

INTRODUÇÃO

A caracterização físico-química e toxicológica da água produzida, gerada na unidade de produção FPSO OSX-1, faz parte do Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA) aprovado para a atividade do Teste de Longa Duração e Desenvolvimento da Produção do campo de Waimea (atual campo Tubarão Azul), no Bloco BM-C-41, Bacia de Campos, Rio de Janeiro.

O presente relatório foi elaborado em cumprimento à Resolução CONAMA nº 393, de 08 de agosto de 2007, que dispõe sobre o descarte contínuo de água de processo e de produção em plataformas marítimas de petróleo e gás natural, e dá outras providências.

Este Relatório tem como objetivo apresentar as informações referentes à água produzida tratada e descartada ao mar pelo FPSO OSX-1, no ano civil 2015. Conforme determina o Artigo nº 12 da Resolução CONAMA nº 393/2007, as empresas operadoras de plataformas devem apresentar ao órgão ambiental competente, até o dia 31 de março de cada ano, relatório referente ao ano civil anterior, dos monitoramentos realizados e das metodologias adotadas em cumprimento ao Art. 10º (monitoramento semestral da água produzida a ser descartada ao mar).

O Art. 10º estabelece os seguintes parâmetros para a caracterização físico-química e toxicológica da água produzida:

- ✓ Compostos Inorgânicos: arsênio, bário, cádmio, cromo, cobre, ferro, mercúrio, manganês, níquel, chumbo, vanádio, zinco;
- ✓ Radioisótopos: rádio-226 e rádio-228;
- ✓ Compostos Orgânicos: hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA), BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e m, p-xilenos e o-xileno), fenóis e avaliação de hidrocarbonetos totais de petróleo (HTP) através de perfil cromatográfico;
- ✓ Toxicidade Crônica com *Lytechinus variegatus*;
- ✓ Parâmetros Complementares: carbono orgânico total (COT), pH, salinidade, temperatura e nitrogênio amoniacal total e teor óleos e graxas (TOG).

METODOLOGIA

As amostras de água produzida, para caracterização físico-química e toxicológica, foram coletadas no dia 28/04/2015 pelo químico da empresa Falcão Bauer, a bordo no FPSO OSX-1. Não foi possível sua análise completa, pois houve perda de parte da amostra pelo laboratório Bioagri e os parâmetros rádio 226 e 228 não puderam ser medidos, conforme carta em anexo. Assim, nova coleta foi realizada em 23/06/15, sendo esta amostra considerada para a caracterização referente ao 1º semestre de 2015.

O procedimento para coleta das amostras na unidade marítima consiste em: a) Lavar as mãos e secá-las, antes de colocar as luvas; b) Abrir a tomada de análise e deixar purgar por cerca

de 2 minutos; c) Coletar as amostras; e d) Realizar as análises dos parâmetros pH, temperatura e teor de óleo e graxas (*in situ*).

A coleta das amostras, no FPSO, é realizada algumas horas antes de seu desembarque, via helicóptero, para terra.

As amostras coletadas exigem refrigeração para sua preservação. Assim, suas frascarias foram acondicionadas em caixas de isopor (kits) com gelo e desembarcadas no aeroporto de Cabo Frio/RJ.

Um técnico do laboratório Bioagri Ambiental Ltda. fez a retirada dos kits no aeroporto de Cabo Frio/RJ no balcão da Aeróleo Taxi Aéreo S/A, empresa de apoio aéreo logístico da indústria petrolífera brasileira.

No ato do recebimento das amostras pela equipe do laboratório Bioagri, estas foram conferidas, receberam o número de identificação nº 161688/2015-0 e foram armazenadas em câmara fria.

Na tabela 1 estão apresentadas as metodologias de preservação pelo laboratório, bem como também, os tipos de frascos para coleta de amostra e o prazo para análise de cada parâmetro.

Tabela 1: Parâmetros e Metodologias de Preservação.

Parâmetros	Especificidade		
	Preservação/conservação	Frascaria	Validade amostra
pH	No laboratório: prazo entre coleta e análise não deve ultrapassar 06h. Refrigerar de 0 a 6°C		
Salinidade			
Nitrogênio Amoniacal Total	H2SO4 Refrigerar de 0 a 6°C	Polietileno ou vidro	Recomendável 7 dias Tolerável 28d
Carbono Orgânico Total (COT)	HCl Refrigerar de 0 a 6°C	Vidro	Recomendável 7 dias Tolerável 28d
Teor de Óleos e Graxas	HCl ou H2SO4 Refrigerar de 0 a 6°C	Vidro boca larga	28 dias
Metais Totais (As, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, V e Zn)	HNO3	Polietileno	06 meses
Mercurio Total	HNO3	Polietileno ou vidro	28 dias
Radioisótopos (Rádio-226 e Rádio-228)	HNO3 Refrigerar de 0 a 6°C	Polietileno	-
HPA	Sem preservação Refrigerar de 0 a 6°C	Vidro âmbar	7 dias até extração 40 dias após extração
BTEX			
Fenóis			
HTP	Refrigerar de 0 a 6°C	Vidro âmbar	7 dias até extração 40 dias após extração
Toxicidade Crônica	Sem preservação	Vidro âmbar	60dias

