

RELATÓRIO CONSOLIDADO 2020 A 2025

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA
ÁGUA E DO SEDIMENTO NA ÁREA
MARINHA SOB INFLUENCIA DA DRAGAGEM



ARACRUZ - ES
ABRIL/2025

APRESENTAÇÃO

Este documento tem por finalidade apresentar uma compilação de informações referentes à caracterização de sedimentos, extraídas dos estudos (EIA/RIMA, 2011 e RCA, 2017) que subsidiaram a emissão da Instalação nº 040/2018, emitida por este IEMA – Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, a qual contempla em seu escopo a atividade de dragagem do Imetame Logística Porto.

Apresenta também a consolidação dos resultados de qualidade de água e do sedimento obtidos por meio da realização de programas de monitoramento implementados ao longo da instalação do empreendimento, contemplando as fases antes e durante a realização da dragagem.

Tais informações, que consistentemente demonstram que as atividades de dragagem realizadas pela IMETAME não afetaram, até este momento, a qualidade da água e dos sedimentos na área afetada, visam subsidiar a avaliação deste IEMA acerca da demanda de “otimização do bota-fora marinho” para deposição do volume adicional de 3.532.000m³ que antes seria destinado para bota-fora terrestre, conforme pleito apresentando no Plano de Dragagem (atualização 2024), encaminhado através do ofício IL-MA-2406-1-157 protocolado sob o nº 006157/2024.

ÍNDICE GERAL

1	IDENTIFICAÇÃO	7
1.1	IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	7
1.2	EMPREENDEDOR	7
1.2.1	REPRESENTANTE LEGAL	7
2	INTRODUÇÃO	8
3	MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUA MARINHA	9
3.1	TEMPERATURA, SALINIDADE E CONDUTIVIDADE	13
3.2	OXIGÊNIO DISSOLVIDO	16
3.3	TURBIDEZ, TRANSPARÊNCIA E PROFUNDIDADE	17
3.4	POTENCIAL HIDROGENIÔNICO	19
3.5	NUTRIENTES	20
3.6	COLIFORMES TERMOTOLERANTES	24
3.7	METAIS	25
3.8	COMPOSTOS INORGÂNICOS	32
3.9	COMPOSTOS ORGÂNICOS	36
3.10	ENSAIOS ECOTOXICOLÓGICOS	41
4	QUALIDADE DOS SEDIMENTO MARINHOS	44
4.1	PH E ORP	48
4.2	METAIS PESADOS	50
4.3	CARBONO ORGÂNICO TOTAL (COT), NITROGÊNIO E FÓSFORO	60
4.4	HIDROCARBONETOS POLICICLICOS AROMÁTICOS (HPA)	63
4.5	TRIBUTILESTANHO	65
4.6	ENSAIOS ECOTOXICOLÓGICOS	65
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	67
6	EQUIPE TÉCNICA	69
7	ANEXOS	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 3-1: Distribuição dos pontos amostrais na área de estudo.	10
Figura 3-2: Variação da temperatura (°C) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	15
Figura 3-3: Variação da salinidade nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	15
Figura 3-4: Variação da condutividade (mS/cm) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	16
Figura 3-5: Variação da concentração de oxigênio dissolvido (mg/L) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	17
Figura 3-6: Variação da turbidez (NTU) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	18
Figura 3-7: Variação da transparência (m) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	18
Figura 3-8: Variação da profundidade (m) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	19
Figura 3-9: Variação do pH nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	20
Figura 3-10: Variação de Nitrogênio Amoniacal (mg/L) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	22
Figura 3-11: Variação de Nitrito (mg/L) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	22
Figura 3-12: Variação de Nitrato (mg/L) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	23
Figura 3-13: Variação de Fósforo (mg/L) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	24
Figura 3-14: Variação da concentração de <i>E. coli</i> (mg/L) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	25
Figura 3-15: Variação de Alumínio dissolvido (mg/L) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	26
Figura 3-16: Variação de Arsênio total (mg/L) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	27
Figura 3-17: Variação de Bário (mg/L) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	27
Figura 3-18: Variação de Boro (mg/L) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	28
Figura 3-19: Variação de Ferro dissolvido (mg/L) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	29
Figura 3-20: Variação de Manganês (mg/L) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	30
Figura 3-21: Variação de Urânio (mg/L) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	32
Figura 3-22: Variação de Polifosfato (mg/L) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	33
Figura 3-23: Variação de Cloro residual (mg/L) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	34
Figura 3-24: Variação de Fluoreto (mg/L) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	35
Figura 3-25: Variação de COT (mg/L) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	36

Figura 3-26: Variação de Fenóis totais ($\mu\text{g/L}$) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.....	39
Figura 3-27: Córrego do Sahy desaguando no mar após abertura da foz em junho de 2024.	40
Figura 3-28: Variação de LAS (mg/L) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	41
Figura 4-1: Distribuição dos pontos amostrais do Monitoramento da Qualidade do Sedimento na área de estudo.	47
Figura 4-2: Variação do pH no sedimento das estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	49
Figura 4-3: Variação de ORP (mV) no sedimento das estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.....	50
Figura 4-4: Variação de Chumbo (mg/kg) no sedimento das estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	51
Figura 4-5: Variação de Cobre (mg/kg) no sedimento das estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	52
Figura 4-6: Variação de Cromo (mg/kg) no sedimento das estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	53
Figura 4-7: Variação de Mercúrio (mg/kg) no sedimento das estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	54
Figura 4-8: Variação de Níquel (mg/kg) no sedimento das estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	55
Figura 4-9: Variação de Zinco (mg/kg) no sedimento das estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	56
Figura 4-10: Variação de Arsênio (mg/kg) no sedimento das estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	57
Figura 4-11: Variação de Ferro (mg/kg) no sedimento das estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	58
Figura 4-12: Variação de Alumínio (mg/kg) no sedimento das estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	59
Figura 4-13: Variação de Manganês (mg/kg) no sedimento das estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	60
Figura 4-14: Variação de COT (%) no sedimento das estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.....	61
Figura 4-15: Variação de Nitrogênio total (mg/kg) no sedimento das estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	62
Figura 4-16: Variação de Fósforo total (mg/kg) no sedimento das estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	63
Figura 4-17: Variação da Soma dos HPA ($\mu\text{g/kg}$) no sedimento das estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 3-1: Coordenadas dos pontos da malha amostral.....	9
Tabela 3-2: Especificação dos métodos para análises dos parâmetros em laboratório. (Continua).....	11
Tabela 3-3: Especificação dos métodos para análises dos parâmetros em laboratório.	12
Tabela 3-4: Parâmetros orgânicos analisados e registrados abaixo do LQ em todas as campanhas.	36
Tabela 3-5: Parâmetros orgânicos analisados e registrados abaixo do LQ em todas as campanhas.	37
Tabela 3-6: Resultados dos ensaios ecotoxicológicos com as amostras de água, obtidas na área de estudo.	43
Tabela 4-1: Coordenadas dos pontos da malha amostral para o monitoramento da qualidade do sedimento.	45
Tabela 4-2: Especificação dos métodos para análises dos parâmetros em laboratório.	46
Tabela 4-3: Estatística descritiva dos HPA na área marinha do entorno do empreendimento.	64
Tabela 4-4: Resultados dos ensaios ecotoxicológicos com as amostras de elutriato, obtidas a partir do sedimento da área de estudo.	66

LISTA DE ANEXOS

ANEXO I: EIA/RIMA, 2011: Caracterização dos Materiais a serem Dragados

ANEXO II: EIA/RIMA, 2011: Qualidade do Sedimento Marinho

ANEXO III: RCA, 2017: Caracterização do Material a ser Dragado

1 IDENTIFICAÇÃO

1.1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

IMETAME LOGÍSTICA PORTO

Localização: Rodovia ES 010, KM 58, Barra do Riacho, Aracruz/ES.

1.2 EMPREENDEDOR

NOME: IMETAME LOGÍSTICA PORTO S.A

CNPJ: 11.415.965/0001-70

ENDEREÇO: Rodovia ES 010, KM 58, Barra do Riacho, Aracruz/ES.

1.2.1 REPRESENTANTE LEGAL

NOME: Sergio Fantini de Oliveira

TEL: (27) 99602-8521

CPF: 076.276.218-79

2 INTRODUÇÃO

Localizada na ES-010, na cidade de Aracruz, Espírito Santo, próxima a importantes centros consumidores do país, e da capital capixaba, Vitória/ES. O empreendimento tem localização privilegiada, está incluída na área da SUDENE, uma região pouco adensada com instalações portuárias em operação e infraestrutura de acesso rodoviário com eficiência logística para as demandas do setor produtivo do nosso país.

Com conceito multi-propósito, o porto está modelado para atender aos mais diversos setores produtivos em serviços de apoio à importação e exportação de cargas diversas, como também embarque e desembarque de containers, carga geral, veículos, carga de projeto, granéis sólidos, líquidos e gasosos, e apoio offshore.

A atividade de dragagem, a que se refere o presente documento, está chancelado pela Licença de Instalação nº 040/2018, emitida pelo Instituto Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo (IEMA), subsidiada através da análise do Estudo de Impacto Ambiental (EIA/RIMA, 2011) e Relatório de Controle Ambiental (RCA, 2017).

Todo o layout de dragagem do empreendimento (dársena, bacia de manobra e canal de acesso), até as profundidades do projeto original, consta na abrangência da LI nº 040/2018, determinada através da condicionante nº 02 e que o presente pleito se refere a destinação do material, antes definido para deposição em bota-fora terrestre, para o bota-fora marinho.

A seguir, são apresentados os resultados obtidos através dos monitoramentos de água e sedimento, realizados ao longo da instalação do empreendimento, a fim de demonstrar a ausência de alteração da qualidade ambiental, advinda da atividade de dragagem, e consequentemente, ausência de contaminantes no pacote sedimentar de interesse.

3 MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUA MARINHA

As práticas relacionadas ao monitoramento de qualidade de água incluem a coleta de dados e de amostras de água em pontos pré-determinados, realizadas em intervalos regulares de tempo, de modo a gerar informações que possam ser utilizadas para a definição das condições presentes da área de estudo.

Os resultados foram obtidos durante as campanhas do **Programa de Monitoramento de Qualidade da Água Marinha**, realizadas ao longo da implantação do empreendimento Imetame Logística Porto, em atendimento a condicionante nº 33 da Licença de Instalação nº 040/2018. As amostragens foram realizadas na superfície e fundo dos pontos amostrais, utilizando garrafa do tipo *Van Dorn*. As amostras foram acondicionadas em frascaria, conservadas em gelo e encaminhadas para análise em laboratório acreditado pelo INMETRO.

Os parâmetros físico-químicos utilizados para caracterizar as massas d'água da região monitorada foram obtidos durante as campanhas **realizadas em julho de 2020 (background), setembro de 2021 a setembro de 2022 (instalação sem dragagem) e outubro de 2022 a janeiro de 2025 (instalação com dragagem)**. Na **Tabela 3-1 e Figura 3-1** são apresentadas as coordenadas dos pontos amostrados.

Tabela 3-1: Coordenadas dos pontos da malha amostral.

LOCAL	PONTO	Coordenadas UTM - DATUM SIRGAS 2000	
		E	S
REBIO de Comboios	CO1	389706	7808336
REBIO de Comboios	CO2	390919	7809029
REBIO de Comboios	CO3	390379	7808143
RVS de Santa Cruz	RVS1	384043	7790616
RVS de Santa Cruz	RVS2	390338	7791253
RVS de Santa Cruz	RVS3	386303	7787608
APA Costa das Algas	APA1	388985	7794893
APA Costa das Algas	APA2	386937	7794575
APA Costa das Algas	APA3	387619	7798287
Barra do Sahy	BS1	386895	7801561
Porto	P1	389147	7804511
Porto	P3	390018	7804047
Porto	P4	388988	7802632
Controle	P10	392716	7810905

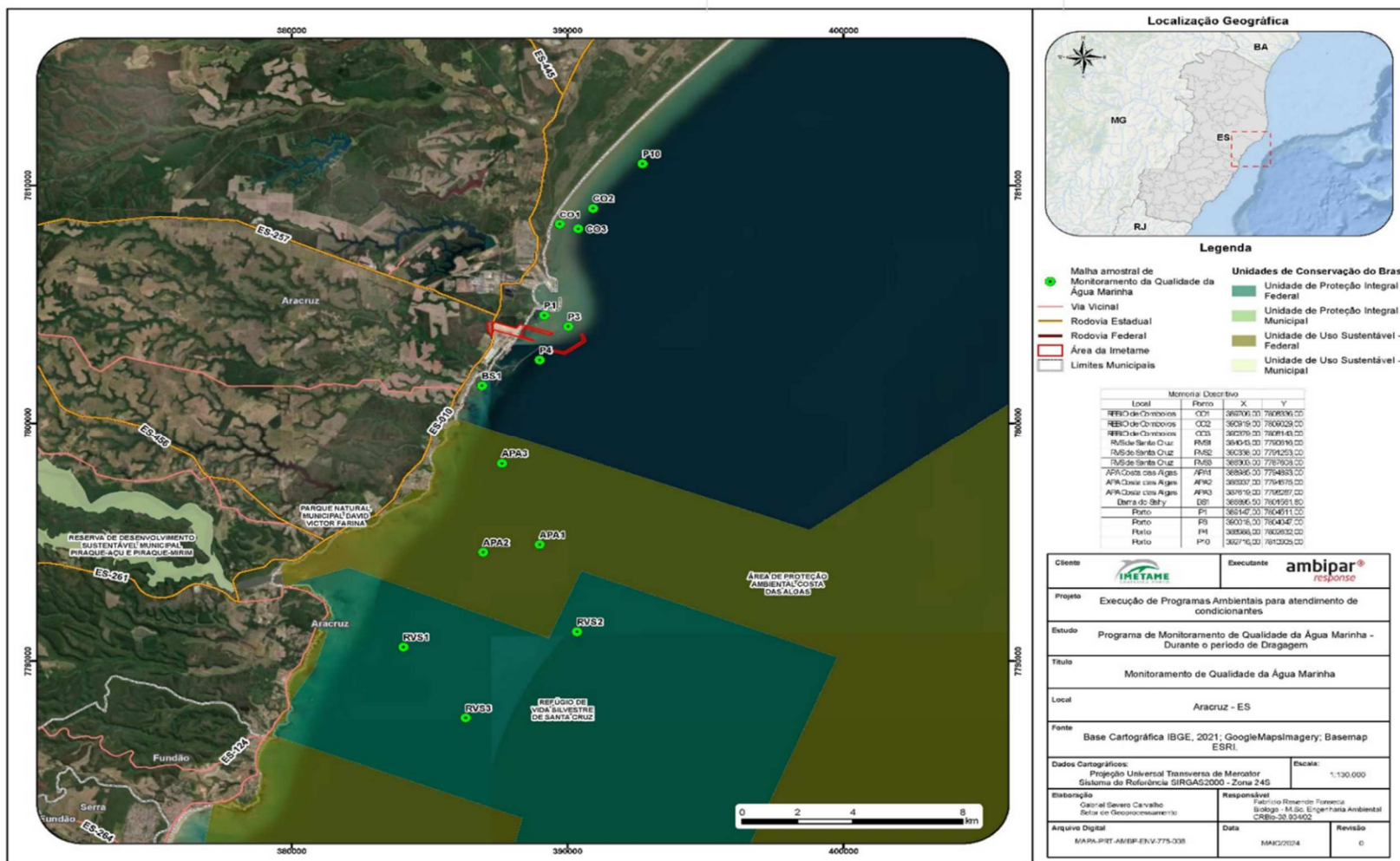


Figura 3-1: Distribuição dos pontos amostrais na área de estudo.

Os métodos de análise laboratoriais foram baseados no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, e metodologias de análise acreditadas pelo INMETRO, segundo Norma ABNT 17.025. A **Tabela 3-2**, apresenta a especificação da metodologia empregada no ensaio de cada parâmetro.

Tabela 3-2: Especificação dos métodos para análises dos parâmetros em laboratório. (Continua)

PARÂMETROS	UNIDADE	LIMITE DE QUANTIFICAÇÃO	RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005	MÉTODO ANALÍTICO
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,005	1,5	SMWW 3125 B
Arsênio Total	mg/L	0,0001	0,00014	SMWW 3125 B
Bário Total	mg/L	0,0005	1,0	SMWW 3125 B
Berílio Total	µg/L	0,2	5,3	SMWW 3125 B
Boro Total	mg/L	0,05	5,0	SMWW 3125 B
Cádmio Total	mg/L	0,0005	0,005	SMWW 3125 B
Chumbo Total	mg/L	0,0002	0,01	SMWW 3125 B
Cianeto Livre	mg/L	0,001	0,001	ASTM D 7237
Cloro residual total	mg/L	0,01	0,01	POP PA 010
Cobre Dissolvido	mg/L	0,005	0,005	SMWW 3125 B
Cromo Total	mg/L	0,0005	0,05	SMWW 3125 B
Ferro Dissolvido	mg/L	0,005	0,3	SMWW 3125 B
Fluoreto Total	mg/L	0,1	1,4	SMWW 4500-F-C
Fósforo Total	mg/L	0,01	0,062	SMWW 3125 B
Polifosfato (como P)	mg/L	0,02	-	SMWW 4500 P - E
Manganês Total	mg/L	0,001	0,1	SMWW 3125 B
Mercúrio Total	mg/L	0,00009	0,0002	EPA 245.7
Níquel Total	mg/L	0,001	0,025	SMWW 3125 B
Nitrato	mg/L	0,05	0,40	POP PA 124
Nitrito	mg/L	0,01	0,07	SMWW 4500 NO2 - B
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,01	0,40	ISO 11732 / SM 4500
Polifosfatos	mg/L	0,02	0,031	SMW 4500 P - E
Prata Total	mg/L	0,0005	0,005	SMWW 3125 B
Resíduos Sólidos	-	-	Ausentes	SMWW 2110
Selênio Total	mg/L	0,001	0,01	SMWW 3125 B
Sulfetos	mg/L	0,0015	0,002	SMWW 4500 S H
Tálio Total	mg/L	0,0005	0,1	SMWW 3125 B
Urânio Total	mg/L	0,00005	0,5	SMWW 3125 B
Zinco Total	mg/L	0,05	0,09	SMWW 3125 B
Aldrin + Dieldrin	µg/L	0,0019	0,0019	EPA 8270E-1,
Benzeno	µg/L	1,1	51	EPA 8260 D
Criseno	µg/L	0,018	0,018	EPA 8270E-1,
Carbaril	µg/L	0,02	0,32	EPA 8270E-1,
Carbono Orgânico	mg/L	0,5	3	SMWW 5310 B e C
Clordano (cis e trans)	µg/L	0,004	0,004	EPA 8270E-1,
Coliformes	NMP/100mL	1,8	1000	SMEWW 9223 A e B
DDT (p,p'- DDT + p,p'-	µg/L	0,001	0,001	EPA 8270E-1,

Tabela 3-3 (continuação): Especificação dos métodos para análises dos parâmetros em laboratório.

PARÂMETROS	UNIDADE	LIMITE DE QUANTIFICAÇÃO	RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005	MÉTODO ANALÍTICO
Demeton (Demeton-O e	µg/L	0,08	0,1	EPA 8270E-1,
Dodecacloropentaciclodecano	µg/L	0,001	0,001	EPA 8270E-1,
Endossulfan (a,b e sulfato)	µg/L	0,01	0,01	EPA 8270E-1,
Edrin	µg/L	0,004	0,004	EPA 8270E-1,
Etilbenzeno	µg/L	1,1	25,0	EPA 8260 D
Índice Fenóis	µg/L	1	60,0	ISO 14402
Gution	µg/L	0,005	0,01	EPA 8270E-1,
Heptacloro epóxido + Heptacloro	µg/L	0,001	0,001	EPA 8270E-1,
Lindano (g-HCH)	µg/L	0,004	0,004	EPA 8270E-1,
Malation	µg/L	0,001	0,1	EPA 8270E-1,
Metoxicloro	µg/L	0,03	0,03	EPA 8270E-1,
Monoclorobenzeno	µg/L	0,5	25,0	EPA 8260 D
Materiais Flutuantes	-	-	Ausentes	SMWW 2110
Óleos e Graxas Visíveis	-	-	Ausentes	SMWW 2110
PCB's – Bifenilas Policloradas	µg/L	0,000064	0,000064	EPA 8270E-1,
Pentaclorofenol	mg/L	0,009	3,0	EPA 8270E-1,
Surfactantes (Substâncias	mg/L	0,1	0,2	POP PA 023
Tolueno	µg/L	1,1	215	EPA 8260 D
Toxafeno	µg/L	0,00003	0,0002	EPA 8081B
Tributilestanho	µg/L	0,003	0,01	POP PA 167
Triclorobenzenos	µg/L	2,2	80,0	EPA 8260 D
Tricloroeteno	µg/L	1,0	30,0	EPA 8260 D
2,4-D	µg/L	0,08	30	EPA 8270E-1,
2,4,5-T	µg/L	0,08	10	EPA 8270E-1,
2,4,5-TP	µg/L	0,08	10	EPA 8270E-1,
Benzidina	µg/L	0,0002	0,0002	EPA 553
Benzo(a)antraceno	µg/L	0,005	0,018	EPA 8270E-1,
Benzo(a)pireno	µg/L	0,005	0,018	EPA 8270E-1,
Benzo(b)fluoranteno	µg/L	0,005	0,018	EPA 8270E-1,
Benzo(k)fluoranteno	µg/L	0,005	0,018	EPA 8270E-1,
2-Clorofenol	µg/L	0,08	150	EPA 8270E-1,
2,4-Diclorofenol	µg/L	0,08	290,0	EPA 8270E-1,
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/L	0,005	0,018	EPA 8270E-1,
1,2-Dicloetano	µg/L	0,03	37	EPA 8260 D
1,1-Dicloroeteno	µg/L	0,03	3,0	EPA 8260 D
3,3-Diclorobenzidina	µg/L	0,028	0,028	EPA 8270E-1,
Hexaclorobenzeno	µg/L	0,00029	0,00029	EPA 8270E-1,
Indeno (1,2,3,cd)pireno	µg/L	0,005	0,018	EPA 8270E-1,
Tetracloroeteno	µg/L	1,1	3,3	EPA 8260 D
Tricloroetano	µg/L	2	-	EPA 8260 D
2,4,6-Triclorofenol	µg/L	0,01	2,4	EPA 8270E-1,

Os parâmetros de qualidade de água foram comparados com os limites legais estabelecidos pela **Resolução CONAMA nº 357/2005**, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, considerando a categoria Águas Salinas Classe I, conforme determina o art. 42º da referida legislação.

A seguir são apresentados os resultados e discussão dos parâmetros analisados ao longo das campanhas de monitoramento.

As variáveis ambientais medidas em *in situ* foram: Condutividade, Oxigênio Dissolvido, Percentual de Oxigênio, pH, Temperatura, Salinidade, Turbidez e Cloro Residual Total. Para tal aferição, foram utilizadas sondas multiparamétricas devidamente calibradas.

3.1 TEMPERATURA, SALINIDADE E CONDUTIVIDADE

A região de estudo é caracterizada por uma circulação oceânica dominada pela Água Costeira (AC) e a Água Tropical (AT). Cada uma delas apresenta um índice termo-halino. Segue uma breve caracterização das massas d'água presentes na região (ASA, 2009).

ÁGUA COSTEIRA (AC): Segundo Aseff (2006), a Água Costeira não apresenta um índice termo-halino constante, pois suas características sofrem variações sazonais de acordo com os aportes continentais e com a influência das águas de origem subantártica. As diferentes classificações dos índices termo-halinos da AC são:

- $T > 15^{\circ} \text{C}$ e $S < 35$ (EMÍLSSON, 1961; MIRANDA, 1982);
- $T = 24^{\circ} \text{C}$ e $S = 34,9$ (CASTRO FILHO et al., 1987);
- $T > 20^{\circ} \text{C}$ e $S < 35,4$ (AIDAR et al., 1993).

ÁGUA TROPICAL (AT): Massa de água quente e salina (com salinidade maior que 36), transportada superficialmente para o sul pela Corrente do Brasil. É formada em baixas latitudes por processos de intensa radiação e excesso de evaporação em relação à precipitação. Ao longo de seu deslocamento para o sul, perde sal e calor à medida que se mistura com outras massas. Geralmente é encontrada no talude, mas pode ocupar a plataforma média e externa durante o verão (ASEFF, 2006). Seguem exemplos de classificação termohalina da AT.

- $T > 20^{\circ} \text{C}$ e $S > 36$ (EMÍLSSON, 1961; MIRANDA, 1982);
- $T = 24^{\circ} \text{C}$ e $S = 37$ (CASTRO FILHO et al., 1987);
- $T > 20^{\circ} \text{C}$ e $S > 36$ (STRAMMA & ENGLAND, 1999).

A temperatura apresentou valores normais para a região (**Figura 3-2**), com médias mais elevadas nas campanhas de novembro/21 ($25,4^{\circ}\text{C}$), junho/22 ($25,4^{\circ}\text{C}$), abril/23

(25,2°C), março/24 (25,2°C) e janeiro/25 (26,0°C); enquanto os menores valores foram registrados na campanha de fevereiro/23, com média de 20,3°C.

