

Projeto de Monitoramento do Corpo Receptor a 500 m das Plataformas que descartam Água Produzida na Bacia de Santos (PM500)

**RTAA - Relatório Técnico de Avaliação Ambiental
6º Ciclo**

Volume Único

RTAA_PM500_C6_BCA_27112023-00

Janeiro/2024



E&P

PÚBLICA

ÍNDICE GERAL

I - INTRODUÇÃO	15/119
II - OBJETIVO	17/119
II.1 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17/119
III - ÁREA DE ESTUDO	18/119
III.1 - BACIA DE SANTOS.....	18/119
IV - MATERIAL E MÉTODOS	21/119
IV.1 - ATIVIDADES DE CAMPO.....	21/119
IV.1.1 - Qualidade da Água.....	26/119
IV.2 - ATIVIDADES DE LABORATÓRIO	30/119
IV.2.1 - Qualidade da Água.....	30/119
IV.2.2 - Ecotoxicidade	34/119
IV.2.2.1 - Ecotoxicidade Aguda	34/119
IV.2.2.2 - Ecotoxicidade Crônica	35/119
IV.3 - TRATAMENTO DOS DADOS	35/119
IV.3.1 - Qualidade da Água e Ecotoxicidade	35/119
IV.4 - ANÁLISE ESTATÍSTICA	60/119
IV.4.1 - Qualidade da Água.....	60/119
IV.4.2 - Ecotoxicidade	60/119
V - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	63/119
V.1 - DESENVOLVIMENTO DA PRODUÇÃO DE TUPI CENTRAL (FPSO CSQ)	63/119

V.2 - DESENVOLVIMENTO DA PRODUÇÃO DE TUPI, ÁREA DE IRACEMA NORTE (FPSO CIG).....	70/119
V.3 - DESENVOLVIMENTO DA PRODUÇÃO DE TUPI ALTO (FPSO CMC)	76/119
V.4 - DESENVOLVIMENTO DA PRODUÇÃO DE TUPI SUL (P-66)....	82/119
V.5 - DESENVOLVIMENTO DA PRODUÇÃO DE SAPINHOÁ NORTE (FPSO CIB).....	88/119
V.6 - DESENVOLVIMENTO DA PRODUÇÃO DE TUPI EXTREMO SUL (P- 69).....	94/119
VI - CONSIDERAÇÕES FINAIS	102/119
VII - BIBLIOGRAFIA	103/119
VIII - EQUIPE TÉCNICA	113/119
IX - ANEXOS	115/119

TABELAS E QUADROS

TABELA OU QUADRO	PÁG.
Tabela III-1 - Características gerais das unidades de produção contempladas no PM500-BS_C5.	19/119
Tabela IV-1 - Coordenadas UTM (Datum SIRGAS 2000, Z.23S, MC 45°W) das estações de amostragem de água e de seus respectivos estratos amostrados PM500_C6, Bacia de Santos.	24/119
Quadro IV-1 - Parâmetros, volume, formas de acondicionamento e preservação das amostras de água coletadas durante o 6º ciclo do PM500-BS.	29/119
Tabela IV-2 - Resumo dos métodos utilizados, dos procedimentos de pré-tratamento, os respectivos limites de quantificação e detecção do método, conforme os parâmetros analisados nas amostras de água do mar.	31/119
Tabela IV-3 – Controles de qualidade (QC) analítica laboratorial por parâmetro para a qualidade da água e ecotoxicidade de DP-LL-IRA-N_C4.	37/119
Tabela IV-4 - Controles de qualidade (QC) analítica laboratorial por parâmetro para a qualidade da água e ecotoxicidade de DP-SAP-N_C6.	40/119
Tabela IV-5 - Controles de qualidade (QC) analítica laboratorial por parâmetro para a qualidade da água e ecotoxicidade de DP-LL-A_C4...	43/119
Tabela IV-6 - Controles de qualidade (QC) analítica laboratorial por parâmetro para a qualidade da água e ecotoxicidade de DP-LL-ES_C2.	47/119
Tabela IV-7 - Controles de qualidade (QC) analítica laboratorial por parâmetro para a qualidade da água e ecotoxicidade de DP-LL-C_C5. .	50/119
Tabela IV-8 - Controles de qualidade (QC) analítica laboratorial por parâmetro para a qualidade da água e ecotoxicidade de DP-LL-S_C4...	53/119
Tabela IV-9 – Limites de salinidade e temperatura das massas d'água segundo Tommasi (1994) e Silveira et al. (2000).	59/119

TABELA OU QUADRO	PÁG.
Tabela V-1 - Resultados do DP-LL-C_C5 em comparação com a legislação e campanhas de monitoramento anteriores. Em verde estão os resultados enquadrados conforme legislação e bibliografia consultada. Em vermelho estão os valores desenquadrados em relação aos limites estabelecidos pela CONAMA 357/2005. Em laranja estão os valores desenquadrados em relação aos limites estabelecidos pela CONAMA 357/2005, porém em profundidades onde a aplicação do limite CONAMA é questionável. Em amarelo estão os valores sem referência na legislação e acima dos encontrados na bibliografia consultada.	65/119
Tabela V-2 - Percentual de mortalidade de <i>M. juniae</i> , no controle e nas amostras coletadas no DP-LL-C_C5. * Nos casos de resultado igual a zero, o teste estatístico não é aplicável, pois o resultado é igual ao resultado da amostra controle.	70/119
Tabela V-3 - Percentual de larvas pluteus afetadas no controle e nas amostras coletadas no DP-LL_C_C5.	70/119
Tabela V-4 - Resultados do DP-LL-IRA-N_C4 em comparação com a legislação e campanhas de monitoramento anteriores. Em verde estão os resultados enquadrados conforme legislação e bibliografia consultada. Em vermelho estão os valores desenquadrados em relação aos limites estabelecidos pela CONAMA 357/2005. Em laranja estão os valores desenquadrados em relação aos limites estabelecidos pela CONAMA 357/2005, porém em profundidades onde a aplicação do limite CONAMA é questionável. Em amarelo estão os valores sem referência na legislação e acima dos encontrados na bibliografia consultada.	71/119
Tabela V-5 - Percentual de mortalidade de <i>M. juniae</i> , no controle e nas amostras coletadas no DP-LL-IRA-N_C4. Nos casos de resultado igual a zero, o teste estatístico não é aplicável, pois o resultado é igual ao resultado da amostra controle.	75/119
Tabela V-6 - Percentual de larvas pluteus afetadas no controle e nas amostras coletadas no DP-LL-IRA-N_C4.	75/119

TABELA OU QUADRO	PÁG.
Tabela V-7 - Resultados do DP-LL-A_C4 em comparação com a legislação e campanhas de monitoramento anteriores. Em verde estão os resultados enquadrados conforme legislação e bibliografia consultada. Em vermelho estão os valores desenquadrados em relação aos limites estabelecidos pela CONAMA 357/2005. Em laranja estão os valores desenquadrados em relação aos limites estabelecidos pela CONAMA 357/2005, porém em profundidades onde a aplicação do limite CONAMA é questionável. Em amarelo estão os valores sem referência na legislação e acima dos encontrados na bibliografia consultada.	77/119
Tabela V-8 - Percentual de mortalidade de <i>M. juniae</i> , no controle e nas amostras coletadas no DP-LL-A_C4. * Nos casos de resultado igual a zero, o teste estatístico não é aplicável, pois o resultado é igual ao resultado da amostra controle.	82/119
Tabela V-9 - Percentual de larvas pluteus afetadas no controle e nas amostras coletadas no DP-LL-A_C4. *Controle utilizado para a amostra J503_INT.	82/119
Tabela V-10 - Resultados do DP-LL-S_C4 em comparação com a legislação e campanhas de monitoramento anteriores. Em verde estão os resultados enquadrados conforme legislação e bibliografia consultada. Em vermelho estão os valores desenquadrados em relação aos limites estabelecidos pela CONAMA 357/2005. Em laranja estão os valores desenquadrados em relação aos limites estabelecidos pela CONAMA 357/2005, porém em profundidades onde a aplicação do limite CONAMA é questionável. Em amarelo estão os valores sem referência na legislação e acima dos encontrados na bibliografia consultada.	83/119
Tabela V-11 - Percentual de mortalidade de <i>M. juniae</i> , no controle e nas amostras coletadas no DP-LL-S_C4. * Nos casos de resultado igual a zero, o teste estatístico não é aplicável, pois o resultado é igual ao resultado da amostra controle.	87/119

TABELA OU QUADRO	PÁG.
Tabela V-12 - Percentual de larvas pluteus afetadas no controle e nas amostras coletadas no DP-LL-S_C4.	87/119
Tabela V-13 - Resultados do DP-SAP-N_C6 em comparação com a legislação e campanhas de monitoramento anteriores. Em verde estão os resultados enquadrados conforme legislação e bibliografia consultada. Em vermelho estão os valores desenquadrados em relação aos limites estabelecidos pela CONAMA 357/2005. Em laranja estão os valores desenquadrados em relação aos limites estabelecidos pela CONAMA 357/2005, porém em profundidades onde a aplicação do limite CONAMA é questionável. Em amarelo estão os valores sem referência na legislação e acima dos encontrados na bibliografia consultada.	89/119
Tabela V-14 - Percentual de mortalidade de <i>M. juniae</i> , no controle e nas amostras coletadas no DP-SAP-N_C6. * Nos casos de resultado igual a zero, o teste estatístico não é aplicável, pois o resultado é igual ao resultado da amostra controle.	93/119
Tabela V-15 - Percentual de larvas pluteus afetadas no controle e nas amostras coletadas no DP-SAP-N_C6.	93/119
Tabela V-16 - Resultados do DP-LL-ES_C2 em comparação com a legislação e campanhas de monitoramento anteriores. Em verde estão os resultados enquadrados conforme legislação e bibliografia consultada. Em vermelho estão os valores desenquadrados em relação aos limites estabelecidos pela CONAMA 357/2005. Em laranja estão os valores desenquadrados em relação aos limites estabelecidos pela CONAMA 357/2005, porém em profundidade onde a aplicação do limite CONAMA é questionável. Em amarelo estão os valores sem referência na legislação e acima dos encontrados na bibliografia consultada.	95/119
Tabela V-17 - Percentual de mortalidade de <i>M. juniae</i> , no controle e nas amostras coletadas no DP-LL-ES_C2. * Nos casos de resultado igual a zero, o teste estatístico não é aplicável, pois o resultado é igual ao resultado da amostra controle.	99/119

TABELA OU QUADRO	PÁG.
Tabela V-18 - Percentual de larvas pluteus afetadas no controle e nas amostras coletadas no DP-LL-ES_C2.	100/119

FIGURAS

FIGURAS	PÁG.
Figura III-1 - Localização das unidades amostradas durante o PM500-BS_C6: FPSO CIB (DP-SAP-N), FPSO CSQ (DP-LL-C), FPSO CIG (DP-LL-IRA-N), P-66 (DP-LL-S), FPSO CMC (DP-LL-A) e P-69 (DP-LL-ES) sobrepostas às áreas de Exploração e Produção da Petrobras da Bacia de Santos.	20/119
Figura IV-1 – Embarcação RSV Ocean Stalwar.	21/119
Figura IV-2 - Diagrama do RV Ocean Stalwart mostrando o posicionamento dos principais equipamentos da embarcação.	22/119
Figura IV-3 - Desenho esquemático da malha amostral do PM500-BS.	24/119
Figura IV-4 – Rosette com garrafas de coleta de amostras de água dos modelos Niskin e Go-flo utilizadas no atual ciclo de monitoramento.	27/119
Figura IV-5 – Áreas de produção com a localização dos FPSOs do PM500: FPSO CIB (DP-SAP-N), FPSO CSQ (DP-LL-C), FPSO CIG (DP-LL-IRA-N), FPSO CMC (DP-LL-A), P-66 (DP-LL-S) e P-69 (DP-LL-ES) e das unidades usadas como referências para comparação dos resultados: CSP (PIL-SAP), FPSO CAR (PIL-LL), FPSO CMB (DP-IRA-S), P-74 (DP-BUZ-1) e FPSO CPY (PIL-LL-NE).	58/119
Figura V-1 – Diagrama T-S do DP-LL-C_C5. Em preto, limites estabelecidos por Tommasi (1994) e Silveira et al. (2000) e em vermelho, limites estabelecidos por Castro et al. (2006).	68/119
Figura V-2 – Diagrama T-S do DP-LL-IRA-N_C4. Em preto, limites estabelecidos por Tommasi (1994) e Silveira et al. (2000) e em vermelho, limites estabelecidos por Castro et al. (2006).	74/119
Figura V-3 – Diagrama T-S do DP-LL-A_C4. Em preto, limites estabelecidos por Tommasi (1994) e Silveira et al. (2000) e em vermelho, limites estabelecidos por Castro et al. (2006).	80/119
Figura V-4 – Diagrama T-S do DP-LL-S_C4. Em preto, limites estabelecidos por Tommasi (1994) e Silveira et al. (2000) e em vermelho, limites estabelecidos por Castro et al. (2006).	86/119

FIGURAS	PÁG.
Figura V-5 – Diagrama T-S do DP-SAP-N_C6. Em preto, limites estabelecidos por Tommasi (1994) e Silveira et al. (2000) e em vermelho, limites estabelecidos por Castro et al. (2006).	92/119
Figura V-6 – Diagrama T-S do DP-LL-ES_C2. Em preto, limites estabelecidos por Tommasi (1994) e Silveira et al. (2000) e em vermelho, limites estabelecidos por Castro et al. (2006).	98/119

ANEXOS

Anexo X-1 – Laudos Analíticos das amostras Fisico-químicas
Anexo X-2 – Laudos Analíticos das amostras ecotoxicológicas
Anexo X-3 – Anotações de Responsabilidade Técnica (ARTs) e Cadastro Técnico Federal da equipe técnica

I - INTRODUÇÃO

As atividades de exploração e produção geram diversos efluentes, com composição complexa e variada. A água produzida, um desses efluentes, é composta por água do mar injetada, compostos químicos utilizados na produção e compostos oriundos do reservatório em exploração. Apesar da semelhança entre alguns compostos inorgânicos na água produzida e na água marinha, valores de salinidade do efluente podem ser muito superiores às concentrações encontradas naturalmente no mar. Após o lançamento da água produzida ao mar, diversos processos, como a volatilização, biodegradação, absorção e sedimentação, a dispersam na coluna d'água. Entretanto, alguns compostos encontrados nesse efluente podem gerar impactos nocivos ao ambiente e à biota, incluindo efeitos toxicológicos (OGP, 2005 *apud* GABARDO, 2007).

A Resolução CONAMA nº 393/2007 determina, em seu artigo 4º, que o lançamento da água produzida não pode alterar a qualidade da água do mar além da zona de mistura, limitada a um raio de 500 m do ponto de descarte. Após essa distância, as características da água do mar devem estar em conformidade com a sua classe de enquadramento (Águas Salinas de Classe 1), conforme estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

Assim, visando o atendimento à Resolução CONAMA nº 393/2007, foi elaborado e está em execução o Projeto de Monitoramento do Corpo Receptor a 500 m das plataformas que descartam Água Produzida na Bacia de Santos (PM500-BS). Este projeto engloba as unidades de produção que operam e descartam água produzida na Bacia de Santos e que não são amostradas por meio do Projeto de Monitoramento de Plataformas Representativas da Bacia de Santos (PMPR-BS). Além disso, trata-se de um projeto contínuo, com a realização de diversas campanhas em várias unidades.

O primeiro ciclo do projeto foi realizado em dezembro de 2017. Na ocasião apenas o entorno do FPSO Cidade de Ilhabela (FPSO CIB), que opera no Desenvolvimento da Produção de Sapinhoá Norte (DP-SAP-N), foi amostrado, por ser a única unidade que descartava água produzida. O segundo ciclo foi realizado entre novembro de 2018 e janeiro de 2019, quando foram amostrados os entornos

do FPSO Cidade de Saquarema (FPSO CSQ), que opera no Desenvolvimento da Produção de Tupi Central (DP-LL-C) e do FPSO Ilha Bela (FPSO CIB), que opera no Desenvolvimento da Produção de Sapinhoá Norte (DP-SAP-N). O terceiro ciclo foi realizado entre fevereiro e março de 2020, quando foram amostrados os entornos do FPSO CSQ (DP-LL-C), do FPSO Cidade de Itaguaí (FPSO CIG), que opera no Desenvolvimento da Produção de Tupi, Área de Iracema Norte (DP-LL-IRA-N), da P-67, que opera no Desenvolvimento da Produção de Tupi Norte (DP-LL-N), do FPSO Cidade de Maricá (FPSO CMC), que opera no Desenvolvimento da Produção de Tupi Alto (DP-LL-A), da P-66, que opera no Desenvolvimento da Produção de Tupi Sul (DP-LL-S) e do FPSO CIB (DP-SAP-N). O quarto ciclo foi realizado entre dezembro de 2020 e fevereiro de 2021 e contemplou as mesmas unidades do terceiro ciclo. O quinto ciclo foi realizado entre novembro de 2021 e janeiro de 2022, contemplando as mesmas unidades do terceiro e quarto ciclo, com a inclusão da P-69, que opera no Desenvolvimento da Produção de Tupi Extremo Sul (DP-LL-ES). O sexto ciclo foi realizado entre fevereiro e março de 2023, contemplando as mesmas unidades do quinto ciclo, excluindo-se apenas a área da P-67, que opera no Desenvolvimento da Produção de Tupi Norte (DP-LL-N). O presente relatório descreve os procedimentos técnicos realizados em campo, as metodologias de análise e os resultados obtidos durante o 6º ciclo de monitoramento do PM500-BS (PM500-BS_C6).

II - OBJETIVO

O objetivo principal do Projeto de Monitoramento do Corpo Receptor a 500 m das Plataformas que descartam água produzida na Bacia de Santos (PM500-BS) é monitorar e avaliar o enquadramento da qualidade da água do mar a 500 metros do ponto de descarte, conforme limite estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para águas salinas classe 1.

II.1 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A presente campanha apresenta como objetivos específicos:

- Monitorar as características físico-químicas e ecotoxicológicas da água do mar a 500 m dos empreendimentos amostrados;
- Comparar os resultados obtidos com a legislação aplicável, e com os dados de campanhas anteriores e de bibliografias disponíveis, no caso de parâmetros não legislados.

III - ÁREA DE ESTUDO

III.1 - BACIA DE SANTOS

A Bacia de Santos (BS) localiza-se na margem continental sudeste-sul do Brasil, ocupando uma área de 352.000 km², entre os paralelos 23º e 28º Sul. Limita-se ao norte com a Bacia de Campos, no Alto de Cabo Frio, e ao sul com a Bacia de Pelotas, no Alto de Florianópolis. A oeste, seu limite é dado pelas serras do Mar, da Mantiqueira e pelo Maciço da Carioca, enquanto a leste, a Bacia de Santos está em continuidade estrutural e estratigráfica com o platô de São Paulo (PORTILHO-RAMOS *et al.*, 2006). A BS tem um formato de lua crescente, ou seja, a plataforma continental é mais estreita nas proximidades de Cabo Frio (50 km) e Cabo de Santa Marta (70 km), onde a isóbata de 200 m, próxima à quebra da plataforma continental, aproxima-se da costa, e mais larga na parte central (230 km), em frente ao litoral de São Paulo, onde aquela isóbata encontra-se mais afastada da linha costeira (SOUZA, 2000). O limite batimétrico da bacia de Santos é considerado, atualmente, em cerca de 2.000 m de lâmina d'água (PORTILHO-RAMOS *et al.*, 2006) (Figura III-1).

A área de estudo do PM500-BS compreende a zona de mistura de 500 m ao redor do ponto de descarte de todas as unidades produtoras contempladas pelo projeto, ou seja, todas as unidades de produção que descartam água produzida e que não são amostradas pelo PMPR-BS. Neste 6º ciclo do PM500-BS, foram amostrados, no Campo de Tupi, o entorno dos FPSOs CSQ, CMC e P-66, do FPSO CIG, localizado na Área de Iracema do Campo de Tupi, da P-69, localizada no Extremo Sul do Campo de Tupi, e no Campo de Sapinhoá, o entorno do FPSO CIB (Figura III-1). As características gerais destas unidades de produção estão relacionadas na Tabela III-1 e sua distribuição espacial é ilustrada na Figura III-1.

Tabela III-1 - Características gerais das unidades de produção contempladas no PM500-BS_C5.

Unidade de Produção (Empreendimento)	Coordenada UTM		Campo	Tipo de descarte	Profundidade local (m)
	Norte	Leste			
FPSO CIB (DP-SAP-N)	7.159.437,72	680.056,76	Sapinhoá	batelada	2.120
FPSO CSQ (DP-LL-C)	7.178.907,52	723.049,30	Tupi	contínuo/batelada	2.120
FPSO CIG (DP-LL-IRA-N)	7.217.973,52	707.239,13	Tupi	contínuo	2.240
P-66 (DP-LL-S)	7.166.608,07	718.880,57	Tupi	contínuo/batelada	2.149
FPSO CMC (DP-LL-A)	7.183.557,67	725.949,10	Tupi	contínuo/batelada	2.120
P-69 (DP-LL-ES)	7.160.459,00	714.870,00	Tupi	contínuo/batelada	2.200

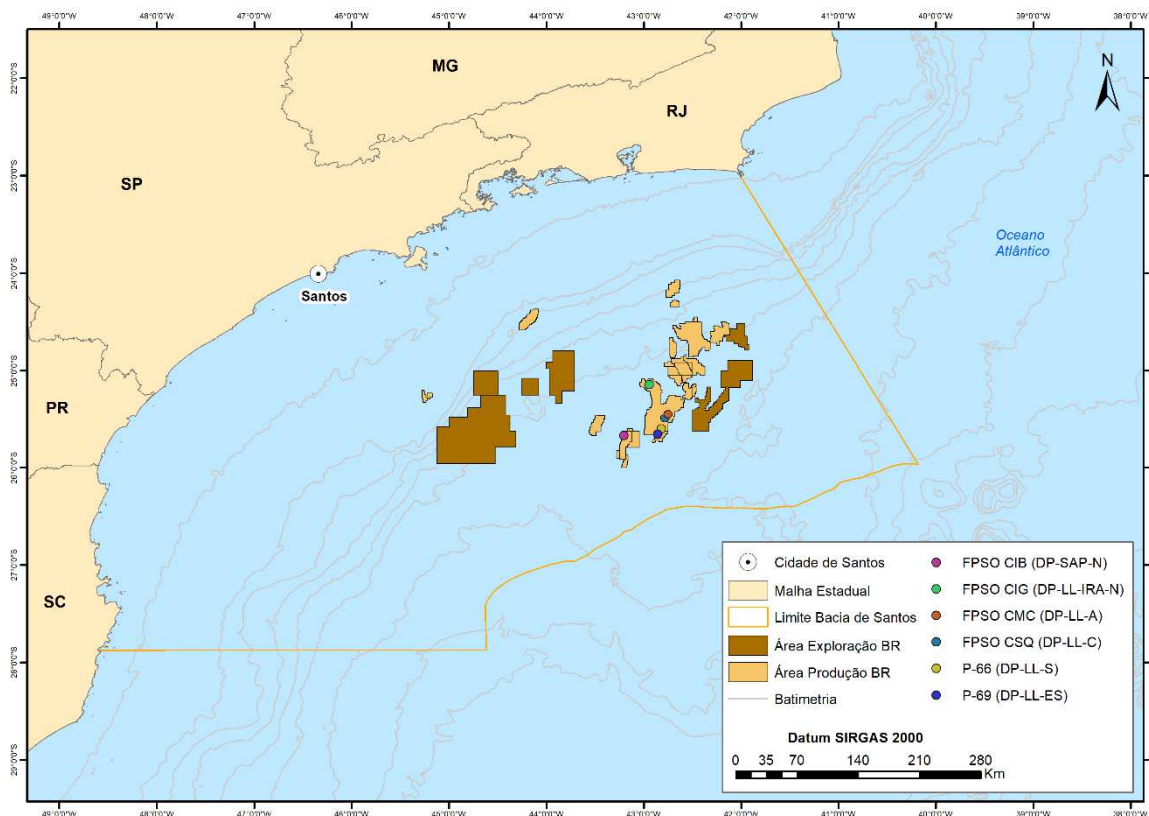


Figura III-1 - Localização das unidades amostradas durante o PM500-BS_C6: FPO CIB (DP-SAP-N), FPO CSQ (DP-LL-C), FPO CIG (DP-LL-IRA-N), P-66 (DP-LL-S), FPO CMC (DP-LL-A) e P-69 (DP-LL-ES) sobrepostas às áreas de Exploração e Produção da Petrobras da Bacia de Santos.

Como o PM500-BS é um projeto contínuo e cada empreendimento está em uma fase diferente do monitoramento, as campanhas são identificadas com o sufixo _C seguido do número que identifica a sequência cronológica da mesma, assim sendo, este relatório trata da segunda campanha de monitoramento da P-69, identificada como DP-LL-ES_C2, das quartas campanhas dos FPO CMC, P-66 e FPO CIG, identificadas como DP-LL-A_C4, DP-LL-S_C4 e DP-LL-IRA-N_C4, respectivamente, da quinta campanha do FPO CSQ, identificada como DP-LL-C_C5, e sexta campanha de FPO CIB, identificada como DP-SAP-N_C6.

IV - MATERIAL E MÉTODOS

IV.1 - ATIVIDADES DE CAMPO

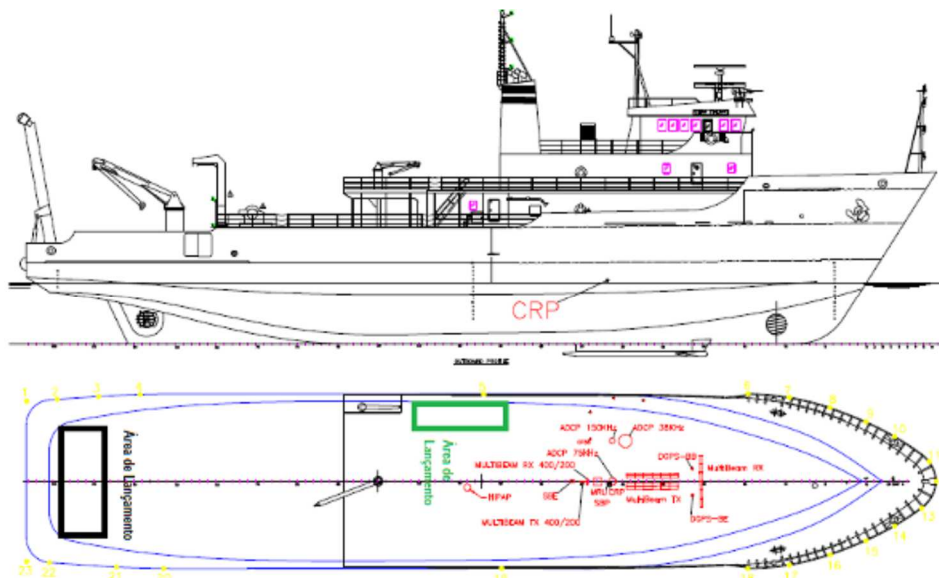
O sexto ciclo do PM500-BS foi realizado em três pernadas, todas realizadas a bordo do navio *RV Ocean Stalwart* (Figura IV-1 e Fonte:Petrobras/Oceanpact, 2023).