<i>L. variegatus</i>	Congelar (aprox. -10°C)		
----------------------	-------------------------	--	--

As amostras de água produzida foram analisadas quanto às metodologias analíticas apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2: Parâmetros e Metodologia de Análise.

Parâmetros	Metodologia de Análise
Metais Totais (As, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, V e Zn)	Determinação: SMWW 3120 B Preparo: EPA 3010A:1992
Mercúrio Total	EPA 245.7:2005
Radioisótopos (rádio-226 e Rádio-228)	Análise via emissão de raios gama
HPA	EPA 8270 D:2007 Preparo: EPA 3510 C:1996 e 3535 A:2007
BTEX	EPA 8260 C:2006 e EPA 5021 A:2003
Fenóis*	EPA 8270 D:2007 Preparo: EPA 3510 C:1996 e 3535 A:2007
HTP	EPA 8015 D:2003
Toxicidade Crônica <i>L. variegatus</i>	NBR 15.350 Preservação e Preparo: NBR 15.469
Carbono Orgânico Total (COT)	SMWW 5310 B e C
pH	SMEWW 4500 H + B
Salinidade	SMWW 2520 B
Nitrogênio Amoniacal Total	SMWW 4500 NH3-E
Teor de Óleos e Graxas	SMWW 5520 B e F

* O Art. 10 da Resolução CONAMA nº 393/2007 determina a identificação da presença e concentração de fenóis através de perfil cromatográfico. Assim, foram analisados compostos fenólicos por cromatografia gasosa acoplada ao espectro de massas (GC-MA).

A análise de toxicidade crônica com *L. variegatus* foi realizada pelo Laboratório de Ecotoxicologia Aquática da APLYSIA. Com relação aos radioisótopos (rádio-226 e Rádio-228), estes parâmetros foram analisados pelo laboratório americano Eurofins Eaton Analytical. Já análise dos demais parâmetros, foi realizada pela Bioagri Ambiental Ltda, a *Mérieux NutriSciences Company*.

RESULTADOS

Os resultados analíticos das amostras da água produzida, coletadas em junho de 2015, estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Resultados das Análises

Parâmetros	Unidades	Resultados	CONAMA 393/2007	CONAMA 430/2011
pH (<i>in situ</i>)	-	6,02	-	5,0<pH<9,0
pH	-	6,57	-	5,0<pH<9,0
Temperatura (<i>in situ</i>)	°C	35,4 °C	-	40°C
Salinidade	‰	54	-	-
Carbono Orgânico Total (COT)	mg/L	149	-	-
Nitrogênio Amoniacal total	mg/L	92,4	-	20,0
Óleos & Graxas (<i>in situ</i>)	mg/L	9.8	29,0	20,0
Óleos & Graxas **	mg/L	<11	29,0	20,0
Arsênio total (As)	mg/L	<0,01	-	0,5
Bário total (Ba)	mg/L	0,557	-	5,0
Cádmio total (Cd)	mg/L	<0,001	-	0,2
Chumbo total (Pb)	mg/L	<0,01	-	0,5
Cobre total (Cu)	mg/L	<0,005	-	1,0***
Cromo total (Cr)	mg/L	<0,01	-	0,5
Ferro total (Fe)	mg/L	0,223	-	15,0***
Manganês total (Mn)	mg/L	0,0316	-	1,0***
Mercúrio total (Hg)	mg/L	<00008	-	0,01
Níquel total (Ni)	mg/L	<0,01	-	2,0
Vanádio total (V)	mg/L	<0,01	-	-
Zinco total (Zn)	mg/L	0,0726	-	5,0
Pentaclorofenol	µg/L	<0,5	-	500
2-Metil-4,6-dinitrofenol	µg/L	<1	-	
2-clorofenol	µg/L	<1	-	
2,4-dimetilfenol	µg/L	32	-	
Fenol	µg/L	52	-	
2,4-diclorofenol	µg/L	<1	-	
2,6-diclorofenol	µg/L	<1	-	
4-cloro-3-metilfenol	µg/L	<1	-	
2,4,6-triclorofenol	µg/L	<1	-	
2,4,5-triclorofeno	µg/L	<1	-	
2,3,4,6-tetraclorofenol	µg/L	<0,1	-	
2-metilfenol (o-cresol)	µg/L	77,3	-	
3+4 metilfenol (m+p-cresol)	µg/L	87	-	

