

oCliente:

Consórcio Intermunicipal para Gestão Ambiental das Bacias da Região dos Lagos, do Rio São João e Zona Costeira.

Endereço:

Rod. Amaral Peixoto, Km 106 - Horto Escola Artesanal, Balneário, São Pedro da Aldeia/RJ.

Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI

Fevereiro de 2023



FUNDRHI **inea** instituto estadual
do ambiente



Por:



**CENTRO DE BIOLOGIA EXPERIMENTAL
OCEANUS**

Para maiores informações, favor contatar:

Serviço de Atendimento ao Cliente

T. +55 21 3293-7000

projetos@oceanus.bio.br

Índice Geral

1	Introdução	4
2	Área de estudo	5
2.1	Rio São João e Reservatório de Juturnaíba	6
2.1.1	Pontos Amostrais	7
2.2	Lagoa de Saquarema	8
2.2.1	Pontos Amostrais	9
3	Metodologia	10
3.1	Dados meteorológicos	10
3.2	Qualidade de água.....	10
4	Fundamentação Teórica dos Parâmetros	16
4.1	Alumínio dissolvido	16
4.2	Cádmio total.....	17
4.3	Chumbo total	17
4.4	Clorofila- <i>a</i> e Feofitina- <i>a</i>	17
4.5	Cobre dissolvido	18
4.6	Coliformes termotolerantes e coliformes totais	18
4.7	Condutividade	18
4.8	Cor verdadeira	18
4.9	DBO	19
4.10	DQO.....	19
4.11	<i>Enterococcus faecalis</i>	19
4.12	Ferro dissolvido.....	19
4.13	Fitoplâncton	20
4.14	Fosfato e Fósforo total	20
4.15	Índice de fenóis.....	20
4.16	Manganês total	21
4.17	Níquel total.....	21
4.18	Nitrato e nitrito.....	21
4.19	Nitrogênio amoniacal	22
4.20	Oxigênio dissolvido	22
4.21	pH	22
4.22	Salinidade	22
4.23	Sólidos totais em suspensão	23
4.24	Temperatura	23

4.25	Transparência	23
4.26	Turbidez	23
4.27	Vazão	24
4.28	Zinco total	24
5	Resultados	25
5.1	Dados climáticos	25
5.2	Reservatório de Juturnaíba	26
5.3	Rio São João	33
5.4	Lagoa de Saquarema	40
6	Conclusão	45
7	Equipe Técnica	47
8	Referências	48
	ANEXOS	50

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Lei nº 9.433/97, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, a água é um bem de domínio público, que possui valor econômico e tem como usos prioritários o abastecimento humano e a dessedentação de animais (BRASIL, 1997).

Dentre os marcantes impactos antrópicos no meio ambiente, podemos destacar a poluição das águas como interferência significativa causada pelo ser humano. A poluição de origem antropogênica se dá em decorrência da introdução de substâncias ou energia de forma a alterar as condições ambientais e representa uma séria ameaça para a biodiversidade nativa, saúde humana e aos serviços ecossistêmicos.

Dada a diversidade de impactos originados pela atividade humana, a execução de projetos de monitoramento ambiental em áreas com potencial impacto torna-se essencial para o planejamento de ações que visem a manutenção da saúde dos ecossistemas e embasem uma rápida tomada de decisão em prol da recuperação de ambientes impactados.

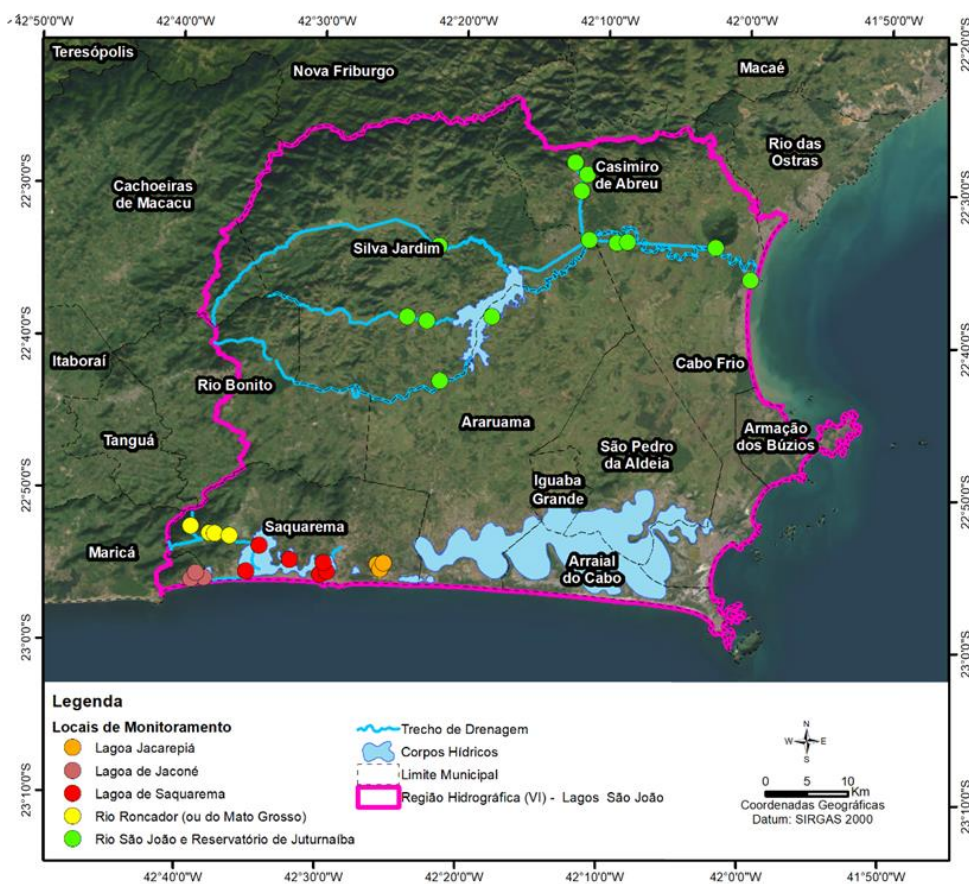
Logo, o presente relatório tem como objetivo apresentar os resultados obtidos na sexta campanha do projeto de Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI, e fornecer subsídios para a gestão do Comitê de Bacia Hidrográfica Lagos São João (CBHLSJ), contribuindo, assim, com informações relevantes para a preservação dos rios e lagoas da Região Hidrográfica.

2 ÁREA DE ESTUDO

A Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI do Estado do Rio de Janeiro compreende os municípios de Armação de Búzios, Araruama, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia, Saquarema e Silva Jardim, em suas totalidades e compreende parcialmente os municípios de Cachoeiras de Macacu, Casimiro de Abreu, Maricá, Rio Bonito e Rio das Ostras (INEA, 2013).

Para avaliação da qualidade da água, foram realizadas campanhas de amostragem e análise de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da qualidade da água superficial da Lagoa de Jacarepiá, Rio São João e Reservatório de Juturnaíba, Rio Roncador, Lagoa de Saquarema e Lagoa Jaconé (Figura 2-1). Os resultados de cada corpo hídrico serão apresentados separadamente. Cabe destacar que na presente campanha foram monitorados somente o Rio São João, Reservatório de Juturnaíba e a Lagoa de Saquarema.

Figura 2-1 – Mapa dos corpos d’água compreendidos no Projeto de Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.



2.1 Rio São João e Reservatório de Juturnaíba

A Região Hidrográfica Lagos São João apresenta uma área de 2.160 km², abrangendo oito municípios (BIDEGAIN, 2005). Destacam-se nessa região dois mananciais, o Rio São João e seus afluentes e o Reservatório de Juturnaíba.

O Rio São João tem suas nascentes localizadas na serra do Sambê, no município de Cachoeira de Macacu, percorre cerca de 120 km até desaguar no oceano, entre Barra de São João (Casemiro de Abreu) e Santo Antônio (Cabo Frio). Sua maior vazão ocorre nos meses de janeiro a março, já as menores em agosto a setembro (BIDEGAIN, 2005). Os principais afluentes desse corpo hídrico são os rios Gaviões, do Ouro, Bacaxá, Capivari e Morto, os córregos Salto d’Água e Cambucás, a vala do Consórcio e o rio Gargóá; e pela margem esquerda, os rios Águas Claras, Pirineus, Taquaraçu, da Bananeira, Maratuã, Aldeia Velha, da Lontra, Dourado e a vala dos Medeiros (SOUZA, 2013).

O Reservatório de Juturnaíba está situado entre os municípios de Silva Jardim e Araruama, e apresenta 43 km² de área alagada (NOVO, 2015). O Reservatório tem como finalidade o abastecimento público, sendo o responsável por abastecer cerca de 400.000 pessoas da Região dos Lagos e ainda tem como objetivo a irrigação de áreas planas (BIDEGAIN, 2005; DIAMANTE *et al.* 2017).

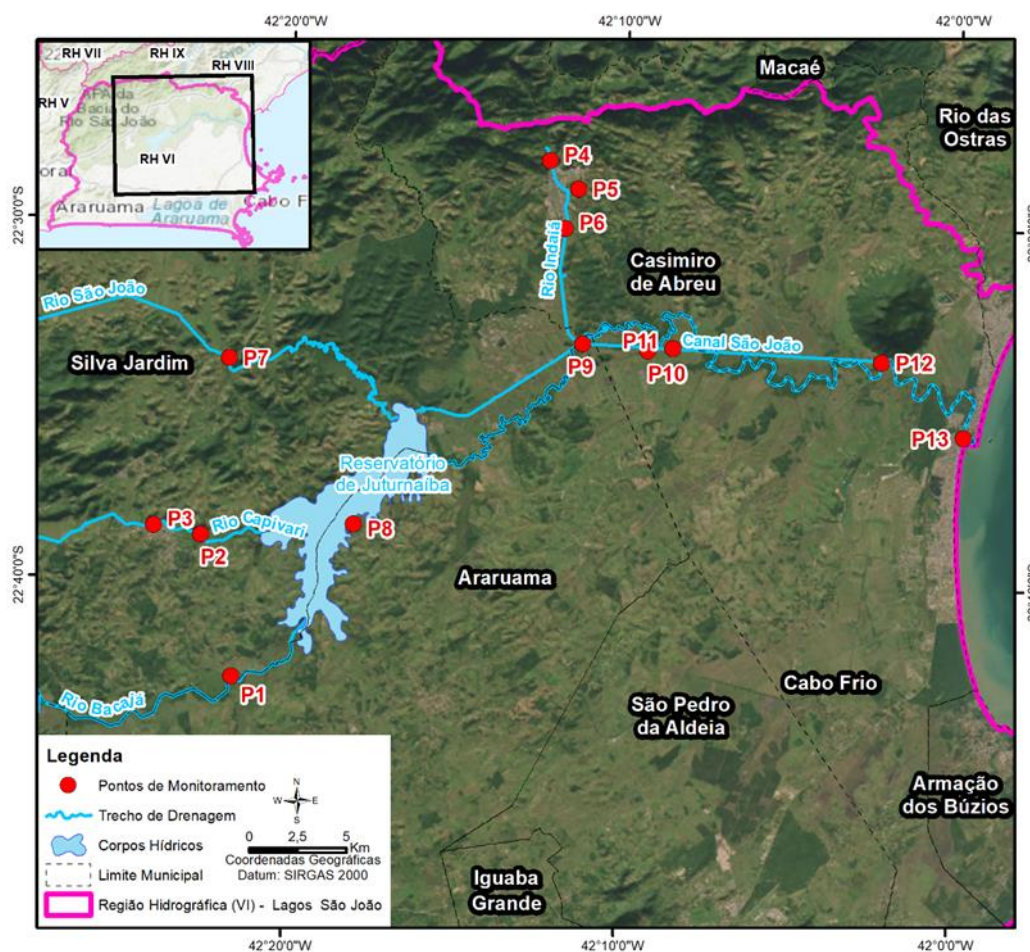
2.1.1 Pontos Amostrais

Para avaliar a qualidade da água do Rio São João e do Reservatório de Juturnaíba foram coletadas amostras de água superficial em 13 (treze) pontos distintos na Bacia Hidrográfica do Rio São João, conforme Quadro 2-1 e a Figura 2-2.

Quadro 2-1 – Coordenadas geográficas dos pontos amostrais do Rio São João e Reservatório de Juturnaíba.

Pontos Amostrais	Referência	Latitude	Longitude
01	PONTE RJ 106 - RIO BACAXÁ	22°42'44.54"S	42°21'37.19"O
02	ESTRADA DE FERRO - RIO CAPIVARI	22°38'48.15"S	42°22'35.88"O
03	PÓRTICO S. JARDIM PONTE CAPIVARI	22°38'33.32"S	42°24'0.89"O
04	INDAIAÇU	22°28'13.94"S	42°12'18.39" O
05	JUSANTE DO CONDOMÍNIO INDUSTRIAL	22°29'0.53"S	42°11'26.68"O
06	JUSANTE DE CASIMIRO DE ABREU	22°30'6.99"S	42°11'48.96"O
07	BR 101 PONTE (Bacia do Alto Médio São João)	22°33'52.83"S	42°21'49.69"O
08	JUTURNAÍBA INÍCIO REPRESA	22°38'26.79"S	42°18'1.35"O
09	INDAIAÇU FOZ (Bacia Baixo São João)	22°33'19.11"S	42°11'14.07"O
10	ANTES AGRISA (Bacia Baixo São João)	22°33'29.18"S	42° 9'16.51"O
11	AGRISA (Bacia Baixo São João)	22°33'24.08"S	42° 8'31.09"O
12	SÃO JOÃO MORRO DELTA (Bacia Baixo São João)	22°33'41.47"S	42° 2'15.31"O
13	SÃO JOÃO FOZ (Bacia Baixo São João)	22°35'45.17"S	41°59'46.18"O

Figura 2-2 – Pontos amostrais do monitoramento da qualidade de água do Rio São João e Reservatório de Juturnaíba.