Figura IV-2). A primeira, realizada no período de 10 a 22 de fevereiro de 2023, foi dedicada às coletas de DP-LL-C_C5, DP-LL-S_C4, DP-LL-ES_C2 e DP-LL-A_C4; a segunda, realizada entre 22 de fevereiro e 03 de março de 2023, foi dedicada às coletas de DP-LL-IRA-N_C4; e a terceira realizada entre 11 e 18 de março de 2023, foi dedicada às coletas de DP-SAP-N_C6.



Fonte:Petrobras/Oceanpact, 2023.

Figura IV-1 – Embarcação RSV Ocean Stalwar.



Fonte: Petrobras/Oceanpact, 2023.

Figura IV-2 - Diagrama do RV Ocean Stalwart mostrando o posicionamento dos principais equipamentos da embarcação.

O início das amostragens do DP-LL-C_C5 ocorreu no dia 11/02/2023 às 23h14min com o procedimento pré-amostragem com o CTD para a definição da termoclina. As amostragens foram finalizadas às 19h53min do dia 12/02/2023, com o procedimento pós-amostragem com o ADCP. Para o DP-LL-S_C4, o início das amostragens ocorreu no dia 12/02/2023 às 21h28min, com o procedimento pré-amostragem com o CTD para a definição da termoclina. As amostragens foram finalizadas às 23h34min do dia 14/02/2023, com o procedimento pós-amostragem com o ADCP. Para o DP-LL-ES_C2, o início das amostragens ocorreu no dia 14/02/2023 às 02h55min, com o procedimento do CTD para a definição da termoclina. As amostragens foram finalizadas às 23h19min do dia 14/02/2023, com o procedimento pós-amostragem com o ADCP. Para o DP-LL-A_C4, o início das amostragens ocorreu no dia 15/02/2023 às 02h16min, com a definição da termoclina com o CTD. As amostragens foram finalizadas às 04h09min do dia 16/02/2023, com o procedimento pós-amostragem com o ADCP. O desembarque das amostras coletadas durante a campanha ocorreu entre as 10h00min e 14h01min do dia 22/02/2023 no estaleiro Mauá, em Niterói, Rio de Janeiro, com o envio das remessas das amostras de água aos laboratórios de análise. Para o DP-LL-IRA-N_C4, o início das amostragens ocorreu no dia 23/02/2023 às 15h27min,

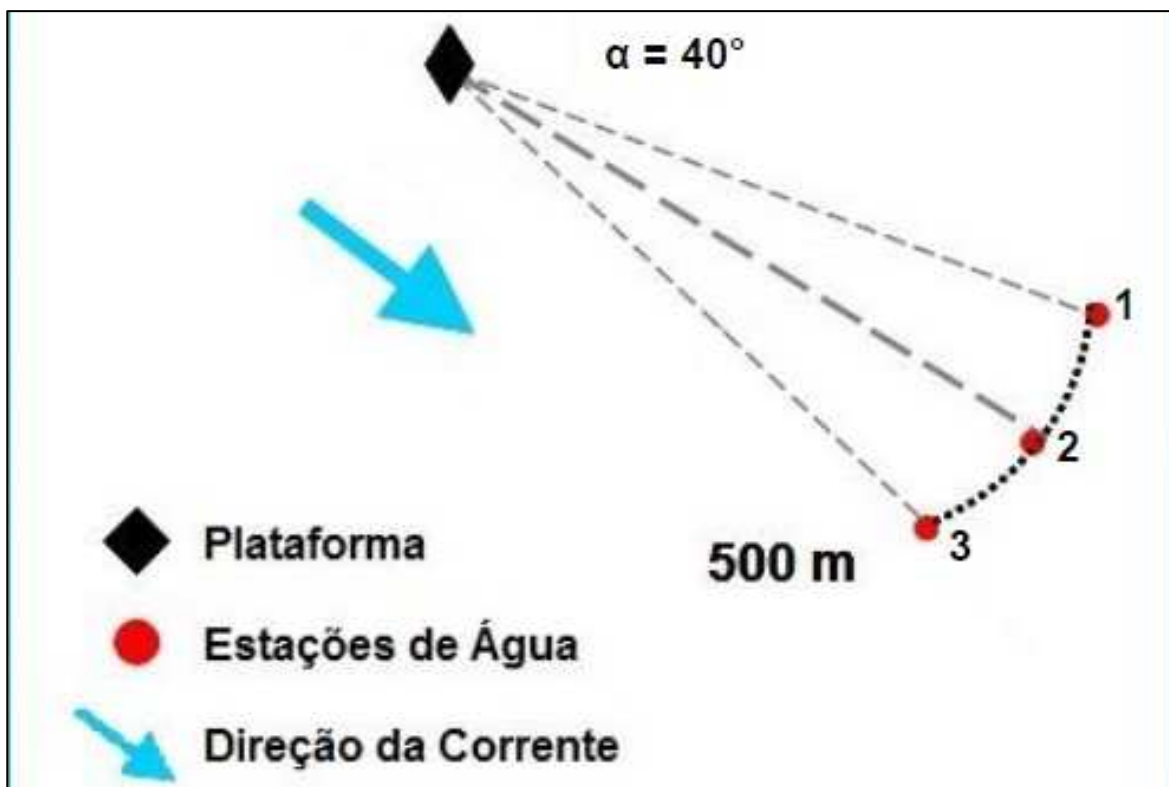
com a definição da termoclina com o CTD. As amostragens foram finalizadas às 12h40min do dia 24/02/2023, com o procedimento pós-amostragem com o ADCP. O desembarque das amostras coletadas durante a campanha ocorreu entre as 08h45min e 16h35min do dia 03/03/2023 no estaleiro Mauá, em Niterói, Rio de Janeiro, com o envio das remessas das amostras de água aos laboratórios de análise. Para o DP-SAP-N_C6, o início das amostragens ocorreu no dia 12/03/2023 às 05h10min, com a medição da termoclina com o CTD. As amostragens foram finalizadas às 21h46min do dia 12/03/2023, com o procedimento pós-amostragem com o ADCP. O desembarque das amostras coletadas durante a campanha ocorreu às 09h35min do dia 18/03/2023 no Porto Mac Laren Ponta da Areia, Niterói/RJ, com o envio das remessas das amostras de água aos laboratórios de análise.

As operações de coleta ocorreram em regime de trabalho de dois turnos/dia, sendo cada turno de 12 horas, e envolveu a coleta de dados físico-químicos e de amostras de água.

A malha amostral do PM500-BS é composta por três estações a 500 m a jusante da unidade de produção, dispostas em ângulo de 20° entre si (Figura IV-3). Em cada estação é realizada a coleta de amostras em três profundidades, a saber:

- SUP – coleta na superfície, até 5 m;
- INT – coleta intermediária, equivalente a metade da profundidade máxima;
- FUN – coleta na profundidade máxima, definida de acordo com a modelagem de dispersão de água produzida de cada unidade.

A posição das estações é definida em campo, após a determinação da direção da corrente na área, através de perfilagem com o ADCP de casco do navio através de dois transectos, um localizado 500 m à montante da plataforma e o outro, 500 m a jusante. A direção da corrente, as profundidades estabelecidas para coleta, assim como as coordenadas das estações de coleta de água realizadas durante a campanha podem ser observadas no Tabela IV-1. É importante destacar que as coletas ocorreram durante o período de descarte de água produzida.



Fonte: Relatório Técnico de Bordo Oceanpact (RL-3A26.04-5521-996-GB1-011=0.pdf).

Figura IV-3 - Desenho esquemático da malha amostral do PM500-BS.

Para DP-LL-ES_C2, foram realizados 2 lançamentos para a amostra J_501. O primeiro, devido a interrupção do descarte da plataforma (informado pelo STO), foi descartado a pedido da validação a bordo. Para o segundo lançamento foi utilizada a seguinte nomenclatura: DP-LL-ES_J501_D.

Tabela IV-1 - Coordenadas UTM (Datum SIRGAS 2000, Z.23S, MC 45°W) das estações de amostragem de água e de seus respectivos estratos amostrados PM500_C6, Bacia de Santos.

Estações	Direção corrente	N (UTM)	E (UTM)	Camada	Profundidade de amostragem (m)
DP-LL-C_J501		7178464,49	723361,31	SUP	5,00
				INT	40,00
				FUN	80,00
DP-LL-C_J502	166º	7178393,86	723202,67	SUP	5,00
				INT	40,00
				FUN	80,00
DP-LL-C_J503		7178381,75	723029,45	SUP	5,00
				INT	40,00
				FUN	80,00

Estações	Direção corrente	N (UTM)	E (UTM)	Camada	Profundidade de amostragem (m)
DP-LL-IRA-N_J501	310º	7217935,71	706764,98	SUP	5,00
				INT	50,00
				FUN	100,00
DP-LL-IRA-N_J502		7218086,10	706851,80	SUP	5,00
				INT	50,00
				FUN	100,00
DP-LL-IRA-N_J503		7218197,72	706984,83	SUP	5,00
				INT	50,00
				FUN	100,00
DP-LL-A_J501	297º	7183503,29	725478,29	SUP	5,00
				INT	65,00
				FUN	130,00
DP-LL-A_J502		725529,06	7183669,35	SUP	5,00
				INT	65,00
				FUN	130,00
DP-LL-A_J503		7183808,03	725633,56	SUP	5,00
				INT	65,00
				FUN	130,00
DP-LL-S_J501	218º	7166112,05	718753,66	SUP	5,00
				INT	40,00
				FUN	80,00
DP-LL-S_J502		7166193,57	718600,34	SUP	5,00
				INT	40,00
				FUN	80,00
DP-LL-S_J503		7166322,62	718484,15	SUP	5,00
				INT	40,00
				FUN	80,00
DP-SAP-N_J501	266º	7159039,27	679584,6	SUP	5,00
				INT	40,00
				FUN	80,00
DP-SAP-N_J502		7159207,76	679542,59	SUP	5,00
				INT	40,00
				FUN	80,00
DP-SAP-N_J503		7159380,45	679560,74	SUP	5,00
				INT	40,00
				FUN	80,00
DP-LL-ES_J501_D	198º	7160038,86	714916,07	SUP	5,00
				INT	48,00
				FUN	96,00

Estações	Direção corrente	N (UTM)	E (UTM)	Camada	Profundidade de amostragem (m)
DP-LL-ES_J502		714756,34	7160046,43	SUP	5,00
				INT	48,00
				FUN	96,00
DP-LL-ES_J503		7160132,64	714615,30	SUP	5,00
				INT	48,00
				FUN	96,00

Os procedimentos técnicos de coleta e processamento das amostras de água empregados durante o 6º ciclo do PM500-BS foram realizados em conformidade com o escopo da campanha, informações obtidas na reunião de pré-campanha e com o protocolo de coleta elaborado pelo CENPES (PDEDS/AMA, 2019).

IV.1.1 - Qualidade da Água

As amostragens foram realizadas com a utilização de um sistema CTD (SBE 9 plus)/Rossette, composto por 24 garrafas oceanográficas de 10 litros do tipo Go-flow (Figura IV-4). Um disco de Secchi também foi acoplado a Rosette para determinação da transparência da coluna d'água nas estações cujas coletas das amostras de água foram realizadas durante o período do dia.

Devido à presença de obstáculos no fundo e por questões de segurança, foram adotadas algumas estratégias de otimização das coletas, com restrição da profundidade de descida dos equipamentos em algumas unidades. Para o DP-LL-IRA-N_C4, as estações J501 e J503 foram perfiladas até 200 m de profundidade. Para DP-LL-C_C5, a profundidade máxima de perfilagem das estações J501 e J502 foi até 200m. Para DP-LL-S_C4, as estações J502 e J503 foram perfiladas até 160 m de profundidade. Para DP-SAP-N_C6, as estações J501 e J502 foi perfilado apenas até 160 m de profundidade. Para DP-LL-ES_C2, a estação J502 foi perfilada até 200m, a estação J503 foi perfilada até 150 m de profundidade e a estação J501_D foi perfilada até 200m. Para DP-LL-A_C4, as estações J501 e J503 foram perfiladas até 260 m de profundidade e a J502 foi perfilada até 1000m de profundidade.

Os critérios utilizados para a validação das amostras de água foram os seguintes:

- fechamento das garrafas oceanográficas;
- funcionamento das garrafas oceanográficas, e;
- ausência de bolhas nas amostras de BTE e OD.

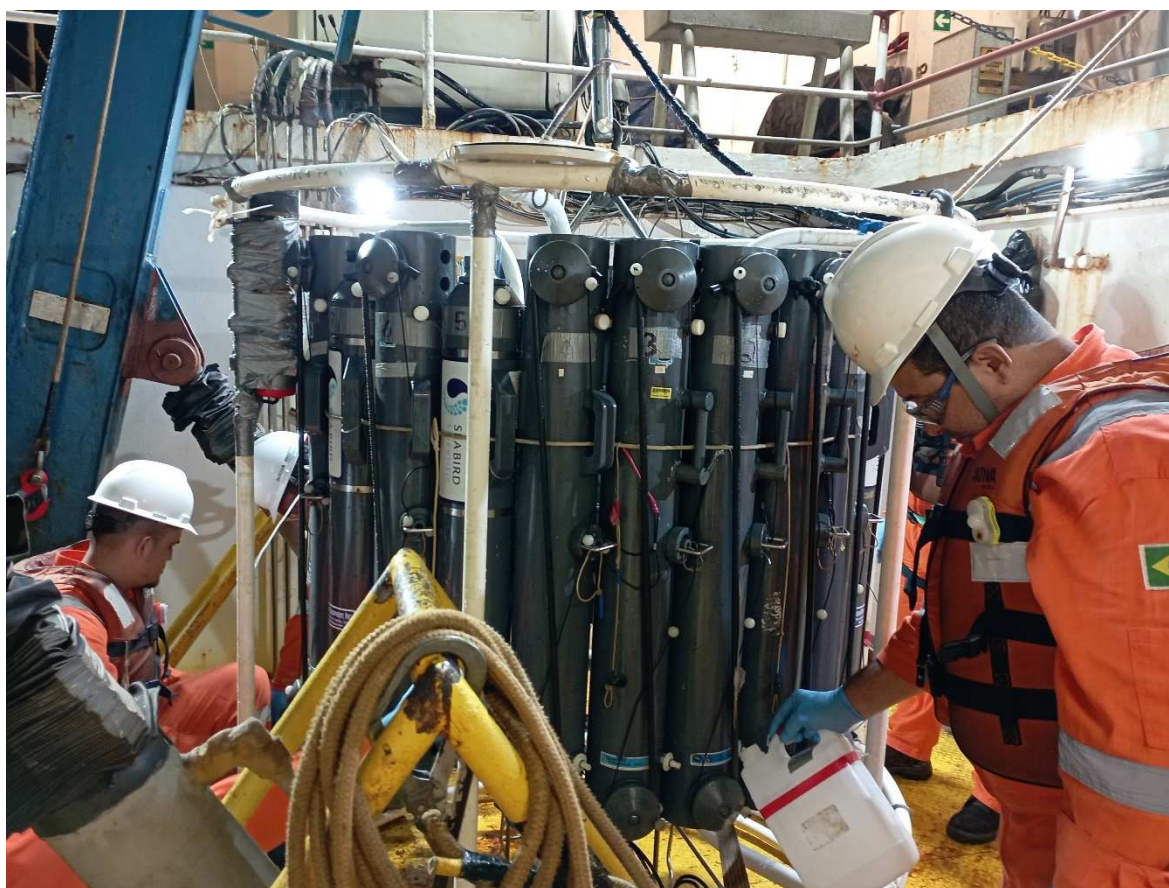


Figura IV-4 – Rosette com garrafas de coleta de amostras de água dos modelos Niskin e Go-flo utilizadas no atual ciclo de monitoramento.

Foi realizada coleta de um branco de frascaria para o compartimento água em todas as pernas, sendo que para DP-LL-A_C4, DP-LL-ES_C2 e DP-LL-C_C5 o branco de frascaria utilizado foi de DP-LL-C_C5_J501, para DP-LL-S_C4 e DP-LL-IRA-N_C4 o branco de frascaria utilizado foi de DP-LL-S_C4_J501, e para DP-SAP-N_C6 os brancos foram selecionados aleatoriamente. Em todas as pernas, o branco de frascaria consistiu na análise de um frasco de cada tipo utilizado nas coletas dos parâmetros hidrocarbonetos, fenóis, COT, BTE, nitrogênio amoniacal,

metais totais, metais dissolvidos, mercúrio, ecotoxicidade aguda e ecotoxicidade crônica.

Ressalta-se que as primeiras amostras a serem drenadas das garrafas foram destinadas às análises de BTE e OD. As amostras para análise de COT foram coletadas diretamente da garrafa oceanográfica, sem nenhum tipo de filtração. Os filtros para determinação de MPS foram pesados antes e após a filtração em laboratório especializado em terra.

Dois parâmetros foram medidos *in situ*: OD e pH. Para a análise de OD, foi utilizado um frasco de DBO, que foi preenchido três vezes até o transbordamento de sua capacidade, sendo mantido o volume do terceiro enchimento. O enchimento do frasco foi realizado de forma cuidadosa, colocando-se o tubo plástico de drenagem da garrafa no fundo do frasco de modo a se evitar a formação de bolhas. Foi utilizada uma bureta digital eletrônica, que consiste em uma adaptação automatizada do método de Winkler para titulação de oxigênio dissolvido. A segunda amostra drenada foi utilizada para a determinação do pH. Os cuidados para a coleta deste parâmetro foram os mesmos realizados para a coleta de OD. As medições foram realizadas através de um pHmetro, cujo eletrodo era inserido nas alíquotas até que se houvesse a estabilização e definição dos valores. As amostras de MPS foram filtradas a bordo, e somente os filtros com o material de interesse foram armazenados.

As garrafas e frascaria utilizada, o volume coletado e os métodos de preservação e acondicionamento para cada parâmetro amostrado na água são apresentados no Quadro IV-1.

Quadro IV-1 - Parâmetros, volume, formas de acondicionamento e preservação das amostras de água coletadas durante o 6º ciclo do PM500-BS.

PARÂMETROS	EQUIPAMENTO	VOLUME	FRASCARIA	PRESERVAÇÃO	ACONDICIONAMENTO
HPA	Garrafa go-flo	1L	Frasco de vidro âmbar	-	Refrigeração de 4 – 6º C
Fenóis	Garrafa go-flo	1L	Frasco de vidro âmbar	H ₂ SO ₄	Refrigeração de 4 – 6º C
COT	Garrafa go-flo	250mL	Frasco de vidro âmbar	H ₃ PO ₄	Refrigeração de 4 – 6º C
BTE	Garrafa go-flo	2 x 40 mL	Frasco VIAL de vidro	HCl	Refrigeração de 4 – 6º C
Nitrogênio amoniacal	Garrafa go-flo	1L (2 x 500 mL)	Frasco polietileno	-	Congelamento em temperatura < -20º C
MPS	Garrafa go-flo	5L (volume filtrado)	Frascos plásticos e Filtro de acetato de celulose (47 mm, 0,45 µm)	-	Congelamento em temperatura < -20º C
Metais totais	Garrafa go-flo	1000 mL	Frasco polipropileno	HNO ₃	Refrigeração de 4 – 6º C
Metais dissolvidos	Garrafa go-flo	1000ml (500 mL de volume filtrado)	Frasco polipropileno	HNO ₃	Refrigeração de 4 – 6º C
Mercurio	Garrafa go-flo	1000 mL	Frasco fluoropolímero	HNO ₃	Refrigeração de 4 – 6º C
Ecotoxicidade aguda	Garrafa go-flo	3 L (2 x 1L + 2 x 500 mL)	Frasco polipropileno	-	Congelamento rápido e manter congelado a ≤ -10º C
Ecotoxicidade crônica	Garrafa go-flo	1 L (2 x 500 mL)	Frasco polipropileno	-	Congelamento rápido e manter congelado a ≤ -10º C

IV.2 - ATIVIDADES DE LABORATÓRIO

As amostras destinadas às análises físico-químicas foram encaminhadas à empresa SGS do Brasil e as amostras destinadas às análises ecotoxicológicas, à empresa Labtox (Tabela IV-2).

IV.2.1 - Qualidade da Água

Neste item é apresentado um resumo dos parâmetros analisados para a qualidade da água, as referências oficiais dos métodos de extração, digestão e análise, os procedimentos de pré-tratamento utilizados e os limites de detecção (LD) e quantificação (LQ) dos métodos analíticos empregados (Tabela IV-2).

Tabela IV-2 - Resumo dos métodos utilizados, dos procedimentos de pré-tratamento, os respectivos limites de quantificação e detecção do método, conforme os parâmetros analisados nas amostras de água do mar.

Parâmetro		Método analítico	Procedimentos pré-tratamento	Limite de Quantificação Método	Limite de Detecção Método
Carbono Orgânico Total		SMEWW 5310	-	0,500 mg/L	0,100 mg/L
Nitrogênio Amoniacal		USEPA 350.1	-	0,010 mg/L	0,003 mg/L
MPS		SMEWW 2540	Pesagem dos filtros calcinados na mufla (550°C) e filtragem da amostra	0,100 mg/L	0,005 mg/L
HPA's	Acenafteno	USEPA 3510C / USEPA 8270E	-	0,005 µg/L	0,001 µg/L
	Acenaftileno			0,005 µg/L	0,001 µg/L
	Antraceno			0,005 µg/L	0,001 µg/L
	Benzo (a) antraceno			0,005 µg/L	0,001 µg/L
	Benzo (a) pireno			0,005 µg/L	0,001 µg/L
	Benzo (b) fluoranteno			0,005 µg/L	0,001 µg/L
	Benzo (g,h,i) perileno			0,005 µg/L	0,001 µg/L
	Benzo (k) fluoranteno			0,005 µg/L	0,001 µg/L
	Criseno			0,005 µg/L	0,001 µg/L
	Dibenzo (a,h) antraceno			0,005 µg/L	0,001 µg/L
	Fenantreno			0,005 µg/L	0,001 µg/L
	Fluoranteno			0,005 µg/L	0,001 µg/L
	Fluoreno			0,005 µg/L	0,001 µg/L
	Indeno (1,2,3-cd) pireno			0,005 µg/L	0,001 µg/L
	Naftaleno			0,005 µg/L	0,001 µg/L
	Pireno			0,005 µg/L	0,001 µg/L

FENÓIS	2,3,4,6-Tetraclorofenol	EPA 3510C / USEPA 8270E	-	0,040 µg/L	0,002 µg/L
	2,3,5-trimetilfenol			0,040 µg/L	0,002 µg/L
	2,3,6-trimetilfenol			0,040 µg/L	0,002 µg/L
	2,3-dimetilfenol			0,040 µg/L	0,002 µg/L
	2,4,5-Triclorofenol			0,040 µg/L	0,002 µg/L
	2,4,6-Triclorofenol			0,040 µg/L	0,002 µg/L
	2,4,6-trimetilfenol			0,040 µg/L	0,002 µg/L
	2,4-Diclorofenol			0,040 µg/L	0,002 µg/L
	2,4-Dimetilfenol			0,040 µg/L	0,002 µg/L
	2,5-dimetilfenol			0,040 µg/L	0,002 µg/L
	2,6-Diclorofenol			0,040 µg/L	0,002 µg/L
	2,6-dimetilfenol			0,040 µg/L	0,002 µg/L
	2-Clorofenol			0,040 µg/L	0,002 µg/L
	2-etilfenol			0,040 µg/L	0,002 µg/L
	2-isopropilfenol			0,040 µg/L	0,002 µg/L
	2-metilfenol (o-cresol)			0,040 µg/L	0,002 µg/L
	2-Nitrofenol			0,040 µg/L	0,002 µg/L
	3,4,5-trimetilfenol			0,040 µg/L	0,002 µg/L
	3,4-dimetilfenol			0,040 µg/L	0,002 µg/L
	3,5-dimetilfenol			0,040 µg/L	0,002 µg/L
	4-Cloro-3-Metilfenol			0,040 µg/L	0,002 µg/L
	4-etilfenol			0,040 µg/L	0,002 µg/L
	4-metilfenol (p-cresol)			0,040 µg/L	0,002 µg/L
	4-Nitrofenol			0,040 µg/L	0,002 µg/L
	Fenol			0,040 µg/L	0,002 µg/L
	Pentaclorofenol			0,040 µg/L	0,002 µg/L

	Tribromofenol			0,040 µg/L	0,002 µg/L
	Soma dos fenóis totais			0,040 µg/L	0,002 µg/L
BTE	Benzeno	USEPA 5030C / EPA 8260C	-	1 µg/L	0,1 µg/L
	Tolueno			1 µg/L	0,1 µg/L
	Etilbenzeno			1 µg/L	0,1 µg/L
METAIS	Ferro dissolvido	USEPA 3052 / USEPA 6020B	-	0,003 mg/L	0,000909 mg/L
	Cobre dissolvido			0,00006 mg/L	0,000018 mg/L
	Arsênio Total			0,00004 mg/L	0,000012 mg/L
	Bário Total			0,0007 mg/L	0,000212 mg/L
	Cádmio Total			0,00006 mg/L	0,000018 mg/L
	Cobre Total			0,001 mg/L	0,000303 mg/L
	Chumbo Total			0,0009 mg/L	0,000273 mg/L
	Cromo Total			0,001 mg/L	0,000303 mg/L
	Ferro Total			0,02 mg/L	0,006061 mg/L
	Manganês Total			0,004 mg/L	0,001212 mg/L
	Níquel Total			0,0005 mg/L	0,000152 mg/L
	Zinco Total			0,004 mg/L	0,001212 mg/L
	Mercúrio	SMEWW 3112	-	0,00020 mg/L	0,00006 mg/L

IV.2.2 - Ecotoxicidade

IV.2.2.1 - Ecotoxicidade Aguda

Os ensaios ecotoxicológicos agudos com a espécie *Mysidopsis juniae*, realizados conforme os critérios da Norma ABNT NBR 15.308 (2017), tiveram o objetivo de avaliar o efeito de 9 amostras sobre a sobrevivência dos organismos.

