

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

Janeiro 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	5
2	Área de estudo.....	6
2.1	Lagoa de Jacarepiá.....	6
2.1.1	Pontos Amostrais	7
2.2	Rio São João e Reservatório de Juturnaíba	8
2.2.1	Pontos Amostrais	8
2.3	Rio Roncador	9
2.3.1	Pontos Amostrais	10
2.4	Lagoa de Saquarema.....	11
2.4.1	Pontos Amostrais	11
2.5	Lagoa de Jaconé.....	12
2.5.1	Pontos Amostrais	12
3	Metodologia.....	13
3.1	Dados meteorológicos.....	13
3.2	Qualidade de água.....	14
4	Fundamentação Teórica dos Parâmetros.....	19
4.1	Alumínio dissolvido	19
4.2	Cádmio total	20
4.3	Chumbo total.....	20
4.4	Clorofila-a e Feofitina-a	20
4.5	Cobre dissolvido.....	21
4.6	Coliformes termotolerantes e coliformes totais	21
4.7	Condutividade	21
4.8	Cor verdadeira	21
4.9	DBO	22
4.10	DQO	22
4.11	<i>Enterococcus faecalis</i>	22
4.12	Ferro dissolvido	22
4.13	Fitoplâncton	23
4.14	Fosfato e Fósforo total	23
4.15	Índice de fenóis	23
4.16	Manganês total	24
4.17	Níquel total	24
4.18	Nitrato e nitrito	24
4.19	Nitrogênio amoniacal	24
4.20	Oxigênio dissolvido.....	25
4.21	pH.....	25

4.22	Salinidade.....	25
4.23	Sólidos totais em suspensão	25
4.24	Temperatura.....	26
4.25	Transparência.....	26
4.26	Turbidez	26
4.27	Vazão	27
4.28	Zinco total.....	27
5	Resultados	27
5.1	Dados climáticos	27
5.2	Rio São João e Reservatório de Juturnaíba	28
5.3	Rio Roncador	36
5.4	Lagoa de Jaconé.....	41
5.5	Lagoa de Saquarema.....	46
5.6	Lagoa de Jacarepiá.....	51
6	Conclusão	56
7	Equipe Técnica	57
8	Referencias.....	58
ANEXOS	60



1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Lei nº 9.433/97, que dispõe sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos e 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.

Dado a diversidade de impactos originados pela atividade humana, a execução de projetos de monitoramento ambiental em áreas com potencial impacto torna-se essencial para a manutenção da saúde dos ecossistemas e a 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 referido comitê, contribuindo, assim, com informações relevantes para a preservação dos rios e lagoas da Região Hidrográfica Lagos.

2 ÁREA DE ESTUDO

A Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI 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, 2022).

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, Lagoa Jaconé, da Região Hidrográfica Lagos São João (Figura 2-1). Os corpos hídricos citados acima 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 Lagoa de Jacarepiá

A Lagoa de Jacarepiá está localizada no município de Saquarema, no estado do Rio de Janeiro/Brasil, e é um importante manancial integrante do complexo lagunar de Saquarema, que permite atividades de recreação, pesca e iatismo. Segundo Bidegain (2005), a Lagoa de Jacarepiá possui área de 1,5 km²; perímetro de 7,5 km; comprimento

máximo de 1,5 km; largura máxima de 1,3 km; profundidade média de 0,4 m; e 1 ilha. Localizada no distrito de Bacaxá em Saquarema, é a única lagoa de água doce, próxima ao mar, da Região dos Lagos possuindo considerável biodiversidade e sendo crucial para parte da população da Região de Saquarema que utiliza a lagoa para recreação e subsistência.

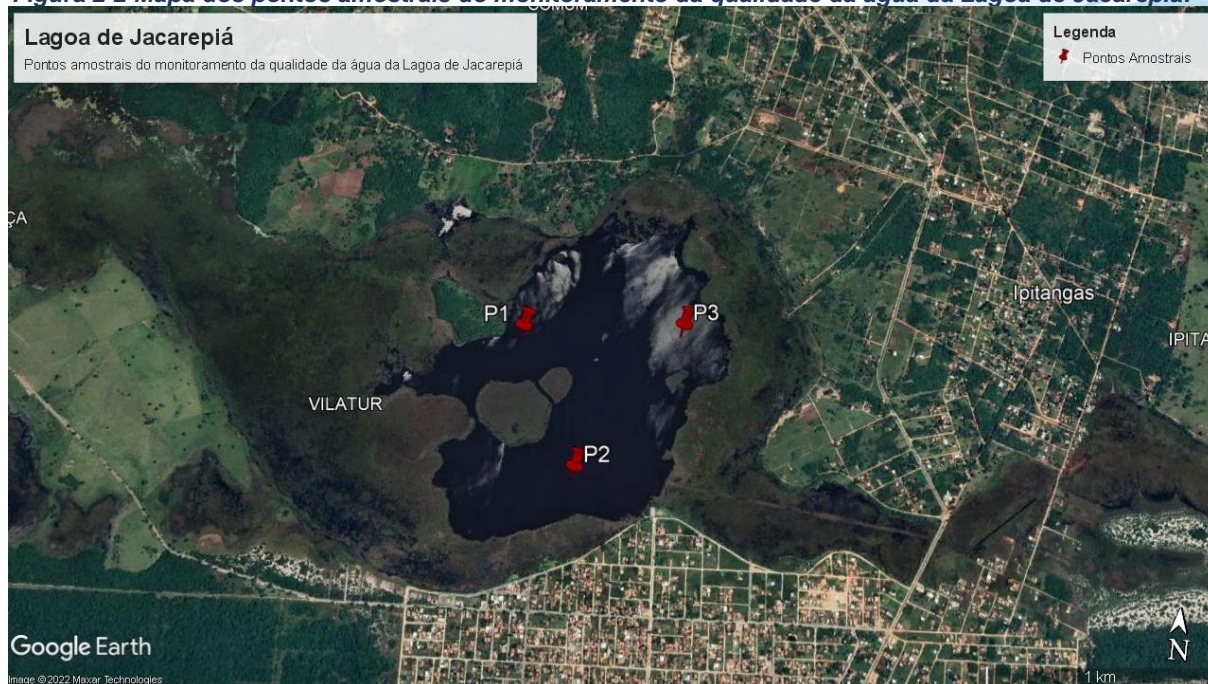
2.1.1 Pontos Amostrais

Para a análise de água da Lagoa de Jacarepiá foram coletadas amostras de água superficial em 03 (três) pontos distintos, conforme Quadro 2-1 e a Figura 2-2.

Quadro 2-1 - Coordenadas geográficas dos pontos amostrais da Lagoa de Jacarepiá.

Pontos Amostrais	Latitude	Longitude
01	22°54'50.90" S	42°25'49.97" O
02	22°55'09.41" S	42°25'39.17" O
03	22°54'46.27" S	42°25'23.54" O

Figura 2-2 Mapa dos pontos amostrais do monitoramento da qualidade da água da Lagoa de Jacarepiá.



2.2 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 desagua entre as vilas de Barra de São João e Santo Antônio, possuindo um percurso total de 120 km. Os principais afluentes deste são os rios: Capivari, Bacaxá, Gaviões, do Ouro, Gargoá, Panelas, São Lourenço, Águas Claras, dos Pirineus ou Crubixais, Riachão, Bananeira, Maratuã, Aldeia Velha, Indaiaçu, Lontra e Dourado.

Em relação a 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.

2.2.1 Pontos Amostrais

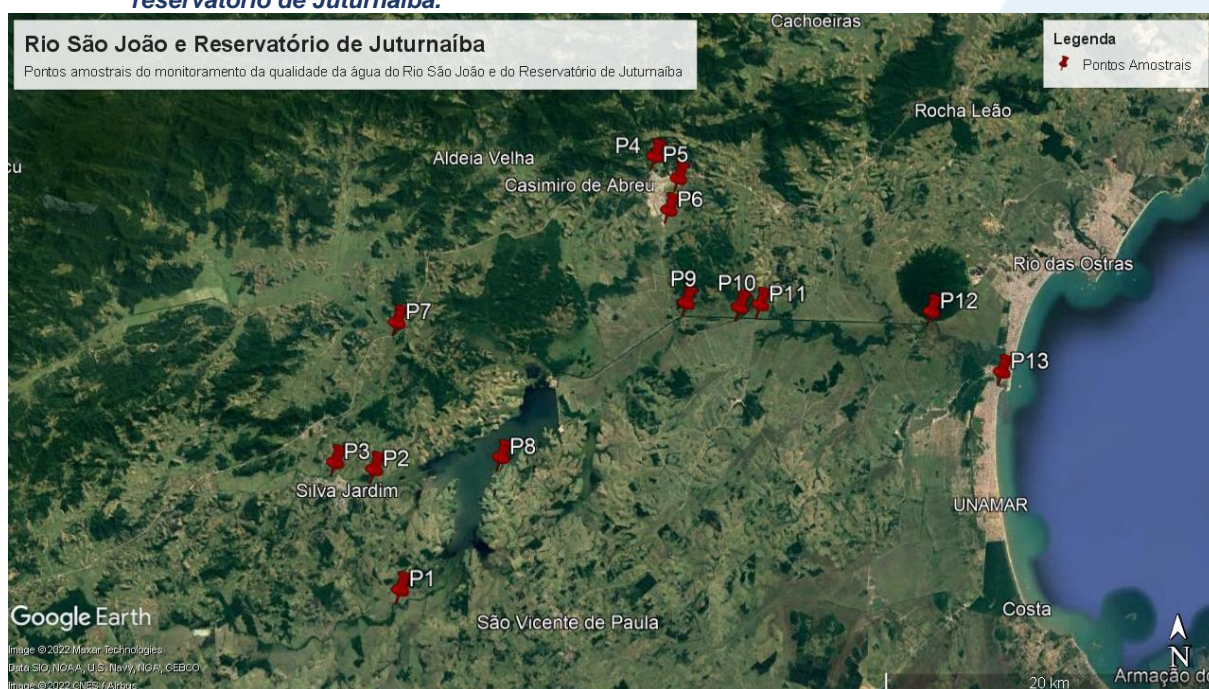
Para avaliar a qualidade da água do Reservatório de Juturnaíba, foram coletadas amostras de água superficial em 13 (treze) pontos distintos na Bacia Hidrográfica do Rio São João, conforme Quadro 2-2 e a Figura 2-3.

Quadro 2-2 - 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

Pontos Amostrais	Referência	Latitude	Longitude
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 2-3 Mapa dos pontos amostrais do monitoramento da qualidade de água do rio São João e reservatório de Juturnaíba.



2.3 Rio Roncador

O rio Roncador, ou rio Mato Grosso, é um dos principais contribuintes da Lagoa de Saquarema. A microbacia dos rios do Matogrosso e Roncador está localizada na Serra do Mato Grosso, que possui cerca de 5.943 ha, e abrange as localidades Roncador, Buracão, Mato Grosso, Serra dos Pinheiros, Baziléia e Jaconé, localizadas no município de

Saquarema. O rio Roncador está associado também ao rio Matogrosso, o qual se une ao rio Roncador formando apenas um leito, que irá desaguar na lagoa da Mombaça, que juntamente com as lagoas de Jardim, Boqueirão e de Fora, formam o sistema lagunar de Saquarema.