2.2 Lagoa de Saquarema

A Lagoa de Saquarema é o maior corpo hídrico do município homônimo, possui uma área de 21,2 km² e profundidade de 1,15 m (LOPES; BOZELLI, 2013). É formada por quatro sublagoas interconectadas: Mombaça, Jardim, Boqueirão e de Fora (ou Saquarema propriamente dita) (VALADÃO; CANDELLA, MINELLO, 2020). Historicamente, as atividades socioeconômicas da lagoa estão relacionadas à pesca e agricultura (LOPES; BOZELLI, 2013). Esse corpo hídrico apresenta uma rica diversidade quando se trata de ecossistemas, já que apresenta brejos, mangues, costões rochosos e praias (BIDEGAIN, 2005).

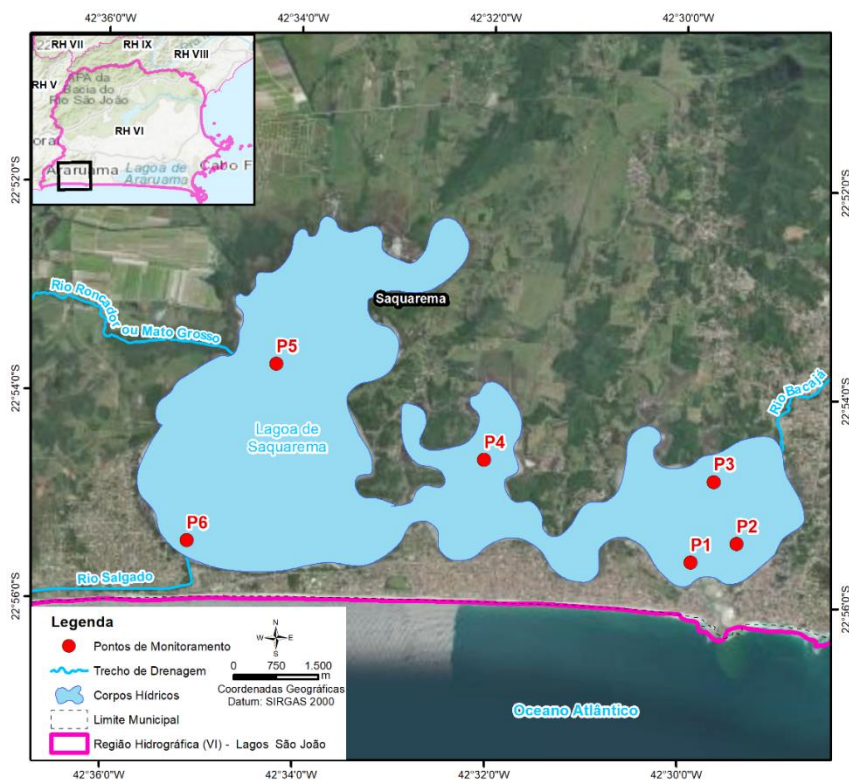
2.2.1 Pontos Amostrais

Para a análise de qualidade de água, foram coletadas amostras da água superficial em 06 (seis) pontos da lagoa de Saquarema, conforme Quadro 2-2 e a Figura 2-3.

Quadro 2-2 – Coordenadas geográficas dos pontos amostrais das Lagunas de Saquarema.

Pontos amostrais		Referência	Latitude	Longitude
01	Lagoa de Fora	Próximo a Colônia Z-24	22°55'34.45"S	42°29'53.43"O
02	Lagoa de Fora	Próximo à ETE	22°55'23.23"S	42°29'24.84"O
03	Lagoa de Fora	Próximo à Bacaxá	22°54'47.77"S	42°29'39.70"O
04	Jardim	Região central da Laguna	22°54'37.21"S	42°32'03.20"O
05	Mombaça	Próximo à Sampaio Correia	22°53'43.85"S	42°34'13.68"O
06	Canal Salgado	Próximo ao Caminho de Charles Darwin	22°55'26.40"S	42°35'07.69"O

Figura 2-3 – Pontos amostrais do monitoramento da qualidade de água da Lagoa de Saquarema.



3 METODOLOGIA

As coletas foram realizadas nos dias 05, 08 e 12 de janeiro de 2024, nos pontos amostrais supracitados. As coletas de água foram realizadas de acordo com a revisão mais recente do Guia Nacional de Coletas e Preservação de Amostras e do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* e USEPA – *United States Environmental Protection Agency Test Methods*, bem como com procedimentos contemplados na legislação ambiental vigente.

Seguindo o cronograma de amostragens, foram realizadas coletas no Rio São João, Reservatório de Juturnaíba e Lagoa de Saquarema.

3.1 Dados meteorológicos

Os dados meteorológicos de pluviosidade, dos 15 dias anteriores às coletas, foram obtidos na base de dados do Instituto Nacional de Meteorologia. As estações selecionadas e suas respectivas coordenadas constam no Quadro 3-1.

Quadro 3-1 – Estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia e suas respectivas coordenadas geográficas.

Estação	Coordenadas	
	S	W
Saquarema - Sampaio Correia - A667	22°52'12"	42°36'36"
Silva Jardim - Silva Jardim - A659	22°38'60"	42°25'12"
Arraial do Cabo - A606	22°58'48"	42°1'12"
Iguaba Grande - 83114	22°51'00"	42°11'00"

3.2 Qualidade de água

A coleta de água foi realizada com o auxílio de frascos, nos pontos que constituem a malha amostral (Figura 3-1). O relatório fotográfico se encontra no ANEXO A.

Figura 3-1 – Coleta de amostra para análise dos parâmetros de qualidade de água.



Com o intuito de avaliar a qualidade da água dos diferentes ecossistemas compreendidos no presente monitoramento, foram analisados diversos parâmetros físicos, químicos e biológicos da água. A relação de parâmetros analisados por ponto e seus respectivos métodos analíticos constam nos Quadro 3-2 e Quadro 3-3.

As concentrações desses parâmetros foram determinadas por meio de análises laboratoriais da água coletada, em concordância com os métodos descritos no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA-AWWA-WPCF), versão 23ª edição (2017).

A medição *in situ* dos parâmetros físico-químicos temperatura, oxigênio dissolvido (OD), salinidade, turbidez e pH em cada ponto amostral foi realizada utilizando uma sonda multiparâmetros MPM 012 HANNA HI98194 previamente calibrada e turbidímetro TB 008.

Além disso, a transparência do ponto foi medida por disco de Secchi. Conforme acordado com o cliente, não foi possível medir a vazão no ponto P9 devido à dificuldade de acesso ao local, em função da presença de vegetação de margem a margem, conforme demonstrado na Figura 3-2.

Figura 3-2 – Presença de vegetação no ponto amostral P9, impossibilitando a medição da vazão



Quadro 3-2 – Parâmetros físicos, químicos e biológicos analisados na 6ª campanha do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.

Parâmetros	Lagoa de Jacarepiá	Rio Roncador	Lagoa de Jaconé	Lagoa de Saquarema	Rio São João e Reservatório de Juturnaíba			
					P1, P2, P7, P9, P13	P3, P4, P5, P6, P10, P12	P8	P11
Alumínio Dissolvido (mg/L)					x	x	x	x
Cádmio Total (mg/L)								x
Chumbo Total (mg/L)					x	x	x	x
Clorofila-a (µg/L)	x	x	x	x	x	x	x	x
Cobre Dissolvido (mg/L)								x
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	x	x	x	x				
Coliformes Totais (NMP/100mL)	x	x	x	x				
Condutividade (µS/cm)					x	x	x	x
Cor Verdadeira (uH)	x	x	x	x	x	x	x	x
DBO - 5 Dias (mg/L)	x	x	x	x	x	x	x	x
DQO (mg/L)			x		x	x	x	x
<i>Enterococcus faecalis</i> (NMP/100mL)					x	x	x	x
Feofitina-a (µg/L)					x	x	x	x
Ferro Dissolvido (mg/L)					x	x	x	x
Fitoplâncton (Cels/mL)	x	x					x	
Fosfato (como P) (mg/L)	x		x	x	x	x	x	x
Fósforo Total (mg/L)	x	x	x	x	x	x	x	x
Índice de Fenóis (mg/L)	x		x	x	x	x	x	x
Manganês Total (mg/L)					x	x	x	x
Níquel Total (mg/L)								x
Nitrato (como N) (mg/L)	x	x	x	x	x	x	x	x
Nitrito (como N) (mg/L)	x	x	x	x	x	x	x	x
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	x		x	x	x	x	x	x

Parâmetros	Lagoa de Jacarepiá	Rio Roncador	Lagoa de Jaconé	Lagoa de Saquarema	Rio São João e Reservatório de Juturnaíba			
					P1, P2, P7, P9, P13	P3, P4, P5, P6, P10, P12	P8	P11
Nitrogênio Total (mg/L)	X	X	X	X	X	X	X	X
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	X	X	X	X	X	X	X	X
pH	X	X	X	X	X	X	X	X
Salinidade (ppt)	X	X	X	X	X	X	X	X
Sólidos em suspensão totais (mg/L)	X	X	X	X	X	X	X	X
Temperatura (°C)	X	X	X		X	X	X	X
Temperatura de campo (°C)				X	X	X	X	X
Temperatura do Ar (°C)					X	X	X	X
Transparência (m)	X		X	X				
Turbidez (UNT)	X	X	X	X	X	X	X	X
Vazão (m³/h)		X						
Zinco Total (mg/L)								X

Quadro 3-3 – Parâmetros e referências dos métodos analíticos aplicados às amostras do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.

Parâmetro	Referência
Alumínio Dissolvido	EPA 6020 B / 200.8
Cádmio Total	EPA 6020 B / 200.8
Chumbo Total	EPA 6020 B / 200.8
Clorofila-a	SMWW 10200 H
Cobre Dissolvido	EPA 6020 B / 200.8
Coliformes Termotolerantes	SMWW 9221 E
Coliformes Totais	SMWW 9221 B
Condutividade	SMWW 2510 B
Cor Verdadeira	SMWW 2120 B
DBO - 5 dias	SMWW 5210 B
DQO	SMWW 5220 D
Enterococcus	SMWW 9230 D
Feofitina A	SMWW 10200 H
Ferro Dissolvido	EPA 6020 B / 200.8
Fitoplâncton	CETESB L5.303
Fosfato	SMWW 4500-P E
Fósforo Total	EPA 6020 B / 200.8
Índice de Fenóis	SMWW 5530C
Manganês Total	EPA 6020 B / 200.8
Níquel Total	EPA 6020 B / 200.8
Nitrato (como N)	D09727_02_Insert_Environmental_TON Vanadium Vanadium Chloride reduction - Part Thermo Fisher Scientific
Nitrito (como N)	SMWW 4500 NO2- B
Nitrogênio Amoniacal	SMWW 4500-NH3 F
Nitrogênio Total	ASTM D5176-08
Oxigênio Dissolvido	SMWW 4500-O G
pH	SMWW 4500-H B
Salinidade	SMWW 2520 B
Sólidos em Suspensão Totais	SMWW 2540 D
Temperatura	SMWW 2550B
Temperatura Ambiente	NT-004 da resolução – RE nº9, 2003 - ANVISA
Transparência	SMWW 2110
Turbidez	SMWW 2130B
Vazão	Agência Nacional das Águas 2009
Zinco Total	EPA 6020 B / 200.8

Todos os resultados obtidos durante a campanha foram organizados e tratados, e posteriormente, foram elaborados gráficos para melhor avaliação do comportamento dos parâmetros nos diferentes sistemas da malha amostral.

Foi efetuada análise comparativa dos dados da campanha com resultados obtidos em estudos técnico-científicos realizados na região e comparação com os limites estabelecidos pelas Resoluções CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. O Quadro 3-4 dispõe a classificação utilizada para os corpos d'água do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.

As cadeias de custódia são apresentadas no ANEXO B, já os laudos analíticos podem ser vistos no ANEXO C.

Quadro 3-4 – Classificações da água quanto aos níveis de salinidade e respectivas classes previstas na Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005.

Classificação	Classes CONAMA 357/2005
Doce (Salinidade < 0,5 ‰)	Classe 2 Art. 15º
Salobra (0,5 < Salinidade < 30,0 ‰)	Classe 1 Art. 21º
Salinas (Salinidade > 30,0 ‰)	Classe 1 Art. 18º

A comparação dos resultados obtidos com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 se baseia no artigo 42º da referida Resolução, que diz que na ausência de um enquadramento aprovado para o respectivo corpo hídrico, as águas doces deverão ser consideradas de classe 2 e as salobras e salinas deverão ser consideradas de classe 1.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DOS PARÂMETROS

4.1 Alumínio dissolvido

O alumínio é o terceiro elemento mais abundante na crosta terrestre, ocorrendo naturalmente no ar, água e solo, onde ocorre como silicatos, óxidos e hidróxidos (REIMANN; CARITAT, 1998). Além disso, pode estar combinado com outros elementos como sódio e flúor, ou ainda formando complexos com matéria orgânica. O alumínio é utilizado em indústrias automobilísticas, construção civil, elétrica, dentre outras (REIMANN; CARITAT, 1998). Elevadas concentrações desse metal são danosas à saúde humana, animal e vegetal. Dentre seus impactos na biota pode-se listar interferências em processos fisiológicos em plantas e falha na osmorregulação branquial de organismos

aquáticos. Já na saúde humana, a exposição aguda pode levar a danos celulares causando lesões no sistema nervoso, rins, fígado e pulmões (JAISHANKAR et al., 2014).

4.2 Cádmi total

O cádmio é um metal encontrado na natureza em associação com minérios de zinco, cobre e chumbo. Sua principal entrada no ambiente se dá através de efluentes industriais e pelo uso de fertilizantes químicos e catalizadores. As fontes naturais desse elemento são a atividade vulcânica, a erosão de rochas sedimentares e incêndios florestais (AZEVEDO; CHASIM, 2003; CETESB, 2012; REIMANN; CARITAT, 1998). Os efeitos da exposição crônica ao cádmio na saúde humana estão principalmente ligados a problemas renais, ósseos e a carcinogênese (JÄRUP; ÅKESSON, 2009).