Com relação à coluna d'água, registra-se um ligeiro declínio nos valores de fundo (1°C em média). De acordo com os monitoramentos realizados na costa de Aracruz entre os anos de 1994 e 2009, a temperatura pode variar entre 18,2 °C a 28,4 °C, sendo o valor médio de 23,1 °C (CEPEMAR, 2010), comportamento compatível com toda variação observada neste monitoramento.

Na costa do Espírito Santo, as temperaturas d'água variam de 25 a 28°C no verão, e de 22,5 a 24,5°C no inverno (REYNOLDS et al., 2007). Temperaturas mais baixas normalmente estão associadas ao processo de ressurgência costeira, que influenciam a porção sul e central do litoral do Espírito Santo, principalmente na primavera e verão. A salinidade varia de 36 a 37 em ambos os períodos. Nos dois conjuntos de dados analisados fica clara a influência da Corrente do Brasil, quente e salina, ao longo da região estudada. Os valores de salinidade mais baixos estão associados aos aportes de águas continentais.

A salinidade e a condutividade também apresentaram valores típicos de zonas costeiras, onde a variação no nível de sais pode estar associada ao sistema de correntes, às taxas de evaporação/precipitação e aos efeitos da sazonalidade em climas tropicais (período seco x período chuvoso). Os dados de salinidade obtidos registraram valores médios entre 33,8 psu (novembro/21) a 39,1 psu (abril/23 e novembro/24), conforme apresentado na **Figura 3-3**. A condutividade seguiu o mesmo padrão de distribuição temporal, com resultados médios variando de 51,7 mS/cm (novembro/21) a 58,9 mS/cm (abril/23) (**Figura 3-4**).

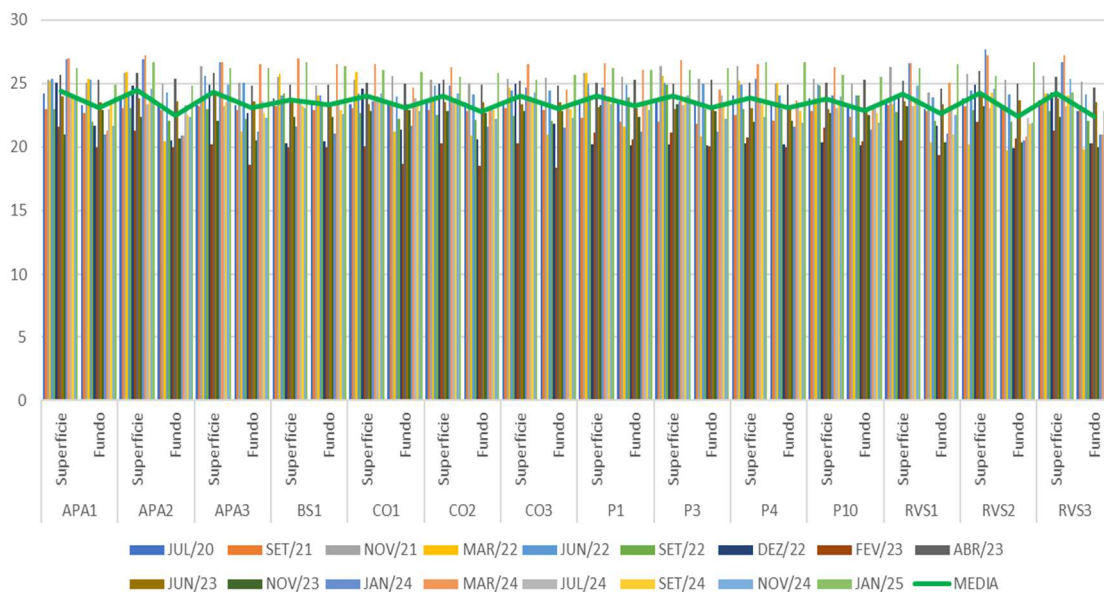


Figura 3-2: Variação da temperatura (°C) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

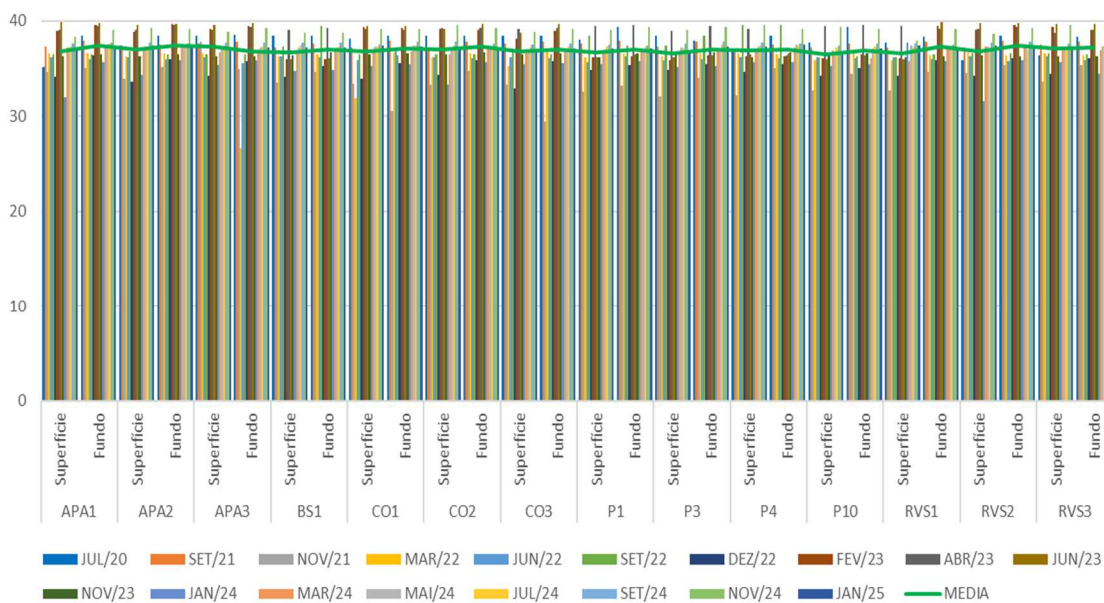


Figura 3-3: Variação da salinidade nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

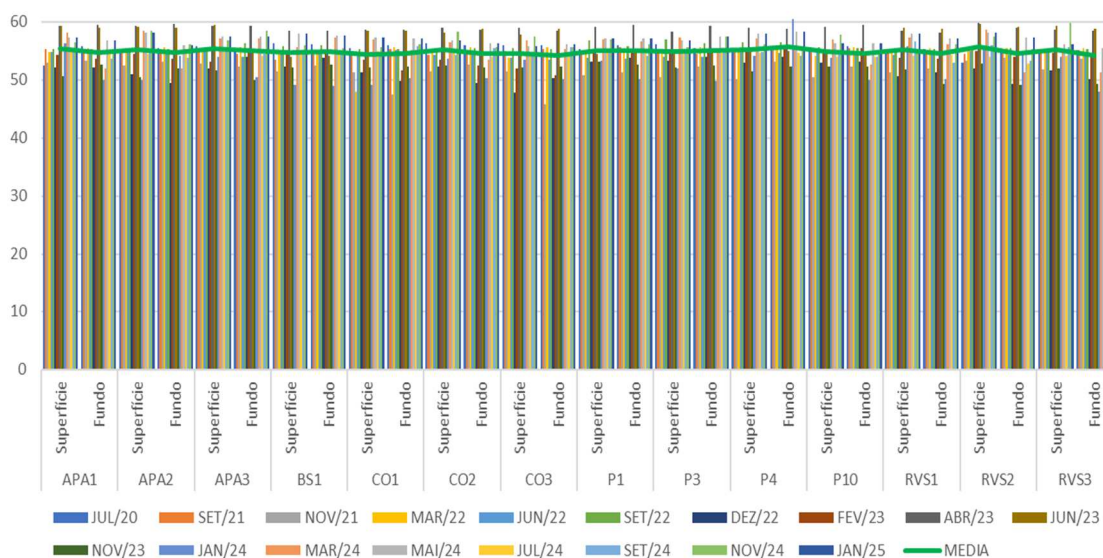


Figura 3-4: Variação da condutividade (mS/cm) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

3.2 OXIGÊNIO DISSOLVIDO

O oxigênio Dissolvido (OD) é um fator limitante para manutenção da vida aquática e de processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais e estações de tratamento de esgotos. Durante a degradação da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo vir a causar uma redução de sua concentração no meio. De maneira geral, valores de oxigênio dissolvido menores que 2 mg/L pertencem a uma condição perigosa, denominado HIPOXIA, ou seja, baixa concentração de Oxigênio dissolvido na água. A concentração de OD na água vai variar de acordo com a temperatura do meio. Águas com temperaturas mais baixas têm maior capacidade de dissolver oxigênio.

Os teores médios de OD se apresentaram satisfatórios em todas as estações e campanhas analisadas, se considerado o limite preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas salinas, classe 1, cujo teor mínimo é de 6,0 mg/L. As concentrações de oxigênio dissolvido estiveram favoráveis à manutenção da vida aquática local. Devido ao significativo conjunto de dados que compõem a série histórica, é possível afirmar que nas águas costeiras da área de influência, os níveis de oxigênio costumam apresentar oscilações, em média, entre 5,0 mg/L (novembro//21) e 7,7 mg/L

(dezembro/22 e janeiro/24) (**Figura 3-5**). Em termos de saturação, o comportamento foi semelhante, com teores médios entre 73,3% e 109,8%.

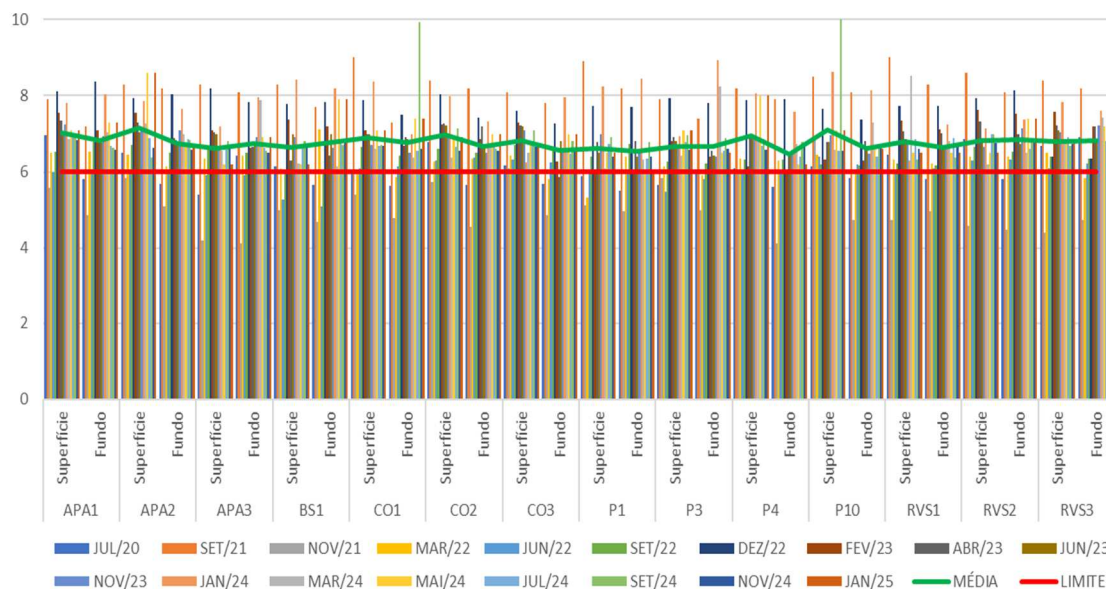


Figura 3-5: Variação da concentração de oxigênio dissolvido (mg/L) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

3.3 TURBIDEZ, TRANSPARÊNCIA E PROFUNDIDADE

O parâmetro **turbidez** passou a ser **monitorado na área de estudo antes do início das atividades de dragagem**. O maior valor médio foi registrado na campanha de novembro/24 (14,6 NTU) influenciado, principalmente pelos resultados registrados no ponto BS1 e nas amostras de fundo dos pontos CO2, CO3 e P4. Excetuando esses resultados pontuais, que podem ter sido influenciados pela ressuspensão de sedimento, os valores médios de turbidez variaram entre 2,09 NTU (março/24) e 9,94 NTU (novembro/23) (**Figura 3-6**). Se considerada a ampla faixa de valores descritos entre 1994 e 2010, nesta área a turbidez já apresentou valores de até 62 NTU, em momentos de mar agitado e ventos fortes (CEPEMAR, 2010); este estudo também indicou que a concentração média de base (*background*) de material em suspensão na região é de 13,5 mg/L a 20 mg/L, o que influencia, significativamente o grau de turbidez local.

A transparência (**Figura 3-7**) também seguiu o retrospecto local, cujos níveis são naturalmente baixos, inclusive pelo aporte de material proveniente dos rios locais e até mesmo da foz do rio Doce. A variação média entre 2,4m (CO1) e 6,1m (RV2) foi ao encontro dos comportamentos descritos para a turbidez e acompanham a aferição da

profundidade média registrada nos pontos amostrais ao longo das campanhas, cujos resultados variaram entre 7,5m (CO1) e 34,2m (RV2) (**Figura 3-8**).

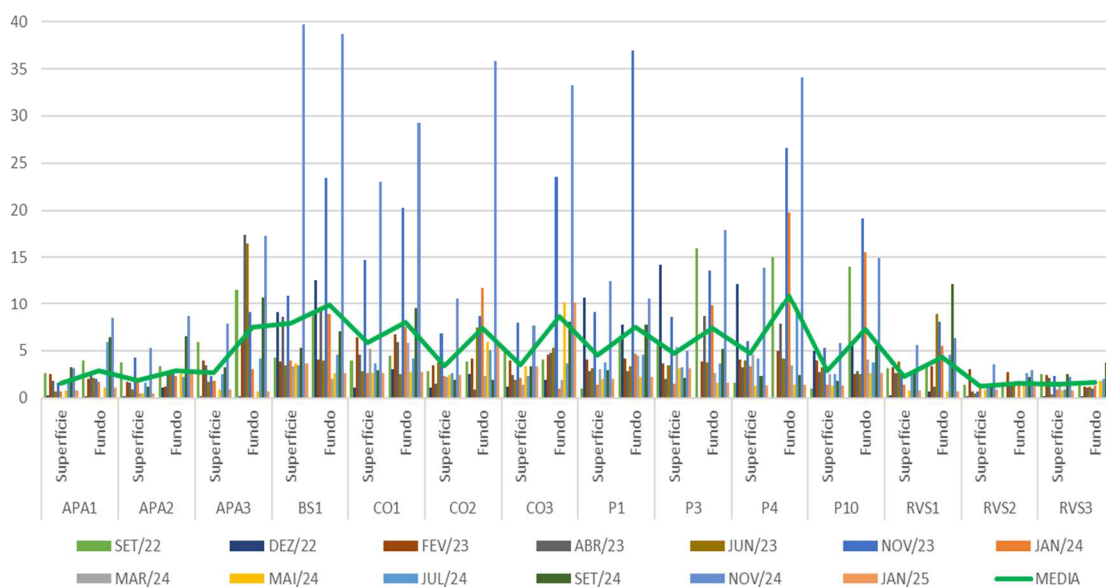


Figura 3-6: Variação da turbidez (NTU) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

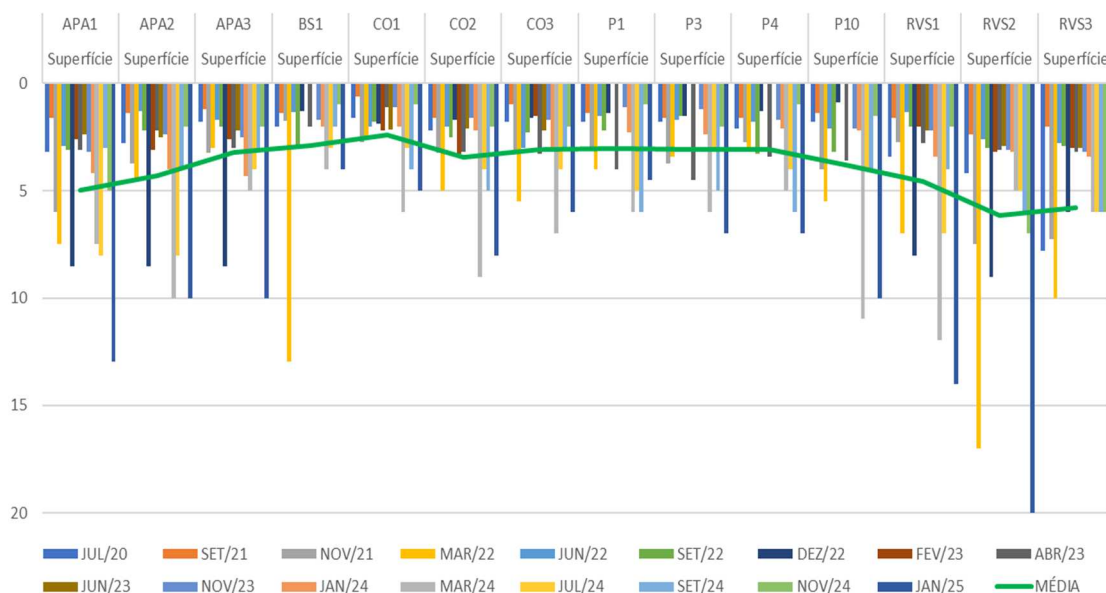


Figura 3-7: Variação da transparência (m) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

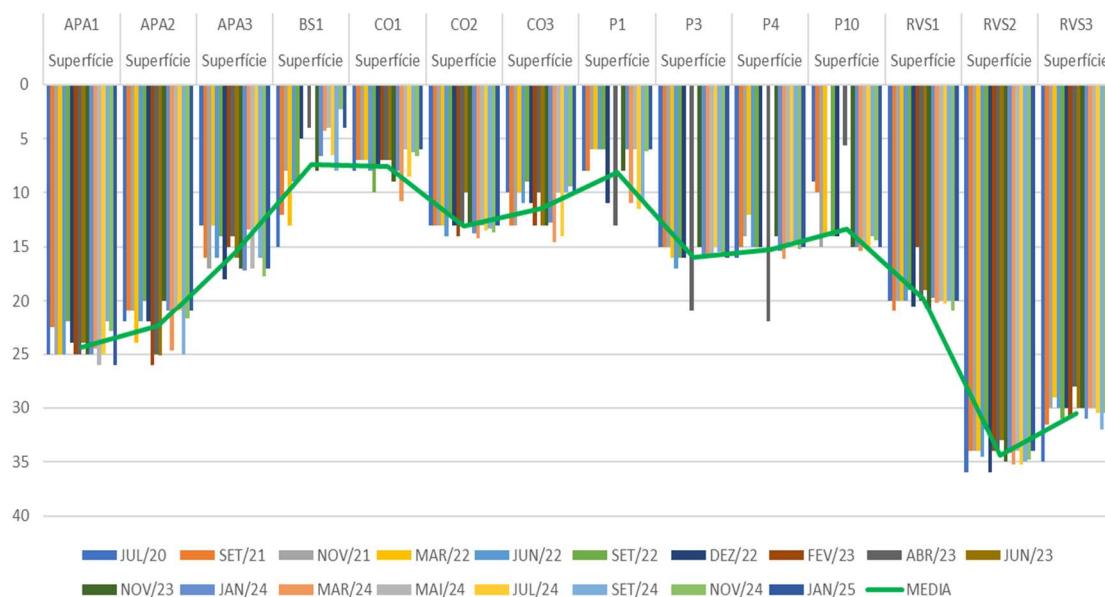


Figura 3-8: Variação da profundidade (m) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

3.4 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO

O pH médio registrado nos pontos amostrais variou entre 8,0 (P10) e 8,2 (RV2). A variação temporal, assim como a espacial, não variou significativamente, com médias entre 7,9 (setembro/22) e 8,3 (março/22). Conforme apresentado na **Figura 3-9**, todos os resultados médios obtidos ao longo das campanhas estiveram dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05 (6,5 a 8,5). Estes valores corroboram com os valores obtidos na região de estudo (CEPEMAR, 2011).

O pH da água do mar varia entre 8,0 e 8,3, com um valor médio de 8,1. No entanto, este valor tem sido decrescendo devido à acidificação dos oceanos, que é causada pelo aumento de dióxido de carbono na atmosfera e que se dissolve no oceano, alterando o seu pH.

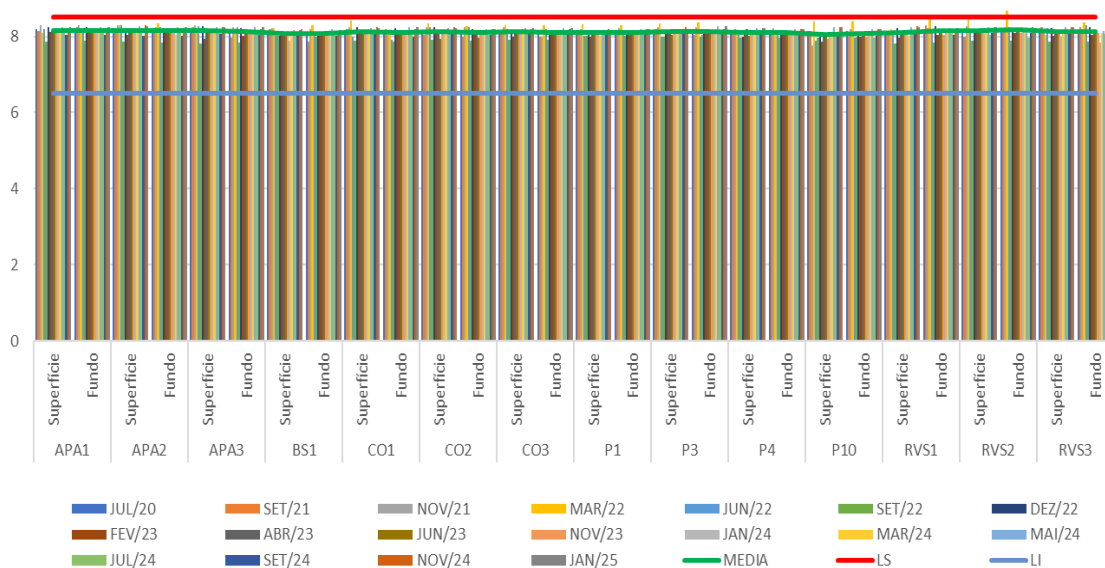


Figura 3-9: Variação do pH nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

3.5 NUTRIENTES

A variação de nutrientes na Bacia do Espírito Santo é condizente com o predomínio de águas oligotróficas, quentes e salinas da Corrente do Brasil nas camadas superficiais, e de águas frias e enriquecidas em nutrientes nas camadas mais profundas (EKAU & KNOPPERS, 1999; GAETA et al., 1999). Cabe destacar que toda a área monitorada apresenta intensa dinâmica oceanográfica que propicia o surgimento de condições específicas à massa d'água local. Existem processos de mesoescala, entre eles o fenômeno da ressurgência, intimamente associados à influência dos ventos e à morfologia do fundo oceânico. Tais movimentos podem gerar alterações na composição física e química da massa d'água, afetando tanto a estrutura quanto a dinâmica das comunidades biológicas locais. Além disso, existem os aportes continentais que também promovem tais alterações.

De um modo geral, as concentrações de nutrientes seguiram o comportamento esperado, de baixos valores em toda coluna d'água.

O nitrogênio amoniacal é formado por decomposição de matéria orgânica e processos biológicos em ambientes marinhos. Também pode ser proveniente de efluentes industriais, agrícolas e esgoto. Em ambientes marinhos, a amônia é importante para a nutrição do fitoplâncton, mas em excesso pode levar à eutrofização. **As concentrações**

de nitrogênio amoniacal registradas ao longo da instalação do empreendimento ficaram abaixo do limite de quantificação do método analítico (0,1 mg/L até dez/24 e 0,01 mg/L em mai/24 a jan/25) na grande maioria das campanhas e pontos amostrais (**Figura 3-10**). Todos os resultados obtidos estiveram conforme o limite máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05, correspondente a 0,4 mg/L, com exceção de registros pontuais obtidos no fundo da estação RVS2 (5,81 mg/L) na campanha de janeiro/24 e no fundo da estação P4 (0,62 mg/L) na campanha de novembro/24.

O nitrito apresentou concentrações inferiores ao limite de quantificação do método analítico (0,01 mg/L) na grande maioria das amostras analisadas devido, provavelmente, a boa oxigenação local (**Figura 3-11**). Algumas amostras obtidas nas campanhas de setembro/21, novembro/21, junho/22, setembro/22, setembro/24 e novembro/24, apresentaram resultados quantificáveis, variando de 0,01 mg/L a 0,06 mg/L, no entanto, abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 (0,07 mg/L). Apenas uma amostra (P4 fundo) apresentou concentração acima do limite legal, correspondente a 0,16 mg/L, que deve ser analisado com cautela, considerando tratar-se de um registro pontual dentro da série histórica. O nitrito ocorre como composto intermediário na água por ser menos estável durante a redução microbiana. A decomposição de matéria orgânica, como detritos marinhos, também pode gerar amônia, que é posteriormente convertida em nitrito. Valores de até 0,02 mg/L foram observados em áreas não contaminadas da costa capixaba.