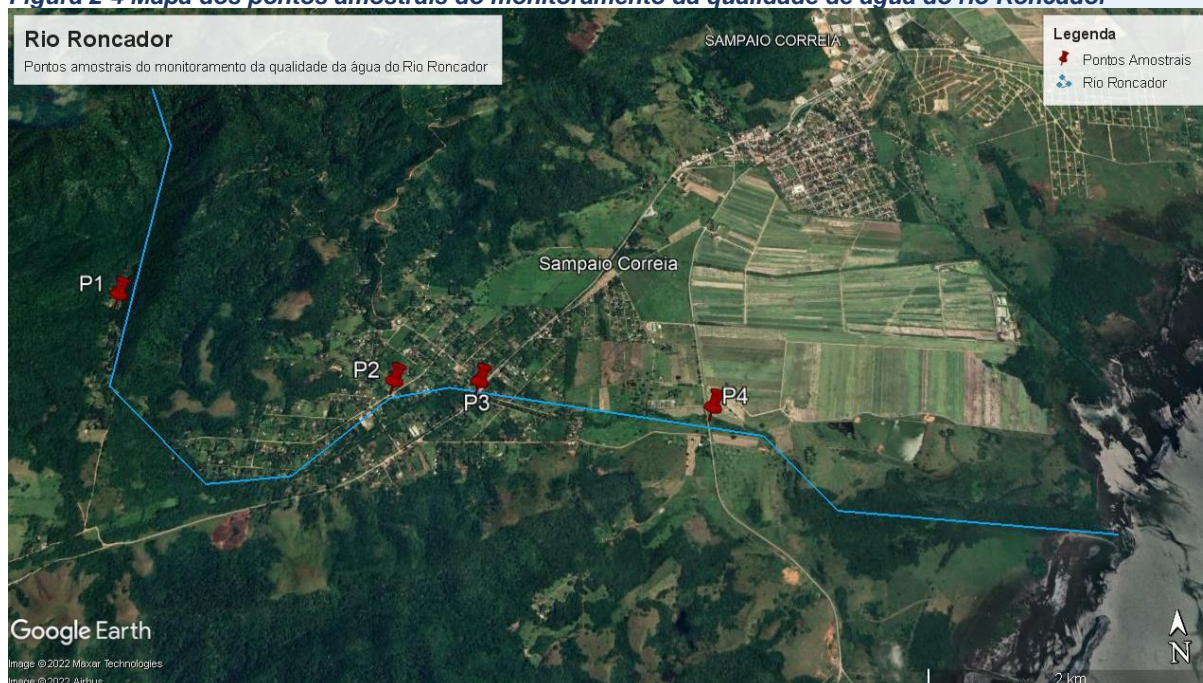
2.3.1 Pontos Amostrais

Para avaliar a qualidade da água do Rio Roncador, foram coletadas amostras de água superficial em 04 (quatro) pontos, conforme Quadro 2-3 e a Figura 2-4.

Quadro 2-3 - Coordenadas Geográficas dos pontos amostrais do Rio Roncador.

Pontos Amostrais	Referência	Latitude	Longitude
01	Próximo ao Campus de Pesquisa IIPC Saquarema	22°52'31.33" S	42°39'06.52" O
02	Ponte da Av. Francisco do Couto Pinheiro	22°52'58.06" S	42°37'46.95" O
03	Ponte da Rod. Amaral Peixoto (R. Avelino Dutra de Carvalho)	22°52'58.92" S	42°37'23.61" O
04	Ponte da Estrada de Sampaio Corrêa - Jaconé	22°53'07.68" S	42°36'20.33" O

Figura 2-4 Mapa dos pontos amostrais do monitoramento da qualidade de água do rio Roncador



2.4 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 a Lagoas Urussanga, Jardim, Boqueirão e Saquarema. 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.

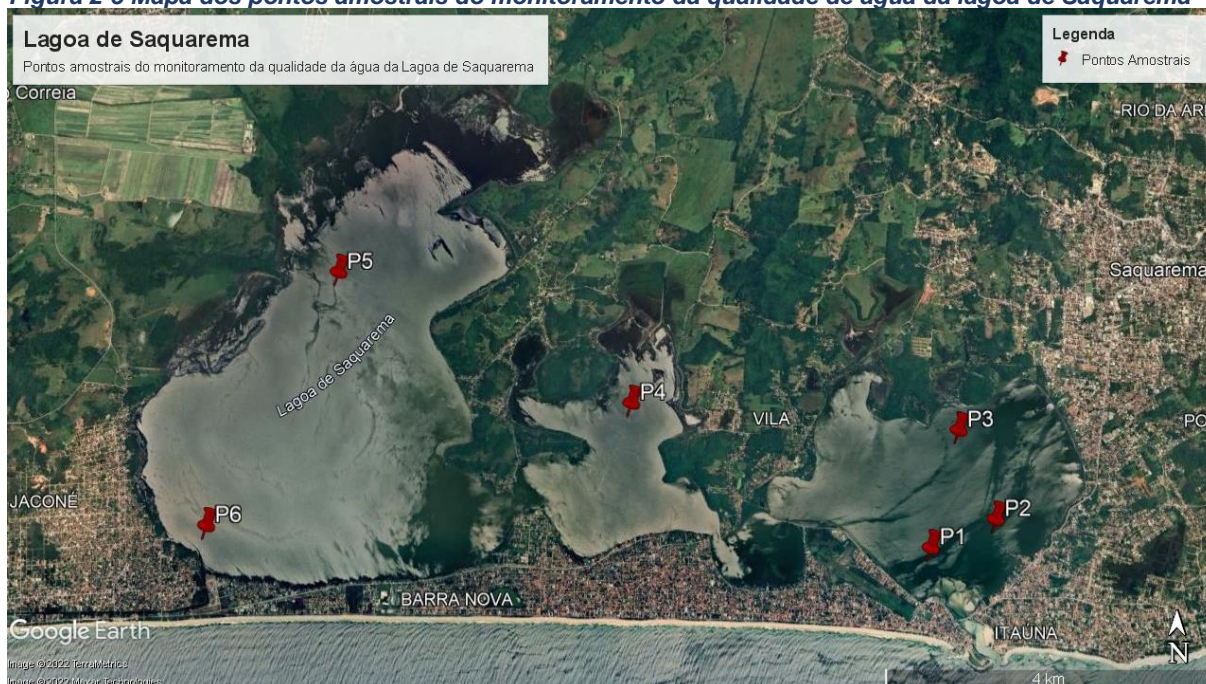
2.4.1 Pontos Amostrais

Para a análise de qualidade de água, foram coletadas amostras da água superficial em 06 (seis) pontos da lagoa de Saquarema, conforme Quadro 2-4 e a Figura 2-5.

Quadro 2-4 – 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 2-5 Mapa dos pontos amostrais do monitoramento da qualidade de água da lagoa de Saquarema



2.5 Lagoa de Jacomé

A Lagoa de Jacomé é um importante manancial integrante do complexo lagunar de Saquarema, no Estado do Rio de Janeiro, que permite atividades de recreação, pesca e iatismo. Segundo Bidegain (2005), a Lagoa de Jacomé possui área de 4,0 km²; perímetro de 8,0 km; comprimento máximo de 2,8 km; largura máxima de 1,3 km; e profundidade média de 0,8 m.

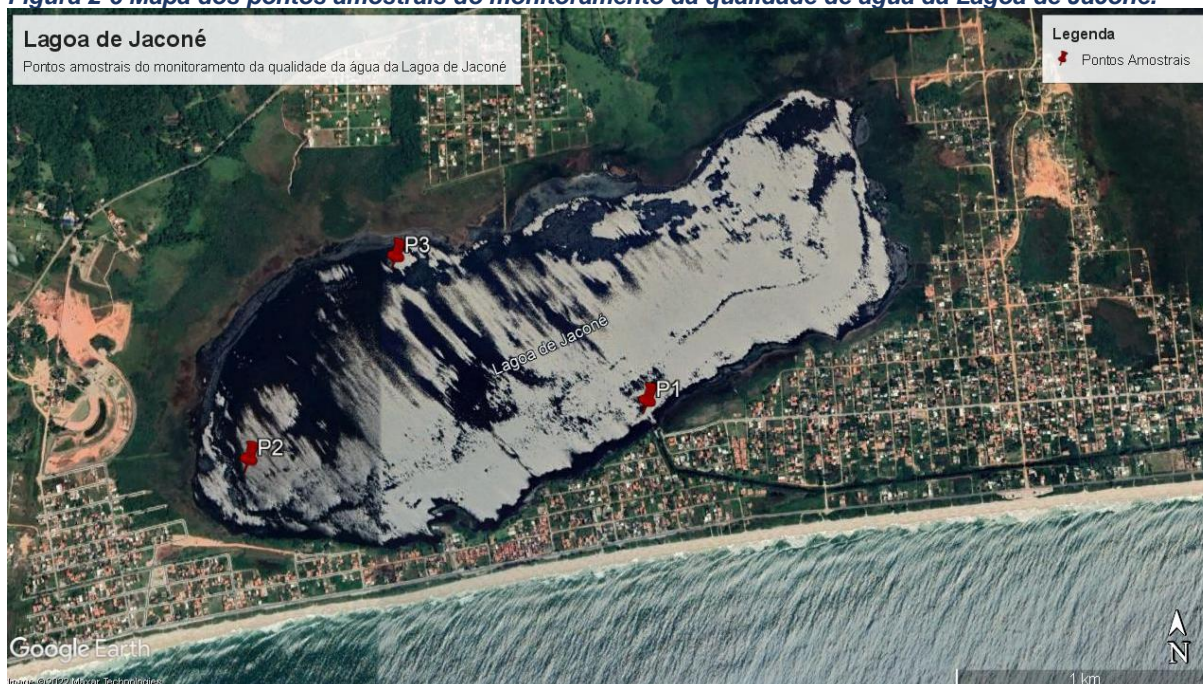
2.5.1 Pontos Amostrais

Para análise da qualidade da água, foram coletadas amostras da água superficial em 03 (três) pontos da Lagoa de Jacomé, conforme o Quadro 2-5 e a Figura 2-6.

Quadro 2-5 – Coordenadas geográficas dos pontos amostrais da Lagoa de Jacomé.

Pontos amostrais	Latitude	Longitude
01	22° 55' 53.40" S	42° 38' 07.98" O
02	22° 56' 00.30" S	42° 39' 03.42" O
03	22° 55' 34.32" S	42° 38' 43.20" O

Figura 2-6 Mapa dos pontos amostrais do monitoramento da qualidade de água da Lagoa de Jacocé.



3 METODOLOGIA

As coletas foram realizadas entre os dias 03 e 05 de janeiro 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, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater e USEPA – United States Environmental Protection Agency Test Methods, bem como os procedimentos contemplados na legislação ambiental vigente.

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.

Estação	Coordenadas	
	S	W
Squarema - 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"

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 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 análise físico-química, *in situ*, da temperatura, oxigênio dissolvido (OD), salinidade, turbidez e pH de 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 3ª campanha do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica

Parâmetros	Lagoa de Jacarepiá	Lagoa de Jaconé	Lagoa de Saquarema	Rio Roncador	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	
Cádmio Total (mg/L)								x
Chumbo Total (mg/L)					x	x	x	
Clorofila-a (µg/L)	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

Parâmetros	Lagoa de Jacarepiá	Lagoa de Jaconé	Lagoa de Saquarema	Rio Roncador	Rio São João e Reservatório de Juturnaíba			
					P1, P2, P7, P9, P13	P3, P4, P5, P6, P10, P12	P8	P11
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	x	x	x		x	x	x	x
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
Temperatura de campo (°C)	x	x	x	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 por Molinete (m³/h)				x	x			
Zinco Total (mg/L)								x

Quadro 3-3 Parâmetros e métodos analíticos para 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 tratados em ambiente R para toda a manipulação e organização de dados 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.

Os laudos analíticos e a cadeia de custódia podem ser vistos no ANEXO B.

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

Classificação	Classe 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

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 como automobilística, 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 podemos listar interferências em processos fisiológicos em plantas e falha na osmoregulação 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, entre 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 neurológicas, 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 aceptor de elétrons. Entretanto, a exposição a altas dosagens de cobre podem ser danosas a 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 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 dado 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 de 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. Dado 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 a 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. Ele representa um elemento essencial ao ser humano em pequenas quantidades (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 encontra-se presente no solo, água e atmosfera. Além disso, possui um papel essencial para 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, 2009).