As amostras foram congeladas após a coleta e mantidas nestas condições até o descongelamento, que foi realizado *overnight*. Foram utilizadas nos ensaios em até 12 h após o descongelamento e, dentro do prazo de 60 dias de validade estabelecido na Norma ABNT/NBR 15.469 (2015), sem correção de salinidade.

Os ensaios apresentaram duração de 96 horas, foram realizados em temperatura de 25 ± 2 °C e fotoperíodo de 12 horas luz:12 horas escuro. Foram testadas quatro réplicas por amostra, em frascos de polietileno de 350 mL, com aproximadamente 300 mL de solução-teste. Foram utilizados 10 organismos por frasco-teste, com idade entre 1 e 8 dias, sendo a diferença entre eles menor que 4 dias. Diariamente os organismos foram alimentados com 30 náuplios de *Artemia* sp. recém eclodidos/misídeo/dia. A mortalidade de organismos foi avaliada a cada 24 horas, enquanto os parâmetros físicos e químicos (salinidade, oxigênio dissolvido e pH) foram avaliados no início e final do ensaio.

Ao final dos ensaios, foi analisada a mortalidade nas quatro réplicas de cada amostra e no controle. Os ensaios foram considerados válidos quando a sobrevivência no controle ao final deles é maior ou igual a 90 % e os resultados dos ensaios com a substância de referência zinco, na forma de sulfato de zinco heptahidratado ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), realizados mensalmente, encontram-se dentro do limite estabelecido para a espécie no Labtox, segundo a Carta-controle vigente no período de ensaio.

IV.2.2.2 - Ecotoxicidade Crônica

Os ensaios ecotoxicológicos agudos com a espécie *Echinometra lucunter*, realizados conforme os critérios da Norma ABNT NBR 15.350 (2012), tiveram o objetivo de avaliar o efeito de 9 amostras sobre a sobrevivência dos organismos.

As amostras foram congeladas após a coleta e mantidas nestas condições até o descongelamento, que foi realizado *overnight*. Foram utilizadas nos ensaios em até 12 h após o descongelamento e, dentro do prazo de 60 dias de validade estabelecido na Norma ABNT/NBR 15.469 (2015), sem correção de salinidade.

Os ensaios apresentaram duração de 42 horas, foram realizados em temperatura de 25,8 °C a 28,0°C e fotoperíodo de 12 horas luz:12 horas escuro. Foram testadas quatro réplicas por amostra, em tubos de ensaio de 25 mL, com aproximadamente 10 mL de solução-teste. Foram utilizados 300 embriões por frasco-teste, com duas horas após a fecundação. Para esta, foram utilizados gametas liberados em laboratório através da indução por choque elétrico em adultos obtidos em campo. Ao final dos ensaios, as réplicas foram fixadas com lugol, para posterior análise em câmara Sedgwick-Rafter para determinação do percentual de larvas pluteus normais e das larvas com algum tipo de retardo no desenvolvimento ou anomalia. Os parâmetros físicos e químicos (salinidade, oxigênio dissolvido e pH) foram avaliados no início e final do ensaio.

Os ensaios são considerados válidos quando o número médio de larvas pluteus normais no controle, é maior ou igual a 80 % e os resultados dos ensaios com a substância de referência dodecil sulfato de sódio (DSS - $C_{12}H_{25}NaO_4S$), realizados em paralelo às amostras, estiverem dentro do limite estabelecido para a espécie no Labtox, segundo a Carta-controle vigente.

IV.3 - TRATAMENTO DOS DADOS

IV.3.1 - Qualidade da Água e Ecotoxicidade

As Tabela IV-3, Tabela IV-4, Tabela IV-5, Tabela IV-6, Tabela IV-6 e Tabela IV-7 a seguir apresentam os resultados obtidos na etapa de avaliação de qualidade

das análises laboratoriais de DP-LL-IRA-N_C4, DP-SAP-N_C6, DP-LL-A_C4, DP-LL-ES_C2, DP-LL-C_C5 e DP-LL-S_C4, respectivamente. Para as análises de água e ecotoxicidade de todos os empreendimentos, todos os parâmetros tiveram 100% dos resultados aprovados nos critérios de qualidade analíticos empregados.

Tabela IV-3 – Controles de qualidade (QC) analítica laboratorial por parâmetro para a qualidade da água e ecotoxicidade de DP-LL-IRA-N C4.

QUALIDADE DA ÁGUA	PARÂMETROS	Nº DE AMOSTRAS + BRANCOS	CONTROLES DE QUALIDADE (CQ)	CRITÉRIOS DE APROVAÇÃO DOS CONTROLES DE QUALIDADE	Nº DE AMOSTRAS APROVADAS NO CONTROLE DE QUALIDADE	Nº DE AMOSTRAS REPROVADAS NO CONTROLE DE QUALIDADE	IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS REPROVADAS	OBS.
QUALIDADE DA ÁGUA	COT	9+1	Validade da amostra	Validade > Data de análise	9+1	0	-	-
			Branco de frascaria	BF < LD	1	0	-	-
			Branco de equipamento	BE < LD	9+1	0	-	-
			Branco do método	BM < LD	9+1	0	-	-
			Amostra controle de laboratório (Branco fortificado)	Recuperação de 80 - 120%	9+1	0	-	-
			Material de referência certificado	Recuperação de 75 - 125% (sobre concentração real de 2 mg/L)	9+1	0	-	-
			Controle de curva de calibração	$R^2 > 0,99$	9+1	0	-	-
			Amostra fortificada	Recuperação de 80 - 120%	9+1	0	-	-
			Duplicata da amostra fortificada	Recuperação de 80 - 120%	9+1	0	-	-
			Diferença percentual relativa	DRP < 20%	9+1	0	-	-
			Análises em triplicata	RSD < 25%	9+1	0	-	-
			Incerteza do método	IM < 25% incerteza máx. aceitável	9+1	0	-	-
	MPS	9	Validade da amostra	Validade > Data de análise	9	0	-	-
QUALIDADE DA ÁGUA	Nitrogênio Amoniacal	9+1	Validade da amostra	Validade > Data de análise	9+1	0	-	-
			Branco de equipamento	BE < LD	9+1	0	-	-
			Branco do método	BM < LD	9+1	0	-	-
			Branco de Frascaria	BF < LD	9+1	0	-	-
			Branco de reagentes	BR < LD	9+1	0	-	-
			Amostra controle de laboratório (Branco fortificado)	Recuperação de 90 - 110%	9+1	0	-	-
			Material de referência certificado	Recuperação de 75 - 125% (sobre concentração real de 0,7 mg/L)	9+1	0	-	-
			Controle de curva de calibração	$R^2 > 0,99$	9+1	0	-	-
			Análises em triplicata	RSD < 10%	9+1	0	-	-
			Incerteza do método	IM < 10% incerteza máxima aceitável	9+1	0	-	-

(Continua)

Tabela IV-3 (Continuação)

QUALIDADE DA ÁGUA	PARÂMETROS	Nº DE AMOSTRAS + BRANCOS	CONTROLES DE QUALIDADE (CQ)	CRITÉRIOS DE APROVAÇÃO DOS CONTROLES DE QUALIDADE	Nº DE AMOSTRAS APROVADAS NO CONTROLE DE QUALIDADE	Nº DE AMOSTRAS REPROVADAS NO CONTROLE DE QUALIDADE	IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS REPROVADAS	OBS.
	Fenóis HPAs BTE	25+3 (BTE: 7+1, Fenóis: 9+1, HPA: 9+1)	Validade da amostra	Validade > Data de análise	25+3	0	-	-
			Branco de Frascaria	BF < LD	3	0	-	-
			Branco do sistema cromatográfico	Ausência de picos e flutuações na linha de base	25+3	0	-	-
			Branco do método	BM < LD	25+3	0	-	-
			Amostra controle de laboratório (Branco fortificado)	Recuperação de 80 - 120%	25+3	0	-	-
			Solução padrão intermediária	Recuperação de 80 - 120%	25+3	0	-	-
			Amostra fortificada	Recuperação de 60 - 120%	25+3	0	-	-
			Duplicata da amostra fortificada	Recuperação de 60 - 120%	25+3	0	-	-
			Diferença percentual relativa	DRP < 30%	25+3	0	-	-
			Surrogates: HPA e fenóis: para-terfenil d- 14 e 2-flúor-bifenila. BTE: p- Bromofluorbenzeno, dibromofluorometano e tolueno-d8	Recuperação de 60 a 120%	25+3	0	-	-
			Incerteza do método	-	25+3	0	-	-
	Metais Totais Metais Dissolvidos Mercúrio	27+3 (M.Totais: 9+1, M. Diss.: 9+1, Mercúrio: 9+1)	Validade da amostra	Validade > Data de análise	27+3	0	-	-
			Branco de Frascaria	BF < LD	3	0	-	-
			Branco de equipamento	BE < LD	27+3	0	-	-
			Branco do método	BM < LD	27+3	0	-	-
			Amostra controle de laboratório (Branco fortificado)	Recuperação de 80 - 120%	27+3	0	-	-
			Controle de curva de calibração	R ² > 0,99	27+3	0	-	-
			Material de referência certificado	Recuperação de 80 - 120% (sobre concentração real de 0,5 mg/L)	27+3	0	-	-
			Amostra fortificada	Recuperação de 70 - 130%	27+3	0	-	-
			Análises em triplicata	RSD < 25%	27+3	0	-	-
			Incerteza do método	IM < 15% incerteza máxima aceitável	27+3	0	-	-

(Continua)

Tabela IV-3 (Continuação)

Tabela IV-5 (Continuação)									
PARÂMETROS		Nº DE AMOSTRAS + BRANCOS	CONTROLES DE QUALIDADE (CQ)	CRITÉRIOS DE APROVAÇÃO DOS CONTROLES DE QUALIDADE	Nº DE AMOSTRAS APROVADAS NO CONTROLE DE QUALIDADE	Nº DE AMOSTRAS REPROVADAS NO CONTROLE DE QUALIDADE	IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS REPROVADAS	OBS.	
ECOTOXICOLÓGICA	Ecotoxicidade Aguda	9+1	Validade da amostra	Validade > Data de análise	9+1	0	-	-	
			Branco de Frascaria	Média ≤ 10%	1	0	-	-	
			Mortalidade na amostra	Média ≤ 10%	9+1	0	-	-	
			Teste de sensibilidade (ZnSO4.7H2O)	Faixa Aceitável de 0,22 – 0,41 mg/L	9+1	0	-	-	
	Ecotoxicidade Crônica	9+1	Validade da amostra	Validade > Data de análise	9+1	0			
			Branco de Frascaria	Média ≤ 20%	1	0			
			Desenvolvimento embrio-larval	Média ≤ 20%	9+1	0			
			Teste de sensibilidade (C12H25NaO4S)	Faixa Aceitável de 1,63 – 2,49 mg/L	9+1	0			

Tabela IV-4 - Controles de qualidade (QC) analítica laboratorial por parâmetro para a qualidade da água e ecotoxicidade de DP-SAP-N_C6.

QUALIDADE DA ÁGUA	PARÂMETROS	Nº DE AMOSTRAS + BRANCOS	CONTROLES DE QUALIDADE (CQ)	CRITÉRIOS DE APROVAÇÃO DOS CONTROLES DE QUALIDADE	Nº DE AMOSTRAS APROVADAS NO CONTROLE DE QUALIDADE	Nº DE AMOSTRAS REPROVADAS NO CONTROLE DE QUALIDADE	IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS REPROVADAS	OBS
QUALIDADE DA ÁGUA	COT	9+1	Validade da amostra	Validade > Data de análise	9+1	0	-	-
			Branco de frascaria	BF < LD	9+1	0	-	-
			Branco de equipamento	BE < LD	9+1	0	-	-
			Branco do método	BM < LD	9+1	0	-	-
			Amostra controle de laboratório (Branco fortificado)	Recuperação de 80 - 120%	9+1	0	-	-
			Material de referência certificado	Recuperação de 75 - 125% (sobre concentração real de 2 mg/L)	9+1	0	-	-
			Controle de curva de calibração	R ² > 0,99	9+1	0	-	-
			Amostra fortificada	Recuperação de 80 - 120%	9+1	0	-	-
			Duplicata da amostra fortificada	Recuperação de 80 - 120%	9+1	0	-	-
			Diferença percentual relativa	DRP < 20%	9+1	0	-	-
			Análises em triplicata	RSD < 25%	9+1	0	-	-
			Incerteza do método	IM < 25% incerteza máx. aceitável	9+1	0	-	-
	MPS	9	Validade da amostra	Validade > Data de análise	9	0	-	-
QUALIDADE DA ÁGUA	Nitrogênio Amoniacal	9+1	Validade da amostra	Validade > Data de análise	9+1	0	-	-
			Branco de equipamento	BE < LD	9+1	0	-	-
			Branco do método	BM < LD	9+1	0	-	-
			Branco de Frascaria	BF < LD	9+1	0	-	-
			Branco de reagentes	BR < LD	9+1	0	-	-
			Amostra controle de laboratório (Branco fortificado)	Recuperação de 90 - 110%	9+1	0	-	-
			Material de referência certificado	Recuperação de 75 - 125% (sobre concentração real de 0,7 mg/L)	9+1	0	-	-
			Controle de curva de calibração	R ² > 0,99	9+1	0	-	-
			Análises em triplicata	RSD < 10%	9+1	0	-	-
			Incerteza do método	IM < 10% incerteza máxima aceitável	9+1	0	-	-

(Continua)

Tabela IV-4 (Continuação)

QUALIDADE DA ÁGUA	PARÂMETROS	Nº DE AMOSTRAS + BRANCOS	CONTROLES DE QUALIDADE (CQ)	CRITÉRIOS DE APROVAÇÃO DOS CONTROLES DE QUALIDADE	Nº DE AMOSTRAS APROVADAS NO CONTROLE DE QUALIDADE	Nº DE AMOSTRAS REPROVADAS NO CONTROLE DE QUALIDADE	IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS REPROVADAS	OBS.
QUALIDADE DA ÁGUA	Fenóis HPAs BTE	23+3 (BTE: 5, Fenóis: 9, HPA: 9 + 1 branco de frascaria para cada)	Validade da amostra	Validade > Data de análise	23+3	0	-	-
			Branco de Frascaria	BF < LD	23+3	0	-	-
			Branco do sistema cromatográfico	Ausência de picos e flutuações na linha de base	23+3	0	-	-
			Branco do método	BM < LD	23+3	0	-	-
			Amostra controle de laboratório (Branco fortificado)	Recuperação de 80 - 120%	23+3	0	-	-
			Solução padrão intermediária	Recuperação de 80 - 120%	23+3	0	-	-
			Amostra fortificada	Recuperação de 60 - 120%	23+3	0	-	-
			Duplicata da amostra fortificada	Recuperação de 60 - 120%	23+3	0	-	-
			Diferença percentual relativa	DRP < 30%	23+3	0	-	-
			Surrogates: HPA e fenóis: para-terfenil d- 14 e 2-flúor-bifenila. BTE: p- Bromofluorbenzeno, dibromofluorometano e tolueno-d8	Recuperação de 60 a 120%	23+3	0	-	-
	Metais Totais Metais Dissolvidos Mercúrio	27+3 (M.Totais: 9, M. Diss.: 9, Mercúrio: 9 + 1 branco de frascaria para cada)	Incerteza do método	-	23+3	0	-	-
			Validade da amostra	Validade > Data de análise	27+3	0	-	-
			Branco de Frascaria	BF < LD	27+3	0	-	-
			Branco de equipamento	BE < LD	27+3	0	-	-
			Branco do método	BM < LD	27+3	0	-	-
			Amostra controle de laboratório (Branco fortificado)	Recuperação de 80 - 120%	27+3	0	-	-
			Controle de curva de calibração	R² > 0,99	27+3	0	-	-
			Material de referência certificado	Recuperação de 80 - 120% (sobre concentração real de 0,5 mg/L)	27+3	0	-	-
			Amostra fortificada	Recuperação de 70 - 130%	27+3	0	-	-
			Análises em triplicata	RSD < 25%	27+3	0	-	-
			Incerteza do método	IM < 15% incerteza máxima aceitável	27+3	0	-	-

(Continua)

Tabela IV-4 (Continuação)

PARÂMETROS		Nº DE AMOSTRAS + BRANCOS	CONTROLES DE QUALIDADE (CQ)	CRITÉRIOS DE APROVAÇÃO DOS CONTROLES DE QUALIDADE	Nº DE AMOSTRAS APROVADAS NO CONTROLE DE QUALIDADE	Nº DE AMOSTRAS REPROVADAS NO CONTROLE DE QUALIDADE	IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS REPROVADAS	OBS.
ECOTOXICOLÓGICA	Ecotoxicidade Aguda	9+1	Validade da amostra	Validade > Data de análise	9+1	0	-	-
			Branco de Frascaria	Média ≤ 10%	9+1	0	-	-
			Mortalidade na amostra	Média ≤ 10%	9+1	0	-	-
			Teste de sensibilidade (ZnSO4.7H2O)	Faixa Aceitável de 0,22 – 0,41 mg/L	9+1	0	-	-
	Ecotoxicidade Crônica	9+1	Validade da amostra	Validade > Data de análise	9+1	0		
			Branco de Frascaria	Média ≤ 20%	9+1	0		
			Desenvolvimento embrio-larval	Média ≤ 20%	9+1	0		
			Teste de sensibilidade (C12H25NaO4S)	Faixa Aceitável de 1,63 – 2,49 mg/L	9+1	0		

Tabela IV-5 - Controles de qualidade (QC) analítica laboratorial por parâmetro para a qualidade da água e ecotoxicidade de DP-LL-A C4.

PARÂMETROS	Nº DE AMOSTRAS + BRANCOS	CONTROLES DE QUALIDADE (CQ)	CRITÉRIOS DE APROVAÇÃO DOS CONTROLES DE QUALIDADE	Nº DE AMOSTRAS APROVADAS NO CONTROLE DE QUALIDADE	Nº DE AMOSTRAS REPROVADAS NO CONTROLE DE QUALIDADE	IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS REPROVADAS	OBS.
QUALIDADE DA ÁGUA	COT	Validade da amostra	Validade > Data de análise	9	0	-	-
		Branco de frascaria	BF < LD	0	0	-	-
		Branco de equipamento	BE < LD	9	0	-	-
		Branco do método	BM < LD	9	0	-	-
		Amostra controle de laboratório (Branco fortificado)	Recuperação de 80 - 120%	9	0	-	-
		Material de referência certificado	Recuperação de 75 - 125% (sobre concentração real de 2 mg/L)	9	0	-	-
		Controle de curva de calibração	$R^2 > 0,99$	9	0	-	-
		Amostra fortificada	Recuperação de 80 - 120%	9	0	-	-
		Duplicata da amostra fortificada	Recuperação de 80 - 120%	9	0	-	-
		Diferença percentual relativa	DRP < 20%	9	0	-	-
		Análises em triplicata	RSD < 25%	9	0	-	-
		Incerteza do método	IM < 25% incerteza máx. aceitável	9	0	-	-
	MPS	Validade da amostra	Validade > Data de análise	9	0	-	-
	Nitrogênio Amoniacal	Validade da amostra	Validade > Data de análise	9	0	-	-
		Branco de equipamento	BE < LD	9	0	-	-
		Branco do método	BM < LD	9	0	-	-
		Branco de Frascaria	BF < LD	0	0	-	-
		Branco de reagentes	BR < LD	9	0	-	-
		Amostra controle de laboratório (Branco fortificado)	Recuperação de 90 - 110%	9	0	-	-
		Material de referência certificado	Recuperação de 75 - 125% (sobre concentração real de 0,7 mg/L)	9	0	-	-
		Controle de curva de calibração	$R^2 > 0,99$	9	0	-	-
		Análises em triplicata	RSD < 10%	9	0	-	-
		Incerteza do método	IM < 10% incerteza máxima aceitável	9	0	-	-

(Continua)

Tabela IV-5 (Continuação)

	PARÂMETROS	Nº DE AMOSTRAS + BRANCOS	CONTROLES DE QUALIDADE (CQ)	CRITÉRIOS DE APROVAÇÃO DOS CONTROLES DE QUALIDADE	Nº DE AMOSTRAS APROVADAS NO CONTROLE DE QUALIDADE	Nº DE AMOSTRAS REPROVADAS NO CONTROLE DE QUALIDADE	IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS REPROVADAS	OBS.
QUALIDADE DA ÁGUA	Fenóis HPAs BTE	25 (BTE: 7, Fenóis: 9, HPA: 9)	Validade da amostra	Validade > Data de análise	25	0	-	-
			Branco de Frascaria	BF < LD	0	0	-	-
			Branco do sistema cromatográfico	Ausência de picos e flutuações na linha de base	25	0	-	-
			Branco do método	BM < LD	25	0	-	-
			Amostra controle de laboratório (Branco fortificado)	Recuperação de 80 - 120%	25	0	-	-
			Solução padrão intermediária	Recuperação de 80 - 120%	25	0	-	-
			Amostra fortificada	Recuperação de 60 - 120%	25	0	-	-
			Duplicata da amostra fortificada	Recuperação de 60 - 120%	25	0	-	-
			Diferença percentual relativa	DRP < 30%	25	0	-	-
			Surrogates: HPA e fenóis: para-terfenil d- 14 e 2-flúor-bifenila. BTE: p- Bromofluorbenzeno, dibromofluorometano e tolueno-d8	Recuperação de 60 a 120%	25	0	-	-
	Metais Totais Metais Dissolvidos Mercúrio	27 (M.Totais: 9, M. Diss.: 9, Mercúrio: 9)	Incerteza do método	-	25	0	-	-
			Validade da amostra	Validade > Data de análise	27	0	-	-
			Branco de Frascaria	BF < LD	0	0	-	-
			Branco de equipamento	BE < LD	27	0	-	-
			Branco do método	BM < LD	27	0	-	-
			Amostra controle de laboratório (Branco fortificado)	Recuperação de 80 - 120%	27	0	-	-
			Controle de curva de calibração	R² > 0,99	27	0	-	-
			Material de referência certificado	Recuperação de 80 - 120% (sobre concentração real de 0,5 mg/L)	27	0	-	-
			Amostra fortificada	Recuperação de 70 - 130%	27	0	-	-
			Análises em triplicata	RSD < 25%	27	0	-	-
			Incerteza do método	IM < 15% incerteza máxima aceitável	27	0	-	-

(Continua)

Tabela IV-5 (Continuação)

PARÂMETROS		Nº DE AMOSTRAS + BRANCOS	CONTROLES DE QUALIDADE (CQ)	CRITÉRIOS DE APROVAÇÃO DOS CONTROLES DE QUALIDADE	Nº DE AMOSTRAS APROVADAS NO CONTROLE DE QUALIDADE	Nº DE AMOSTRAS REPROVADAS NO CONTROLE DE QUALIDADE	IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS REPROVADAS	OBS.
ECOTOXICOLÓGICA	Ecotoxicidade Aguda	9+1	Validade da amostra	Validade > Data de análise	9+1	0	-	-
			Branco de Frascaria	Média ≤ 10%	1	0	-	-
			Mortalidade na amostra	Média ≤ 10%	9+1	0	-	-
			Teste de sensibilidade (ZnSO4.7H2O)	Faixa Aceitável de 0,22 – 0,41 mg/L	9+1	0	-	-
	Ecotoxicidade Crônica	9+1	Validade da amostra	Validade > Data de análise	9+1	0		
			Branco de Frascaria	Média ≤ 20%	1	0		
			Desenvolvimento embrio-larval	Média ≤ 20%	9+1	0		
			Teste de sensibilidade (C12H25NaO4S)	Faixa Aceitável de 1,63 – 2,49 mg/L	9+1	0		

Tabela IV-6 - Controles de qualidade (QC) analítica laboratorial por parâmetro para a qualidade da água e ecotoxicidade de DP-LL-ES_C2.

