

Cliente:

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

Abril 2023

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	5
2.1.1	Pontos Amostrais	6
2.2	Lagoa de Saquarema.....	7
2.2.1	Pontos Amostrais	8
3	Metodologia.....	9
3.1	Dados meteorológicos.....	9
3.2	Qualidade de água.....	9
4	Fundamentação Teórica dos Parâmetros.....	14
4.1	Alumínio dissolvido	14
4.2	Cádmio total.....	15
4.3	Chumbo total.....	15
4.4	Clorofila- <i>a</i> e Feofitina- <i>a</i>	15
4.5	Cobre dissolvido.....	16
4.6	Coliformes termotolerantes e coliformes totais	16
4.7	Condutividade	16
4.8	Cor verdadeira	16
4.9	DBO	17
4.10	DQO	17
4.11	<i>Enterococcus faecalis</i>	17
4.12	Ferro dissolvido	17
4.13	Fitoplâncton	18
4.14	Fosfato e Fósforo total.....	18
4.15	Índice de fenóis	18
4.16	Manganês total	19
4.17	Níquel total	19
4.18	Nitrato e nitrito	19
4.19	Nitrogênio amoniacal	20
4.20	Oxigênio dissolvido.....	20
4.21	pH.....	20
4.22	Salinidade.....	20
4.23	Sólidos totais em suspensão	21
4.24	Temperatura	21
4.25	Transparência.....	21
4.26	Turbidez	21
4.27	Vazão	22
4.28	Zinco total.....	22
5	Resultados	22

5.1	Dados climáticos	22
5.2	Rio São João e Reservatório de Juturnaíba	23
5.3	Lagoa de Saquarema.....	33
6	Conclusão	38
7	Equipe Técnica	39
8	Referencias.....	40
ANEXOS	42



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. A poluição de origem antrópica 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.

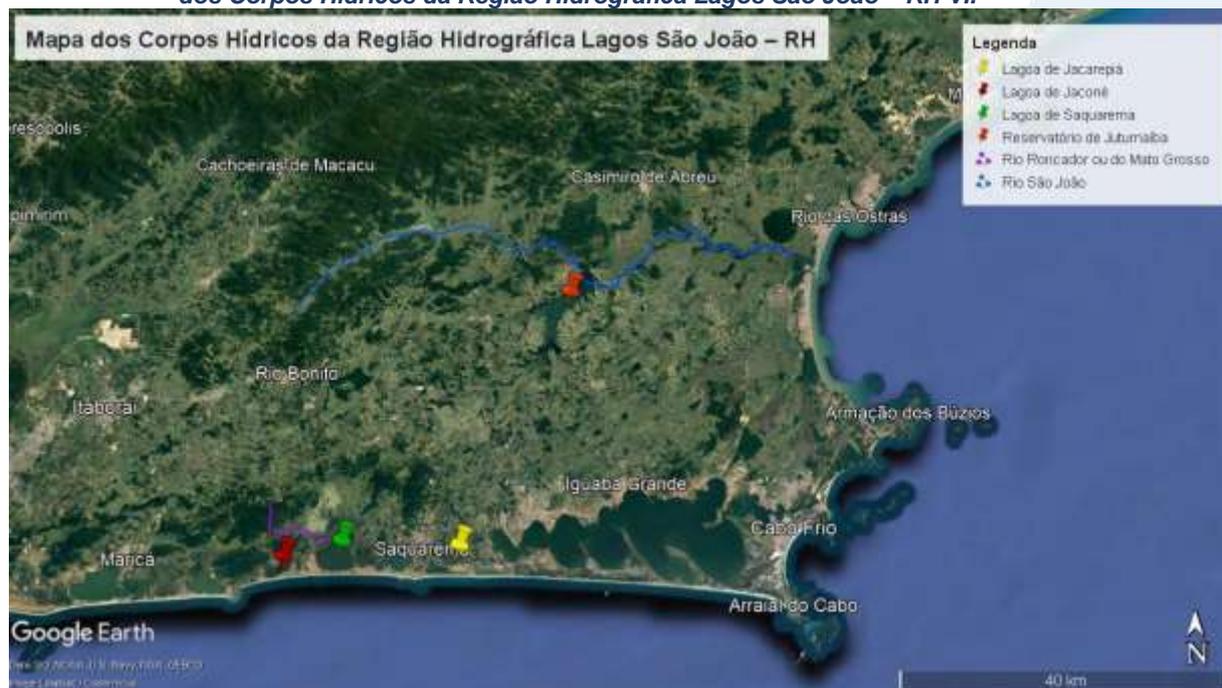
O presente relatório tem como objetivo apresentar os resultados obtidos na quarta campanha do projeto de Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI, e fornecer subsídios para a gestão do Comitê de Bacia Hidrográfica Lagos São João (CBHLSJ), contribuindo, 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.

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

O Rio São João, seus afluentes, e o Reservatório de Juturnaíba compõem a principal fonte de abastecimento público da região dos lagos. Segundo Bidegain (2005) a região hidrográfica que contempla esses mananciais, possui área de 2.160 km²

abrangendo os municípios de Cachoeiras de Macacu, Rio Bonito, Casimiro de Abreu, Araruama, São Pedro da Aldeia, Cabo Frio, Rio das Ostras e Silva Jardim.

O Rio São João possui sua nascente na Serra do Sambê e deságua entre Barra de São João (Casemiro de Abreu) e Santo Antônio (Cabo Frio), com percurso total de, aproximadamente, 120 km. Os principais afluentes deste são os rios: Capivari, Bacaxá, Gaviões, do Ouro, Gargóá, Pannels, São Lourenço, Águas Claras, dos Pirineus ou Crubixais, Riachão, Bananeira, Maratuã, Aldeia Velha, Indaiáçu, Lontra e Dourado.

Em relação à riqueza da ictiofauna, podem ser encontradas aproximadamente 89 espécies de peixes ameaçados, sendo a presença de espécies invasoras, como os tucunarés (*Cichla*), tilapias (*Oreochromis* e *Coptodon*), bagre-africano (*Clarias gariepinus*) e carpas (*Cyprinus carpio*), uma forte ameaça para a ictiofauna endêmica.

O Reservatório de Juturnaíba, em relação ao seu volume de água, quando repleto, tem capacidade de acumular 10 milhões de m³ de água, com um tempo de residência de aproximadamente 38 dias, corroborando com sua importância para o abastecimento público de água na região dos lagos.

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

Pontos Amostrais	Referência	Latitude	Longitude
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 Mapa dos pontos amostrais do monitoramento da qualidade de água do Rio São João e Reservatório de Juturnaíba.



2.2 Lagoa de Saquarema

A Laguna de Saquarema é um importante corpo hídrico de água salgada do Estado do Rio de Janeiro que permite atividades de recreação, pesca e iatismo. Este sistema lagunar é composto por quatro lagoas interconectadas, sendo elas as Lagoas Urussanga (ou Mombaça), Jardim, Boqueirão e de Fora (ou Saquarema propriamente dita). Segundo Bidegain (2005), este sistema possui área de 24 Km² e profundidade média de 1,2 metros, estado eutrófico, 30 (trinta) espécies de peixes e ecossistemas litorâneos compostos por brejos, mangues, costa rochosa e praias.

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 Mapa dos pontos amostrais do monitoramento da qualidade de água da Lagoa de Saquarema.



3 METODOLOGIA

As coletas foram realizadas entre os dias 09 e 13 de março de 2023, 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 e Reservatório de Juturnaíba, bem como na 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).