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 a 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 a 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 a 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, a 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 luz sofre ao atravessar a água devido a 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 secção 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 (Rios) em determinada quantidade de tempo (VON-SPERLING, 2017).

4.28 Zinco total

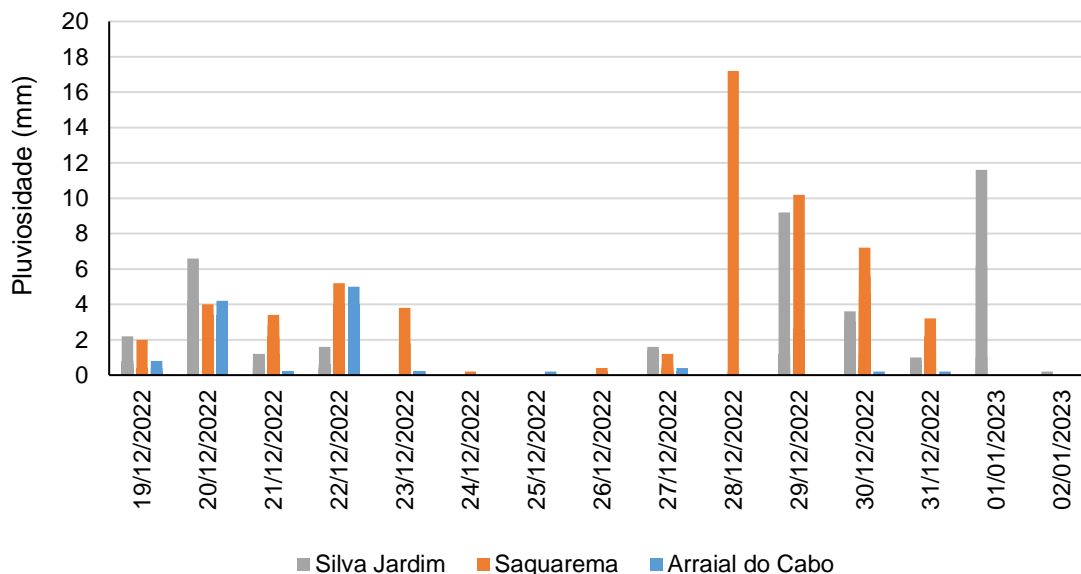
Apesar de ser considerado um metal pesado, o zinco desempenha um papel fundamental na homeostase do corpo humano. Também possui diversas aplicações nas indústrias farmacêuticas, têxtil e na construção civil. Entretanto, a exposição a altas dosagens de zinco de forma aguda pode levar a sintomas neurológicos, 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 do que o verão (ALVARES et al, 2013). A pluviosidade acumulada no período de 19 de dezembro de 2022 a 02 de janeiro de 2023 foi relativamente baixa, apresentando valores de 3,2 mm na estação de Arraial do Cabo (A606), 25,8 mm na estação de Silva Jardim (A659) e 58,4 mm na estação de Saquarema (A667).

Figura 5-1 Dados de pluviosidade dos 15 dias que antecederam a terceira 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 pelos pontos P1, P2, P3, P7 e P8, enquanto rio São João compreende os demais pontos (Tabela 5-1). Para esses pontos, as concentrações de alumínio dissolvido, ferro dissolvido e manganês total, DBO e fósforo total ultrapassaram os limites estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005, para seus respectivos enquadramentos, enquanto oxigênio e pH estiveram abaixo dos limites exigidos (Figura 5-2 a Figura 5-5).

No reservatório Juturnaíba, observa-se maior vazão nos pontos caracterizados como lóticos (P2 - 3,57 mm³/s e P7 - 12,87 mm³/s). A salinidade esteve abaixo de 0,05 mg/L, caracterizando esses pontos como água doce, segundo o que é preconizado pela CONAMA 357/2005.

Relacionado a carga orgânica, observa-se que de maneira geral, houve um aumento da concentração do fósforo total e da DBO. O ponto P3, que se caracteriza por ambiente lântico, registrou concentrações de fósforo total superior ao estipulado pela legislação para águas doces classe 2 (0,03 mg/L). Já a análise da série nitrogenada registrou valores dentro do estabelecido pela legislação em todos os pontos avaliados.

Para a DBO, os pontos P2 e P3 registraram concentrações acima do estabelecido pela legislação Conama 357/2005, para águas doces classe 2 (5 mg/L de DBO), enquanto P1 registrou concentrações no limite da legislação. Esses resultados podem contribuir

para o crescimento da comunidade fitoplanctônica e para o processo de eutrofização, principalmente o fósforo total que, geralmente, é um nutriente limitante dessa comunidade. Entretanto, observa-se que a concentração de OD for maior do que o estabelecido pela legislação.

Em relação aos metais no reservatório de Juturnaíba observa-se altas concentrações desses elementos em todos os pontos analisados. Vale destacar que esse é um padrão comum para a região.

Já no rio São João, observa-se que a maior salinidade foi registrada para P13 (9,17 mg/L). Esse ponto é o que sofre maior influência do ecossistema marinho e é caracterizado como salobro. Essa salinidade em P13 é maior do que as encontradas a montante, que registraram salinidade inferior a 0,05 mg/L e foram caracterizados como ambiente de água doce.

Em relação a carga orgânica, o ponto P6 registrou concentrações acima do estabelecido pela legislação para nitrogênio amoniacal, fósforo total e DBO. A DBO esteve acima do preconizado pela legislação em quase todos os pontos, com exceção de P5 e P13, sendo que para este último não há limite estabelecido uma vez que é caracterizado por água salobra. Em relação ao OD, observa-se que P6 (4,70 mg/L) não esteve em conformidade com os valores mínimos exigidos. As concentrações altas de nutrientes e carga orgânica encontrada em P6 pode estar levando a uma diminuição das concentrações de OD na água. Esses dados podem ser em decorrência do aporte de esgotamento sanitário nesse corpo hídrico.

O pH apresentou valores abaixo do limite inferior da CONAMA em ambos os ambientes.

Tabela 5-1 Resultados analíticos da terceira 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	P7	P8	P4	P5	P6	P9	P10	P11	P12	P13
	05/01/2023												
Alumínio Dissolvido (mg/L)	0,846	0,412	0,733	0,4	0,397	0,445	0,076	0,202	0,259	0,131	0,14	0,198	0,032
Cádmio Total (mg/L)											< 0,0005		
Chumbo Total (mg/L)	0,0017	< 0,0002	0,0019	< 0,0002	0,0004	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,0003	0,0003	< 0,0002	0,0004
Clorofila-a (µg/L)	0,27	0,67	< 0,01	0,27	1,34	< 0,01	0,27	< 0,01	0,53	1	0,53	0,27	< 0,01
Cobre Dissolvido (mg/L)											N.D		
Condutividade (µs/L)	99	62	55	31	75	48	71	101	39	40	42	151	15770
Cor Verdadeira	60	50	50	20	30	20	25	5	30	10	25	30	10
DBO - 5 dias (mg/L)	5	6	13	8	5	7	5	6	6	7	7	7	4
DQO (mg/L)	14	23	29	14	20	11	<10	15	<10	14	<10	11	22
Enterococcus (NMP/100mL)	1935	1968	1017	1968	191	171	657	> 24196,0	20	10	41	10	> 24196,0
Feofitina-a (µg/L)	0,11	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ferro Dissolvido (mg/L)	2,656	1,899	2,524	1,549	0,975	0,847	1,93	0,61	0,729	0,283	0,341	0,187	0,014
Fitoplâncton (Céls/mL)					15								
Fosfato (mg/L)	0,16	0,75	0,22	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,19	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
Fósforo Total (mg/L)	0,04	0,06	0,06	0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	0,07	< 0,01	0,02	< 0,01	< 0,01	0,03
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)	0,096	0,043	0,041	0,031	0,014	0,026	0,123	0,013	0,034	0,039	0,037	0,056	0,067
Níquel Total (mg/L)													< 0,001
Nitrato (como N) (mg/L)	0,2	0,2	0,2	0,1	0,06	0,1	0,15	0,56	<0,05	0,14	0,07	0,06	0,06
Nitrito (como N) (mg/L)	0,005	0,008	0,006	N.D	<0,003	N.D	0,008	0,046	N.D	<0,003	<0,003	N.D	<0,003
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	0,18	0,3	0,2	0,06	0,14	0,08	0,64	1,3	0,1	0,32	0,14	0,16	0,21
Nitrogênio Total (mg/L)	1,6	1,3	1,7	1,2	1,2	1	0,8	2,8	1,1	1,3	1,5	1,2	0,3
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	6,1	5,5	5,2	5,2	5,4	6,9	5,2	4,7	6,71	7,18	7,37	5,07	5,21
pH	6,38	6,93	7,7	6,13	6,51	5,9	5,8	5,7	6,58	5,97	5,9	5,94	6,97
Salinidade (mg/L)	0,05	0,03	0,03	0,02	0,04	0,02	0,04	0,05	0,02	0,02	0,02	0,07	9,17
Sólidos em Suspensão Totais (mg/L)	101,9	45,8	95,5	43,8	22,3	41,5	10,1	24,2	36,4	7,3	24,4	19	17,1
Temperatura (°C)	26,4	25,8	26,2	26,1	24,2	24,1	26,6	25,9	27,78	27,72	27,83	26,96	27,13
Temperatura Ambiente (°C)	27	27	26	27	26	27	27	26	28,1	28,1	28,1	27	29,1
Turbidez (NTU)	102,5	54,5	92,1	33,5	29,1	40,4	13,5	19,1	14,8	10,6	10,4	23	8,88
Vazão (mm³/s)	5,516	3,567		12,865									55,66
Zinco Total (mg/L)													< 0,05

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.

Outro parâmetro que também possui forte relação com a pluviosidade na região é o manganês, que apresentou maiores concentrações em P5 (0,123 mg/L). Pode ser observado que, na referida campanha, essa localidade apresentou maior concentração de manganês e ferro dissolvido, além de estar entre os maiores registros de nitrogênio amoniacal.

As concentrações de fósforo total ultrapassaram os limites dispostos na resolução CONAMA 357/2005 para Águas Doces Classe 2 em P3 e P6, onde foram encontradas concentrações entre 0,03 mg/L e 0,07 mg/L. De acordo com o trabalho de Marques et al. (2016), 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* 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.

As concentrações de cobre, cádmio níquel e zinco, no único ponto amostral destes parâmetros (P11), quando detectadas, estiveram abaixo do limite de detecção e quantificação, logo, não foram discutidos (Tabela 5-1). Os resultados obtidos na terceira campanha de amostragem para o rio São João e reservatório de Juturnaíba 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 e a Figura 5-5.

Figura 5-2 Gráfico de barras dos resultados analíticos da terceira campanha de amostragem do reservatório de Juturnaíba do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.