4.3 Chumbo total

O chumbo é um metal ubíquo e com diversas aplicações, comumente associado a minerais sulfatados como a galena e aglesita, e carbonáticos como cerussita (REIMANN; CARITAT, 1998). Este metal é amplamente utilizado para a fabricação de baterias, tintas náuticas, esmaltes, inseticidas, ligas metálicas, dentre outros. A ocorrência deste metal na água é resultado da deposição atmosférica e da lixiviação do solo (AZEVEDO; CHASIM, 2003). Sob a ótica da saúde pública, os efeitos advindos da exposição ao chumbo estão relacionados a problemas neurológicos, hematológicos, renais e endocrinológicos (MOREIRA; MOREIRA, 2004).

4.4 Clorofila-*a* e Feofitina-*a*

As clorofilas são os principais pigmentos responsáveis pela atividade fotossintética em plantas, algas e bactérias fotossintetizantes. Tendo em vista seu papel fundamental na fotossíntese, as concentrações de moléculas de clorofila são muito utilizadas como uma medida indireta da biomassa fitoplanctônica em ambientes aquáticos (ESTEVES, 2011).

A feofitina-*a* é o produto da degradação da molécula de clorofila, onde ocorre a perda da Mg^{2+} do anel porfirínico da molécula. A estimativa das concentrações de feofitina-*a* é importante para a correta estimativa das concentrações de clorofila, tendo em

vista a possível interferência nas medidas do pigmento por possuírem faixas de absorção muito similares.

4.5 Cobre dissolvido

O cobre é um metal essencial para a fisiologia de diversos organismos, atuando em processos bioquímicos como um doador e acceptor de elétrons. Entretanto, a exposição a altas dosagens de cobre pode ser danosa à saúde humana, levando a sintomas gastrointestinais como vômito, diarreia e dores abdominais. A longo prazo, a exposição ao cobre pode levar a lesões nos rins e fígado (STERN et al., 2007).

4.6 Coliformes termotolerantes e coliformes totais

A poluição por esgoto sanitário pode levar a uma série de alterações em ecossistemas aquáticos, levando ao aumento nas concentrações de nutrientes (nitrogênio e fósforo), óleos, graxas, turbidez e coliformes. Os coliformes são bactérias presentes no trato intestinal humano e, sendo assim, as concentrações de coliformes termotolerantes e coliformes totais presentes na água são bons indicadores do grau de despejo de esgoto sanitário em ambientes aquáticos (CETESB, 2014).

4.7 Condutividade

A condutividade é uma medida da capacidade de condução de corrente elétrica na água, sendo influenciada em decorrência da concentração de sólidos inorgânicos dissolvidos (ânions e cátions), compostos orgânicos (óleos, fenóis, graxas) e da temperatura da água (CETESB, 2014).

4.8 Cor verdadeira

A cor de uma amostra de água pode ser definida pelo grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la em decorrência da presença de sólidos dissolvidos, especialmente material coloidal orgânico e inorgânico. Dentre os materiais inorgânicos podem ser destacados os óxidos de ferro e manganês, já dentre os orgânicos, a presença de ácidos húmico e fúlvico, decorrentes da decomposição de matéria orgânica,

alteram a coloração da água. A coloração tem muitas vezes um efeito repulsivo visual na população (CETESB, 2014).

4.9 DBO

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) é definida como a quantidade de oxigênio consumida por microrganismos na degradação de compostos orgânicos. Sob a ótica da qualidade da água, a DBO é uma importante variável indicadora de poluição por resíduos orgânicos, uma vez que quanto maior a DBO (i.e., mais compostos orgânicos a serem degradados), menor será a disponibilidade de oxigênio para seres vivos como peixes, organismos zooplancctônicos e macroinvertebrados (CETESB, 2014).

4.10 DQO

A demanda química de oxigênio (DQO) representa quantidade de oxigênio necessária para a oxidação de matéria orgânica em uma amostra por meio de um agente químico, sendo o dicromato de potássio o mais utilizado nesta análise. Em conjunto da DBO permite uma melhor caracterização e determinação da biodegradação de esgotos sanitários e efluentes industriais (CETESB, 2014).

4.11 *Enterococcus faecalis*

O gênero *Enterococcus* é representado por bactérias gram-positivas extremamente resistentes que em sua maioria estão localizadas nos intestinos e trato genital feminino. Apesar de possuir mais de 14 espécies, *Enterococcus faecalis* e *E. faecium* já compreendem aproximadamente 90% de todos os indivíduos do gênero. Esse gênero é um importante indicador de contaminação fecal em águas superficiais recreacionais. Estudos mostram correlação de casos de gastroenterite associadas ao banho com as concentrações de *Enterococcus* em águas para banho, demonstrando assim seu potencial como indicador de qualidade de água (CETESB, 2014).

4.12 Ferro dissolvido

O ferro é o segundo metal mais abundante na crosta terrestre, sendo essencial para o crescimento e desenvolvimento de quase todos os seres vivos. Tal importância é dada

ao fato de atuar como componente de diversas proteínas que atuam em processos fisiológicos, como a hemoglobina. O ferro ocorre naturalmente em corpos hídricos, especialmente em ambientes tropicais dada a elevada pluviosidade que proporciona o carreamento desse metal para os diversos corpos hídricos (PIVELI; KATO, 2005). Apesar de seu importante papel para a biota e saúde humana, a exposição a altas concentrações de ferro pode levar a danos em tecidos cardíacos, cerebrais e hepáticos, além de poder atuar como um agente promotor da carcinogênese.

4.13 Fitoplâncton

A comunidade fitoplanctônica é representada por algas que não possuem movimentos próprios suficientemente fortes para vencer as correntes. Devido ao despejo de esgoto não tratado em ambientes aquáticos, a comunidade fitoplanctônica pode vir a aumentar sua densidade de maneira acentuada (florações) em decorrência da entrada de fósforo e nitrogênio nos ambientes aquáticos. Estas florações possuem efeitos deletérios à saúde humana e aos ecossistemas aquáticos, uma vez que muitas espécies de algas são potencialmente tóxicas, e dado a uma maior probabilidade de anoxia na coluna d'água (ESTEVES, 2011).

4.14 Fosfato e Fósforo total

O fósforo é um nutriente que ocorre naturalmente nas águas, entretanto, altas concentrações de fósforo podem indicar aporte de esgoto e matéria orgânica para o ambiente. As principais fontes desse elemento são matéria orgânica fecal e detergentes; além disso, alguns efluentes industriais, fertilizantes e pesticidas podem gerar aporte de fósforo. O fósforo, assim como o nitrogênio, é um dos principais nutrientes que limitam a produtividade primária em corpos aquáticos continentais, sendo o aporte excessivo de fósforo capaz de acarretar a eutrofização de ecossistemas aquáticos (ESTEVES, 2011).

4.15 Índice de fenóis

A presença de compostos fenólicos na água é decorrente da descarga de efluentes industriais, principalmente de indústrias ligadas ao processamento e fabricação de borrachas, colas, adesivos, resinas impregnantes, componentes elétricos e siderúrgicas. Além de tóxicos para a biota e o ser humano, os fenóis podem impactar sistemas de

tratamento de esgoto, inativando a atividade microbiana em sistemas de lodo ativado (CETESB, 2014).

4.16 Manganês total

Sob a forma inorgânica, o manganês é utilizado na produção de ligas metálicas, pilhas, fósforo, vidro, couro, tecidos e fertilizantes, enquanto as formas orgânicas são usadas em fungicidas e alguns medicamentos. Esse elemento pode existir na atmosfera como partículas em suspensão, resultado da erosão do solo, emissões da indústria e queima de gasolina. Ocorre de forma natural em águas superficiais e subterrâneas. Em pequenas quantidades, ele representa um elemento essencial ao ser humano (CETESB, 2014).

4.17 Níquel total

O níquel e seus compostos derivados possuem amplo uso na fabricação de aço inoxidável, baterias, moedas, pigmentos, dentre outros. Este metal é encontrado no solo, água e atmosfera. Além disso, possui um papel essencial para a saúde humana, sendo considerado um elemento traço essencial. Entretanto a exposição crônica a esse metal pode desencadear doenças dermatológicas e respiratórias, além de contribuir para a carcinogênese (BENCKO, 1983).

4.18 Nitrato e nitrito

Dentre as diversas fontes naturais de nitrogênio, o nitrato e o nitrito representam formas oxidadas e inorgânicas deste elemento, sendo resultado da degradação mediada por microrganismos e atuando como um fator limitante para a produtividade primária aquática. O aumento nas concentrações destes nutrientes está relacionado com a eutrofização, podendo levar ao aumento da densidade de microalgas potencialmente tóxicas e a eventos de mortandade de organismos aquáticos pela diminuição do oxigênio dissolvido (SAN DIEGO-MCGLONE et al., 2008).

4.19 Nitrogênio amoniacal

O nitrogênio amoniacal é uma forma de nitrogênio decorrente da hidrólise de ureia na água, sendo este fortemente associado ao despejo de esgoto sanitário e efluentes industriais (TUNDISI; TUNDISI, 2008). Por se tratar de uma forma reduzida, é utilizado como um parâmetro medidor de poluição, tendo em vista que sua presença denota que a matéria proveniente do despejo de esgoto já passou pelo ciclo de decomposição orgânica (CETESB, 2014).

4.20 Oxigênio dissolvido

O oxigênio representa o gás mais importante para manutenção da vida, sendo fundamental para diversas atividades metabólicas relacionadas ao crescimento, reprodução e obtenção de energia na maioria dos seres-vivos. Para ecossistemas aquáticos, o oxigênio dissolvido, além de sua função na manutenção da biota aquática, também atua promovendo autodepuração dos ecossistemas aquáticos. Em ecossistemas eutrofizados, a fotossíntese é uma fonte natural de oxigênio para decomposição da matéria orgânica (CETESB, 2014).

4.21 pH

O potencial hidrogeniônico (pH) é a medida da atividade dos íons hidrônio (H^+) dentro de uma solução, sendo esse parâmetro essencial para o bom funcionamento dos ecossistemas aquáticos, tendo em vista seu papel como regulador de diversas atividades bioquímicas de organismos. Diversos fatores podem alterar o pH de ecossistemas aquáticos, como a composição geológica da bacia, descarga de efluentes industriais e de mineração, composição do lixiviado e presença de atividade agropecuária (VON-SPERLING, 2017).

4.22 Salinidade

Em ambientes marinhos, os sais correspondem à maior parte dos elementos dissolvidos na água, logo, a salinidade representa a quantificação do total de substâncias dissolvidas na água do mar. Sua escala se dá em grama por quilograma (g/kg) ou partes

por mil (ppt ou ‰). As águas oceânicas possuem salinidade entre 33 e 37 ppt, enquanto águas consideradas doces possuem menos de 0,05 ppt.

4.23 Sólidos totais em suspensão

A série de sólidos na água corresponde a toda matéria que permanece como resíduo após evaporação, secagem ou calcinação em uma temperatura específica ao longo de um espaço de tempo. Os sólidos suspensos totais se referem à parcela de material particulado que se mantém em suspensão na água, podendo ser classificados em voláteis ou fixos. São importantes no monitoramento da qualidade da água, tendo em vista que elevadas concentrações de sólidos na água podem acarretar danos à biota em decorrência de sua sedimentação, destruindo organismos, ou danificar os leitos de desovas de peixes. Os sólidos também podem reter bactérias e resíduos orgânicos, favorecendo a decomposição anaeróbia (CETESB, 2014).

4.24 Temperatura

A temperatura desempenha um papel crucial nos ecossistemas aquáticos, à medida que alterações na temperatura da água geram mudanças em diversas propriedades da água (e.g., viscosidade, tensão e solubilidade). Além disso, os organismos aquáticos possuem uma faixa ótima para sua sobrevivência, uma vez que a temperatura influencia diretamente a atividade bioquímica da biota aquática (CETESB, 2014).

4.25 Transparência

A transparência é uma variável utilizada para estimar a profundidade da zona eufótica, ou seja, a profundidade de penetração da luz solar na coluna d'água. É uma medida que auxilia na indicação do nível de atividade fotossintética do ambiente (CETESB, 2014; ESTEVES, 2011).

4.26 Turbidez

A turbidez pode ser definida como o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessar a água devido à presença de sólidos em suspensão, logo, em

águas turvas, a luz apresentará uma maior dificuldade de passagem. Esse parâmetro é medido em NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez). As principais influências sobre a turbidez da água são a presença de matérias sólidas em suspensão (e.g., silte, argila), matéria orgânica e inorgânica e organismos microscópicos (e.g., zooplâncton, fitoplâncton). Por reduzir a penetração da luz, prejudica o processo de fotossíntese, prejudicando o equilíbrio ecológico dos ecossistemas aquáticos (ESTEVES, 2011).

4.27 Vazão

A vazão pode ser definida como a quantidade volumétrica de um fluido que passa por uma determinada seção de um conduto, tanto de maneira livre quanto forçada. Sendo assim, em ecossistemas aquáticos, ela representa a função do volume de água que escoar por um ecossistema aquático (corpo hídrico) em determinada quantidade de tempo (VON-SPERLING, 2017).

4.28 Zinco total

Apesar de ser considerado um metal pesado, o zinco desempenha um papel fundamental na homeostase do corpo humano. Também possui diversas aplicações nas indústrias farmacêuticas, têxtil e na construção civil. No entanto, a exposição a altas dosagens de zinco de forma aguda pode levar a sintomas neurológicos, respiratórios, gastrointestinais, enquanto exposições de maneira crônica podem levar a efeitos carcinogênicos.