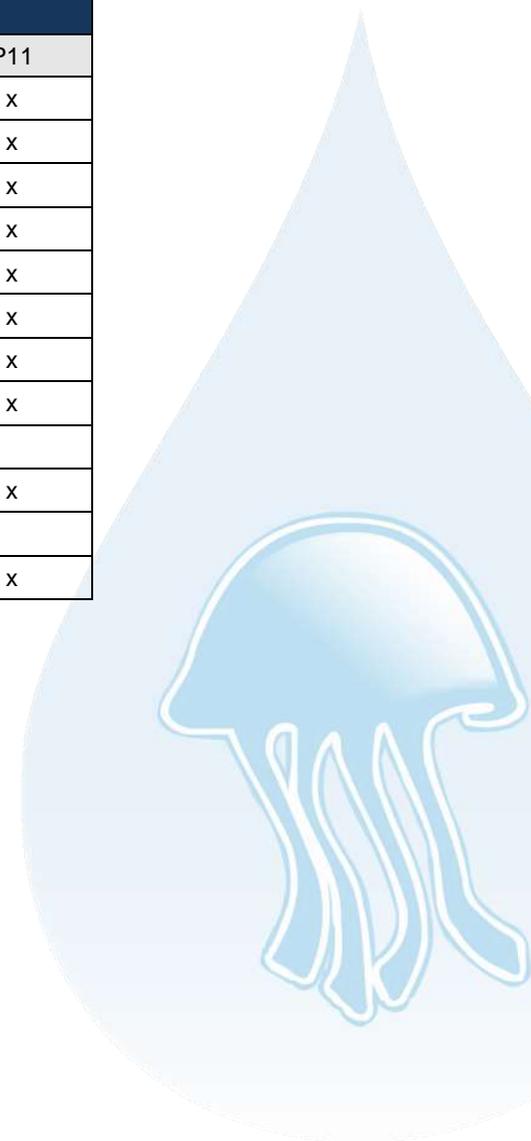
A medição *in situ* dos parâmetros físico-químicos temperatura, oxigênio dissolvido (OD), salinidade, turbidez e pH em cada ponto amostral foi realizada utilizando uma sonda multiparâmetros MPM 012 HANNA HI98194 previamente calibrada e turbidímetro TB 008. Além disso, a transparência do ponto foi medida por disco de Secchi. A vazão foi aferida com o auxílio de um molinete, exceto nos pontos do Rio Roncador, onde o assoreamento não permitiu o uso de molinete e, sendo assim, a vazão foi medida com o auxílio de flutuador.

Quadro 3-2 - Parâmetros físicos, químicos e biológicos analisados na 4ª campanha do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.

Parâmetros	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	
Cobre Dissolvido (mg/L)					x
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	x				
Coliformes Totais (NMP/100mL)	x				
Condutividade (µS/cm)		x	x	x	x
Cor Verdadeira (uH)	x	x	x	x	x
DBO - 5 Dias (mg/L)	x	x	x	x	x
DQO (mg/L)		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	
Fosfato (como P) (mg/L)	x	x	x	x	x
Fósforo Total (mg/L)	x	x	x	x	x
Índice de Fenóis (mg/L)	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
Nitrito (como N) (mg/L)	x	x	x	x	x
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	x	x	x	x	x



Parâmetros	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
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	x	x	x	x	x
pH	x	x	x	x	x
Salinidade (ppt)	x	x	x	x	x
Sólidos em suspensão totais (mg/L)	x	x	x	x	x
Temperatura (°C)		x	x	x	x
Temperatura de campo (°C)	x	x	x	x	x
Temperatura do Ar (°C)		x	x	x	x
Transparência (m)	x				
Turbidez (UNT)	x	x	x	x	x
Vazão por Molinete (m ³ /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.

Quando possível, 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 e CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011. O Quadro 3-4 dispõe da 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 Cádmiio 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 fitoplânctonica 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 vomito, 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 zooplanctônicos 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 Fósforo 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.

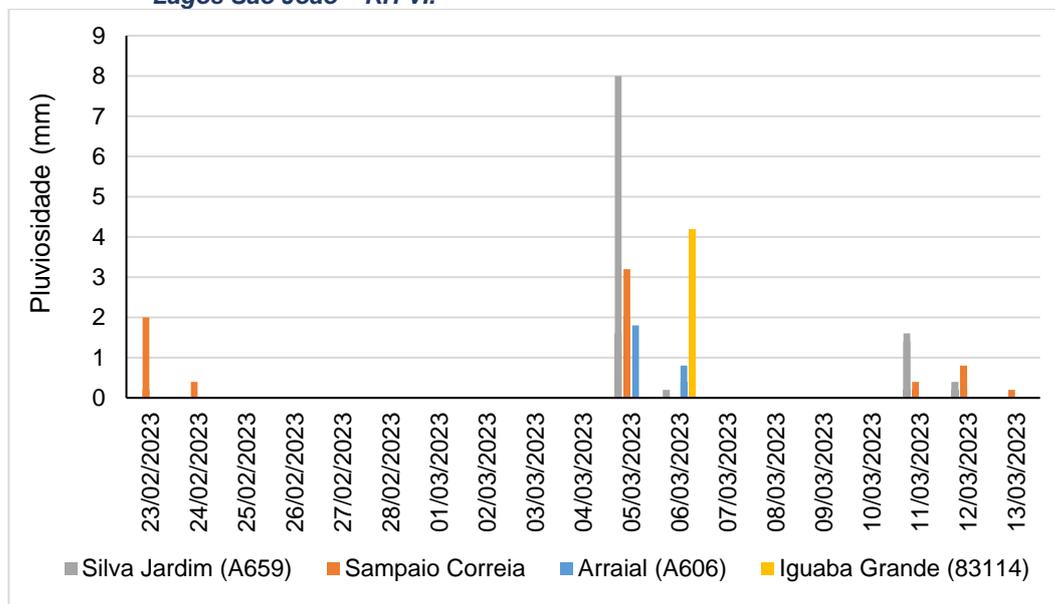
5 RESULTADOS

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 pluviosidade acumulada no período de 23 de fevereiro de 2023 a 13 de março de 2023 foi relativamente baixa, apresentando valores de 3,0 mm na estação de Arraial do Cabo (A606), 2,6 mm na estação de Sampaio Correia (A667), 14,6 mm na estação de Silva

Jardim (A659) e 4,2 mm na estação de Iguaba Grande (83114). Ressalta-se que as amostragens foram realizadas entre os dias 09 e 13 de março de 2023.

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



5.2 Rio São João e Reservatório de Juturnaíba

O Reservatório de Juturnaíba é monitorado pela amostragem nos pontos P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 e P8, enquanto o monitoramento do Rio São João é realizado nos pontos P9, P10, P11, P12 e P13 (Tabela 5-1). Para os pontos P1, P3, P5, P6 e P8 do Reservatório de Juturnaíba, e P10 e P12 do Rio São João, as medições de DBO ultrapassaram os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, para seus respectivos enquadramentos. Para o fósforo total, as concentrações encontradas nos pontos P1, P2, P3 e P6 do Reservatório de Juturnaíba, e P10 e P12 do Rio São João, ultrapassaram os limites permitidos, enquanto oxigênio dissolvido (OD) esteve abaixo dos limites exigidos em todos os pontos do Reservatório Juturnaíba e nos pontos P12 e P13 no Rio São João (Figura 5-2 a Figura 5-6).

No Reservatório Juturnaíba, observa-se maior vazão no ponto 7 caracterizado como lóxico (P7 – 11.21 mm³/s). A salinidade esteve abaixo de 0,05 mg/L, caracterizando esses pontos como água doce, segundo o que é preconizado pela referida Resolução.