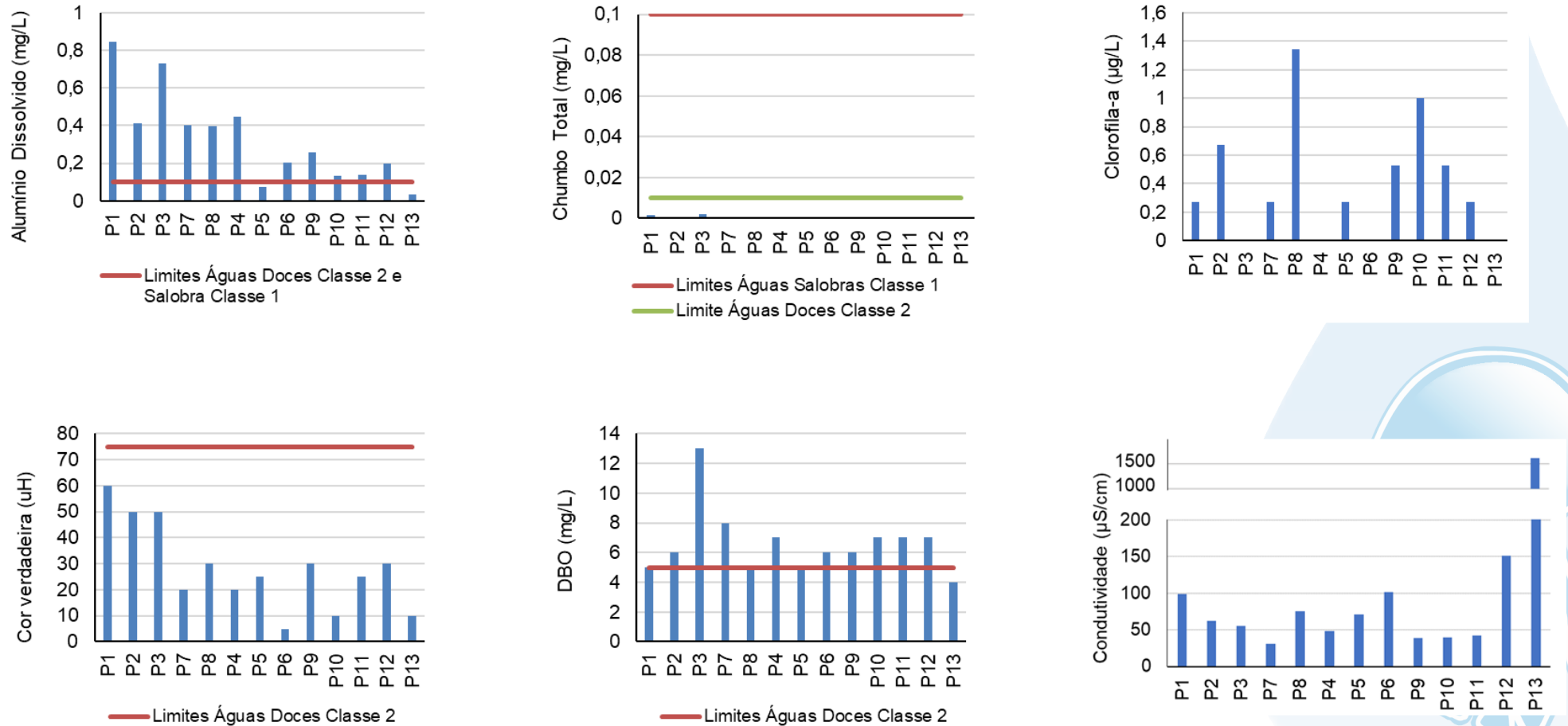


Figura 5-3 Gráfico de barras dos resultados analíticos da terceira campanha de amostragem do rio São João do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.

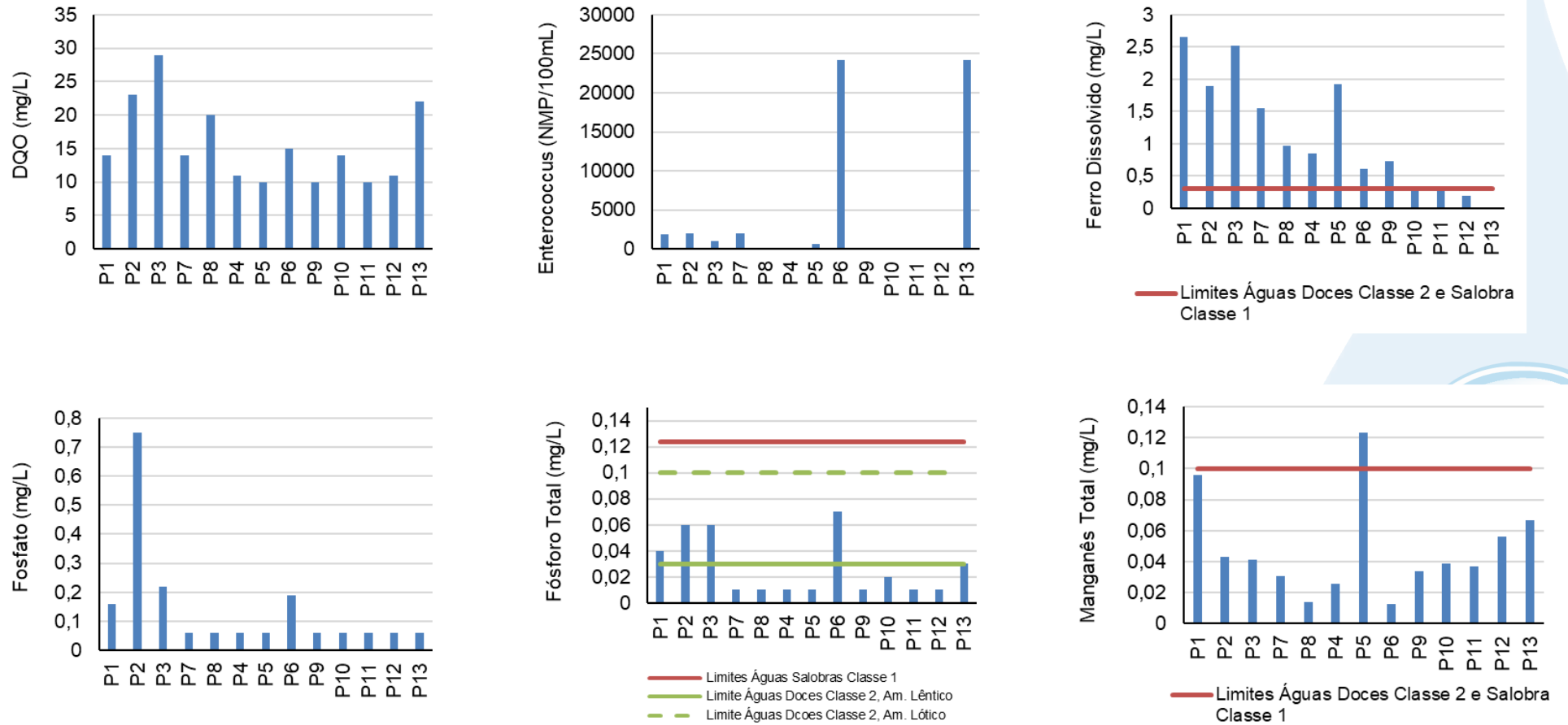


Figura 5-4 Gráfico de barras dos resultados analíticos da terceira campanha de amostragem do rio São João do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.

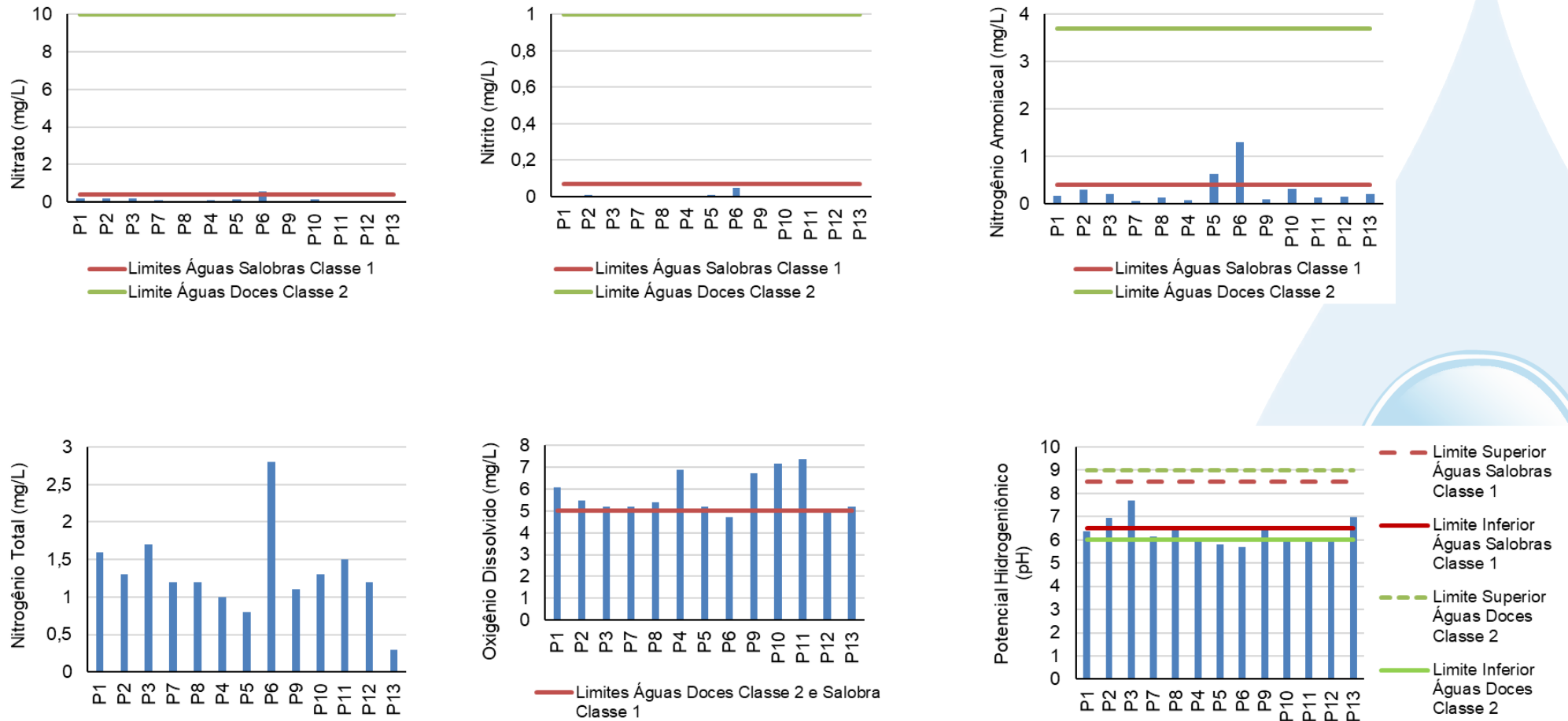
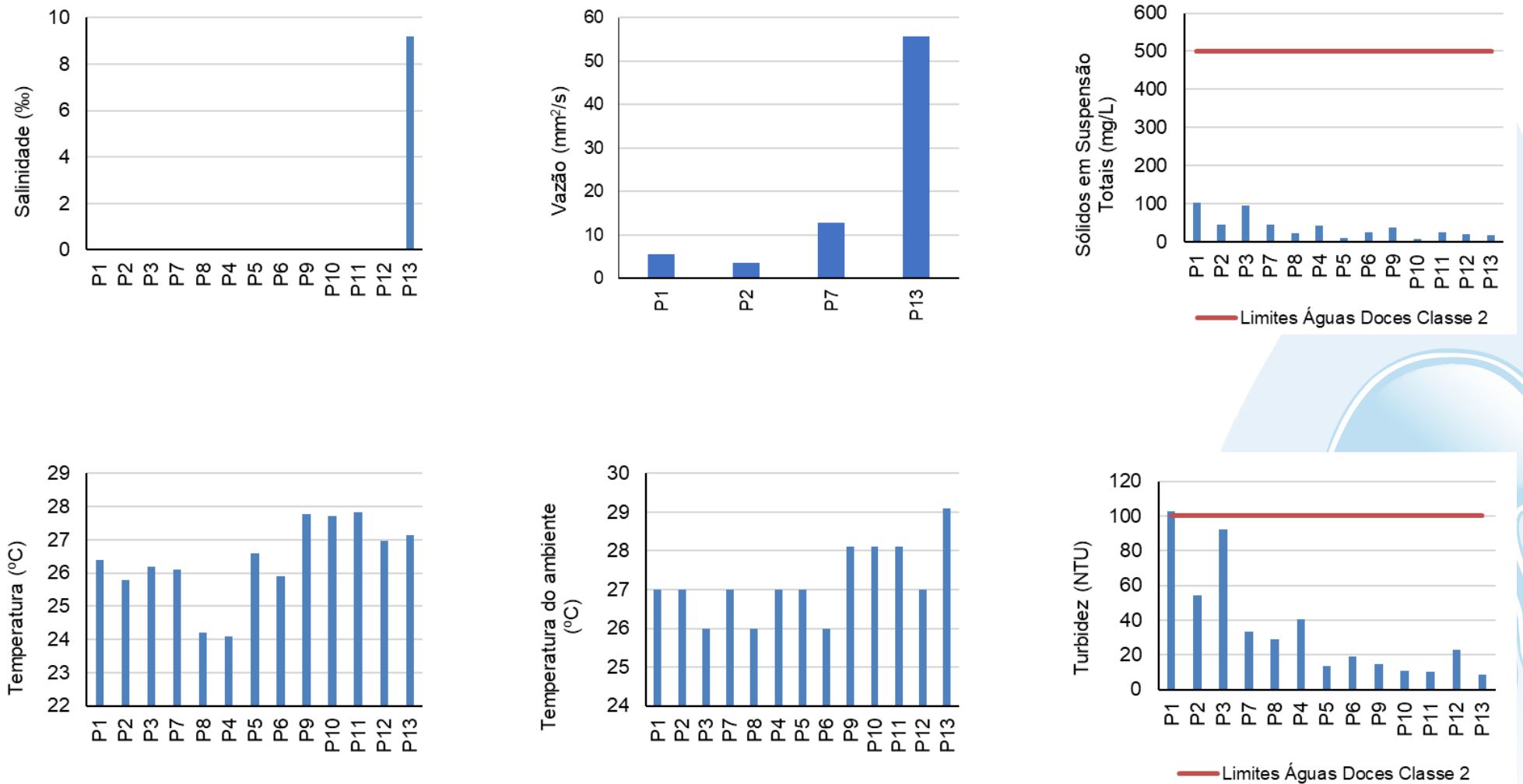