2-nitrofenol	µg/L	<1	-	
4-nitrofenol	µg/L	<1	-	
Radioisótopos Ra-226	Bq/L	2,3	-	-
Radioisótopos Ra-228	Bq/L	3,5	-	-
HTP Faixa Gasolina (C8-C11) ****	mg/L	0,85	-	-

(continua)

(Conclusão)

Parâmetros	Unidades	Resultados	CONAMA 393/2007	CONAMA 430/2011
HTP Faixa Querosene (C11-C14) ***	mg/L	0,40	-	-
HTP Faixa Diesel (C14-C20) ****	mg/L	0,68	-	-
HTP Faixa Óleo Lubrificante (C20-C40) ****	mg/L	1,33	-	-
HTP Detectado	-	Gasolina + Óleo Diesel	-	-
HTP Total	mg/L	3,27	-	-
Benzeno	µg/L	3.360	-	1.200
Tolueno	µg/L	876	-	1.200
Etilbenzeno	µg/L	34,5	-	840
m, p-xileno	µg/L	127	-	-
o-xileno	µg/L	55,9	-	-
Xileno (totais)	µg/L	182,9	-	1.600
naftaleno	µg/L	47,1	-	-
acenaftileno	µg/L	<0,05	-	-
acenafteno	µg/L	<0,05	-	-
fluoreno	µg/L	0,93	-	-
fenantreno	µg/L	4,86	-	-
antraceno	µg/L	<0,05	-	-
fluoranteno	µg/L	<0,05	-	-
pireno	µg/L	<0,05	-	-
benzo(a)antraceno	µg/L	0,67	-	-
criseno	µg/L	<0,05	-	-
benzo(b)fluoranteno	µg/L	<0,05	-	-
benzo(k)fluoranteno	µg/L	<0,05	-	-
benzo(a)pireno	µg/L	<0,05	-	-
indeno(1, 2, 3-cd)pireno	µg/L	<0,05	-	-
dibenzo(a,h) antraceno	µg/L	<0,05	-	-

benzo(g,h,i)perileno	µg/L	<0,05	-	-
Toxicidade Crônica <i>L. variegatus</i>	CENO (I)	1,56	-	-
	CEO (I)	3,13	-	-
	VC (I)	2,20	-	-
	Sobrevivência no controle	85,80%	-	-

LQ = limite de quantificação do método analítico = é a menor concentração do analito que pode ser determinada com precisão e exatidão, aceitáveis, sob determinadas condições experimentais. Os limites de quantificação, assim como os resultados com brancos e outros detalhes das análises podem ser encontrados nos laudos em anexo.

CENO = maior concentração utilizada que não causa efeito significativamente diferente no controle; CEO = menor concentração utilizada que causa efeito significativamente diferente do controle; VC = valor crônico Inicial (que representa a média geométrica de CENO(I) e CEO(I)).

** O limite máximo estabelecido para o Teor de Óleos e Graxas para o descarte de água produzida, depois da publicação da Resolução CONAMA 393/2007, é de 29mg/L para a média mensal e 42mg/L para o valor máximo diário.

*** O limite máximo estabelecido para a concentração de ferro, cobre e manganês considera somente a sua parte dissolvida e não a total conforme estabelecido pela Resolução CONAMA 430/2011 - Seção II.

**** A determinação dos Hidrocarbonetos Totais de Petróleo por cromatografia tem como base o método EPA 8015 D. A quantificação é realizada observando-se as faixas dos carbonos.

Os laudos das análises realizadas, devidamente assinados pelos técnicos responsáveis, estão apresentados no Anexo A.

Os certificados de credenciamento e de acreditação dos laboratórios da Bioagri Ambiental, Eurofins Eaton Analytical e APLYSIA estão apresentados no Anexo B.

CONSIDERAÇÕES

Uma vez que a resolução CONAMA nº 393/2007 que dispõe sobre o descarte contínuo de água de processo ou de produção em plataformas marítimas de petróleo e gás natural, e dá outras providências estabelece no seu Art. 2º que a zona de mistura é aquela região do corpo receptor onde ocorre a diluição inicial do efluente e como existe na Resolução CONAMA nº 430/2011 valores máximos permitidos para os efluentes, os resultados são comparados também com essa resolução na sua parte de efluentes (Seção II) com exceção das concentrações de óleos e graxas que é contemplada diretamente na Resolução CONAMA nº 393/2007.