Em relação à carga orgânica, observa-se que, de maneira geral, o fósforo apresentou concentrações quantificadas na faixa entre 0,07 mg/L (P1) e 0,27 mg/L (P6), valores superiores aos observados na campanha anterior, na qual foram observadas concentrações quantificadas na faixa entre 0,01 mg/L (P5 e P7) e 0,07 mg/L (P6), enquanto para a DBO houve um aumento da concentração nos pontos P1, P3, P5, P6 e P8 do Reservatório de Juturnaíba. As análises que compõem a série nitrogenada registraram valores dentro do estabelecido pela legislação em todos os pontos avaliados.

Estes resultados podem estar relacionados com o crescimento da comunidade fitoplanctônica e, conseqüentemente, com o processo de eutrofização, principalmente o fósforo total que, geralmente, é um nutriente limitante dessa comunidade.

Em relação aos metais no Reservatório de Juturnaíba, diferentemente da campanha anterior, apenas o ferro dissolvido apresentou altas concentrações nos pontos P2 e P5.

Já no Rio São João, observa-se que a maior salinidade foi registrada para P13 (12,22 mg/L). Esse ponto é o que sofre maior influência do ecossistema marinho e suas águas são caracterizadas como salobra. Essa salinidade em P13 é maior do que as encontradas a montante, que registraram salinidade até a 0,05 mg/L e foram caracterizados como ambiente de água doce.

Os pontos P10 e P12, do Rio São João, registraram concentrações acima do estabelecido pela legislação para fósforo total e DBO. Em relação ao OD, observa-se que P12 (3,98 mg/L) e P13 (4,38 mg/L) não estavam em conformidade com os valores mínimos estabelecidos. As concentrações altas de nutrientes e carga orgânica encontradas nestes pontos podem estar levando a uma diminuição das concentrações de OD na água. Nesta campanha foi identificado, nos pontos do Rio São João, que os elementos chumbo total (P12), alumínio dissolvido (P9, P10 e P11), ferro dissolvido (P9 e P12) e manganês total (P10 e P12) apresentaram valores acima do permitido na legislação de referência.

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

Parâmetro	Reservatório de Juturnaíba								Rio São João				
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
	09/03/2023								10/03/2023				
Alumínio Dissolvido (mg/L)	0,024	0,035	0,026	0,006	0,071	0,014	0,033	0,042	0,201	0,104	0,123	0,072	0,034
Cádmio Total (mg/L)	<0,0005												
Chumbo Total (mg/L)	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0222	<0,0002
Clorofila-a (µg/L)	0,27	1,14	0,53	<0,01	0,3	1,53	0,27	1,19	1,07	10,15	1,6	3,56	1,07
Cobre Dissolvido (mg/L)	N.D												
Condutividade (µs/L)	79	47	43	32	42	53	20	59	37	36	35	108	20500
Cor Verdadeira	25	15	50	5	100	10	100	20	10	250	50	250	50
DBO - 5 dias (mg/L)	14	5	18	5	9	10	5	17	5	19	5	42	5
DQO (mg/L)	23	14	31	<10	17	19	<10	19	<10	42	12	341	23
Enterococcus (NMP/100mL)	228	<1,0	195	422	987	985	<1,0	10	1	15,4	<1,0	4,1	74,8
Feofitina-a (µg/L)	0,11	0,72	0,96	0,68	0,12	0,08	0,85	1,93	1,74	11,53	0,83	9,52	1,17
Ferro Dissolvido (mg/L)	0,259	0,481	0,227	0,037	1,094	0,024	0,195	0,117	1,071	0,162	0,297	0,487	0,021
Fitoplâncton (Céls/mL)	5037												
Fosfato (mg/L)	0,07	0,09	0,1	N.D	<0,06	0,27	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,07	N.D
Fósforo Total (mg/L)	0,04	0,05	0,05	<0,01	0,02	0,14	<0,01	0,02	0,02	0,1	0,01	0,51	<0,01
Índice de Fenóis (mg/L)	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Manganês Total (mg/L)	0,025	0,074	0,077	0,018	0,079	0,045	0,025	0,017	0,064	1,183	0,062	0,333	0,017
Níquel Total (mg/L)	<0,001												
Nitrato (como N) (mg/L)	0,39	0,39	0,33	0,19	0,31	0,45	0,15	0,14	0,17	0,24	0,13	0,17	0,11
Nitrito (como N) (mg/L)	0,01	0,03	0,03	<0,01	0,03	0,13	<0,01	0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,01
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	N,D	N.D	N.D	N.D	N.D	0,08	N.D	0,05	0,15	0,13	0,07	0,06	0,07
Nitrogênio Total (mg/L)	1,1	2,6	0,7	0,8	1,1	23	0,5	0,8	2	2,2	0,7	1,7	1,7
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	4,4	4,5	4,74	4,95	4,8	4	4,9	4,58	5,41	5,63	5,51	3,98	4,38
pH	6,71	6,23	6,26	6,59	6,8	6,66	6,55	7,6	6,84	6,16	6,44	7,15	8,1
Salinidade (mg/L)	0,04	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01	0,05	12,22
Sólidos em Suspensão Totais (mg/L)	23,5	11,5	10	3	2	12	12	11	26	140,5	5	579,5	12,5
Temperatura (°C)	27,44	26,62	27,19	25,54	29,53	28,41	28,1	28,86	29,77	28,45	28,66	28,4	27,1
Temperatura Ambiente (°C)	29,8	29,9	30	29,1	30,1	30	30	29,9	30,1	30	30	30	35
Turbidez (NTU)	35,4	11,7	13,4	2,9	8,1	8	12,7	25,2	10,2	104	20,2	281	10,5

Parâmetro	Reservatório de Juturnaíba								Rio São João				
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
	09/03/2023								10/03/2023				
Vazão (mm ³ /s)	1,73	1,168					11,21		*				49,275
Zinco Total (mg/L)											0,06		

* Apesar de prevista no Termo de referência, não foi possível realizar a medição da vazão no P9, uma vez que ao chegar ao local foi observada muita vegetação, inviabilizando a atividade. Sendo assim, prezou-se por não colocar a segurança dos técnicos de campo em risco e foi realizada apenas a coleta de água no referido ponto de amostragem.



De acordo com Marques et al. (2016), as maiores concentrações de ferro e alumínio na água do Reservatório de Juturnaíba e do Rio São João ocorrem em decorrência da presença de processos erosivos e desmatamento na região, além da concentração destes parâmetros ser fortemente influenciada pela sazonalidade das chuvas. Maiores concentrações tendem a ser observadas em períodos de seca dado a ausência do efeito diluidor da chuva. Além disso, os autores destacam que o alumínio também pode ser influenciado pelos efluentes de três estações de tratamento de esgotos que deságuam na região.

As concentrações de fósforo total ultrapassaram os limites dispostos na Resolução CONAMA 357/2005 para Águas Doces Classe 2 em P1, P2, P3 e P6, nas quais foram encontradas concentrações entre 0,04 mg/L e 0,14 mg/L. De acordo com o trabalho citado anteriormente, a concentração desses nutrientes no Reservatório de Juturnaíba e no Rio São João está diretamente ligada ao aporte de esgoto sanitário não tratado nos rios da região. Esse fator pode ter sido fundamental para os resultados de DBO ao longo de toda a área, bem como de *Enterococcus* (P5 e P6) e oxigênio dissolvido encontrados em P6 (acima e abaixo dos limites de referência, respectivamente).