		PARÂMETROS	Nº DE AMOSTRAS + BRANCOS	CONTROLES DE QUALIDADE (CQ)	CRITÉRIOS DE APROVAÇÃO DOS CONTROLES DE QUALIDADE	Nº DE AMOSTRAS APROVADAS NO CONTROLE DE QUALIDADE	Nº DE AMOSTRAS REPROVADAS NO CONTROLE DE QUALIDADE	IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS REPROVADAS	OBS.
QUALIDADE DA ÁGUA	COT	9	Validade da amostra	Validade > Data de análise	9	0	-	-	
			Branco de frascaria	BF < LD	0	0	-	-	
			Branco de equipamento	BE < LD	9	0	-	-	
			Branco do método	BM < LD	9	0	-	-	
			Amostra controle de laboratório (Branco fortificado)	Recuperação de 80 - 120%	9	0	-	-	
			Material de referência certificado	Recuperação de 75 - 125% (sobre concentração real de 2 mg/L)	9	0	-	-	
			Controle de curva de calibração	R² > 0,99	9	0	-	-	
			Amostra fortificada	Recuperação de 80 - 120%	9	0	-	-	
			Duplicata da amostra fortificada	Recuperação de 80 - 120%	9	0	-	-	
			Diferença percentual relativa	DRP < 20%	9	0	-	-	
			Análises em triplicata	RSD < 25%	9	0	-	-	
			Incerteza do método	IM < 25% incerteza máx. aceitável	9	0	-	-	
	MPS	9	Validade da amostra	Validade > Data de análise	9	0	-	-	
	Nitrogênio Amoniacal	9	Validade da amostra	Validade > Data de análise	9	0	-	-	
			Branco de equipamento	BE < LD	9	0	-	-	
			Branco do método	BM < LD	9	0	-	-	
			Branco de Frascaria	BF < LD	0	0	-	-	
			Branco de reagentes	BR < LD	9	0	-	-	
			Amostra controle de laboratório (Branco fortificado)	Recuperação de 90 - 110%	9	0	-	-	
			Material de referência certificado	Recuperação de 75 - 125% (sobre concentração real de 0,7 mg/L)	9	0	-	-	
			Controle de curva de calibração	R² > 0,99	9	0	-	-	
			Análises em triplicata	RSD < 10%	9	0	-	-	
			Incerteza do método	IM < 10% incerteza máxima aceitável	9	0	-	-	

(Continua)

Tabela IV-6 (Continuação)

QUALIDADE DA ÁGUA	PARÂMETROS	Nº DE AMOSTRAS + BRANCOS	CONTROLES DE QUALIDADE (CQ)	CRITÉRIOS DE APROVAÇÃO DOS CONTROLES DE QUALIDADE	Nº DE AMOSTRAS APROVADAS NO CONTROLE DE QUALIDADE	Nº DE AMOSTRAS REPROVADAS NO CONTROLE DE QUALIDADE	IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS REPROVADAS	OBS.
QUALIDADE DA ÁGUA	Fenóis HPAs BTE	23 (BTE: 5, Fenóis: 9, HPA: 9)	Validade da amostra	Validade > Data de análise	23	0	-	-
			Branco de Frascaria	BF < LD	0	0	-	-
			Branco do sistema cromatográfico	Ausência de picos e flutuações na linha de base	23	0	-	-
			Branco do método	BM < LD	23	0	-	-
			Amostra controle de laboratório (Branco fortificado)	Recuperação de 80 - 120%	23	0	-	-
			Solução padrão intermediária	Recuperação de 80 - 120%	23	0	-	-
			Amostra fortificada	Recuperação de 60 - 120%	23	0	-	-
			Duplicata da amostra fortificada	Recuperação de 60 - 120%	23	0	-	-
			Diferença percentual relativa	DRP < 30%	23	0	-	-
			Surrogates: HPA e fenóis: para-terfenil d- 14 e 2-flúor-bifenila. BTE: p- Bromofluorbenzeno, dibromofluorometano e tolueno-d8	Recuperação de 60 a 120%	23	0	-	-
	Metais Totais Metais Dissolvidos Mercúrio	27 (M.Totais: 9, M. Diss.: 9, Mercúrio: 9)	Incerteza do método	-	23	0	-	-
			Validade da amostra	Validade > Data de análise	27	0	-	-
			Branco de Frascaria	BF < LD	0	0	-	-
			Branco de equipamento	BE < LD	27	0	-	-
			Branco do método	BM < LD	27	0	-	-
			Amostra controle de laboratório (Branco fortificado)	Recuperação de 80 - 120%	27	0	-	-
			Controle de curva de calibração	R² > 0,99	27	0	-	-
			Material de referência certificado	Recuperação de 80 - 120% (sobre concentração real de 0,5 mg/L)	27	0	-	-
			Amostra fortificada	Recuperação de 70 - 130%	27	0	-	-
			Análises em triplicata	RSD < 25%	27	0	-	-
			Incerteza do método	IM < 15% incerteza máxima aceitável	27	0	-	-

(Continua)

Tabela IV-6 (Continuação)

PARÂMETROS	Nº DE AMOSTRAS + BRANCOS	CONTROLES DE QUALIDADE (CQ)	CRITÉRIOS DE APROVAÇÃO DOS CONTROLES DE QUALIDADE	Nº DE AMOSTRAS APROVADAS NO CONTROLE DE QUALIDADE	Nº DE AMOSTRAS REPROVADAS NO CONTROLE DE QUALIDADE	IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS REPROVADAS	OBS.
ECOTOXICOLÓGICA	Ecotoxicidade Aguda	Validade da amostra	Validade > Data de análise	9	0	-	-
		Branco de Frascaria	Média ≤ 10%	0	0	-	-
		Mortalidade na amostra	Média ≤ 10%	9	0	-	-
		Teste de sensibilidade (ZnSO4.7H2O)	Faixa Aceitável de 0,22 – 0,41 mg/L	9	0	-	-
	Ecotoxicidade Crônica	Validade da amostra	Validade > Data de análise	9	0	-	-
		Branco de Frascaria	Média ≤ 20%	0	0	-	-
		Desenvolvimento embrio-larval	Média ≤ 20%	9	0	-	-
		Teste de sensibilidade (C12H25NaO4S)	Faixa Aceitável de 1,63 – 2,49 mg/L	9	0	-	-

Tabela IV-7 - Controles de qualidade (QC) analítica laboratorial por parâmetro para a qualidade da água e ecotoxicidade de DP-LL-C C5.

QUALIDADE DA ÁGUA	PARÂMETROS	Nº DE AMOSTRAS + BRANCOS	CONTROLES DE QUALIDADE (CQ)	CRITÉRIOS DE APROVAÇÃO DOS CONTROLES DE QUALIDADE	Nº DE AMOSTRAS APROVADAS NO CONTROLE DE QUALIDADE	Nº DE AMOSTRAS REPROVADAS NO CONTROLE DE QUALIDADE	IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS REPROVADAS	OBS.
QUALIDADE DA ÁGUA	COT	9+1	Validade da amostra	Validade > Data de análise	10	0	-	-
			Branco de frascaria	BF < LD	1	0	-	-
			Branco de equipamento	BE < LD	10	0	-	-
			Branco do método	BM < LD	10	0	-	-
			Amostra controle de laboratório (Branco fortificado)	Recuperação de 80 - 120%	10	0	-	-
			Material de referência certificado	Recuperação de 75 - 125% (sobre concentração real de 2 mg/L)	10	0	-	-
			Controle de curva de calibração	R ² > 0,99	10	0	-	-
			Amostra fortificada	Recuperação de 80 - 120%	10	0	-	-
			Duplicata da amostra fortificada	Recuperação de 80 - 120%	10	0	-	-
			Diferença percentual relativa	DRP < 20%	10	0	-	-
			Análises em triplicata	RSD < 25%	10	0	-	-
			Incerteza do método	IM < 25% incerteza máx. aceitável	10	0	-	-
	MPS	9	Validade da amostra	Validade > Data de análise	9	0	-	-
	Nitrogênio Amoniacal	9+1	Validade da amostra	Validade > Data de análise	10	0	-	-
			Branco de equipamento	BE < LD	10	0	-	-
			Branco do método	BM < LD	10	0	-	-
			Branco de Frascaria	BF < LD	1	0	-	-
			Branco de reagentes	BR < LD	10	0	-	-
			Amostra controle de laboratório (Branco fortificado)	Recuperação de 90 - 110%	10	0	-	-
			Material de referência certificado	Recuperação de 75 - 125% (sobre concentração real de 0,7 mg/L)	10	0	-	-
			Controle de curva de calibração	R ² > 0,99	10	0	-	-
			Análises em triplicata	RSD < 10%	10	0	-	-
			Incerteza do método	IM < 10% incerteza máxima aceitável	10	0	-	-

(Continua)

Tabela IV-7 (Continuação)

QUALIDADE DA ÁGUA	PARÂMETROS	Nº DE AMOSTRAS + BRANCOS	CONTROLES DE QUALIDADE (CQ)	CRITÉRIOS DE APROVAÇÃO DOS CONTROLES DE QUALIDADE	Nº DE AMOSTRAS APROVADAS NO CONTROLE DE QUALIDADE	Nº DE AMOSTRAS REPROVADAS NO CONTROLE DE QUALIDADE	IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS REPROVADAS	OBS.
QUALIDADE DA ÁGUA	Fenóis HPAs BTE	20+3 (BTE: 2+1, Fenóis: 9+1, HPA: 9+1)	Validade da amostra	Validade > Data de análise			-	-
			Branco de Frascaria	BF < LD			-	-
			Branco do sistema cromatográfico	Ausência de picos e flutuações na linha de base			-	-
			Branco do método	BM < LD			-	-
			Amostra controle de laboratório (Branco fortificado)	Recuperação de 80 - 120%	20+3	0	-	-
			Solução padrão intermediária	Recuperação de 80 - 120%			-	-
			Amostra fortificada	Recuperação de 60 - 120%			-	-
			Duplicata da amostra fortificada	Recuperação de 60 - 120%			-	-
			Diferença percentual relativa	DRP < 30%			-	-
			Surrogates: HPA e fenóis: para-terfenil d- 14 e 2-flúor-bifenila. BTE: p- Bromofluorbenzeno, dibromofluorometano e tolueno-d8	Recuperação de 60 a 120%			-	-
			Incerteza do método	-			-	-
	Metais Totais Metais Dissolvidos Mercúrio	27+3 (M.Totais: 9+1, M. Diss.: 9+1, Mercúrio: 9+1)	Validade da amostra	Validade > Data de análise			-	-
			Branco de Frascaria	BF < LD			-	-
			Branco de equipamento	BE < LD			-	-
			Branco do método	BM < LD			-	-
			Amostra controle de laboratório (Branco fortificado)	Recuperação de 80 - 120%	27+3	0	-	-
			Controle de curva de calibração	R ² > 0,99			-	-
			Material de referência certificado	Recuperação de 80 - 120% (sobre concentração real de 0,5 mg/L)			-	-
			Amostra fortificada	Recuperação de 70 - 130%			-	-
			Análises em triplicata	RSD < 25%			-	-
			Incerteza do método	IM < 15% incerteza máxima aceitável			-	-

(Continua)

Tabela IV-7 (Continuação)

PARÂMETROS		Nº DE AMOSTRAS + BRANCOS	CONTROLES DE QUALIDADE (CQ)	CRITÉRIOS DE APROVAÇÃO DOS CONTROLES DE QUALIDADE	Nº DE AMOSTRAS APROVADAS NO CONTROLE DE QUALIDADE	Nº DE AMOSTRAS REPROVADAS NO CONTROLE DE QUALIDADE	IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS REPROVADAS	OBS.
ECOTOXICOLÓGICA	Ecotoxicidade Aguda	9+1	Validade da amostra	Validade > Data de análise	9+1	0	-	-
			Branco de Frascaria	Média ≤ 10%				
			Mortalidade na amostra	Média ≤ 10%				
			Teste de sensibilidade (ZnSO4.7H2O)	Faixa Aceitável de 0,22 – 0,41 mg/L				
	Ecotoxicidade Crônica	9+1	Validade da amostra	Validade > Data de análise	9+1	0		
			Branco de Frascaria	Média ≤ 20%				
			Desenvolvimento embrio-larval	Média ≤ 20%				
			Teste de sensibilidade (C12H25NaO4S)	Faixa Aceitável de 1,63 – 2,49 mg/L				

Tabela IV-8 - Controles de qualidade (QC) analítica laboratorial por parâmetro para a qualidade da água e ecotoxicidade de DP-LL-S C4.

QUALIDADE DA ÁGUA	PARÂMETROS	Nº DE AMOSTRAS + BRANCOS	CONTROLES DE QUALIDADE (CQ)	CRITÉRIOS DE APROVAÇÃO DOS CONTROLES DE QUALIDADE	Nº DE AMOSTRAS APROVADAS NO CONTROLE DE QUALIDADE	Nº DE AMOSTRAS REPROVADAS NO CONTROLE DE QUALIDADE	IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS REPROVADAS	OBS.
QUALIDADE DA ÁGUA	COT	9	Validade da amostra	Validade > Data de análise	9	0	-	-
			Branco de frascaria	BF < LD	0	0	-	-
			Branco de equipamento	BE < LD	9	0	-	-
			Branco do método	BM < LD	9	0	-	-
			Amostra controle de laboratório (Branco fortificado)	Recuperação de 80 - 120%	9	0	-	-
			Material de referência certificado	Recuperação de 75 - 125% (sobre concentração real de 2 mg/L)	9	0	-	-
			Controle de curva de calibração	$R^2 > 0,99$	9	0	-	-
			Amostra fortificada	Recuperação de 80 - 120%	9	0	-	-
			Duplicata da amostra fortificada	Recuperação de 80 - 120%	9	0	-	-
			Diferença percentual relativa	DRP < 20%	9	0	-	-
			Análises em triplicata	RSD < 25%	9	0	-	-
			Incerteza do método	IM < 25% incerteza máx. aceitável	9	0	-	-
	MPS	9	Validade da amostra	Validade > Data de análise	9	0	-	-
QUALIDADE DA ÁGUA	Nitrogênio Amoniacal	9	Validade da amostra	Validade > Data de análise	9	0	-	-
			Branco de equipamento	BE < LD	9	0	-	-
			Branco do método	BM < LD	9	0	-	-
			Branco de Frascaria	BF < LD	0	0	-	-
			Branco de reagentes	BR < LD	9	0	-	-
			Amostra controle de laboratório (Branco fortificado)	Recuperação de 90 - 110%	9	0	-	-
			Material de referência certificado	Recuperação de 75 - 125% (sobre concentração real de 0,7 mg/L)	9	0	-	-
			Controle de curva de calibração	$R^2 > 0,99$	9	0	-	-
			Análises em triplicata	RSD < 10%	9	0	-	-
			Incerteza do método	IM < 10% incerteza máxima aceitável	9	0	-	-

(Continua)

Tabela IV-8 (Continuação)

QUALIDADE DA ÁGUA	PARÂMETROS	Nº DE AMOSTRAS + BRANCOS	CONTROLES DE QUALIDADE (CQ)	CRITÉRIOS DE APROVAÇÃO DOS CONTROLES DE QUALIDADE	Nº DE AMOSTRAS APROVADAS NO CONTROLE DE QUALIDADE	Nº DE AMOSTRAS REPROVADAS NO CONTROLE DE QUALIDADE	IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS REPROVADAS	OBS.
QUALIDADE DA ÁGUA	Fenóis HPAs BTE	21 (BTE: 3, Fenóis: 9, HPA: 9)	Validade da amostra	Validade > Data de análise	21	0	-	-
			Branco de Frascaria	BF < LD	0	0	-	-
			Branco do sistema cromatográfico	Ausência de picos e flutuações na linha de base	21	0	-	-
			Branco do método	BM < LD	21	0	-	-
			Amostra controle de laboratório (Branco fortificado)	Recuperação de 80 - 120%	21	0	-	-
			Solução padrão intermediária	Recuperação de 80 - 120%	21	0	-	-
			Amostra fortificada	Recuperação de 60 - 120%	21	0	-	-
			Duplicata da amostra fortificada	Recuperação de 60 - 120%	21	0	-	-
			Diferença percentual relativa	DRP < 30%	21	0	-	-
			Surrogates: HPA e fenóis: para-terfenil d- 14 e 2-flúor-bifenila. BTE: p- Bromofluorbenzeno, dibromofluorometano e tolueno-d8	Recuperação de 60 a 120%	21	0	-	-
	Metais Totais Metais Dissolvidos Mercúrio	27 (M.Totais: 9, M. Diss.: 9, Mercúrio: 9)	Incerteza do método	-	21	0	-	-
			Validade da amostra	Validade > Data de análise	27	0	-	-
			Branco de Frascaria	BF < LD	0	0	-	-
			Branco de equipamento	BE < LD	27	0	-	-
			Branco do método	BM < LD	27	0	-	-
			Amostra controle de laboratório (Branco fortificado)	Recuperação de 80 - 120%	27	0	-	-
			Controle de curva de calibração	R² > 0,99	27	0	-	-
			Material de referência certificado	Recuperação de 80 - 120% (sobre concentração real de 0,5 mg/L)	27	0	-	-
			Amostra fortificada	Recuperação de 70 - 130%	27	0	-	-
			Análises em triplicata	RSD < 25%	27	0	-	-
			Incerteza do método	IM < 15% incerteza máxima aceitável	27	0	-	-

(Continua)

Tabela IV-8 (Continuação)

	PARÂMETROS	Nº DE AMOSTRAS + BRANCOS	CONTROLES DE QUALIDADE (CQ)	CRITÉRIOS DE APROVAÇÃO DOS CONTROLES DE QUALIDADE	Nº DE AMOSTRAS APROVADAS NO CONTROLE DE QUALIDADE	Nº DE AMOSTRAS REPROVADAS NO CONTROLE DE QUALIDADE	IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS REPROVADAS	OBS.
ECOTOXICOLÓGICA	Ecotoxicidade Aguda	9	Validade da amostra	Validade > Data de análise	9	0	-	-
			Branco de Frascaria	Média ≤ 10%	0	0	-	-
			Mortalidade na amostra	Média ≤ 10%	9	0	-	-
			Teste de sensibilidade (ZnSO4.7H2O)	Faixa Aceitável de 0,22 – 0,41 mg/L	9	0	-	-
	Ecotoxicidade Crônica	9	Validade da amostra	Validade > Data de análise	9	0		
			Branco de Frascaria	Média ≤ 20%	0	0		
			Desenvolvimento embrio-larval	Média ≤ 20%	9	0		
			Teste de sensibilidade (C12H25NaO4S)	Faixa Aceitável de 1,63 – 2,49 mg/L	9	0		

Os dados referentes às concentrações dos parâmetros de qualidade da água e ecotoxicidade obtidos através das análises laboratoriais foram compilados em matriz de dados em razão da estação e profundidade de coleta correspondentes.

A primeira etapa no tratamento dos dados consistiu na avaliação de sua qualidade, para verificação de erros de medição, contaminações amostrais e/ou analíticas evidentes, qualidade analítica, valores espúrios e outliers. A avaliação dos valores espúrios e outliers foi feita graficamente a partir dos *box-plots* para cada um dos parâmetros no *software* STATISTICA 10.0. Os valores indicados pelo *software* foram avaliados individualmente, considerando desvios amostrais e analíticos, e foram retirados das análises somente nos casos comprovados de erros de medição e erros analíticos, cuja correção é inviável. Os demais dados foram mantidos, pois a variabilidade é inerente dentro de um conjunto de dados e pode conter informações relevantes sobre características e alterações do local.

Os resultados foram comparados à Resolução CONAMA nº 357/05, que trata da classificação dos corpos de água e dá as diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Conforme especificado nos art. 3º e art. 4º da Resolução CONAMA nº 393/07, águas salinas, na área em que se localizam as plataformas, enquanto não houver enquadramento específico, serão consideradas águas salinas de classe 1, que, segundo definição constante da Resolução CONAMA nº 357/05, são águas destinadas à recreação de contato primário, à proteção das comunidades aquáticas e à aquicultura e atividade de pesca.

Para os parâmetros sem valores de referência na legislação ambiental acima citada (temperatura, salinidade, MPS, Cu total, Fe total e ecotoxicidade aguda), foram utilizados valores da bibliografia disponível e de campanhas realizadas anteriormente na região.

Para as plataformas já amostradas no PM500-BS, foram utilizadas como referência os dados das campanhas dos ciclos anteriores (PETROBRAS/BOURSCHEID, 2019c, 2019e, 2020d; PETROBRAS/BIOCONSULT, 2022c, PETROBRAS/BIOCONSULT, 2023c), eventualmente também atribuídos a plataformas não anteriormente amostradas com base em critérios de proximidade espacial. Também foram considerados, para fins de comparação, os dados das estações controle (estações a montante, denominadas M1000, com dados de superfície até 120 m de profundidade) das

campanhas realizadas entre os ciclos 2015-2016, 2019-2020 e 2021-2022 do PMPR, conforme mencionado a seguir: PIL-LL (C7 a C13; PETROBRAS/BOURSCHEID, 2017b, 2018b, 2018c, 2019d, 2020b; PETROBRAS/BIOCONSULT AMBIENTAL, 2022a, 2022d), PIL-SAP (C3 a C9; PETROBRAS/BOURSCHEID, 2017a, 2018a, 2019a, 2019b, 2020a; PETROBRAS/BIOCONSULT AMBIENTAL, 2021a, 2022b), PIL-LL-NE (C3 a C9; PETROBRAS/BOURSCHEID, 2018e, 2018f, 2019i, 2019j, 2020f; PETROBRAS/BIOCONSULT, 2021d; 2022e), DP-IRA-S (C2 a C8; PETROBRAS/BOURSCHEID, 2017c, 2018d, 2019f, 2019g, 2020c; 2021b, 2023d PETROBRAS/BIOCONSULT AMBIENTAL, 2021b, 2022e); e DP-BUZ-1 (C1 a C5; PETROBRAS/BOURSCHEID, 2019h, 2020e, PETROBRAS/BIOCONSULT, 2021c, 2023a e 2023b) (Figura IV-5).

Apesar das distâncias entre as unidades, as comparações consideraram empreendimentos situados na mesma faixa de profundidade em um ambiente oceânico, onde se espera grande homogeneidade para o compartimento água. Dentre os dados utilizados para comparação, é importante destacar que todas as campanhas foram realizadas quando já havia um empreendimento instalado e operando na área.

Para as comparações, também foram considerados os dados do Projeto de Caracterização Regional da Bacia de Santos (PCR-BS) (PETROBRAS, 2022).

Em todas as comparações realizadas, sempre que possível, foram consideradas e avaliadas as diferenças nas metodologias analíticas, nos limites de detecção e quantificação dos métodos e nos tratamentos prévios aplicados aos dados, pontuando as devidas ressalvas para uma correta interpretação das análises comparativas.

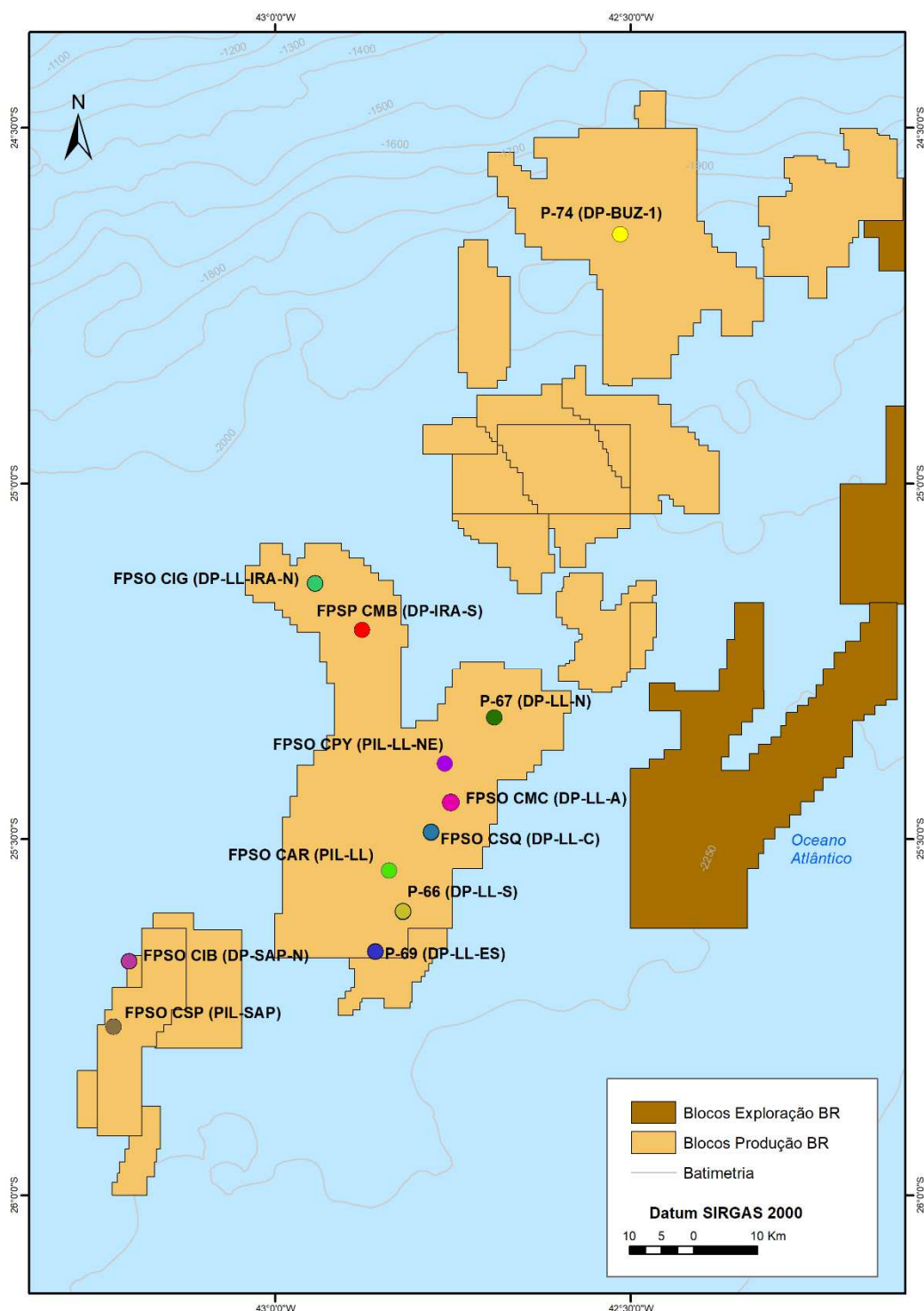


Figura IV-5 – Áreas de produção com a localização dos FPSOs do PM500: FPSO CIB (DP-SAP-N), FPSO CSQ (DP-LL-C), FPSO CIG (DP-LL-IRA-N), FPSO CMC (DP-LL-A), P-66 (DP-LL-S) e P-69 (DP-LL-ES) e das unidades usadas como referências para comparação dos resultados: FPSO CSP (PIL-SAP), FPSO CAR (PIL-LL), FPSO CMB (DP-IRA-S), P-74 (DP-BUZ-1) e FPSO CPY (PIL-LL-NE).

Para fins de cálculos e apresentações gráficas, valores não detectados e valores não quantificados, isto é, valores abaixo do limite de detecção do método de análise ($< LD$) e valores abaixo do limite de quantificação ($< LQ$), foram substituídos pela metade dos respectivos limites ($LD/2$ e $LQ/2$).

Com os dados de temperatura e salinidade obtidos durante a descida do CTD, foi confeccionado um diagrama TS utilizando-se o programa Microsoft Excel 2007. Este diagrama foi útil na identificação das massas d'água presentes na região de monitoramento. As classificações sugeridas por Tommasi (1994) e Silveira *et al.* (2000) foram utilizadas para classificar as massas d'água observadas, uma vez que fornecem maior detalhamento dos valores de salinidade e temperatura (Tabela IV-9).

Tabela IV-9 – Limites de salinidade e temperatura das massas d'água segundo Tommasi (1994) e Silveira *et al.* (2000).

Massa d'água	Salinidade (S)	Temperatura (T)
Água Costeira (AC)	$S < 36$	$T \geq 20\text{ }^{\circ}\text{C}$
Água Tropical (AT)	$S > 36,4$	$T \geq 20\text{ }^{\circ}\text{C}$
Água Central do Atlântico Sul (ACAS)	$S < 36$	$T \leq 18\text{ }^{\circ}\text{C}$
Mistura da Águas Costeira e da Água Tropical (AC/AT)	$36 \leq S \leq 36,4$	$T > 20\text{ }^{\circ}\text{C}$
Mistura da Água Costeira e da Água Central do Atlântico Sul (AC/ACAS)	$S < 36$	$18 < T < 20\text{ }^{\circ}\text{C}$
Mistura da Água Tropical e da Água Central do Atlântico Sul (AT/ACAS)	$36 \leq S \leq 36,4$	$18 < T < 20\text{ }^{\circ}\text{C}$
Água Intermediária Antártica (AIA)	$34,42 < S < 34,66$	$3,46 < T < 8,72$
Água Circumpolar Superior (ACS)	$34,42 < S < 34,59$	$3,31 < T < 3,46$
Água Profunda do Atlântico Norte (APAN)	$34,59 < S < 34,87$	$2,04 < T < 3,31$

IV.4 - ANÁLISE ESTATÍSTICA

IV.4.1 - Qualidade da Água

Comparações dos dados de qualidade da água entre as estações e profundidades de cada uma das campanhas do 6º ciclo foram realizadas de maneira descritiva, apenas quando encontrados desenquadramentos dos parâmetros em relação à legislação aplicável.