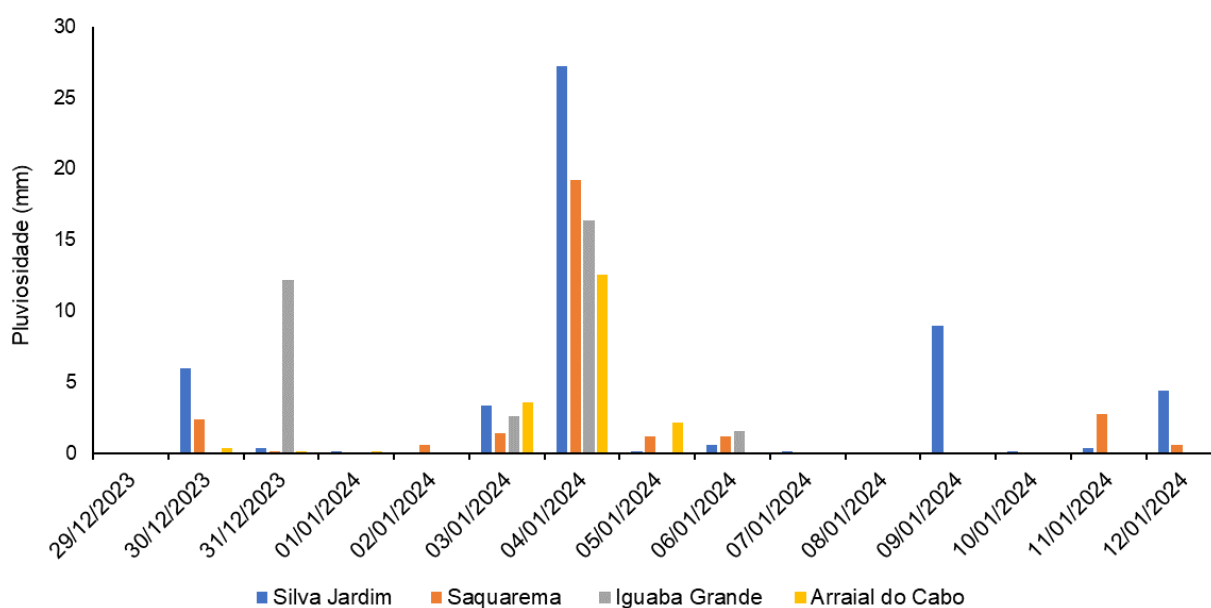
5 RESULTADOS

5.1 Dados climáticos

O clima na região é classificado como tropical (AW) de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, em que o inverno é mais seco que o verão (ALVARES et al, 2013). A precipitação acumulada no período de 29 de dezembro de 2023 a 12 de janeiro de 2024 foi relativamente alta, apresentando o maior volume de chuva no dia 04 de janeiro na estação Silva Jardim (A659) reportando 27,2 mm. No mesmo dia foi verificada a maior precipitação para as estações de Saquarema (A667) com 19,2 mm, Iguaba Grande (83114) com registro de 16,4 mm e Arraial do Cabo (A606) com 12,6 mm.

Destaca-se que os maiores volumes de chuva foram próximos às datas da coleta, o que pode ter influenciado nas variáveis ambientais analisadas, principalmente nas amostragens realizadas no dia 05 de janeiro na Lagoa de Saquarema.

Figura 5-1 – Dados de pluviosidade dos 15 dias que antecederam a sexta campanha do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.



5.2 Reservatório de Juturnaíba

O Reservatório de Juturnaíba é monitorado pelas amostras dos pontos P1 (situado no Rio Bacaxá na ponte da RJ-106), P2 (localizado na estrada de ferro - Rio Capivari), P3 (localizado próximo de Silva Jardim), P7 (posicionado na BR-101 Ponte - Bacia do Alto Médio São João) e P8 (situado no Reservatório de Juturnaíba - Início da Represa).

Os resultados apresentados na oitava campanha realizada no Reservatório de Juturnaíba foram comparados aos valores máximos estabelecidos para águas doces classe 2 da Resolução CONAMA 357/2005 nas amostras de P2, P3, P7 e P8, tendo em vista que os resultados de salinidade obtidos para as águas das estações amostrais, foram inferiores a 0,5 ‰ (Tabela 5-1). Já os resultados das águas analisadas em P1 foram equiparados aos limites preconizados pela normativa ambiental de referência para águas salobras classe 1, já que a salinidade registrada foi superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰ (2,5 ‰).

As amostras também foram equiparadas com as concentrações descritas na normativa supracitada para ambiente lótico nas águas monitoradas nos pontos P1, P2, P3, P7 e nas amostras de P8, como ambiente lêntico.

No que se refere aos metais, nota-se que as amostras dos pontos P1, P2 e P8 apresentaram maiores concentrações de alumínio dissolvido, ultrapassando o limite descrito pela normativa de referência (0,1 mg/L) para águas doces classe 2 e salobras classes 1, registrando 0,108 mg/L, 0,18 mg/L e 0,222 mg/L, respectivamente. Além disso, observou-se que os valores de ferro dissolvido, na maioria das amostras (Tabela 5-1), ficou acima do valor máximo permitido estipulado Resolução CONAMA 357/2005 para águas doces classe 2 e salobras classe 1 (0,3mg/L). Nesse sentido, um estudo conduzido por Marques e colaboradores (2016) descreveram que as concentrações elevadas dos metais previamente mencionados nas águas do Reservatório de Juturnaíba e do Rio São João ocorrem devido aos processos erosivos e desmatamento na região, além da concentração destes parâmetros ser influenciada pela sazonalidade das chuvas, o que pode ter uma relação com a precipitação registrada no dia anterior da coleta nesse corpo hídrico.

Ainda no contexto dos metais analisados, verificou-se que a concentração de manganês total detectada na amostra de P1 (0,312 mg/L) não está em conformidade com

o valor máximo determinado na Resolução CONAMA 357/2005 para águas salobras classe (0,1 m/L).

Na presente campanha de monitoramento, a concentração de OD foi menor que o limite preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (>5 mg/L) para águas doces classe 2, na amostra de P2 (4,52 mg/L) (Tabela 5-1; Figura 5-4). Este resultado pode estar associado ao lançamento de águas residuais no sistema, reduzindo o OD que é consumido nos processos bioquímicos.

Nesse sentido, é importante mencionar que o aporte de matéria orgânica possivelmente não está associado ao aumento da população, uma vez que segundo o Censo 2022, os municípios de Silva Jardim e Rio Bonito, localizados à montante do Reservatório de Juturnaíba, não apresentaram um crescimento significativo entre os anos de 2001 e 2022 (CENSO, 2022). Portanto, a inserção de matéria orgânica nessa área de estudo provavelmente está relacionada com a falta de saneamento básico, incluindo por exemplo, o tratamento de esgoto que não evoluiu com o passar dos anos.

Para os demais parâmetros físico-químicos e microbiológicos analisados não foram observadas concentrações que extrapolaram o que está disposto na Resolução CONAMA nº 357/2005.

Os dados obtidos na oitava campanha de amostragem do Reservatório de Juturnaíba no Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI podem ser observados na Tabela 5-1 e da Figura 5-2 a Figura 5-5. Destaca-se que somente os valores quantificados foram apresentados nos gráficos.

Tabela 5-1 – Resultados analíticos da sexta campanha de amostragem do Reservatório de Juturnaíba do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.

Parâmetro	Reservatório de Juturnaíba				
	P1	P2	P3	P7	P8
	08/01/2024				
Alumínio Dissolvido (mg/L)	0,108	0,18	0,03	0,06	0,222
Chumbo Total (mg/L)	0,0014	0,0042	0,0013	0,0006	0,0006
Clorofila-a (µg/L)	<0,01	0,76	1,02	0,98	0,73
Condutividade (µs/L)	92	42	82	28	87
Cor Verdadeira (Pt Co)	10	5	10	5	5
DBO - 5 dias (mg/L)	2	2	<1	<1	1
DQO (mg/L)	<10	33	40	<10	23
Enterococcus (NMP/100mL)	75	74	350	10	10
Feofitina-a (µg/L)	<0,01	<0,01	1,83	1,08	0,12
Ferro Dissolvido (mg/L)	0,981	0,529	0,346	0,208	0,338
Fitoplâncton (Céls/mL)	-	-	-	-	188
Fosfato (mg/L)	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Fósforo Total (mg/L)	0,04	0,1	0,09	<0,01	<0,01
Índice de Fenóis (mg/L)	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Manganês Total (mg/L)	0,132	0,066	0,066	0,021	0,017
Nitrato (como N) (mg/L)	0,23	0,21	0,06	0,34	0,08
Nitrito (como N) (mg/L)	0,02	0,05	0,05	0,02	0,01
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	0,09	0,24	0,3	0,8	0,11
Nitrogênio Total (mg/L)	0,6	0,9	1	0,6	0,3
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	5,33	4,52	5,0	5,71	5,88
pH	6,9	6,52	6,7	6,66	7,77
Salinidade (ppt)	2,5	0,02	0,03	0,01	0,04
Sólidos em Suspensão Totais (mg/L)	2,5	10,0	4,0	2,0	5
Temperatura (°C)	28,7	30,1	28,2	29,8	29
Temperatura Ambiente (°C)	34	33	32	34	32
Turbidez (NTU)	31,9	55,2	39,9	17,15	12,9
Vazão (mm ³ /s)	0	0	-	3,85	-

Figura 5-2 – Resultados analíticos da sexta campanha de amostragem do Reservatório de Juturnaíba do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.

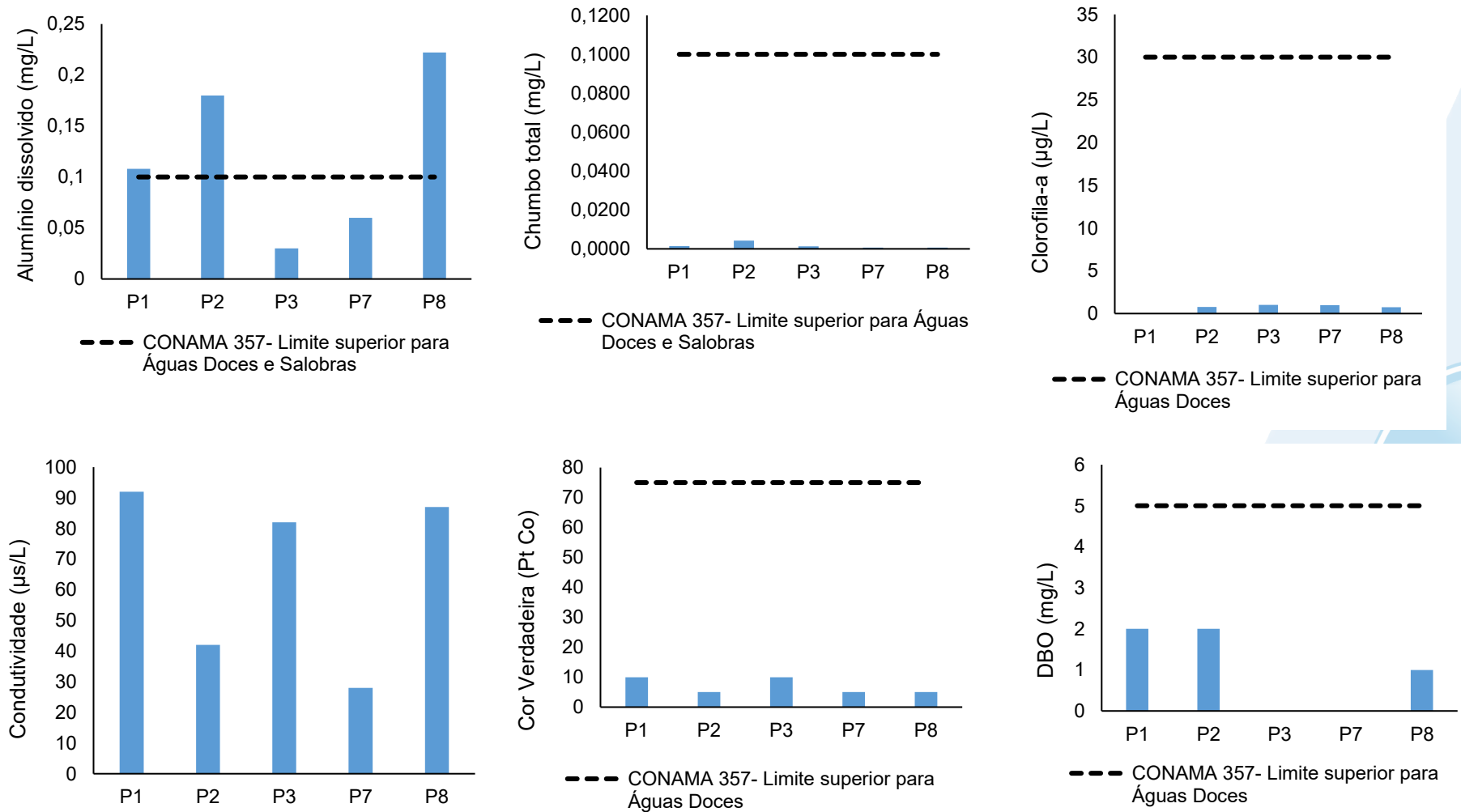


Figura 5-3 – Resultados analíticos da sexta campanha de amostragem do Reservatório de Juturnaíba do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.