Figura 5-5 Gráfico de barras dos resultados analíticos da terceira campanha de amostragem do rio São João do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.



5.3 Rio Roncador

Dentre os parâmetros analisados ao longo do rio Roncador, a DBO, principalmente em P3 (8 mg/L) e P4 (11 mg/L), o fósforo total em P2 e P4 (0,04 mg/L) e os coliformes termotolerantes de P2 a P4 (≥ 1600 NMP/100mL) foram os parâmetros que registraram valores acima dos limites preconizados para Águas Doces Classe 2 da resolução CONAMA 357 de 2005. Os resultados obtidos na terceira campanha de amostragem para o rio Roncador do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI podem ser observados da Figura 5-6 a Figura 5-8, bem como na Tabela 5-2.

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

Parâmetro	P1	P2	P3	P4
	04/01/2023			
Clorofila-a ($\mu\text{g/L}$)	0,27	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	79	1600	>1600,0	>1600,0
Coliformes Totais (NMP/100ml)	>1600,0	>1600,0	>1600,0	>1600,0
Cor Verdadeira (uH)	5	13	13	25
DBO - 5 dias (mg/L)	4	5	8	11
Fitoplâncton (Céls/mL)	28	14	46	36
Fósforo Total (mg/L)	0,03	0,04	0,03	0,04
Nitrato (como N) (mg/L)	0,22	0,15	0,12	0,12
Nitrito (como N) (mg/L)	0,005	0,006	0,005	0,006
Nitrogênio Total (mg/L)	0,2	0,2	1,3	1,1
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	6,46	6,53	6,7	5,1
pH	6,69	6,27	6,32	6,9
Salinidade (mg/L)	0,03	0,05	0,04	0,04
Sólidos em Suspensão Totais (mg/L)	4	7,5	21	26,4
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	23,63	26,59	26,76	26,71
Turbidez (NTU)	3,52	9,99	13,1	21,6
Vazão (mm^3/s)	0,066	0,03	0,418	0,301

Os pontos amostrados ao longo do rio que apresentaram concentrações significativas de coliformes totais e termotolerantes, acima do limite de 1000 NMP/100ml preconizado pela resolução CONAMA 357/05 foram P2, P3 e P4 (coliformes termotolerantes). Os pontos P3 e P4 apresentaram valores de DBO acima do limite preconizado pela resolução CONAMA 357/2005. Esses resultados podem indicar contaminação por efluentes domésticos nos diversos pontos do rio Roncador já que, além

das altas concentrações de coliformes, também ocorrem altos valores de DBO (VON-SPERLING, 2017).

Fernandes (2021) ao analisar a água do rio Rocador nos anos de 2016 e 2019, constatou a presença de bactérias indicadoras fecais em maior quantidade em trechos a jusante e, também, percebeu uma piora da qualidade do rio entre os anos. Além disso, foi constatada a presença de bactérias potencialmente patogênicas, indicando a necessidade de tratamento da água do rio Roncador caso fosse usada para consumo humano.

Os pontos P3 e P4 registraram os maiores valores para turbidez, sólidos em suspensão total, nutrientes e densidade do fitoplâncton. Esses resultados podem estar relacionados ao alto grau de assoreamento dos pontos e por isso a vazão foi estimada pela técnica flutuador e não do molinete.



Figura 5-6 Gráfico de barras dos resultados analíticos da terceira campanha de amostragem do rio Roncador do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.

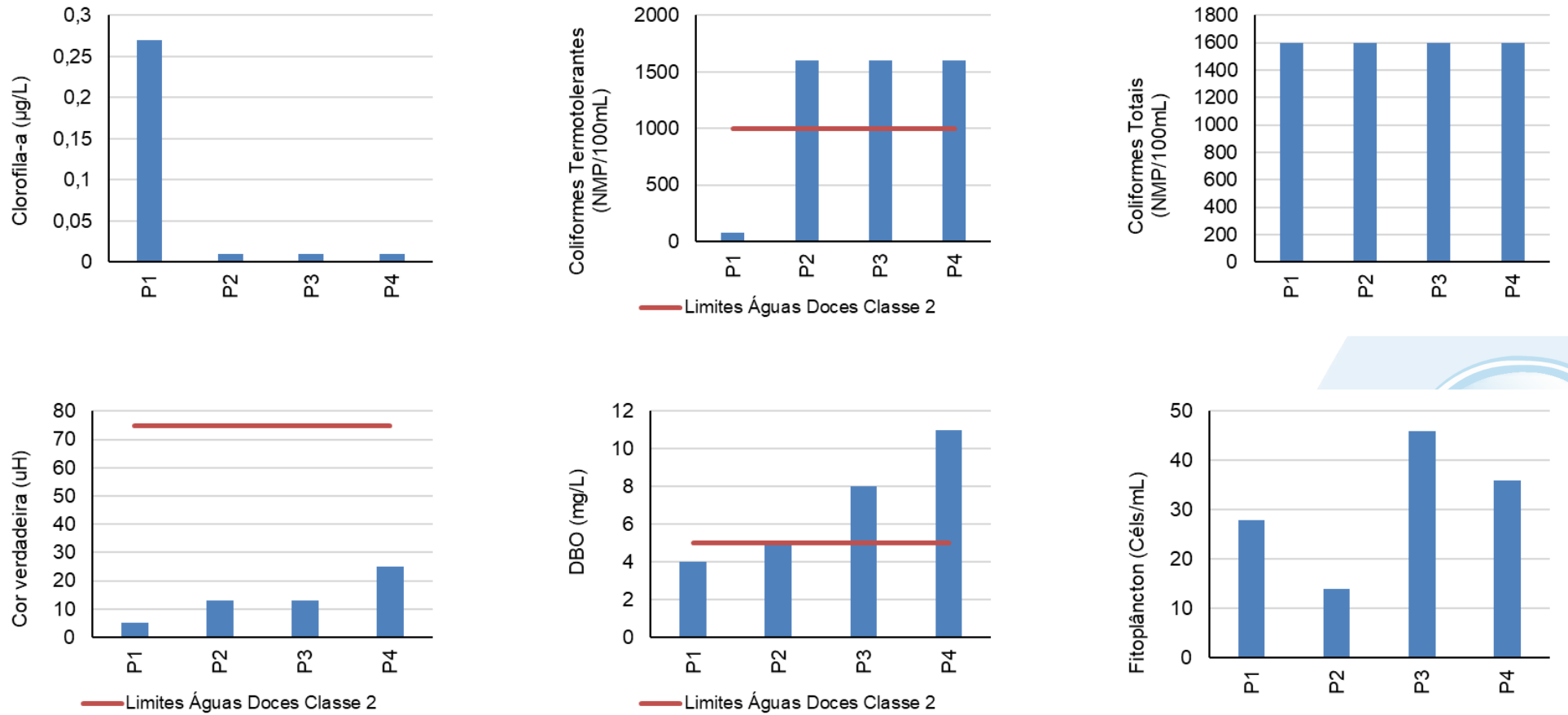


Figura 5-7 Gráfico de barras dos resultados analíticos da terceira campanha de amostragem do rio Roncador do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.