O nitrato é um composto químico encontrado naturalmente em pequenas quantidades na água do mar e é essencial para a vida marinha. No entanto, em níveis elevados, pode causar eutrofização e comprometimento da qualidade da água. A principal fonte de nitrato no mar é o escoamento de águas doces, que transportam fertilizantes e dejetos, e também a poluição por efluentes industriais. Na área de estudo, a grande maioria dos resultados foram registrados abaixo dos limites de quantificação dos métodos analíticos utilizados (0,1 mg/L; 0,18 mg/L; 0,2 mg/L; 0,3 mg/L; 0,05 mg/L) e, portanto, em conformidade com o limite preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/05 (0,4 mg/L) (**Figura 3-12**). Dentre os poucos resultados quantificáveis, as concentrações de nitrato variaram de 0,05 mg/L (P3 fundo e P4 superfície na campanha de novembro/24) a 1,1 mg/L (P10 superfície na campanha de setembro/22). Foram obtidos dois registros pontuais acima do limite legal, sendo estes nas amostras de fundo

do ponto P3 na campanha de junho/22 (0,45 mg/L) e superfície do ponto P10 na campanha de setembro/22 (1,1 mg/L). Os resultados obtidos ao longo das campanhas são considerados satisfatórios e não indicam qualquer alteração no meio que pudesse acelerar processos biológicos relacionados à eutrofização.

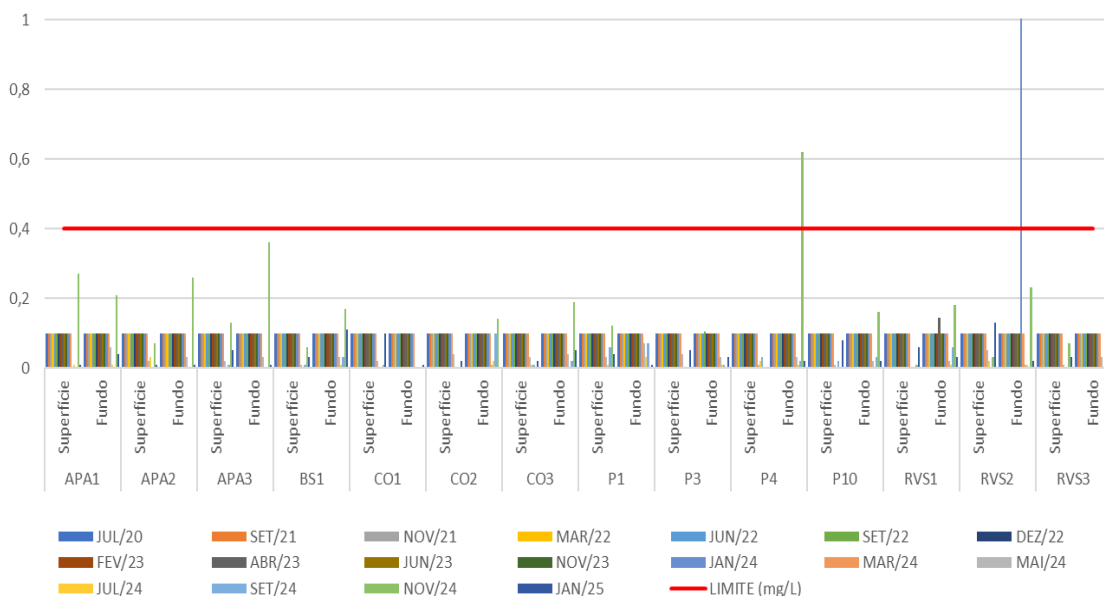


Figura 3-10: Variação de Nitrogênio Amoniacal (mg/L) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

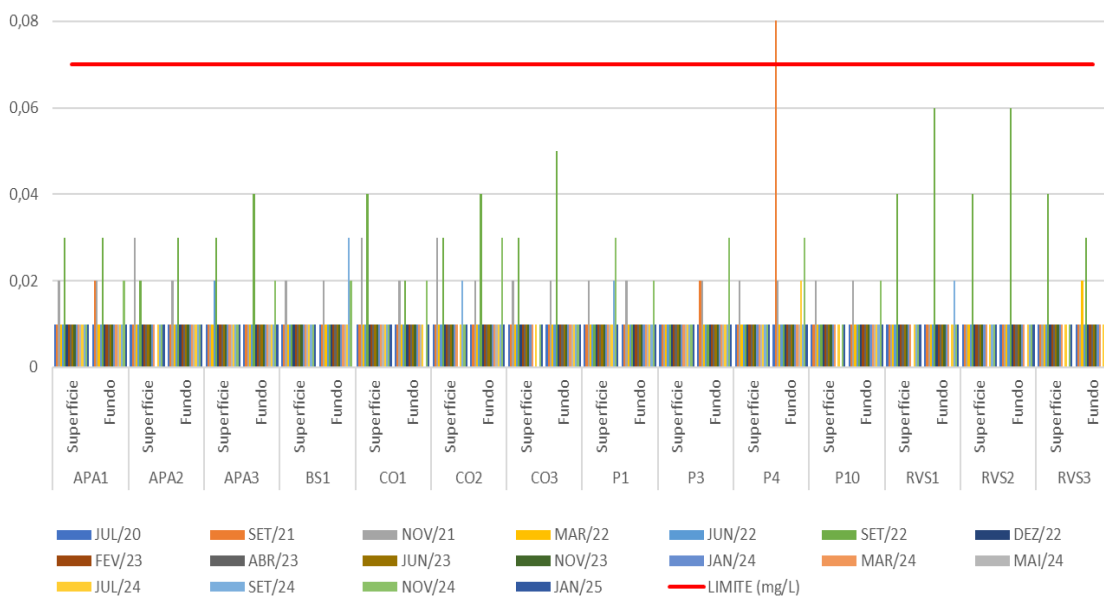


Figura 3-11: Variação de Nitrito (mg/L) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

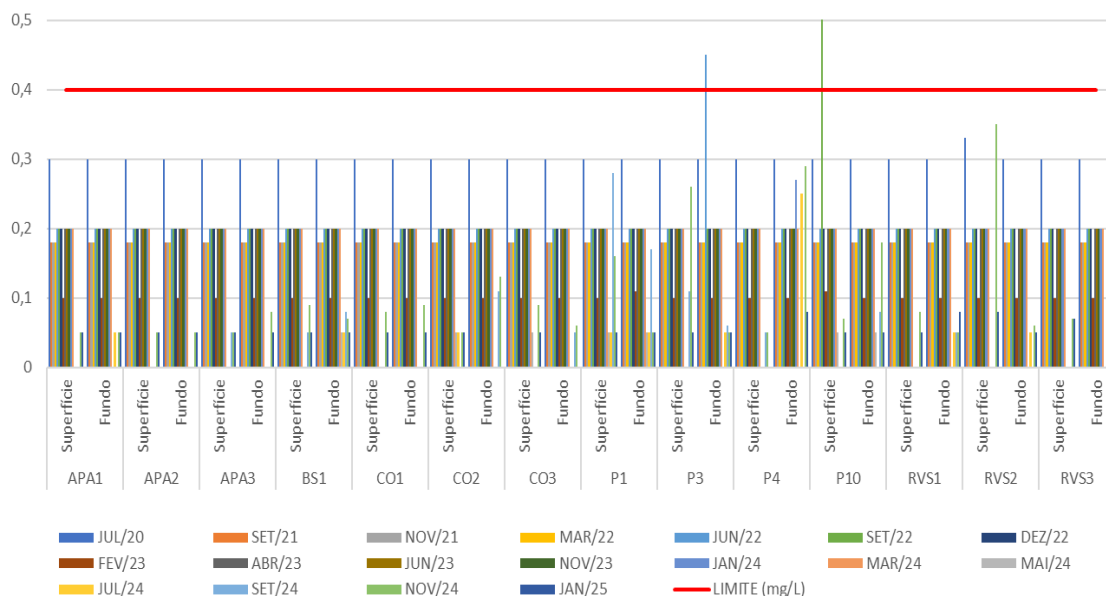


Figura 3-12: Variação de Nitrato (mg/L) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

O fósforo na água do mar está presente principalmente na forma de fosfatos dissolvidos, que são nutrientes essenciais para a flora e fauna marinha. O fósforo é reciclado através da vida marinha e pode ser depositado no sedimento marinho. A principal fonte de fósforo para o oceano é o intemperismo continental, que transporta o elemento através dos rios. As concentrações de fósforo se apresentaram em conformidade com o estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 (0,06 mg/L) em todas as amostras analisadas ao longo das campanhas (**Figura 3-13**). A grande maioria dos resultados se apresentaram abaixo do limite de quantificação do método analítico utilizado (0,05 mg/L e 0,01 mg/L). Apenas uma amostra (RVS1 superfície, em junho/23) apresentou concentração acima do limite legal (0,14 mg/L), o qual deve ser analisado com cautela, considerando tratar-se de um registro pontual dentro da série histórica.

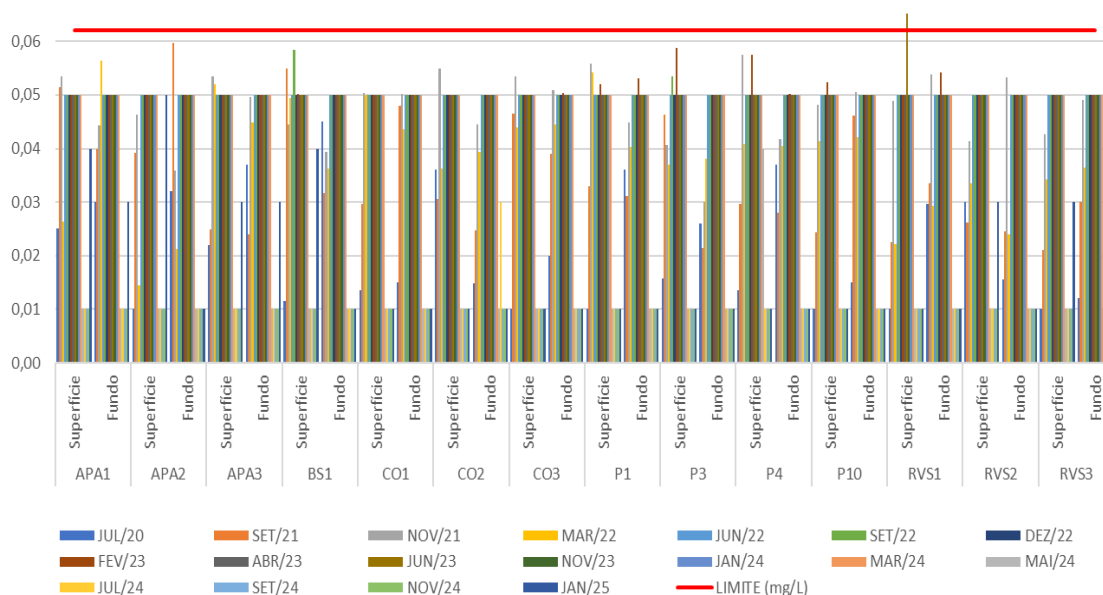


Figura 3-13: Variação de Fósforo (mg/L) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

3.6 COLIFORMES TERMOTOLERANTES

O índice de contaminação bacteriológica, medido através da contagem de coliformes termotolerantes (*E. coli*), mantiveram-se inferiores ao Limite de 1000 NMP/100mL estipulado pela Resolução CONAMA nº 357/05 na maioria das campanhas amostrais (**Figura 3-14**). Apenas nas campanhas de março/22 e dezembro/22 foram registrados valores acima do limite legal relacionados, principalmente nas amostras de fundo, inclusive nos pontos inseridos nas Unidades de Conservação. Na área de estudo, a concentração elevada deste agente biológico pode estar associada, principalmente, ao aporte hídrico dos rios existentes na região: Rio Doce, Rio Riacho e Rio Piraque-Açu.

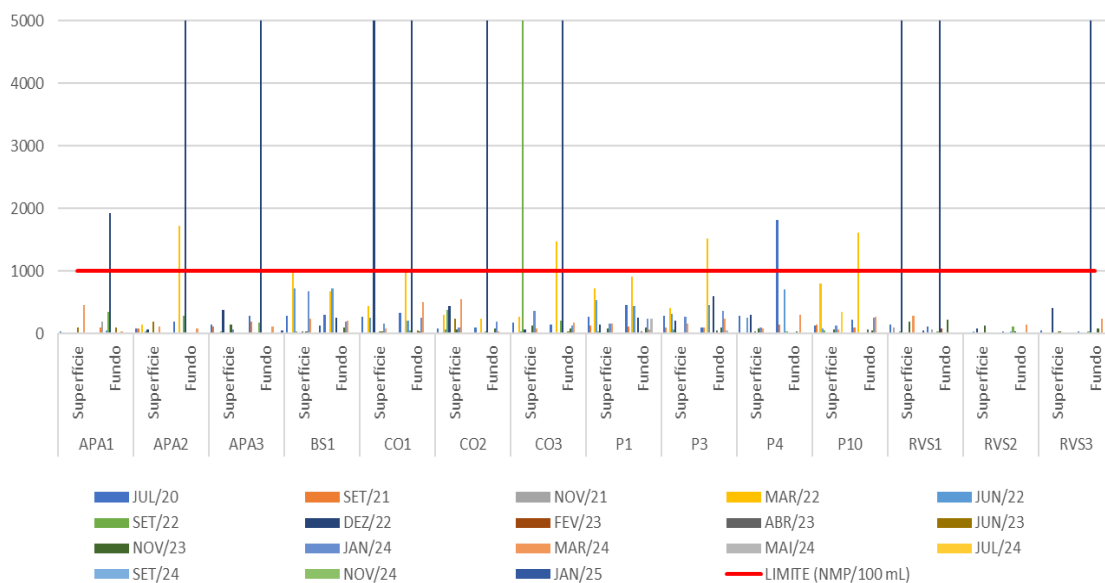


Figura 3-14: Variação da concentração de *E. coli* (mg/L) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

3.7 METAIS

A análise de metais na coluna d'água evidenciou a ausência de contaminação na área monitorada. Os parâmetros alumínio dissolvido, arsênio, bário, berílio, boro, cádmio, chumbo, cobre dissolvido, cromo, ferro dissolvido, manganês, mercúrio, prata, selênio, níquel, tálio, urânio e zinco apresentaram concentrações adequadas aos padrões previstos na Resolução CONAMA nº 357/05, sendo a maioria deles registrados abaixo do limite de quantificação (LQ) do método analítico utilizado em todas as campanhas (Cd, Pb, Cu, Cr, Hg, Ni, Tl e Zn).

O alumínio é um elemento natural presente na água do mar e pode ser adicionado através de processos de tratamento, como a utilização de sulfato de alumínio como agente floculante. No ambiente marinho, o alumínio dissolvido geralmente ocorre em baixas concentrações, variando de 0,001 a 0,05 mg/L em águas com pH próximo ao neutro; em águas mais ácidas ou ricas em matéria orgânica, as concentrações podem aumentar para 0,5 a 1,0 mg/L. Na área de estudo, o alumínio dissolvido apresentou resultados quantificáveis em quase todas as campanhas e pontos amostrais, no entanto, bem inferior ao limite legal estabelecido (**Figura 3-15**). Entre as campanhas, as concentrações médias variaram de 0,005 mg/L (jun/23) a 0,131 mg/L (nov/24). Resultados pontuais mais elevados, porém, dentro do limite legal, foram registrados nos pontos CO1, P1, P10 e RVS3, em campanhas distintas.

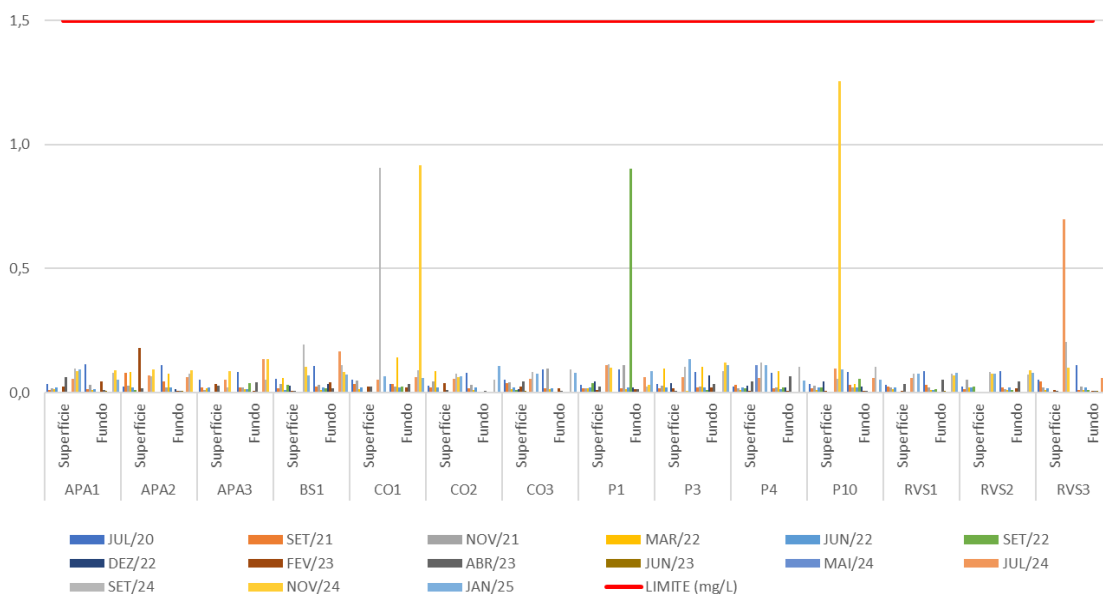


Figura 3-15: Variação de Alumínio dissolvido (mg/L) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

O elemento arsênio foi registrado abaixo do LQ (0,01 mg/L e 0,0025 mg/L) em todas as amostras obtidas nas campanhas realizadas entre julho/20 a março/24; em junho/22 foram obtidos resultados quantificáveis, com média de 0,0029 mg/L entre os pontos amostrais e, portanto, em conformidade com o padrão estabelecido pela legislação (0,01 mg/L). Entre maio/24 e janeiro/25, com a redução do LQ do método analítico utilizado para 0,0001 mg/L, foram registradas concentrações médias variando de 0,0001 mg/L em novembro/24 a 0,0017 mg/L em maio e setembro/24, ainda bem inferior ao limite legal estabelecido (**Figura 3-16**). O arsênio está presente naturalmente na água do mar, dissolvido de rochas e minerais, característica da região de interesse desse estudo.

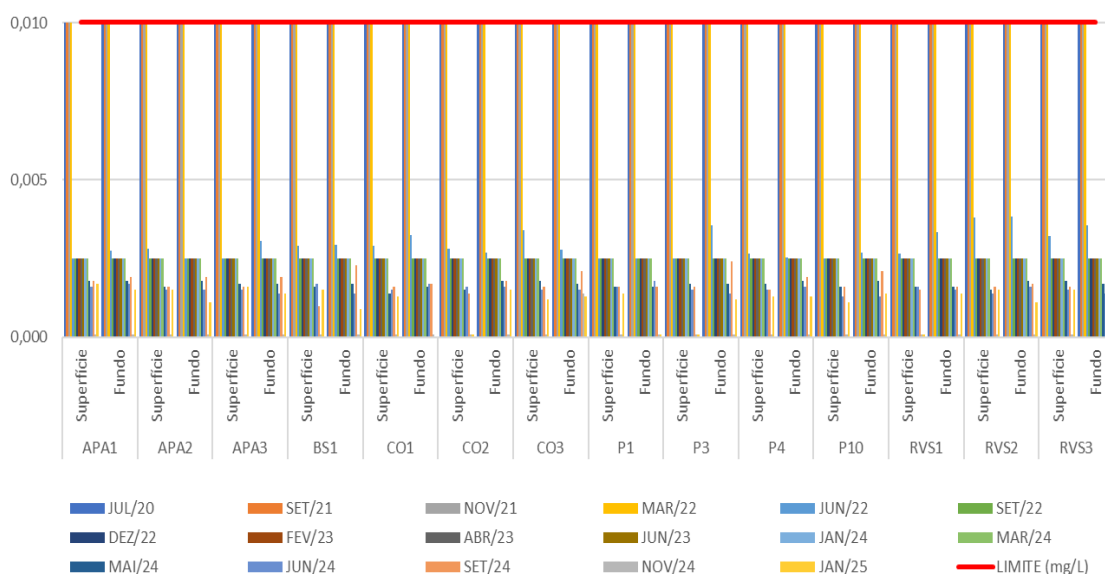


Figura 3-16: Variação de Arsênio total (mg/L) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

O bário (**Figura 3-17**) apresentou resultados abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 (1,0 mg/L) em todas as campanhas e pontos amostrais. O bário ocorre naturalmente na água do mar, e sua concentração depende da lixiviação de rochas e do teor de bário no solo.

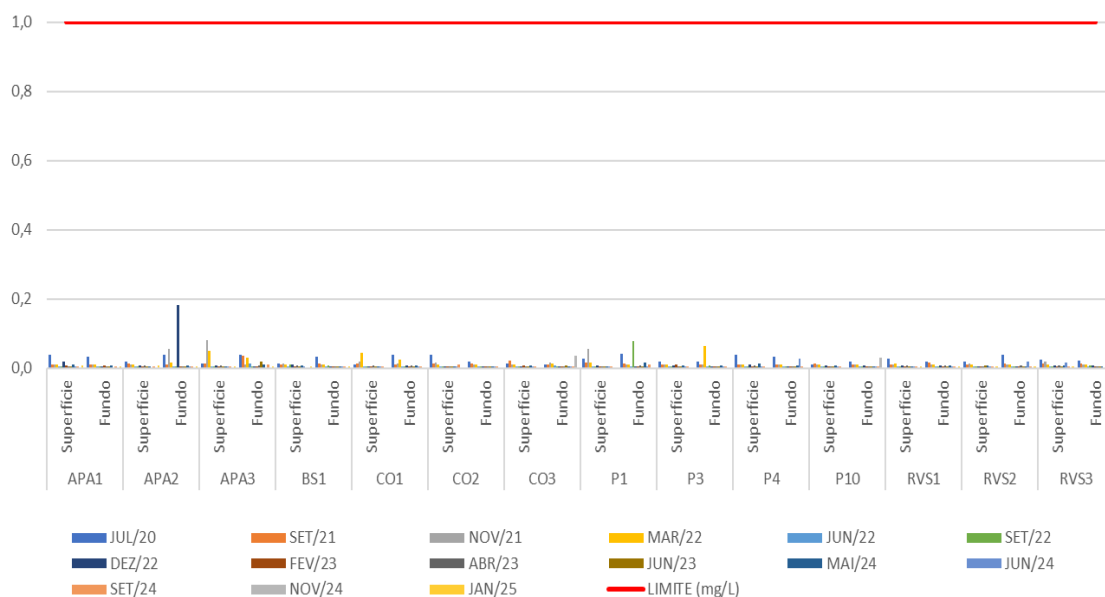


Figura 3-17: Variação de Bário (mg/L) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

O boro é um elemento químico naturalmente presente na água do mar, com uma concentração média de 5 mg/L. Sua presença é proporcional à salinidade. As fontes antrópicas deste composto estão associadas a sistemas de tratamento de efluentes, de sabões e detergentes, e de fertilizantes agrícolas. Na área de estudo, o boro foi registrado em conformidade com o limite legal (5,0 mg/L) em todas as amostras, exceto por resultados pontuais registrados em dezembro/22 (BS1), fevereiro/23 (BS1), junho/24 (APA2, BS1, CO2, P1, RVS3), janeiro/25 (APA1, BS1, CO2, P1, RVS1 e RVS2) (Figura 3-18). As concentrações médias variaram entre 2,27 mg/L na campanha de julho/20 a 4,56 mg/L na campanha de janeiro/25. Entre os pontos amostrais, os resultados médios variam de 2,19 mg/L (CO1) a 3,45 mg/L e 3,46 mg/L (BS1 e P10, respectivamente).

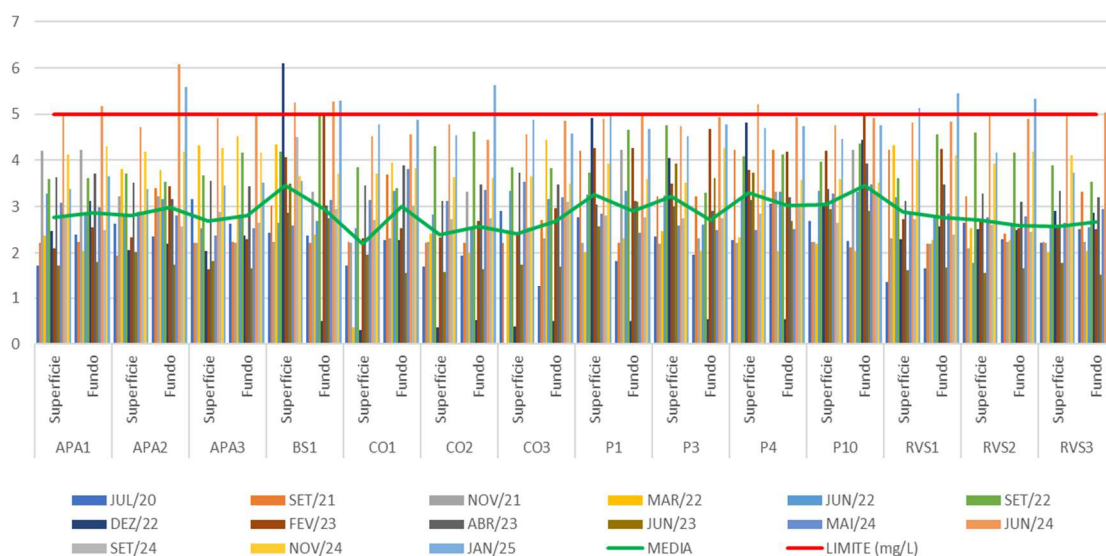


Figura 3-18: Variação de Boro (mg/L) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

O berílio apresentou resultados abaixo dos limites de quantificação do método utilizado (5,0 mg/L entre julho/20 e junho/23; 0,2 mg/L entre maio/24 a janeiro/25) em todas as campanhas e pontos amostrais, exceto na campanha de setembro/24, onde os valores quantificáveis variaram de 0,3 mg/L (CO1 fundo) a 4,4 mg/L (P1 superfície), no entanto, todos se mantiveram em conformidade com o limite legal (5,3 mg/L). O berílio é um elemento químico relativamente raro que está presente em quantidades muito pequenas na água do mar. Ele se encontra em forma de íons e não reage com a água. Em águas oceânicas compostos insolúveis de berílio podem permanecer suspensos por algumas

centenas de anos antes de se depositarem no fundo do oceano. A principal fonte natural deste composto está relacionada a erosão de rochas e minerais que contêm berílio.