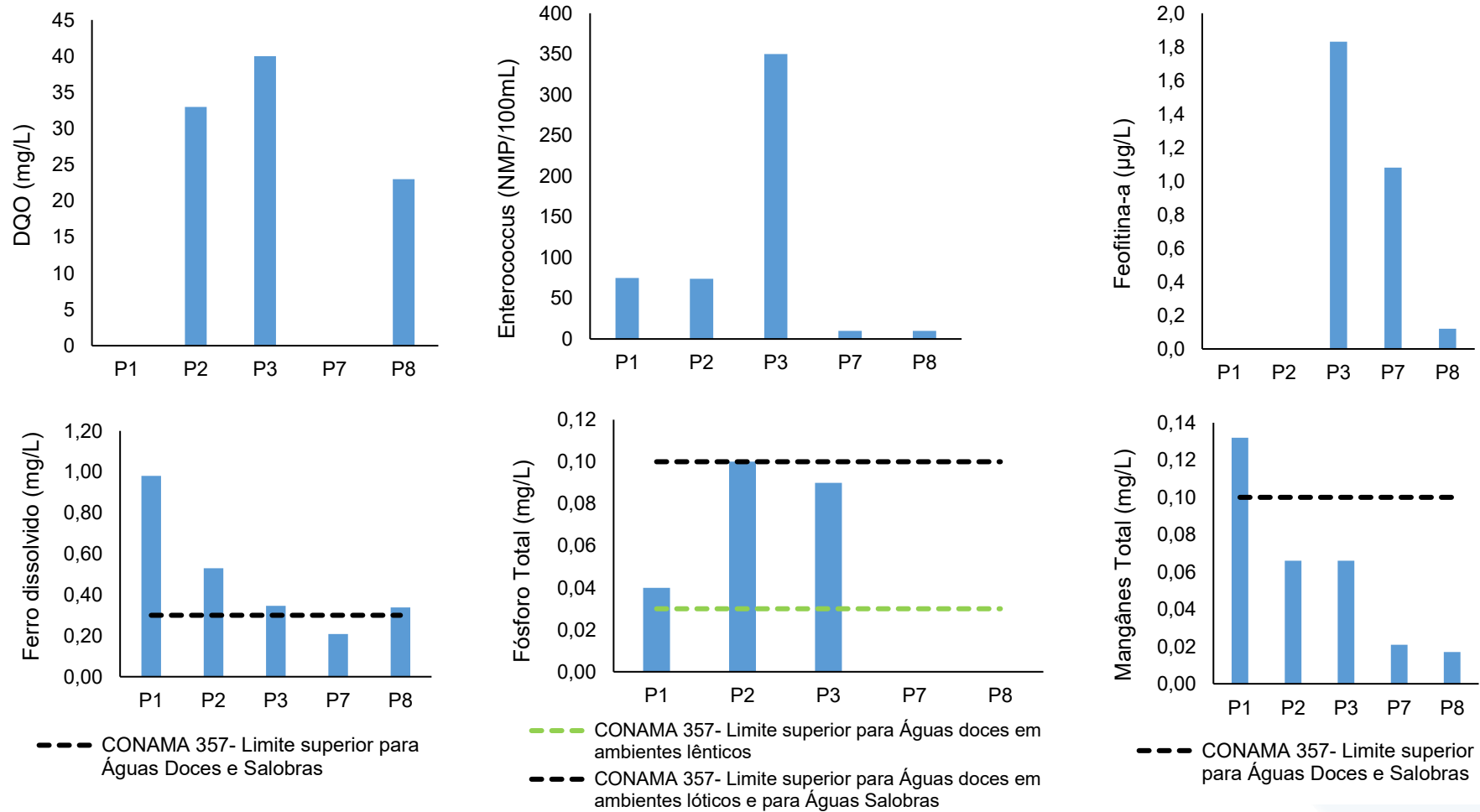


Figura 5-4 – Resultados analíticos da sexta campanha de amostragem do Reservatório de Juturnaíba do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.

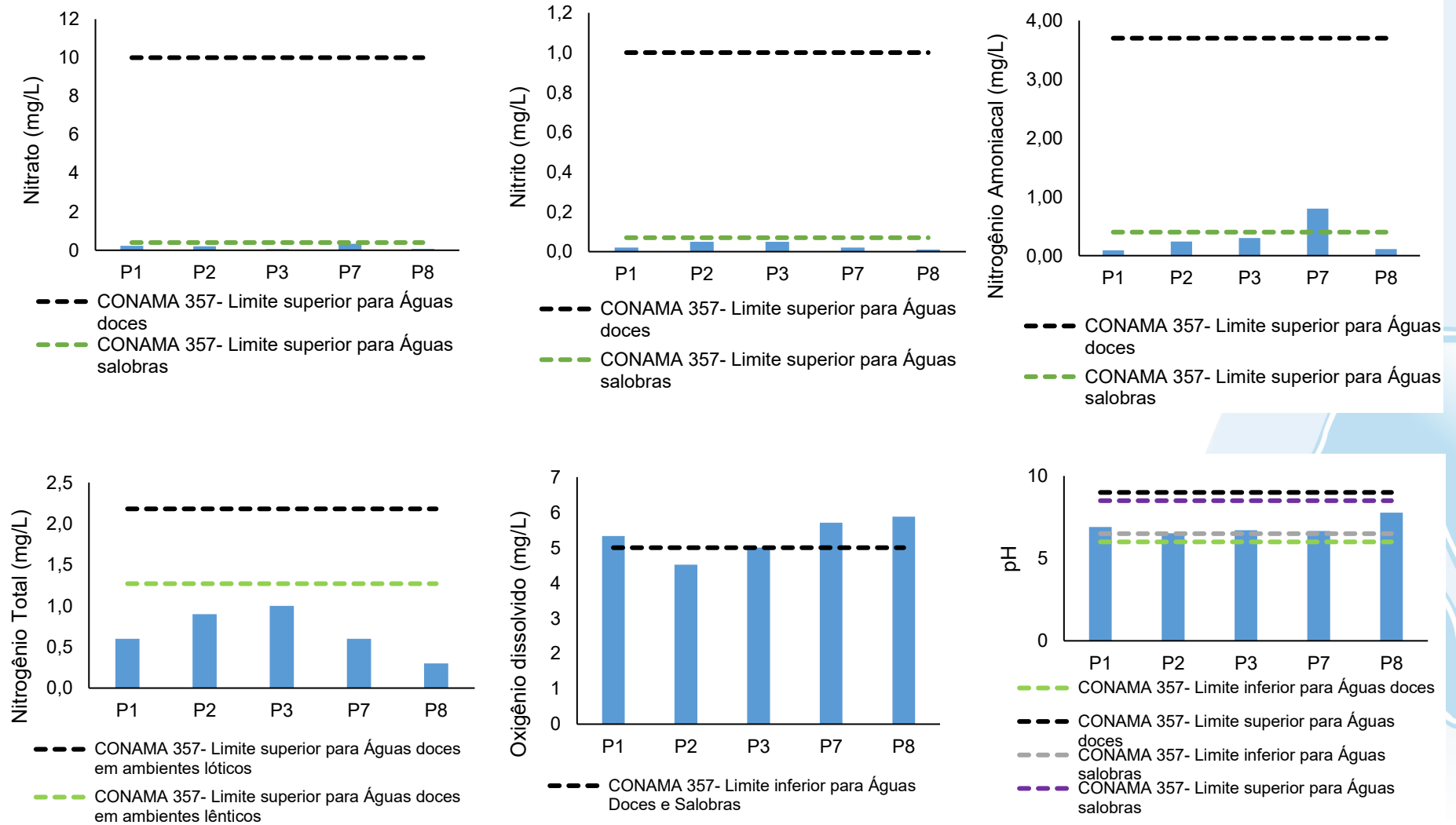
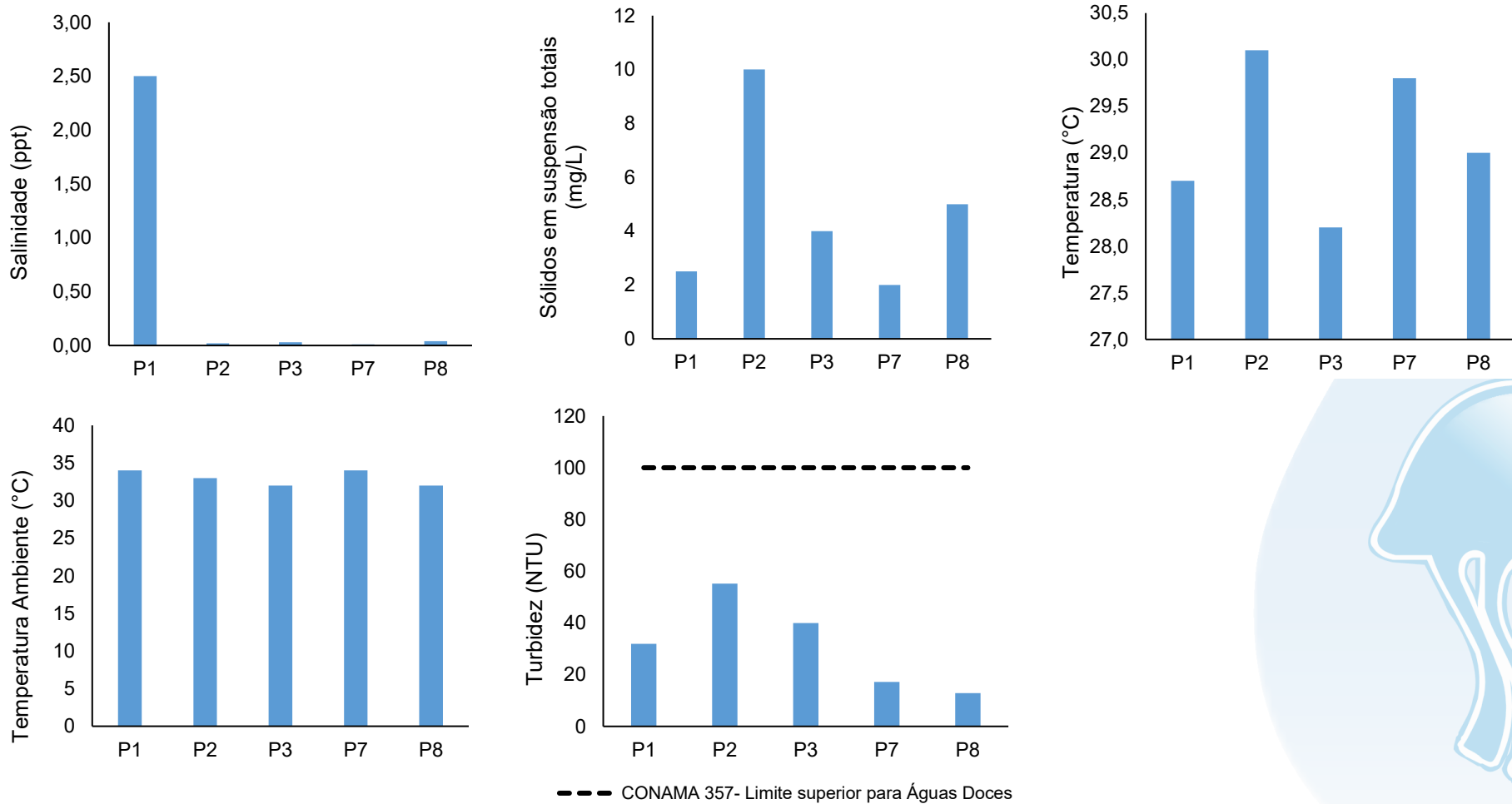


Figura 5-5 – Resultados analíticos da sexta campanha de amostragem do Reservatório de Juturnaíba do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.



5.3 Rio São João

O Rio São João é monitorado pelas amostras dos pontos: P4 (localizado em Indaiáçu), P5 (a jusante do Condomínio Industrial), P6 (situado a jusante de Casimiro de Abreu), P9 (localizado na Bacia Baixo São João, na foz de Indaiáçu), P10 (situado na Bacia Baixo São João, antes da AGRISA), P11 (posicionado na Bacia Baixo São João, na AGRISA), P12 (situado na Bacia Baixo São João, em São João Morro Delta) e P13 (localizado na Bacia Baixo São João, na foz do São João).

A classificação das águas das amostras dos pontos do Rio São João variou na presente campanha conforme a salinidade detectada em campo no momento da coleta. Diante dos resultados de salinidade, foi estipulado que as amostras dos pontos P4, P5, P6, P9, P10 e P11 foram categorizadas como doce (salinidade igual ou inferior a 0,5 ppt), sendo seus resultados comparados aos valores de referência da Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas doces classe 2. Já as águas analisadas em P12 e P13 foram categorizadas como salobras (salinidade inferior a 30 ppt) e seus resultados foram comparados com os limites preconizados pela normativa de referência para águas salobras classe 1.

Ao analisar o oxigênio dissolvido, notou-se que as amostras dos pontos P6 (3,85 mg/L) e P10 (1,1 mg/L) não estão em conformidade com o enquadramento legal (não inferior a 5 mg/L para águas doces classe 2). Além do OD, verificou-se que a DBO também apresentou concentrações acima do estabelecido pela normativa de referência nas águas analisadas em P9 (16 mg/L), P10 (18 mg/L) e P11 (11 mg/L). Destaca-se que na amostra de P10 foram verificadas concentrações de OD menores que as concentrações de DBO, já que, o aumento da DBO nos corpos hídricos é proveniente de águas residuais sem tratamento, que leva ao incremento de matéria orgânica, tendo como consequência a redução de OD pelo processo de oxidação (CETESB, 2019).

Outro fator relevante nesse contexto é que o valor detectado de OD na amostra de P10 apresenta um risco para a biota aquática local, pois um dos fatores que levam à mortalidade de organismos aquáticos é a redução das concentrações de OD em ecossistemas aquáticos (CETESB, 2024).

Salienta-se ainda que não há valores de referência para DBO para águas salobras, o que inviabiliza a comparação dos resultados obtidos nas amostras de P12 e P13.

No que se refere aos metais analisados, observa-se que o ferro dissolvido nas amostras de P4 (0,173 mg/L) P5 (0,726 mg/L) e P6 (0,414 mg/L) ultrapassou o valor máximo estipulado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas doces classe 2. Adicionalmente, detectou-se elevada concentração de manganês nas águas analisadas em P5 (0,135 mg/L), ficando acima do estipulado pela legislação supracitada (0,1 mg/L).

Conforme explicitado no tópico referente aos resultados do Reservatório de Juturnaíba, o estudo realizado por Marques e colaboradores (2016) descreve que as concentrações elevadas de ferro e alumínio na água do Reservatório de Juturnaíba e do Rio São João ocorrem por conta de ações antrópicas, como o desmatamento na região, bem como por processos erosivos. Diante disso, sugere-se que os resultados obtidos na presente campanha podem ter uma associação com as atividades descritas.

Em relação aos nutrientes avaliados, foi observado na amostra de P6 que o nitrogênio total e o fósforo total apresentaram concentrações acima do estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (2,18 mg/L e 0,1 mg/L), registrando 2,8 mg/L e 0,18 mg/L, respectivamente. Os resultados obtidos sugerem a ocorrência de lançamento de água residuais no corpo hídrico. Destaca-se também que os nutrientes detectados favorecem o processo de eutrofização artificial, que gera impactos para a biota, para a saúde humana e implicações no abastecimento público (CETESB, 2014).