As concentrações de fenóis mantiveram-se abaixo do limite de detecção em todos os pontos.

Os resultados obtidos na quarta campanha do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI podem ser observados entre a Figura 5-2 a Figura 5-6.

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

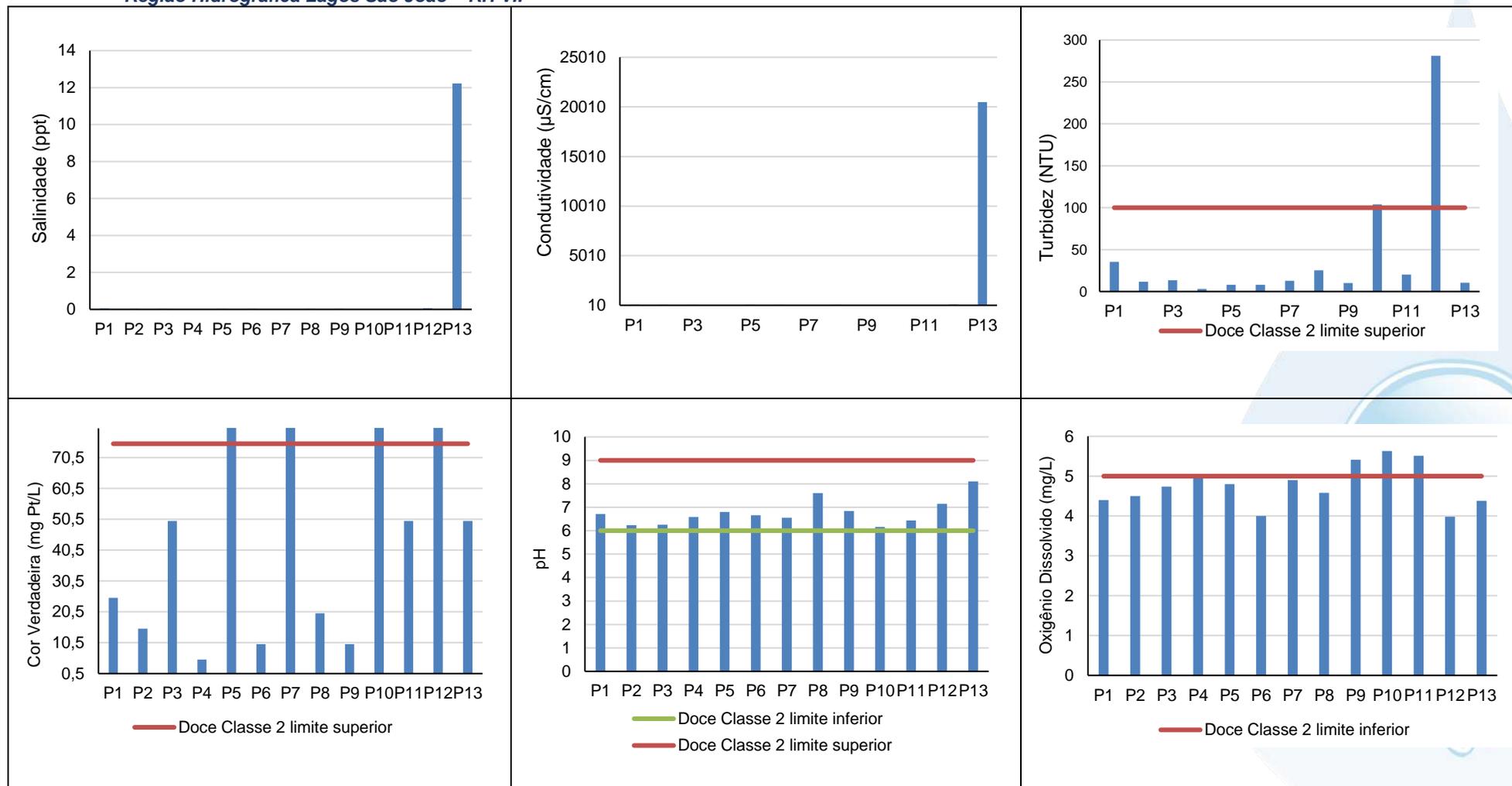


Figura 5-3 Resultados analíticos da quarta campanha de amostragem do Rio São João do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.

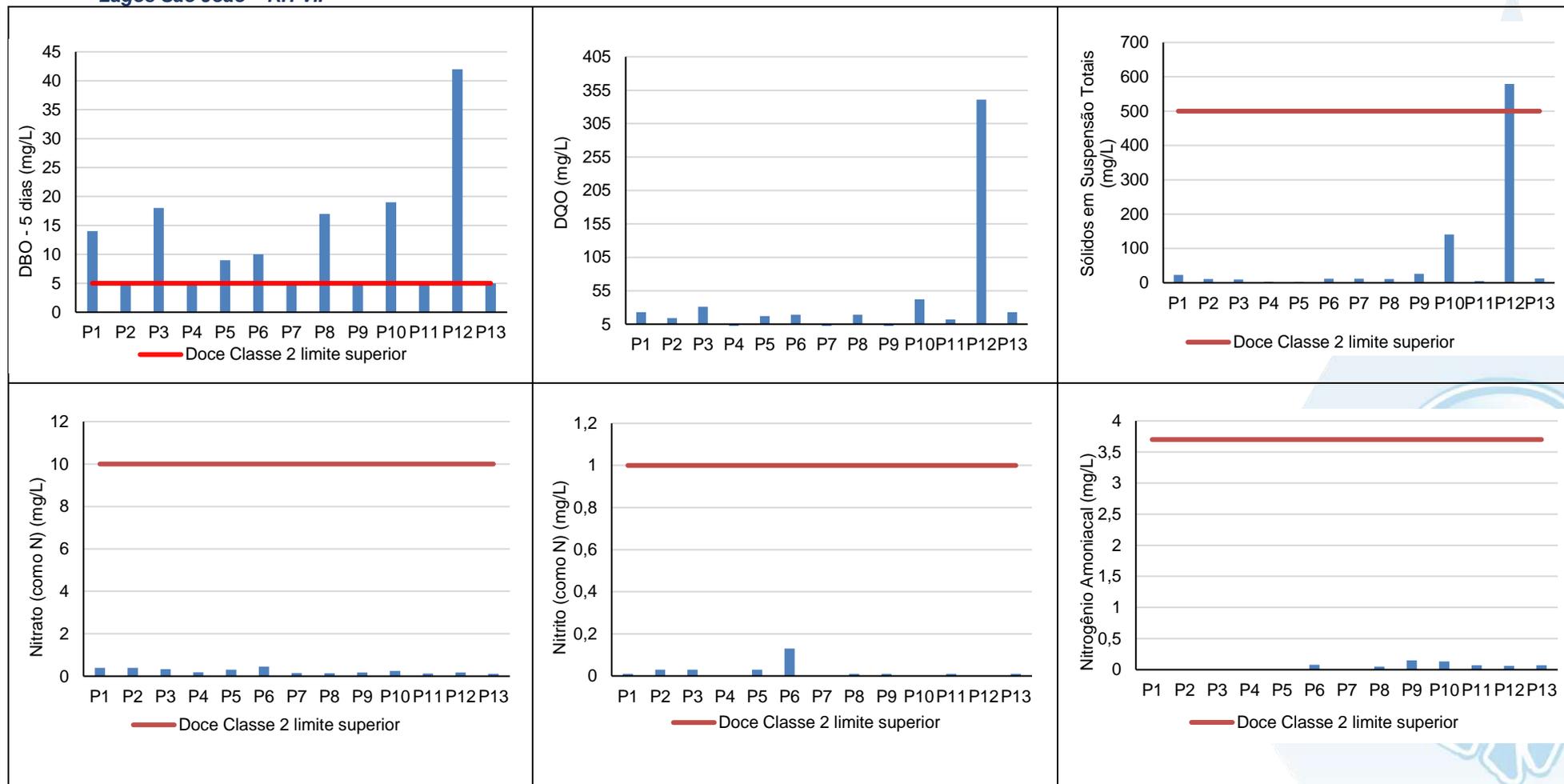


Figura 5-4 Resultados analíticos da quarta campanha de amostragem do Rio São João do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.