O ferro dissolvido no ambiente marinho é crucial para a produção primária, especialmente no fitoplâncton, que o usa para a fotossíntese e outras funções biológica, sendo este elemento fundamental para a ciclagem de carbono. A principal entrada do Fe no sistema marinho é por meio da poeira dos continentes presentes na atmosfera, seguida pelo aporte dos rios e fontes hidrotermais. Na região marinha do entorno do empreendimento, as concentrações de ferro dissolvido se apresentaram em conformidade com a legislação (0,3 mg/L), exceto pelo valor pontual registrado na superfície do ponto P10, somente na campanha de julho/24, sendo este registro outlier desconsiderado para obtenção dos valores médios (**Figura 3-19**); as concentrações médias variaram de 0,052 mg/L (APA3 superfície) a 0,08 mg/L (P3 superfície); entre as campanhas, a menor concentração média foi obtida em julho/24 (0,002 mg/L) e a maior em setembro/21 (0,16 mg/L).

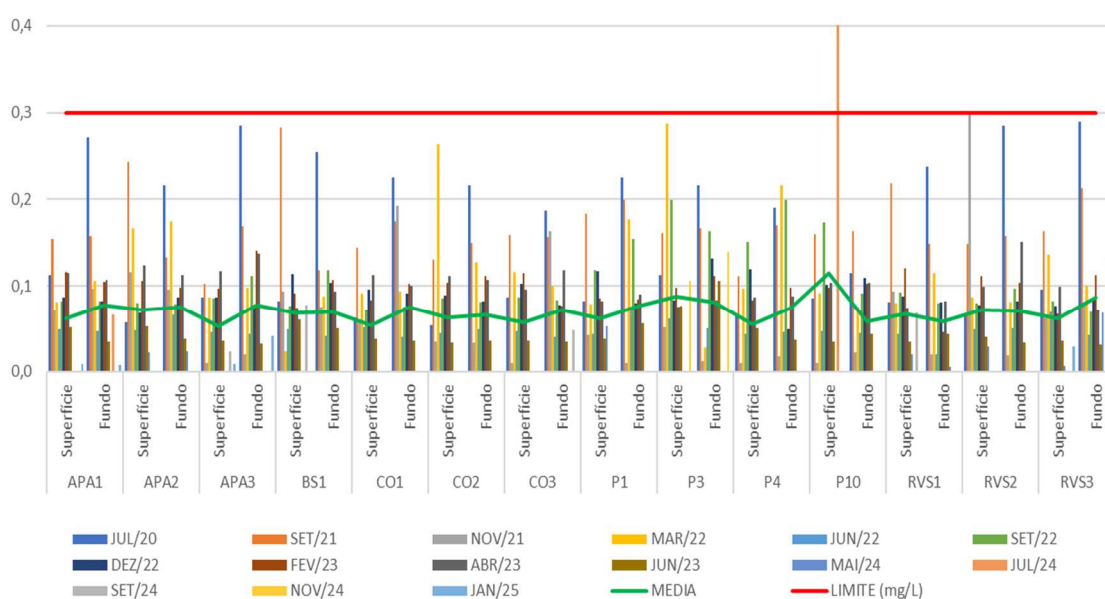


Figura 3-19: Variação de Ferro dissolvido (mg/L) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

O manganês apresentou resultados abaixo do limite (0,1 mg/L) preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/05 em todas amostras analisadas, com exceção de valores pontuais registrados no fundo de CO3, na campanha de novembro/21 (0,18 mg/L) e na superfície do ponto APA1 (0,16 mg/L), na campanha de dezembro/22 (**Figura 3-20**). A

menor concentração média foi registrada na campanha de janeiro/25 (0,001 mg/L) e a maior em novembro/21 (0,034 mg/L). Entre os pontos amostrais, os menores valores médios foram obtidos nas amostras de fundo do RVS2 (0,009 mg/L) e RV3 (0,008 mg/L), enquanto as maiores foram obtidas nas amostras de APA1 superfície (0,022 mg/L) e CO3 fundo (0,025 mg/L). O manganês é um elemento químico naturalmente presente no ambiente marinho, tanto em forma dissolvida quanto em depósitos sedimentares. Ele pode ser encontrado em nódulos polimetálicos no fundo do mar, em crostas de ferromanganês e em sedimentos de diferentes tipos. Na água, o manganês ocorre nas formas dissolvida e suspensa, que variam conforme o pH e o potencial redox. Processos naturais e a atividade humana são capazes de modificar compostos de manganês. O Mn inorgânico (retirado de rochas) é usado na fabricação de ligas metálicas, especialmente aços, em pilhas, palitos de fósforo, vidros, fogos de artifício, na indústria química, de couro e têxtil, e como fertilizante.

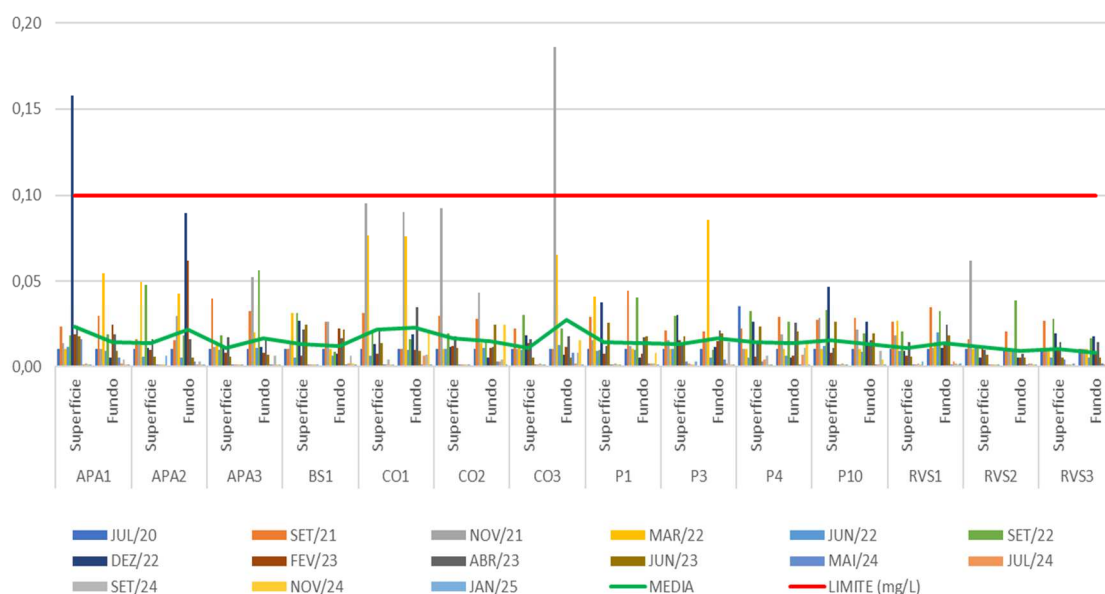


Figura 3-20: Variação de Manganês (mg/L) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

A prata (Ag) no ambiente marinho ocorre de forma natural e também pode ser introduzido por fontes antrópicas. Ela entra no oceano por meio de processos naturais, como o desgaste das rochas (intemperismo), e também pela liberação de efluentes domésticos e industriais, e mineração. Na área de estudo, este metal foi registrado abaixo do limite de quantificação (0,005 mg/L e 0,0025 mg/L) do método analítico nas campanhas realizadas entre julho/20 e abril/23. Nas amostras obtidas no monitoramento

de junho/23 foram registrados valores quantificáveis, variando de 0,0033 mg/L (P1 fundo) a 0,0044 mg/L (CO3 superfície); a concentração média na campanha foi de 0,0038 mg/L. Durante as campanhas realizadas entre maio/24 e janeiro/25 este composto não foi detectado nas amostras (0,0 mg/L). A Resolução CONAMA nº 357/05 estabelece limite de concentração de 0,005 mg/L de prata em Águas Salinas Classe 1, desta forma, toda a série histórica de resultados se encontra em conformidade legal.

O selênio foi registrado em concentrações abaixo do limite de quantificação (0,005 mg/L e 0,0025 mg/L) do método analítico utilizado nas campanhas realizadas entre julho/20 e junho/23, bem como nas campanhas de julho/24 (exceto as amostras de P1 fundo e P3 superfície que apresentam concentração de 0,002 mg/L) e janeiro/25. Em maio/24 e setembro/24 os valores quantificáveis registraram média de 0,002 mg/L e 0,004 mg/L, respectivamente e, portanto, abaixo do limite determinado pela Resolução CONAMA nº 357/05 (0,01 mg/L). Cabe destacar que, individualmente, todos os resultados da série histórica, se encontram em conformidade legal. O selênio é um nutriente essencial para a saúde de muitos organismos marinhos, incluindo peixes, algas e crustáceos, mas sua concentração excessiva pode ser tóxica. Este composto dissolvido na água do mar provem da erosão de rochas e solos e também pode ser introduzido a partir do lançamento de efluentes industriais, agricultura, e fontes atmosféricas

O urânio, metal radioativo e naturalmente abundante na Terra, ocorre em baixas concentrações em rochas, solo e água, incluindo o ambiente marinho. A contaminação por atividades humanas, ocorre através da exploração de minério de urânio ou testes nucleares. Na área de interesse deste estudo, foram registradas concentrações abaixo do limite de quantificação (0,01 mg/L e 0,0025 mg/L) do método analítico utilizado, nas campanhas realizadas entre julho/20 e março/22, bem como na grande maioria das amostras obtidas entre as campanhas de junho/22 e junho/23. Entre maio/24 e janeiro/25, os valores quantificáveis registraram média variando de 0,0013 mg/L (nov/24) e 0,0038 mg/L (set/24). Todos os resultados obtidos ao longo dos monitoramentos se encontram em conformidade com a legislação, bem abaixo do limite preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, de 0,5 mg/L (**Figura 3-21**).

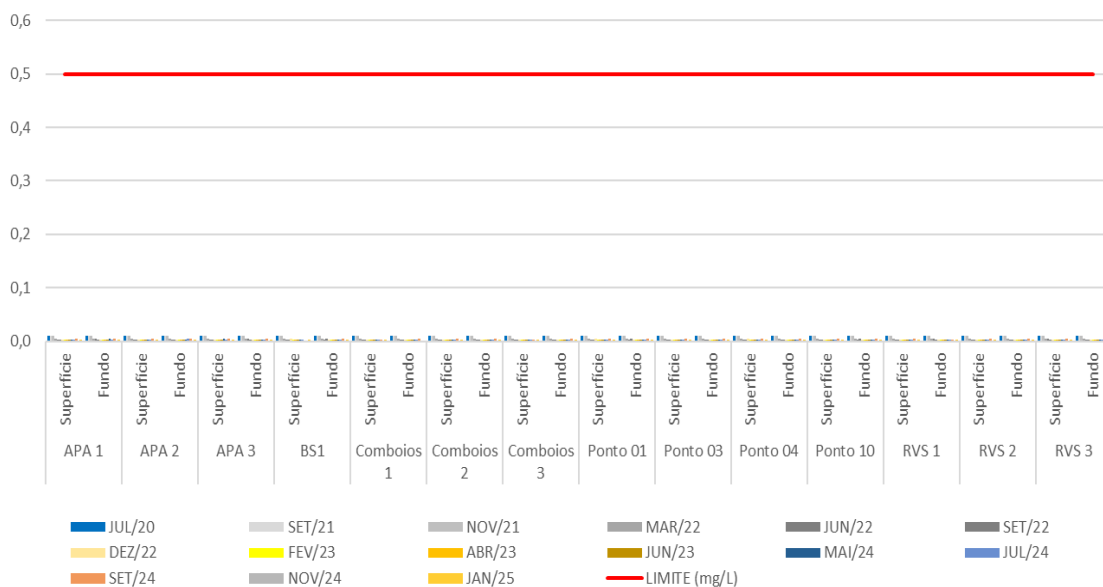


Figura 3-21: Variação de Urânio (mg/L) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

3.8 COMPOSTOS INORGÂNICOS

Cianeto livre e sulfetos foram registrados abaixo do limite de quantificação (LQ) dos métodos analíticos utilizados (0,001 mg/L e 0,002 mg/L, respectivamente) em todas as amostras das campanhas realizadas entre julho/20 e junho/23; entre maio/24 e janeiro/25, esses compostos não foram detectados (0,0 mg/L) nas amostras dos pontos de monitoramento e, portanto, toda série histórica sem encontra em conformidade com os limites legais estabelecidos.

O cianeto é altamente tóxico para os organismos aquáticos, interferindo no transporte de oxigênio e causando a asfixia. A toxicidade do cianeto está diretamente ligada à sua capacidade de dissociação e liberação de íons cianeto livres em solução. As fontes antrópicas de cianeto incluem efluentes industriais, como os de galvanização, têmpera, coque, gás e fundições.

O sulfeto de hidrogênio (H₂S), por sua vez, trata-se de um gás tóxico produzido em condições anaeróbicas, onde há matéria orgânica em decomposição e bactérias redutoras de sulfato. A redução de sulfato é um processo biológico importante que ocorre em águas marinhas e sedimentos, no qual o sulfato é convertido em H₂S. Os sulfetos têm várias aplicações industriais, incluindo na fabricação de papel, no tratamento de couro e na inativação de metais pesados.

O fósforo, na forma de fosfato, é um nutriente essencial para a vida marinha, sendo incorporado por organismos como o fitoplâncton para a construção de biomoléculas como ATP, fosfolipídios e ácidos nucleicos., no entanto, em excesso, podem causar eutrofização do ambiente, levando à privação de oxigênio para outros organismos, incluindo peixes e invertebrados marinhos. As principais fontes de polifosfato no ambiente marinho são: intemperismo continental que leva ao transporte de fósforo através de bacias hidrográficas, deposição de fósforo por aerossóis e poeira mineral, além de fontes antropogênicas como efluentes doméstico, industriais e agrícolas. Na área de estudo, os polifosfato foram registrados nas campanhas realizadas entre julho/20 e novembro/23, com grande frequência, abaixo do LQ (0,01 mg/L); os valores quantificáveis foram pontuais e variaram entre 0,01 mg/L e 0,02 mg/L, portanto, abaixo do limiar máximo (0,031 mg/L) estabelecido pela legislação pertinente. Entre as campanhas de maio e setembro/24, grande parte das amostras não registraram concentrações deste composto (0,0 mg/L), no entanto, setembro/24 registrou alguns valores outliers, ligeiramente acima do limite nos pontos CO2, CO3, P1 e RVS1 (**Figura 3-22**); em novembro/24 e janeiro/25 nenhuma amostra apresentou concentração de polifosfato (não detectado = 0,0 mg/L).

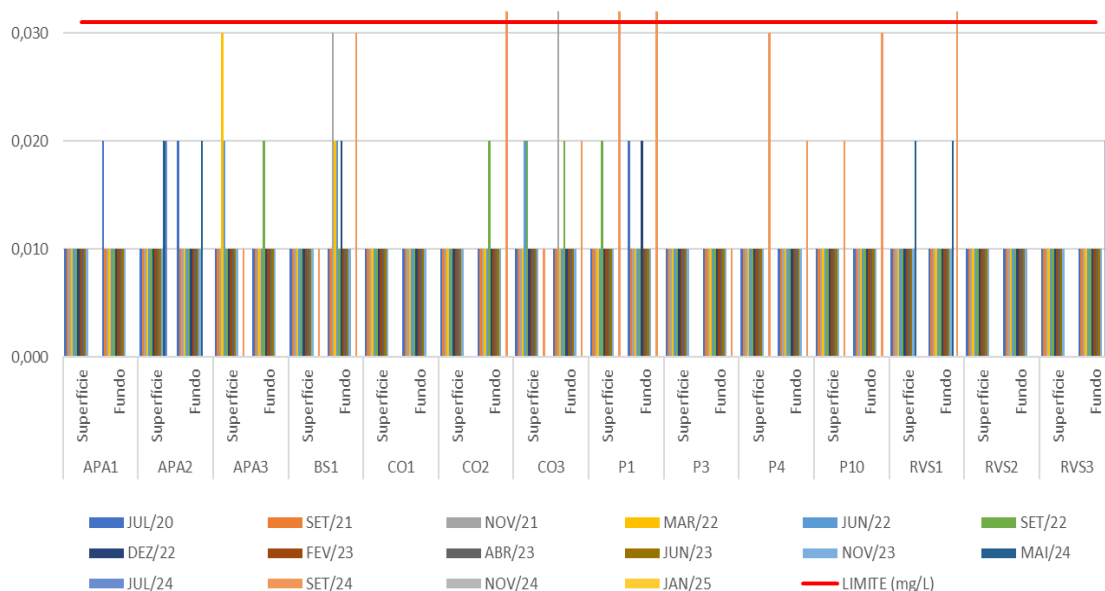


Figura 3-22: Variação de Polifosfato (mg/L) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

O cloro residual se apresentou acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 (0,01 mg/L) em quase todas as amostras das campanhas realizadas de julho/20 a setembro/22 (**Figura 3-23**). A partir da campanha de dezembro/22, foram obtidos resultados em conformidade com a legislação, com alguns registros outliers, principalmente nos pontos localizados na praia de Barra do Sahy, APA Costa das Algas e na área marinha adjacente a REBIO Comboios. O cloro é utilizado na fabricação da resina plástica policloreto de vinila (PVC), de solventes clorados, e de agrotóxicos; no branqueamento da polpa de celulose; no tratamento de água potável e de piscinas; e como intermediário na síntese química e em vários produtos químicos, como anticoagulantes, poliuretanos, lubrificantes, amaciantes de tecidos, fluidos para freios, fibras de poliéster e insumos farmacêuticos (CETESB, 2022). O cloro residual, especialmente em altas concentrações, pode ser tóxico para a vida marinha, causando danos às células, tecidos e órgãos dos organismos aquáticos. Na área de estudo, pode estar relacionado com a descarga de efluentes e aporte hídrico dos rios do entorno, sem relação direta com a instalação do empreendimento Imetame Logística Porto.

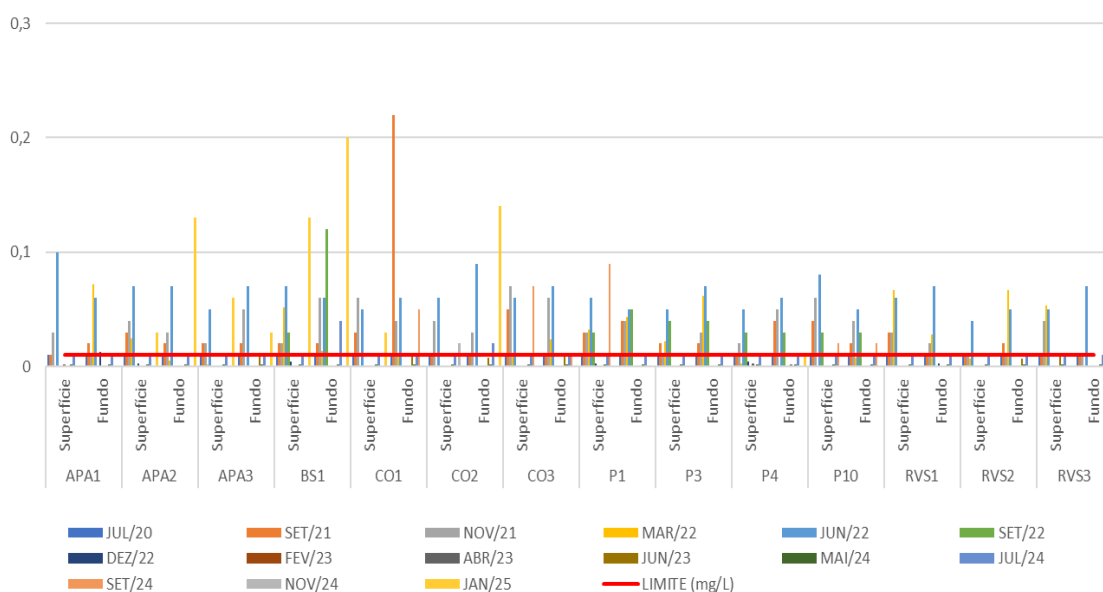


Figura 3-23: Variação de Cloro residual (mg/L) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

O flúor é um elemento naturalmente presente na crosta terrestre e no mar, abundante no solo no mar. Atividades industriais, mineração e a utilização de fluoreto em produtos, como pastas dentais e produtos para aquários, podem contribuir para a introdução de fluoreto no ambiente. A exposição a níveis excessivos de fluoreto pode ter efeitos

negativos sobre a saúde de organismos marinhos, como alterações na ossificação, crescimento e reprodução. Na área monitorada por este estudo, o fluoreto apresentou resultados abaixo do limite legal estabelecido em todas as amostras analisadas. Os maiores valores médios variaram entre 0,74 mg/L e 0,80 mg/L nas amostras dos pontos APA3, CO1, CO2, P1, P3, RVSA e RVS3. Entre as campanhas, o menor valor médio foi obtido em maio/24 (0,36 mg/L), enquanto o maior foi obtido em abril/23 (0,97 mg/L) (Figura 3-24).

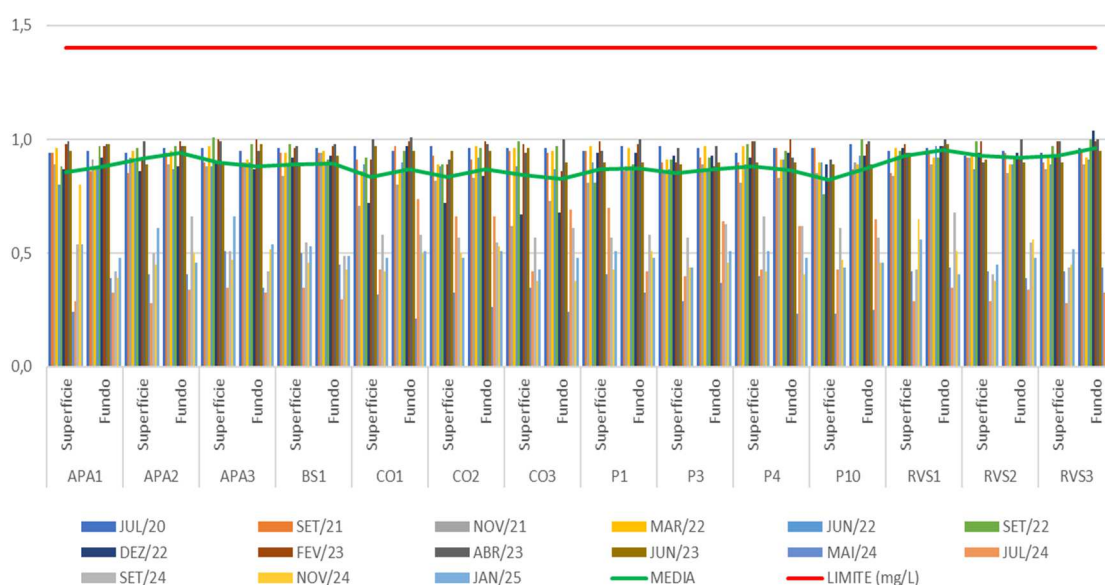


Figura 3-24: Variação de Fluoreto (mg/L) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

O Carbono Orgânico Total (COT) no ambiente marinho refere-se à quantidade total de carbono presente em compostos orgânicos dissolvidos, suspensos ou particulados na água do mar. Ele é um indicador importante da qualidade da água e da poluição orgânica, sendo utilizado para monitorar os ecossistemas aquáticos. Este composto pode ter diversas origens, incluindo fontes naturais como a decomposição de matéria orgânica, e fontes antrópicas como efluentes doméstico, industriais e despejo de resíduos. Altos níveis de COT podem indicar riscos microbiológicos e influenciar o estado trófico do ambiente, afetando a qualidade da água e a vida aquática. Os resultados da concentração de COT na área de estudo, se encontram apresentados na **Figura 3-25**, demonstrando conformidade com o limite estabelecido (3,0 mg/L) pela Resolução CONAMA nº 357/05, em todas as campanhas realizadas. Registros acima

do limite legal foram obtidos, isoladamente, em amostras dos pontos CO1, CO2, CO3, P1, P3 e P4, em campanhas distintas.

