
	V (8 ½")	MI-FBNA048- PARAFÍNICO/OLEFÍNICO-SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061	16/05/2013
	V (8 ½")	MI-FBNA048- PARAFÍNICO/OLEFÍNICO-SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061	29/05/2013 (x2)
Dendê-1	III (17 ½")	MI-FBNA048- PARAFÍNICO/OLEFÍNICO-SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061	11/07/2013
	IV (12 ¼")	MI-FBNA048- PARAFÍNICO/OLEFÍNICO-SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061	02/08/2013

7.5. Monitoramento do Teor de Fluido Sintético nos Cascalhos processados pelo Secador de Cascalhos/Centrífuga

Com o objetivo de avaliar o teor da base orgânica (fluido-base) no fluido de base não aquosa Rheliant (MI-FBNA048) presente no cascalho a ser descartado ao mar durante as atividades de perfuração, foi realizado diariamente pela empresa MI-SWACO (Schlumberger), responsável também pela operação dos equipamentos secador de cascalho e centrífuga, o teste da retorta (*ROC, do inglês Retained on Cuttings*), em amostras de cascalhos das fases perfuradas com *riser* dos poços Caju-1 e Dendê-1.

Para assegurar a validade dos resultados dos testes, ou seja, a determinação do percentual máximo de base orgânica aderida aos cascalhos descartados na região oceânica adjacente ao poço (máximo de 6,9% em peso de cascalho úmido, por poço, para fluidos que tenha como base parafinas¹), foram realizados até três testes diários, dependendo da extensão perfurada no dia.

¹ US EPA 40 CFR Parts 9 and 435. 1001. Effluent Limitations Guidelines and New Source Performance Standards for the Oil and Gas Extraction Point Source Category;

A seguir são apresentados os procedimentos dos testes de retorta realizados durante a perfuração dos poços Caju-1 e Dendê-1.

Os resultados dos testes foram registrados em relatórios diários de operação da empresa MI-SWACO (Schlumberger). Esses relatórios apresentam o valor de ROC diário bem como o valor acumulado a cada tempo, até o término da perfuração do poço em questão. É importante observar que não houve descarte ao mar de fluido de base não aquosa excedente.

O teste de retorta é realizado por meio dos seguintes procedimentos:

- Efetua-se a análise de pelo menos uma amostra a cada 12 horas² na saída de sólidos do sistema para teste de retorta, a fim de comprovar a quantidade de líquido da descarga.
- Calcula-se o volume de sólidos gerados em metros cúbicos da seguinte forma:
 - Determina-se a profundidade perfurada no período de operação do secador de cascalhos.
 - Calcula-se o volume gerado de cascalho em metros cúbicos multiplicando a metragem acima obtida pelo diâmetro da broca em polegadas ao quadrado e pela constante 0,000506 (de acordo com o APPENDIX 7 TO SUBPART A OF PART 435—API RECOMMENDED PRACTICE 13B-2).
 - Para considerar o volume de poço alargado neste cálculo adiciona-se 15% (ou o valor médio histórico de alargamento de poço da zona em operação) ao volume antes calculado. O volume assim determinado é considerado para efeito do registro.
- Utilizando uma retorta de 50 mL de volume, efetua-se o teste de retorta, ou ROC (*Retained on Cuttings* – Retido no Cascalho) utilizando balança com precisão de 0,1g, da seguinte forma:

A	Massa da célula da retorta vazia (gramas)
B	Massa do receptáculo (proveta) de líquido (gramas)
C	Massa da célula cheia com a amostra de sólidos, antes de destilar (gramas)
D	Massa de sólidos úmidos: = C - A (gramas)
E	Colocar a amostra para destilar e medir o volume de água (mL)
F	Obter a massa do receptáculo com só líquidos destilados (gramas)
G	Mede-se a massa dos fluidos destilados: = F - B (gramas)
H	Massa da base orgânica: = G - E (gramas)
I	Massa dos sólidos secos: = D - G (gramas)
J	Relação de massa de base orgânica a massa de sólidos secos = H x 1000 ÷ I (gramas/kilo)
K	Porcentagem de base orgânica nos cascalhos = J ÷ 10 %

² O total de amostras diárias vai ser função da quantidade de horas diárias gastas efetivamente com a perfuração.

ME

7.6. Avaliação da Concentração de Metais nos Cascalhos e Fluidos de Perfuração

A concentração de metais nos cascalhos e fluidos de perfuração foi avaliada através da coleta de amostras nas fases com retorno de fluidos de base aquosa e cascalhos nos dias de descarte de fluido excedente (aplicável apenas para Fase III do poço Caju-1, a qual utilizou o fluido aquoso Argilosos para Fases Iniciais - MI-FBA001) e amostras de fluidos de base não aquosa e cascalhos ao final das fases aplicáveis para cada um dos poços perfurados.

Destaca-se que as amostras de fluido de perfuração foram coletadas após o retorno, no sistema ativo de fluidos, e as amostras de cascalho, por sua vez, na calha de cascalhos da unidade de perfuração.

Após a coleta, as amostras foram mantidas sob refrigeração até a realização das análises pelo Laboratório Analytical Technologies (ANATECH).

As análises de concentrações de metais foram realizadas com base na metodologia estabelecida pela USEPA 6010C. Esse método estabelece a concentração de metais traço em uma amostra a partir de Espectrometria de Emissão Atômica por Plasma Acoplado Indutivamente (*Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry - ICP-AES*).

O ICP-AES consiste na detecção das características do espectro óptico de um plasma gerado a partir da solubilização ou digestão ácida das amostras. Um detector fotossensível é capaz de identificar e medir a intensidade de cada espectro de substâncias. O espectro emitido por cada elemento específico é produzido por meio de uma emissão de rádio-frequência, posteriormente monitorada pelos sensores do equipamento (USEPA 6010C). Esta metodologia permite caracterizar e quantificar os elementos químicos em uma amostra, mesmo elementos traço, ou seja, em baixas concentrações (TAYLOR, 2001).

A Tabela 6 apresenta todas as coletas de amostras de fluido e cascalho para análises de metais realizadas durante a perfuração dos poços Caju-1 e Dendê-1.

TABELA 6 – Datas das coletas das amostras para análises de metais.

Poço	Fase	Tipo de amostra	Data da coleta
Caju-1	III (17 ½")	MI-FBA001 (Argilosos para fases iniciais-0509) + Cascalho	14/04/2013
			15/04/2013
			16/04/2013
			17/04/2013
			18/04/2013
	19/04/2013		
Caju-1	IV (12 ¼")	MI-FBNA048-PARAFÍNICO/OLEFÍNICO-SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061 + Cascalho	06-08/04/2013
	V (8 ½")	MI-FBNA048-PARAFÍNICO/OLEFÍNICO-SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061 + Cascalho	01-03/06/2013
Dendê-1	III (17 ½")	MI-FBNA048-	12/07/2013

Poço	Fase	Tipo de amostra	Data da coleta
		PARAFÍNICO/OLEFÍNICO-SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061 + Cascalho	
	IV (12 ¼")	MI-FBNA048- PARAFÍNICO/OLEFÍNICO-SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061 + Cascalho	03/08/2013

7.7. Avaliação da Concentração de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA) nos Cascalhos e Fluidos de Perfuração

A fim de avaliar a concentração de HPAs no fluido de perfuração de base não aquosa (FBNA) utilizado durante a perfuração dos poços Caju-1 e Dendê-1 foram coletadas amostras do fluido Rheliant (MI-FBNA048), no início e no final das Fases com retorno (Fases III, IV e V, do poço Caju-1 e fases III e IV, do poço Dendê-1). Além disso, também foi avaliada a concentração de HPAs nos cascalhos gerados através da coleta de amostras de cascalho ao final das referidas fases para cada um dos poços perfurados.

A coleta das amostras de fluido de perfuração Rheliant (MI-FBNA048) foi realizada no sistema ativo de fluidos. As amostras de cascalho foram coletadas após o retorno dos materiais na calha de cascalhos da unidade de perfuração. A Tabela 7 a seguir apresenta todas as coletas de amostras de fluido e cascalho para análises de HPAs realizadas durante a perfuração dos poços Caju-1 e Dendê-1.

TABELA 7 – Datas das coletas das amostras para análises de HPA.

Poço	Fase	Tipo de amostra	Data da coleta
Caju-1	IV (12 ¼")	MI-FBNA048- PARAFÍNICO/OLEFÍNICO-SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061 - início da Fase	29/04/2013
		MI-FBNA048- PARAFÍNICO/OLEFÍNICO-SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061 + cascalho- fim da Fase	06-08/04/2013
	V (8 ½")	MI-FBNA048- PARAFÍNICO/OLEFÍNICO-SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061- início da Fase	16/05/2013
		MI-FBNA048- PARAFÍNICO/OLEFÍNICO-SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061 + Cascalho - final da Fase	01-03/06/2013
Dendê-1	III (17 ½")	MI-FBNA048- PARAFÍNICO/OLEFÍNICO-SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061 - início da Fase	10/07/2013
		MI-FBNA048- PARAFÍNICO/OLEFÍNICO-SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061 + Cascalho - final da Fase	12/07/2013
	IV (12 ¼")	MI-FBNA048- PARAFÍNICO/OLEFÍNICO-SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061 - início da Fase	16/07/2013
		MI-FBNA048- PARAFÍNICO/OLEFÍNICO-SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061 + Cascalho - final da Fase	03/08/2013

As amostras foram refrigeradas do momento da coleta até a realização das análises pelo Laboratório Analytical Technologies (ANATECH).

As análises da concentração de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) foram realizados com base na metodologia estabelecida pela USEPA 8207D. Este método determina a concentração de compostos orgânicos semivoláteis em diversos tipos de matriz, como fluidos de perfuração. A análise é feita com base na Cromatografia Gasosa.

Esse método consiste no transporte de uma alíquota específica da amostra por um tubo com temperatura controlada, a partir de um gás inerte (hélio ou nitrogênio). A amostra é levada até um detector que capta a presença de substâncias, (gerando picos no registro cromatográfico), bem como a sua concentração estimada (área dos picos). Desta forma, a cromatografia gasosa é considerada uma metodologia eficiente e versátil na identificação e quantificação de substâncias em uma amostra (HEFTMANN, 1983).

7.8. Granulometria dos cascalhos

A análise granulométrica dos cascalhos gerados durante a perfuração foi realizada para reconstruir a litologia perfurada e identificar possíveis reservatórios. O geólogo a bordo foi responsável pela amostragem, garantindo que as amostras fossem coletadas na quantidade suficiente e acondicionadas na ordem correta. As amostras referentes aos poços Caju-1 e Dendê-1 foram encaminhadas posteriormente a empresa GEONEXT.

Foram realizadas coletas de amostras em cada faixa litológica dos poços Caju-1 (1-PERN-3-ESS) e Dendê-1 (1-PERN-4-ESS) durante as fases perfuradas com *riser* (com retorno de cascalho à superfície) para a determinação do tamanho dos grãos dos cascalhos gerados. As amostragens dos cascalhos gerados foram realizadas pelo geólogo a bordo da unidade de perfuração *Ocean Star*.

As profundidades de coleta e respectivas fases dos poços Caju (1-PERN-3-ESS) e Dendê (1-PERN-4-ESS) são apresentadas nos resultados. Observa-se que foram feitas coletas em todas as litologias perfuradas na fase com *riser*.