As amostras para realização de teste de toxicidade foram recebidas no laboratório da APLYSIA em 03/07/2015 e mantidas preservadas até a data de início do ensaio. As análises dos demais parâmetros foram realizadas dentro do prazo de validade.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados das análises para as amostras de água produzida, pode-se verificar que os valores para compostos inorgânicos, fenóis e BTEX, com exceção do benzeno e nitrogênio

amoniacoal, estão dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 430/2011. O mesmo se observa para os parâmetros pH e temperatura.

Embora a concentração de benzeno da amostra tenha excedido o limite estabelecido na Resolução CONAMA nº 430/11, os resultados da modelagem de campo próximo, pela empresa ASA apresentados no EIA para a atividade, mostram que o descarte deste tipo de efluente está enquadrado nos critérios ambientais (por conta da diluição), em uma distância inferior ao estabelecido como a máxima distância permitida para a zona de mistura na Resolução CONAMA nº 393/07 (500 m). A concentração de benzeno para a modelagem, no ponto de lançamento, foi de 5.469,0 µg/L. O mesmo se observa nas modelagens para simulação de plumas de dispersão da água produzida nos estudos de GABARDO¹.

O nitrogênio amoniacoal na água produzida pode ter origem bacteriana, entretanto sua presença pode também ser atribuída às condições geológicas da formação produtora (TIBBETS et al, 1992). A mediana determinada para este parâmetro no estudo de GABARDO¹, realizado em 2005 a 2006, foi de 51,7 mg/L. Os resultados de N amoniacoal encontrado nas últimas coletas de água produzida no FPSO OSX-1 são semelhantes entre si e estão dentro da faixa de valores reportados para o Mar do Norte (TIBBETS et al, 1992) e Golfo do México (VEIL, et al., 2005), conforme Tabela 4.

Tabela 4: Dados Comparativos de N amoniacoal para água produzida.

Localidade	N amoniacoal	Coleta 2ª Sem. 2014 28/10/2014	Coleta 1ª Sem. 2015 23/06/2015
Golfo do México*	14 - 246 mg/L		
Mar do Norte**	10 - 250 mg/L	N amoniacoal	N amoniacoal
Bacia de Campos (campanha 2005 a 2006)***	22,3 - 91 mg/L	111 mg/L	92,4 mg/L

*VEIL, et al., 2005. ** TIBBETS et al., 1992. *** GABARDO, 2007.

Nos estudos de GABARDO¹, foram obtidos resultados de carbono orgânico total (COT) na faixa de 86mg/L a 971mg/L em plataformas brasileiras (87,5% estão localizadas na Bacia de Campos). A literatura aponta que grande parte do material medido como COT vem dos ácidos orgânicos (OGP, 2005). A Tabela 5 apresenta as comparações de dados sobre carbono orgânico total.

Tabela 5: Dados Comparativos de COT para água produzida.

Localidade	COT	Coleta 2ª Sem. 2014 28/10/2014	Coleta 1ª Sem. 2015 23/06/2015
Mar do Norte*	15 - 522 mg/L		
Mar do Norte**	14 - 552 mg/L	COT	COT
Golfo do México***	67 - 620 mg/L	165 mg/L	149 mg/L

Plataformas brasileiras (2005 a 2006)****	86 - 971 mg/L		
---	------------------	--	--

* TIBBETS et al., 1992. ** OGP, 2005. ***VEIL, et al., 2005. **** GABARDO, 2007.

Os resultados de carbono orgânico total (COT) obtidos nas análises das duas últimas coletas de água produzida no FPSO OSX-1 apresentaram valores próximos entre si e estão na faixa dos dados obtidos para águas produzidas na costa brasileira (GABARDO¹).

O teor de óleos e graxas (TOG) é o único parâmetro na qual a Resolução CONAMA nº 393/2007 estabelece padrão de descarte, em seu Art. 5º: *O descarte de água produzida deverá obedecer à concentração média aritmética simples mensal de óleos e graxas de até 29 mg/L, com valor máximo diário de 42 mg/L.* Os valores de TOG das amostras analisadas estão dentro dos limites estabelecidos por esta resolução. Ressalta-se que, devido a indisponibilidade operacional da centrífuga, a partir de Junho de 2015, o descarte de efluente oleoso foi realizado junto com a água produzida, através do sistema de tratamento de água produzida. Devido a este fato a célula de análise de TOG da linha de descarte foi ajustada para 15 ppm, de modo a atender a legislação mais restritiva dentre os descartes simultâneos, neste caso, a MARPOL.