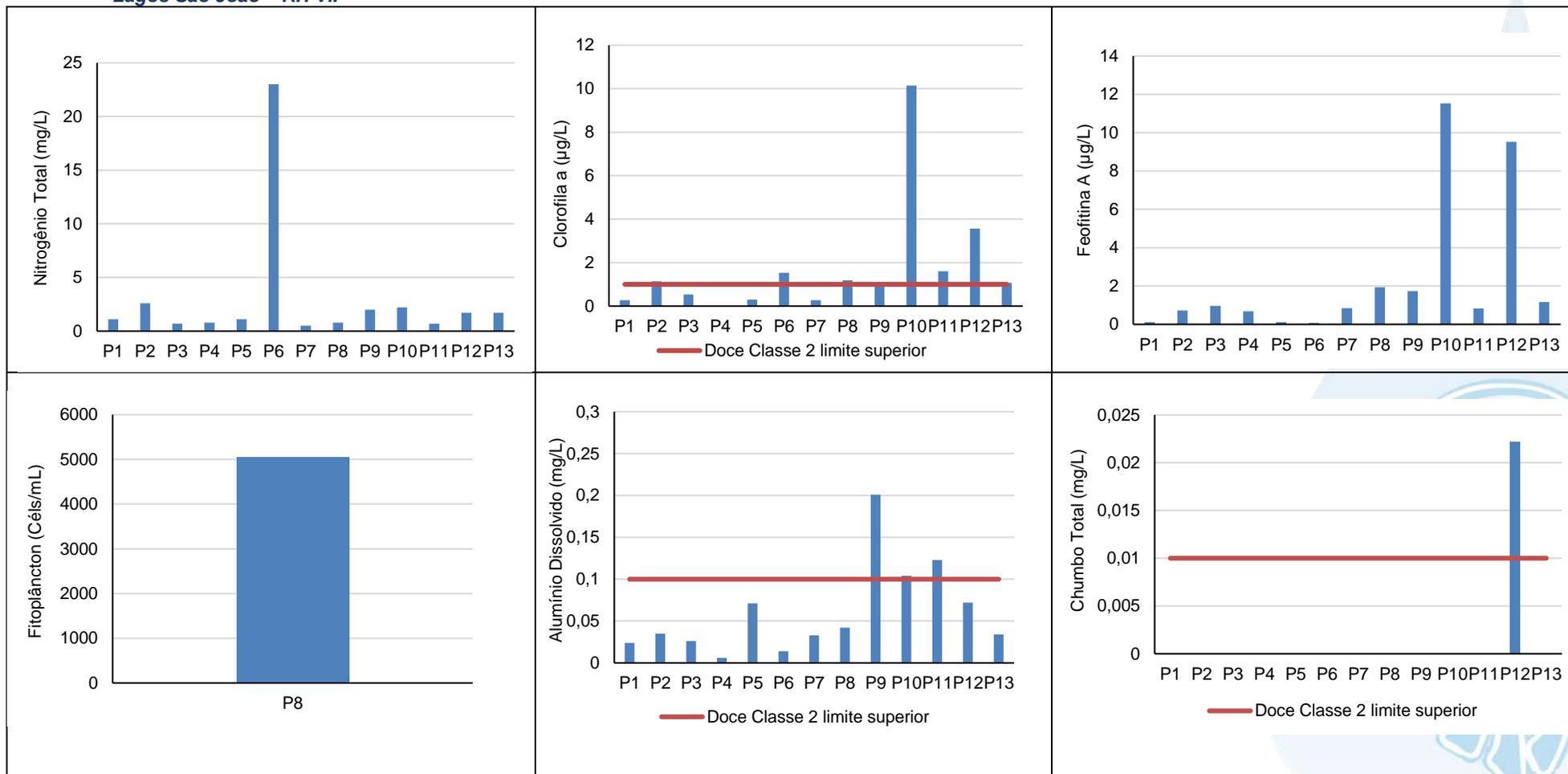


Figura 5-5 Resultados analíticos da quarta campanha de amostragem do Rio São João do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.