A análise granulométrica realizada nas amostras dos poços Caju (1-PERN-3-ESS) e Dendê (1-PERN-4-ESS) foram realizados após a extração de quaisquer contaminantes como hidrocarbonetos e sais. Esta limpeza foi feita pela lavagem com água corrente com ou sem desengraxante (dependendo do fluido de perfuração utilizado no poço). Por fim, as amostras foram devidamente acondicionadas e tratadas com um solvente orgânico.

A análise granulométrica consistiu na passagem do cascalho por uma série de peneiras superpostas, com tamanhos de malha sucessivamente menores. Após a retirada dos contaminantes das amostras, foi efetuado o peneiramento em uma série de peneiras cujos diâmetros das malhas são apresentados na Tabelas 15 e 16. O conteúdo retido em cada peneira, bem como aquele que ficou no fundo do jogo de peneiras, foi pesado para avaliação da distribuição granulométrica das amostras.

As peneiras divididas em quatro (4) classes granulométricas distintas, sendo apresentadas em faixas de tamanho distinto dentro da classificação ϕ (Phi), sendo elas: de 0,063 mm à 1mm, de 1mm à 4 mm, de 4mm à 8mm e maior que 8mm.

8. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos testes descritos anteriormente, referentes ao Projeto de Monitoramento de Cascalho e Fluidos de Perfuração são apresentados a seguir.

8.1. Descarte de cascalho e fluido de perfuração

A Tabela 8 a seguir apresenta resumidamente os volumes de fluidos descartados durante a perfuração dos poços Caju-1 e Dendê-1 sendo comparados com os volumes estimados durante o processo de licenciamento ambiental da atividade, bem como as extensões de cada fase conforme previsto e o que foi efetivamente realizado durante a perfuração.

TABELA 8 – Volumetrias de Fluido de Perfuração: Volumes Estimados X Efetivamente Descartados ao Mar dos poços Caju-1 e Dendê-1.

Poço	Fase/ Diâmetro (")	Extensão Prevista a ser Perfurada (m)	Extensão Perfurada (m)	Fluido de Perfuração Utilizado	Volume Estimado de Fluido a ser Descartado ao Mar (m ³)	Volume de Fluido Efetivamente Descartado ao Mar (m ³)
Caju-1	Poço Piloto (12 ¼")*	-	70	-	-	17,49
	I (36")	50	61	MI-FBA023- ARGILOSO-GEL SWEEPS-0812	68,90	63,59
	II (26")	725	926	MI-FBA023- ARGILOSO-GEL SWEEPS-0812	1.309,40	525,78
				MI-FBA022- ARGILOSO-PAD MUD-0812		405,26
	III (17 ½")	1.235	1.505	MI-FBA001 (ARGILOSOS PARA FASES INICIAIS- 0509)	1.203,20	2.262,85
	IV (12 ¼" - 14 ¾") (10 5/8" - 12 ¼")	1.420	752	MI-FBNA048- PARAFÍNICO/OLEFÍN ICO-SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061	7,1	28,14
				MI-FCBA003- COMPLETAÇÃO- CaCl ₂ 10,8-0509**	-	30,21
V (8 ½")	1.085	1.240	MI-FBNA048- PARAFÍNICO/OLEFÍN ICO-SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061	2,6	237,68	
Dendê-1	I (36")	50	60	MI-FBA023- ARGILOSO-GEL SWEEPS-0812	68,90	63,69

Poço	Fase/ Diâmetro (")	Extensão Prevista a ser Perfurada (m)	Extensão Perfurada (m)	Fluido de Perfuração Utilizado	Volume Estimado de Fluido a ser Descartado ao Mar (m ³)	Volume de Fluido Efetivamente Descartado ao Mar (m ³)
	II (26")	960	747	MI-FBA023- ARGILOSO-GEL SWEEPS-0812	1.715,10	672,58
				MI-FBA022- ARGILOSO-PAD MUD-0812		436,26
	III (17 ½")	970	806	MI-FBNA048- PARAFÍNICO/OLEFÍN ICO-SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061	9,90	125,08
	IV (12 ¼")	375	1.603	MI-FBNA048- PARAFÍNICO/OLEFÍN ICO-SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061	1,90	128,02
	V (8 ½") ***	1.485	Não perfurada	MI-FBNA048- PARAFÍNICO/OLEFÍN ICO-SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061	3,60	Não perfurada

*Foi perfurado um poço piloto (12 ¼").

**Devido a uma situação contingencial, foi produzido o fluido complementar de base aquosa Completação CaCl₂ (MI-FCBA003) durante a perfuração da Fase de 12 ¼".

***A fase V (8 ½") do poço Dendê-1 não foi perfurada.

OBS¹: Os poços Caju-1 e Dendê-1 apresentam lâmina d'água de 1.428m e 1.750, respectivamente.

OBS²: Ressalta-se que não ocorreu descarte do FBNA Rheliant (MI-FBNA048) excedente no mar. O volume de fluido descartado refere-se ao fluido Rheliant (MI-FBNA048) descartado ao mar aderido ao cascalho.

Avaliando os valores apresentados na Tabela 8 é possível observar uma variação da extensão das seções perfuradas e entre os volumes de fluidos previstos e os volumes de fluido efetivamente descartados para os dois poços perfurados.

Para o poço Caju-1, é informado que, antes do início do design previamente proposto, foi perfurado um poço piloto (12 ¼") para testar a firmeza da formação e determinar a profundidade do revestimento de 36" necessária para suportar o peso do revestimento de 20". Deste modo o poço piloto ajudou a determinar quantas juntas de revestimento de 36" deveriam ser corridas.

Observa-se que, para o poço Caju-1, as extensões perfuradas em todas as seções, exceto na Fase IV, foram superiores a prevista no período do licenciamento, o que acarretou em volumes de fluidos de perfuração descartados ao mar também superiores aos volumes estimados para o poço em questão nas fases perfuradas.

É informado que, devido a condições operacionais inesperadas na perfuração da Fase IV, foi necessária a substituição da broca de 12 ¼" pela broca 10 5/8", de modo a garantir a estabilidade do poço Caju-1. De maneira emergencial, também foi produzido o fluido Complementar CaCl₂ (MI-FCBA003), que por sua vez,

não foi utilizado, porém foi descartado ao mar após realização do *Static Sheen Test*. Este processo, levou a um maior volume de fluido produzido e conseqüentemente descartado ao mar.

Com relação ao poço Dendê-1, observa-se que nas Fases I e IV, a extensão perfurada foi superior a prevista no licenciamento, o que justifica o maior volume de fluidos descartados ao mar. Na Fase II, por sua vez, a extensão perfurada e o volume dos fluidos Gel Sweeps (MI-FBA022) e Pad Mud (MI-FBA023) foram inferiores ao estimado na época do licenciamento. Enquanto isso, na Fase III, apesar de uma menor extensão perfurada, um maior volume de fluido foi descartado ao mar.

Ressalta-se que as variações encontradas podem ser consideradas normais devido à dificuldade de prever a extensão das litologias a serem perfuradas durante a etapa de licenciamento ambiental. Isto ocorre devido à dificuldade de estabelecer a extensão das litologias através de modelos de evolução de bacias sedimentares com base em métodos indiretos tais como os métodos sísmicos.

A Tabela 9 apresenta a volumetria dos cascalhos descartados ao mar durante as atividades de perfuração dos poços Caju-1 e Dendê-1 localizados nos Blocos BM-ES-39 e BM-ES-40, respectivamente.

TABELA 9 – Volumetrias de Cascalhos: Volumes Estimados X Efetivamente Descartados ao Mar dos poços Caju-1 e Dendê-1.

Poço	Fase/ Diâmetro (")	Extensão Prevista a ser Perfurada (m)	Extensão Perfurada (m)	Fluido de Perfuração Utilizado	Volume Estimado de Cascalho a ser Descartado ao Mar (m ³)	Volume de Cascalho Efetivamente Descartado ao Mar (m ³)
Caju-1	Poço Piloto (12 ¼")*	-	70	-	-	0
	I (36")	50	61	MI-FBA023-ARGILOSOS- GEL SWEEPS-0812	33,00	39,74
	II (26")	725	926	MI-FBA023-ARGILOSOS- GEL SWEEPS-0812	373,00	236,69
				MI-FBA022-ARGILOSOS- PAD MUD-0812		11,99
	III (17 ½")	1.235	1.505	MI-FBA001 (ARGILOSOS PARA FASES INICIAIS- 0509)	211,00	236,80
	IV (12 ¼")	1.420	752	MI-FBNA048- PARAFÍNICO/OLEFÍNICO -SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061	119,00	61,14
				MI-FCBA003- COMPLETAÇÃO-CaCl2 10,8-0509	-	0,00
V (8 ½")	1.085	1.240	MI-FBNA048- PARAFÍNICO/OLEFÍNICO -SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061	44,00	45,39	

Poço	Fase/ Diâmetro (")	Extensão Prevista a ser Perfurada (m)	Extensão Perfurada (m)	Fluido de Perfuração Utilizado	Volume Estimado de Cascalho a ser Descartado ao Mar (m ³)	Volume de Cascalho Efetivamente Descartado ao Mar (m ³)
Dendê-1	I (36")	50	60	MI-FBA023-ARGILOSO- GEL SWEEPS-0812	33,00	31,35
	II (26")	960	747	MI-FBA023-ARGILOSO- GEL SWEEPS-0812	493,00	255,07
				MI-FBA022-ARGILOSO- PAD MUD-0812		0,00
	III (17 ½")	970	806	MI-FBNA048- PARAFÍNICO/OLEFÍNICO -SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061	166,00	125,08
	IV (12 ¼")	375	1.603	MI-FBNA048- PARAFÍNICO/OLEFÍNICO -SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061	31,00	128,02
V (8 ½") **	1.485	Não perfurada	MI-FBNA048- PARAFÍNICO/OLEFÍNICO -SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061	60,00	Não perfurada	

* Foi perfurado um poço piloto (12 ¼")

Em relação à volumetria de cascalho, também podem ser observadas variações entre o volume de cascalho estimado a ser descartado ao mar e o volume de cascalho descartado durante a perfuração dos dois poços (Tabela 9).

Para o poço Caju-1, o volume de cascalho descartado ao mar foi superior ao previsto nas Fases I, III e V, o que pode ser justificado devida a maior extensão efetivamente perfurada nestas fases. Na Fase II, apesar da maior extensão perfurada, o volume de cascalho descartado ao mar foi inferior ao estimado no licenciamento. Na Fase IV, apesar das questões operacionais mencionadas anteriormente, a extensão perfurada foi inferior a prevista, apresentando assim, um menor volume de cascalho efetivamente descartado ao mar.

No que diz respeito aos volumes de cascalho descartados no poço Dendê-1, observa-se que, nas Fases I e V, cuja extensão perfurada foi acima da prevista, os valores de cascalho descartado ao mar também foram superiores ao previsto no licenciamento. Nas Fases II e III, entretanto, os volumes descartados foram inferiores ao previsto, em consonância com as extensões perfuradas.

Conforme informado anteriormente, é destacado que essas diferenças provavelmente ocorreram devido à dificuldade de prever a extensão das seções a serem perfuradas e a volumetria de fluidos e cascalhos a serem descartados ao mar durante a etapa de licenciamento ambiental.