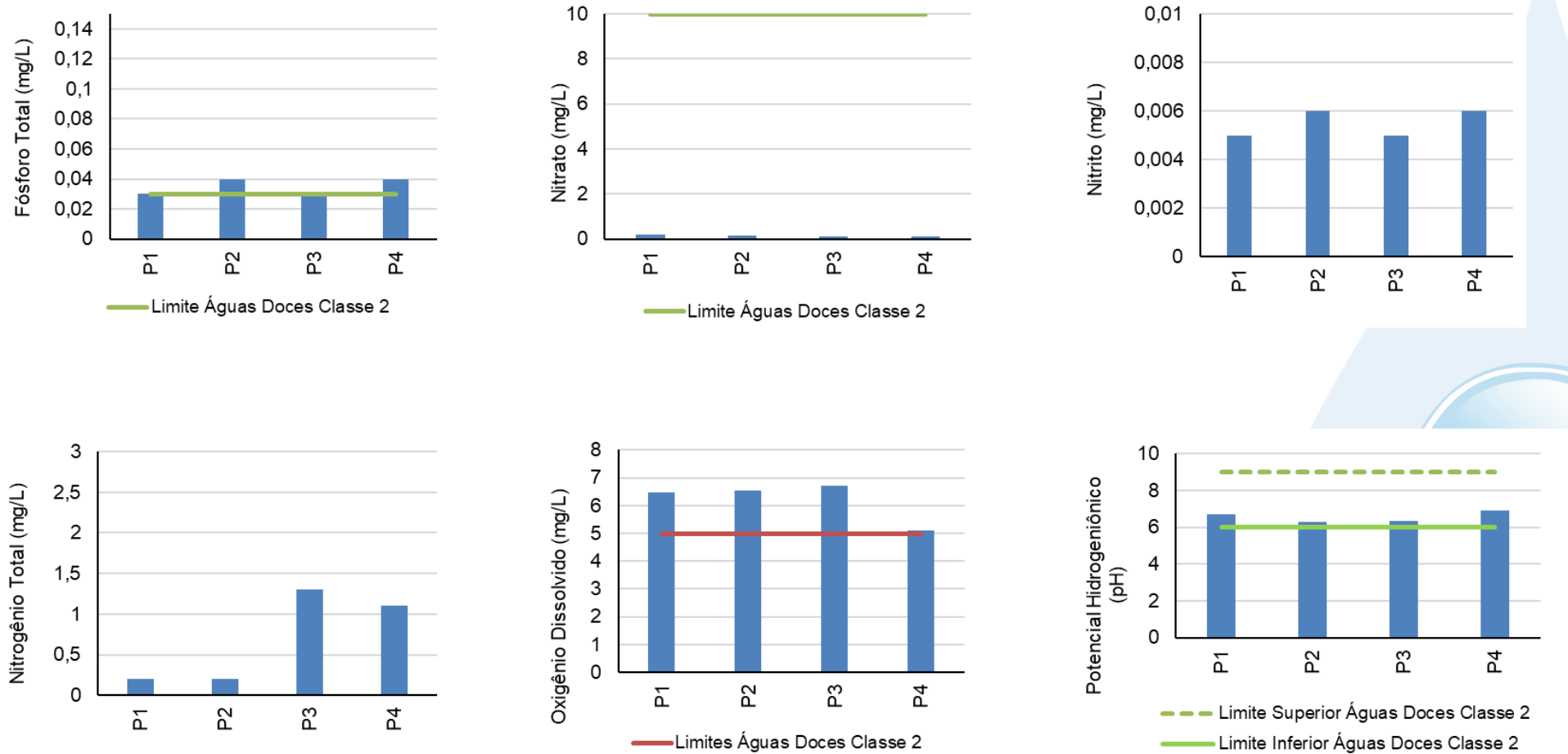
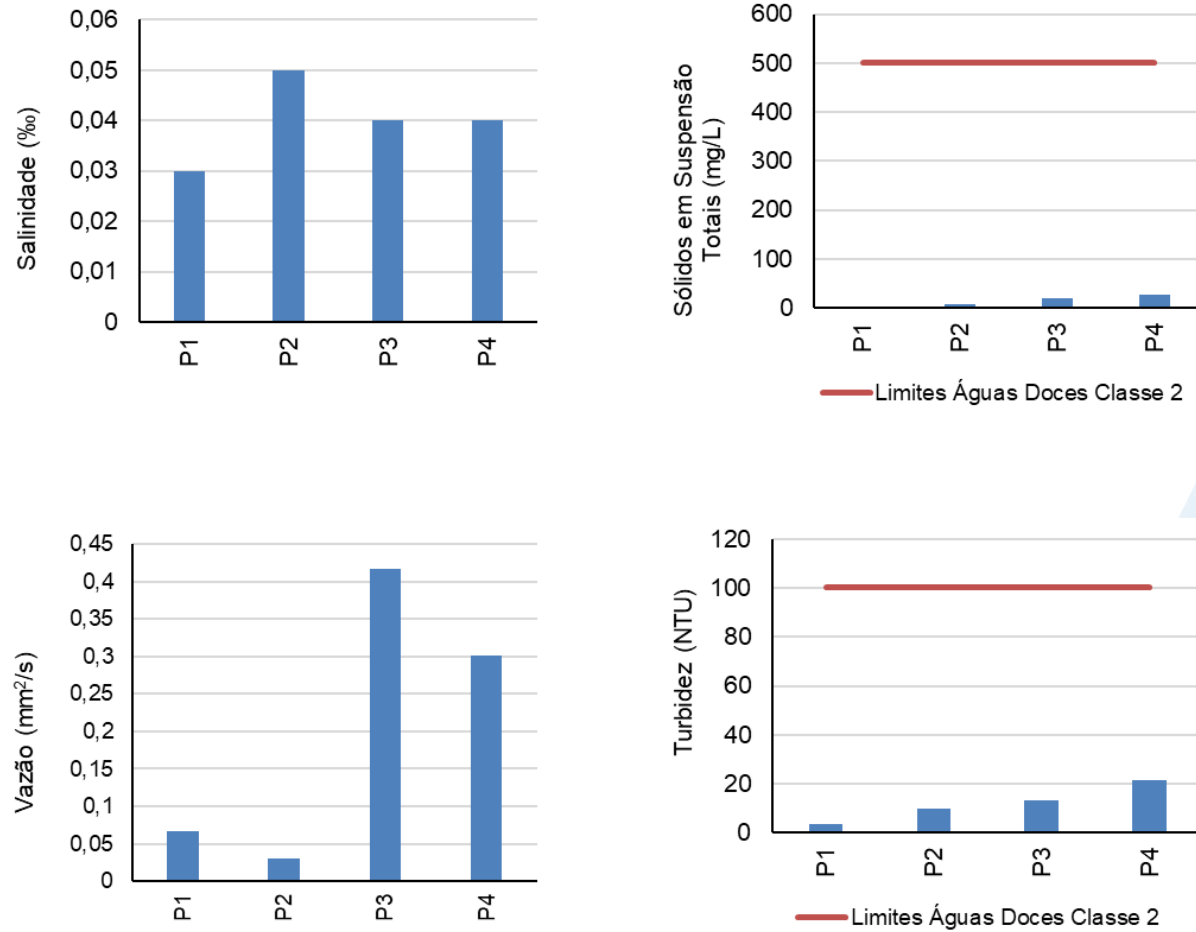


Figura 5-8 Gráfico de barras dos resultados analíticos da terceira campanha de amostragem do rio Roncador do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.



5.4 Lagoa de Jaconé

Os resultados obtidos na terceira campanha de amostragem para da lagoa de Jaconé no Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI podem ser observados da Figura 5-9 a Figura 5-11, além da Tabela 5-3.

Dentre os parâmetros físicos e químicos analisados para a lagoa de Jaconé, o pH em todas as localidades coletadas (P1 = 9,13; P2 = 9,77; P3= 9,53) e o oxigênio dissolvido em P1 (4,14), registraram valores superiores aos limites preconizados para águas salobras na legislação CONAMA 357/2005. Vale ressaltar que não foram detectadas concentrações de fenóis em nenhuma das amostras.

Tabela 5-3 Resultados analíticos da terceira campanha de amostragem da lagoa de Jaconé do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI

Parâmetro	P1	P2	P3
	03/01/2023		
Clorofila-a (µg/L)	0,27	0,8	0,53
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	14	<1,8	4,5
Coliformes Totais (NMP/100mL)	>1600,0	540	>1600,0
Cor Verdadeira (uH)	25	25	50
DBO - 5 dias (mg/L)	4	4	5
DQO (mg/L)	13	22	41
Fosfato (mg/L)	<0,06	<0,06	<0,06
Fósforo Total (mg/L)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Índice de Fenóis (mg/L)	N.D	N.D	N.D
Nitrato (como N) (mg/L)	N.D	N.D	0,15
Nitrito (como N) (mg/L)	<0,003	<0,003	<0,003
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	0,1	0,01	0,25
Nitrogênio Total (mg/L)	0,7	0,7	1,6
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	4,14	6,08	6
pH	9,13	9,77	9,53
Salinidade (mg/L)	7,26	6,58	4,07
Sólidos em Suspensão Totais (mg/L)	2,6	6,2	<0,8
Temperatura (°C)	28,8	28,9	29,8
Transparência (m)	0,6	0,25	0,3
Turbidez (NTU)	<0,1	<0,1	<0,1

A razão entre a DQO e a DBO apresentou valores altos em dois pontos amostrais da lagoa de Jaconé (DQO/DBO; P1 = 3,25; P2 = 5,5; P3= 8,2), indicando assim uma maior concentração material recalcitrante (não biodegradável) na água. A maior concentração

de material recalcitrante na água indica a possibilidade de despejo industrial, impedindo a autodepuração do ecossistema.

Segundo Von-Sperling (2017), quando a razão entre a DQO e DBO apresenta valores maiores que 4, é recomendada uma intervenção química para o tratamento da água tendo em vista que a maior proporção da matéria se encontra sobre formas não biodegradáveis, logo, impedindo a autodepuração dos sistemas. Essa condição pode ser um dos indicativos para as maiores concentrações de nitrogênio amoniacal, nitrato, nitrogênio total e coliformes totais encontrados em P3, bem como o do pH registrado para toda a lagoa.

Ao contrário do observado para P1 e P3, P2 apresenta baixas concentrações de nutrientes, quase sempre abaixo do limite de quantificação ou não detectados. Além disso, essa localidade registrou altas concentrações de coliformes totais, DBO e baixa concentração de oxigênio dissolvido na água, quando analisados com o estabelecido pela CONAMA 357/2005.



Figura 5-9 Gráfico de barras dos resultados analíticos da terceira campanha de amostragem da lagoa de Jacocé do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI

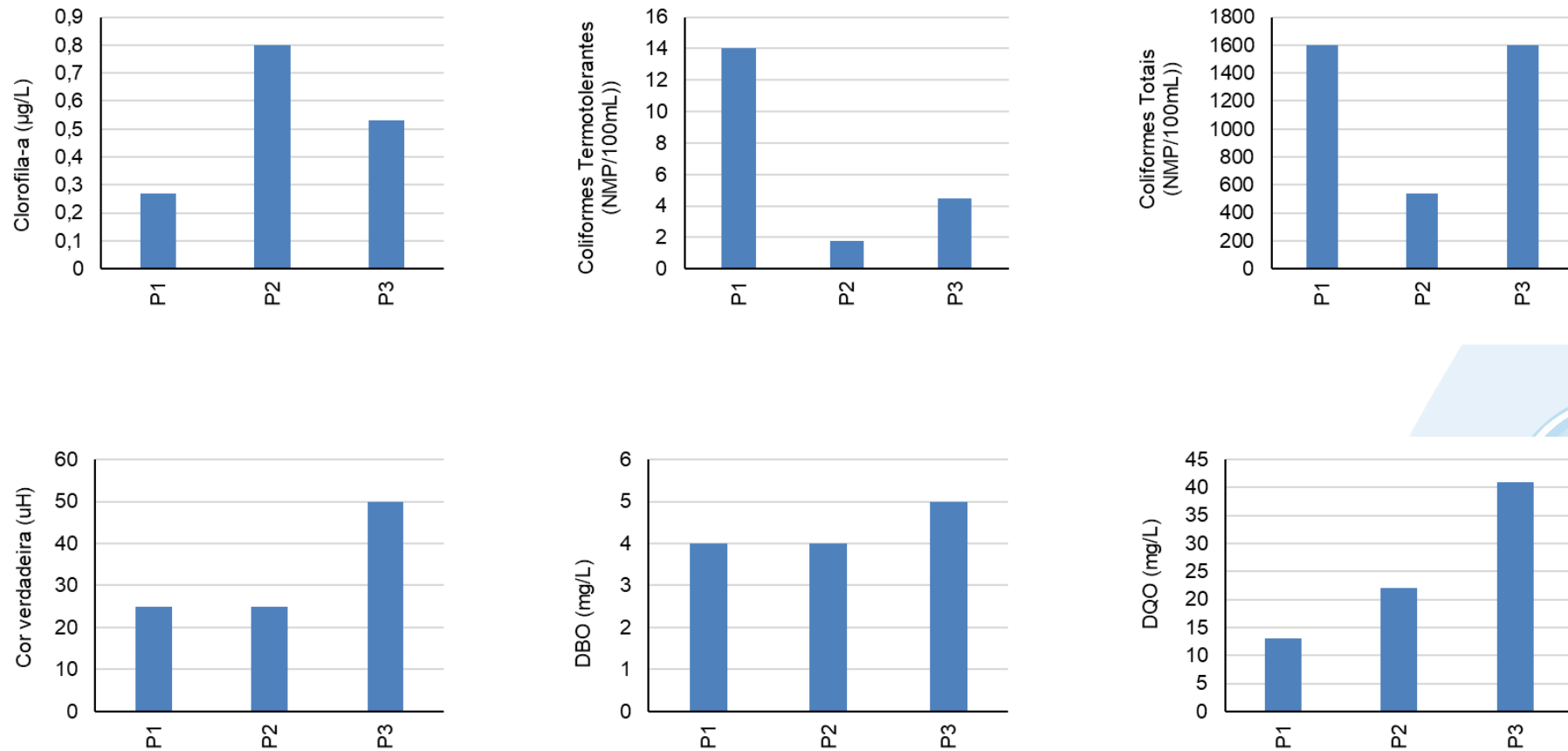


Figura 5-10 Gráfico de barras dos resultados analíticos da terceira campanha de amostragem da lagoa de Jaconé do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI