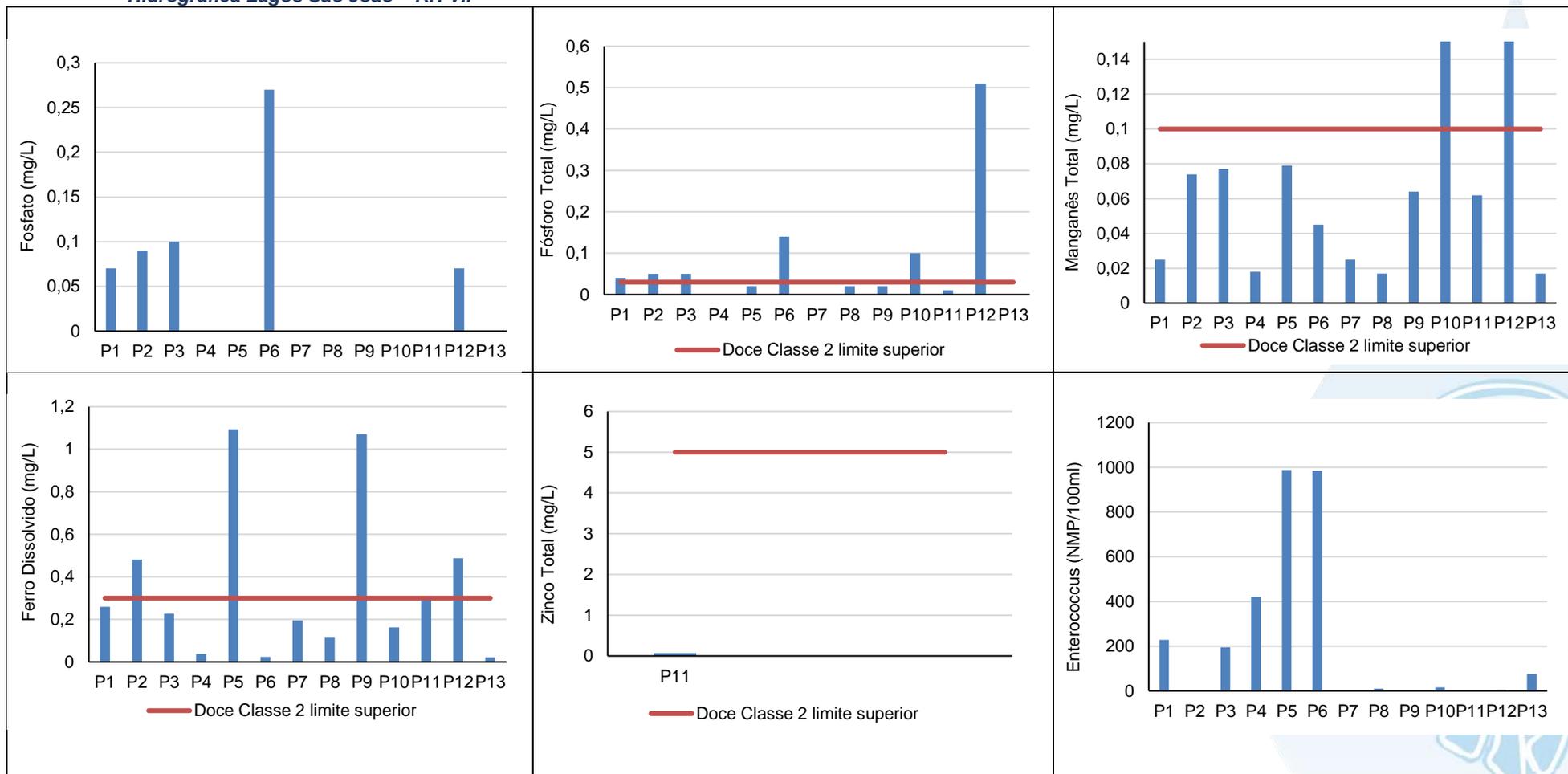
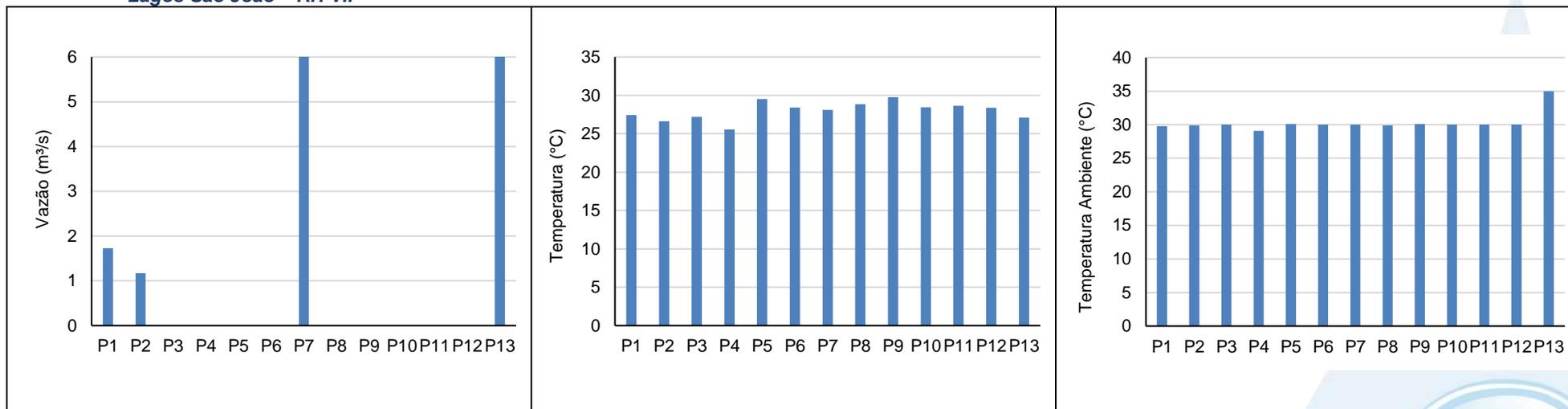


Figura 5-6 Resultados analíticos da quarta campanha de amostragem do Rio São João do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.



5.3 Lagoa de Saquarema

A Lagoa de Saquarema 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. Desta forma, o enquadramento dos pontos amostrais quanto à salinidade pode variar. A água dos pontos P4 (15,57 mg/L); P5 (5,54 mg/L) e P6 (8,09 mg/L) foi classificada como salobra devido a maior influência dos rios na região, enquanto a água dos pontos P1 (32,43 mg/L), P2 (32,84 mg/L) e P3 (32,81 mg/L) foi classificada como salina dada a maior influência oceânica nestes pontos.

Em relação ao oxigênio dissolvido na água, observa-se que os pontos nos quais a água foi classificada como salina registraram concentração inferior ao estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 para águas salinas de Classe 1, P1 (5,55 mg/L), P2 (5,63 mg/L) e P3 (4,8 mg/L), estando em desconformidade com o limite mínimo estabelecido (6 mg/L). Os resultados obtidos na quarta 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 5-2 e da Figura 5-6 a Figura 5-8.

Tabela 5-2 Resultados analíticos da quarta 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
	13/03/2023					
Clorofila-a (µg/L)	15,49	6,31	5,61	16,69	8,54	22,03
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	1600	<1,8	1600	7,8	4,5	7,8
Coliformes Totais (NMP/100mL)	>1600,0	23	>1600,0	34	23	130
Cor Verdadeira (Pt Co)	10	10	15	25	25	20
DBO - 5 dias (mg/L)	7	17	20	9	14	19
Fosfato (mg/L)	<0,06	N.D	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
Fósforo Total (mg/L)	0,02	0,03	0,03	0,09	0,11	0,1
Índice de Fenóis (mg/L)	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Nitrato (como N) (mg/L)	0,12	0,11	0,14	0,09	0,14	0,14
Nitrito (como N) (mg/L)	<0,01	<0,01	N.D	<0,01	<0,01	<0,01
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	0,08	0,09	0,12	0,06	0,18	0,13
Nitrogênio Total (mg/L)	1,2	1,8	1,8	2,6	2,5	2,9
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	5,55	5,63	4,8	5,27	5,72	6,13
pH	8,37	8,36	8,31	8,42	7,74	8,17
Salinidade (mg/L)	32,43	32,84	32,81	15,57	5,54	8,09
Sólidos em Suspensão Totais (mg/L)	25,5	32	56	56,5	49,5	37
Temperatura (°C)	28,2	28,7	35	29	30,1	28,9
Transparência (m)	0,35	0,4	0,3	0,45	0,65	0,5
Turbidez (NTU)	6,1	5,8	29,7	25,8	31,2	7,8

Como pode ser observado pelos resultados obtidos, de maneira geral, os parâmetros analisados registraram concentrações dentro dos limites preconizados pela Resolução CONAMA 357/2005, tendo apenas como exceção os valores de oxigênio dissolvido informados anteriormente.

Vale destacar que, apesar de não haver limites estabelecidos pela legislação para DBO, há o registro de valores próximos a 20 mg/L de DBO nos pontos P2, P3 e P6. Já para os indicadores microbiológicos, os valores registrados para coliformes termotolerantes esteve abaixo do limite de quantificação em P2 (<1,8 NMP/100mL) ou presentes em altas concentrações nos pontos P1 e P3 (1600 NMP/100mL), e para os coliformes totais, que apresentaram concentrações >1600 NMP/100mL em P1 e P3.

Nesta campanha, todos os pontos apresentaram baixas concentrações de nitrogênio amoniacal e de nitrito e nitrato, já o nitrogênio total apresentou valores um pouco mais elevados, sugerindo a maior disponibilidade do nitrogênio orgânico. As formas de nitrogênio na água são: Nitrogênio Orgânico Particulado NOP (organismos ou detritos), Nitrogênio Orgânico Dissolvido NOD (compostos lixiviados) e o Nitrogênio Inorgânico Dissolvido NID, compreendido pela soma das espécies nitrato, nitrito e amônio ($N-NO_3^- + N-NO_2^- + N-NH_4^+$) (TUNDISI; TUNDISI, 2008; ANSARI e GILL, 2014; STÜEKEN et al., 2016). Esses valores podem ser indicativos da atividade humana na região, visto que P6 está localizado próximo ao Canal Salgado, que faz a conexão da Lagoa de Saquarema com a Lagoa de Jaconé e possui alta urbanização (Figura 2-3).