Em relação ao parâmetro microbiológico analisado, foram detectadas concentrações elevadas de *Enterococcus*, principalmente na amostra do ponto P6 – 10462 NMP/100 mL (Tabela 5-2). Reforça-se que em campanhas anteriores do presente monitoramento ambiental já foram reportados valores elevados de *Enterococcus* nas águas desse mesmo ponto amostral, o que serve de alerta para os próximos estudos de monitoramento nessa localidade, já que essa variável microbiológica é um indicador de poluição por esgoto doméstico (WHO, 2011). Ressalta-se ainda que esse parâmetro não apresenta um valor de referência na Resolução nº CONAMA 357/2005.

Para os demais parâmetros físico-químicos analisados não foram observadas concentrações que extrapolaram o que está disposto na Resolução CONAMA nº 357/2005.

Os resultados obtidos na oitava campanha de amostragem do Rio São João no Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI podem ser observados na Tabela 5-2 e da Figura 5-6 a Figura 5-9. Vale salientar que os gráficos foram gerados somente quando o resultado foi quantificado.

Tabela 5-2 – Resultados analíticos da sexta campanha de amostragem do Rio São João do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.

Parâmetro	Rio São João							
	P4	P5	P6	P9	P10	P11	P12	P13
Alumínio Dissolvido (mg/L)	0,019	0,044	0,060	0,021	0,012	0,015	0,011	0,014
Cádmio Total (mg/L)	-	-	-	-	-	<0,0005	-	-
Chumbo Total (mg/L)	0,0002	0,0006	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,0003	<0,0002	0,0006
Clorofila-a (µg/L)	< 0,01	1,27	0,24	0,49	<0,01	1,87	1,04	1,27
Cobre Dissolvido (mg/L)	-	-	-	-	-	N.D	-	-
Condutividade (µs/L)	49	81	129	39	32	38	2519	16590
Cor Verdadeira (Pt Co)	5	10	5	5	5	5	5	5
DBO - 5 dias (mg/L)	4	<1	2	16	18	11	23	15
DQO (mg/L)	17	16	<10	35	39	24	47	33
Enterococcus (NMP/100mL)	160	909	10462	161	167	2504	2415	991
Feofitina-a (µg/L)	< 0,01	0,33	< 0,01	0,88	<0,01	1,31	1,32	0,15
Ferro Dissolvido (mg/L)	0,173	0,726	0,414	N.D	N.D	0,032	0,041	0,15
Fosfato (mg/L)	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	<0,06	<0,06	N.D
Fósforo Total (mg/L)	<0,01	0,04	0,18	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	0,02
Índice de Fenóis (mg/L)	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Manganês Total (mg/L)	0,037	0,135	0,067	<0,001	<0,001	0,026	<0,001	0,03
Níquel Total (mg/L)	-	-	-	-	-	<0,01	-	-
Nitrato (como N) (mg/L)	0,21	0,16	0,14	0,57	0,31	<0,05	<0,05	<0,05
Nitrito (como N) (mg/L)	0,01	0,11	0,18	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	0,11	0,77	0,74	0,09	0,09	0,12	0,1	0,18
Nitrogênio Total (mg/L)	0,5	1,3	2,8	0,9	1,1	0,8	0,9	1,1
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	6,63	5,04	3,85	5,15	1,1	5,61	5,22	5,25
pH	6,7	6,42	6,15	6,6	6,28	6,84	6,5	7,9
Salinidade (ppt)	0,02	0,04	0,06	0,01	0,01	0,02	1,22	9,75
Sólidos em Suspensão Totais (mg/L)	<0,8	5	2,0	9	3	7	3,5	1
Temperatura (°C)	26,3	29,1	30,1	28,8	35,0	35,0	35,0	29,8
Temperatura Ambiente (°C)	33,0	34,0	34,0	35,0	28,0	28,3	28,7	36
Turbidez (NTU)	4,06	22,9	18,9	12,9	12,1	14,71	19,2	4,97
Vazão (mm³/s)	-	-	-	-	-	-	-	69,96
Zinco Total (mg/L)	-	-	-	-	-	<0,05	-	-

* Apesar de prevista no Termo de referência, não foi possível realizar a medição da vazão no P9, devido às condições da área monitorada.

Figura 5-6 – Resultados analíticos da sexta campanha de amostragem do Rio São João do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.

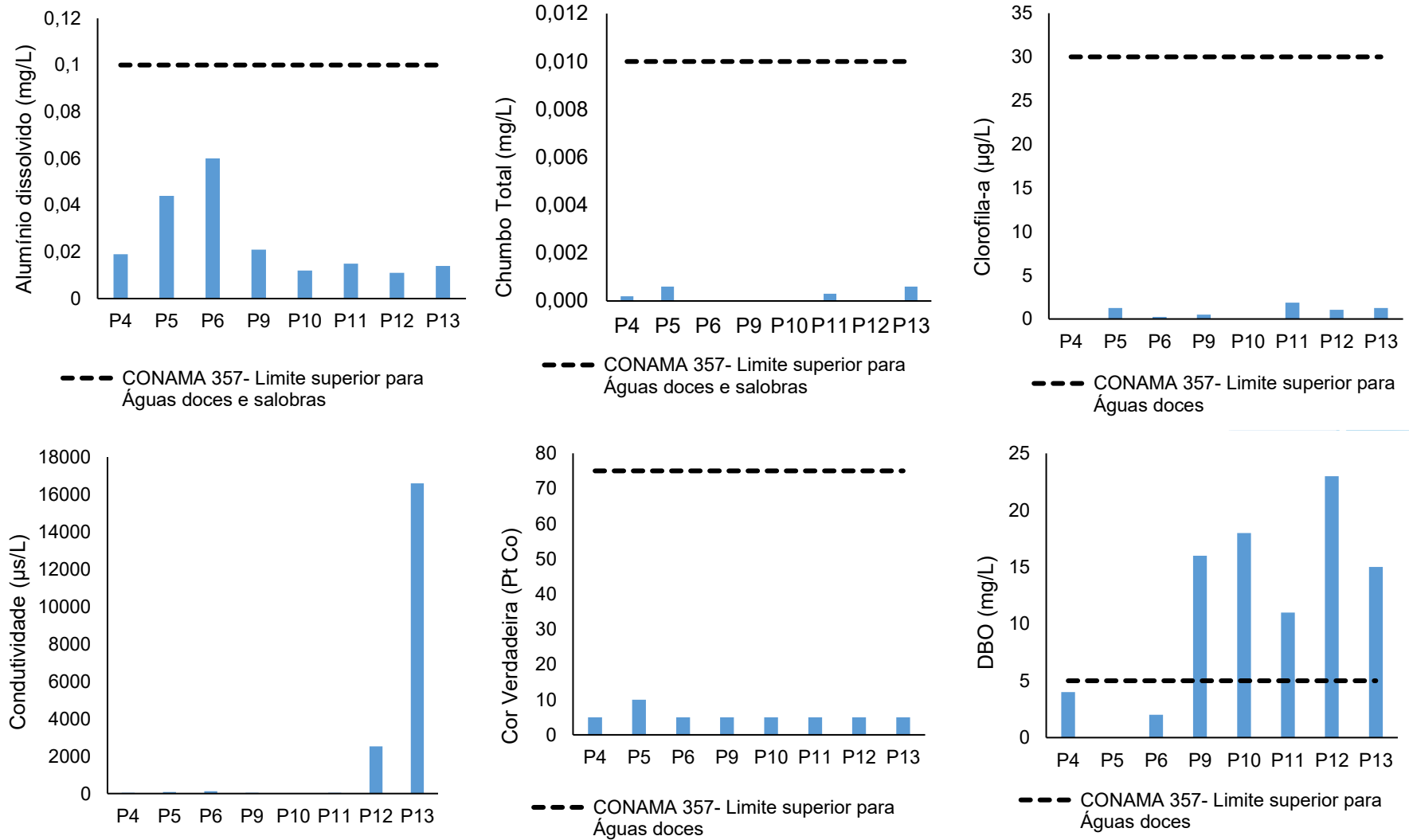


Figura 5-7 – Resultados analíticos da sexta campanha de amostragem do Rio São João do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.

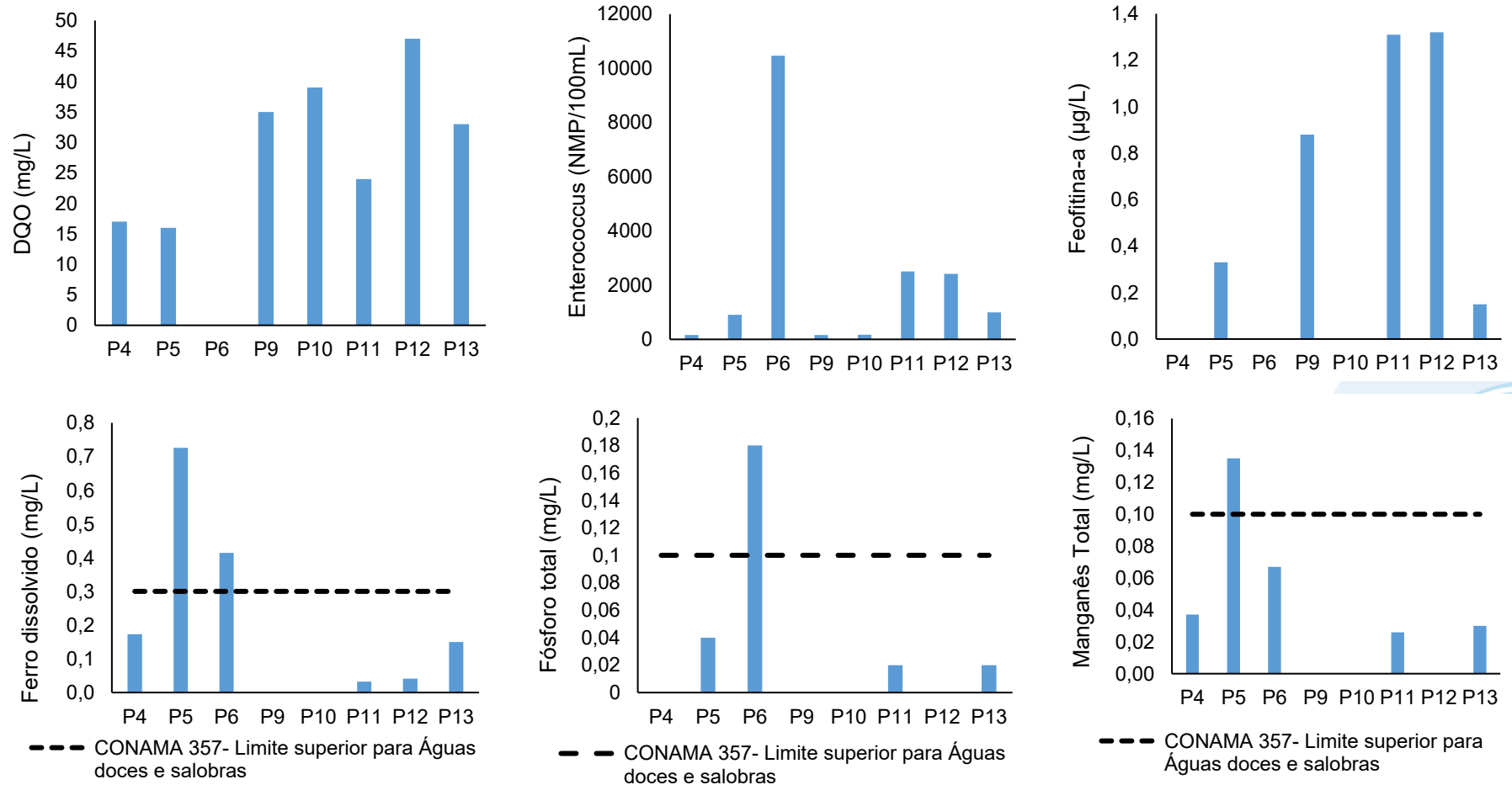


Figura 5-8 – Resultados analíticos da sexta campanha de amostragem do Rio São João do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.