IV.4.2 - Ecotoxicidade

As análises estatísticas para os ensaios de ecotoxicidade crônica e aguda foram realizadas pelo laboratório Labtox, para a determinação da toxicidade das amostras, através do programa Toxstat versão 3.5.

A fim de verificar a existência de diferença significativa entre os resultados obtidos nas amostras e no controle dos ensaios foi realizada a análise estatística dos dados.

Antes da análise estatística, a normalidade dos dados do grupo de amostras foi verificada utilizando-se os testes de Chi Quadrado e Shapiro-Wilks, enquanto a homocedasticidade foi verificada utilizando-se o teste de Bartlett, ambos do pacote estatístico Toxstat 3.5 (West Inc & Gulley, 1996).

Quando os dados são considerados normais, por um dos testes citados, foi utilizado o teste de “Dunnett” (teste de hipóteses paramétrico, para amostras com o mesmo número de réplicas) ou “Bonferroni” (teste de hipóteses paramétrico, para amostras com diferente número de réplicas), para a análise estatística. Os dois testes foram precedidos pela análise de variância Anova.

Quando os dados não são considerados normais pelos dois testes citados, foi utilizado o teste de “Steel many-one Rank” (teste de hipóteses não paramétrico para amostras com o mesmo número de réplicas) ou “Wilcoxon Rank Sum” (teste de

hipóteses não paramétrico para amostras com diferente número de réplicas), para a análise dos dados.

Quando se avalia o resultado em apenas uma amostra da plataforma, o procedimento adotado foi o seguinte: antes da análise estatística, a normalidade dos dados foi verificada utilizando-se os testes de Chi Quadrado e Shapiro-Wilks, enquanto a homocedasticidade foi verificada utilizando-se o teste f , ambos do pacote estatístico Toxstat 3.5 (West Inc & Gulley, 1996). Quando os dados são considerados normais, por um dos testes citados, foi utilizado o teste t para 2 amostras, para a análise estatística dos dados.

Quando os dados não são considerados normais pelos dois testes citados, foi utilizado o teste de “Wilcoxon Rank Sum”. Os testes acima citados também fazem parte do programa Toxstat 3.5.

Para a ecotoxicidade aguda, as amostras que apresentam mortalidade significativamente diferente em relação ao controle foram consideradas tóxicas e as que não apresentaram diferenças estatísticas foram consideradas não tóxicas. As amostras que apresentaram 100% de sobrevivência dos organismos ao longo dos ensaios, foram consideradas NÃO TÓXICAS sem a realização de análise estatística.

Para a ecotoxicidade crônica, as amostras que apresentaram atraso no desenvolvimento embriolarval significativamente diferente do controle foram consideradas tóxicas e as que não apresentaram diferenças estatísticas foram consideradas não tóxicas.

Comparações dos dados de ecotoxicidade entre as estações e profundidades de cada uma das campanhas do 6º ciclo foram realizadas de maneira descritiva, apenas quando encontrados desenquadramentos dos parâmetros em relação à legislação aplicável.

V - RESULTADOS E DISCUSSÃO

V.1 - DESENVOLVIMENTO DA PRODUÇÃO DE TUPI CENTRAL (FPSO CSQ)

A Tabela V-1 sintetiza os resultados físico-químicos e ecotoxicológicos da água no entorno do FPSO CSQ durante a campanha DP-LL-C_C5.

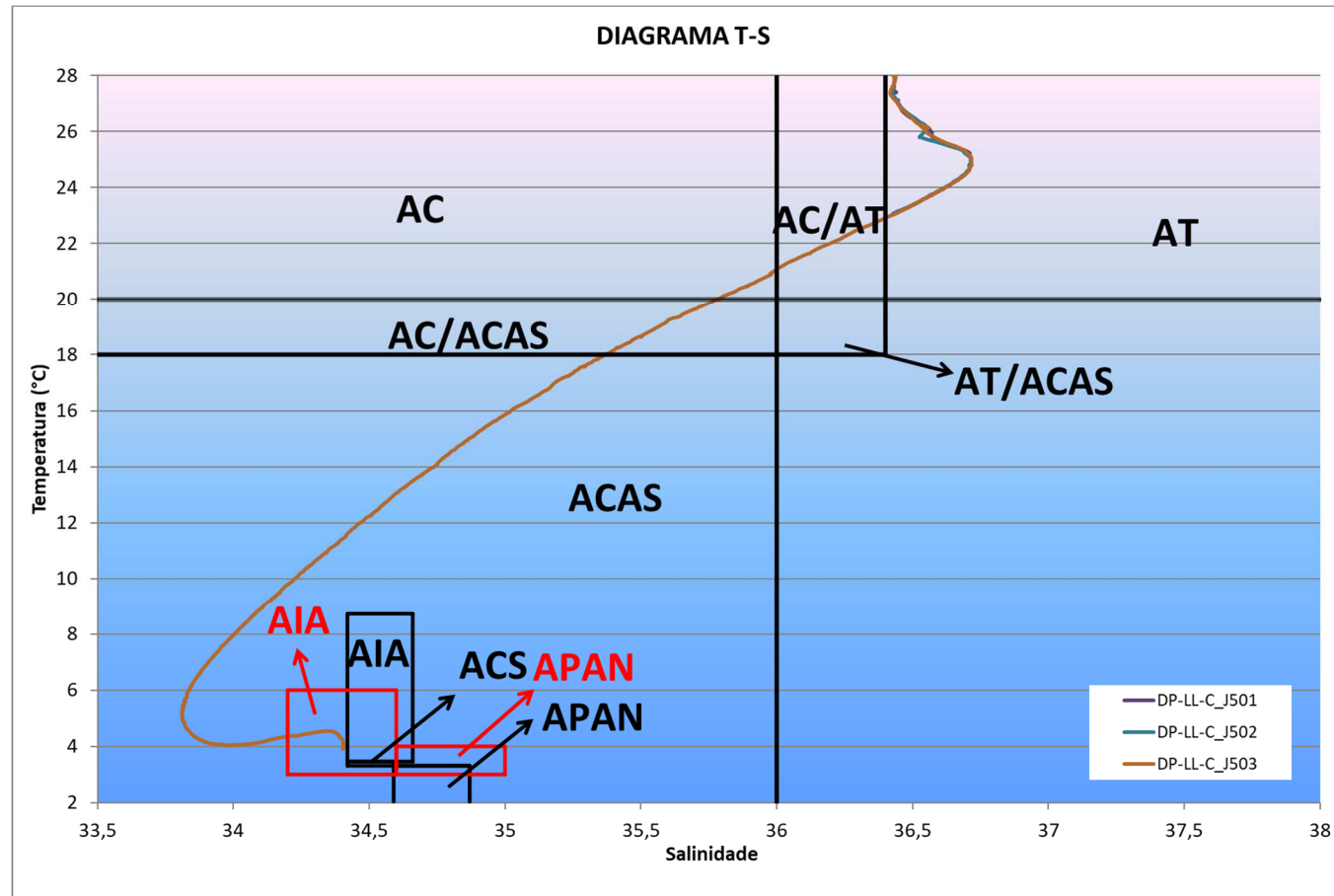
Tabela V-1 - Resultados do DP-LL-C_C5 em comparação com a legislação e campanhas de monitoramento anteriores. Em verde estão os resultados enquadrados conforme legislação e bibliografia consultada. Em vermelho estão os valores desenquadrados em relação aos limites estabelecidos pela CONAMA 357/2005. Em laranja estão os valores desenquadrados em relação aos limites estabelecidos pela CONAMA 357/2005, porém em profundidades onde a aplicação do limite CONAMA é questionável. Em amarelo estão os valores sem referência na legislação e acima dos encontrados na bibliografia consultada.

Estação	DP-LL-C_C5_J501			DP-LL-C_C5_J502			DP-LL-C_C5_J503			CONAMA	PMPR - M1000		DP-LL-C_C1-C2-C3-C4 (PM-500-BS_C5)		PCR - BS	
Parâmetros/Profundidade	SUP	INT	FUN	SUP	INT	FUN	SUP	INT	FUN	357/2005	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx
Temperatura (°C)	27.61	26.89	24.96	27.61	27.49	25.02	27.64	27.63	24.55	-	20.48	27.99	22.63	26.53	16.92	27.57
Salinidade	36.43	36.45	36.71	36.43	36.42	36.71	36.42	36.42	36.69	-	36.16	37.32	36.73	37.28	35.51	37.28
OD (mg/L)	6.73	6.91	7.11	6.65	6.72	7.06	6.74	6.83	7.08	> 6,00	5.32	8.16	5.74	6.74	6.35	7.22
pH	8.19	8.23	8.25	8.18	8.21	8.21	8.28	8.28	8.29	6,5 - 8,5	7.82	8.37	7.71	8.27	7.88	8.52
MPS (mg/L)	6.46	2.44	1.28	23.02	14.74	14.24	8.84	9.36	9.62	-	<0,4	23.25	0.53	10.55	0	8.51
Nitrogênio amoniacal (mg/L N)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	< 0,40	<0,003	0.057	<LD	0.027	0.001	0.012
COT (mg/L C)	0.7	0.82	0.91	0.94	0.95	0.83	1.11	1.02	0.88	< 3,00	<0,5	2.32	<LQ	1.58	-	-
Fenóis (µg/L)	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	60	<0,03	<0,04	<LD	<LD	-	-
HPA (µg/L)	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	<0,002	0.174	<LD	<LD	0.0001	0.0007
Benzeno ** (µg/L)	<1,0								<1,0	rev	<0,3	<0,3	<LD	<LD	-	-
Etilbenzeno ** (µg/L)	<1,0								<1,0	25	<0,3	<0,3	<LD	<LD	-	-
Tolueno ** (µg/L)	<1,0								<1,0	215	<0,3	<0,3	<LD	<LD	-	-
Arsênio (mg/L)	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	0.01	-	-	<LD	0.00221	-	-
Bário (mg/L)	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	1	-	-	0.005114	0.024300	-	-
Cádmio (mg/L)	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	0.005	-	-	<LD	0.00009	-	-
Chumbo (mg/L)	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	0.01	-	-	<LD	<LD	-	-
Cobre total (mg/L)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-	-	<LD	0.00613	-	-
Cromo (mg/L)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0.05	-	-	<LD	0.0044	-	-
Ferro total (mg/L)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-	-	0.015738	0.170530	-	-
Manganês (mg/L)	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0.1	-	-	<LD	<LD	-	-
Níquel (mg/L)	0.0434	0.01636	0.02573	0.0343	0.0357	0.01453	<0,0005	0.01508	<0,0005	0.025	-	-	<LD	<LD	-	-
Zinco (mg/L)	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0.09	-	-	<LD	0.02250	-	-
Cobre dissolvido (mg/L)	<0,00006	0.01553	<0,00006	<0,00006	0.62712	<0,00006	<0,00006	<0,00006	0.8907	0.005	-	-	<LD	<LD	-	-
Ferro dissolvido (mg/L)	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0.3	-	-	0.005918	0.047692	-	-
Mercurio (mg/L)	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0.0002	-	-	<LD	0.0002	-	-
EC <i>Echinometra lucunter</i>	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	-	-	Não tóxico	Não tóxico	-	-
EA <i>Mysidopsis juniae</i>	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	-	-	-	Não tóxico	Não tóxico	-	-

* Trata-se dos 16 compostos prioritários estipulados pela USEPA. Dada a não detecção de concentrações e dado não haver limites para os compostos individuais em águas salinas classe 1 destinadas à recreação

** As amostras das estações J501 (INT e FUN), J502 (SUP, INT e FUN) e J503 (SUP e INT) foram recebidas com bolhas e, então descartadas.

A análise dos dados de temperatura e salinidade permitiu verificar que todas as amostras coletadas apresentaram temperaturas variando de 24,55 a 27,64 °C, e salinidades entre 36,42 e 36,71, sendo representativas de Água Tropical, conforme diagrama T-S apresentado na Figura V-1, através do qual as massas de água foram classificadas conforme Tommasi (1994) e Silveira *et al.* (2000) (Tabela IV-9) e, adicionalmente, conforme classificação proposta por Castro *et al.* (2006), que analisa a área compreendida entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS), e classifica AIA e APAN com os seguintes limites: salinidade entre 34,2 e 34,6 e temperatura entre 3 e 6°C para AIA e entre 34,6 e 35,0 e 3 e 4°C para APAN. A AT foi verificada até a profundidade aproximada de 160 m.



Legenda: AC=Água Costeira; AT=Água Tropical; ACAS=Água Central do Atlântico Sul; AC/AT=mistura de AC e AT; AC/ACAS=mistura de AC e ACAS, AT/ACAS=mistura de AT e ACAS, AIA=Água Intermediária Antártica; ACS=Água Circumpolar Superior e APAN=Água Profunda do Atlântico Norte.

Figura V-1 – Diagrama T-S do DP-LL-C_C5. Em preto, limites estabelecidos por Tommasi (1994) e Silveira et al. (2000) e em vermelho, limites estabelecidos por Castro et al. (2006).

Foram verificados desenquadramentos em relação à CONAMA 357/2005 para o níquel e cobre dissolvido. Para níquel, os valores excedentes ocorreram nas estações J501 (SUP e FUN) e J502 (SUP e INT). Os valores desenquadrados variaram entre 0,0257 e 0,0434 mg/L e estiveram próximos do limite máximo estabelecido pela legislação (0,025 mg/L). Para cobre dissolvido, os valores desenquadrados variaram entre 0,0155 a 0,8907 mg/L, sendo o limite máximo estabelecido pela legislação de 0,025 mg/L, e ocorreram nas profundidades intermediárias das estações J501 e J502 e no fundo da estação J503.

O estudo de modelagem numérica do descarte de água produzida a partir do FPSO CSQ, considerando um cenário com vazão de 19,100m³/dia do efluente, demonstrou, para o campo próximo (que incluem fenômenos de transporte do efluente com resoluções espacial na ordem de centenas de metros e resolução temporal na ordem de horas, tais como difusão e advecção do jato e advecção por correntes), uma extensão máxima de 121,6 m, largura máxima da pluma chegando a 151,4 m e profundidade máxima de 103,7 m, com taxa de diluição final de pelo menos 1.151 vezes (PETROBRAS/TETRA TECH, 2015). Já no campo afastado (que considera fenômenos de transporte do efluente com resoluções na ordem de quilômetros e dias, tais como difusão ambiental e advecção por correntes), tem-se, a 500 m do ponto de descarte, garantia de uma diluição mínima de, pelo menos, 1.856 vezes, mas com expectativa de diluição média de pelo menos 3.590 vezes (PETROBRAS/TETRA TECH, 2015a). Com isso, tendo-se em conta a vazão média do efluente no momento das coletas (11 e 12 de fevereiro/2023), de 2.698 m³/dia (, e as concentrações de níquel e cobre abaixo de LQ (<0,001mg/L e 0,005 mg/L, respectivamente) é improvável que as concentrações verificadas decorram do descarte do efluente.

Os resultados obtidos nos ensaios de ecotoxicidade aguda e crônica são detalhados, respectivamente, na Tabela V-2 e Tabela V-3. Não foi observada toxicidade em nenhuma das amostras avaliadas, nem nos ensaios de ecotoxicidade aguda nem nos ensaios de ecotoxicidade crônica. Embora somente a ecotoxicidade crônica seja contemplada pela CONAMA 357/2005, espera-se que a água do mar, em condições naturais, seja livre de efeitos tóxicos aos organismos, assim como verificado nas amostras da atual campanha.

Tabela V-2 - Percentual de mortalidade de *M. juniae*, no controle e nas amostras coletadas no DP-LL-C_C5. * Nos casos de resultado igual a zero, o teste estatístico não é aplicável, pois o resultado é igual ao resultado da amostra controle.

Amostras	Letalidade (%)	Teste estatístico	Valor p	Resultado
Controle	0,00	-	-	Não-tóxico
DP-LL-C_C5_J501_SUP	0,00	Não aplicável*	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-C_C5_J501_INT	7,50	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-C_C5_J501_FUN	0,00	Não aplicável*	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-C_C5_J502_SUP	2,50	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-C_C5_J502_INT	0,00	Não aplicável*	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-C_C5_J502_FUN	0,00	Não aplicável*	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-C_C5_J503_SUP	0,00	Não aplicável*	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-C_C5_J503_INT	0,00	Não aplicável*	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-C_C5_J503_FUN	0,00	Não aplicável*	p > 0,05	Não-tóxico

Tabela V-3 - Percentual de larvas *pluteus* afetadas no controle e nas amostras coletadas no DP-LL_C_C5.

Amostras	Pluteus afetados (%)	Teste estatístico	Valor p	Resultado
Controle	9,20	-	-	-
DP-LL-C_C5_J501_SUP	10,80	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-C_C5_J501_INT	10,50	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-C_C5_J501_FUN	10,20	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
Controle	2,20	-	-	-
DP-LL-C_C5_J502_SUP	3,50	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-C_C5_J502_INT	4,00	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-C_C5_J502_FUN	4,00	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
Controle	9,2	-	-	-
DP-LL-C_C5_J503_SUP	10,00	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-C_C5_J503_INT	10,20	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-C_C5_J503_FUN	9,00	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico

V.2 - DESENVOLVIMENTO DA PRODUÇÃO DE TUPI, ÁREA DE IRACEMA NORTE (FPSO CIG)

A Tabela V-4 sintetiza os resultados físico-químicos e ecotoxicológicos da água no entorno do FPSO CIG durante a campanha DP-LL-IRA-N_C4.

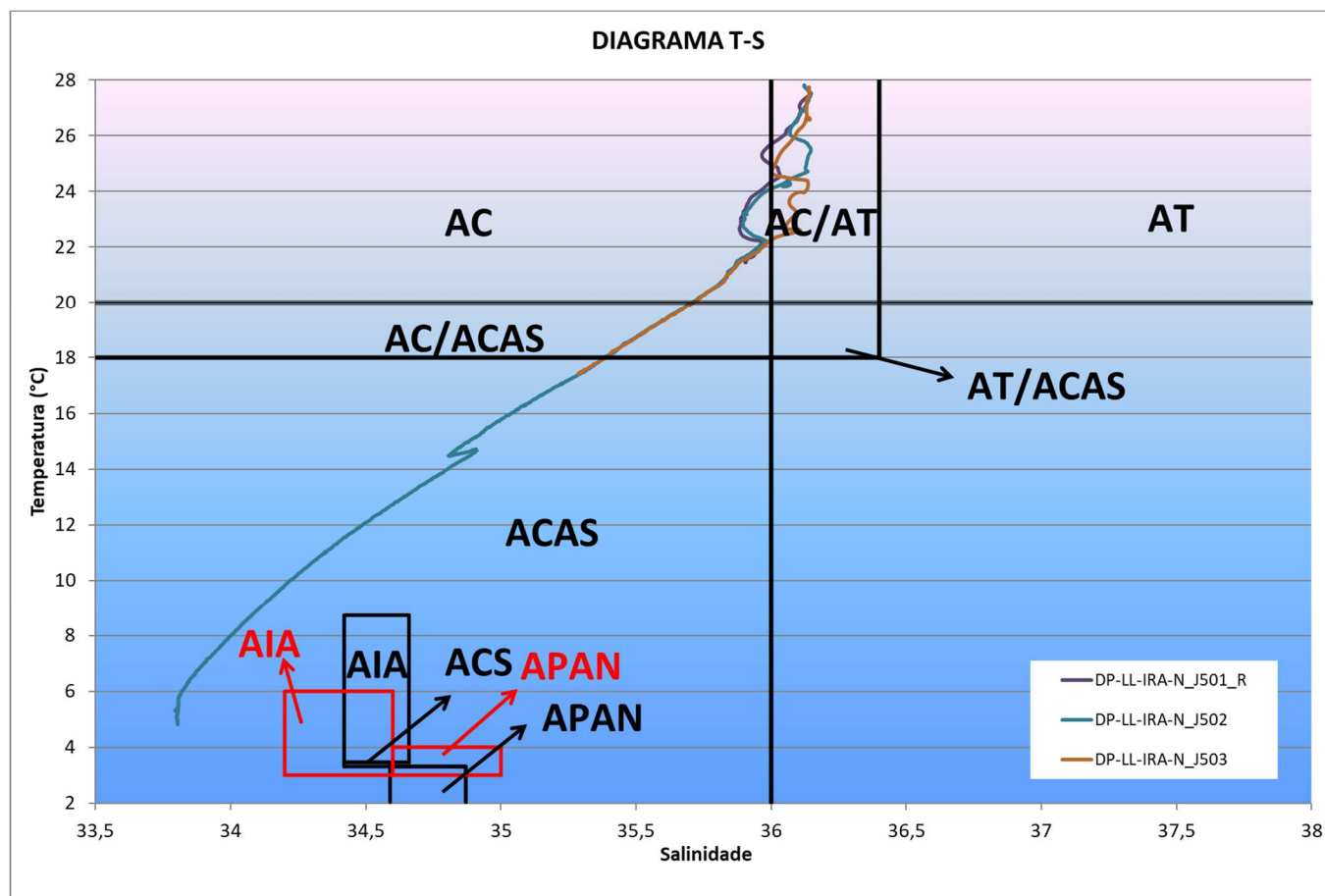
Tabela V-4 - Resultados do DP-LL-IRA-N_C4 em comparação com a legislação e campanhas de monitoramento anteriores. Em verde estão os resultados enquadrados conforme legislação e bibliografia consultada. Em vermelho estão os valores desenquadrados em relação aos limites estabelecidos pela CONAMA 357/2005. Em laranja estão os valores desenquadrados em relação aos limites estabelecidos pela CONAMA 357/2005, porém em profundidades onde a aplicação do limite CONAMA é questionável. Em amarelo estão os valores sem referência na legislação e acima dos encontrados na bibliografia consultada.

Estação	DP-LL-IRA-N_C4 J501_R			DP-LL-IRA-N_C4 J502			DP-LL-IRA-N_C4 J503			CONAMA	PMPR - M1000		DP-LL-IRA-N_C1-C2-C3 (PM-500-BS_C5)		PCR - BS	
Parâmetros/Profundidade	SUP	INT	FUN	SUP	INT	FUN	SUP	INT	FUN	357/2005	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx
Temperatura (°C)	27,74	23,85	20,44	27,65	23,43	20,27	27,67	24,29	20,48	-	20,48	27,99	19,69	26,8	16,92	27,57
Salinidade	36,11	35,92	35,77	36,13	35,90	35,74	36,13	36	35,77	-	36,16	37,32	36,31	37,32	35,51	37,28
OD (mg/L)	6,59	7,32	7,13	6,45	6,9	7,23	6,56	7,18	7,19	> 6,00	5,32	8,16	6,12	6,90	6,35	7,22
pH	8	8,03	8,08	8	8,05	7,98	8,01	7,99	8,03	6,5 - 8,5	7,82	8,37	7,95	8,19	7,88	8,52
MPS (mg/L)	0,26	0,68	0,74	0,82	1,48	0,68	0,76	1,28	0,58	-	<0,4	23,25	0,73	10,35	0	8,51
Nitrogênio amoniacal (mg/L N)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	< 0,40	<0,003	0,057	<LD	<LD	0,001	0,012
COT (mg/L C)	1,323	1,177	0,617	1,3	1,047	1,207	1,133	1,163	0,353	< 3,00	<0,5	2,32	<LD	1,494	-	-
Fenóis (µg/L)	<0,0400	<0,0400	<0,0400	<0,0400	<0,0400	<0,0400	<0,0400	<0,0400	<0,0400	60	<0,03	<0,04	<LD	<LD	-	-
HPA (µg/L)	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	<0,002	0,174	<LD	<LD	0,0001	0,0007
Benzeno** (µg/L)	<1,00		<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00		700	<0,3	<0,3	<LD	<LD	-	-
Etilbenzeno ** (µg/L)	<1,00		<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00		25	<0,3	<0,3	<LD	<LD	-	-
Tolueno ** (µg/L)	<1,00		<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00		215	<0,3	<0,3	<LD	<LD	-	-
Arsênio (mg/L)	0,00419	0,00385	0,00432	<0,00004	<0,00004	0,00433	0,00414	0,00405	0,00447	0,01	-	-	<LD	0,00194	-	-
Bário (mg/L)	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	1	-	-	0,001900	0,010830	-	-
Cádmio (mg/L)	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	0,005	-	-	<LD	<LD	-	-
Chumbo (mg/L)	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	0,01	-	-	<LD	<LD	-	-
Cobre total (mg/L)	0,00852	0,00617	0,00449	0,00742	0,00442	0,00471	0,00481	0,00534	0,00923	-	-	-	<LD	0,5346	-	-
Cromo (mg/L)	0,00907	0,00869	0,01149	0,01752	0,01076	0,01054	0,01085	0,01191	0,01039	0,05	-	-	<LD	<LD	-	-
Ferro total (mg/L)	0,10317	0,14507	0,44433	0,13233	0,05593	0,22457	0,04963	0,0451	0,65613	-	-	-	<LD	0,0567	-	-
Manganês (mg/L)	0,0033	0,00213	0,00163	0,0035	0,00083	0,00127	0,0009	0,00123	0,01567	0,1	-	-	<LD	<LD	-	-
Níquel (mg/L)	0,00127	0,0027	0,00333	0,00557	0,00373	0,00153	0,00163	0,00257	0,00267	0,025	-	-	<LD	0,0615	-	-
Zinco (mg/L)	0,01063	0,00743	0,0063	0,0194	0,03423	0,006	0,0064	0,00553	0,0084	0,09	-	-	<LD	0,4021	-	-
Cobre dissolvido (mg/L)	0,00336	0,00413	0,00432	0,00347	0,003350	0,003	0,00356	0,00347	0,00369	0,005	-	-	<LD	0,0261	-	-
Ferro dissolvido (mg/L)	0,06747	0,10193	0,0247	0,02227	0,04053	0,01033	0,0277	0,02387	0,01297	0,3	-	-	<LD	0,02537	-	-
Mercurio (mg/L)	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0002	-	-	<LD	<LD	-	-
EC <i>Echinometra lucunter</i>	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	-	-	Não-tóxico	Não-tóxico	-	-
EA <i>Mysidopsis juniae</i>	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	-	-	-	Não-tóxico	Tóxico	-	-

* Trata-se dos 16 compostos prioritários estipulados pela USEPA. Dada a não detecção de concentrações e dado não haver limites para os compostos individuais em águas salinas classe 1 destinadas à recreação.