8.2. Avaliação das Características Físico-químicas dos Fluidos de Perfuração

A Tabela 10, a seguir, apresenta os valores para os parâmetros físico-químicos (salinidade, temperatura, densidade e pH) do fluido de perfuração Rheliant (MI-FBNA048) utilizado na perfuração das seções III (17,5"), IV (12,4") e V (8,5") do poço Caju-1 e seções III (17,5"), e IV (12,4") do poço Dendê-1.

Conforme mencionado no item 7.2. *Avaliação das Características Físico-químicas dos Fluidos de Perfuração*, o parâmetro pH não é aplicável para fluidos de base não aquosa e para estas fases não foi avaliado.

TABELA 10 – Parâmetros físico-químicos das amostras de fluido Rheliant (MI-FBNA048) utilizado na perfuração dos poços Caju-1 e Dendê-1.

Poço	Fase	Salinidade (mg/L)	Temperatura (°C)	Densidade (g/cm ³)	pH
Caju-1	III (17 ½") - início	800	16,6	1,044	10,5
	III (17 ½") - fim	8.000	18,3	1,128	9,4
	IV (12 ¼") - início	34.000	18,3	1,104	-
	IV (12 ¼") - fim	55.000	18,9	1,308	-
	V (8 ½") - início	47.000	18,3	1,198	-
	V (8 ½") - fim	36.000	17,7	1,656	-
Dendê-1	III (17 ½") - início	40.000	15,5	1,900	-
	III (17 ½") - fim	40.000	21,1	1,138	-
	IV (12 ¼") - início	52.000	18,3	1,150	-
	IV (12 ¼") - fim	42.000	18,3	1,246	-

Os valores de salinidade dos dois poços foram superiores nas Fases IV e V em relação à Fase III do poço Caju-1 e variaram entre 800 mg/L e 55.000 mg/L (Tabela 10). Para o poço Dendê-1, a Fase IV apresentou valores de densidade superiores à Fase III, variando entre 40.000 mg/L e 52.000 mg/L. Em relação às medidas de densidade, para todos os poços os valores variaram de coleta a coleta, sendo o maior estimado no início da Fase III do poço Dendê-1. Ressalta-se que as variações nas medidas de salinidade e densidade podem ter ocorrido devido a essas medições terem sido realizadas no sistema ativo de fluidos, após circulação dos fluidos pelo poço e retorno a plataforma.

Em relação às medidas de temperatura dos fluidos, os valores variaram entre 15,5 e 21,1°C. É importante ressaltar que somente ocorreu descarte do fluido de base não aquosa Rheliant (MI-FBNA048) aderido aos cascalhos após tratamento adequado (secador de cascalho e centrífuga). Portanto, a temperatura medida no sistema de fluido ativo não é representativa da pequena porção de fluido aderido ao cascalho que é efetivamente descartada ao mar.

8.3. Avaliação da Toxicidade dos Fluidos de Perfuração

A Tabela 11 apresenta os resultados dos testes de toxicidade com os fluidos utilizados nas seções perfuradas com riser dos poços Caju-1 e Dendê-1. Os laudos completos dos testes de toxicidade aguda e crônica realizados são apresentados no **Anexo B**.

TABELA 11- Resultados (ppm) dos testes de toxicidade com os fluidos de perfuração utilizados na perfuração dos poços Caju-1 e Dendê-1.

Poço	Fluido	Fase	Data de Coleta	Lytechinus variegatus			Mysidopsis juniae
				CENO	CEO	VC	CL50 _{96h}
				(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
Caju-1	MI-FBA001 (ARGILOSOS PARA FASES INICIAIS-0509) -	III (17 ½") - início	08/04/2013	250.000	500.000	353.553	>1.000.000
	MI-FBA001 (ARGILOSOS PARA FASES INICIAIS-0509)	III (17 ½") - fim	19/04/2013	1.000.000	>1.000.000	Não calculado	≥1.000.000
	MI-FBNA048-PARAFÍNICO/OLE FÍNICO-SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061	IV (12 ¼") - início	25/04/2013	62.500	125.000	88.388	140.307,76
	MI-FBNA048-PARAFÍNICO/OLE FÍNICO-SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061	IV (12 ¼") - fim	25/05/2013	15.625	32.250	22.097	615.572,21
	MI-FBNA048-PARAFÍNICO/OLE FÍNICO-SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061	V (8 ½") - início	16/05/2013	62.500	125.000	88.388	238.710,40
	MI-FBNA048-PARAFÍNICO/OLE FÍNICO-SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061	V (8 ½") - fim	03/06/2013	125.000	250.000	176.777	>1.000.000
Dendê-1	MI-FBNA048-PARAFÍNICO/OLE FÍNICO-SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061	III (17 ½") - início	10/07/2013	62.500	125.000	88.388	227.930,62
	MI-FBNA048-PARAFÍNICO/OLE FÍNICO-SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061	III (17 ½") - fim	12/07/2013	125.000	250.000	176.777	615.572,21
	MI-FBNA048-PARAFÍNICO/OLE FÍNICO-SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061	IV (12 ¼") - início	16/07/2013	125.000	250.000	176.777	353.553,39
	MI-FBNA048-PARAFÍNICO/OLE FÍNICO-SISTEMA RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061	IV (12 ¼") - fim	03/08/2013	125.000	250.000	176.777	511.232,44

Poço	Fluido	Fase	Data de Coleta	Lytechinus variegatus			Mysidopsis juniae
				CENO	CEO	VC	CL50 _{96h}
				(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
	RHELIANT 1:1 RHELIANT P-061						

CL50_{96h} – concentração da amostra (ppm da FPS) responsável pela mortalidade de 50% dos organismos após um período de exposição de 96 horas, e seu respectivo IC (Intervalo de Confiança)

VC – valor crônico (ppm da FPS)

CENO - maior concentração utilizada que não causa efeito significativamente diferente do controle (ppm da FPS)

CEO - menor concentração utilizada que causa efeito significativamente diferente do controle (ppm da FPS)

No Brasil não há padrão estabelecido para limites de toxicidade aguda e crônica de fluidos de perfuração. Desta forma, para fins de comparação dos resultados obtidos em projetos de monitoramento de cascalhos e fluidos de perfuração geralmente utiliza-se o padrão estabelecido pela EPA (*US Environmental Protection Agency*).

A EPA apresenta um limite de toxicidade para fluidos de perfuração de base aquosa de 30.000 ppm da FPS – Fração Particulada Suspensa, em testes de toxicidade aguda com *Americamysis bahia* (CL50_{96h}) (ou 3%, ou 3.000ppm do fluido integral). De acordo com a EPA (1999), “para um fluido passar no teste de toxicidade, de acordo com os requerimentos da indústria de extração *offshore* de óleo e gás, a CL50, ajustada para sensibilidade natural dos organismos, deve ser maior que 3 por cento (3%) da concentração da fração particulada suspensa (FPS) de uma diluição em volume de 1:9”. Essa limitação de toxicidade estimula a utilização de aditivos de baixa toxicidade nos fluidos de perfuração, evitando o descarte de contaminantes tóxicos no ambiente.

Segundo VEIGA (1998), a espécie de misidáceo *Mysidopsis juniae*, que tem sua ocorrência descrita no litoral sudeste brasileiro, apresenta biologia semelhante a do misidáceo americano *Americamysis bahia*, além de ser da mesma família. De acordo com a mesma autora, a sensibilidade dessas espécies é semelhante, sendo então *Mysidopsis juniae* um organismo com potencial para ser utilizado em substituição a *Americamysis bahia*. Neste estudo, de seis fluidos testados, a espécie *Mysidopsis juniae* foi mais sensível que *Americamysis bahia* a quatro fluidos.

Devido à semelhança entre as duas espécies de misidáceos – *Americamysis bahia* e *Mysidopsis juniae* (VEIGA, 1998), à ausência de limites de toxicidade estabelecidos na legislação brasileira e à carência de estudos publicados sobre fluidos de perfuração com a espécie brasileira, atualmente o mesmo limite de 30.000 ppm da FPS (extrato na proporção de 1 parte de fluido para 9 partes de água), vem sendo usado como referência para o teste de toxicidade aguda com *Mysidopsis juniae*.

Embora a metodologia dos testes de toxicidade aguda e crônica e os limites estabelecido pela EPA se apliquem aos fluidos de perfuração de base aquosa - FBA (uma vez que ambas as espécies utilizadas *A. bahia* e *M. juniae* são espécies que vivem na coluna d’água, onde os impactos ambientais são associados mais aos fluidos de perfuração de base aquosa - FBA do que aos fluidos de perfuração de base não aquosa - FBNA), na ausência de metodologia e padrões estabelecidos para avaliar a toxicidade de FBNA utilizamos os limites da EPA para comparar os resultados obtidos. Considerando os valores estabelecidos pela EPA os fluidos de perfuração apresentaram baixa toxicidade aguda em todas as seções perfuradas com *riser* para os poços Caju-1 e Dendê-1e por isso, atenderam ao limite de toxicidade praticado pela CGPEG/IBAMA.

Além do limite estabelecido pela EPA, outro padrão que poderia ser utilizado para comparar os resultados obtidos seria a classificação revisada do GESAMP (*Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection*) (GESAMP, 2002). Nessa classificação foram estabelecidos graus de toxicidade de acordo com os resultados dos testes agudos ou crônicos. As amostras podem ser consideradas “não tóxicas” quando apresentam valores de CL50 superiores a 1.000 ppm (toxicidade aguda) e/ou CENO superior a 1,0 ppm (toxicidade crônica). Vale ressaltar que esses valores devem ser comparados com a toxicidade do fluido integral e não com a FPS.

Embora nos testes realizados com as amostras dos fluidos de perfuração das atividades dos poços Caju-1 e Dendê-1 tenham sido estabelecidos valores de toxicidade aguda e crônica para a FPS, na ausência de outros padrões de toxicidade crônica apresenta-se uma breve comparação dos dados obtidos com a classificação do GESAMP. Ao considerarmos tal classificação, as amostras dos fluidos coletados no início e fim das seções perfuradas com *riser* dos dois poços perfurados apresentaram baixa toxicidade aguda e crônica, uma vez que todas as amostras apresentaram valores de CL50 superiores a 1.000 ppm e CENO superior a 1,0 ppm.

8.4. Avaliação da Contaminação dos Fluidos de Perfuração por óleo livre

- **Teste de Reflexo Estático (*Static Sheen Test*)**

Conforme mencionado anteriormente, na Fase III (17 ½”) do poço Caju-1 (1-PERN-3-ESS) foi utilizado o fluido de base aquosa Argilosos para Fases Iniciais (MI-FBA001) e na Fase IV (12 ¼”) foi produzido o fluido complementar de base aquosa Completação CaCl₂ (MI-FCBA003). Ambos fluidos apenas foram descartados ao mar após passar pelo *Static Sheen Test*.

Os laudos dos Testes de Reflexo Estático realizados são apresentados no **Anexo C**.

- **RPE (*Reverse Phase Extraction*)**

Como relatado anteriormente, foram realizados testes de RPE com o fluido Rheliant (MI-FBNA048) ao final das Fases III (17,5”), IV (12,25”) e V (8,5”) do poço Caju-1 e Fases III (17,5”) e IV (12,25”) do poço Dendê-1. Os resultados obtidos demonstraram que não houve contaminação do Rheliant (MI-FBNA048) em nenhuma destas seções para os poços Caju-1 e Dendê-1.