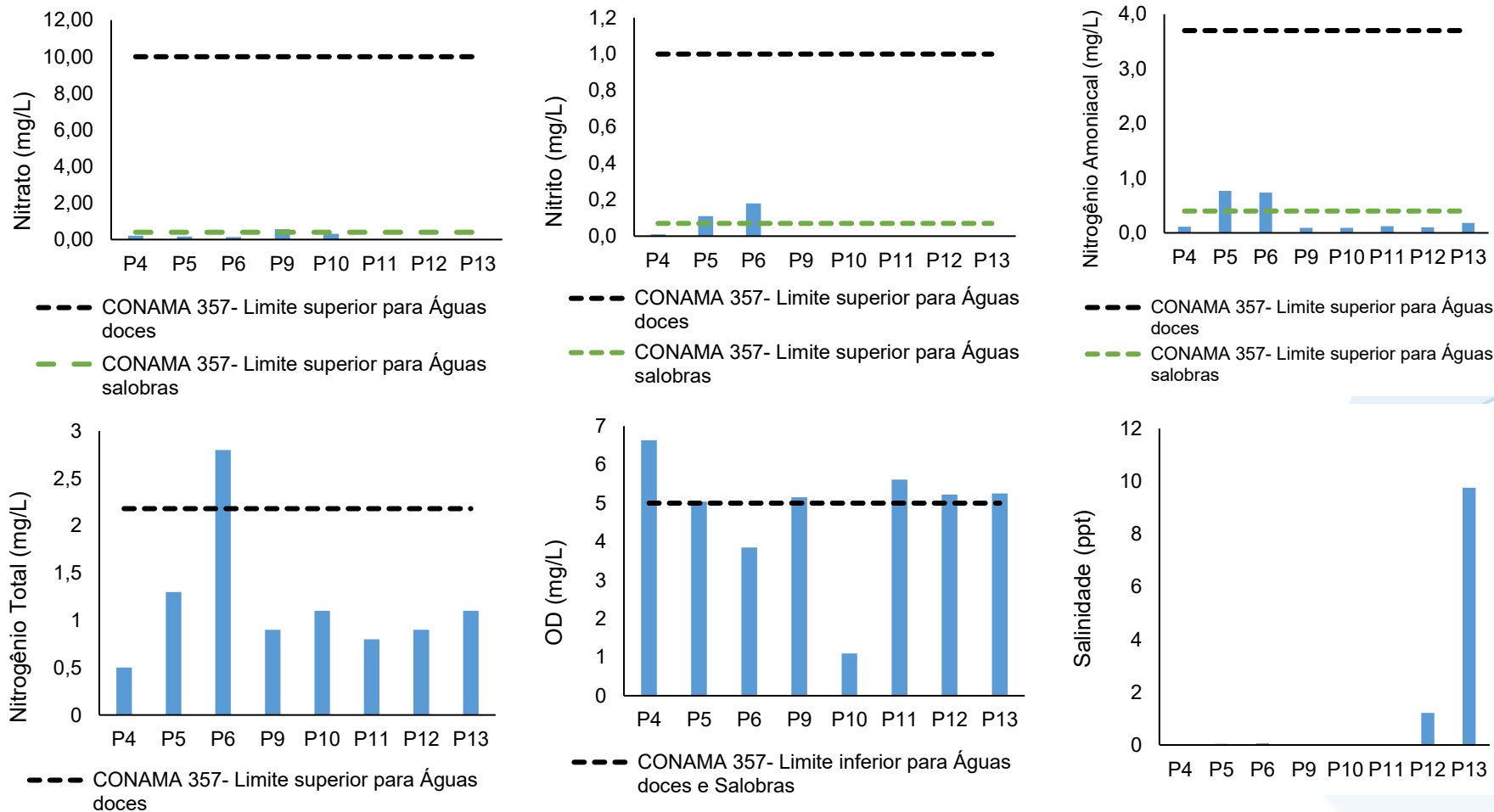
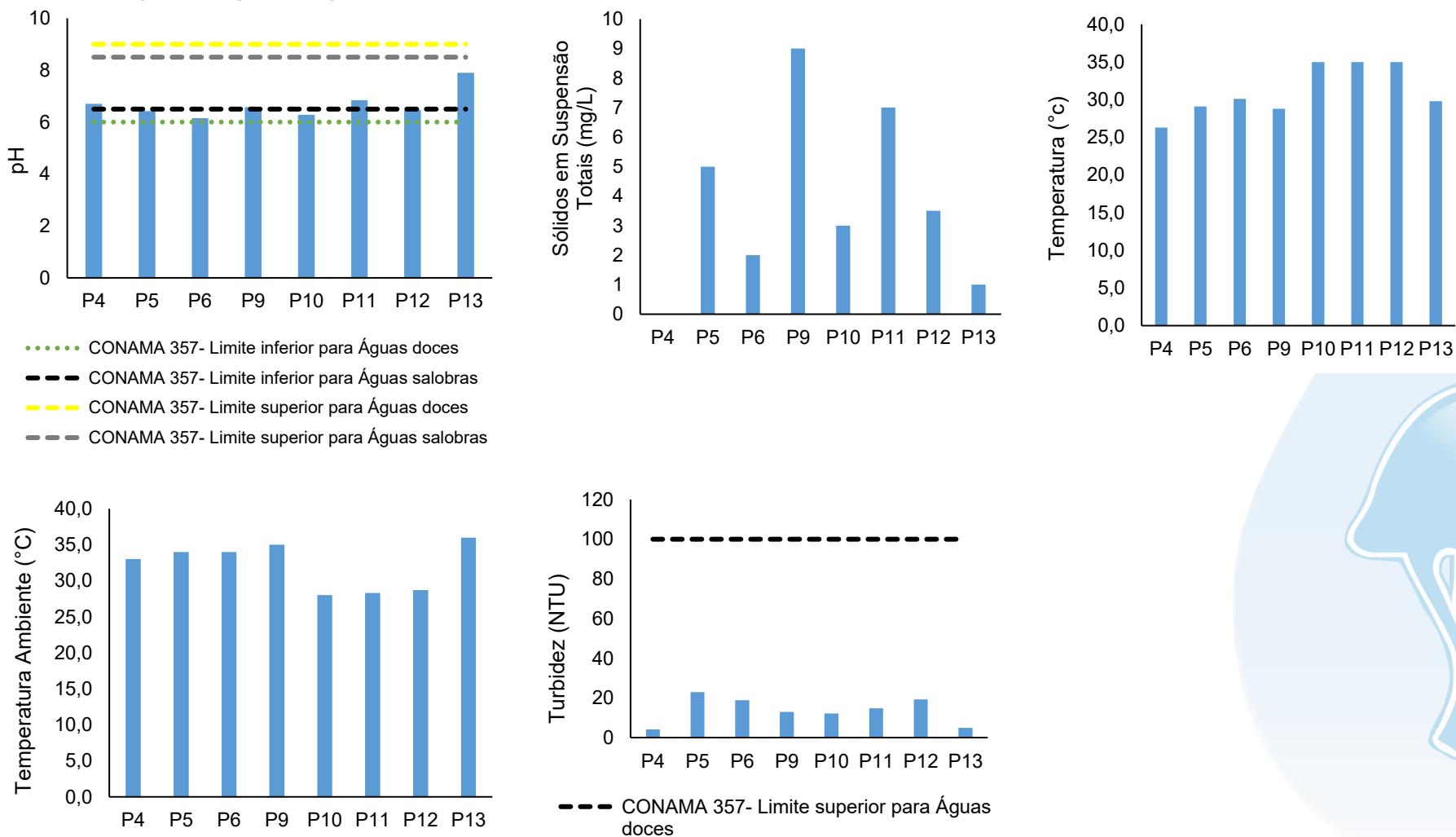


Figura 5-9 – Resultados analíticos da sexta campanha de amostragem do Rio São João do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.



5.4 Lagoa de Saquarema

A Lagoa de Saquarema é monitorada pelos pontos P1 (situado próximo à Colônia Z-24, na Lagoa de Fora), P2 (localizado próximo à ETE, na Lagoa de Fora), P3 (fixado próximo à Bacaxá, na Lagoa de Fora), P4 (situado na região central da Laguna em Jardim), P5 (localizado próximo à Sampaio Correia em Mombaça) e P6 (estabelecido próximo ao Caminho de Charles Darwin no Canal Salgado).

Esse corpo hídrico é um sistema que registra diferentes salinidades, a depender de fatores como força da maré e a proximidade com a ligação entre mar e lagoa. As amostras dos pontos P1 (38,17 ppt), P2 (38,19 ppt), P3 (37,14 ppt), P4 (33,18 ppt) e P6 (30,23 ppt) foram classificadas como salinas, já que apresentaram valores acima de 30,0 ‰ e para fins comparativos, as águas analisadas nesses pontos, foram comparadas com a Resolução CONAMA 357/2005 para águas salinas classe 1. Já a amostra do ponto P5 (28,11 ppt), como apresentou salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰, foi categorizada como água salobra e seus resultados foram equiparados com os valores máximos permitidos para águas salobras classe 1 segundo a normativa de referência.

No que se refere ao pH, observou-se que valores elevados dessa variável ambiental nas amostras de P1, P2, P3, P4 e P6 ficaram acima do estipulado pela Resolução CONAMA 357/2005 para águas salinas classe 1. Os valores altos de pH registrados nas águas analisadas nos pontos amostrais supracitados podem estar associados com o volume de precipitação detectado no dia anterior à coleta, já que em outros estudos de avaliação de qualidade da água em corpos hídricos foi observada uma elevação do pH com o incremento da precipitação (MORAIS et al. 2016).

Salienta-se que para as demais variáveis físico-químicas e microbiológicas não foram notados valores acima do que está estipulado na Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas salobras e salinas.

Os resultados obtidos na oitava campanha de amostragem para a Lagoa de Saquarema no Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI podem ser observados na Tabela 5-3 e da Figura 5-10 a Figura 5-12. Cabe salientar que somente os valores quantificados foram apresentados nos gráficos.

Tabela 5-3 – Resultados analíticos da sexta campanha de amostragem da Lagoa de Saquarema do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.

Parâmetro	P1	P2	P3	P4	P5	P6
	05/01/2024					
Clorofila-a (µg/L)	< 0,01	9,31	7,3	20,54	2,94	45,17
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
Coliformes Totais (NMP/100mL)	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
Cor Verdadeira (Pt Co)	5	5	5	5	17	5
DBO - 5 dias (mg/L)	8	3	4	15	12	23
Fosfato (mg/L)	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Fósforo Total (mg/L)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Índice de Fenóis (mg/L)	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Nitrato (como N) (mg/L)	<0,05	0,09	0,18	0,12	0,12	0,14
Nitrito (como N) (mg/L)	0,01	0,01	0,01	<0,01	N.D	0,01
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	0,06	0,12	0,05	0,11	0,06	0,08
Nitrogênio Total (mg/L)	0,4	0,4	0,6	0,7	1,0	0,9
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	5,25	5,85	5,65	5,59	6,31	6,56
pH	9,1	9,05	9,0	8,98	8,65	8,75
Salinidade (ppt)	38,17	38,19	37,14	33,18	28,11	30,23
Sólidos em Suspensão Totais (mg/L)	25,5	7,0	3,5	10,0	6,0	8,5
Temperatura (°C)	28,0	28,8	28,9	29,6	29,3	28,6
Transparência (m)	1,1	1,0	1,15	0,7	0,5	0,5
Turbidez (NTU)	10,34	7,67	10,11	13,72	20,7	20,5

Figura 5-10 – Resultados analíticos da sexta campanha de amostragem da Lagoa de Saquarema do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.

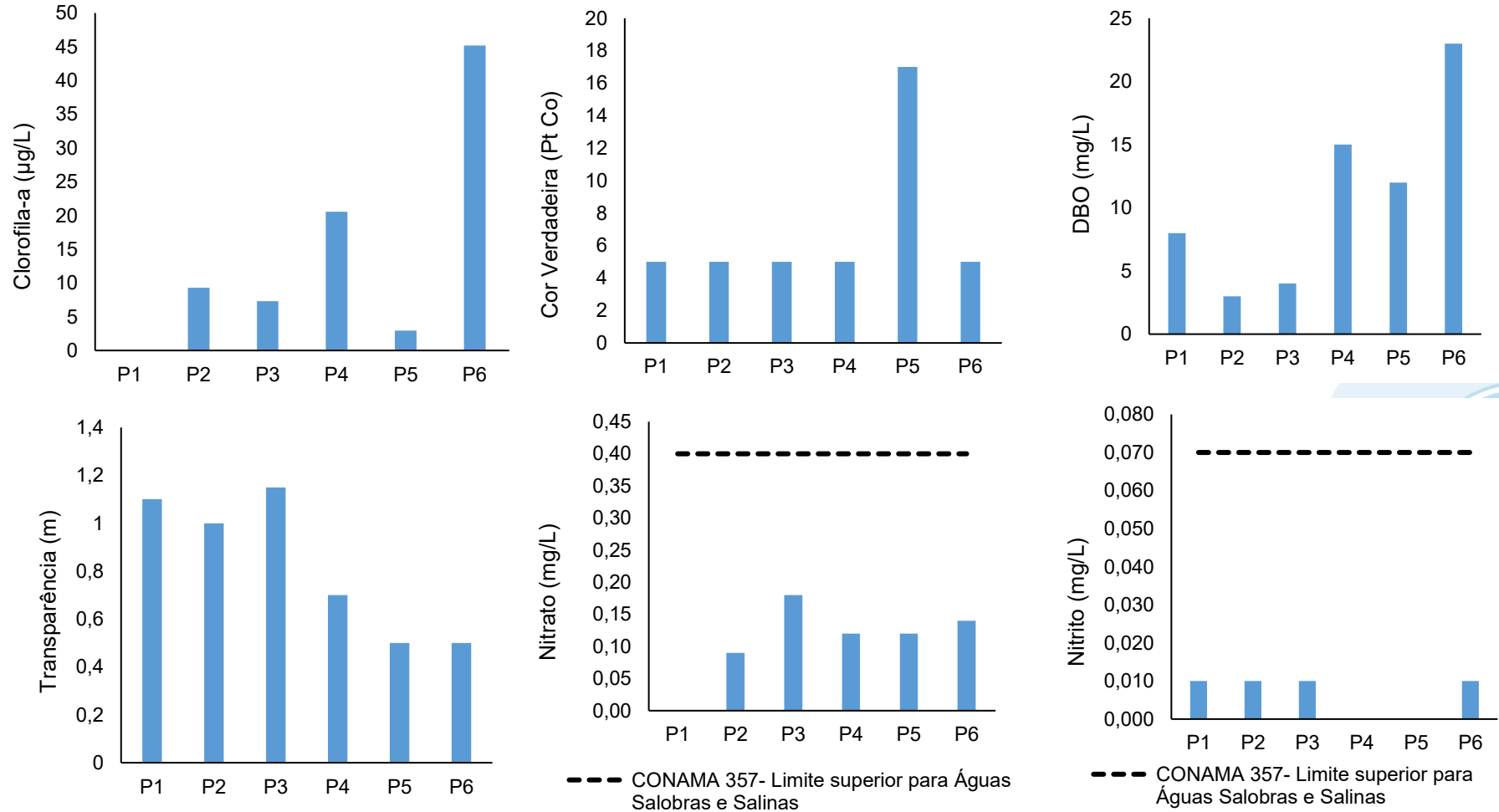


Figura 5-11 – Resultados analíticos da sexta campanha de amostragem da Lagoa de Saquarema do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.