** As amostras das estações J501 (INT) e J503 (FUN) foram recebidas com bolhas e, então descartadas.

A análise dos dados de temperatura e salinidade permitiu verificar que todas as amostras coletadas apresentaram temperaturas variando de 20,27 a 27,74 °C, e salinidades entre 35,74 e 36,13, sendo representativas de Água Costeira e Água Costeira/Tropical, conforme diagrama T-S apresentado na Figura V-2, através do qual as massas de água foram classificadas conforme Tommasi (1994) e Silveira *et al.* (2000) (Tabela IV-9) e, adicionalmente, conforme classificação proposta por Castro *et al.* (2006), que analisa a área compreendida entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS), e classifica AIA e APAN conforme os limites já apresentados anteriormente (item V.1). A AC/AT foi verificada até a profundidade aproximada de 55 m e a AC/AT de 109 m.



Legenda: AC=Água Costeira; AT=Água Tropical; ACAS=Água Central do Atlântico Sul; AC/AT=mistura de AC e AT; AC/ACAS=mistura de AC e ACAS, AT/ACAS=mistura de AT e ACAS, AIA=Água Intermediária Antártica; ACS=Água Circumpolar Superior e APAN=Água Profunda do Atlântico Norte.

Figura V-2 – Diagrama T-S do DP-LL-IRA-N_C4. Em preto, limites estabelecidos por Tommasi (1994) e Silveira et al. (2000) e em vermelho, limites estabelecidos por Castro et al. (2006).

Não foram verificados desenquadramentos em relação à CONAMA 357/2005 para nenhum dos parâmetros analisados. Em relação aos parâmetros físico-químicos não legislados, todos os dados estiveram dentro dos limites encontrados na bibliografia de referência.

Os resultados obtidos nos ensaios de ecotoxicidade aguda e crônica são detalhados, respectivamente, na Tabela V-5 e Tabela V-6. Não foi observada toxicidade em nenhuma das amostras avaliadas, nem nos ensaios de ecotoxicidade aguda nem nos ensaios de ecotoxicidade crônica. Embora somente a ecotoxicidade crônica seja contemplada pela CONAMA 357/2005, espera-se que a água do mar, em condições naturais, seja livre de efeitos tóxicos aos organismos, assim como verificado nas amostras da atual campanha.

Tabela V-5 - Percentual de mortalidade de *M. juniae*, no controle e nas amostras coletadas no DP-LL-IRA-N_C4. Nos casos de resultado igual a zero, o teste estatístico não é aplicável, pois o resultado é igual ao resultado da amostra controle.

Amostras	Letalidade (%)	Teste estatístico	Valor p	Resultado
Controle	0,00	-	-	Não-tóxico
DP-LL-IRA-N_C4_J501_SUP	0,00	Não aplicável*	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-IRA-N_C4_J501_INT	0,00	Não aplicável*	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-IRA-N_C4_J501_FUN	0,00	Não aplicável*	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-IRA-N_C4_J502_SUP	0,00	Não aplicável*	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-IRA-N_C4_J502_INT	0,00	Não aplicável*	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-IRA-N_C4_J502_FUN	0,00	Não aplicável*	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-IRA-N_C4_J503_SUP	0,00	Não aplicável*	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-IRA-N_C4_J503_INT	0,00	Não aplicável*	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-IRA-N_C4_J503_FUN	0,00	Não aplicável*	p > 0,05	Não-tóxico

Tabela V-6 - Percentual de larvas *pluteus* afetadas no controle e nas amostras coletadas no DP-LL-IRA-N_C4.

Amostras	Pluteus afetados (%)	Teste estatístico	Valor p	Resultado
Controle	12,50	-	-	Não-tóxico
DP-LL-IRA-N_C4_J501_SUP	8,50	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-IRA-N_C4_J501_INT	12,20	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-IRA-N_C4_J501_FUN	10,50	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
Controle	12,50	-	-	Não-tóxico
DP-LL-IRA-N_C4_J502_SUP	10,00	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-IRA-N_C4_J502_INT	12,00	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-IRA-N_C4_J502_FUN	10,80	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
Controle	12,50	-	-	Não-tóxico

Amostras	Pluteus afetados (%)	Teste estatístico	Valor p	Resultado
DP-LL-IRA-N_C4_J503_SUP	12,20	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-IRA-N_C4_J503_INT	11,20	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-IRA-N_C4_J503_FUN	12,50	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico

V.3 - DESENVOLVIMENTO DA PRODUÇÃO DE TUPI ALTO (FPSO CMC)

A Tabela V-7 sintetiza os resultados físico-químicos e ecotoxicológicos da água no entorno do FPSO CMC durante a campanha DP-LL-A_C4.

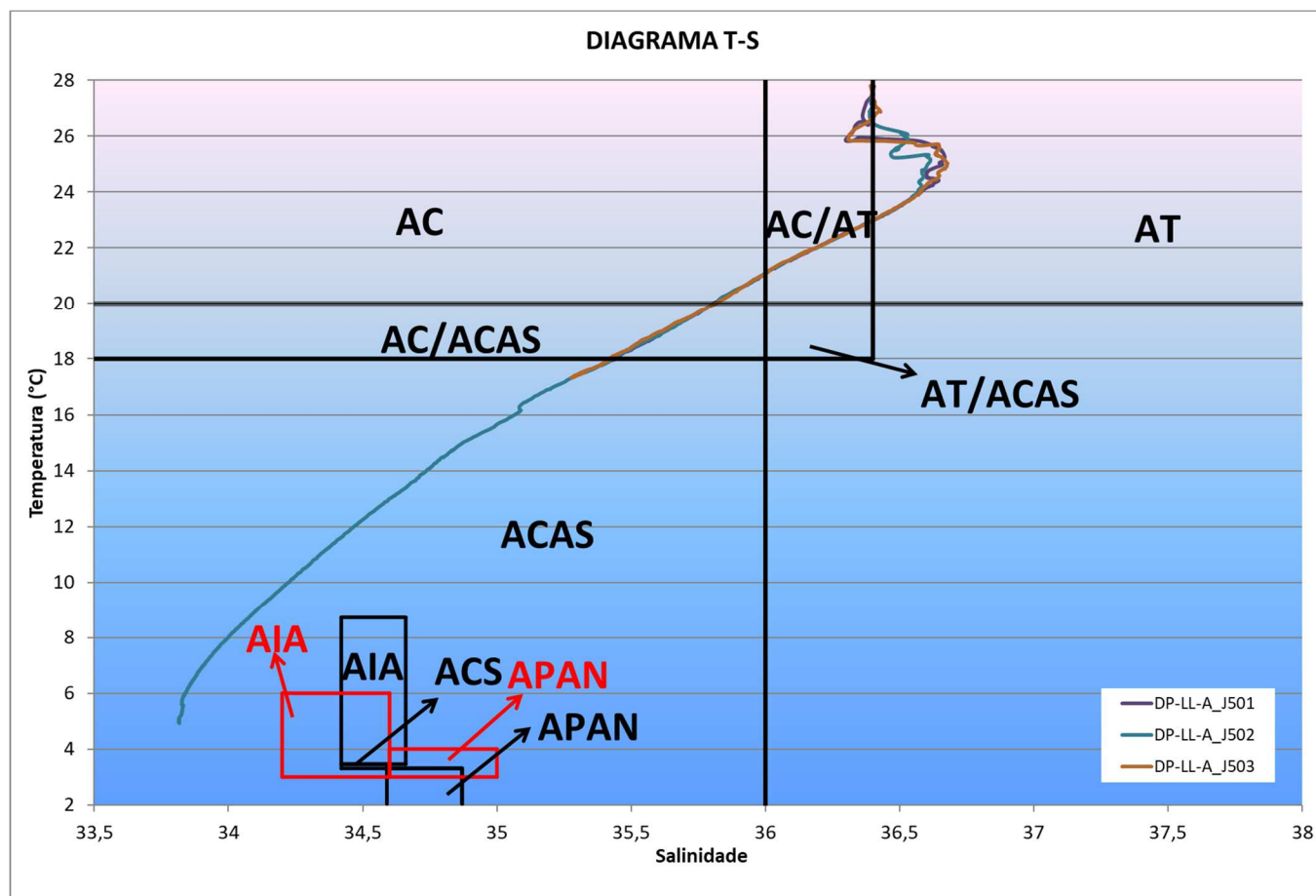
Tabela V-7 - Resultados do DP-LL-A_C4 em comparação com a legislação e campanhas de monitoramento anteriores. Em verde estão os resultados enquadrados conforme legislação e bibliografia consultada. Em vermelho estão os valores desenquadrados em relação aos limites estabelecidos pela CONAMA 357/2005. Em laranja estão os valores desenquadrados em relação aos limites estabelecidos pela CONAMA 357/2005, porém em profundidades onde a aplicação do limite CONAMA é questionável. Em amarelo estão os valores sem referência na legislação e acima dos encontrados na bibliografia consultada.

Estação	DP-LL-A_C4_J501			DP-LL-A_C4_J502			DP-LL-A_C4_J503			CONAMA	PMPR - M1000		DP-LL-A_C1-C2-C3 (PM-500-BS_C5)		Regional BS	
Parâmetros/Profundidade	SUP	INT	FUN	SUP	INT	FUN	SUP	INT	FUN	357/2005	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx
Temperatura (°C)	27,78	24,99	22,8	27,7	25,22	22,71	27,78	25,35	22,98	-	20,48	27,99	18,45	26,49	16,92	27,57
Salinidade	36,4	36,63	36,35	36,39	36,62	36,33	36,39	36,62	36,39	-	36,16	37,32	36,07	37,30	35,51	37,28
OD (mg/L)	6,74	7,23	6,83	6,88	7,16	6,9	6,81	7,24	6,96	> 6,00	5,32	8,16	6,17	6,67	6,35	7,22
pH	8,14	8,17	8,16	8,12	8,15	8,14	7,89	7,95	7,96	6,5 - 8,5	7,82	8,37	7,48	8,2	7,88	8,52
MPS (mg/L)	8,26	5,14	5,58	9,1	7,56	0,4	9	3,58	3,86	-	<0,4	23,25	0,15	10,5	0	8,51
Nitrogênio amoniacal (mg/L N)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	< 0,40	<0,003	0,057	<LD	<LQ	0,001	0,012
COT (mg/L C)	1,23	1,23	1,41	1,31	1,21	0,9	1,4	1,27	0,92	< 3,00	<0,5	2,32	<LD	1,37	-	-
Fenóis (µg/L)	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	60	<0,03	<0,04	<LD	<LD	-	-
HPA (µg/L)	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	<0,002	0,174	<LD	<LD	0,0001	0,0007
Benzeno** (µg/L)	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	-	-	<1,0	700	<0,3	<0,3	<LD	<LD	-	-
Etilbenzeno ** (µg/L)	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	-	-	<1,0	25	<0,3	<0,3	<LD	<LD	-	-
Tolueno ** (µg/L)	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	-	-	<1,0	215	<0,3	<0,3	<LD	<LD	-	-
Arsênio (mg/L)	0,00236	0,00275	0,00213	0,00167	0,00153	0,00286	0,00289	0,00261	0,00249	0,01	-	-	<LD	0,00259	-	-
Bário (mg/L)	0,00507	0,0055	0,0044	0,00493	0,0044	0,00543	0,00533	0,00535	0,0052	1	-	-	0,003930	0,019300	-	-
Cádmio (mg/L)	0,00019	0,00023	<0,00006	0,00027	<0,00006	0,00045	0,00113	0,00063	<0,00006	0,005	-	-	<LD	<LD	-	-
Chumbo (mg/L)	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	0,01	-	-	<LD	<LD	-	-
Cobre total (mg/L)	0,00577	0,00746	0,00688	0,00326	0,01252	0,00498	0,00397	0,00551	0,00373	-	-	-	<LD	0,00264	-	-
Cromo (mg/L)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,05	-	-	<LD	0,00135	-	-
Ferro total (mg/L)	<0,02	<0,02	0,0044	<0,02	<0,02	<0,02	0,0078	<0,02	<0,02	-	-	-	<LD	0,277730	-	-
Manganês (mg/L)	<0,004	<0,004	0,0037	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,1	-	-	<LD	<LD	-	-
Níquel (mg/L)	0,0009	0,00073	0,00067	0,00073	0,00087	0,0041	0,0012	0,0006	0,0707	0,025	-	-	<LD	<LD	-	-
Zinco (mg/L)	0,00793	0,00793	0,00957	0,0069	0,00733	0,00766	0,00767	0,0073	0,0054	0,09	-	-	<LD	0,02	-	-
Cobre dissolvido (mg/L)	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	0,005	-	-	<LD	<LD	-	-
Ferro dissolvido (mg/L)	0,003	<0,003	0,01787	0,01677	0,00857	0,009	0,00823	0,00387	0,0142	0,3	-	-	<LD	0,019335	-	-
Mercurio (mg/L)	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0002	-	-	<LD	<LD	-	-
EC <i>Echinometra lucunter</i>	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	-	-	Não-tóxico	Não-tóxico	-	-
EA <i>Mysidopsis juniae</i>	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	-	-	-	Não-tóxico	Não-tóxico	-	-

* Trata-se dos 16 compostos prioritários estipulados pela USEPA. Dada a não detecção de concentrações e dado não haver limites para os compostos individuais em águas salinas classe 1 destinadas à recreação.

** As amostras das estações J503 (SUP e INT) foram recebidas com bolhas e, então descartadas.

A análise dos dados de temperatura e salinidade permitiu verificar que todas as amostras coletadas apresentaram temperaturas variando de 22,71 a 27,78 °C, e salinidades entre 36,33 e 36,63, sendo representativas de Água Tropical, conforme diagrama T-S apresentado na Figura V-3, através do qual as massas de água foram classificadas conforme Tommasi (1994) e Silveira *et al.* (2000) (Tabela IV-9) e, adicionalmente, conforme classificação proposta por Castro *et al.* (2006), que analisa a área compreendida entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS), e classifica AIA e APAN conforme os limites já apresentados anteriormente (item V.1). A AT foi verificada até a profundidade aproximada de 126 m.



Legenda: AC=Água Costeira; AT=Água Tropical; ACAS=Água Central do Atlântico Sul; AC/AT=mistura de AC e AT; AC/ACAS=mistura de AC e ACAS; AT/ACAS=mistura de AT e ACAS; AIA=Água Intermediária Antártica; ACS=Água Circumpolar Superior e APAN=Água Profunda do Atlântico Norte.

Figura V-3 – Diagrama T-S do DP-LL-A_C4. Em preto, limites estabelecidos por Tommasi (1994) e Silveira et al. (2000) e em vermelho, limites estabelecidos por Castro et al. (2006).

Foi verificado desenquadramento em relação à CONAMA 357/2005 apenas para o níquel, na amostra J503FUN. O valor desenquadrado foi 0,0707 mg/L e esteve próximo do limite máximo estabelecido pela legislação (0,025 mg/L).

O estudo de modelagem numérica do descarte de água produzida a partir do FPSO CMC, considerando um cenário com vazão de 19,100m³/dia do efluente, demonstrou, para o campo próximo (que incluem fenômenos de transporte do efluente com resoluções espacial na ordem de centenas de metros e resolução temporal na ordem de horas, tais como difusão e advecção do jato e advecção por correntes), um comprimento máximo de 199,2 m, espessura máxima da pluma chegando a 50,9 m e profundidade máxima de 162,0 m, com taxa de diluição final de pelo menos 1.072 vezes (PETROBRAS/TETRA TECH, 2015b). Já no campo afastado (que considera fenômenos de transporte do efluente com resoluções na ordem de quilômetros e dias, tais como difusão ambiental e advecção por correntes), tem-se, a 500 m do ponto de descarte, garantia de uma diluição mínima de, pelo menos, 1.682 vezes, mas com expectativa de diluição média de pelo menos 3.362 vezes (PETROBRAS/TETRA TECH, 2015). Com isso, tendo-se em conta a vazão média do efluente no momento das coletas (15 e 16 de fevereiro/2023) igual a 1.391m³/dia, e a concentração de níquel abaixo de LQ (<0,001mg/L), é improvável que as concentrações verificadas decorram do descarte do efluente.

Não foram verificados desenquadramentos em relação à CONAMA 357/2005 para nenhum dos demais parâmetros físico-químicos avaliados, cabendo ressaltar que sequer houve quantificação de nitrogênio amoniacal, fenóis, HPA, BTE, chumbo, cromo, cobre dissolvido e mercúrio. Todos os resultados foram inferiores aos limites da CONAMA 357/2005. Em relação aos parâmetros físico-químicos não legislados, todos os dados estiveram dentro dos limites encontrados na bibliografia de referência.

Os resultados obtidos nos ensaios de ecotoxicidade aguda e crônica são detalhados, respectivamente, na Tabela V-8 e Tabela V-9. Não foi observada toxicidade em nenhuma das amostras avaliadas, nem nos ensaios de ecotoxicidade aguda nem nos ensaios de ecotoxicidade crônica. Embora somente a ecotoxicidade crônica seja contemplada pela CONAMA 357/2005, espera-se que a água do mar,

em condições naturais, seja livre de efeitos tóxicos aos organismos, assim como verificado nas amostras da atual campanha.

Tabela V-8 - Percentual de mortalidade de *M. juniae*, no controle e nas amostras coletadas no DP-LL-A_C4. * Nos casos de resultado igual a zero, o teste estatístico não é aplicável, pois o resultado é igual ao resultado da amostra controle.

Amostras	Letalidade (%)	Teste estatístico	Valor p	Resultado
Controle	0,00	-	-	Não-tóxico
DP-LL-A_C4_J501_SUP	0,00	Não aplicável*	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-A_C4_J501_INT	0,00	Não aplicável*	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-A_C4_J501_FUN	2,50	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-A_C4_J502_SUP	0,00	Não aplicável*	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-A_C4_J502_INT	0,00	Não aplicável*	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-A_C4_J502_FUN	0,00	Não aplicável*	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-A_C4_J503_SUP	0,00	Não aplicável*	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-A_C4_J503_INT	0,00	Não aplicável*	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-A_C4_J503_FUN	0,00	Não aplicável*	p > 0,05	Não-tóxico

Tabela V-9 - Percentual de larvas *pluteus* afetadas no controle e nas amostras coletadas no DP-LL-A_C4. *Controle utilizado para a amostra J503_INT.

Amostras	Pluteus afetados (%)	Teste estatístico	Valor p	Resultado
Controle	9,20	-	-	-
DP-LL-A_C4_J501_SUP	12,80	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-A_C4_J501_INT	11,20	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-A_C4_J501_FUN	11,50	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
Controle	9,20	-	-	-
DP-LL-A_C4_J502_SUP	9,80	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-A_C4_J502_INT	12,50	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-A_C4_J502_FUN	11,50	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
Controle	9,20	-	-	-
DP-LL-A_C4_J503_SUP	12,00	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-A_C4_J503_INT *	7,20	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-A_C4_J503_FUN	13,00	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico

V.4 - DESENVOLVIMENTO DA PRODUÇÃO DE TUPI SUL (P-66)

A Tabela V-10 sintetiza os resultados físico-químicos e ecotoxicológicos da água no entorno da P-66 durante a campanha DP-LL-S_C4.

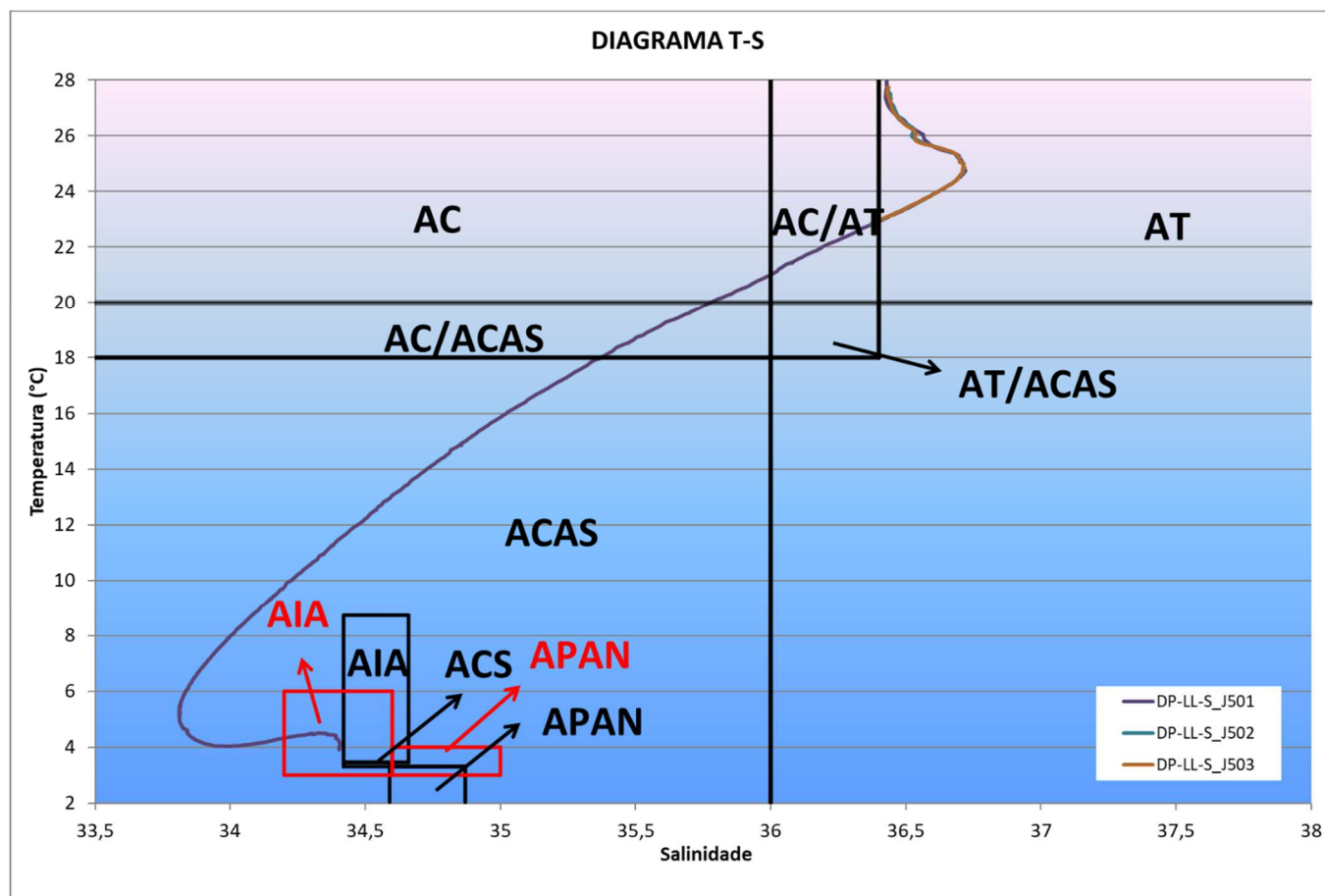
Tabela V-10 - Resultados do DP-LL-S_C4 em comparação com a legislação e campanhas de monitoramento anteriores. Em verde estão os resultados enquadrados conforme legislação e bibliografia consultada. Em vermelho estão os valores desenquadrados em relação aos limites estabelecidos pela CONAMA 357/2005. Em laranja estão os valores desenquadrados em relação aos limites estabelecidos pela CONAMA 357/2005, porém em profundidades onde a aplicação do limite CONAMA é questionável. Em amarelo estão os valores sem referência na legislação e acima dos encontrados na bibliografia consultada.

Estação	DP-LL-S_C4_J501			DP-LL-S_C4_J502			DP-LL-S_C4_J503			CONAMA	PMPR - M1000		DP-LL-S_C1-C2-C3 (PM-500-BS_C5)		PCR- BS	
Parâmetros/Profundidade	SUP	INT	FUN	SUP	INT	FUN	SUP	INT	FUN	357/2005	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx
Temperatura (°C)	27,76	26,56	24,34	27,83	27,36	24,88	27,71	27,6	25,11	-	20,48	27,99	23,12	26,56	16,92	27,57
Salinidade	36,4	36,48	36,67	36,43	36,43	36,7	36,43	36,43	36,69	-	36,16	37,32	36,98	37,21	35,51	37,28
OD (mg/L)	6,81	7,17	7,02	6,71	6,9	7,13	6,77	6,88	7,11	> 6,00	5,32	8,16	6,14	7,02	6,35	7,22
pH	8,3	8,31	8,33	8,31	8,31	8,29	8,3	8,3	8,31	6,5 - 8,5	7,82	8,37	8,00	8,42	7,88	8,52
MPS (mg/L)	5,36	2,02	1,38	16	9,08	7,98	20,38	9,14	8,22	-	<0,4	23,25	0,20	13,6	0	8,51
Nitrogênio amoniacal (mg/L N)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	< 0,40	<0,003	0,057	<LD	<LD	0,001	0,012
COT (mg/L C)	0,98	1,56	1,37	0,89	1,02	1,19	0,94	0,82	1,14	< 3,00	<0,5	2,32	<LD	3,17	-	-
Fenóis (µg/L)	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	60	<0,03	<0,04	<LD	<LD	-	-
HPA (µg/L)	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	<0,002	0,174	<LD	<LD	0,0001	0,0007
Benzeno** (µg/L)	<1,0	<1,0	<1,0	-	-	-	-	-	-	700	<0,3	<0,3	<LD	<LD	-	-
Etilbenzeno ** (µg/L)	<1,0	<1,0	<1,0	-	-	-	-	-	-	25	<0,3	<0,3	<LD	<LD	-	-
Tolueno ** (µg/L)	<1,0	<1,0	<1,0	-	-	-	-	-	-	215	<0,3	<0,3	<LD	<LD	-	-
Arsênio (mg/L)	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	0,01	-	-	<LD	0,00329	-	-
Bário (mg/L)	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	0,00023	0,00063	0,0001	1	-	-	0,004350	0,015800	-	-
Cádmio (mg/L)	0,00016	<0,00006	0,00016	<0,00006	0,00014	0,00017	0,00021	0,00017	0,00035	0,005	-	-	<LD	0,00013	-	-
Chumbo (mg/L)	0,00213	0,00137	0,00123	0,00147	0,00127	0,00133	0,00137	0,0016	0,00147	0,01	-	-	<LD	<LD	-	-
Cobre total (mg/L)	0,04346	0,00018	<0,001	<0,001	0,00011	<0,001	<0,001	0,0005	0,00055	-	-	-	<LD	0,01697	-	-
Cromo (mg/L)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,05	-	-	<LD	0,0021	-	-
Ferro total (mg/L)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-	-	<LD	0,167900	-	-
Manganês (mg/L)	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,00057	0,0016	0,0016	0,00157	0,00107	0,1	-	-	<LD	<LD	-	-
Níquel (mg/L)	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,025	-	-	<LD	<LD	-	-
Zinco (mg/L)	0,0295	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,09	-	-	<LD	0,06493	-	-
Cobre dissolvido (mg/L)	<0,000060	<0,000060	<0,000060	<0,000060	<0,000060	<0,000060	<0,000060	<0,000060	<0,000060	0,005	-	-	<LD	<LD	-	-
Ferro dissolvido (mg/L)	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,3	-	-	<LD	0,018771	-	-
Mercurio (mg/L)	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0002	-	-	<LD	0,0136	-	-
EC Echinometra lucunter	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	-	-	Não-tóxico	Não-tóxico	-	-
EA Mysidopsis juniae	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	-	-	-	Não-tóxico	Não-tóxico	-	-

* Trata-se dos 16 compostos prioritários estipulados pela USEPA. Dada a não detecção de concentrações e dado não haver limites para os compostos individuais em águas salinas classe 1 destinadas à recreação.