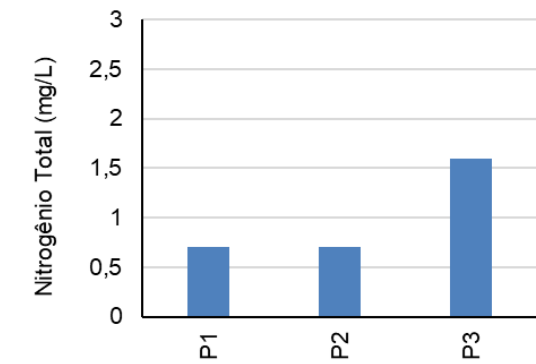
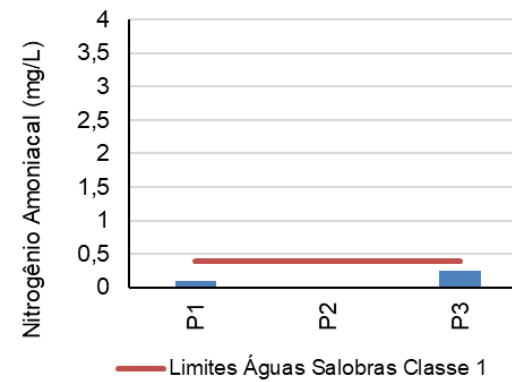
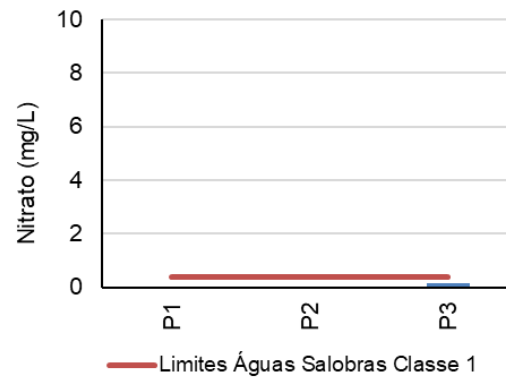
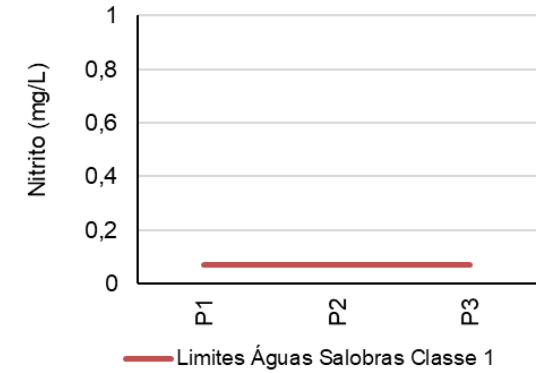
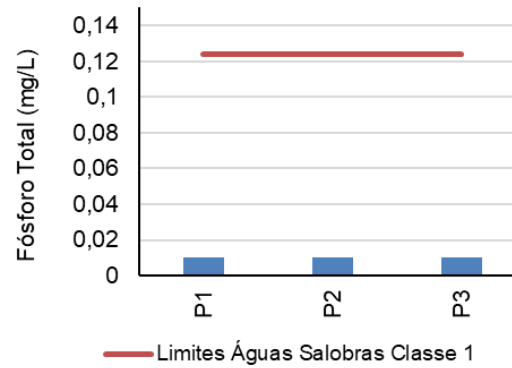
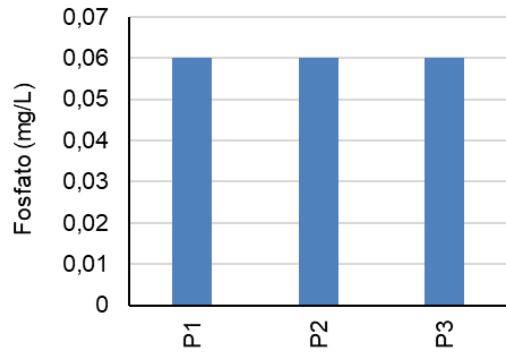
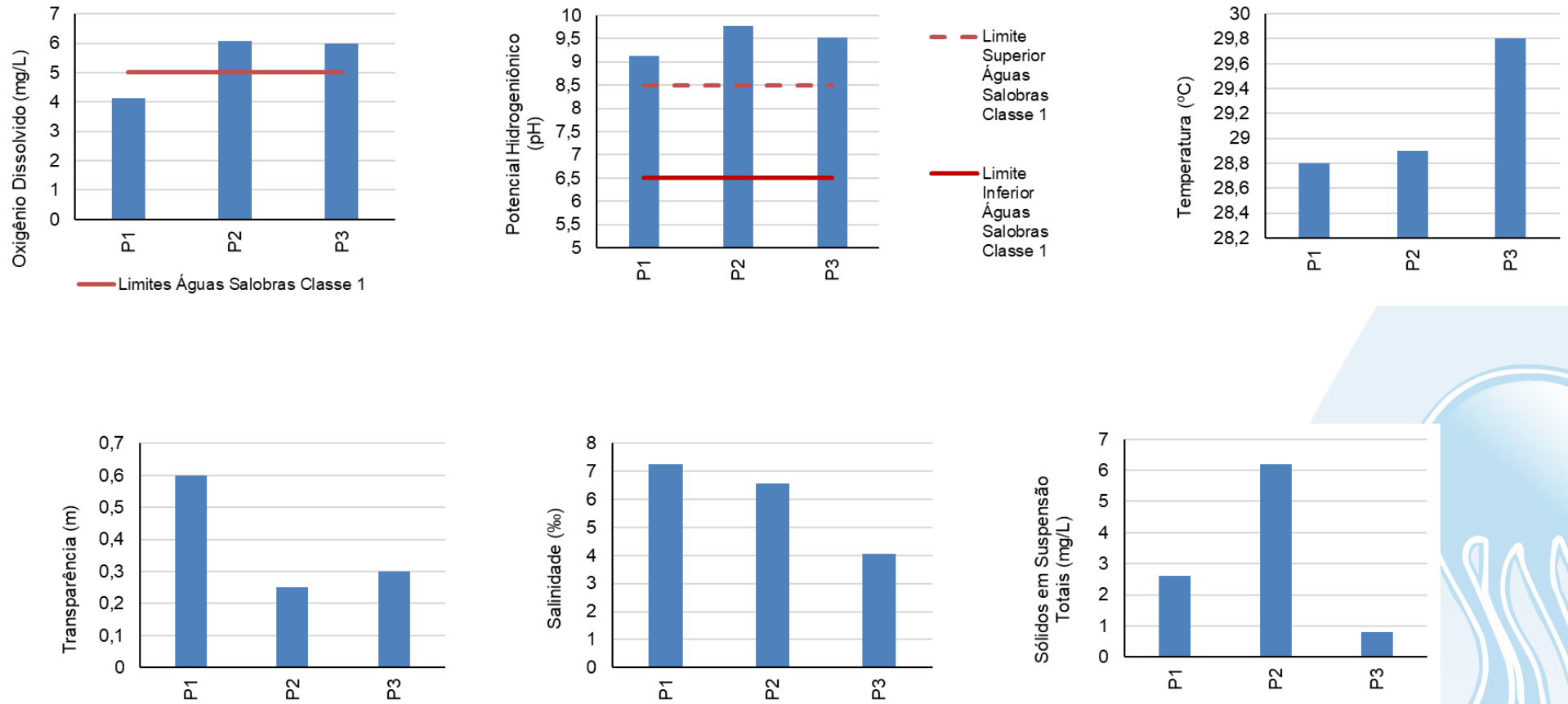


Figura 5-11 Gráfico de barras dos resultados analíticos da terceira campanha de amostragem da lagoa de Jacocé do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI



5.5 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. Os resultados obtidos na quarta campanha de amostragem para da 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 5-12 a Figura 5-14.

Na presente campanha, os pontos amostrais da lagoa de Saquarema estiveram dentro da faixa referente a Águas Salobra Classe 1 (entre 10,6 para P2 e 25,96 para P5). Sendo assim, o fósforo total analisado em P4 (0,14 mg/L) e P5 (0,16 mg/L) e o nitrogênio amoniacal de P6 (0,5 mg/L) estiveram acima dos limites estabelecidos, segundo a Resolução CONAMA 357/05 para essa classe.

Tabela 5-4 Resultados analíticos da terceira 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
	03/01/2023					
Clorofila-a (µg/L)	1,6	1,07	1,48	5,07	2,67	2,14
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	33	<1,8	<1,8	24	7,8	4,5
Coliformes Totais (NMP/100mL)	>1600,0	<1,8	13	>1600,0	>1600,0	540
Cor Verdadeira (uH)	10	25	30	20	40	40
DBO - 5 dias (mg/L)	9	3	8	4	5	3
Fosfato (mg/L)	<0,06	0,06	0,09	0,12	0,08	0,1
Fósforo Total (mg/L)	0,04	0,04	0,06	0,14	0,16	0,12
Índice de Fenóis (mg/L)	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Nitrato (como N) (mg/L)	0,12	N.D	0,11	0,12	0,13	0,15
Nitrito (como N) (mg/L)	0,003	0,003	0,004	0,004	<0,003	0,003
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	0,01	N.D	0,01	0,02	0,12	0,5
Nitrogênio Total (mg/L)	0,9	1,7	2,1	2,3	2,7	2,4
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	5,04	5,57	5,49	5,27	5,58	5,47
pH	8,49	8,37	8,38	8,3	8,36	8,34
Salinidade (mg/L)	25,82	25,96	18,13	13,9	10,6	11,07
Sólidos em Suspensão Totais (mg/L)	29	41,9	21,4	56	29,5	22
Temperatura (°C)	29,9	30,4	32,3	32,4	34,9	31,7
Transparência (m)	0,8	0,75	0,8	0,6	0,4	0,55
Turbidez (NTU)	3,6	3,1	18,3	10,1	4,9	17,3

Como pode ser observado pelos resultados obtidos, de maneira geral, os parâmetros analisados registraram concentrações dentro dos limites preconizados pela CONAMA 357/2005. A exceção, em relação aos valores estabelecidos pela legislação, ocorreu para os parâmetros nitrogênio amoniacal, que não esteve em conformidade em P6, bem como para o fósforo total para P4 e P5, como citado anteriormente.

Vale destacar que, apesar de não haver limites estabelecidos pela legislação para águas salobras, há o registro de valores próximos a 10 mg/L de DBO nos pontos P1 e P3. Já para os indicadores microbiológicos, os valores registrados para coliformes termotolerantes estiveram abaixo do limite de quantificação em P2 e P3 (<1,8 NMP/100mL) ou presentes em baixas concentrações, diferentemente dos coliformes totais, que apresentaram concentrações >1600 NMP/100mL em P1, P4 e P5.

P6 apresentou uma alta concentrações de nitrogênio amoniacal (e menores concentrações de nitrito e nitrato), o que indica a ocorrência de contaminação recente por efluentes domésticos, já que a amônia ainda não havia passado pelos processos de nitrificação por microrganismos. Esses valores podem ser indicativos da atividade humana na região, visto que P6 é próximo ao Canal Salgado, que faz a conexão da Lagoa de Saquarema com a Lagoa de Jaconé e possui alta urbanização (Figura 2-5).

Os pontos P4 e P5, também registraram concentrações acima do estabelecido pela legislação para fósforo total. O fósforo, assim como o nitrogênio, é nutriente limitante para o crescimento das comunidades aquáticas, sendo ambos elementos causadores da eutrofização e crescimento de organismos fitoplanctônicos. As altas concentrações de fósforo podem ser decorrência da proximidade de áreas agriculturáveis, que utilizam esses elementos em seus fertilizantes.

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 tem 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 5-12 Gráfico de barras dos resultados analíticos da terceira campanha de amostragem da lagoa de Saquarema do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.