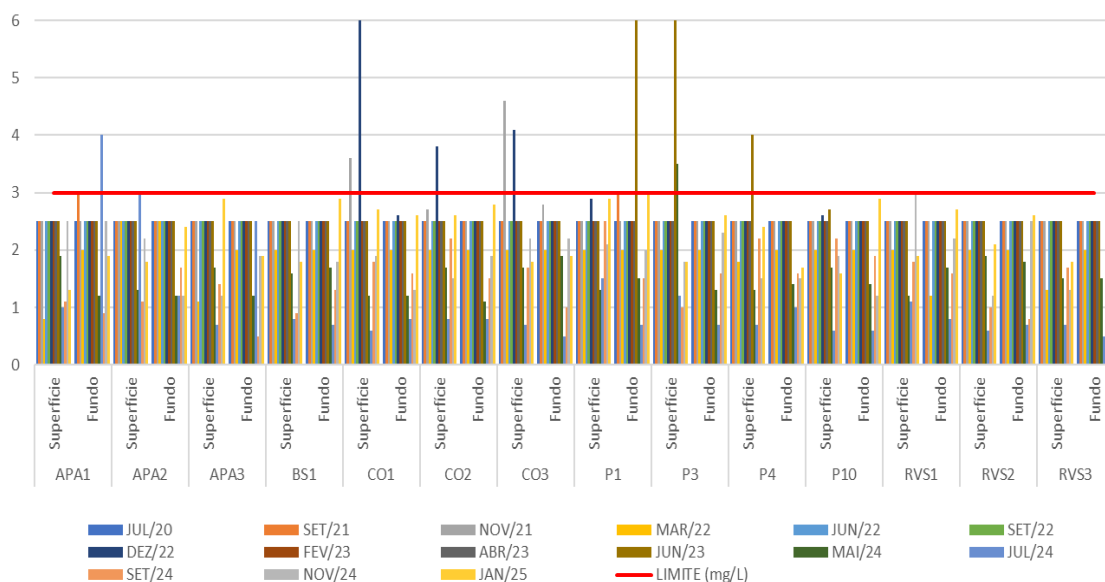


Figura 3-25: Variação de COT (mg/L) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

3.9 COMPOSTOS ORGÂNICOS

Ao longo das campanhas de monitoramento foram analisados os compostos orgânicos previstos na Resolução CONAMA nº 357/05, para Águas Salinas – Classe I sendo, a grande maioria destes, registrados abaixo do limite de quantificação (LQ) do método analítico e, portanto, em conformidade com os padrões legais (**Tabela 3-4**). Os compostos que apresentaram algum resultado quantificável, serão abordados a seguir.

Tabela 3-4: Parâmetros orgânicos analisados e registrados abaixo do LQ em todas as campanhas.

PARÂMETROS	LQ (µg/L)	LIMITE LEGAL (µg/L)
Agrotóxicos		
Carbaril	0,02	0,32
Clordano (cis + trans)	0,004	0,004
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,08	0,1
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,001	0,001
Malation	0,08	0,1
Metoxicloro	0,03	0,03
Gution	0,005	0,01

Continua...

Tabela 3-5 (continuação): Parâmetros orgânicos analisados e registrados abaixo do LQ em todas as campanhas.

PARÂMETROS	LQ (µg/L)	LIMITE LEGAL (µg/L)
Herbicidas Clorados		
2,4,5-T	0,08	10,0
2,4,5-TP	0,08	10,0
2,4-D	0,08	30,0
Poluentes Orgânicos Persistentes (PCB)		
Somatório PCBs - Bifenilas Policloradas	0,000064	0,03
Compostos Orgânicos Semivoláteis (SVOC)		
Aldrin + Dieldrin	0,0019	0,0019
(DDT+ DDE + DDD)	0,001	0,001
Endossulfan (a + b + sulfato)	0,01	0,01
Endrin	0,004	0,004
Pentaclorofenol	0,009	7,9
Dodecacloro Pentaciclodecano	0,001	0,001
Lindano (g-HCH)	0,004	0,004
2,4,6 - Triclorofenol	0,01	2,4
2,4-Diclorofenol	0,08	290
2-Clorofenol	0,08	150
Benzidina	0,0002	0,0002
Hexaclorobenzeno	0,00029	0,00029
Criseno	0,018	0,018
3,3-Diclorobenzidina	0,028	0,028
Compostos Orgânicos Voláteis (VOC)		
Benzeno	1,1	700
Etilbenzeno	1,1	25,0
Tolueno	1,1	215
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4 - TCB)	2,2	80,0
1,1-Dicloroetano	0,03	3,0
1,2-Dicloroetano	0,03	37,0
Tricloroetano	1,0	30,0
Tetracloroetano	1,1	3,3
Outros		
Toxafeno	0,0001	0,0002
Tributilestanho (TBT)	0,01	0,01

Alguns hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA), com padrões regulamentados apenas para corpos de água onde haja pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo, apresentaram concentrações quantificáveis em algumas amostras obtidas na área de estudo.

Benzo(a)antraceno foi registrado, pontualmente, ao longo das campanhas, com valores variando entre 0,0011 µg/L e 0,0037 µg/L, portanto, abaixo do limiar máximo estabelecido legalmente (0,018 µg/L). Apenas duas amostras apresentaram resultados não conforme: BS1 (sup) em julho/20 (0,033 µg/L) e CO3 (fundo), em setembro/22

(0,033 µg/L). Entre maio/24 e janeiro/25 este composto não foi registrado em nenhuma das amostras analisadas.

Benzo(a)pireno, Benzo(b)fluoranteno, Benzo(k)fluoranteno, Criseno e Dibenzo(a,h)antraceno registraram valores quantificáveis em poucas amostras e, em sua maioria, em conformidade com o limite estabelecido legalmente (0,018 µg/L). Alguns valores não conformes foram registrados pontualmente: CO3 (fundo), na campanha de dezembro/22, para Benzo(a)pireno; as amostras BS1 (sup) em julho/20 e CO3 (fundo) em dezembro/22 para Benzo(b)fluoranteno, Benzo(k)fluoranteno, Criseno e Dibenzo(a,h)antraceno. Entre maio/24 e janeiro/25 estes compostos não foram detectados em nenhuma das amostras analisadas.

Indeno(1,2,3,cd) pireno, apresentou comportamento semelhante, com a grande maioria dos resultados registrados abaixo do limite de quantificação do método analítico (0,001 µg/L) e algumas poucas amostras apresentando resultados não conformes, tais como: BS1 (sup) em setembro/22 (0,021 µg/L), CO3 (fundo) em dezembro/22 (0,026 µg/L) e P4 (sup) em junho/23 (0,021 µg/L). Este composto não foi mais detectado nas campanhas realizadas entre maio/24 e janeiro/25. O limite legal para este parâmetro é de 0,018 µg/L para Águas Salinas Classe I em que onde haja pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo.

Os HPA geralmente ocorrem como misturas complexas e não um composto isolado, provenientes de diversas fontes, como combustão incompleta de combustíveis fósseis e biomassa, vazamentos e derramamentos de petróleo, atividades industriais e descarga de efluentes. São compostos resistentes à degradação microbiana e podem permanecer no ambiente marinho por longos períodos, adsorvendo-se aos sedimentos; possuem efeitos altamente tóxicos, mutagênicos e carcinogênicos em seres vivos, incluindo humanos.

Os fenóis totais apresentaram resultados abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 (60 µg/L) na grande maioria amostras analisadas (**Figura 3-26**), sendo estes, frequentemente, registrados abaixo do LQ (1,0 µg/L). Concentrações acima do limiar legal foram registrados, pontualmente, apenas na campanha julho/24, nas amostras do ponto BS1 (80,0 µg/L e 200,0 µg/L na superfície e fundo, respectivamente) e na amostra de fundo do ponto RVS2 (100 µg/L). O menor valor médio foi registrado na campanha de abril/23 (1,0 µg/L) e o maior em julho/24 (20,1

µg/L). A presença de fenóis na água geralmente se deve a descargas industriais, como efluentes de fábricas de papel e celulose, refinarias de óleo, e produção de plásticos, corantes, etc. Os fenóis também podem ser introduzidos no esgoto doméstico através de produtos de limpeza, desinfetantes e alguns medicamentos. No início de junho de 2024 foi identificada a abertura da foz do córrego do Sahy (**Figura 3-27**). A partir deste momento, o fluxo contínuo desse recurso hídrico desaguardo no mar pode ter influenciado a qualidade de água na região.

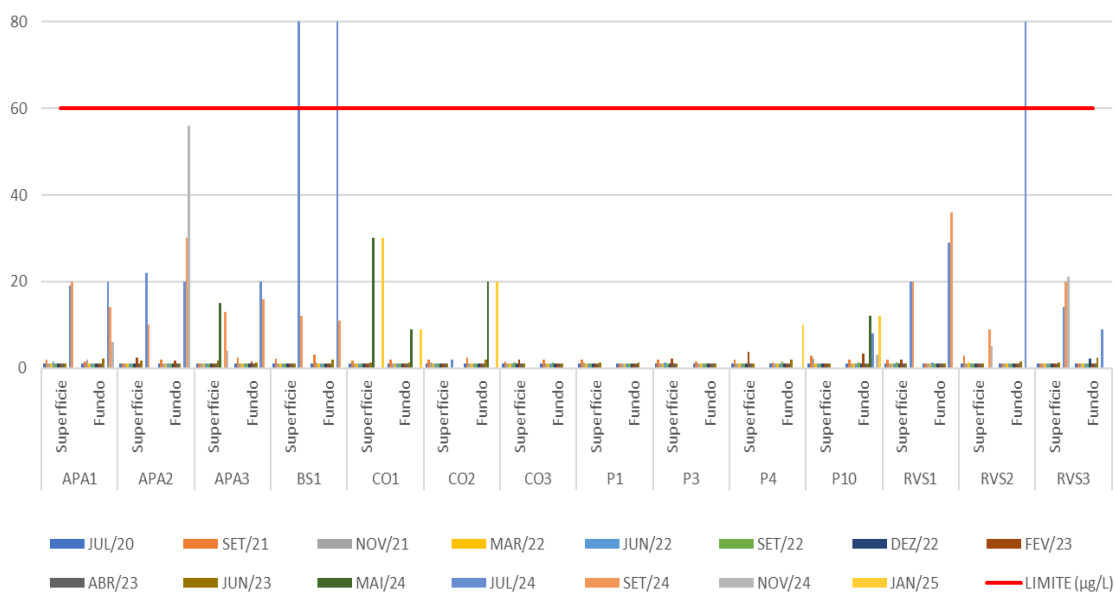


Figura 3-26: Variação de Fenóis totais (µg/L) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.



Figura 3-27: Córrego do Sahy desaguando no mar após abertura da foz em junho de 2024.

Conforme apresentado na **Figura 3-28**, foram obtidos resultados de surfactantes (substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno – LAS) acima do limite legal estabelecido (0,2 mg/L) na campanha realizada em julho/20 (*background*), dentre outros registros pontuais nas campanhas de novembro/21 (APA3, P3 e P4), setembro/22 (APA3, CO3 e RVS1) e junho/23 (P4). Com grande frequência, os valores se apresentaram abaixo do limite de quantificação do método analítico utilizado (0,2 mg/L). Nas campanhas realizadas entre maio/24 e janeiro/25, não foram detectadas concentrações deste composto na grande maioria das amostras; os poucos resultados detectados (0,1 mg/L) se encontram dentro do limite estabelecido. Os esgotos sanitários possuem de 3 a 6 mg/L de detergentes (CETESB, 2022) e, portanto, os resultados não conformes observados, podem estar relacionados ao lançamento de efluentes e ao aporte hídrico dos rios do entorno da área de estudo. Os surfactantes são tóxicos para organismos aquáticos, mesmo em baixas concentrações, podendo reduzir a oxigenação da água, causando estresse e morte de peixes e outros organismos. A produção e uso de surfactantes não biodegradáveis têm sido regulamentados em alguns países, como o Brasil, para reduzir seus impactos ambientais.

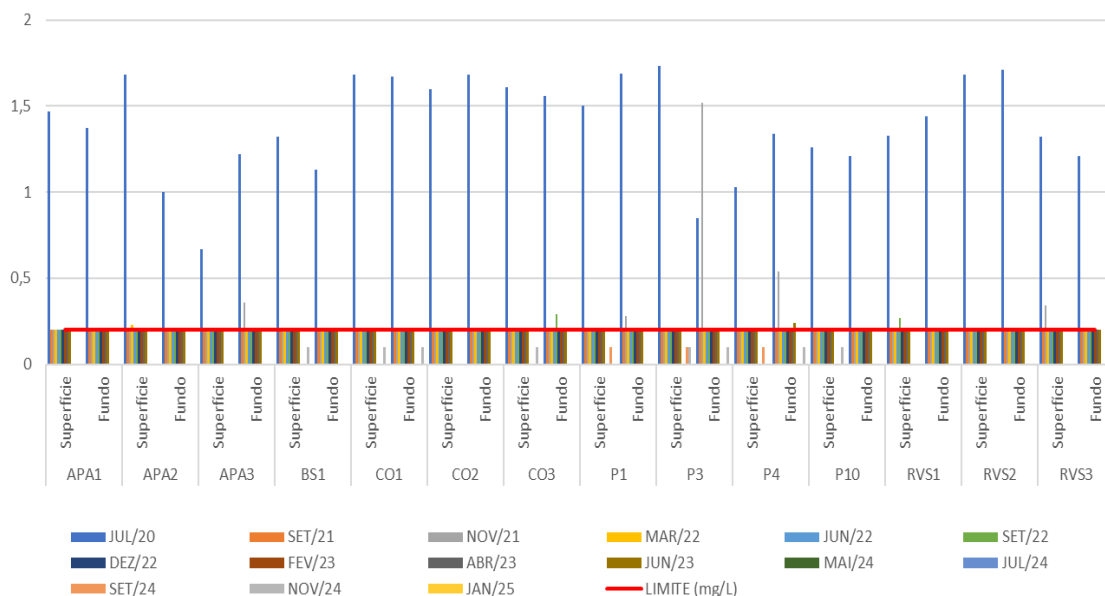


Figura 3-28: Variação de LAS (mg/L) nas estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

3.10 ENSAIOS ECOTOXICOLÓGICOS

Os ensaios ecotoxicológicos são ferramentas importantes para avaliar a qualidade de águas e o impacto de despejos em rios, reservatórios, estuários e no mar. Para tanto, utiliza métodos padronizados que consistem na exposição de organismos (normalmente cultivados em laboratório) às amostras ambientais (águas superficiais, sedimentos e efluentes líquidos), durante períodos pré-definidos.

Respostas fisiológicas como mortalidade, anomalias morfológicas, alteração no crescimento ou na reprodução indicam que a amostra analisada contém um ou mais agentes químicos em concentração suficiente para causar efeitos tóxicos agudos ou crônicos a organismo aquáticos.

Os efeitos agudos são mais drásticos (por exemplo, a morte), em geral causados por elevadas concentrações de agentes químicos e, manifestam-se em um curto período de exposição dos organismos (horas). Os efeitos crônicos são mais sutis, causados por baixas concentrações de agentes químicos, e são detectados em períodos mais prolongados de exposição (dias) ou por respostas adversas na reprodução, desenvolvimento e crescimento dos organismos.

As amostras de água da superfície e fundo dos pontos inseridos nas Unidades de Conservação (APA, RVS e CO) foram submetidas a ensaios ecotoxicológicos para

avaliação do efeito crônico em *Echinometra lucunter* (ouriço-do-mar), espécie que ocorre naturalmente na área de estudo.

Neste ensaio as larvas de *E. lucunter*, fecundadas em laboratório, a partir da extração dos gametas masculinos e femininos de organismos adultos coletados em campo, são submetidas a amostra ambiental, conforme método previsto na norma ABNT NBR 15350, que estabelece um método de ensaio de toxicidade crônica de curta duração usando ouriços-do-mar.

Os resultados foram expressos qualitativamente, sendo classificados em **Tóxico** ou **Não Tóxico**, em virtude de a análise ter sido realizada na amostra bruta, sem diluição, em cada ponto amostral. Conforme demonstram os resultados expressos na **Tabela 3-6**, a maioria das amostras analisadas apresentaram efeito tóxico para o organismo-teste, sem um padrão temporal e espacial definido.

As campanhas realizadas em setembro/21, setembro/22 e janeiro/24 apresentaram os menores percentuais de amostras com efeito tóxico crônico, sendo estes 0%, 22,2% e 0%, respectivamente, enquanto nas campanhas de março/22, dezembro/22, fevereiro/23, junho/23 e maio/24 a janeiro/25, 100% das amostras analisadas apresentaram efeito tóxico para o organismo-teste. A Resolução CONAMA 357/05 determina a não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, em Águas Salinas, Classe 1.

Ensaio ecotoxicológicos qualitativos avaliam os efeitos tóxicos de uma substância em organismos vivos, sem medir a concentração ou a intensidade do efeito. Eles fornecem informações sobre a presença ou ausência de toxicidade, e a natureza do efeito (agudo ou crônico), mas não detalham a dose ou o nível de toxicidade.

Tendo em vista os resultados físico-químicos obtidos para qualidade de água, em que não há nenhuma contaminação evidente, e ainda, a influência do desague de corpos hídricos na região de estudo, bem como o lançamento de efluentes domésticos e industriais, não associados a instalação do empreendimento do Imetame Logística Porto, é importante que os dados obtidos para Ecotoxicologia sejam avaliados com cautela.

Tabela 3-6: Resultados dos ensaios ecotoxicológicos com as amostras de água, obtidas na área de estudo.

AMOSTRA		2021		2022				2023				2024					2025	
		SET	NOV	MAR	JUN	SET	DEZ	FEV	ABR	JUN	NOV	JAN	MAR	MAI	JUL	SET	NOV	JAN
APA1	Superfície	NT	NT	T	T	NT	T	T	T	T	T	NT	T	T	T	T	T	T
	Fundo	NT	T	T	T	NT	T	T	T	T	NT	NT	T	T	T	T	T	T
APA2	Superfície	NT	NT	T	T	NT	T	T	T	T	T	NT	T	T	T	T	T	T
	Fundo	NT	T	T	T	NT	T	T	T	T	T	NT	T	T	T	T	T	T
APA3	Superfície	NT	NT	T	T	T	T	T	T	T	T	NT	NT	T	T	T	T	T
	Fundo	NT	T	T	T	T	T	T	T	T	T	NT	T	T	T	T	T	T
CO1	Superfície	NT	NT	T	NT	NT	T	T	T	T	NT	NT	NT	T	T	T	T	T
	Fundo	NT	NT	T	T	NT	T	T	NT	T	T	NT	NT	T	T	T	T	T
CO2	Superfície	NT	NT	T	T	NT	T	T	T	T	NT	NT	NT	T	T	T	T	T
	Fundo	NT	NT	T	T	NT	T	T	T	T	T	NT	NT	T	T	T	T	T
CO3	Superfície	NT	NT	T	T	T	T	T	T	T	NT	NT	NT	T	T	T	T	T
	Fundo	NT	T	T	T	NT	T	T	T	T	T	NT	NT	T	T	T	T	T
RVS1	Superfície	NT	NT	T	T	NT	T	T	T	T	T	NT	T	T	T	T	T	T
	Fundo	NT	T	T	T	NT	T	T	T	T	T	NT	T	T	T	T	T	T
RVS2	Superfície	NT	NT	T	T	NT	T	T	T	T	T	NT	NT	T	T	T	T	T
	Fundo	NT	T	T	T	T	T	T	T	T	T	NT	T	T	T	T	T	T
RVS3	Superfície	NT	NT	T	T	NT	T	T	T	T	T	NT	T	T	T	T	T	T
	Fundo	NT	NT	T	T	NT	T	T	T	T	T	NT	T	T	T	T	T	T

Legenda: T = tóxico; NT = não tóxico

4 QUALIDADE DOS SEDIMENTO MARINHOS

A qualidade dos sedimentos marinhos, tanto da área de influência do empreendimento quanto da região costeira capixaba como um todo, foi amplamente caracterizada no EIA/RIMA, 2011 e RCA, 2017, através de inúmeros estudos desenvolvidos na costa capixaba, os quais forneceram um vasto banco de dados secundários, além dos dados primários obtidos na ocasião dos estudos. Os capítulos pertinentes ao tema foram extraídos dos respectivos documentos e seguem apresentados nos **Anexos I, II e III**.

Neste documento foram utilizados os resultados obtidos durante as campanhas do **Programa de Monitoramento de Qualidade do Sedimento, realizadas ao longo da implantação do empreendimento Imetame Logística Porto**, em atendimento a condicionante nº 34 da Licença de Instalação nº 040/2018.

As amostras utilizadas para caracterizar o sedimento da região monitorada foram obtidas durante as campanhas de **julho de 2020 (background)**, **novembro de 2021 (instalação sem dragagem)** e **outubro de 2022 a fevereiro de 2025 (instalação com dragagem)**. Na **Tabela 4-1** e **Figura 4-1** são apresentadas as coordenadas dos pontos amostrados.

A amostragem foi realizada com apoio de embarcação e utilizando draga do tipo *Van Veen* de inox. As amostras foram acondicionadas em frascaria fornecida pelo laboratório, conservadas em caixas com gelo e posteriormente encaminhadas para análise em laboratório acreditado pelo INMETRO.

Tabela 4-1: Coordenadas dos pontos da malha amostral para o monitoramento da qualidade do sedimento.

LOCAL	PONTO	Coordenadas em UTM - 24 K - DATUM SIRGAS	
		X (m)	Y (m)
Porto	IM1	390677	7805178
Porto	IM2	389523	7804493
Porto	IM3	388513	7803773
Porto	IM4	389310	7803590
Porto	IM5	390018	7804048
Porto	IM6	388988	7802632
Porto	IM7	389350	7801831
Porto	IM8	388347	7801647
Bota-fora	IM9	394014	7802742
Bota-fora	IM10	395707	7802756
Bota-fora	IM11	395098	7802175
Bota-fora	IM12	394635	7801692
Bota-fora	IM13	395731	7801045
Bota-fora	IM14	394032	7801032
Controle	IM15	392716	7810905
Controle	IM16	398447	7808463
REBIO de Comboios	CO1	389707	7808337
REBIO de Comboios	CO2	390920	7809029
REBIO de Comboios	CO3	390379	7808144
RVS de Santa Cruz	RVS1	384043	7790616
RVS de Santa Cruz	RVS2	390338	7791253
RVS de Santa Cruz	RVS3	386303	7787608
APA Costa das Algas	APA1	388985	7794893
APA Costa das Algas	APA2	386937	7794575
APA Costa das Algas	APA3	387619	7800288

As análises foram conduzidas de acordo com o Standard Methods for the Examination of Waters and Wastewater (APHA-WWA-WPCF), 23th edition (2017). A **Tabela 4-2**, apresenta a especificação da metodologia empregada no ensaio de cada parâmetro.

Tabela 4-2: Especificação dos métodos para análises dos parâmetros em laboratório.