O fósforo, assim como o nitrogênio, é nutriente limitante para o crescimento das comunidades aquáticas, sendo ambos elementos que contribuem para o crescimento de organismos fitoplanctônicos e, conseqüentemente, para a eutrofização do corpo hídrico. Entretanto, na presente campanha, identificou-se baixo aporte deste parâmetro nos pontos, com todos os resultados estando abaixo do valor máximo estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 para águas salobras e salinas.

Segundo Toledo et al. (2021), a atividade e ocupação humana ao redor do sistema lagunar de Saquarema tem levado ao assoreamento das margens; já as atividades de pecuária, extração de argila e areia na região têm levado a um crônico quadro de eutrofização, com conseqüente perda de biodiversidade na região. Além disso, os autores ressaltam que a baixa cobertura dos serviços de saneamento básico no município de Maricá contribui para o agravamento do enriquecimento orgânico na região.

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

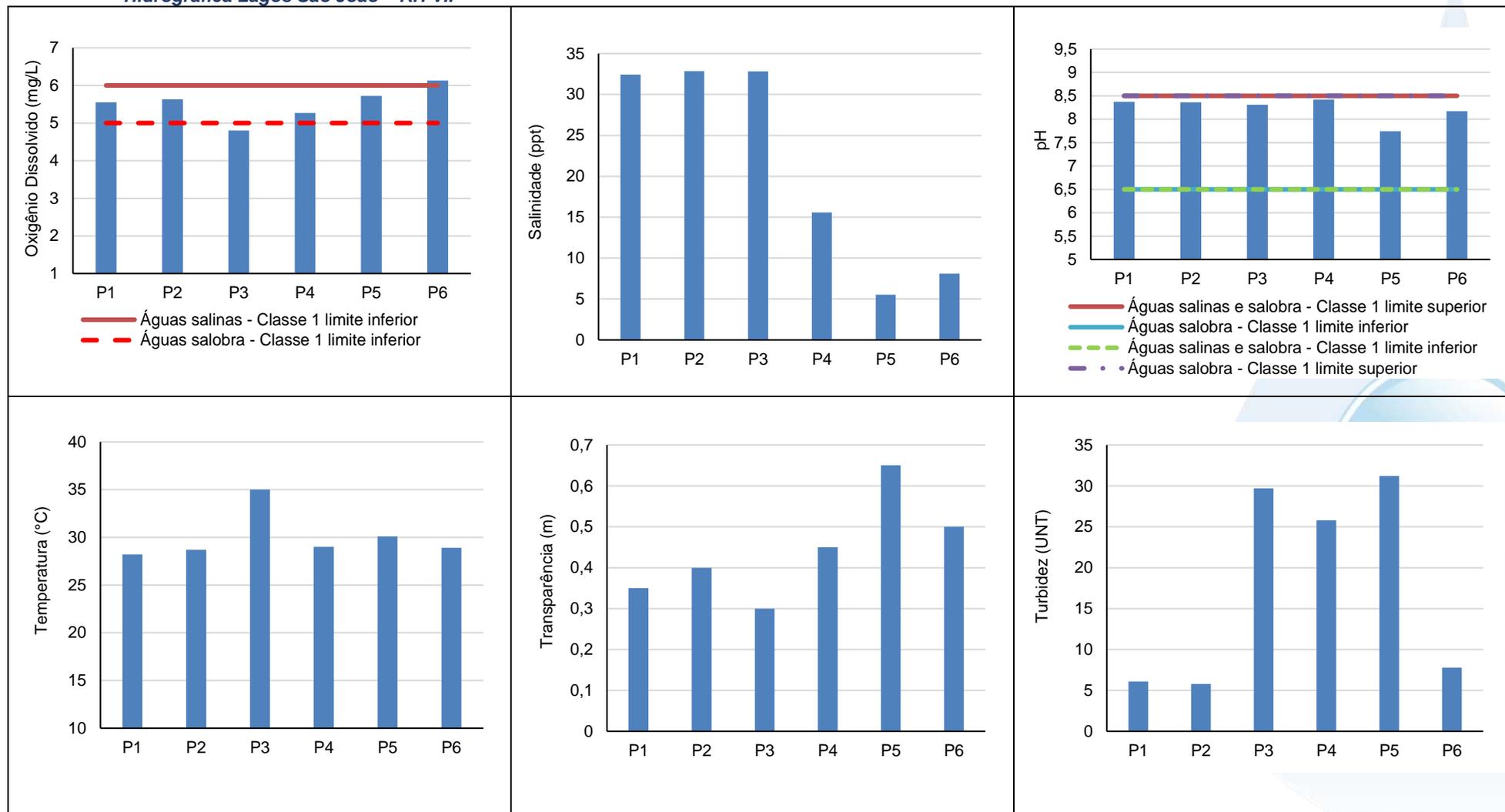


Figura 5-7 Resultados analíticos da quarta campanha de amostragem da Lagoa de Saquarema do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.