** As amostras das estações J502 (SUP, INT e FUN) e J503 (SUP, INT e FUN) apresentaram bolhas e foram descartadas.

A análise dos dados de temperatura e salinidade permitiu verificar que todas as amostras coletadas apresentaram temperaturas variando de 24,34 a 27,83 °C, e salinidades entre 36,4 e 36,7, sendo representativas de Água Tropical, conforme diagrama T-S apresentado na Figura V-4, através do qual as massas de água foram classificadas conforme Tommasi (1994) e Silveira *et al.* (2000) (Tabela IV-9) e, adicionalmente, conforme classificação proposta por Castro *et al.* (2006), que analisa a área compreendida entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS), e classifica AIA e APAN conforme os limites já apresentados anteriormente (item V.1). A AT foi verificada até a profundidade aproximada de 150 m.



Legenda: AC=Água Costeira; AT=Água Tropical; ACAS=Água Central do Atlântico Sul; AC/AT=mistura de AC e AT; AC/ACAS=mistura de AC e ACAS, AT/ACAS=mistura de AT e ACAS, AIA=Água Intermediária Antártica; ACS=Água Circumpolar Superior e APAN=Água Profunda do Atlântico Norte.

Figura V-4 – Diagrama T-S do DP-LL-S_C4. Em preto, limites estabelecidos por Tommasi (1994) e Silveira et al. (2000) e em vermelho, limites estabelecidos por Castro et al. (2006).

Não foram verificados desenquadramentos em relação à CONAMA 357/2005 para nenhum dos parâmetros físico-químicos avaliados, cabendo ressaltar que sequer houve quantificação de nitrogênio amoniacal, fenóis, HPA, BTE, arsênio, cromo, ferro total, níquel, cobre dissolvido, ferro dissolvido e mercúrio. Todos os resultados foram inferiores aos limites da CONAMA 357/2005. Em relação aos parâmetros físico-químicos não legislados, todos os dados estiveram dentro dos limites encontrados na bibliografia de referência.

Os resultados obtidos nos ensaios de ecotoxicidade aguda e crônica são detalhados, respectivamente, na Tabela V-11 e Tabela V-12. Não foi observada toxicidade em nenhuma das amostras avaliadas, nem nos ensaios de ecotoxicidade aguda nem nos ensaios de ecotoxicidade crônica. Embora somente a ecotoxicidade crônica seja contemplada pela CONAMA 357/2005, espera-se que a água do mar, em condições naturais, seja livre de efeitos tóxicos aos organismos, assim como verificado nas amostras da atual campanha.

Tabela V-11 - Percentual de mortalidade de *M. juniae*, no controle e nas amostras coletadas no DP-LL-S_C4. * Nos casos de resultado igual a zero, o teste estatístico não é aplicável, pois o resultado é igual ao resultado da amostra controle.

Amostras	Letalidade (%)	Teste estatístico	Valor p	Resultado
Controle	0,00	-	-	Não-tóxico
DP-LL-S_C4_J501_SUP	0,00	Não aplicável	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-S_C4_J501_INT	0,00	Não aplicável*	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-S_C4_J501_FUN	0,00	Não aplicável	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-S_C4_J502_SUP	0,00	Não aplicável	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-S_C4_J502_INT	0,00	Não aplicável	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-S_C4_J502_FUN	0,00	Não aplicável	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-S_C4_J503_SUP	0,00	Não aplicável	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-S_C4_J503_INT	0,00	Não aplicável	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-S_C4_J503_FUN	0,00	Não aplicável	p > 0,05	Não-tóxico

Tabela V-12 - Percentual de larvas pluteus afetadas no controle e nas amostras coletadas no DP-LL-S_C4.

Amostras	Pluteus afetados (%)	Teste estatístico	Valor p	Resultado
Controle	9,20	-	-	-
DP-LL-S_C4_J501_SUP	10,00	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-S_C4_J501_INT	12,00	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-S_C4_J501_FUN	2,20	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-S_C4_J502_SUP	4,00	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico

Controle	2,20	-	-	-
DP-LL-S_C4_J502_SUP	4,20			
DP-LL-S_C4_J502_INT	4,00	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-S_C4_J502_FUN	3,50	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
Controle	9,20	-	-	-
DP-LL-S_C4_J503_SUP	9,00	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-S_C4_J503_INT	11,50	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-S_C4_J503_FUN	12,00	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico

V.5 - DESENVOLVIMENTO DA PRODUÇÃO DE SAPINHOÁ NORTE (FPSO CIB)

A Tabela V-13 sintetiza os resultados físico-químicos e ecotoxicológicos da água do entorno do FPSO CIB durante a campanha DP-SAP-N_C6.

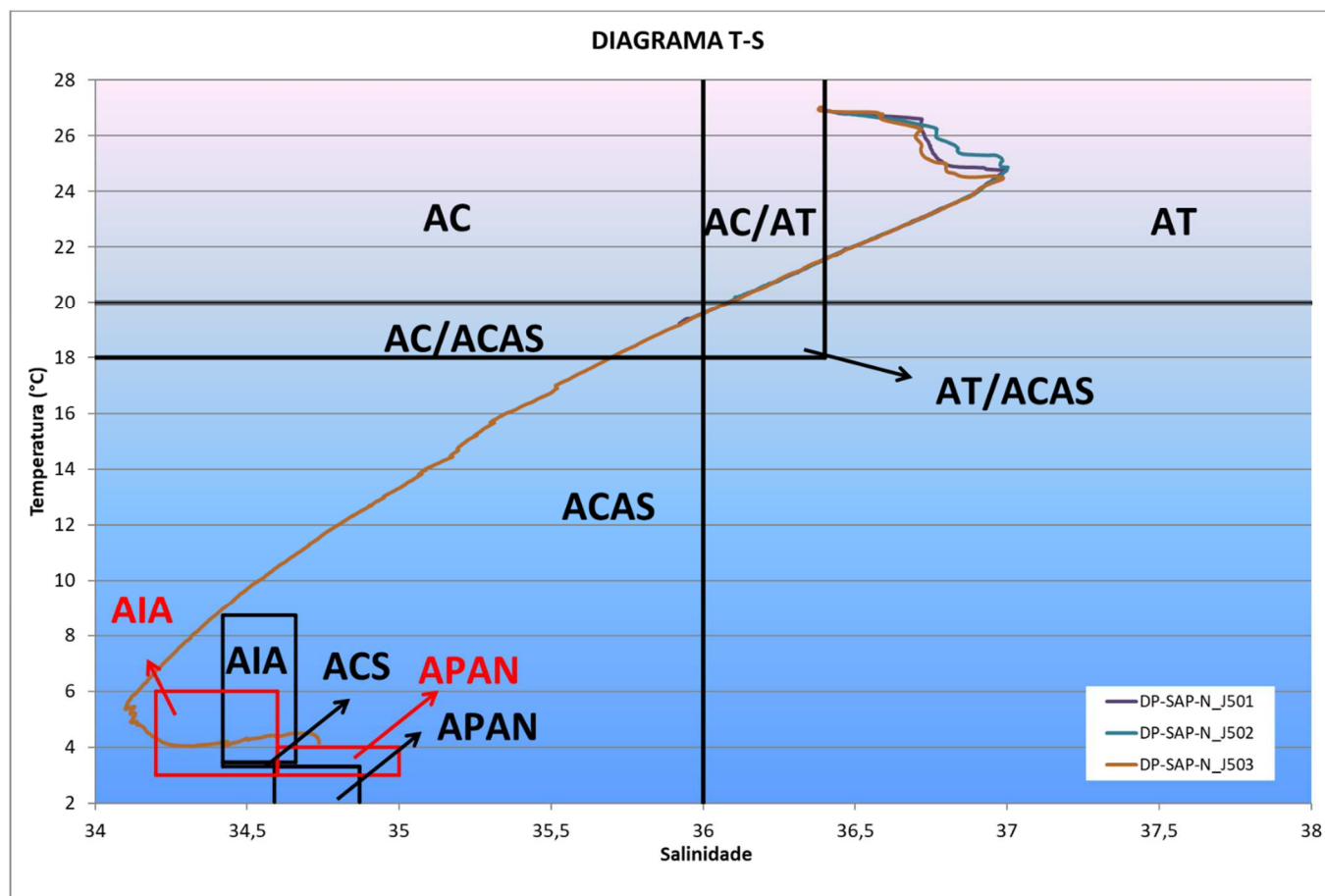
Tabela V-13 - Resultados do DP-SAP-N_C6 em comparação com a legislação e campanhas de monitoramento anteriores. Em verde estão os resultados enquadrados conforme legislação e bibliografia consultada. Em vermelho estão os valores desenquadrados em relação aos limites estabelecidos pela CONAMA 357/2005. Em laranja estão os valores desenquadrados em relação aos limites estabelecidos pela CONAMA 357/2005, porém em profundidades onde a aplicação do limite CONAMA é questionável. Em amarelo estão os valores sem referência na legislação e acima dos encontrados na bibliografia consultada.

Estação	DP-SAP-N_C6_J501			DP-SAP-N_C6_J502			DP-SAP-N_C6_J503			CONAMA	PMPR - M1000		DP-SAP-N_C1-C2-C3-C4-C5 (PM-500-BS_C5)		PRC - BS	
Parâmetros/Profundidade	SUP	INT	FUN	SUP	INT	FUN	SUP	INT	FUN	357/2005	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx
Temperatura (oC)	27,06	24,59	23,04	26,98	25,68	24,01	26,89	25,02	26,86	-	20,48	27,99	19,23	27,11	16,92	27,57
Salinidade	36,4	36,77	36,7	36,4	36,81	36,9	36,42	36,77	36,88	-	36,16	37,32	36,28	37,31	35,51	37,28
OD (mg/L)	6,67	6,95	6,61	6,61	6,92	6,61	6,7	6,99	6,61	> 6,00	5,32	8,16	5,74	7,21	6,35	7,22
pH	8,09	8,11	8,12	8,08	8,11	8,1	8,09	8,12	8,13	6,5 - 8,5	7,82	8,37	8,00	8,29	7,88	8,52
MPS (mg/L)	15,68	12,78	13,68	13,78	17,64	12,14	1,72	3,72	7,96	-	<0,4	23,25	<LD	9,70	0	8,51
Nitrogênio amoniacal (mg/L N)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	< 0,40	<0,003	0,057	<LD	<LQ	0,001	0,012
COT (mg/L C)	1,353	1,18	1,77	1,093	1,357	1,317	1,447	1,36	1,427	< 3,00	<0,5	2,32	<LD	3,32	-	-
Fenóis (µg/L)	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	60	<0,03	<0,04	<LD	<LD	-	-
HPA (µg/L)	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	<0,002	0,174	<LD	<LD	0,0001	0,0007
Benzeno** (µg/L)	<1,0	-	<1,0	-	<1,0	<1,0	-	-	<1,0	700	<0,3	<0,3	<LD	<LD	-	-
Etilbenzeno ** (µg/L)	<1,0	-	<1,0	-	<1,0	<1,0	-	-	<1,0	25	<0,3	<0,3	<LD	<LD	-	-
Tolueno ** (µg/L)	<1,0	-	<1,0	-	<1,0	<1,0	-	-	<1,0	215	<0,3	<0,3	<LD	<LD	-	-
Arsênio (mg/L)	0,00308	0,00269	0,00223	0,00286	0,00293	0,00288	0,0025	0,00292	0,00062	0,01	-	-	<LD	0,0039	-	-
Bário (mg/L)	0,0089	0,0073	0,00583	0,00717	0,00687	0,00773	0,007	0,00723	0,00253	1	-	-	0,005400	0,010492	-	-
Cádmio (mg/L)	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	0,00002	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	0,005	-	-	<LD	0,00109	-	-
Chumbo (mg/L)	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	0,01	-	-	<LD	0,01844	-	-
Cobre total (mg/L)	0,00218	0,00219	0,00152	0,00191	0,00151	0,00256	0,00177	0,00227	0,00067	-	-	-	<LD	0,10171	-	-
Cromo (mg/L)	0,00554	0,00521	0,00615	0,00504	0,00527	0,00573	0,00561	0,0063	0,0022	0,05	-	-	<LD	0,0019	-	-
Ferro total (mg/L)	0,0234	0,02747	0,03823	0,13703	0,02497	0,03157	0,06247	0,0256	0,01567	-	-	-	<LD	0,115370	-	-
Manganês (mg/L)	0,0014	0,0029	0,00103	0,00273	0,0015	0,00187	0,0017	0,00107	0,0007	0,1	-	-	<LD	0,01	-	-
Níquel (mg/L)	0,00127	0,00123	0,00107	0,00127	0,00117	0,00107	0,0015	0,00187	0,00097	0,025	-	-	<LD	0,00083	-	-
Zinco (mg/L)	0,00197	0,003	0,00193	0,00333	0,00163	0,0036	0,00313	0,0043	0,0024	0,09	-	-	<LD	0,01481	-	-
Cobre dissolvido (mg/L)	0,00415	0,00263	0,00262	0,0041	0,0043	0,00361	0,00311	0,00207	0,00203	0,005	-	-	<LD	0,001	-	-
Ferro dissolvido (mg/L)	0,03183	0,03143	0,0408	0,10647	0,0494	0,0503	0,0529	0,05533	0,02337	0,3	-	-	<LD	0,025296	-	-
Mercurio (mg/L)	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0002	-	-	0,00046	0,00429	-	-
EC Echinometra lucunter	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	-	-	Não tóxico	Tóxico	-	-
EA Mysidopsis juniae	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	-	-	-	Não tóxico	Tóxico	-	-

* Trata-se dos 16 compostos prioritários estipulados pela USEPA. Dada a não detecção de concentrações e dado não haver limites para os compostos individuais em águas salinas classe 1 destinadas à recreação.

** As amostras das estações J501 (INT), J502 (SUP) e J503 (SUP e INT) foram recebidas com bolhas e, então descartadas.

A análise dos dados de temperatura e salinidade permitiu verificar que todas as amostras coletadas apresentaram temperaturas variando de 23,04 a 27,06 °C, e salinidades entre 36,4 e 36,9, sendo representativas de Água Tropical, conforme diagrama T-S apresentado na Figura V-5, através do qual as massas de água foram classificadas conforme Tommasi (1994) e Silveira *et al.* (2000) (Tabela IV-9) e, adicionalmente, conforme classificação proposta por Castro *et al.* (2006), que analisa a área compreendida entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS), e classifica AIA e APAN conforme os limites já apresentados anteriormente (item V.1). A AT foi verificada até a profundidade aproximada de 159 m.



Legenda: AC=Água Costeira; AT=Água Tropical; ACAS=Água Central do Atlântico Sul; AC/AT=mistura de AC e AT; AC/ACAS=mistura de AC e ACAS, AT/ACAS=mistura de AT e ACAS, AIA=Água Intermediária Antártica; ACS=Água Circumpolar Superior e APAN=Água Profunda do Atlântico Norte.

Figura V-5 – Diagrama T-S do DP-SAP-N_C6. Em preto, limites estabelecidos por Tommasi (1994) e Silveira et al. (2000) e em vermelho, limites estabelecidos por Castro et al. (2006).

Não foram verificados desenquadramentos em relação à CONAMA 357/2005 para nenhum dos parâmetros físico-químicos avaliados, cabendo ressaltar que sequer houve quantificação de nitrogênio amoniacal, fenóis, HPA, BTE, cádmio, chumbo e mercúrio. Todos os resultados foram inferiores aos limites da CONAMA 357/2005. Em relação aos parâmetros físico-químicos não legislados, todos os dados estiveram dentro dos limites encontrados na bibliografia de referência.

Os resultados obtidos nos ensaios de ecotoxicidade aguda e crônica são detalhados, respectivamente, na Tabela V-14 e Tabela V-15. Não foi observada toxicidade em nenhuma das amostras avaliadas, nem nos ensaios de ecotoxicidade aguda nem nos ensaios de ecotoxicidade crônica. Embora somente a ecotoxicidade crônica seja contemplada pela CONAMA 357/2005, espera-se que a água do mar, em condições naturais, seja livre de efeitos tóxicos aos organismos, assim como verificado nas amostras da atual campanha.

Tabela V-14 - Percentual de mortalidade de *M. juniae*, no controle e nas amostras coletadas no DP-SAP-N_C6. * Nos casos de resultado igual a zero, o teste estatístico não é aplicável, pois o resultado é igual ao resultado da amostra controle.

Amostras	Letalidade (%)	Teste estatístico	Valor p	Resultado
Controle	0,00	-	-	-
DP-SAP-N_C6_J501_SUP	0,00	Não aplicável	$p > 0,05$	Não-tóxico
DP-SAP-N_C6_J501_INT	0,00	Não aplicável*	$p > 0,05$	Não-tóxico
DP-SAP-N_C6_J501_FUN	0,00	Não aplicável	$p > 0,05$	Não-tóxico
DP-SAP-N_C6_J502_SUP	0,00	Não aplicável	$p > 0,05$	Não-tóxico
DP-SAP-N_C6_J502_INT	0,00	Não aplicável	$p > 0,05$	Não-tóxico
DP-SAP-N_C6_J502_FUN	0,00	Não aplicável	$p > 0,05$	Não-tóxico
DP-SAP-N_C6_J503_SUP	0,00	Não aplicável	$p > 0,05$	Não-tóxico
DP-SAP-N_C6_J503_INT	0,00	Não aplicável	$p > 0,05$	Não-tóxico
DP-SAP-N_C6_J503_FUN **	0,00	Não aplicável	$p > 0,05$	Não-tóxico

Tabela V-15 - Percentual de larvas pluteus afetadas no controle e nas amostras coletadas no DP-SAP-N_C6.

Amostras	Pluteus afetados (%)	Teste estatístico	Valor p	Resultado
Controle	2,20	-	-	Não-tóxico
DP-SAP-N_C6_J501_SUP	3,20	ANOVA e teste de Dunnett	$p > 0,05$	Não-tóxico
DP-SAP-N_C6_J501_INT	3,00	ANOVA e teste de Dunnett	$p > 0,05$	Não-tóxico
DP-SAP-N_C6_J501_FUN	3,80	ANOVA e teste de Dunnett	$p > 0,05$	Não-tóxico
Controle	2,20			
DP-SAP-N_C6_J502_SUP	4,50	ANOVA e teste de Dunnett	$p > 0,05$	Não-tóxico

DP-SAP-N_C6_J502_INT	4,80	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
DP-SAP-N_C6_J502_FUN *	3,00	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
Controle	2,20			
DP-SAP-N_C6_J503_SUP	4,20	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
DP-SAP-N_C6_J503_INT *	2,50	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
DP-SAP-N_C6_J503_FUN *	4,80	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico

V.6 - **DESENVOLVIMENTO DA PRODUÇÃO DE TUPI EXTREMO SUL (P-69)**

A Tabela V-16 sintetiza os resultados físico-químicos e ecotoxicológicos da água do entorno do P-69 durante a campanha DP-LL-ES_C2.

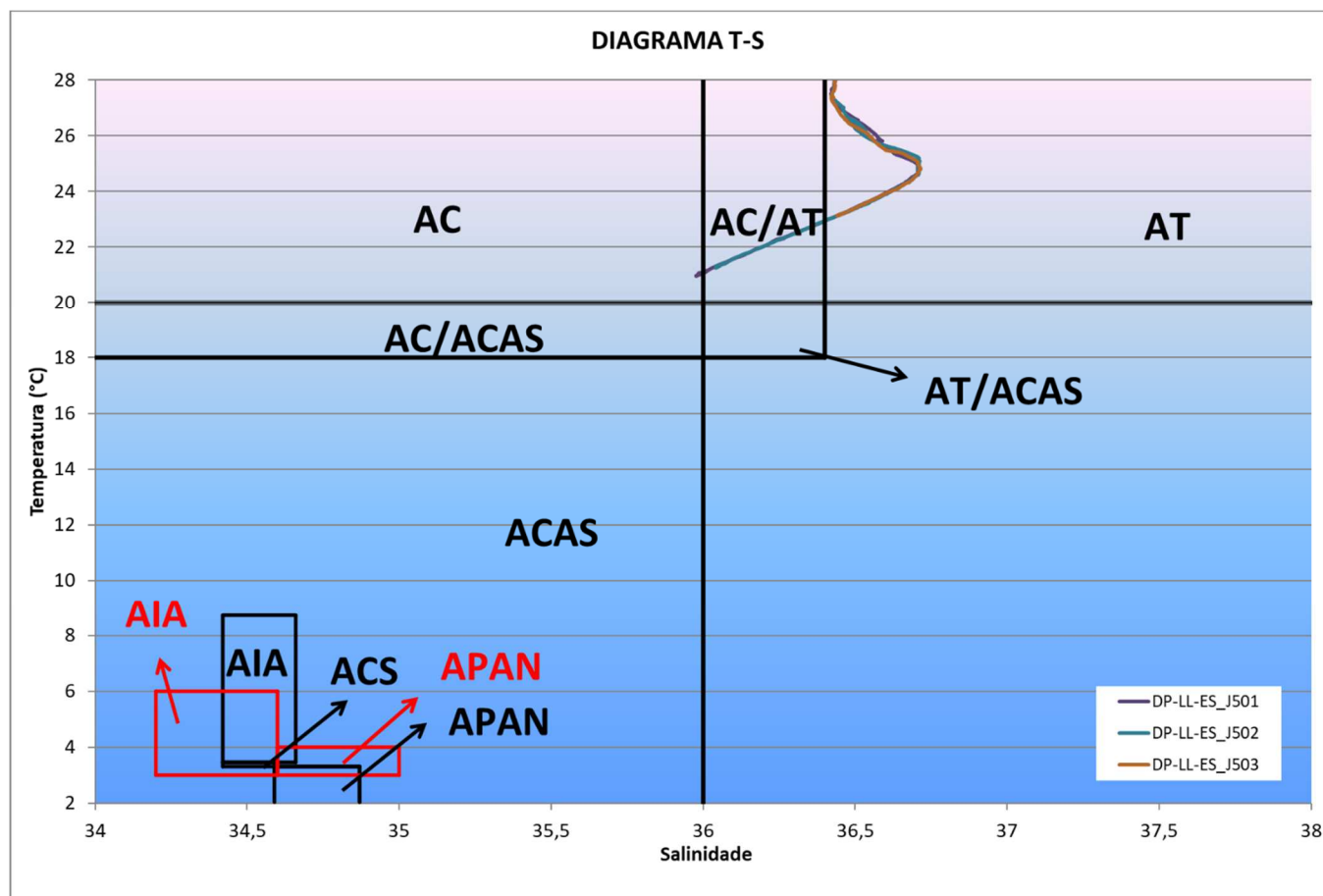
Tabela V-16 - Resultados do DP-LL-ES_C2 em comparação com a legislação e campanhas de monitoramento anteriores. Em verde estão os resultados enquadrados conforme legislação e bibliografia consultada. Em vermelho estão os valores desenquadrados em relação aos limites estabelecidos pela CONAMA 357/2005. Em laranja estão os valores desenquadrados em relação aos limites estabelecidos pela CONAMA 357/2005, porém em profundidade onde a aplicação do limite CONAMA é questionável. Em amarelo estão os valores sem referência na legislação e acima dos encontrados na bibliografia consultada.