Parâmetros	Unidade	LQ	Resolução CONAMA n° 454/2012		Referências Metodológicas
			N1	N2	
Porcentagem de Sólidos	% p/p	0,05	-	-	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Método 2540 G
Arsênio	mg/kg	1	19	70	EPA 6010 D: 2018
Cádmio	mg/kg	0,1	1,2	7,2	
Chumbo	mg/kg	1	46,7	218	
Cobre	mg/kg	0,5	34	270	
Cromo	mg/kg	1	81	370	
Mercúrio	mg/kg	0,05	0,3	1,0	EPA 245.7: 2005
Níquel	mg/kg	1	20,9	51,6	EPA 6010 D: 2018
Zinco	mg/kg	1	150	410	POP PA 167
Tributilestanho	µg/kg	2	100	1000	
Benzo(a)antraceno	µg/kg	0,42	280	690	EPA 8270 E: 2018, POP PA 076
Benzo(a)pireno	µg/kg	0,42	230	760	
Criseno	µg/kg	0,42	300	850	
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	0,42	43	140	
Acenafteni	µg/kg	0,42	16	500	
Acenaftileno	µg/kg	0,42	44	640	
Antraceno	µg/kg	0,42	85,3	1100	
Fenantreno	µg/kg	0,42	240	1500	
Fluoranteno	µg/kg	0,42	600	5100	
Fluoreno	µg/kg	0,42	19	540	
2-Metilnaftaleno	µg/kg	0,42	70	670	
Naftaleno	µg/kg	0,42	160	2100	
Pireno	µg/kg	7,1	665	2600	
Somatória de HPAs	µg/kg	7,1	4000	-	POP PA 182
Carbono Orgânico Total	% p/p	0,05	10	10	
Nitrogênio Total Kjeldahl	mg/kg	33	4800	4800	POP PA 005
Fósforo total	mg/kg	1	2000	2000	EPA 6010 D: 2018
Alumínio	mg/kg	2400	-	-	EPA 6010 D: 2018
Ferro	mg/kg	2400	-	-	
Manganês	mg/kg	1	-	-	
Nitrogênio Total	mg/kg	25	-	-	POP PA 005
Matéria Orgânica	% p/p	0,05	-	-	SMWW - Método 2320 B
Carbonato	% p/p	0,05	-	-	

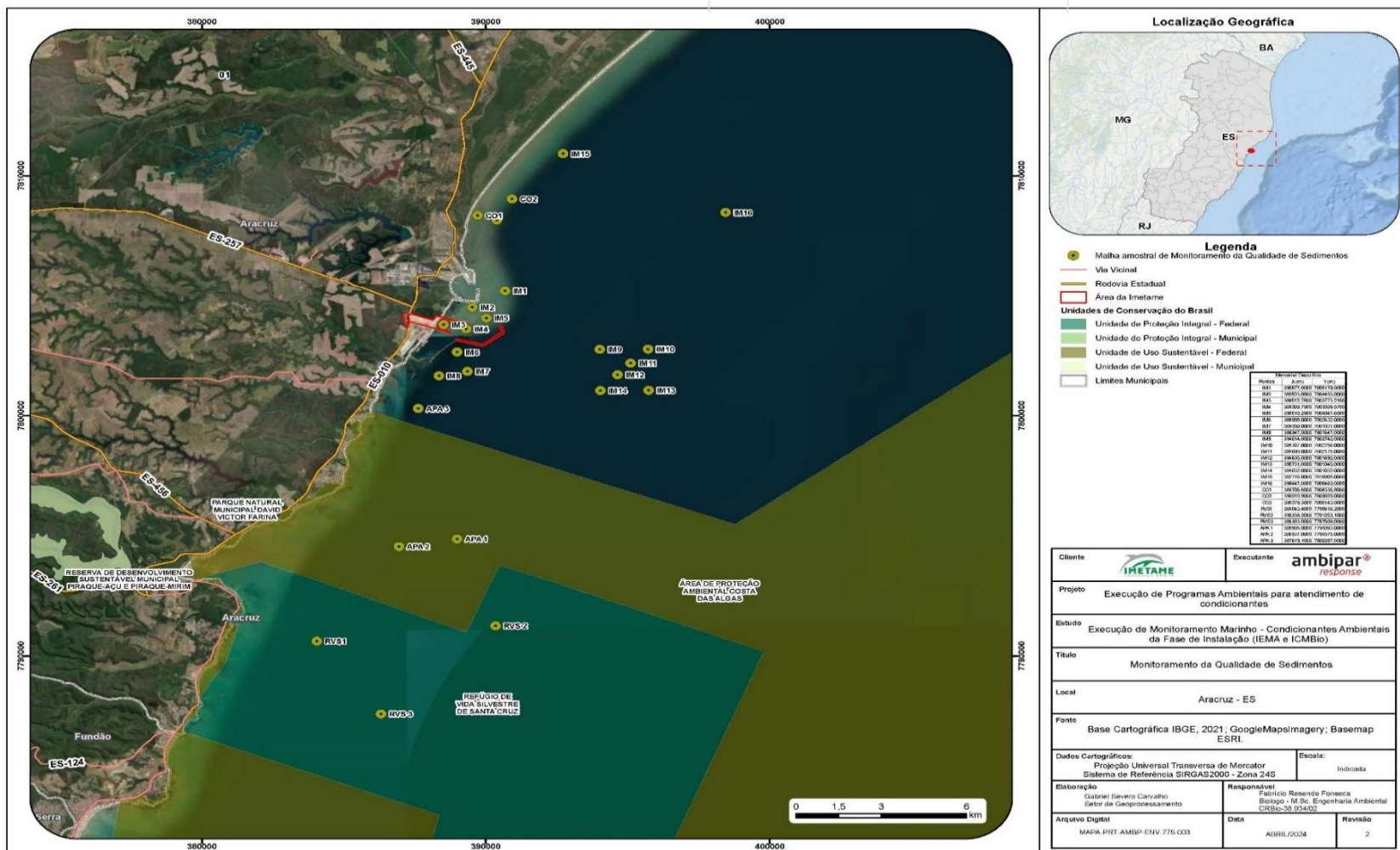


Figura 4-1: Distribuição dos pontos amostrais do Monitoramento da Qualidade do Sedimento na área de estudo.

Os parâmetros de qualidade do sedimento foram comparados com os limites legais estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 454/2012, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, considerando a categoria Águas Salinas Classe I, conforme determina o art. 42º da referida legislação.

As variáveis ambientais medidas em *in situ* foram: pH e ORP (Potencial de Oxidação-Redução), foram utilizadas sondas multiparamétricas devidamente calibradas.

A seguir são apresentados os resultados e discussão dos parâmetros analisados ao longo das campanhas de monitoramento.

4.1 pH e ORP

Segundo Khalid e colaboradores (1977), o pH dos sedimentos é um importante fator na regulação dos processos biogeoquímicos em ecossistemas costeiros e oceânicos. Variações nos valores de pH podem afetar as reações de troca entre a interface água-sedimento, a disponibilidade de nutrientes e a solubilidade de compostos orgânicos e inorgânicos, como os poluentes. Ainda segundo os autores, os sedimentos apresentam pH neutro, com valores em torno de 7, e a presença de algumas substâncias, como o sulfeto, podem levar a variações no seu valor. Além disso, a solubilidade de metais em água e a retenção de metais nos sedimentos podem ser influenciados por alterações no pH, levando a alterações no processo de solubilidade de metais traço (SOUZA et al., 2015).

Os valores médios de pH variam de 6,90 (agosto/24) a 8,00 (junho/23). Entre os pontos amostrais os maiores valores médios foram registrados em IM14 (7,83) e os menores em IM7, (7,32) (**Figura 4-2**).

O Potencial de Oxidação-Redução (ORP ou Eh) também foi aferido no sedimento coletado e os resultados obtidos podem ser conferidos na **Figura 4-3**. Nos sedimentos, o ORP indica a propensão do meio a processos oxidativos ou redutivos. Valores elevados de ORP indicam a presença de processos oxidativos, enquanto baixos valores indicam processo redutivos. Segundo Alloway (1995), sedimentos que apresentam valores de ORP entre +300 mV e +800 mV apresentam boas condições de oxigenação.

Assim como o pH, o ORP dos sedimentos também possui influência sobre os processos biogeoquímicos, na ciclagem de nutrientes e na mobilidade de metais entre a interface água-sedimento. Segundo Stigliani (1998), sedimentos marinhos anaeróbios possuem a capacidade de retenção de metais traços, entretanto, devido ao tipo de ligação entre as partículas (orgânica), tais metais não estão biodisponíveis para assimilação pela biota.

Ainda segundo o autor, altas concentrações de nutrientes e carbono orgânico podem ser responsáveis pela manutenção da condição anaeróbia.

Os valores médios variaram de -84,4 mV a +166,3 mV nos pontos IM4 e IM2, respectivamente. As campanhas de agosto e novembro/24 apresentaram a maior quantidade de amostras com resultados negativos e as campanhas realizadas em outubro/22 e novembro/23, a maior quantidade de amostras com resultados positivos.

A Resolução CONAMA nº 454/2012 não estabelece valores de referência para o pH e o ORP no sedimento. Entretanto, os valores encontrados foram condizentes com os resultados de monitoramento anteriores na região e, de modo geral, situaram-se dentro da faixa de valores esperados no sedimento superficial marinho (ATKINSON et al., 2007).

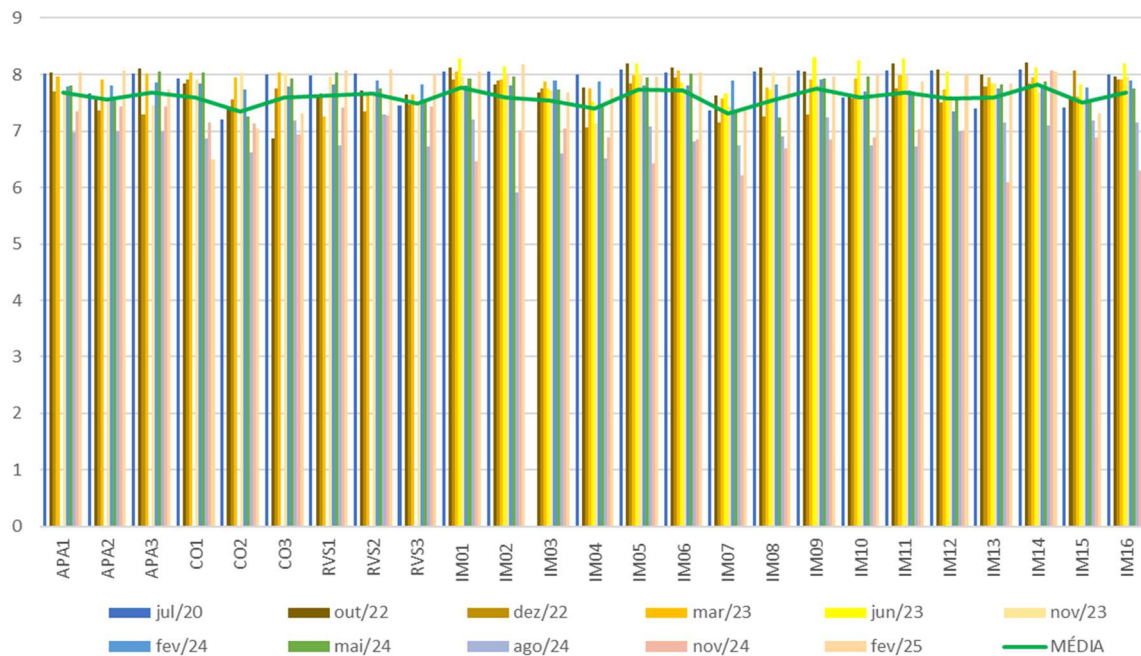


Figura 4-2: Variação do pH no sedimento das estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

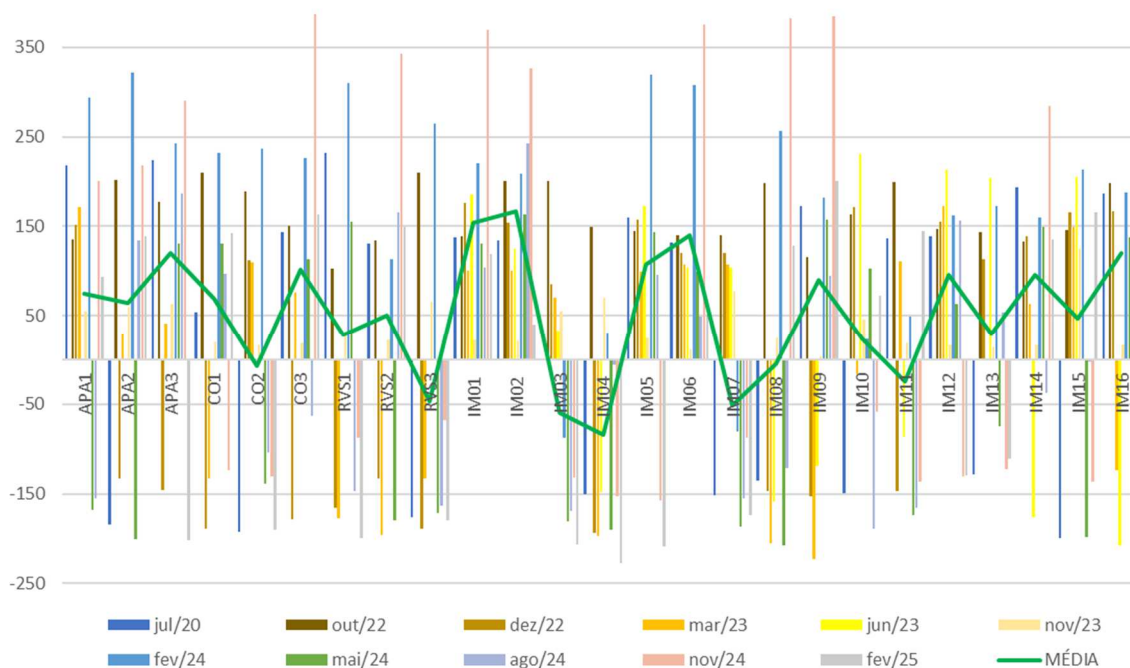


Figura 4-3: Variação de ORP (mV) no sedimento das estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

4.2 METAIS PESADOS

Em geral, as análises dos metais pesados (cadmio, chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel e zinco), realizadas ao longo das campanhas de monitoramento, registraram valores abaixo do limiar nível 1 estabelecido pela Resolução CONAMA nº 454/12.

Cadmio apresentou resultados abaixo do limite de quantificação do método analítico em quase a totalidade das amostras analisadas ao longo das campanhas.

A seguir serão abordados, temporal e espacialmente, os resultados dos parâmetros que apresentaram valores quantificáveis.

O chumbo registrou valores médios, entre as campanhas, variando de 7,34 mg/kg (novembro/24) a 12,6 mg/kg (maio/24). Os pontos amostrais IM7 e IM13 apresentaram os maiores resultados médios (15,3 mg/kg e 14,8 mg/kg, respectivamente), enquanto os menores foram obtidos nas amostras dos pontos IM9 e CO1 (4,6 mg/kg e 4,7 mg/kg), conforme apresentado na **Figura 4-4**. O chumbo é um elemento abundante na crosta terrestre, mas raramente é encontrado em sua forma natural. Embora ocorra sua liberação para o ambiente de forma natural, por meio de emissões vulcânicas e intemperismo químico, as atividades antropogênicas são as maiores responsáveis pela sua liberação para o ambiente, como as atividades de mineração, a indústria siderúrgica e a queima de combustíveis fósseis. Tal elemento é liberado para a atmosfera sob forma de material

particulado e, ao se depositar na água, sofre influência de processos biogeoquímicos, os quais irão definir sua geoquímica no oceano (FORTUNATO, 2009).

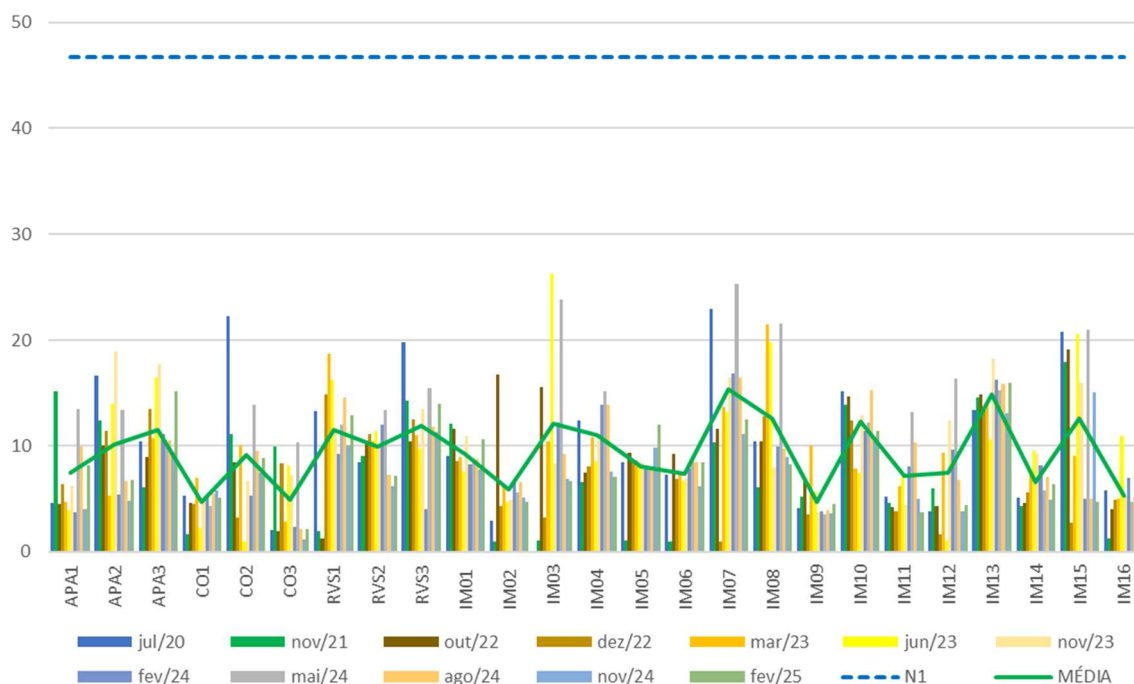


Figura 4-4: Variação de Chumbo (mg/kg) no sedimento das estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

Considerado como um dos poluentes mais comuns no ecossistema marinho, o cobre é um metal traço amplamente distribuído na natureza, no entanto, é reconhecidamente tóxico, persistente e bioacumulador (TORRES, 2009). Ao mesmo tempo que possuem um alto potencial toxicológico, o cobre também é essencial em diversos processos metabólicos, como a respiração celular de organismos vivos. Em ambientes aquáticos, o cobre se liga a partículas em suspensão, e a formação do sulfeto de cobre auxilia na retenção da substância nos sedimentos (TORRES, 2009). Sua presença em ecossistemas marinhos é decorrente tanto de fontes naturais, quanto de fontes antropogênicas, como as atividades agropecuárias. Na área marinha adjacente ao empreendimento, a maior concentração média de cobre foi registrada na campanha de junho/23 (5,39 mg/kg) e a menor em fevereiro/24 (2,76 mg/kg). Entre os pontos amostrais, os valores médios variaram de 1,2 mg/kg (IM6 e IM9) a 9,5 mg/kg (IM7) (**Figura 4-5**).

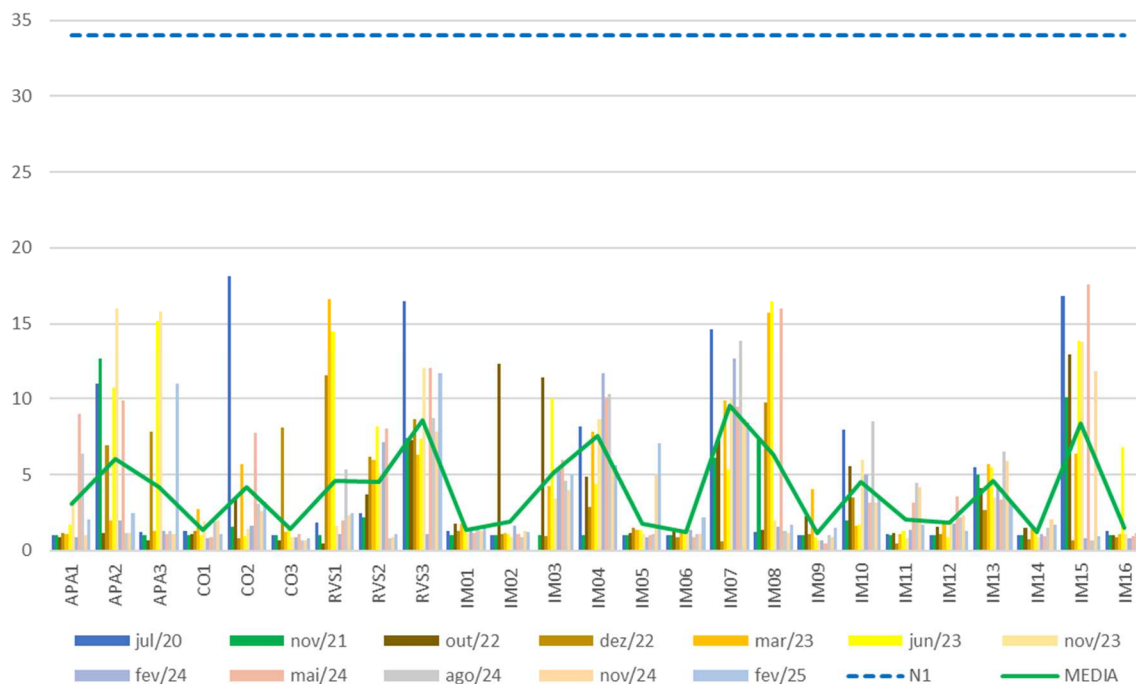


Figura 4-5: Variação de Cobre (mg/kg) no sedimento das estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

A **Figura 4-6** apresenta os resultados de cromo, demonstrando que a campanha realizada em julho/20 (*background*) registrou a maior concentração média (43,5 mg/kg), enquanto a menor foi obtida em novembro/21 (20,7 mg/kg). Entre os pontos amostrais, RVS3 apresentou a maior concentração média (55,2 mg/kg) e CO1 o menor resultado médio (16,3 mg/kg). Resultados pontuais, acima do limiar nível 1 foram registrados nos pontos CO2 (jul/20), RVS3 (fev/24) e APA2 (fev/25), no entanto, ainda bem abaixo do limiar nível 2 (370 mg/kg). O cromo também é um elemento químico de origem natural e, a depender de sua forma química, pode ser considerado como um elemento essencial ao metabolismo de organismos vivos, ou como uma substância potencialmente tóxica. O cromo é disponibilizado para o ambiente por meio de fontes naturais, como o intemperismo e erosão de rochas continentais, e por fontes antropogênicas, como efluentes industriais e domésticos, que após ser lançado nos oceanos, se liga a partículas orgânicas ou inorgânicas e se deposita no fundo marinho, podendo ainda causar grandes impactos na biota local. (SOUSA, 2015).

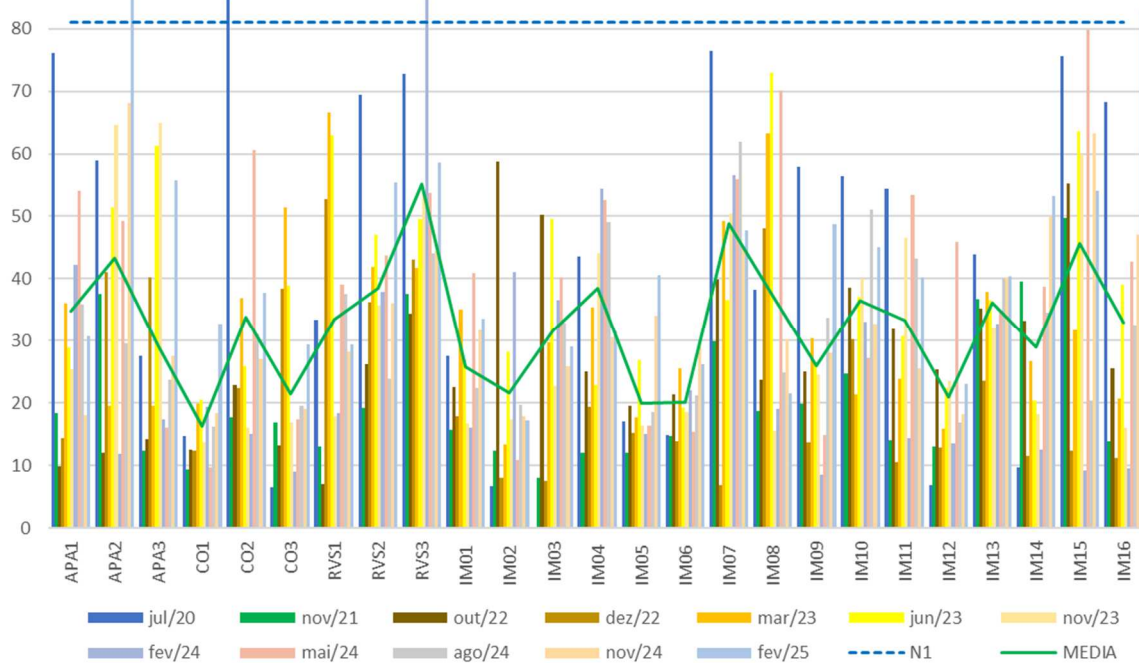


Figura 4-6: Variação de Cromo (mg/kg) no sedimento das estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

Entre os metais considerados não essenciais, o mercúrio possui elevada toxicidade. No ambiente aquático, os sais de mercúrio são formados pela ação de microorganismos, formando o metil-mercúrio, que é potencialmente mais tóxico e de fácil absorção pela biota, podendo ser acumulado nos sedimentos e transferido desse compartimento para os organismos bentônicos e para os peixes (Abessa, 2002). O mercúrio pode ser encontrado em sedimentos marinhos e é um indicador de poluição, especialmente de fontes urbanas e industriais. O mercúrio tem baixa solubilidade na água e é transportado pelo material particulado em suspensão. Esse material particulado pode carrear o mercúrio da interface continental para a marinha. Ao longo dos monitoramentos realizados, em grande parte das amostras analisadas, os resultados estiveram abaixo do limite de quantificação do método analítico utilizado (**Figura 4-7**). Entre as campanhas, o menor valor médio foi registrado em dezembro/22 (0,05 mg/kg) e o maior em fevereiro/24 (0,20 mg/L). Entre os pontos amostrais, os valores médios variaram de 0,05 mg/kg (APA1, IM9 e IM16) a 0,13 mg/kg (IM8 e IM13). Em geral, os resultados se mantiveram abaixo do limiar nível 1, com exceção de algumas amostras obtidas em julho/20 (APA1), novembro/23 (APA3 e IM15) e fevereiro/24 (IM8, IM10 e IM13), no entanto, todos abaixo do limiar nível 2 (1,0 mg/kg).