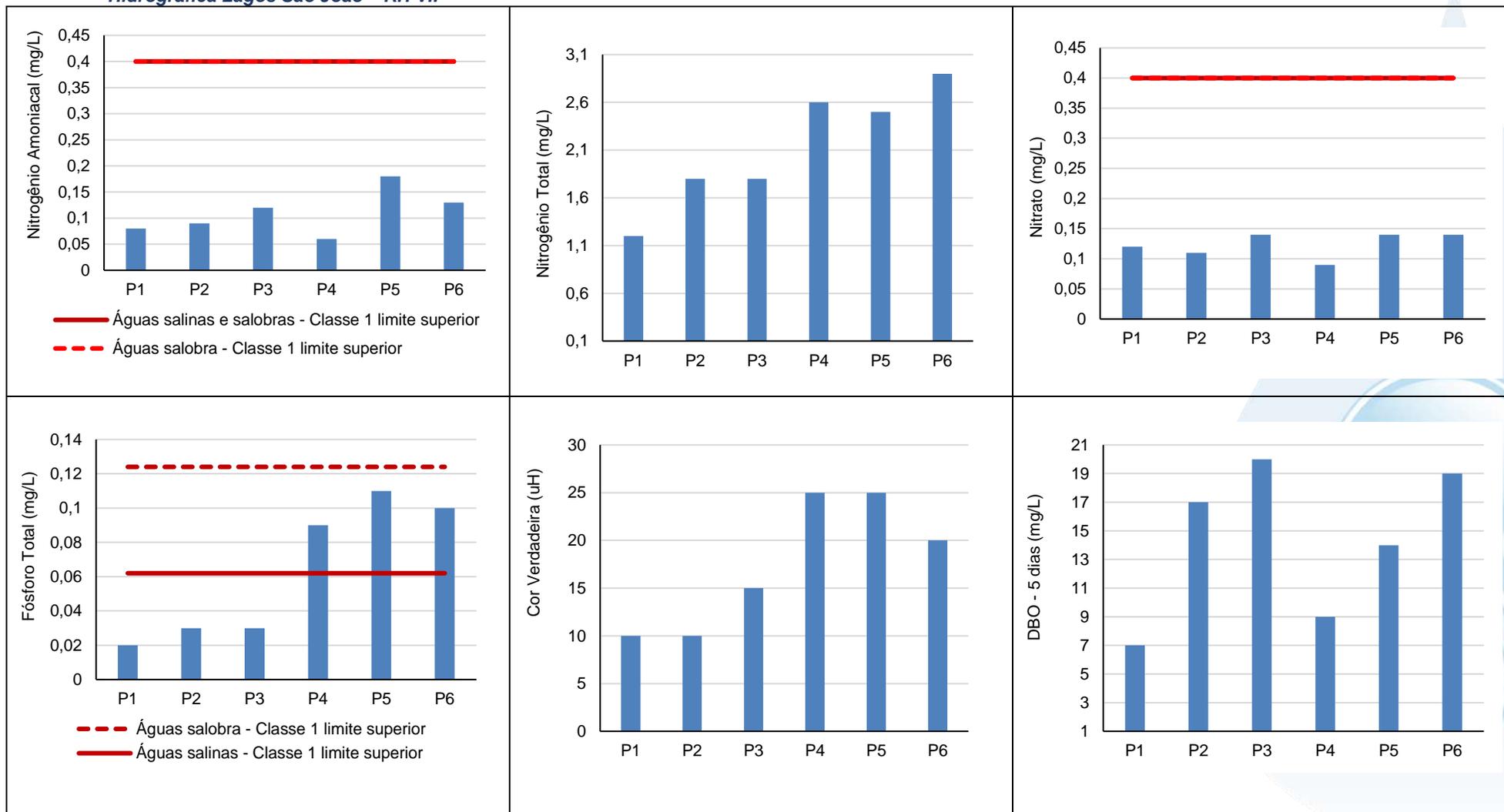
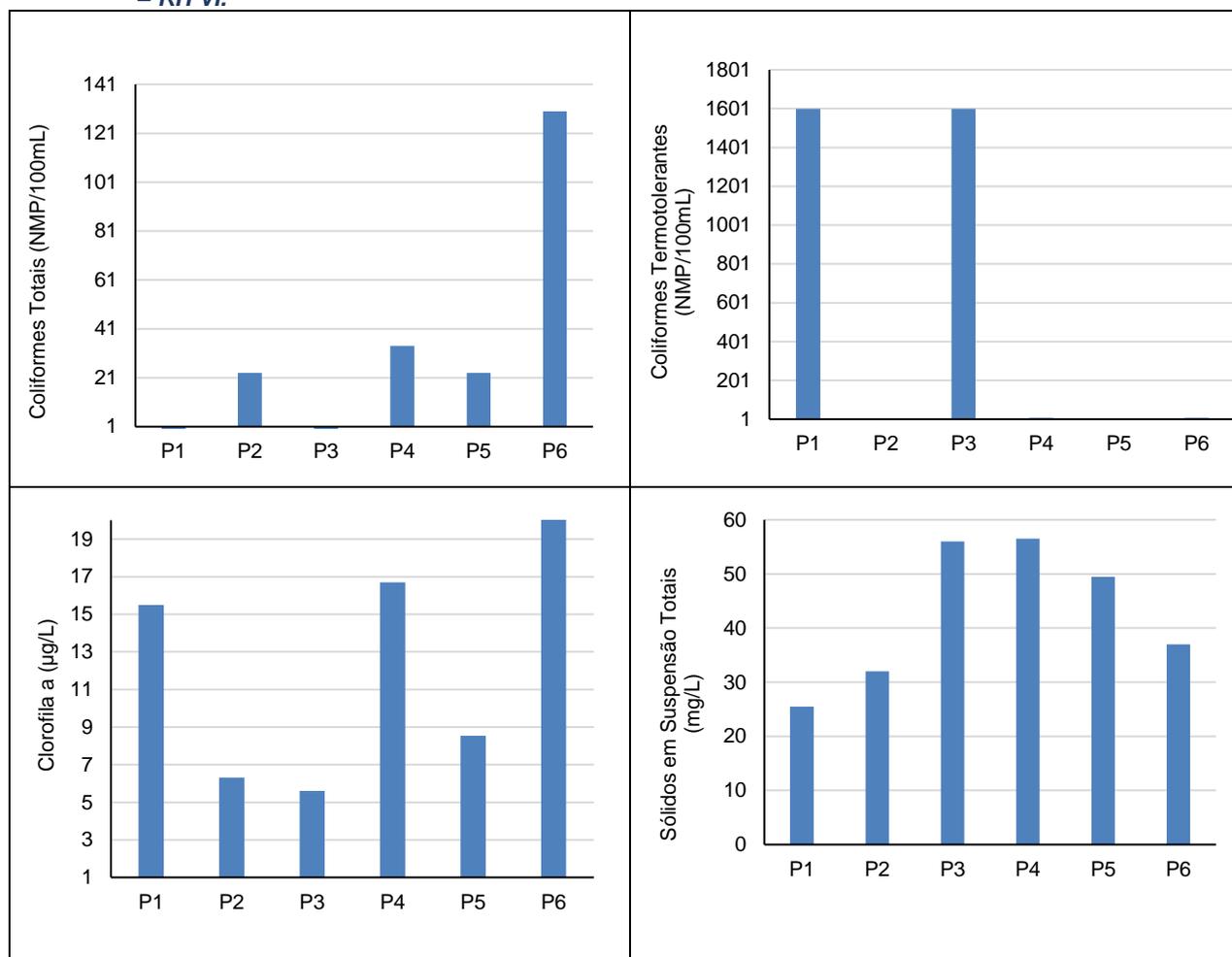


Figura 5-8 Resultados analíticos da quarta campanha de amostragem da Lagoa de Saquarema do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.



6 CONCLUSÃO

O Reservatório de Juturnaíba apresentou baixa concentração de ferro e alumínio na presente campanha, diferentemente da campanha anterior, apesar de ambas terem sido realizadas no período chuvoso (janeiro e março de 2023, respectivamente). Todavia, o Rio São João registrou altas concentrações de ferro e alumínio em alguns pontos localizados após o encontro com o Rio Indaiá (baixo São João). Esses valores podem ocorrer devido à presença de processos erosivos, desmatamento e serem influenciados pela sazonalidade. Mesmo com baixo aporte de nutrientes nos pontos que constituem o Reservatório de Juturnaíba e o Rio São João, o nível de OD identificado está abaixo do limite mínimo estabelecido pela legislação de referência.

Em relação à Lagoa de Saquarema, as atividades e ocupação ao redor da lagoa contribuem para o aumento da concentração de nitrogênio e DBO, além das altas concentrações de coliformes termotolerantes e coliformes totais, principalmente próximo as zonas mais urbanizadas (Lagoa de Fora). O entorno da laguna de Fora também concentra uma densa população e, além dos esgotos provenientes do rio Bacaxá, também recebe os despejos da Vila e de Itaúna. Já os nutrientes presentes nas águas das lagoas mais internas devem estar mais associados ao ciclo N e P das plantas e dos sedimentos dos brejos (AZEVEDO, 2005).

O presente monitoramento indica a presença de matéria orgânica e nutrientes como fósforo, nitrogênio amoniacal, coliformes termotolerantes e DBO na região. Esses resultados podem ser indícios da ocorrência de aporte de efluentes domésticos nos corpos hídricos monitorados, sendo este, provavelmente, o principal fator que contribui para a piora da qualidade da água na região. O oxigênio dissolvido e a presença da clorofila-a indicam que o excesso de nutrientes está ocasionando um possível início de processo de eutrofização.

Essas condições podem ser intensificadas a partir do escoamento superficial da área urbana próxima e merecem maior atenção durante os próximos monitoramentos 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
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. Euthrophication: 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 D. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2014.

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

INEA. Resolução Conselho Estadual de Recursos Hídricos n° 107 que aprova nova definição das regiões hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro e revoga a Resolução CERHI-RJ n°18 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.

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

ANEXOS

ANEXO A – Relatório Fotográfico

ANEXO B – Cadeias de Custódia

ANEXO C – Laudos analíticos