Estação	DP-LL-ES_C2_J501_D			DP-LL-ES_C2_J502			DP-LL-ES_C2_J503			CONAMA	PMPR - M1000		DP-LL-S_C1-C2 (PM-500-BS_C5)		Regional BS	
Parâmetros/Profundidade	SUP	INT	FUN	SUP	INT	FUN	SUP	INT	FUN	357/2005	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx
Temperatura (°C)	27,98	27,15	24,22	26,67	26,86	24,14	28	26,81	24,17	-	20,48	27,99	20,24	26,07	16,92	27,57
Salinidade	36,43	36,43	36,64	36,42	36,46	36,63	36,43	36,44	36,65	-	36,16	37,32	36,43	37,21	35,51	37,28
OD (mg/L)	6,76	6,99	7,08	6,71	7,07	6,91	6,75	6,97	6,92	> 6,00	5,32	8,16	6,14	7,18	6,35	7,22
pH	8,17	8,19	8,2	8,18	8,21	8,21	8,11	8,11	8,13	6,5 - 8,5	7,82	8,37	8,00	8,25	7,88	8,52
MPS (mg/L)	9,4	0,5	7,66	10,78	10	9,66	10,14	21,54	9,9	-	<0,4	23,25	0,15	13,6	0	8,51
Nitrogênio amoniacal (mg/L N)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	< 0,40	<0,003	0,057	<LD	<LD	0,001	0,012
COT (mg/L C)	1,21	1,15	1,25	1,12	1,21	1,22	1,16	1,08	1,2	< 3,00	<0,5	2,32	<LD	1,90	-	-
Fenóis (µg/L)	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	60	<0,03	<0,04	<LD	<LD	-	-
HPA (µg/L)	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	<0,002	0,174	<LD	<LD	0,0001	0,0007
Benzeno** (µg/L)	<1,0	<1,0	<1,0	-	-	<1,0	-	-	<1,0	700	<0,3	<0,3	<LD	<LD	-	-
Etilbenzeno ** (µg/L)	<1,0	<1,0	<1,0	-	-	<1,0	-	-	<1,0	25	<0,3	<0,3	<LD	<LD	-	-
Tolueno ** (µg/L)	<1,0	<1,0	<1,0	-	-	<1,0	-	-	<1,0	215	<0,3	<0,3	<LD	<LD	-	-
Arsênio (mg/L)	0,00411	0,00244	0,00415	0,00183	0,00259	0,00231	0,00287	0,00143	0,00425	0,01	-	-	<LD	0,0033	-	-
Bário (mg/L)	0,00667	0,00597	0,00687	0,0045	0,00417	0,00487	0,0048	0,0049	0,00683	1	-	-	0,002710	0,015800	-	-
Cádmio (mg/L)	0,00012	<0,00006	0,00017	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	0,005	-	-	<LD	0,00033	-	-
Chumbo (mg/L)	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	<0,0009	0,01	-	-	<LD	<LD	-	-
Cobre total (mg/L)	0,00526	0,00555	0,00504	0,00803	0,00805	0,00805	0,00774	0,00705	0,00653	-	-	-	<LD	0,01697	-	-
Cromo (mg/L)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,05	-	-	<LD	0,0021	-	-
Ferro total (mg/L)	<0,02	<0,02	0,26223	<0,02	<0,02	0,00103	0,04153	0,01103	0,0069	-	-	-	<LD	0,167900	-	-
Manganês (mg/L)	0,00073	<0,004	0,0021	<0,004	<0,004	<0,004	0,00157	<0,004	<0,004	0,1	-	-	<LD	<LD	-	-
Níquel (mg/L)	0,0023	0,00093	0,0015	0,00443	0,00073	0,00117	0,0025	0,0012	0,00847	0,025	-	-	<LD	<LD	-	-
Zinco (mg/L)	0,00777	0,0043	0,00677	0,00693	0,00427	0,00453	0,00473	0,00513	0,00803	0,09	-	-	<LD	0,06493	-	-
Cobre dissolvido (mg/L)	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	0,005	-	-	<LD	<LD	-	-
Ferro dissolvido (mg/L)	0,00617	0,02913	0,00493	0,0303	0,01867	0,08733	0,01337	0,0236	0,0074	0,3	-	-	<LD	0,018771	-	-
Mercurio (mg/L)	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0002	-	-	<LD	0,0136	-	-
EC <i>Echinometra lucunter</i>	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	-	-	Não-tóxico	Não-tóxico	-	-
EA <i>Mysidopsis juniae</i>	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	Não tóxico	-	-	-	Não-tóxico	Não-tóxico	-	-

* Trata-se dos 16 compostos prioritários estipulados pela USEPA. Dada a não detecção de concentrações e dado não haver limites para os compostos individuais em águas salinas classe 1 destinadas à recreação.

** As amostras das estações J502 (SUP e INT), J503 (SUP e INT) foram recebidas com bolhas e, então descartadas.

A análise dos dados de temperatura e salinidade permitiu verificar que todas as amostras coletadas apresentaram temperaturas variando de 24,14 a 28,00 °C, e salinidades entre 36,42 e 36,65, sendo representativas de Água Tropical, conforme diagrama T-S apresentado na Figura V-6, através do qual as massas de água foram classificadas conforme Tommasi (1994) e Silveira *et al.* (2000) (Tabela IV-9) e, adicionalmente, conforme classificação proposta por Castro *et al.* (2006), que analisa a área compreendida entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS), e classifica AIA e APAN conforme os limites já apresentados anteriormente (item V.1). A AT foi verificada até a profundidade aproximada de 150 m.



Legenda: AC=Água Costeira; AT=Água Tropical; ACAS=Água Central do Atlântico Sul; AC/AT=mistura de AC e AT; AC/ACAS=mistura de AC e ACAS; AT/ACAS=mistura de AT e ACAS; AIA=Água Intermediária Antártica; ACS=Água Circumpolar Superior e APAN=Água Profunda do Atlântico Norte.

Figura V-6 – Diagrama T-S do DP-LL-ES_C2. Em preto, limites estabelecidos por Tommasi (1994) e Silveira et al. (2000) e em vermelho, limites estabelecidos por Castro et al. (2006).

Não foram verificados desenquadramentos em relação à CONAMA 357/2005 para nenhuma das amostras. Não houve quantificação de nitrogênio amoniacal, fenóis, HPA, BTE, chumbo, cromo, cobre dissolvido e mercúrio. Todos os resultados apresentaram valores dentro do range da bibliografia.

Os resultados obtidos nos ensaios de ecotoxicidade aguda e crônica são detalhados, respectivamente, na Tabela V-17 e Tabela V-18. Não foi observada toxicidade em nenhuma das amostras avaliadas, nem nos ensaios de ecotoxicidade aguda nem nos ensaios de ecotoxicidade crônica. Embora somente a ecotoxicidade crônica seja contemplada pela CONAMA 357/2005, espera-se que a água do mar, em condições naturais, seja livre de efeitos tóxicos aos organismos, assim como verificado nas amostras da atual campanha.

Tabela V-17 - Percentual de mortalidade de *M. juniae*, no controle e nas amostras coletadas no DP-LL-ES_C2. * Nos casos de resultado igual a zero, o teste estatístico não é aplicável, pois o resultado é igual ao resultado da amostra controle.

Amostras	Letalidade (%)	Teste estatístico	Valor p	Resultado
Controle	0,00	-	-	-
DP-LL-ES_C2_J501_D_SUP	0,00	Não aplicável	$p > 0,05$	Não-tóxico
DP-LL-ES_C2_J501_D_INT	0,00	Não aplicável*	$p > 0,05$	Não-tóxico
DP-LL-ES_C2_J501_D_FUN	0,00	Não aplicável	$p > 0,05$	Não-tóxico
DP-LL-ES_C2_J502_SUP	2,50	ANOVA e teste de Dunnett	$p > 0,05$	Não-tóxico
DP-LL-ES_C2_J502_INT	0,00	Não aplicável	$p > 0,05$	Não-tóxico
DP-LL-ES_C2_J502_FUN	0,00	Não aplicável	$p > 0,05$	Não-tóxico
DP-LL-ES_C2_J503_SUP	0,00	Não aplicável	$p > 0,05$	Não-tóxico
DP-LL-ES_C2_J503_INT	0,00	Não aplicável	$p > 0,05$	Não-tóxico
DP-LL-ES_C2_J503_FUN	0,00	Não aplicável	$p > 0,05$	Não-tóxico

Tabela V-18 - Percentual de larvas pluteus afetadas no controle e nas amostras coletadas no DP-LL-ES_C2.

Amostras	Pluteus afetados (%)	Teste estatístico	Valor p	Resultado
Controle	9,20	-	-	Não-tóxico
DP-LL-ES_C2_J501_SUP	12,00	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-ES_C2_J501_INT	9,50	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-ES_C2_J501_FUN	10,80	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
Controle	9,20	-	-	-
DP-LL-ES_C2_J502_SUP	12,50	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-ES_C2_J502_INT	9,80	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-ES_C2_J502_FUN	2,80	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
Controle	9,20	-	-	-
DP-LL-ES_C2_J503_SUP	11,50	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-ES_C2_J503_INT	9,20	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico
DP-LL-ES_C2_J503_FUN	10,20	ANOVA e teste de Dunnett	p > 0,05	Não-tóxico

VI - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente relatório apresentou os resultados referentes ao 6º ciclo do projeto de monitoramento do corpo receptor a 500 m das plataformas que descartam água produzida na Bacia de Santos (PM500-BS). Os resultados referem-se à qualidade da água e ecotoxicidade, sendo que os dados adquiridos subsidiaram a avaliação sobre o enquadramento da qualidade da água no raio de 500 m a partir do ponto de descarte de água produzida. Nesse 6º ciclo, foram coletadas amostras no entorno do FPSO Cidade de Saquarema (campanha DP-LL-C_C5), do FPSO Cidade de Itaguaí (campanha DP-LL-IRA-N_C4), do FPSO Cidade de Maricá (campanha DP-LL-A_C4), da P-66 (campanha DP-LL-S_C4), do FPSO Cidade de Ilhabela (campanha DP-SAP-N_C6) e da P-69 (campanha DP-LL-ES_C2), gerando um total de 1.350 resultados.

Ao todo, foram contabilizados 8 desenquadramentos, o que representa 0,59% do total de dados obtidos, distribuídos ao redor do FPSO CSQ e CMC para os parâmetros níquel (5) e cobre dissolvido (3).

Considerando as vazões de água produzida, os estudos de modelagem numérica de descarte e as concentrações dos respectivos parâmetros associados, é improvável que as concentrações verificadas no atual ciclo do PM500 decorram do descarte do efluente das unidades visto os valores apresentados e discutidos caso a caso.

No entorno dos FPSOs CIG, P-66, CIB e P-69, todos os resultados estiveram dentro dos limites estabelecidos na legislação e dentro da faixa de variação de trabalhos anteriores realizados na região, não havendo indicativos de alterações na qualidade da água em função do descarte do efluente.

VII - BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15350: Ecotoxicologia Aquática – Toxicidade crônica – Método de Ensaio com Ouriço-do-mar**. Rio de Janeiro, 2012

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15469: Ecotoxicologia – Coleta, preservação e preparo de amostras**. Rio de Janeiro, 2015

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 357, de 25 de março de 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. Diário Oficial da União nº 053, Brasília, DF, 18 mar. 2005. p. 58-63.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 393, de 08 de agosto de 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. Diário Oficial da União nº 153, de 09 de agosto de 2007. Seção 1, p. 72-73.

CASTRO, B. M.; LORENZZETTI, J. A.; SILVEIRA, I. C. A.; MIRANDA, L. B. **Estrutura termohalina e circulação na região entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS)**. In: ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B. & MADUREIRA, L.S.P. O ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na região sudeste-sul do Brasil. Editora da Universidade de São Paulo, 472 p., 2006.

CENPES/PDEDS/AMA. **Coleta, preservação, acondicionamento, tratamentos e análises de bordo de amostras para monitoramento ambiental costeiro e oceânico**, 2019.

GABARDO, 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.** Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Programa de Pós-Graduação em Química. 250p., 2007.

PETROBRAS. **Projeto de caracterização regional da Bacia de Santos (PCR-BS)– Relatório Final – 6 volumes**, 821 p., 2022.

PETROBRAS/BIOCONSULT. **Relatório Técnico de Avaliação Ambiental.** Projeto de Monitoramento Ambiental do Piloto do Sistema de Produção e Escoamento de Óleo e Gás Natural na Área de Tupi, Bacia de Santos. 12ª campanha (fase de operação), 2022a.

PETROBRAS/BIOCONSULT. **Relatório Técnico de Avaliação Ambiental.** Projeto de Monitoramento Ambiental do Piloto do Sistema de Produção e Escoamento de Óleo e Gás Natural na Área de Tupi, Bacia de Santos. 13ª campanha (fase de operação), 2022d.

PETROBRAS/BIOCONSULT. **Relatório Técnico de Avaliação Ambiental.** Projeto de Monitoramento Ambiental da Atividade de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos – Etapa 1 – Piloto de Sapinhoá. 9ª Campanha (fase de operação), 2022b.

PETROBRAS/BIOCONSULT. **Relatório Técnico de Avaliação Ambiental.** Projeto de Monitoramento do Corpo Receptor a 500 m das Plataformas que descartam Água Produzida na Bacia de Santos (PM500) – 4º ciclo, 2022c.

PETROBRAS/BIOCONSULT. **Relatório Técnico de Avaliação Ambiental.** Projeto de Monitoramento Ambiental da Atividade de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos – Etapa 1 – Piloto de Sapinhoá. 8ª Campanha (fase de operação), 2021a.

PETROBRAS/BIOCONSULT. **Relatório Técnico de Avaliação Ambiental.** Projeto de Monitoramento Ambiental da Atividade de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos – Etapa 2 – Desenvolvimento da Produção de Búzios 1. 3ª Campanha (fase de operação), 2021c.

PETROBRAS/BIOCONSULT. **Relatório Técnico de Avaliação Ambiental.** Projeto de Monitoramento Ambiental da Atividade de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos – Etapa 2 – Desenvolvimento da Produção de Búzios 1. 4ª Campanha (fase de operação), 2023a.

PETROBRAS/BIOCONSULT. **Relatório Técnico de Avaliação Ambiental.** Projeto de Monitoramento Ambiental da Atividade de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos – Etapa 2 – Desenvolvimento da Produção de Búzios 1. 5ª Campanha (fase de operação), 2023b.

PETROBRAS/BIOCONSULT. **Relatório Técnico de Avaliação Ambiental.** Projeto de Monitoramento do Corpo Receptor a 500 m das Plataformas que descartam Água Produzida na Bacia de Santos (PM500) – 5º ciclo, 2023c.

PETROBRAS/BIOCONSULT. **Relatório Técnico de Avaliação Ambiental.** Projeto de Monitoramento Ambiental da Atividade de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos – Etapa 1 – Piloto de Tupi NE. 8ª Campanha (fase de operação), 2021d.

PETROBRAS/BIOCONSULT. **Relatório Técnico de Avaliação Ambiental.** Projeto de Monitoramento Ambiental da Atividade de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos – Etapa 1 – Piloto de Tupi NE. 9ª Campanha (fase de operação), 2022e.

PETROBRAS/BIOCONSULT. **Relatório Técnico de Avaliação Ambiental.** Projeto de Monitoramento Ambiental da Atividade de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos – Etapa 1 – Desenvolvimento da Produção de Iracema Sul. 7ª Campanha (fase de operação), 2021b.

PETROBRAS/BIOCONSULT. **Relatório Técnico de Avaliação Ambiental.** Projeto de Monitoramento Ambiental da Atividade de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos – Etapa 1 – Desenvolvimento da Produção de Iracema Sul. 8ª Campanha (fase de operação), 2023d.

PETROBRAS/BOURSCHEID. **Relatório Técnico de Avaliação Ambiental.** Projeto de Monitoramento Ambiental do Piloto do Sistema de Produção e Escoamento de Óleo e Gás Natural na Área de Tupi, Bacia de Santos. 7ª campanha (fase de operação), 2017b.

PETROBRAS/BOURSCHEID. **Relatório Técnico de Avaliação Ambiental.** Projeto de Monitoramento Ambiental do Piloto do Sistema de Produção e Escoamento de Óleo e Gás Natural na Área de Tupi, Bacia de Santos. 8ª campanha (fase de operação), 2018b.

PETROBRAS/BOURSCHEID. **Relatório Técnico de Avaliação Ambiental.** Projeto de Monitoramento Ambiental do Piloto do Sistema de Produção e Escoamento de Óleo e Gás Natural na Área de Tupi, Bacia de Santos. 9ª campanha (fase de operação), 2018c.

PETROBRAS/BOURSCHEID. **Relatório Técnico de Avaliação Ambiental.** Projeto de Monitoramento Ambiental do Piloto do Sistema de Produção e Escoamento de Óleo e Gás Natural na Área de Tupi, Bacia de Santos. 10ª campanha (fase de operação), 2019d.

PETROBRAS/BOURSCHEID. **Relatório Técnico de Avaliação Ambiental.** Projeto de Monitoramento Ambiental do Piloto do Sistema de Produção e Escoamento de Óleo e Gás Natural na Área de Tupi, Bacia de Santos. 11ª campanha (fase de operação), 2020b.

PETROBRAS/BOURSCHEID. **Relatório Técnico de Avaliação Ambiental.** Projeto de Monitoramento Ambiental da Atividade de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos – Etapa 1 – Piloto de Sapinhoá. 3ª Campanha (fase de operação), 2017a.

PETROBRAS/BOURSCHEID. **Relatório Técnico de Avaliação Ambiental.** Projeto de Monitoramento Ambiental da Atividade de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos – Etapa 1 – Piloto de Sapinhoá. 4ª Campanha (fase de operação), 2018a.

PETROBRAS/BOURSCHEID. **Relatório Técnico de Avaliação Ambiental.** Projeto de Monitoramento Ambiental da Atividade de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos – Etapa 1 – Piloto de Sapinhoá. 5ª Campanha (fase de operação), 2019a.

PETROBRAS/BOURSCHEID. **Relatório Técnico de Avaliação Ambiental.** Projeto de Monitoramento Ambiental da Atividade de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos – Etapa 1 – Piloto de Sapinhoá. 6ª Campanha (fase de operação), 2019b.

PETROBRAS/BOURSCHEID. **Relatório Técnico de Avaliação Ambiental.** Projeto de Monitoramento Ambiental da Atividade de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos – Etapa 1 – Piloto de Sapinhoá. 7ª Campanha (fase de operação), 2020a.

PETROBRAS/BOURSCHEID. **Relatório Técnico de Avaliação Ambiental.** Projeto de Monitoramento Ambiental da Atividade de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos – Etapa 1 –

Desenvolvimento da Produção de Iracema Sul. 2ª Campanha (fase de operação), 2017c.

PETROBRAS/BOURSCHEID. **Relatório Técnico de Avaliação Ambiental.** Projeto de Monitoramento Ambiental da Atividade de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos – Etapa 1 – Desenvolvimento da Produção de Iracema Sul. 3ª Campanha (fase de operação), 2018d.

PETROBRAS/BOURSCHEID. **Relatório Técnico de Avaliação Ambiental.** Projeto de Monitoramento Ambiental da Atividade de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos – Etapa 1 – Desenvolvimento da Produção de Iracema Sul. 4ª Campanha (fase de operação), 2019f.

PETROBRAS/BOURSCHEID. **Relatório Técnico de Avaliação Ambiental.** Projeto de Monitoramento Ambiental da Atividade de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos – Etapa 1 – Desenvolvimento da Produção de Iracema Sul. 5ª Campanha (fase de operação), 2019g.

PETROBRAS/BOURSCHEID. **Relatório Técnico de Avaliação Ambiental.** Projeto de Monitoramento Ambiental da Atividade de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos – Etapa 1 – Desenvolvimento da Produção de Iracema Sul. 6ª Campanha (fase de operação), 2020c.

PETROBRAS/BOURSCHEID. **Relatório Técnico de Avaliação Ambiental.** Projeto de Monitoramento Ambiental da Atividade de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos – Etapa 2 – Desenvolvimento da Produção de Búzios 1. 1ª Campanha (fase de operação), 2019h.

PETROBRAS/BOURSCHEID. **Relatório Técnico de Avaliação Ambiental.** Projeto de Monitoramento Ambiental da Atividade de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos – Etapa 2 – Desenvolvimento da Produção de Búzios 1. 2ª Campanha (fase de operação), 2020e.

PETROBRAS/BOURSCHEID. **Relatório Técnico de Avaliação Ambiental.** Projeto de Monitoramento Ambiental da Atividade de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos – Etapa 1 – Piloto de Tupi NE. 3ª Campanha (fase de operação), 2018e.

PETROBRAS/BOURSCHEID. **Relatório Técnico de Avaliação Ambiental.** Projeto de Monitoramento Ambiental da Atividade de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos – Etapa 1 – Piloto de Tupi NE. 4ª Campanha (fase de operação), 2018f.

PETROBRAS/BOURSCHEID. **Relatório Técnico de Avaliação Ambiental.** Projeto de Monitoramento Ambiental da Atividade de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos – Etapa 1 – Piloto de Tupi NE. 5ª Campanha (fase de operação), 2019i.

PETROBRAS/BOURSCHEID. **Relatório Técnico de Avaliação Ambiental.** Projeto de Monitoramento Ambiental da Atividade de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos – Etapa 1 – Piloto de Tupi NE. 6ª Campanha (fase de operação), 2019j.

PETROBRAS/BOURSCHEID. **Relatório Técnico de Avaliação Ambiental.** Projeto de Monitoramento Ambiental da Atividade de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos – Etapa 1 – Piloto de Tupi NE. 7ª Campanha (fase de operação), 2020f.

PETROBRAS/BOURSCHEID. **Relatório Técnico de Avaliação Ambiental.** Projeto de Monitoramento do Corpo Receptor a 500 m das Plataformas que descartam Água Produzida na Bacia de Santos (PM500) – 1º ciclo, 2019c.

PETROBRAS/BOURSCHEID. **Relatório Técnico de Avaliação Ambiental.** Projeto de Monitoramento do Corpo Receptor a 500 m das Plataformas que descartam Água Produzida na Bacia de Santos (PM500) – 2º ciclo, 2019e.

PETROBRAS/BOURSCHEID. **Relatório Técnico de Avaliação Ambiental.** Projeto de Monitoramento do Corpo Receptor a 500 m das Plataformas que descartam Água Produzida na Bacia de Santos (PM500) – 3º ciclo, 2020d.

PETROBRAS/OCEANPACT. 2023. **Relatório Técnico de Monitoramento Ambiental Costeiro e Oceânico.** 5ª Campanha de monitoramento ambiental da atividade de produção e escoamento de petróleo e gás natural do polo pré-sal da Bacia de Santos, etapa 2 – Desenvolvimento da Produção de Lula Central (E2_DP-LL-C_C5) – FPSO Cidade de Saquarema

PETROBRAS/TETRA TECH. **Relatório Técnico Modelagem numérica do descarte de efluentes a partir do FPSO** Cidade de Saquarema, Polo Pré-Sal da Bacia de Santos. 2015a.

PETROBRAS/TETRA TECH. **Relatório Técnico Modelagem numérica do descarte de efluentes a partir do FPSO** Cidade de Maricá, Polo Pré-Sal da Bacia de Santos. 2015b.

PORTILHO-RAMOS, R. C.; RIO-NETTO A. M.; BARBOSA C. F. **Caracterização bioestratigráfica do Neógeno superior da Bacia de Santos com base em foraminíferos planctônicos.** Rev. Bras. Paleont., 9(3):349-354, 2006.

SILVEIRA, I. C. A. DA et al. **A Corrente do Brasil ao largo da Costa leste Brasileira.** Rev. Bras. Oceanogr., v. 48, n. 2. p. 171-183, 2000.

STANDARD METHODS COMMITTEE OF THE AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, AND WATER ENVIRONMENT FEDERATION. **2540 Solids Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater**. Lipps WC, Baxter TE, Braun-Howland E, editors. Washington DC: APHA Press. 2018

STANDARD METHODS COMMITTEE OF THE AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, AND WATER ENVIRONMENT FEDERATION. **3112 Metals by Cold-Vapor Atomic Absorption Spectrometry**. Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. Lipps WC, Baxter TE, Braun-Howland E, editors. Washington DC: APHA Press. 2018

STANDARD METHODS COMMITTEE OF THE AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, AND WATER ENVIRONMENT FEDERATION. **5310 Total Organic Carbon (toc) Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater**. Lipps WC, Baxter TE, Braun-Howland E, editors. Washington DC: APHA Press. 2018

SOUZA, M. C. A. **A corrente do Brasil ao largo de Santos: medições diretas**. Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 2000, 178 p.

TOMMASI, L. R. **Programa de monitoramento ambiental oceânico da Bacia de Campos, RJ (Relatório Final)**. Fundespa, Geomap, Cenpes-Petrobras, São Paulo, 1994, 169pp.

USEPA. **Method 350.1. Determination of Ammonia Nitrogen by Semi-Automated Colorimetry**. Environmental monitoring systems laboratory office of research and development U.S.Environmental Protection Agency Cincinnati, Ohio, 1993

USEPA. **Method 3510C: Separatory Funnel Liquid Extraction. Environmental monitoring systems laboratory office of research and development** U.S.Environmental Protection Agency Cincinnati, Ohio, 1996.

USEPA. **Method 5030C (SW-846): Purge-and-Trap for Aqueous Samples,"** Revision 3. Washington, DC, 2003.

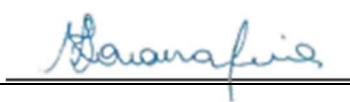
USEPA. **Method 8260C. Volatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS).** Environmental monitoring systems laboratory office of research and development U.S.Environmental Protection Agency Cincinnati, Ohio, 2006

USEPA. **Method 6020B: Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry.** Environmental monitoring systems laboratory office of research and development U.S.Environmental Protection Agency Cincinnati, Ohio, 2014

USEPA. **Method 8270E (SW-846): Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/ Mass Spectrometry (GC/MS).** Washington, DC 2014.

WEST, INC. & GULLEY, D. **TOXSTAT Release 3.5.** *University of Wyoming.* Wyoming, USA. 38P, 1996

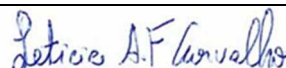
VIII - EQUIPE TÉCNICA

Profissional	Marla Sonaira Lima
Empresa	-
Formação Profissional	Bióloga
Registro no Conselho de Classe	58878
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	3307746
Responsável pelas Seções	Introdução, Objetivos, Área de estudo, Caracterização da atividade, Atividades de Campo, Atividades de Laboratório, Tratamento dos dados, Análises Estatísticas, Resultados e Discussão Qualidade da Água e Ecotoxicidade, Considerações Finais
Assinatura	

Profissional	Dr. Mário Sérgio Ximenez
Empresa	Bioconsult Ambiental
Registro no Conselho de Classe	CRBio nº: 12895/02
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental – IBAMA	204221
Responsável pela (s) seção (ões)	Coordenação Geral; Verificação e aprovação de Relatório de Resultados
Assinatura	

Profissional	Dr ^a . Cristina Falcão
Empresa	Bioconsult Ambiental
Registro no Conselho de Classe	CRBio nº: 12654/02
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental - IBAMA	24023
Responsável pela (s) seção (ões)	Coordenação Geral; Verificação e aprovação de Relatório de Resultados
Assinatura	

Profissional	Dr ^a . Amanda Guilherme da Silva
Empresa	Bioconsult Ambiental
Registro no Conselho de Classe	CRBio nº: 96676/02
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental - IBAMA	4926481
Responsável pela (s) seção (ões)	Preposto. Estruturação do Relatório de Resultados, Confecção dos Mapas
Assinatura	

Profissional	Bióloga Leticia Carvalho
Empresa	Bioconsult Ambiental
Registro no Conselho de Classe	CRBio nº: 126238/02
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental - IBAMA	7834000
Responsável pela (s) seção (ões)	Formatação e Verificação do relatório, Estruturação dos anexos
Assinatura	

IX - ANEXOS

Anexo IX-1 – Laudos analíticos das amostras físico-químicas

Anexo IX-2 – Laudos analíticos das amostras ecotoxicológicas

Anexo IX-3 – Anotações de Responsabilidade Técnica (ARTs) e Cadastro Técnico Federal da equipe técnica