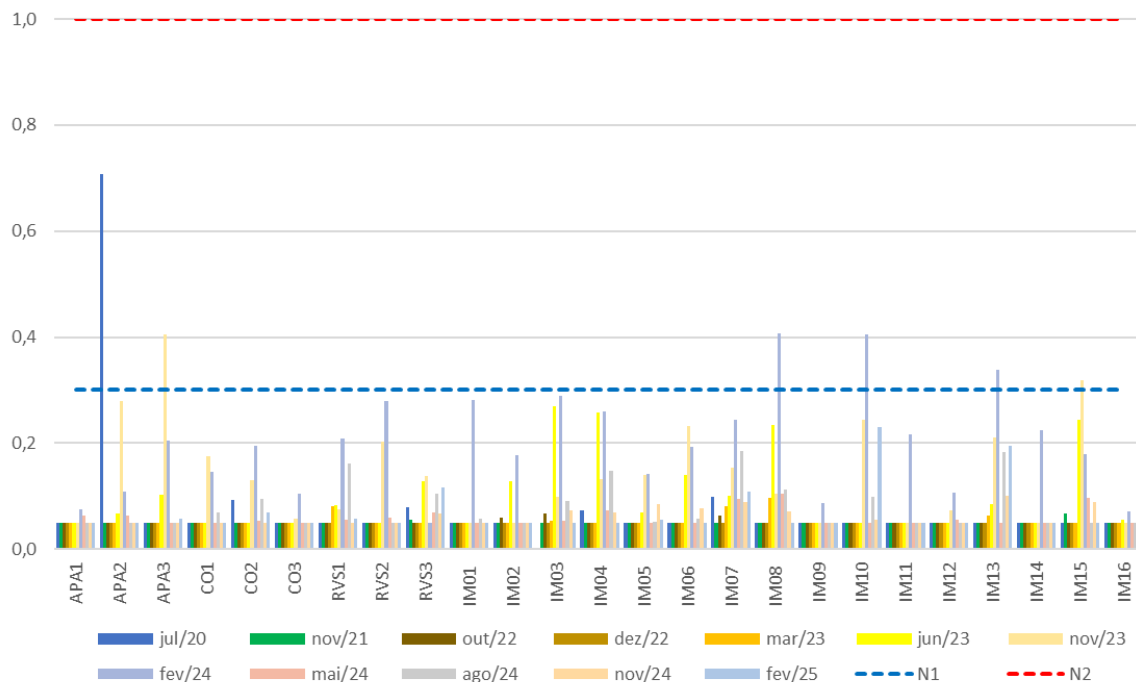


Figura 4-7: Variação de Mercúrio (mg/kg) no sedimento das estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

O níquel está presente naturalmente em rochas, mas também pode ser proveniente de fontes antrópicas (ex: mineração, efluentes domésticos e industriais) (Reimmann & Caritat, 1998). Concentrações elevadas de níquel podem estar associadas à granulometria da região. Segundo Jia e colaboradores (2021) e Miranda e colaboradores (2022), sedimentos mais finos possuem uma forte capacidade de adsorção, formando fortes ligações químicas com os metais. Na área monitorada, este metal apresentou registros pontuais acima do limiar nível 1 (20,9 mg/kg), estabelecido pela legislação nas campanhas de junho/20, março/23, novembro/23, maio/24 e fevereiro/25, no entanto, ainda bem abaixo do limiar nível 2 (51,6 mg/kg). A maior concentração média foi observada na campanha de maio/24 (11,8 mg/kg) e menor em novembro/21 (6,0 mg/kg), conforme demonstra a **Figura 4-8**. O ponto RVS3 apresentou a maior concentração média (14,3 mg/kg), enquanto CO1 o menor (3,0 mg/kg).

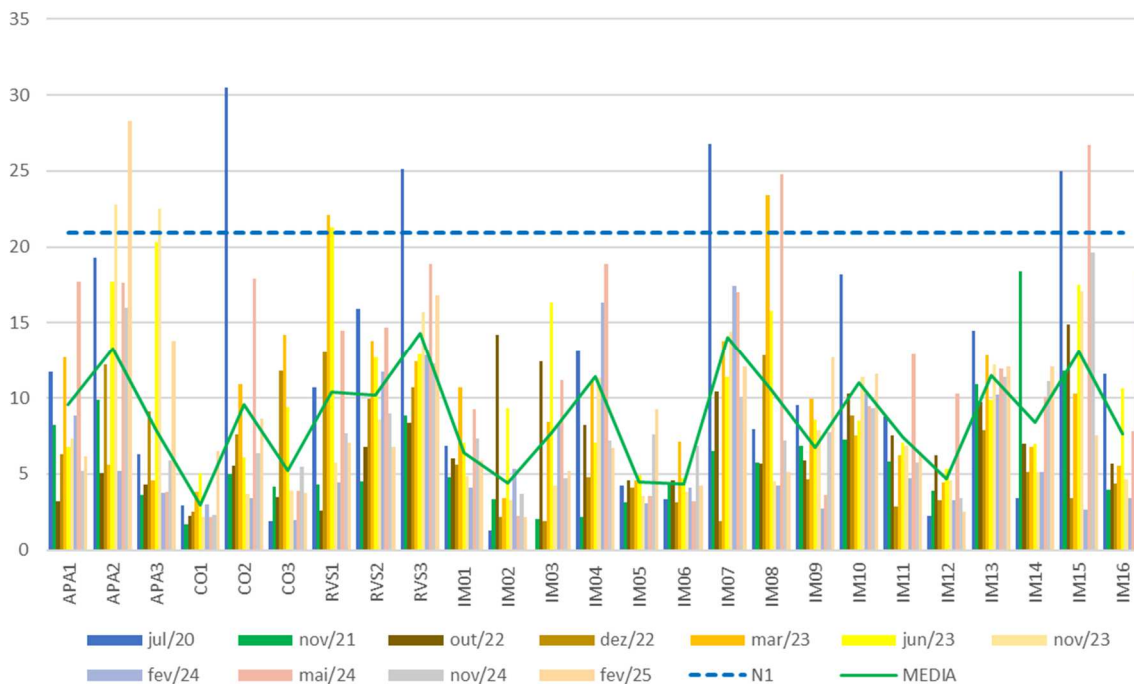


Figura 4-8: Variação de Níquel (mg/kg) no sedimento das estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

Zinco esteve presente em todas as amostras analisadas, com valores médios variando, entre os pontos amostrais, de 6,2 mg/kg (CO2) a 29,8 mg/kg (IM7). Entre as campanhas a menor concentração média foi obtida em novembro/21 (9,5 mg/kg) e a maior em junho/23 (18,3 mg/kg). Conforme demonstra a **Figura 4-9**, todos os registros da série histórica se encontram abaixo do limiar nível 1 (150 mg/kg), estabelecido pela legislação de referência. Segundo Alexandre e colaboradores (2012), o zinco pode ser encontrado em praticamente todos os ambientes e, devido a sua presença em rochas, o input desse elemento para o ambiente ocorre por meio do intemperismo de rochas e solos. Além disso, o zinco também é um micronutriente essencial aos organismos vivos, e em altas concentrações, também se tornam potencialmente tóxicos (Li et al., 2002).

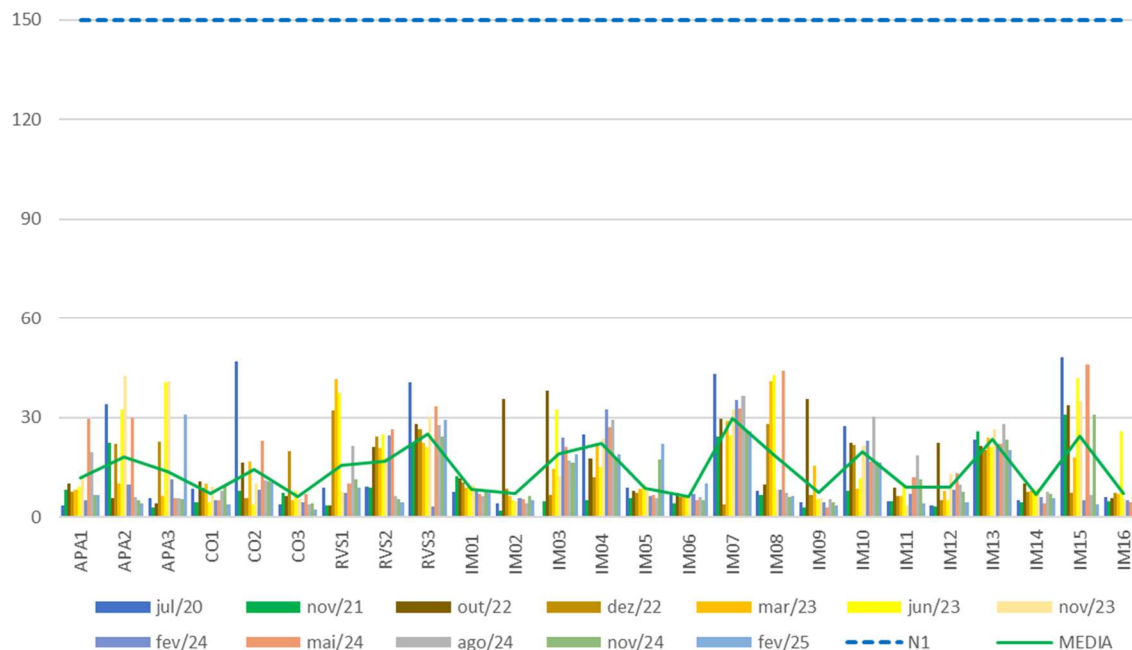


Figura 4-9: Variação de Zinco (mg/kg) no sedimento das estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

O arsênio apresentou concentração acima do limiar nível 1 (19 mg/kg) previsto na legislação, em quase a totalidade de amostras analisadas. Os valores médios obtidos nos pontos RVS1, IM1, IM8, IM10 e IM14 excederam o limiar nível 2 (70 mg/kg), sendo estes influenciados por amostras pontuais em campanhas distintas. As menores concentrações médias foram registradas em IM3 e IM12. Entre as campanhas, os valores médios variam de 47,4 mg/kg em dezembro/22 a 62,0 mg/kg em maio/24 (**Figura 4-10**).

Os estudos realizados concluíram que o arsênio possui origem litoquímica, sendo esta controlada principalmente por dois compostos: hidróxidos de ferro e carbonato de cálcio. Além disso, foi notado que o tamanho e a origem do carbonato de cálcio (clástico ou precipitado químico) têm influência na migração e distribuição do metal. **Desta maneira, os níveis de arsênio na área de influência seguem um comportamento típico da costa capixaba, onde as concentrações de arsênio são atribuídas: (1) Aos minerais presentes na crosta ferruginosa que ocorre nos sedimentos constituintes do grupo Barreiras; (2) Ao intemperismo das rochas continentais que através dos rios chega até o mar e concentra-se pela ação das correntes marinhas nos sedimentos costeiros.**

Informações mais detalhadas acerca do tema foram descritas no EIA/RIMA, 2011, cujo capítulo pertinente foi extraído do estudo e encontra-se disponível no **Anexo II**.

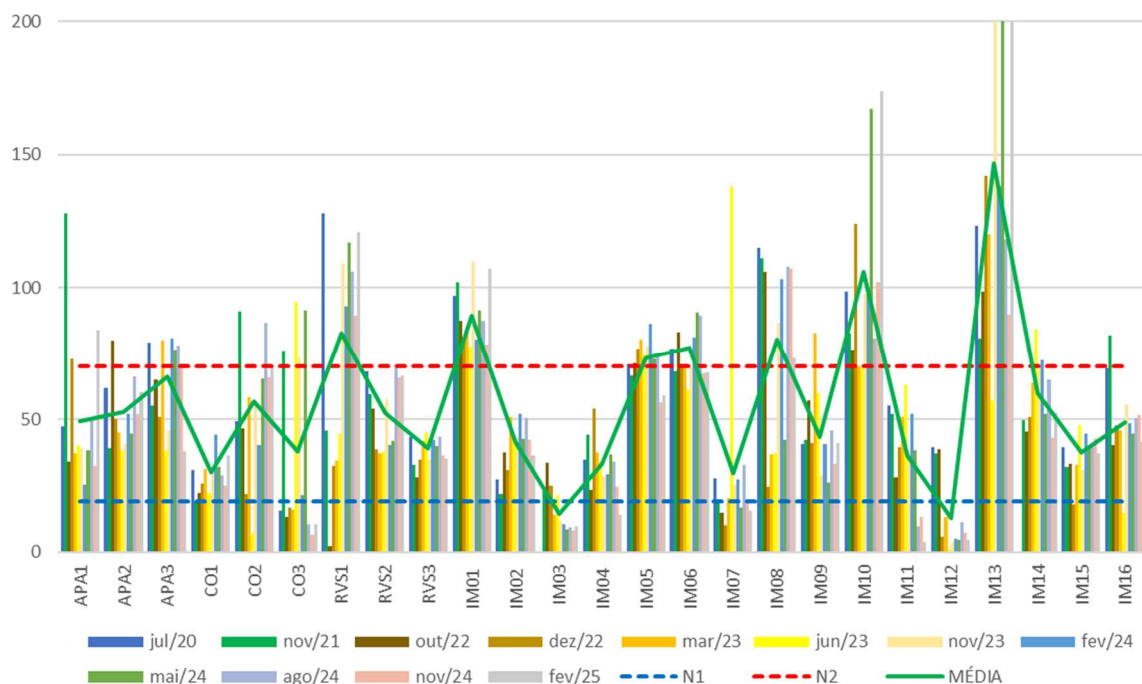


Figura 4-10: Variação de Arsênio (mg/kg) no sedimento das estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

Antes, e ao longo da instalação do empreendimento Imetame Logística Porto, a concentração de ferro, alumínio e manganês também foram analisadas no sedimento marinho.

O ferro não possui limite de concentração estabelecido pela legislação. Na área do empreendimento os valores variaram entre as campanhas, dentro do um mesmo ponto amostral (**Figura 4-11**). As campanhas de outubro/22 e novembro/24 registraram as menores concentrações médias (23623,9 mg/kg e 24859,2 mg/kg), enquanto maio/24 apresentou o maior valor médio (33930,8 mg/kg). Entre os pontos amostrais, os valores médios variaram de 9030,0 mg/kg (IM12) a 66993,3 mg/kg (IM13).

O ferro também é considerado como um metal essencial do ponto de vista biológico, entretanto, também se torna um poluente quando sua concentração excede às consideradas naturais (LOIEQUE, 2018). Sob a forma de óxidos e hidróxidos, o ferro representa um dos principais componentes das rochas e, devido a isso, sua presença no ambiente pode ser explicada pela erosão e intemperização de rochas. Além disso, a presença de ferro no ambiente também está associada a atividades antrópicas, seja devido as atividades industriais ou pelo lançamento de efluentes e o uso excessivo de fertilizantes (LOIEQUE, 2018). Segundo Quaresma e colaboradores (2021), altas concentrações de ferro na área em questão estão associadas às atividades mineradoras que ocorrem nas

regiões próximas a costa. Em ecossistemas marinhos, os óxidos de ferro influenciam nas taxas de sedimentação de outras partículas, uma vez que essa substância possui alta capacidade de adsorção de íons metálicos e compostos orgânicos (LOIEQUE, 2018; SOUZA et al., 2015).

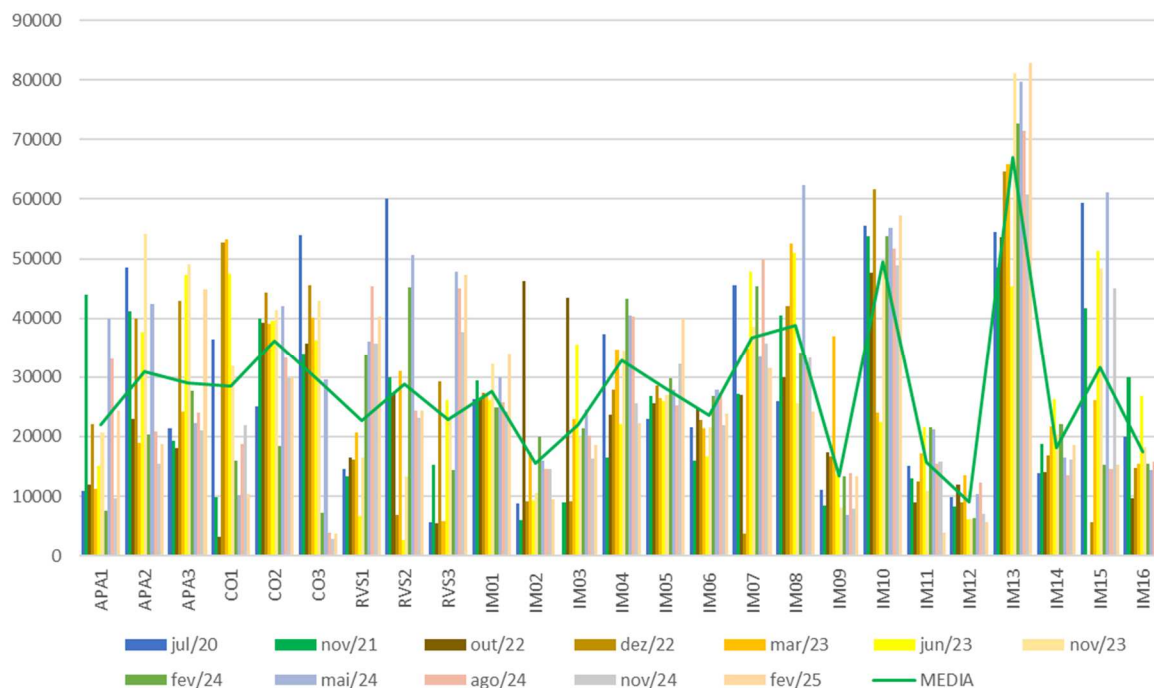


Figura 4-11: Variação de Ferro (mg/kg) no sedimento das estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

O alumínio também foi registrado nas amostras de sedimento analisadas, variando consideravelmente entre as campanhas e pontos amostrais. Especialmente, os valores médios estiveram entre de 3653,0 mg/kg (IM9) e 66848,7 mg/kg (IM7). Na campanha de novembro/21 foi registrada a menor concentração média (3372,4 mg/kg), enquanto a maior foi obtida na campanha de maio/24 (37369,6 mg/kg) (**Figura 4-12**). A legislação de referência não estabelece limite de concentração para este parâmetro.

A presença de alumínio em sedimentos marinhos pode ser atribuída a duas principais fontes: os naturais e as antropogênicas. O alumínio é um dos elementos mais abundantes da crosta terrestre, e sua presença em ecossistemas oceânicos pode ser explicado pela erosão e lixiviação de rochas continentais ricas em alumínio (Pattan e Shane, 1999).

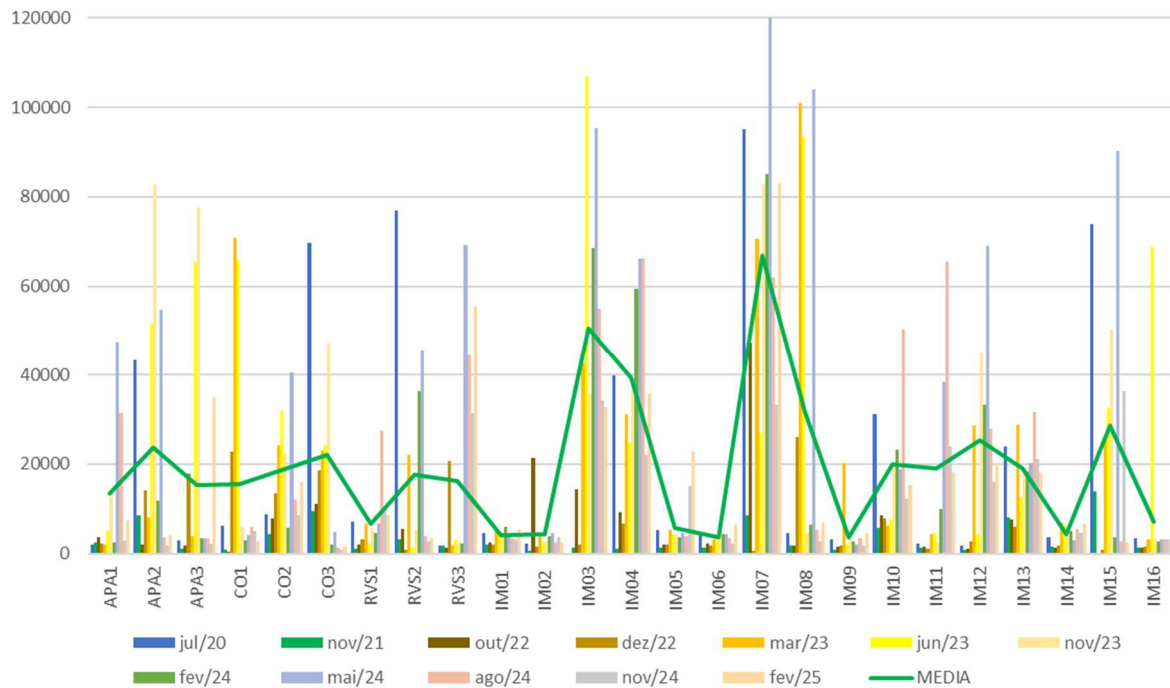


Figura 4-12: Variação de Alumínio (mg/kg) no sedimento das estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

O manganês foi registrado em concentrações quantificáveis em todas as amostras analisadas, com médias variando entre os pontos monitorados de 131,6 mg/kg (IM12) a 1877,3 mg/kg (IM1). Entre as campanhas a menor concentração média foi obtida na em dezembro/22 (624,8 mg/kg) e a maior em novembro/21 (976,2 mg/kg), influenciado pelo valor outlier obtido na amostra do ponto APA1 (4770,0 mg/kg) nesta campanha. **Figura 4-13.** A legislação não estabelece limite de concentração deste composto no sedimento.

O manganês também é um dos metais mais abundantes da crosta terrestre (Caetano, 1998). Assim como os óxidos de ferro, os óxidos de manganês também influenciam na sedimentação de partículas orgânicas e inorgânicas, uma vez que possuem alta capacidade de retenção em sua superfície. Além disso, óxidos de ferro e manganês também são responsáveis pela adsorção de outras partículas metálicas, levando a sedimentação de metais que estavam livres na coluna d'água.

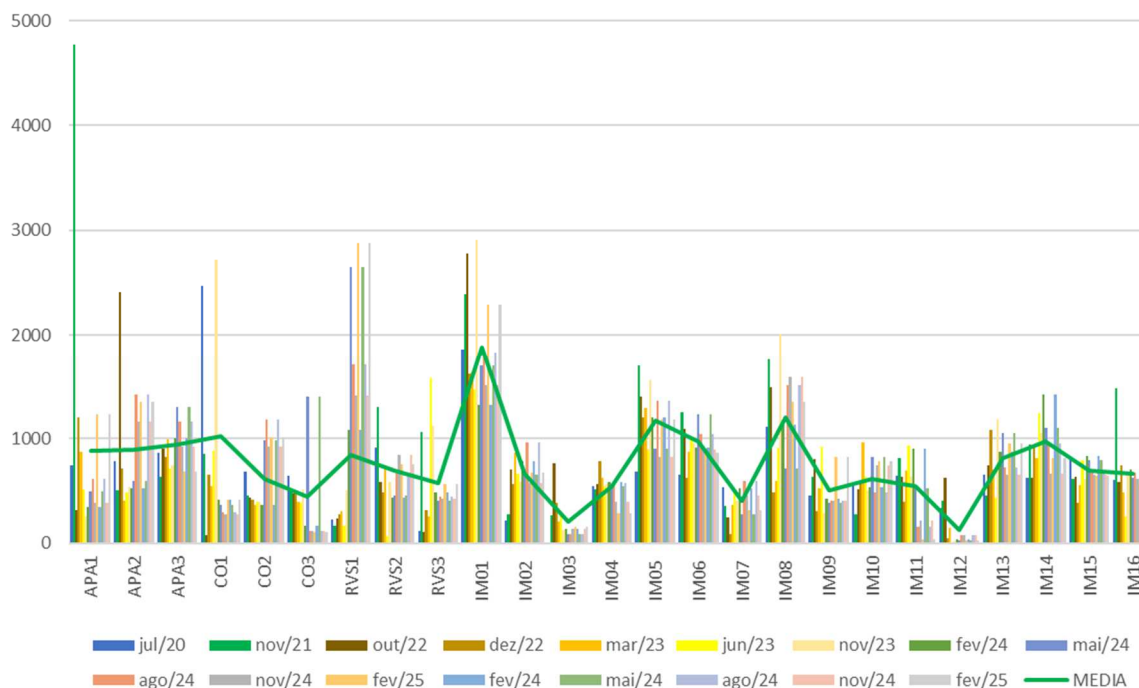


Figura 4-13: Variação de Manganês (mg/kg) no sedimento das estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

4.3 CARBONO ORGÂNICO TOTAL (COT), NITROGÊNIO E FÓSFORO

Os sedimentos marinhos representam o depósito final de carbono, nitrogênio e fósforo e, dependendo dos processos de interação química que ali ocorrem, podem ser responsáveis por sua maior ou menor disponibilidade para a coluna d'água. A regeneração dos nutrientes nos sedimentos é particularmente importante nos ambientes costeiros pouco profundos, como é o caso da área de influência, daí a preocupação com os processos de remineralização da matéria orgânica, os quais podem representar uma fonte substancial de nutrientes para a produção primária. Outro aspecto preocupante, a capacidade de acumulação e retenção de contaminantes, é diretamente influenciada pela quantidade de matéria orgânica sedimentar.

Sobre o teor médio de Carbono Orgânico Total (COT), a caracterização regional demonstra que nos sedimentos capixabas as concentrações de COT giram em torno de 0,5% a 2,7%. Em geral, tanto na área do empreendimento quanto nas demais regiões marinhas, os sedimentos se enquadram abaixo do "Valor de Alerta" (10%) preconizado pela Resolução CONAMA 454/12 (**Figura 4-14**). Os pontos IM9 a IM16 apresentaram os menores percentuais médios de COT (0,54% a 1,51%), enquanto APA3 (5,9%) e IM6 (6,38%) registraram os maiores percentuais médios obtidos ao longo das campanhas. Em novembro/21 foi registado o maior valor médio (3,2%), enquanto o menor se apresentou na campanha de novembro/23 (1,3%).