Os laudos dos testes de RPE realizados são apresentados no **Anexo D**.

8.5. Teor de Fluido Sintético nos Cascalhos processados pelo Secador de Cascalhos/Centrífuga

Na Tabela 12 é apresentada de forma resumida a média ponderada percentual, em peso de cascalho úmido, da base orgânica retida no cascalho descartado ao mar durante a perfuração dos poços Caju-1 e Dendê-1.

TABELA 12 - Resultados dos ensaios da retorta (%ROC) para os poços Caju-1 e Dendê-1.

Poço	Fase	Período de Utilização do Fluido Rheliant (MI-FBNA048)	Última Data de Tratamento/Descarte de Cascalho com Fluido Aderido	% ROC Acumulado no Poço (%v/v)
Caju-1	IV (12,25")	24/04/2013 a 13/05/2013	25/06/2013	5,80
	V (8,5")	14/05/2013 a 27/06/2013		
Dendê-1	III (17,5")	06/07/2013 a 14/07/2013	10/08/2013	5,08
	IV (12,25")	15/07/2013 a 10/08/2013		

O percentual médio de base orgânica do fluido aderido ao cascalho descartado para os poços Caju-1 e Dendê-1 foi de 5,80%, e 5,08%, respectivamente. Dessa forma, todos os valores foram inferiores a 6,9%, e atendem ao limite praticado pela CGPEG/IBAMA para fluidos de base não aquosa.

Os laudos finais de ROC dos poços Caju-1 e Dendê-1 são apresentados no **Anexo E** deste relatório.

8.6. Avaliação da Concentração de Metais nos Cascalhos e Fluidos de Perfuração

Os resultados das análises de metais nas amostras de fluido e cascalho coletadas nos dias em que houve descarte excedente na Fase III do poço Caju-1 e no fim das demais fases perfuradas com *riser* dos poços Caju-1 e Dendê-1 são apresentadas na Tabela 13 a seguir.

TABELA 13 – Resultados das análises de metais dos poços Caju-1 e Dendê-1.

Metais (ppm)	Poço									
	Caju-1						Dendê-1			
	Fase III		Fase IV		Fase V		Fase III		Fase IV	
	Fluido	Cascalho	Fluido	Cascalho	Fluido	Cascalho	Fluido	Cascalho	Fluido	Cascalho
Alumínio Total	849,4	12017,2	1514,0	2152,9	217,0	7926,9	218,6	5508,6	1794,0	29146,1
	836,8	12907,0								
	712,8	15971,8								
	790,7	15285,7								
	709,3	18085,7								
	736,2	14546,8								
Bário Total	4610,0	1777,4	5976,0	2939,3	2278,0	866,7	1458,8	907,8	9484,0	3905,3
	3322,0	1671,8								
	1922,0	1353,5								
	1969,6	1645,1								
	1969,6	1208,6								
	3450,0	1243,2								
Cádmio Total	<1,00	<1,43	<1,00	<1,17	<1,00	<1,08	<1,00	<1,15	<1,00	<1,03
	<1,00	<1,45								
	<1,00	<1,41								
	<1,00	<1,43								
	<1,00	<1,43								
	<1,00	<1,44								

MB

Metais (ppm)	Poço									
	Caju-1					Dendê-1				
	Fase III		Fase IV		Fase V		Fase III		Fase IV	
	Fluido	Cascalho	Fluido	Cascalho	Fluido	Cascalho	Fluido	Cascalho	Fluido	Cascalho
Chumbo Total	<2,00	<2,87	5,72	8,76	<2,00	<2,15	<2,00	10,6	<2,00	5,05
	<4,00	<2,91								
	<2,00	<2,82								
	<2,00	<2,86								
	<2,00	<2,88								
Cobre Total	3,23	77,9	24,6	31,1	<2,00	32,0	4,0	23,1	13,1	13,3
	2,47	17,3								
	2,11	53,1								
	5,75	114,9								
	<2,00	20,4								
Cromo Total	<2,00	31,6	6,94	15,9	<2,00	48,2	8,8	13,4	7,99	47,1
	4,35	68,8								
	4,16	36,9								
	3,84	44,7								
	4,25	37,9								
Manganês Total	<1,00	38,7	47,3	121,5	4,99	222,9	8,68	397,7	41,8	196,7
	3,84	28,4								
	30,1	230,9								
	26,2	104,8								
	24,2	74,6								
Mercúrio Total	21,5	99,5	<0,150	<0,175	<0,150	<0,054	<0,150	<0,115	<0,300	<0,103
	18,1	84,2								
	18,6	145,9								
	<0,150	<0,215								
	<0,150	<0,218								
Níquel Total	<0,150	<0,211	5,88	19,3	<2,00	21,0	3,5	19,6	8,6	31,7
	<0,150	<0,214								
	<0,150	<0,214								
	<0,150	<0,216								
	3,51	61,4								
Ferro Total	3,14	25,5	27050,0	8246,2	358,0	18957,0	1470,0	16257,2	3259,0	13703,7
	2,62	24,7								
	2,87	27,6								
	2,35	21,7								
	2,54	23,2								
Zinco Total	2387,0	24770,8	43,8	60,3	9,8	39,2	16,4	67,4	78,0	102,0
	2463,0	25,5								
	2208,0	15788,7								
	2071,0	16700								
	1858,0	16714,3								
	1967,0	15640,3								
	22,6	84,2								
	28,4	63,3								
	12,8	68,7								
	18,4	77,6								
	12,8	93,6								
	19,3	100,7								

ma

Metais (ppm)	Poço									
	Caju-1					Dendê-1				
	Fase III		Fase IV		Fase V		Fase III		Fase IV	
	Fluido	Cascalho	Fluido	Cascalho	Fluido	Cascalho	Fluido	Cascalho	Fluido	Cascalho
Vanádio Total	4,22	35,6	5,24	12,2	<4,00	34,1	<4,00	18,0	5,5	23,0
	<4,00	30,6								
	<4,00	32,0								
	<4,00	32,9								
	<4,00	32,1								
<4,00	31,3									

A inexistência de estudos que estabeleçam padrões para a concentração de metais em cascalhos e fluidos de perfuração impossibilita a realização de uma análise comparativa destes dados, e por isso, esta avaliação apresenta caráter informativo. Além disso, é importante destacar que os valores de metais podem variar de acordo com diversos fatores, entre eles a composição original do fluido e das diferentes litologias perfuradas, tendo em vista que a própria rocha é uma fonte natural de metais. Desta forma, não é possível estabelecer uma comparação ou uma relação direta entre as concentrações de metais obtidas para as amostras de fluido e de cascalho dos poços perfurados.

É importante destacar que as concentrações de metais obtidas nas amostras de cascalho e fluidos de perfuração apresentaram comportamento heterogêneo, não sendo possível estabelecer uma relação direta entre os resultados. Cabe ressaltar que a concentração dos metais presentes nas amostras pode variar com relação ao tipo de litologia perfurada, o que também influencia nos resultados dos ensaios. Dentre os metais analisados, as maiores concentrações foram apresentadas pelo ferro, alumínio e bário. Destaca-se que as menores concentrações foram apresentadas pelos metais mercúrio e cádmio cujos todos os valores foram menores que os limites de quantificação.

Os laudos das análises de metais nas amostras de fluido e cascalhos dos poços Caju-1 e Dendê-1 são apresentados no **Anexo F**.

8.7. Avaliação da Concentração de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA) nos Cascalhos e Fluidos de Perfuração

A Tabela 14 apresenta os resultados obtidos para as análises da concentração de HPAs nas amostras de cascalhos e fluido de perfuração coletadas no início e fim das nas seções com riser que utilizaram fluido de base não aquosa dos poços Caju-1 e Dendê-1. É importante destacar que os resultados obtidos foram expressos considerando-se o Limite de Quantificação (LQ), ou seja, todas as amostras apresentaram concentrações de HPA menores do que o LQ obtido para as análises realizadas.

O Limite de Quantificação pode ser definido como o valor limite que defina o quanto uma amostra pode ser detectada e quantificada com elevada precisão estatística (RIBANI, *et al.* 2004); ou seja, é a concentração mínima de analito que pode ser detectada quantitativamente com erro menor do que 5% (P = 95%) (SHIMADZU, 2013). O LQ pode ser alterado conforme a concentração da matriz (RIBANI, *et al.*, 2004). Desta forma, com relação à metodologia utilizada, pode-se observar que os LQs variaram entre as amostras

devido às especificações da capacidade analítica do equipamento em função do tipo de matriz (sólida ou líquida). Ressalta-se que após o retorno dos fluidos de perfuração à unidade de perfuração suas características podem ser alteradas e estes podem se comportar como matrizes diferentes (possuem componentes distintos que possam vir a mascarar os elementos de interesse), o laboratório assume limites distintos, por amostra, o que pode comprometer o estabelecimento do limite de quantificação de cada hidrocarboneto poliaromático, não sendo muitas vezes um bom indicador do teor do somatório total de HPAs em uma determinada amostra. Em função da matriz analisada, diluições na amostra podem ser necessárias alterando sua concentração, o que, no entanto, acarreta em um maior limite de quantificação.

Conforme apresentado na Tabela 14 todas as amostras de cascalho e do fluido Rheliant (MI-FBNA048) apresentaram concentrações de HPAs inferiores a 10 ppm e por isso, atendem ao limite praticado pela CGPEG/IBAMA. Os laudos das análises de HPAs são apresentados no **Anexo G**.

TABELA 14 – Resultados das análises de HPA dos poços Caju-1 e Dendê-1.