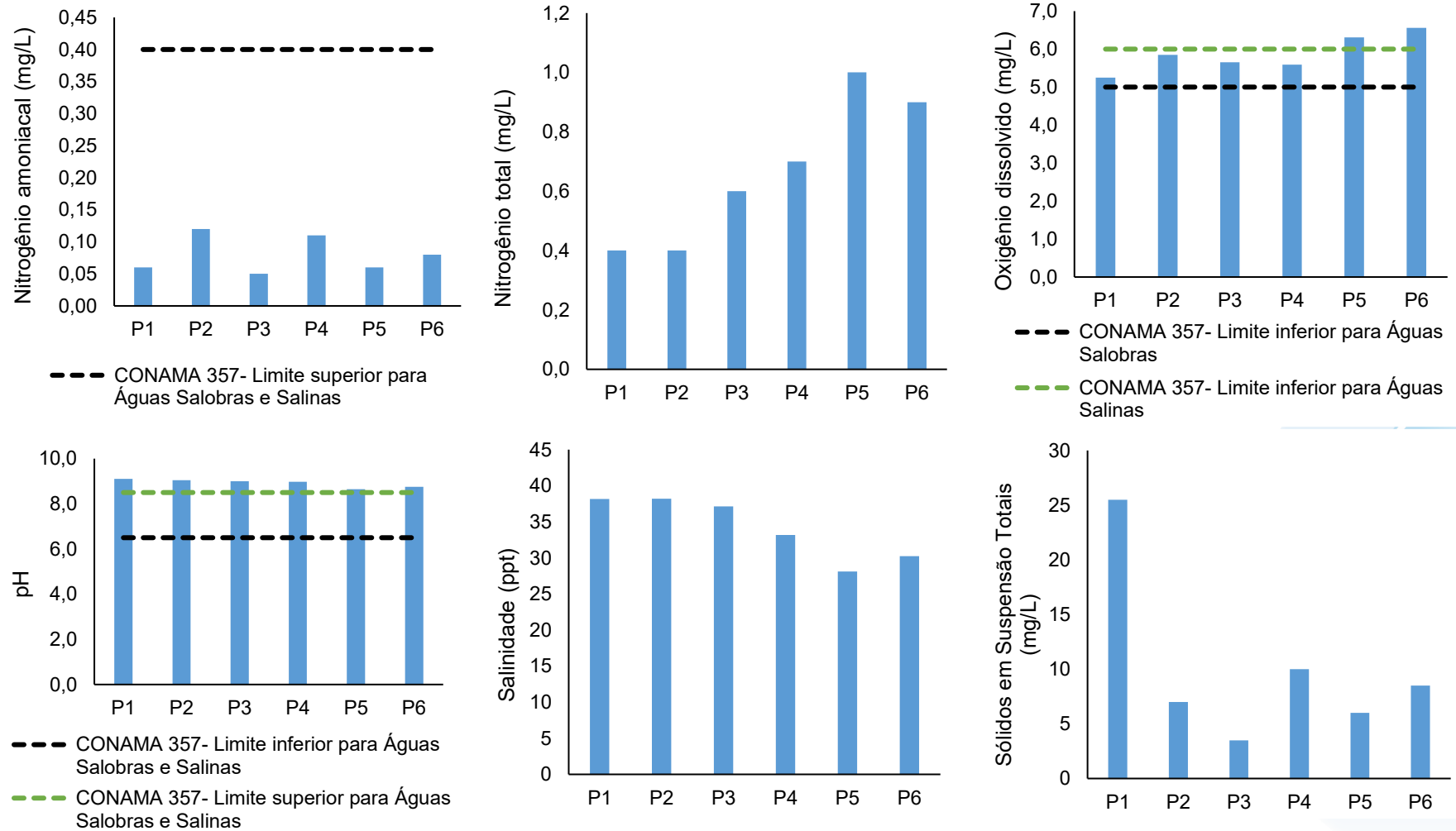
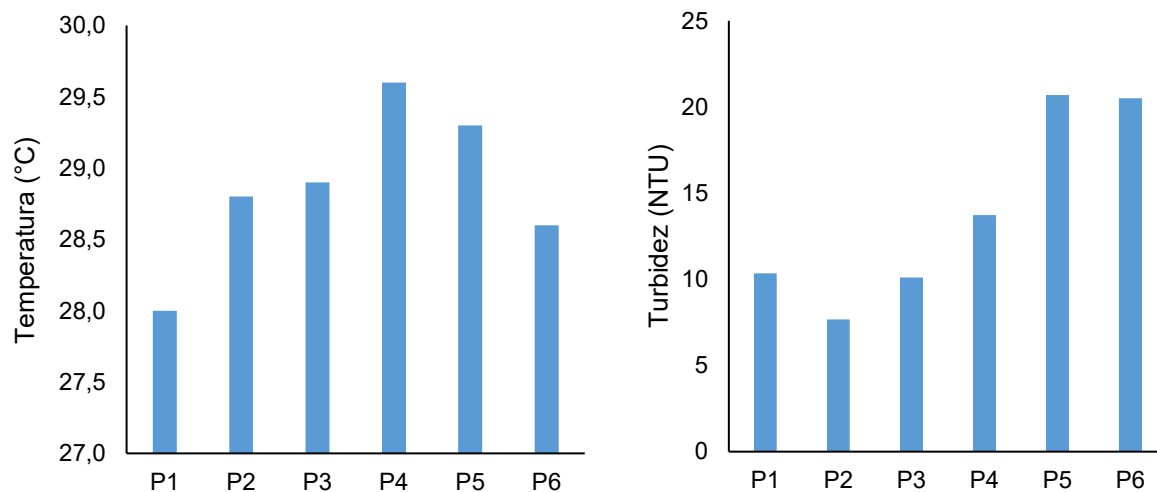


Figura 5-12 – Resultados analíticos da sexta campanha de amostragem da Lagoa de Saquarema do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.



6 CONCLUSÃO

Em relação a Lagoa de Saquarema, os resultados apresentados, de maneira geral, ficaram dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, a exceção ocorreu somente para o pH, que apresentou valores elevados na maioria das amostras (P1, P2, P3, P4 e P6).

Além disso, verificou-se concentrações elevadas dos metais ferro dissolvido, alumínio dissolvido e manganês total em determinadas amostras do Rio São João e do Reservatório de Juturnaíba, ultrapassando o limite estabelecido pela normativa de referência. No Reservatório de Juturnaíba também foi observado concentração de oxigênio dissolvido na amostra de P2 abaixo do estipulado pela Resolução CONAMA nº 357/2005. O mesmo padrão foi observado nas amostras de P6 e P10 do Rio São João, indicando um aporte de efluentes nos corpos hídricos monitorados. Além disso, salienta-se que as baixas concentrações de OD na amostra de P10 serve como um alerta, pois a redução desse parâmetro representa um alto risco para a biota aquática.

No Rio São João além das variáveis previamente mencionadas, foram reportadas altas concentrações de DBO em algumas amostras, ficando em desconformidade com a legislação supracitada. Além disso, na amostra de P6 foram notados valores elevados de nitrogênio total e fósforo, que estão acima do valor máximo determinado pela Resolução CONAMA nº 357/2005. Nesse sentido, reforça-se que o incremento das concentrações dos nutrientes monitorados sugere também o processo de eutrofização nos corpos hídricos, que pode impactar os serviços de abastecimento e saúde pública, além da biota local.

Diante dos resultados apresentados, acredita-se que os valores elevados de carga orgânica, identificados ao longo da oitava campanha de monitoramento, refletem que a ampliação dos sistemas de tratamento de esgotos e redes de saneamento nestas áreas não evoluiu com o passar dos anos, o que tem levado ao lançamento de águas residuais sem tratamento em todos os corpos hídricos monitorados, podendo desencadear, por exemplo, a ocorrência de eutrofização artificial que impacta os ecossistemas, a qualidade hídrica, a saúde pública e as atividades humanas.

Adicionalmente ao que foi explicitado, as condições ambientais encontradas podem ter sido intensificadas a partir do escoamento superficial da área urbana e merecem

atenção durante as próximas campanhas de monitoramento para determinar se é uma característica constante na região.



7 EQUIPE TÉCNICA

Profissional	Formação / Função	Registro Conselho de Classe
Ronaldo Leão Guimarães	Responsável Técnico pelo Projeto Biólogo, PhD em Ciências Ambientais	CRBio 2339/02-D
Richard Secioso Guimarães	Gerente do Projeto Biólogo	CRBio 84682/02-D
Viviane Krüger	Coordenador Geral Gestora Ambiental	CREA/RS nº 195090
Edson Felipe Souza Ladeira	Responsável Técnico pelas Análises Laboratoriais Químico	CRQ/RJ nº 03155685
Mariana Ribeiro Monteiro	Gerente de Laboratório Bióloga	CRBio nº 91828/02-D
Hamilton Pires Barbosa Mendes	Gerente Executivo Biólogo, Mestre em Engenharia Ambiental e Sanitária	CRBio nº 78165/02-D
Soane de Sá Rodrigues	Elaboração do Relatório Engenheira Ambiental	CREA/RJ 2020107167
Rafaela dos Santos Costa	Elaboração do Relatório Bióloga, Dra. em Desenvolvimento e Meio Ambiente	-
Silvia Lisboa de Araujo	Coordenadora de Projetos Bióloga, MSc. em Geoquímica Ambiental	CRBio nº 96163/02-D
Thalles Barreto	Coordenação de Campo	-
Pedro Octavio da Silva Luna	Técnico de Campo	-
Leonardo Silva	Técnico de Campo	-

8 REFERÊNCIAS

ALVARES C.A., STAPE J.L., SENTELHAS P.C., DE MORAES GONCALVES J.L., SPAROVEK G., 2013: Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Vol. 22, No. 6, 711–728.

APHA. **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater**. 23^a ed, 2017. 23. ed. [s.l: s.n.]

ANSARI, A.A., GILL, S.S. 2014. **Eutrophication: causes, consequences and control**. Spring. New York. 264p

AZEVEDO, F. A.; CHASIM, A. A. M. **Metais: Gerenciamento da toxicidade**. São Paulo: Atheneu/InterTox, 2003.

AZEVEDO, F.B.B. **Modelagem da Capacidade de Suporte da Lagoa de Saquarema – RJ Após a Abertura de uma Conexão Permanente com o Mar**. Monografia – Niterói: Universidade Federal Fluminense, 2005.

BENCKO, V. Nickel: a review of its occupational and environmental toxicology. **Journal of hygiene, epidemiology, microbiology, and immunology**, v. 27, n. 2, p. 237—247, 1983.

BIDEGAIN, P. **Plano das Bacias Hidrográficas da Região dos Lagos e do rio São João**. Rio de Janeiro: Consórcio Intermunicipal para Gestão das Bacias Hidrográficas da Região dos Lagos, Rio São João e Zona Costeira – CILSJ. 153 p. 2005.

BRASIL. **Resolução CONAMA N°357, de 17 de março de 2005**. CONAMA - Ministério do Meio Ambiente, 2005.

BRASIL. **Resolução CONAMA N°430, de 13 de maio de 2011**. CONAMA - Ministério do Meio Ambiente, 2011.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal**. Lei n. 9.433: Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 1997. 72p.

CETESB. **Ficha de informação toxicológica: cádmio e seus compostos**. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo, 2012.

CETESB. **Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade** | Apêndice E. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2014.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

FERNANDES, C.F.A. **Avaliação e análise da qualidade da água, sob uma perspectiva de conservação ambiental, do Rio do Mato Grosso, localizado na Serra de Mato Grosso, município de Saquarema- RJ**. 2021. 78f. Monografia- Niterói: Universidade Federal Fluminense, 2021.

INEA. **Resolução Conselho Estadual de Recursos Hídricos nº 107 que aprova nova definição das regiões hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro e revoga a Resolução CERHI-RJ nº18 de 08 de novembro de 2006.** 2013.

JAISHANKAR, M. et al. Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdisciplinary Toxicology Slovak Toxicology Society*, 1 jun. 2014.

JÄRUP, L.; ÅKESSON, A. Current status of cadmium as an environmental health problem. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 1 ago. 2009.

MARQUES, E. D. et al. Seasonal variations of water quality in a highly populated drainage basin, SE Brazil: water chemistry assessment and geochemical modeling approaches. *Environmental Earth Sciences*, v. 75, n. 24, 1 dez. 2016.

MOREIRA, F. R.; MOREIRA, J. C. Os efeitos do chumbo sobre o organismo humano e seu significado para a saúde. *Revista Panamericana de Salud Publica*, v. 15, n. 2, p. 199–129, 2004.

MORAIS, M. R. D.; OLIVEIRA, M. M.; OLIVEIRA, V.D.P.S.D Santos. Impacto da ação antrópica na qualidade da água da represa de Juturnaíba–Silva Jardim/RJ. *Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamago*, v. 10, n. 1, p. 201-223, 2016.

PIVELI, R. P.; KATO, M. T. 2005. **Qualidade das Águas e Poluição: Aspectos Físico-Químicos.** São Paulo: ABES. 275p

REIMANN, C.; CARITAT, P. **Chemical Elements in the Environment: Factsheets for the Geochemist and Environmental Scientist.** Heidelberg: Springer-Verlag, 1998.

SAN DIEGO-MCGLONE, M. L. et al. Eutrophic waters, algal bloom and fish kill in fish farming areas in Bolinao, Pangasinan, Philippines. *Marine Pollution Bulletin*, v. 57, n. 6–12, p. 295–301, 2008.

STERN, B. R. et al. Copper and Human Health: Biochemistry, Genetics, and Strategies for Modeling Dose-response Relationships. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B*, v. 10, n. 3, p. 157–222, 3 abr. 2007.

STÜEKEN, E.E. et al. 2016. The evolution of earth's biogeochemical nitrogen cycle. *Earth-Science reviews*. 160: 220-239

TOLEDO, L. M. et al. Panorama do sistema lagunar de Maricá – RJ: Indicadores de saneamento vs. qualidade de água. *Revista Internacional de Ciências*, v. 11, n. 1, p. 6–24, 29 abr. 2021.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. *Limnologia*. Tundisi, T.M. ed. São Paulo: Oficina de textos, 2008.

VON-SPERLING, M. **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 4. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2017. v. 1

WHO. World Health Organization. **Guidelines for drinking-water quality.** Fourth edition, 2011.

ANEXOS

ANEXO A – Relatório Fotográfico

ANEXO B – Cadeias de Custódia

ANEXO C – Laudos analíticos