Segundo Hyland e colaboradores (2005), apesar do carbono orgânico presente nos sedimentos ser uma fonte de alimento para os organismos bentônicos, elevadas concentrações de COT podem resultar em reduções na riqueza de espécies e na abundância de biomassa, uma vez que, a decomposição da matéria orgânica, pode levar a depleção do oxigênio dissolvido na coluna d'água.

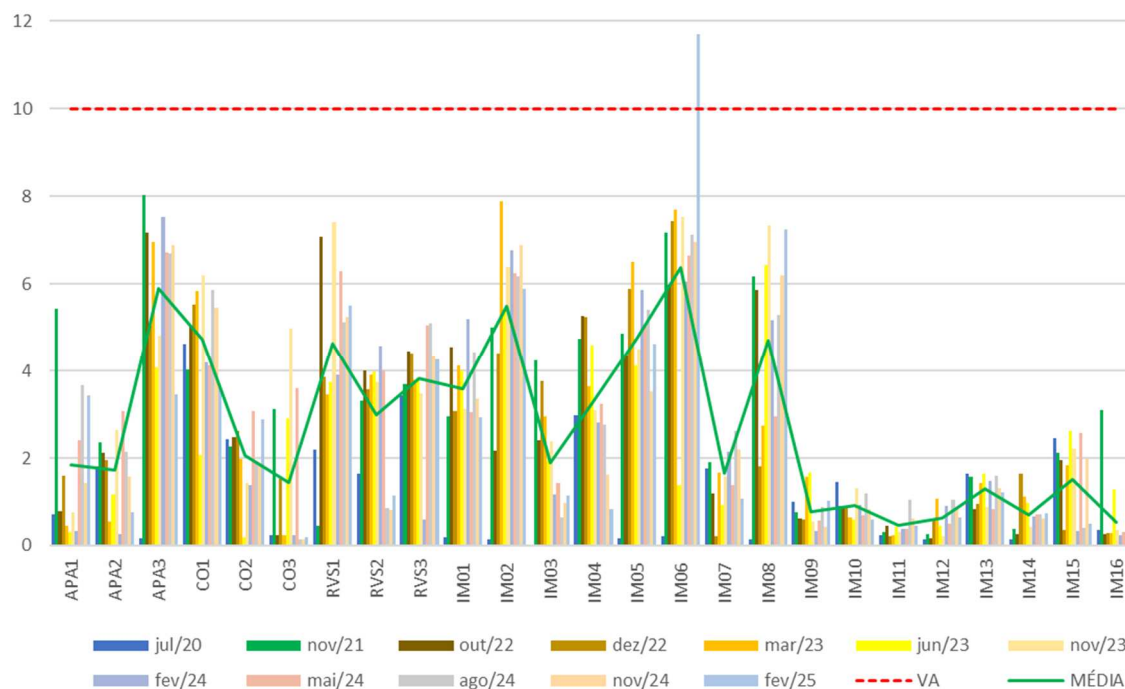


Figura 4-14: Variação de COT (%) no sedimento das estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

As concentrações de nitrogênio total nos sedimentos marinhos capixabas apresentam grande variação. Nas áreas próximas a costa, com características deposicionais e baixa granulometria, sujeitas ao aporte de efluentes orgânicos, os níveis de carbono, nitrogênio e fósforo são normalmente maiores. Em termos médios, as concentrações apresentadas na **Figura 4-15** variaram entre 96,4 mg/kg (novembro/21) a 909,1 mg/kg (novembro/23). A amostra obtida no ponto APA3 registrou um pico de concentração de 9360 mg/kg, o que elevou a média registrada na campanha de novembro/23. Entre os pontos amostrais os valores médios variaram entre 238,6 mg/kg (IM6) a 973,3 mg/kg (APA3).

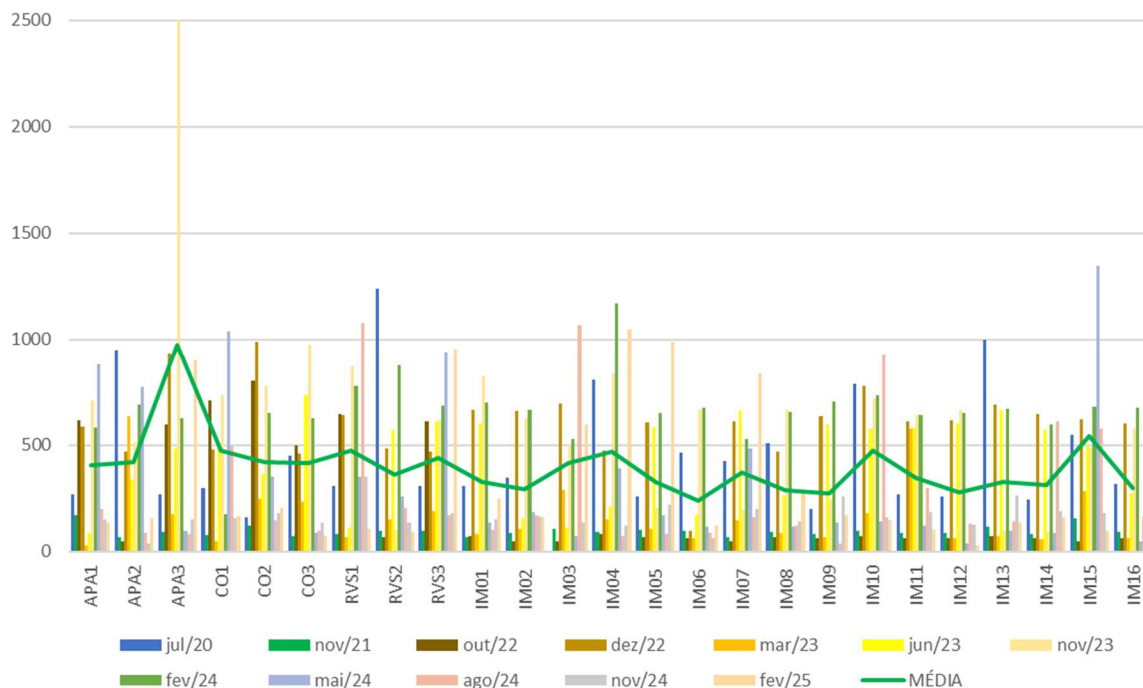


Figura 4-15: Variação de Nitrogênio total (mg/kg) no sedimento das estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

O fósforo total também apresentou resultados abaixo do “Valor de Alerta” (2000 mg/kg), estabelecido pela Resolução CONAMA nº 454/12, na área do empreendimento, com um registro outlier na campanha de novembro/21, ponto IM13 (2090,0 mg/kg) que, por sua vez, apresentou a maior concentração média registrada na malha amostral (1567,6 mg/kg), enquanto IM12 apresentou a menor (190,2 mg/kg). Ao longo das campanhas os valores médios variaram de 605,7 mg/kg (outubro/22) a 902,5 mg/kg (maio/24), conforme demonstrado na **Figura 4-16**.

A situação atual é similar ao descrito para os metais, ou seja, os sedimentos da área de influência direta do empreendimento são mais pobres em nutrientes quando comparados ao restante da região costeira capixaba.

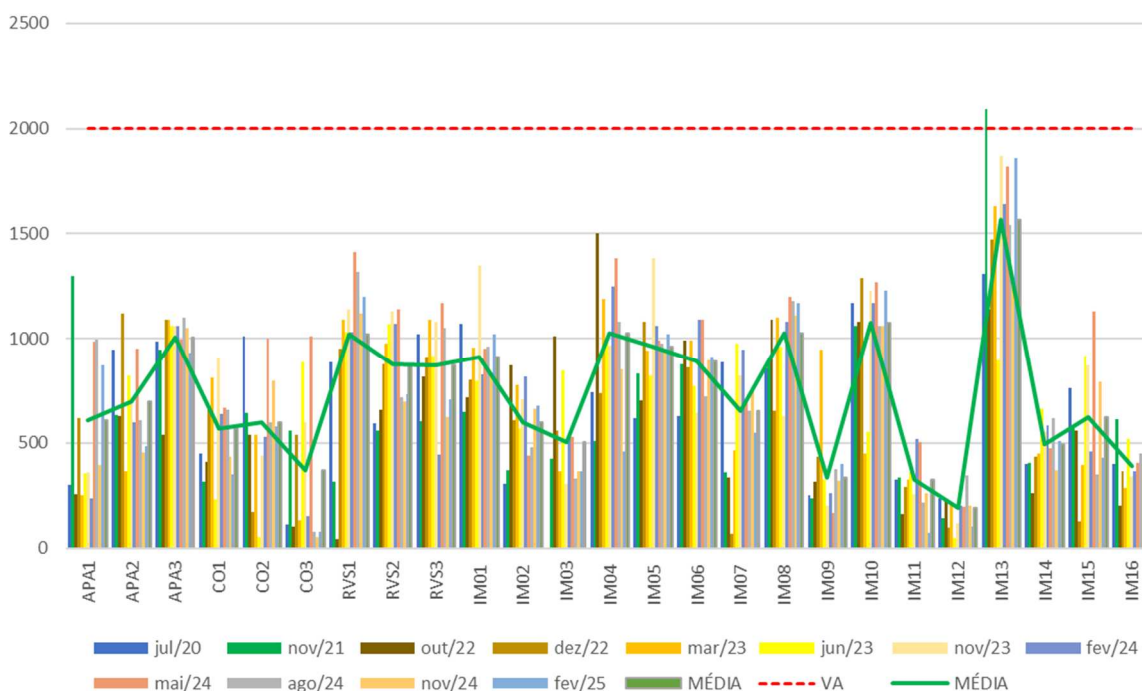


Figura 4-16: Variação de Fósforo total (mg/kg) no sedimento das estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

4.4 HIDROCARBONETOS POLICICLICOS AROMÁTICOS (HPA)

Durante a instalação do empreendimento o monitoramento da qualidade do sedimento analisou a concentração de todos os HPA dos Grupos A e B, previstos na Resolução CONAMA nº 454/12. Quase a totalidade das amostras apresentaram concentração abaixo do limite de quantificação do método analítico. As amostras que apresentaram valores quantificáveis ainda se enquadram bem abaixo do limiar nível 1 estabelecido pela legislação (**Tabela 4-3**), demonstrando a ausência de contaminação destes compostos na área de estudo.

O Somatório dos HPA segue apresentado na **Figura 4-17**, com a totalidade das amostras apresentando valores abaixo do limiar nível 1 (4000 µg/kg) estabelecido na referida Resolução.

HPA em sedimentos marinhos são compostos hidrofóbicos que se acumulam facilmente devido à sua dificuldade de degradação e tendência de serem adsorvidos a partículas de sedimentos, especialmente aquelas ricas em matéria orgânica. Estes compostos podem afetar os organismos aquáticos, especialmente aqueles que vivem em contato com o sedimento, e podem causar danos à saúde humana através da cadeia alimentar. As principais vias de acesso dos HPA aos ambientes costeiros são os vazamentos a partir da exploração, transporte e refino do petróleo, o escoamento superficial, esgotos urbanos,

descargas industriais e através da deposição atmosférica, seca ou úmida (LIU et al., 2007; VENTURINI et al., 2008; SOLIMAN et al., 2014).

Tabela 4-3: Estatística descritiva dos HPA na área marinha do entorno do empreendimento.

HPA (µg/kg)	Amostras Analisadas (N = 374)			Conama 454/12		
	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo	Nível 1	Nível 2
Benzo(a)antraceno	0,71	1,14	12,7	<0,30	280	690
Benzo(a)pireno	0,85	1,48	12,1	<0,30	230	760
Criseno	0,76	1,32	16,1	<0,30	300	850
Dibenzo(a,h)antraceno	0,57	1,21	15,9	<0,30	43	140
Acenafteno	0,41	0,21	3,3	<0,30	16	500
Acenaftileno	0,41	0,22	3,3	<0,30	44	640
Antraceno	0,42	0,22	3,3	<0,30	85,3	1100
Fenantreno	0,50	0,47	3,8	<0,30	240	1500
Fluoranteno	0,96	1,58	11,1	<0,30	500	5100
Fluoreno	0,41	0,21	3,3	<0,30	19	540
2-Metilnaftaleno	0,43	0,28	3,3	<0,30	70	670
Naftaleno	0,44	0,29	3,3	<0,30	160	2100
Pireno	0,89	1,46	11,90	<0,30	665	2600
Somatória de HPA	9,80	12,61	127,0	<2,60	4000	-

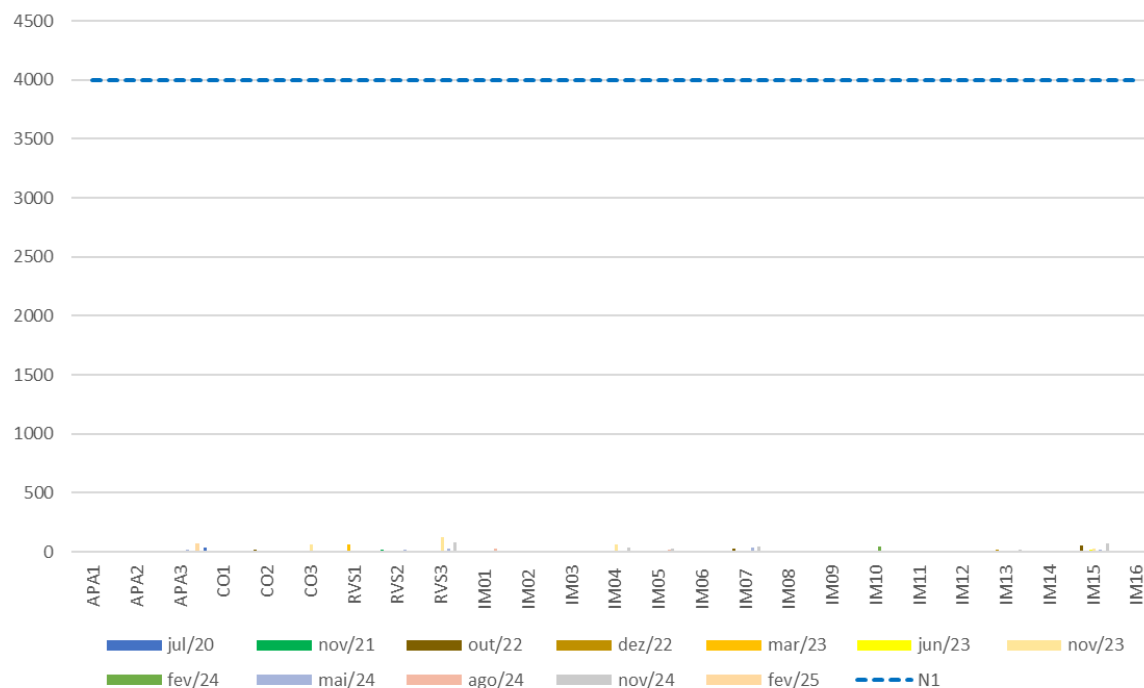


Figura 4-17: Variação da Soma dos HPA (µg/kg) no sedimento das estações amostrais monitoradas ao longo da instalação do empreendimento.

4.5 TRIBUTILESTANHO

O tributilestanho (TBT) é um composto organoestânico que pode ser encontrado em sedimentos marinhos, especialmente em áreas com atividade náutica, devido ao uso em tintas anti-incrustantes para embarcações. O TBT é muito tóxico para organismos marinhos e pode interferir no sistema endócrino de moluscos e crustáceos. A contaminação por TBT em sedimentos marinhos pode persistir por longos períodos. Vários países proíbem a aplicação, ou a presença, de tintas náuticas a base de tributilestanho em cascos e partes ou superfícies externas de embarcações. A União Europeia adotou restrições a artigos de consumo e misturas contendo compostos organoestânicos trissubstituídos (TBT e trifenilestanho) e compostos de dibutilestanho (DBE) e dioctilestanho (DOE). O TBT sofre degradação por alguns organismos, como bactérias, algas, crustáceos e peixes, que têm a capacidade de transformar o TBE em DBE e MBE, porém essa degradação pode ser inibida caso a concentração de TBE seja demasiadamente alta. Na área de estudo o TBT foi registrado abaixo do limite de quantificação (1,0 µg/kg e 2,0 µg/kg) do método analítico utilizado, em todas as campanhas e, portanto, em conformidade com a legislação que estabelece como limiares de 100,0 µg/kg (nível 1) e 1000 µg/kg (nível 2).

4.6 ENSAIOS ECOTOXICOLÓGICOS

Os ensaios de toxicidade crônica de curta duração com o ouriço-do-mar *Echinometra lucunter* foram conduzidos de acordo com a norma ABNT NBR 15350:2020. Este método de ensaio buscou avaliar a toxicidade crônica nas amostras de elutriato sobre o desenvolvimento embriolarval do ouriço-do-mar.

Para o preparo do elutriato, o sedimento coletado foi misturado com água de diluição e, com auxílio de um agitador mecânico, o material foi homogeneizado. Após a decantação, o sobrenadante foi filtrado para realização dos testes com os gametas fecundados.

O uso de elutriatos fornece informações sobre a capacidade de lixiviação de contaminantes associados ao sedimento, e pode ser considerado como uma rota importante na exposição de elementos tóxicos depois de eventos de ressuspensão de sedimento, podendo fornecer dados importantes sobre o potencial de efeitos adversos para organismos da coluna d'água após distúrbios no sedimento (Marangoni et al., 2011).

Os resultados foram expressos qualitativamente, sendo classificados em **Tóxico** ou **Não Tóxico**, em virtude de a análise ter sido realizada na amostra bruta, sem diluição, em cada ponto amostral. Conforme demonstram os resultados expressos na **Tabela 34-4**, a maioria das amostras analisadas apresentaram efeito tóxico para o organismo-teste, sem um padrão temporal e espacial definido.

Analisando as amostras por áreas, Unidades de Conservação (APA, RVS e CO), entorno do Porto (IM1 a IM8), Bota-fora (IM9 a IM14) e Controle (IM15 e 16), todas registraram mais de 80% das amostras apresentando efeito tóxico para o organismo-teste, com exceção da área “Controle”, com 79,2%. Entre as campanhas, julho/20 apresentou o menor percentual de amostras com efeito tóxico (20%), enquanto nas campanhas de novembro/21, dezembro/22, março e junho/23, agosto e novembro/24 e janeiro/25, 100% dos pontos amostrados apresentaram toxicidade. As amostras que registraram efeito não-tóxico não apresentam um padrão temporal ou espacial definido.

Desta forma, assim como relatado para os ensaios com amostras de água, é importante que os dados obtidos para Ecotoxicologia sejam avaliados com cautela, considerando que os resultados físico-químicos obtidos para qualidade do sedimento, em que não apresentam nenhuma contaminação evidente. Há ainda, que considerar, a influência do desague de corpos hídricos na região de estudo, bem como o lançamento de efluentes domésticos e industriais, não associados a instalação do empreendimento do Imetame Logística Porto.

Tabela 4-4: Resultados dos ensaios ecotoxicológicos com as amostras de elutriado, obtidas a partir do sedimento da área de estudo.

	2020	2021	2022		2023			2024				2025
	JUL	NOV	SET	DEZ	MAR	JUN	NOV	FEV	MAI	AGO	NOV	FEV
APA1	NT	T	T	T	T	T	T	NT	T	T	T	T
APA2	NT	T	T	T	T	T	T	T	NT	T	T	T
APA3	NT	T	T	T	T	T	T	T	NT	T	T	T
CO1	NT	T	T	T	T	T	T	T	NT	T	T	T
CO2	NT	T	T	T	T	T	NT	T	NT	T	T	T
CO3	NT	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
RVS1	NT	T	T	T	T	T	T	NT	NT	T	T	T
RVS2	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
RVS3	NT	T	T	T	T	T	T	NT	T	T	T	T
IM01	NT	T	T	T	T	T	NT	T	T	T	T	T
IM02	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
IM03	NT	T	T	T	T	T	NT	T	T	T	T	T
IM04	NT	T	T	T	T	T	T	NT	T	T	T	T
IM05	NT	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
IM06	NT	T	T	T	T	T	NT	T	T	T	T	T
IM07	T	T	T	T	T	T	T	NT	NT	T	T	T
IM08	NT	T	T	T	T	T	T	NT	T	T	T	T
IM09	NT	T	T	T	T	T	NT	T	T	T	T	T
IM10	NT	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
IM11	NT	T	T	T	T	T	T	NT	T	T	T	T
IM12	NT	T	NT	T	T	T	T	T	T	T	T	T
IM13	NT	T	NT	T	T	T	T	NT	T	T	T	T
IM14	T	T	T	T	T	T	NT	T	T	T	T	T
IM15	NT	T	T	T	T	T	NT	T	NT	T	T	T
IM16	T	T	T	T	T	T	T	NT	NT	T	T	T

Legenda: T = tóxico; NT = não tóxico

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos ao longo dos monitoramentos realizados entre 2020 e início de 2025, demonstram, com grande consistência, **a ausência de alterações na qualidade da água** que poderiam estar relacionadas à obra de instalação do Imetame Logística Porto (ILP).

Quase a totalidade das amostras analisadas, através das campanhas que ocorrem frequentemente nestes mais de 4 anos de instalação, apresentaram concentrações de compostos em conformidade com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357/05; muitos dos resultados estiveram, inclusive, abaixo dos limites de quantificação dos métodos analíticos utilizados, com destaque para os compostos orgânicos; **amostras pontuais, com resultados acima do limiar legal, devem ser analisadas com cautela, pois não refletem o histórico da área de estudo.**

Os parâmetros cloro residual, surfactantes, e *E. coli*, apresentaram concentração acima do limite estabelecido pela legislação em algumas campanhas, no entanto, **não estão relacionados com as atividades do empreendimento**, considerando a ausência de lançamento de efluentes sanitários e industriais na fase de instalação.

Nos ensaios ecotoxicológicos realizados com amostras de pontos inseridos nas Unidades de Conservação, a maioria das amostras analisadas apresentaram efeito tóxico para o organismo-teste, sem um padrão temporal e espacial definido. É importante que os dados obtidos para Ecotoxicologia sejam avaliados com cautela, considerando que os resultados físico-químicos obtidos não registraram nenhuma contaminação evidente, e ainda, a influência do desague de corpos hídricos na região de estudo, bem como o lançamento de efluentes domésticos e industriais, não associados a instalação do empreendimento do Imetame Logística Porto.

Referente a qualidade dos sedimentos, os resultados obtidos ao longo dos monitoramentos realizados entre 2020 e 2025, demonstram, da mesma forma que para as análises de água, a ausência de contaminação ou alterações na provenientes da obra de instalação, incluindo a dragagem, do Imetame Logística Porto.

Quase a totalidade das amostras analisadas, através das campanhas, apresentaram concentrações de metais e nutrientes em conformidade com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA nº 454/12; os valores de arsênio, registrados acima do limiar nível 2 estabelecido pela legislação, se apresentam historicamente na região do estudo, advindo de processos naturais. Muitos dos resultados estiveram, inclusive, abaixo dos limites de quantificação dos métodos analíticos utilizados, com destaque para Cadmio, HPA e TBT.

Os sedimentos, submetidos a preparação de elutriato para realização de ensaios ecotoxicológicos com *E. lucunter*, registraram efeito tóxico em mais de 80% das amostras. A maioria das campanhas apresentou 100% dos pontos amostrados com efeito tóxico; apenas julho/20 apresentou percentual reduzido de amostras com efeito ecotoxicológicos (20%). Não foi identificado um padrão temporal ou espacial definido para distribuição das amostras com efeito tóxico para o organismo-teste.


Esperamos com a apresentação deste relatório, que consolida vários anos de monitoramento, fortalecer o pleito inicial da ILP, realizado em junho de 2024, quando foi solicitada a otimização do bota-fora marinho, por meio de uma redução de profundidade (-20m para -18m). Conforme vimos reiterando desde o princípio, o pacote sedimentar a ser dragado e depositado no bota-fora trata-se apenas de uma porção adicional daquele pacote sedimentar que já vem sendo retirado nas operações de dragagem em andamento.


Destacamos que, os dados aqui apresentados, foram gerados por meio de campanhas recentes, obtidos por empresas experientes no serviço em tela, que contam em seus quadros com profissionais das áreas de oceanografia, biologia, engenharia ambiental, entre outros, bem como laboratórios acreditados para a ampla gama de parâmetros analisados.

Acreditamos que tais características trazem grande conforto técnico para a tomada de decisão acerca da otimização das profundidades na área de bota-fora, permitindo que a instalação deste empreendimento, vital para o desenvolvimento do comércio interior e exterior, pelo modal marítimo, possa caminhar **equalizando qualidade ambiental e desenvolvimento, priorizando, como é praxe para a IMETAME, a sustentabilidade ambiental.**

6 EQUIPE TÉCNICA

Profissional	Sérgio Fantini de Oliveira <i>Diretor de Sustentabilidade</i>
Assinatura	
Contato:	sfantini@imetame.com.br (27) 99602-8521

Profissional	Giovanna Cypriano Lage <i>Especialista de Sustentabilidade</i>
Assinatura	
Contato:	glage@imetame.com.br

Profissional	Renata Landim Fonseca <i>Técnica de Sustentabilidade</i>
Assinatura	
Contato:	rlandim@imetame.com.br

7 ANEXOS