HPA (ppm)	Poço											
	Caju-1						Dendê-1					
	Fase IV		Fase V		Fase III		Fase IV		Fase III		Fase IV	
	Fluido Rheiliant (MI-FBNA048) Início da fase	Fluido Rheiliant (MI-FBNA048) final da fase	Cascalho final da fase	Fluido Rheiliant (MI-FBNA048) Início da fase	Fluido Rheiliant (MI-FBNA048) final da fase	Cascalho final da fase	Fluido Rheiliant (MI-FBNA048) Início da fase	Fluido Rheiliant (MI-FBNA048) final da fase	Cascalho final da fase	Fluido Rheiliant (MI-FBNA048) Início da fase	Fluido Rheiliant (MI-FBNA048) final da fase	Cascalho final da fase
Naftaleno	<3000,0	<3000,0	<0,117	<1500,0	<1500,0	<0,011	<1500,0	<1500,0	<0,012	<1500,0	<1500,0	<0,012
Acenafileno	<3000,0	<3000,0	<0,117	<1500,0	<1500,0	<0,011	<1500,0	<1500,0	<0,012	<1500,0	<1500,0	<0,012
Acenafteno	<3000,0	<3000,0	<0,117	<1500,0	<1500,0	<0,011	<1500,0	<1500,0	<0,012	<1500,0	<1500,0	<0,012
Fluoreno	<3000,0	<3000,0	<0,117	<1500,0	<1500,0	<0,011	<1500,0	<1500,0	<0,012	<1500,0	<1500,0	<0,012
Fenantreno	<3000,0	<3000,0	<0,117	<1500,0	<1500,0	<0,011	<1500,0	<1500,0	<0,012	<1500,0	<1500,0	<0,012
Antraceno	<3000,0	<3000,0	<0,117	<1500,0	<1500,0	<0,011	<1500,0	<1500,0	<0,012	<1500,0	<1500,0	<0,012
Fluoranteno	<3000,0	<3000,0	<0,117	<1500,0	<1500,0	<0,011	<1500,0	<1500,0	<0,012	<1500,0	<1500,0	<0,012
Pireno	<3000,0	<3000,0	<0,117	<1500,0	<1500,0	<0,011	<1500,0	<1500,0	<0,012	<1500,0	<1500,0	<0,012
Benzo(a)antraceno	<3000,0	<3000,0	<0,117	<1500,0	<1500,0	<0,011	<1500,0	<1500,0	<0,012	<1500,0	<1500,0	<0,012
Criseno	<3000,0	<3000,0	<0,117	<1500,0	<1500,0	<0,011	<1500,0	<1500,0	<0,012	<1500,0	<1500,0	<0,012
Benzo(b)fluoranteno	<3000,0	<3000,0	<0,117	<1500,0	<1500,0	<0,011	<1500,0	<1500,0	<0,012	<1500,0	<1500,0	<0,012
Benzo(k)fluoranteno	<3000,0	<3000,0	<0,117	<1500,0	<1500,0	<0,011	<1500,0	<1500,0	<0,012	<1500,0	<1500,0	<0,012
Benzo(a)pireno	<3000,0	<3000,0	<0,117	<1500,0	<1500,0	<0,011	<1500,0	<1500,0	<0,012	<1500,0	<1500,0	<0,012
Indeno(1,2,3-cd)pireno	<3000,0	<3000,0	<0,117	<1500,0	<1500,0	<0,011	<1500,0	<1500,0	<0,012	<1500,0	<1500,0	<0,012
Dibenzo(a,h)antraceno	<3000,0	<3000,0	<0,117	<1500,0	<1500,0	<0,011	<1500,0	<1500,0	<0,012	<1500,0	<1500,0	<0,012
Benzo(g,h,i)perileno	<3000,0	<3000,0	<0,117	<1500,0	<1500,0	<0,011	<1500,0	<1500,0	<0,012	<1500,0	<1500,0	<0,012
TOTAL	<3000,0	<3000,0	<0,117	<1500,0	<1500,0	<0,011	<1500,0	<1500,0	<0,012	<1500,0	<1500,0	<0,012

MS

8.7. Granulometria dos cascalhos

➤ **Poço Caju-1 (1-PERN-3-ESS)**

Os sedimentos resultantes da perfuração do poço Caju-1, no Bloco BM-ES-39, foram analisados conforme a metodologia previamente descrita, sendo coletadas e analisadas amostras a cada 15 m perfurados, aproximadamente. Dessa forma, um total de 193 amostras foram analisadas e os resultados apresentados na Tabela 15 a seguir. Os resultados apresentaram, de maneira geral, uma maior concentração de sedimentos com frações que variam de 1 mm a 4 mm na parte superior do poço, sendo gradativamente alternada para frações de 4 mm a 8 mm nas partes mais profundas. As frações mais grossas ocorreram apenas em algumas amostras, com porcentagens que não ultrapassam 20%, com exceção de três amostras coletadas entre 4321 m e 4357 m de profundidade que apresentaram frações de 60% de sedimentos maiores do que 8 mm.

TABELA 15 – Resultados dos ensaios de granulometria realizados para as amostras de cascalho do poço Caju-1.

Granulometria - Poço Caju-1				
Profundidade	0.063 mm à 1mm	1mm à 4 mm	4mm à 8mm	Maior que 8mm
2467	25%	25%	40%	10%
2485	25%	25%	50%	0%
2503	30%	40%	30%	0%
2521	20%	60%	10%	10%
2539	30%	30%	30%	10%
2557	30%	50%	10%	10%
2575	30%	40%	20%	10%
2593	30%	30%	30%	10%
2611	20%	50%	30%	0%
2629	20%	60%	20%	0%
2647	30%	20%	50%	0%
2665	40%	30%	30%	0%
2683	30%	30%	40%	0%
2701	40%	30%	30%	0%
2719	30%	30%	40%	0%
2737	50%	20%	30%	0%
2755	40%	30%	30%	0%
2773	30%	30%	40%	0%
2791	50%	20%	30%	0%
2809	30%	30%	40%	0%
2827	20%	30%	50%	0%
2845	30%	40%	30%	0%
2863	30%	30%	40%	0%
2881	20%	50%	30%	0%
2899	20%	70%	10%	0%
2917	30%	60%	10%	0%
2935	20%	70%	10%	0%
2953	30%	50%	20%	0%
2971	10%	80%	10%	0%
2989	20%	50%	30%	0%
3007	10%	80%	10%	0%

Granulometria - Poço Caju-1

Profundidade	0.063 mm à 1mm	1mm à 4 mm	4mm à 8mm	Maior que 8mm
3025	10%	50%	40%	0%
3043	40%	50%	10%	0%
3061	30%	60%	10%	0%
3079	40%	40%	20%	0%
3097	40%	30%	30%	0%
3115	50%	30%	20%	0%
3133	20%	40%	40%	0%
3151	30%	30%	40%	0%
3169	40%	30%	30%	0%
3187	70%	30%	0%	0%
3205	50%	30%	10%	10%
3223	40%	50%	10%	0%
3241	10%	60%	30%	0%
3259	30%	70%	0%	0%
3277	20%	70%	10%	0%
3295	60%	40%	0%	0%
3313	50%	40%	10%	0%
3331	40%	40%	20%	0%
3349	30%	40%	30%	0%
3367	40%	30%	30%	0%
3385	40%	30%	30%	0%
3403	40%	40%	20%	0%
3421	50%	50%	0%	0%
3439	40%	50%	10%	0%
3457	60%	40%	0%	0%
3475	70%	20%	0%	10%
3493	70%	20%	0%	10%
3511	40%	60%	0%	0%
3529	40%	50%	10%	0%
3547	50%	50%	0%	0%
3565	40%	50%	10%	0%
3583	50%	40%	10%	0%
3601	40%	60%	0%	0%
3619	30%	60%	10%	0%
3637	50%	40%	0%	10%
3655	40%	40%	10%	10%
3673	50%	30%	10%	10%
3691	60%	30%	10%	0%
3709	50%	40%	10%	0%
3727	40%	50%	10%	0%
3745	50%	40%	10%	0%
3763	50%	40%	10%	0%
3781	70%	20%	10%	0%
3799	40%	40%	10%	10%
3817	30%	30%	30%	10%
3835	50%	30%	20%	0%
3853	40%	40%	20%	0%
3871	30%	40%	30%	0%
3889	40%	40%	20%	0%

Granulometria - Poço Caju-1

Profundidade	0.063 mm à 1mm	1mm à 4 mm	4mm à 8mm	Maior que 8mm
3907	50%	30%	20%	0%
3925	50%	30%	20%	0%
3946	50%	30%	20%	0%
3964	10%	20%	70%	0%
3982	10%	30%	50%	10%
4000	10%	20%	70%	0%
4018	10%	30%	60%	0%
4036	10%	10%	80%	0%
4054	10%	20%	70%	0%
4072	10%	20%	70%	0%
4090	10%	10%	80%	0%
4108	10%	10%	80%	0%
4126	10%	20%	70%	0%
4144	10%	20%	70%	0%
4162	10%	10%	80%	0%
4180	10%	20%	70%	0%
4198	10%	30%	60%	0%
4216	10%	30%	60%	0%
4234	20%	30%	50%	0%
4252	20%	30%	50%	0%
4270	20%	20%	50%	10%
4285	20%	20%	50%	10%
4303	10%	20%	70%	0%
4321	10%	10%	20%	60%
4339	10%	10%	20%	60%
4357	10%	10%	20%	60%
4375	30%	20%	40%	10%
4393	20%	20%	50%	10%
4411	30%	20%	30%	20%
4429	20%	30%	40%	10%
4447	20%	20%	40%	20%
4465	20%	30%	40%	10%
4483	20%	30%	40%	10%
4501	20%	30%	40%	10%
4519	20%	30%	40%	10%
4537	10%	20%	50%	20%
4555	20%	30%	40%	10%
4573	10%	30%	40%	20%
4591	20%	30%	40%	10%
4609	20%	30%	40%	10%
4627	20%	60%	10%	10%
4645	20%	50%	20%	10%
4663	10%	60%	20%	10%
4681	40%	50%	10%	0%
4699	20%	60%	20%	0%
4717	50%	40%	10%	0%
4735	10%	80%	10%	0%
4753	10%	60%	20%	10%
4771	20%	70%	10%	0%

Granulometria - Poço Caju-1

Profundidade	0.063 mm à 1mm	1mm à 4 mm	4mm à 8mm	Maior que 8mm
4789	10%	80%	10%	0%
4807	20%	70%	10%	0%
4825	20%	70%	10%	0%
4843	30%	60%	10%	0%
4861	20%	60%	20%	0%
4879	10%	70%	10%	10%
4897	20%	0%	60%	20%
4915	20%	20%	50%	10%
4933	20%	20%	60%	0%
4951	10%	30%	50%	10%
4969	30%	30%	30%	10%
4987	20%	30%	40%	10%
5005	20%	20%	50%	10%
5023	10%	0%	70%	20%
5041	10%	20%	60%	10%
5059	30%	20%	50%	0%
5077	30%	30%	40%	0%
5095	20%	30%	50%	0%
5113	30%	20%	40%	10%
5131	20%	20%	40%	20%
5149	20%	30%	30%	20%
5167	30%	20%	40%	10%
5185	30%	30%	40%	0%
5203	10%	20%	60%	10%
5221	10%	30%	60%	0%
5239	20%	30%	30%	20%
5257	10%	30%	50%	10%
5275	20%	20%	60%	0%
5293	20%	30%	50%	0%
5311	30%	20%	50%	0%
5329	20%	20%	50%	10%
5347	30%	20%	50%	0%
5365	20%	20%	60%	0%
5383	30%	20%	50%	0%
5401	10%	30%	50%	10%
5419	10%	20%	60%	10%
5437	20%	30%	30%	20%
5455	20%	30%	40%	10%
5473	20%	20%	60%	0%
5491	10%	30%	50%	10%
5509	20%	30%	50%	0%
5527	10%	20%	50%	20%
5545	20%	30%	40%	10%
5563	10%	30%	60%	0%
5581	20%	20%	60%	0%
5599	10%	30%	50%	10%
5617	10%	40%	40%	10%
5635	20%	30%	50%	0%
5653	10%	30%	60%	0%

Granulometria - Poço Caju-1				
Profundidade	0.063 mm à 1mm	1mm à 4 mm	4mm à 8mm	Maior que 8mm
5671	10%	40%	40%	10%
5689	20%	20%	50%	10%
5707	20%	30%	50%	0%
5725	10%	30%	60%	0%
5743	20%	30%	50%	10%
5761	20%	40%	40%	0%
5779	30%	20%	50%	0%
5797	30%	20%	50%	0%
5815	10%	30%	50%	10%
5833	10%	20%	60%	10%
5851	20%	20%	50%	10%
5869	10%	30%	50%	10%
5887	20%	40%	40%	0%
5905	20%	30%	50%	0%
5923	20%	20%	60%	0%

A Figura 2 apresenta um perfil do poço Caju-1, correlacionando as profundidades amostradas com as suas relativas frações granulométricas obtidas. De uma forma geral, pode-se observar que as frações referentes aos tamanhos de grão de 0,063 mm a 1 mm e entre 1mm a 4 mm tendem a diminuir com a profundidade perfurada, embora suas concentrações oscilem mais com a profundidade.