A quantificação dos Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (HTP) por cromatografia é realizada observando-se as faixas dos carbonos e a identificação é feita através da comparação do perfil cromatográfico da amostra com o dos padrões de referência comercialmente disponíveis.

Com relação à toxicidade do efluente de água produzida, de acordo com o Projeto de Monitoramento Ambiental aprovado para esta atividade, espera-se que seus resultados estejam dentro do padrão comumente observado em efluentes desta natureza gerados na Bacia de Campos. Segundo estudos de GABARDO¹, foram compilados resultados de amostras de água produzida coletadas na Bacia de Campos (SE) para análise de toxicidade crônica. Os resultados dos ensaios obtidos no período de 2005 a 2006 estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6: Resultados dos Ensaios de Toxicidade (2005 a 2006).

Plataforma	CENO (%)	CEO (%)
PCH-1	5,00	10,00
PCH-2	1,30	2,50
PNA-1B	5,00	10,00
PNA-2B	1,70	3,40
PGP-1A	1,30	2,60
PPM-1	2,50	5,00
PPG-1	1,81	3,60
P-08	2,50	5,00
P-18	5,00	10,00
P-19	2,50	5,00
P-26	1,25	2,50
P-27	2,12	4,25
P-31	<0,60	<0,60

P-32	<0,60	<06,0
P-33	1,25	2,50
P-35	2,50	5,00
P-37	<0,60	<0,60
ESPF	2,50	5,00
SS-06	2,50	5,00
P-40	4,43	8,87
FPBR	0,60	1,25
Média	2,27	4,45
Menor Valor	<0,60	<0,60
Maior Valor	5,00	10,00

Observa-se que os resultados da toxicidade da amostra de água produzida coletada no FPSO OSX-1 (CENO = 1,56% e CEO = 3,13%) estão dentro da faixa de valores observada nos estudos de GABARDO¹.

De acordo com GABARDO¹, baseado nos resultados dos testes de toxicidade, verifica-se que diluições de 100 vezes são suficientes para não causar o efeito tóxico na maioria dos casos. Através das modelagens de dispersão das plumas de águas produzidas das seis plataformas, verifica-se que diluições de centenas de vezes são alcançadas a distâncias inferiores a 150m do ponto de descarte. Portanto, é possível afirmar que não são esperados resultados positivos de toxicidade na água do mar além dos 500m atribuídos como a zona de mistura da plataforma.

Não há legislação específica para os parâmetros HPA e radioisótopos. A Resolução CONAMA nº 393/2007 não menciona em seu escopo qualquer padrão para essas substâncias, apenas é citado no Art. 14 que tais padrões serão objeto de resolução específica que ainda não foi lançada.

REFERÊNCIAS

¹GABARDO, I. T. Caracterização química e toxicológica da água produzida descartada em plataformas de óleo e gás na costa brasileira e seu comportamento dispersivo no mar. 2007. 261 f. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2007. 2.

ASA. Modelagem do Descarte de Água Produzida a partir dos Blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campo, Revisão 00. 2010. Atendimento ao Parecer Técnico CGPEG/IBAMA nº 072/2011. Habtec Engenharia Ambiental - Estudo de Impacto Ambiental (EIA) para Atividade do TLD de Waimea, Bloco BM-C-41, Bacia de Campos.

Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA nº 01/2011. Diretrizes para apresentação, implementação e para elaboração de relatórios, nos processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás. (Projeto de Controle da Poluição).

CONAMA 357, 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes,

e dá outras providências. Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.

CONAMA 393, 2007. Dispõe sobre o descarte contínuo de água de processo ou de produção em plataformas marítimas de petróleo e gás natural, e dá outras providências. Resolução Nº 393, de 08 de agosto de 2007. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.

CONAMA 430, 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Resolução Nº 430, de 13 de maio de 2011. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

Os laboratórios e os profissionais responsáveis pelos resultados das análises estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7: Equipe Técnica Responsável pelos Resultados das Análises.

Laboratório	Responsável Técnico	Registro de Classe	Parâmetros Analisados
Bioagri Ambiental Ltda.	Marcos Donizete Cecatto	CRQ nº 04364387	Metais, BTEX, HTP, HPA, sais solúveis e radioisótopos
	Sandra Rangel	CRQ nº 03411324	
Lab. de Ecotoxicologia Aquática da APLYSIA	Marcos Vinicius Dadato Baroni	CRBio 102.267/02-D	Análises de toxicologia
	Katia Regina Chagas	CRBio 65.888/02-D	
	Tatiana Heid Furley	CRBio 15.386/02-D	