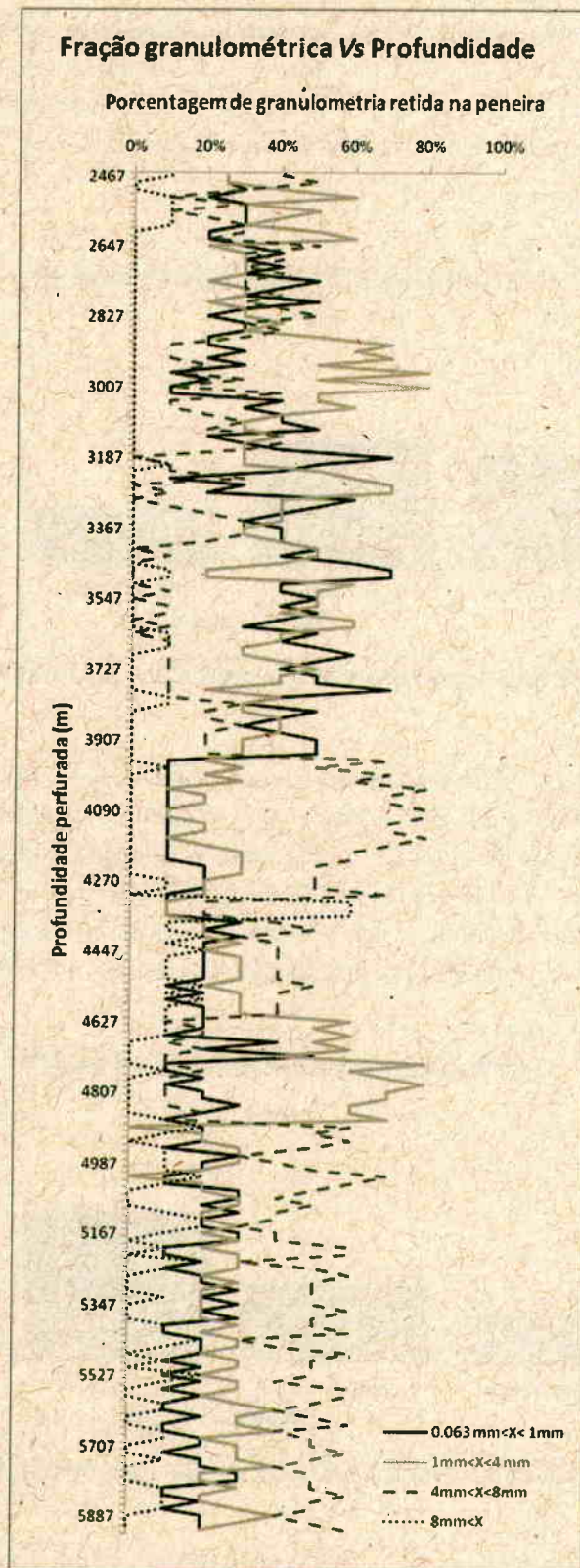


FIGURA 2 – Variação da distribuição granulométrica da perfuração do poço Caju-1 em função da profundidade perfurada.

mg

A distribuição granulométrica dos sedimentos foi analisada de acordo com as Fases III, IV e V perfuradas, tendo sido amostradas a cada 15 m, aproximadamente. A Fase III apresentou uma maior concentração de sedimentos com diâmetros entre 1 mm e 4 mm (41%), seguido de sedimentos menores, de 0,063 mm a 1 mm (37%). Sedimentos com tamanho de grão maior do que 8 mm foram os de menor expressão, com aproximadamente 2%.

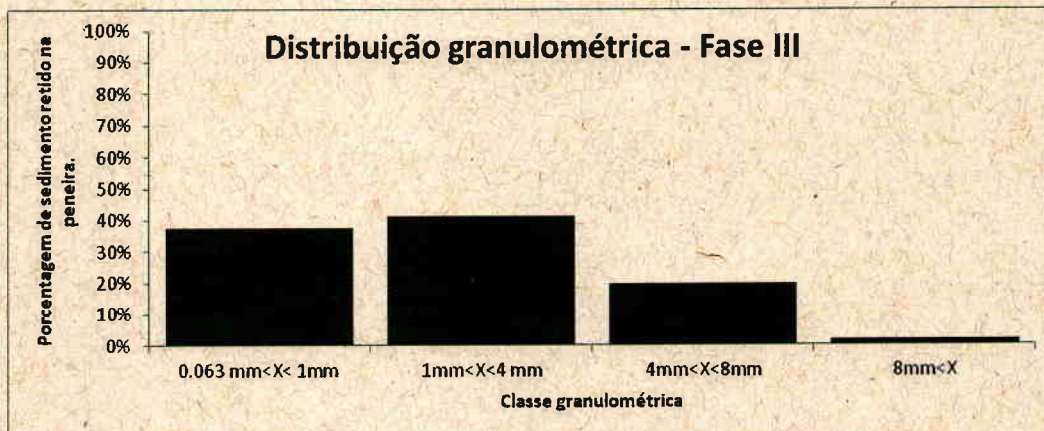


FIGURA 3 – Distribuição granulométrica média da perfuração da Fase III do poço Caju-1.

Os sedimentos da Fase IV apresentaram uma maior concentração de sedimentos com diâmetros entre 4 mm e 8 mm (48%), seguido de sedimentos menores, de 1 mm a 4 mm (25%) e de 0,063 mm a 1 mm (16%). Sedimentos com tamanho de grão maior do que 8 mm foram os de menor expressão, com aproximadamente 10%. Quando comparado com a fase anterior, as amostras apresentaram uma leve tendência de ocorrência de sedimentos mais grossos, maiores do que 8 mm. Entretanto, ocorreu uma clara inversão nos padrões do tamanho dos sedimentos, com a predominância de grânulos entre 4 mm e 8 mm, ao invés 1 mm a 4 mm.

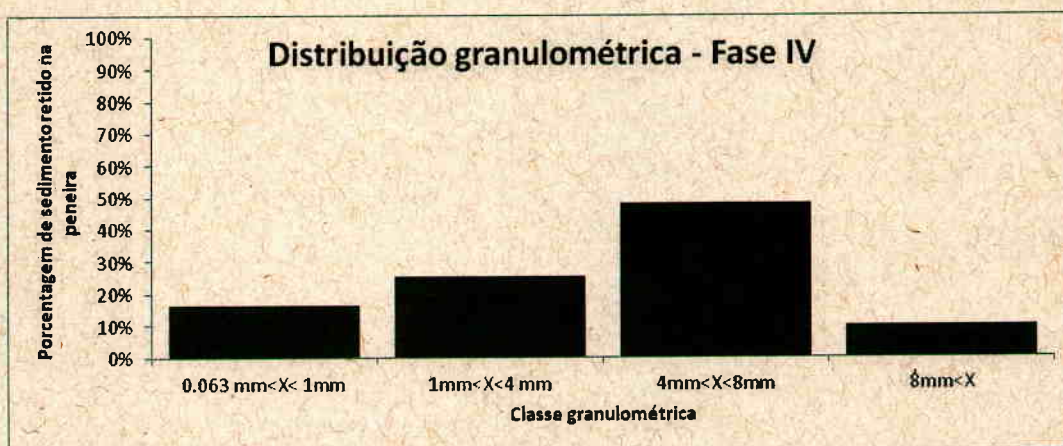


FIGURA 4 – Distribuição granulométrica média da perfuração da Fase IV do poço Caju-1.

A Fase V manteve o mesmo padrão de distribuição da Fase IV, sendo que neste caso os sedimentos maiores do que 8 mm apresentaram uma queda em porcentagem (6%). Também ocorreu uma presença mais significativa de sedimentos com tamanhos de grão entre 4 mm e 8 mm (44%). Em seguida, os sedimentos

mn

que apresentaram a maior concentração foi com tamanho entre 1 mm e 4 mm (32%), seguidos dos sedimentos mais finos (0,063 mm a 1 mm), com 19%.

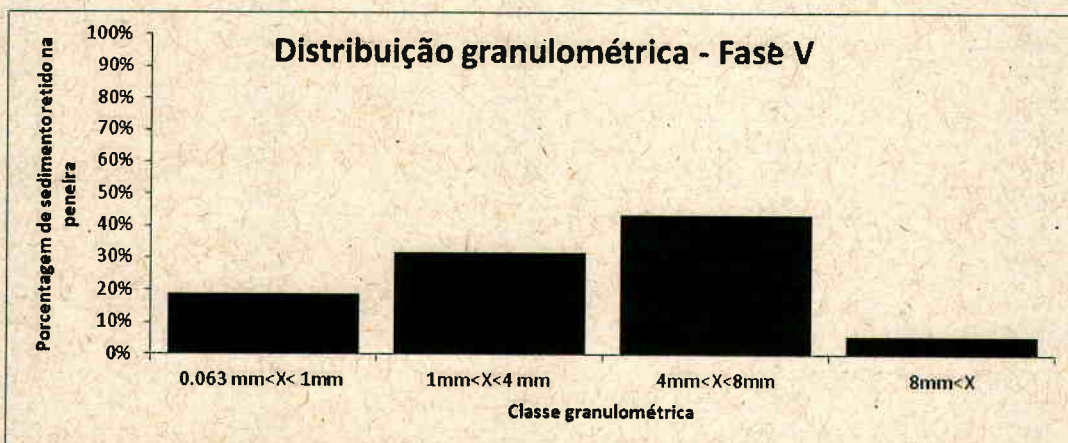


FIGURA 5 – Distribuição granulométrica média da perfuração da Fase V do poço Caju.

➤ **Poço Dendê (1-PERN-4-ESS)**

Os sedimentos resultantes da perfuração do poço Dendê, no Bloco BM-ES-39, foram analisados conforme a metodologia previamente descrita, sendo coletadas e analisadas amostras variando a cada 20 a 40 m perfurados, aproximadamente. Dessa forma, um total de 104 amostras foram coletadas e analisadas, e os resultados apresentados na Tabela 16.

Os resultados apresentaram, de maneira geral, uma maior concentração de sedimentos com frações que variam de 4 mm a 8 mm ao longo de todo o poço. As frações mais grossas ocorreram apenas na parte superior da Fase III, decaindo gradativamente conforme o aumento da profundidade (Fase IV). A maior concentração da fração mais grossa de cascalho ocorreu nas amostras retiradas a 2583 m e 2628 m, com 50%. Os sedimentos mais finos representaram porcentagens que não ultrapassam 20%, ocorrendo com maior frequência nas porções mais profundas.

TABELA 16 – Resultados dos ensaios de granulometria realizados para as amostras de cascalho do poço Dendê-1.

Granulometria - Poço Dendê-1				
Profundidade	0.063 mm à 1mm	1mm à 4 mm	4mm à 8mm	Maior que 8mm
2583	0%	0%	50%	50%
2628	0%	10%	40%	50%
2646	0%	20%	40%	40%
2664	0%	30%	40%	30%
2691	0%	30%	40%	30%
2718	0%	30%	40%	30%
2745	0%	30%	40%	30%
2772	0%	30%	30%	40%
2799	0%	30%	30%	40%
2826	0%	20%	40%	40%

Granulometria - Poço Dendê-1

Profundidade	0.063 mm à 1mm	1mm à 4 mm	4mm à 8mm	Maior que 8mm
2853	0%	20%	40%	40%
2880	0%	20%	50%	30%
2907	0%	20%	50%	30%
2934	0%	20%	50%	30%
2961	5%	20%	50%	25%
2988	5%	20%	50%	25%
3015	5%	20%	50%	25%
3042	5%	20%	55%	20%
3069	10%	20%	50%	20%
3096	10%	20%	50%	20%
3123	5%	20%	55%	20%
3150	10%	30%	40%	20%
3177	10%	30%	40%	20%
3204	10%	20%	50%	20%
3231	10%	30%	40%	20%
3258	10%	40%	30%	20%
3285	10%	40%	30%	20%
3312	20%	30%	40%	10%
3339	20%	40%	30%	10%
3366	20%	40%	30%	10%
3386	10%	30%	40%	20%
3414	10%	30%	40%	20%
3442	10%	20%	50%	20%
3470	10%	30%	40%	20%
3498	10%	30%	40%	20%
3526	10%	20%	50%	20%
3554	10%	20%	50%	20%
3582	10%	20%	50%	20%
3610	10%	20%	50%	20%
3638	10%	20%	50%	20%
3666	10%	20%	50%	20%
3694	10%	20%	50%	20%
3722	10%	20%	50%	20%
3750	10%	30%	40%	20%
3778	10%	30%	40%	20%
3806	10%	20%	50%	20%
3834	10%	30%	40%	20%
3862	10%	20%	50%	20%
3890	10%	20%	50%	20%
3918	10%	20%	50%	20%
3946	10%	20%	50%	20%
3974	10%	30%	40%	20%
4002	10%	30%	40%	20%
4030	10%	30%	40%	20%
4058	10%	30%	40%	20%

Granulometria - Poço Dendê-1

Profundidade	0.063 mm à 1mm	1mm à 4 mm	4mm à 8mm	Maior que 8mm
4086	10%	20%	50%	20%
4114	10%	20%	50%	20%
4143	10%	20%	50%	20%
4158	10%	20%	50%	20%
4176	10%	40%	30%	20%
4194	0%	50%	40%	10%
4212	10%	60%	20%	10%
4230	10%	50%	20%	20%
4248	20%	30%	20%	30%
4266	10%	40%	30%	20%
4284	20%	30%	30%	20%
4302	10%	40%	40%	10%
4320	10%	40%	50%	0%
4338	20%	30%	40%	10%
4356	20%	30%	30%	20%
4374	0%	60%	30%	10%
4392	10%	50%	30%	10%
4410	10%	40%	40%	10%
4428	0%	30%	40%	30%
4446	10%	50%	30%	10%
4464	10%	40%	30%	20%
4482	10%	50%	40%	0%
4500	0%	40%	50%	10%
4518	0%	60%	40%	0%
4536	0%	50%	40%	10%
4554	20%	30%	30%	20%
4572	10%	30%	50%	10%
4590	0%	50%	40%	10%
4608	10%	40%	50%	0%
4626	0%	30%	60%	10%
4644	10%	40%	40%	10%
4662	10%	40%	50%	0%
4680	10%	50%	30%	10%
4698	0%	50%	40%	10%
4716	5%	20%	55%	20%
4734	10%	30%	40%	20%
4752	0%	50%	40%	10%
4770	10%	60%	30%	0%
4788	10%	40%	30%	20%
4806	20%	50%	20%	10%
4824	10%	40%	50%	0%
4842	10%	20%	50%	20%
4860	0%	30%	30%	40%
4878	10%	20%	50%	20%
4896	10%	30%	40%	20%
4914	10%	40%	40%	10%
4932	20%	50%	30%	0%
4950	10%	40%	40%	10%
4968	10%	50%	30%	10%

MG

A Figura 6 apresenta um perfil do poço Dendê, correlacionando as profundidades amostradas com as suas relativas frações granulométricas obtidas. De uma forma geral, pode-se observar que as frações referentes aos tamanhos de grão de 1 mm a 4 mm tendem a aumentar com a profundidade perfurada, embora suas concentrações oscilem mais com a profundidade.

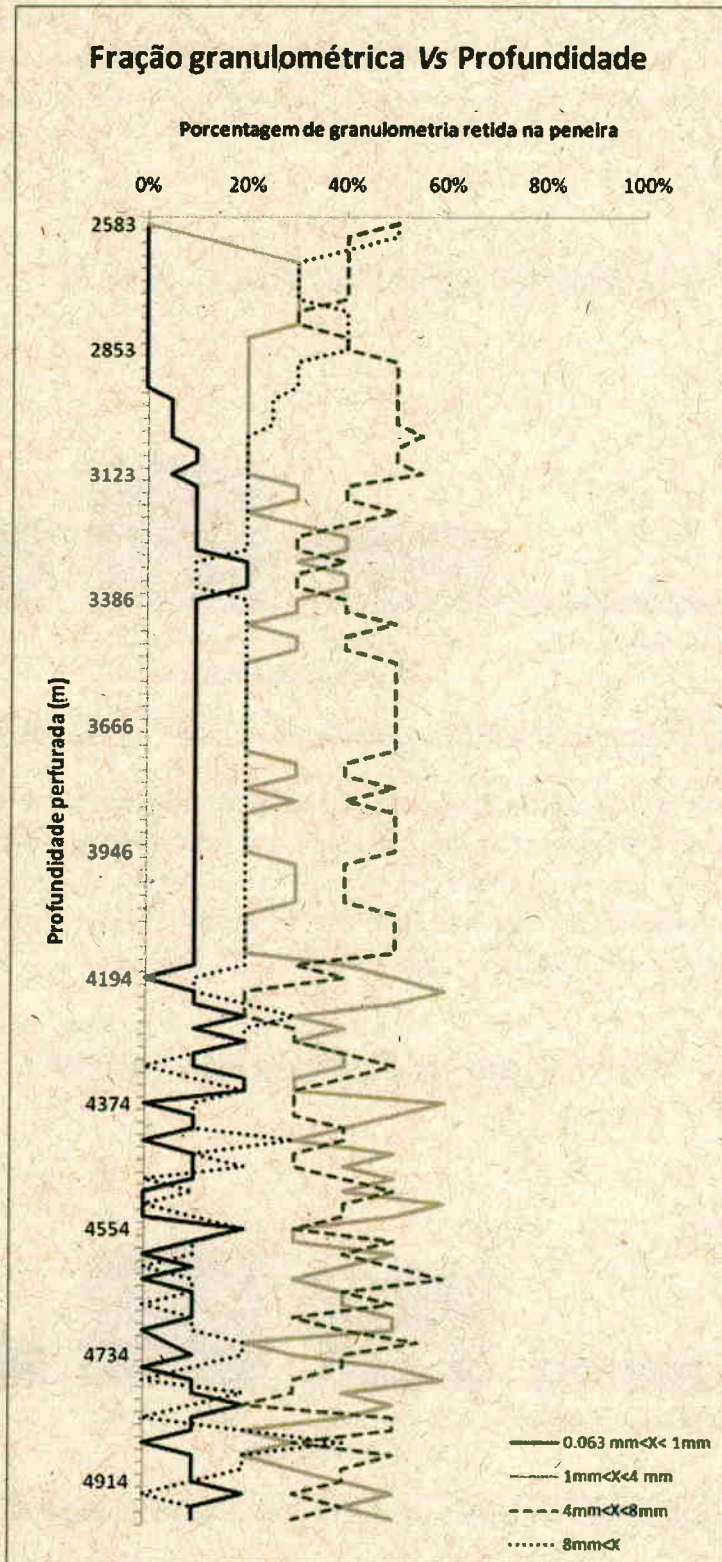


FIGURA 6 – Variação da distribuição granulométrica da perfuração do poço Dendê em função da profundidade perfurada.

A distribuição granulométrica dos sedimentos foi analisada de acordo com as Fases III e IV perfuradas, tendo sido amostradas a cada 20 m a 40m, aproximadamente. A Fase III apresentou uma maior concentração de sedimentos com diâmetros entre 4 mm e 8 mm (42%), seguido de sedimentos maiores que 8 mm (27%). Sedimentos com tamanho de grão entre 0,063 mm e 1 mm foram os de menor expressão, com aproximadamente 6%.

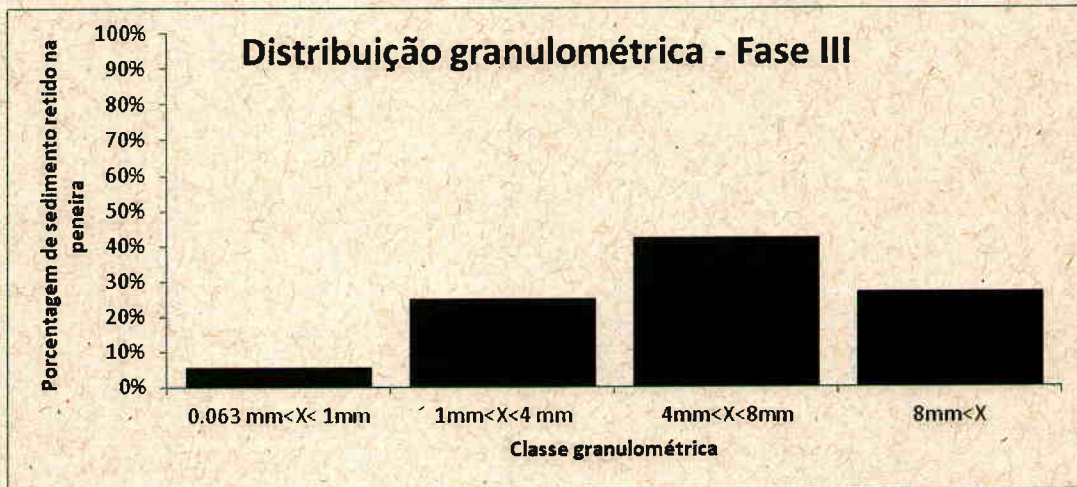


FIGURA 7 – Distribuição granulométrica média da perfuração da Fase III do poço Dendê-1.

Os sedimentos da Fase IV apresentaram uma maior concentração de sedimentos com diâmetros entre 4 mm e 8 mm (41%), seguido de sedimentos menores, de 1 mm a 4 mm (34%) e maiores que 8 mm (16%). Sedimentos com tamanho de grão entre 0,063 mm e 1 mm foram os de menor expressão, com aproximadamente 9%. Quando comparado com a fase anterior, as amostras apresentaram uma leve tendência de ocorrência de sedimentos mais finos, entre 1 mm e 4 mm.

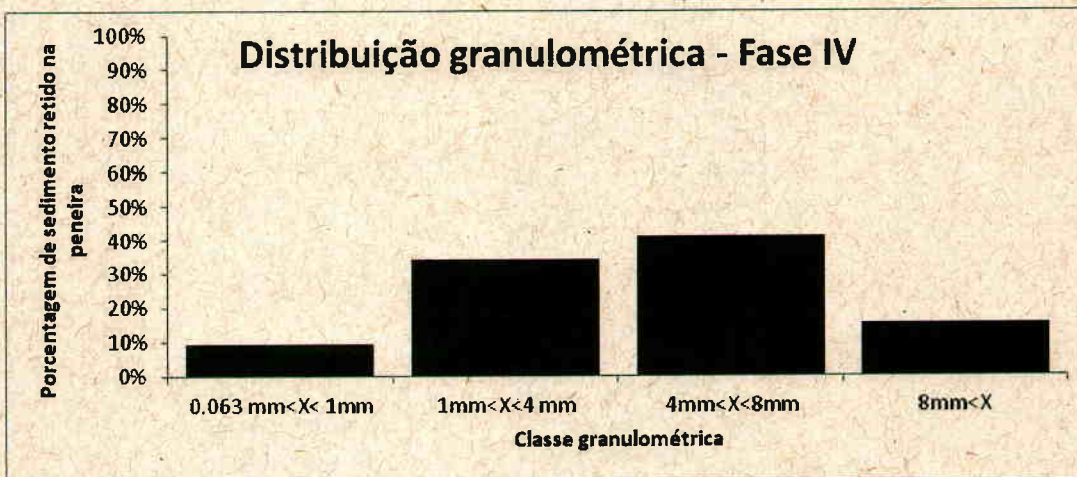


FIGURA 8 – Distribuição granulométrica média da perfuração da Fase IV do poço Dendê-1.

Os resultados das análises da empresa GEONEXT são apresentados no Anexo H.

9. CONCLUSÃO

A implementação do Projeto de Monitoramento de Cascalho e Fluidos de Perfuração durante as atividades de perfuração dos poços Caju-1 e Dendê-1 foi realizada com êxito, tendo em vista que todos os objetivos foram alcançados. De uma maneira geral, as ações associadas ao controle e monitoramento da utilização e descarte dos fluidos foram realizadas de forma adequada.

A Tabela 17 a seguir apresenta uma breve análise dos resultados obtidos em relação às metas e indicadores do Projeto de Monitoramento de Cascalhos e Fluidos.

TABELA 17– Avaliação dos Objetivos, Metas e Indicadores do PMA.

OBJETIVO	META	INDICADOR	RESULTADOS
Avaliar as características físico-químicas (temperatura, pH, salinidade, densidade) nos fluidos a serem utilizados;	Realizar 100% das análises de caracterização físico-química (temperatura, pH, salinidade, densidade) dos fluidos a serem utilizados;	Características físico-químicas (temperatura, pH, salinidade, densidade) dos fluidos utilizados;	Objetivo e Meta Atendidos Foram avaliadas as características físico-químicas (Salinidade, Temperatura, Densidade e Ph), dos fluidos utilizados em todas as fases perfuradas com <i>riser</i> dos poços Caju-1 e Dendê-1. Reitera-se que as medições de pH não foram realizadas nos FBNA, pois não se aplicam.
Avaliar a toxicidade aguda e crônica dos fluidos de perfuração utilizados, através de amostras coletadas na última fase, que utilizará fluidos de base aquosa ou de base sintética;	Realizar 100% dos ensaios de toxicidade aguda e crônica previstos através dos fluidos de perfuração utilizados, conforme especificado na metodologia descrita neste projeto;	Toxicidade aguda e crônica dos fluidos de perfuração, obtida através de ensaios ecotoxicológicos;	Objetivo e Meta Atendidos Foram coletadas amostras de fluido no início e fim de todas as fases perfuradas com <i>riser</i> dos poços Caju-1 e Dendê-1 para análises de toxicidade aguda e crônica. Os resultados obtidos atenderam aos limites praticados de toxicidade aguda e crônica.
Avaliar a presença de óleo livre nos fluidos utilizados, anteriormente ao seu descarte, através do <i>Static Sheen Test</i> ;	Avaliar em 100% os fluidos a serem descartados, a presença de óleo livre, através do <i>Static Sheen Test</i> , conforme especificado na metodologia descrita neste projeto;	Presença de óleo livre nos fluidos utilizados.	Objetivo e Meta Atendidos Durante a perfuração da Fase III (17,5") do poço Caju-1 foi utilizado o fluido de base aquosa Argilosos para Fases Iniciais (MI-FBA001) e por isso, o descarte deste fluido ao mar se deu apenas após a realização do <i>Static Sheen Test</i> .

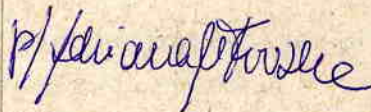
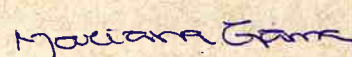
OBJETIVO	META	INDICADOR	RESULTADOS
Avaliar a presença de óleo de formação nos fluidos de base aquosa e não aquosa, conforme metodologia apresentada neste projeto;	Avaliar a presença de óleo de formação em 100% dos fluidos de base aquosa, no caso de ser verificada a presença de óleo livre através do <i>Sheen Test</i> , conforme especificado na metodologia descrita neste projeto;	Presença de óleo de formação nos fluidos de base aquosa e não aquosa;	Objetivo e Meta Atendidos Ao final de todas as Fases perfuradas com <i>riser</i> dos poços Caju-1 e Dendê-1, em que foi utilizado FBNA, foram realizados testes de RPE para verificar a presença de óleo da formação. Em todos os testes realizados foi evidenciado que não houve contaminação do Fluido Rheliant (MI-FBNA048) por óleo da formação.
Avaliar o percentual de base orgânica dos fluidos de base não aquosa aderido aos cascalhos a serem descartados;	Avaliar o percentual de fluido de base não aquosa aderido ao cascalho a ser descartado, em 100% das amostras antes do seu descarte, conforme especificado na metodologia descrita neste projeto;	Percentual de base orgânica aderido aos cascalhos gerados com fluidos de base não aquosa antes do seu descarte;	Objetivo e Meta Atendidos Os testes de retorta foram realizados em todos os dias em que houve perfuração efetiva dos poços Caju-1 e Dendê-1 com geração de amostra de cascalho suficiente para a realização dos testes. As médias acumuladas do % de base orgânica aderida aos cascalhos dos dois poços foram inferiores ao limite de 6,9% (valores de 5,80 % e 5,08%, respectivamente).
Avaliar as concentrações de metais (Fe, Al, Ba, Cu, Cr, Pb, Cd, Zn, Ni, V, Hg e Mn) no fluido a ser utilizado e cascalho;	Avaliar as concentrações de metais (Fe, Al, Ba, Cu, Cr, Pb, Cd, Zn, Ni, V, Hg e Mn) no fluido a ser utilizado e cascalho, conforme especificado na metodologia descrita neste projeto;	Concentrações de metais presentes nos fluidos de base aquosa e não aquosa e cascalhos;	Objetivo e Meta Atendidos Foram coletadas amostras de fluido e cascalho nos dias em que houve descarte excedente na Fase III do poço Caju-1 e ao final de todas as Fases perfuradas com <i>riser</i> de ambos os poços para a realização das análises de metais. As análises de todas as amostras coletadas foram realizadas com êxito. A inexistência de estudos que estabeleçam padrões para a concentração de metais em cascalhos e fluidos de perfuração impossibilita a realização de uma análise comparativa dos dados encontrados, e por isso, esta avaliação apresenta caráter informativo.

OBJETIVO	META	INDICADOR	RESULTADOS
Avaliar o teor de hidrocarbonetos poliaromáticos (HPA) em fluidos de base não aquosa e cascalho gerado durante a perfuração com este tipo de fluido;	Realizar a análise do teor de hidrocarbonetos poliaromáticos (HPA) em fluidos de base não aquosa e cascalhos gerados durante a perfuração com este tipo de fluido;	Concentração de HPA presentes nos fluidos de base não aquosa e cascalhos gerados durante a perfuração com este tipo de fluido;	Objetivo e Meta Atendidos Foram coletadas ao início e ao final de cada fase de perfuração com riser amostras do fluido Rheliant (MI-FBNA048) para análise de HPA. Ao final destas fases também foram coletadas amostras de cascalho para análise de HPA. As análises de todas as amostras coletadas foram realizadas com êxito e todos os resultados obtidos foram inferiores ao limite de 10 ppm de concentração de HPA.
Avaliar a granulometria dos cascalhos descartados.		Granulometria dos cascalhos descartados.	Objetivo e Meta Atendidos A granulometria dos poços Caju-1 e Dendê-1 foi devidamente avaliada. As amostras para análise granulométrica foram coletadas em intervalos de 100m para ambos os poços e os resultados foram apresentados com êxito.

10. RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

Este relatório foi elaborado pela AECOM (AECOM do Brasil Ltda.), cuja equipe técnica está apresentada na tabela a seguir.

TABELA 18 – Equipe Técnica.

Nome	Formação / Registro Profissional	Cadastro IBAMA	Assinatura
João Regis dos Santos Filho Oceanógrafo/UFPR MSc. Geologia e Geofísica Marinha/UFF	Não Aplicável	1490895	
Mariana Cardoso Garcia de Freitas Gama Bióloga/UFF	CRBio 84.012/02-D	5.143.254	

O planejamento, a programação, a implementação e o fornecimento de informações do Projeto de Monitoramento de Cascalho e Fluidos de Perfuração foram promovidos pela PERENCO PETRÓLEO E GÁS DO BRASIL LTDA., operadora responsável pelas atividades de perfuração dos poços Caju-1 e Dendê-1 nos Blocos BM-ES-39 e BM-ES-40, respectivamente.

As informações relacionadas a fluidos e cascalhos são de responsabilidade da MI-SWACO (Schlumberger)/PERENCO PETRÓLEO E GÁS DO BRASIL LTDA.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2006. *Ecotoxicologia Aquática – Toxicidade Aguda - Método de ensaio com misidáceos (Crustacea)*, NBR 15.308, 17p.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2006. *Ecotoxicologia Aquática – Toxicidade Crônica - Método de ensaio com ouriço-do-mar (Echinodermata, Echinoidea)*, NBR 15.350.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2007. *Ecotoxicologia Aquática – Preservação e Preparo de Amostras*, NBR 16.469.
- API Recommended Practice 13-B1 (Second Edition, Sep-1997)
- API Recommended Practice 13-B2 (Third Edition, Feb-1998)
- CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental), Procedimento para utilização de testes de toxicidade no controle de efluentes líquidos. São Paulo. 17p. (Séries Manuais). 1990.
- EPA - FEDERAL REGISTER / Vol. 66, No. 14 / Monday, January 22, 2001 / Rules and Regulations.
- EPA 40: Protection of Environmental - Part 435 - Oil and Gas Extraction Point Source Category.
- EPA 40: Protection of Environmental - Part 435 - Oil and Gas Extraction Point Source Category - Appendix 7 to Subpart A of Part 435 – Retort Test.
- GESAMP, 2002. The Revised GESAMP Hazard Evaluation Procedure for Chemical Substances Carried by Ships. Pub. no. 493/02
- HEFTMANN, E. 1983. Cromatography. Journal of Chromatography Library. Volume 22 A.
- RIBANI, M.; BÓTTOLI, C. B. G.; BOLLINS, C. H.; JARDIM, I. C. S. F.; MELO, L. F. C. 2004. *Validação em métodos cromatográficos e eletroforéticos*. Química Nova. Volume 27 nº5, 771-780 p.
- SHIMADZU. 2013. *Determinação do limite de detecção e quantificação em AAS*.
- TAYLOR, H. E. 2001. *Inductively coupled plasma mass spectrometry: practices and techniques*. Academic Press.
- VEIGA, L.F. 1998. Estudo de toxicidade marinha de fluidos de perfuração de poços de óleo e gás. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Fluminense.