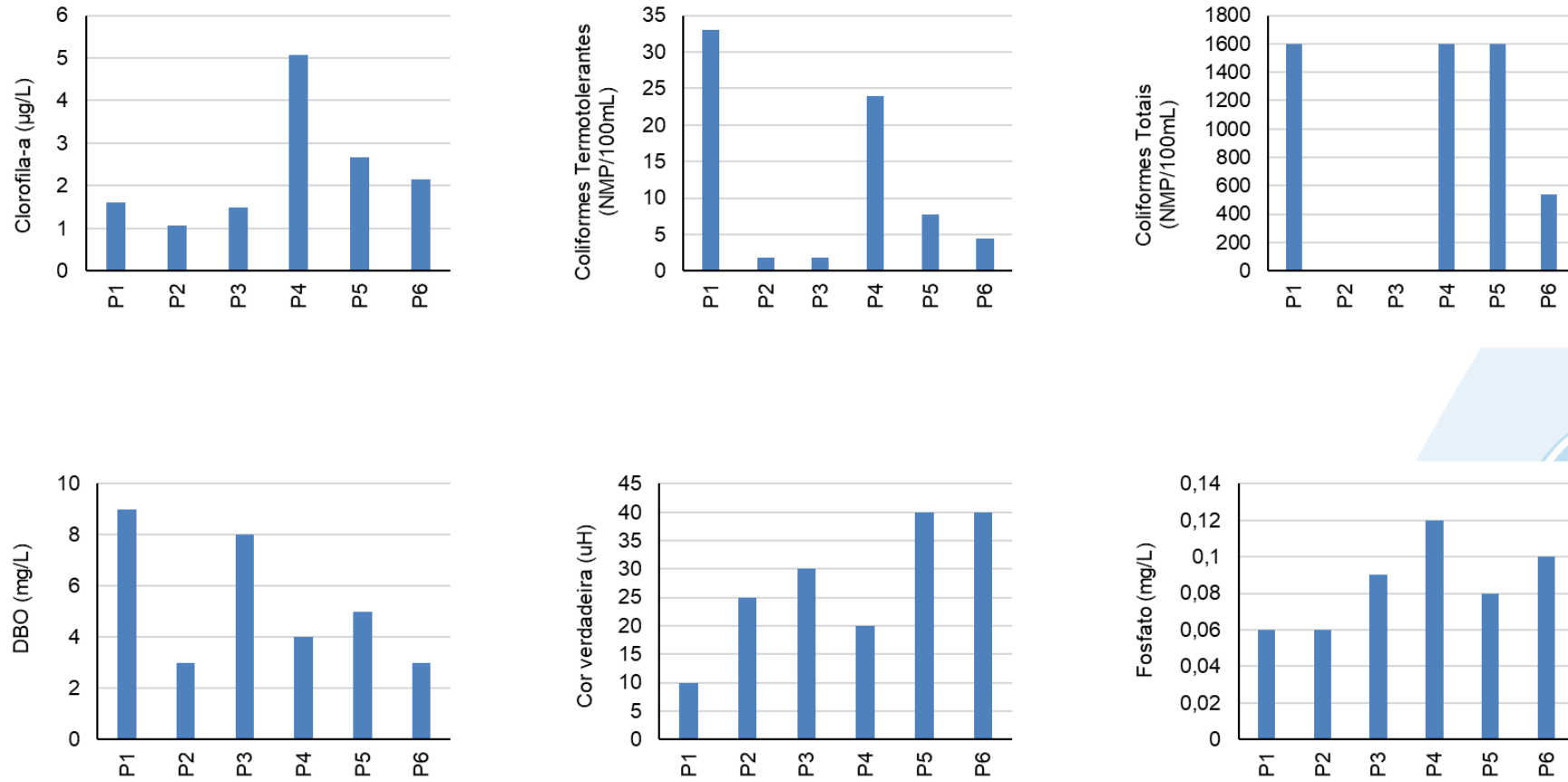


Figura 5-13 Gráfico de barras dos resultados analíticos da terceira campanha de amostragem da lagoa de Saquarema do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.

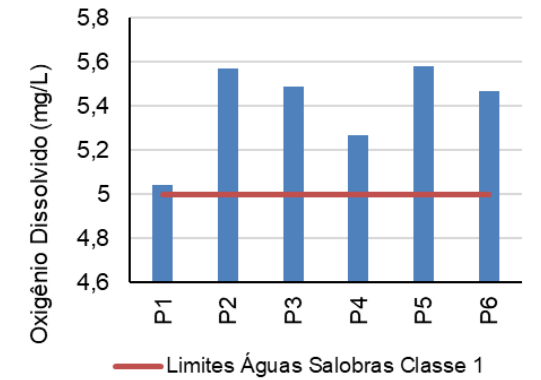
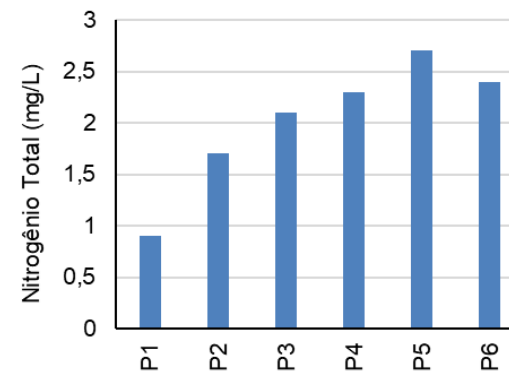
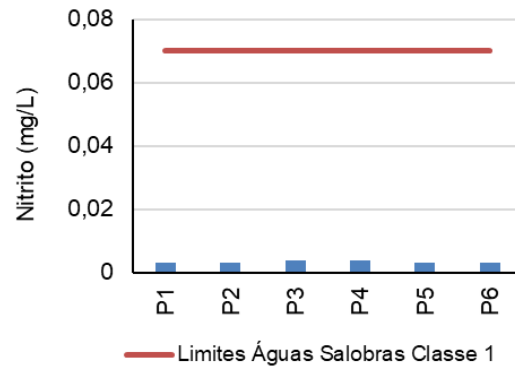
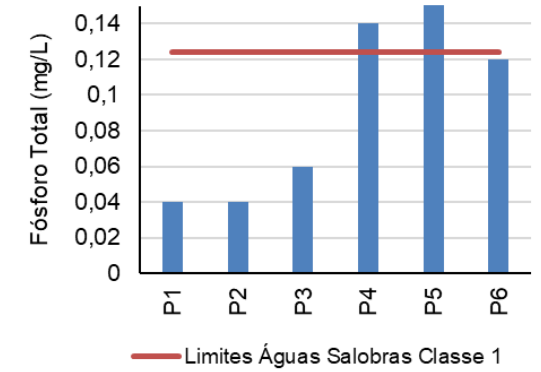
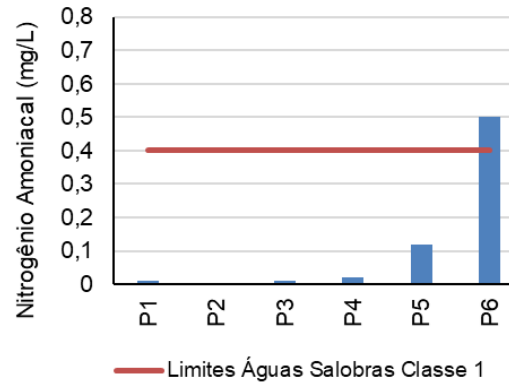
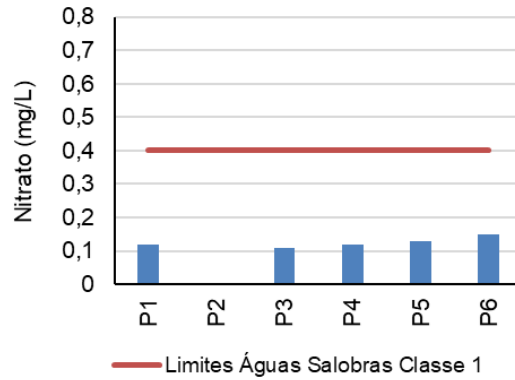
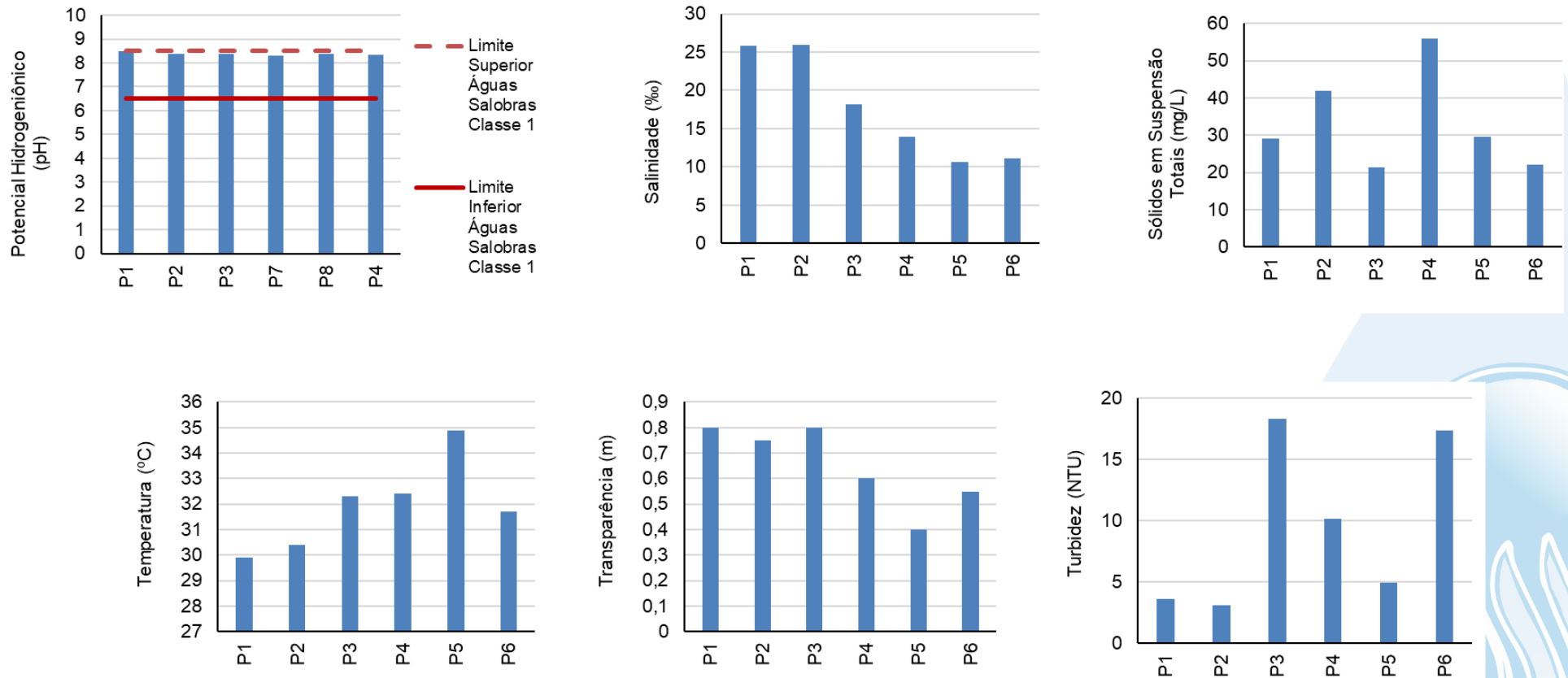


Figura 5-14 Gráfico de barras dos resultados analíticos da terceira campanha de amostragem da lagoa de Saquarema do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.



5.6 Lagoa de Jacarepiá

Os resultados das análises realizadas para a lagoa de Jacarepiá podem ser observados na Tabela 5-5. A salinidade registrada, ficou entre 0,66 e 0,76, sendo a lagoa classificada, segundo a resolução CONAMA 357/2005, como salobra (salinidade superior a 0,5 e inferior a 30) (BRASIL, 2005).

Dentro de todos os parâmetros analisados, apenas o pH esteve ligeiramente acima do limite superior em P2 (8,55) determinado para Águas Salobras Classe 1, enquanto o oxigênio dissolvido esteve abaixo das determinações, para a classe, no mesmo ponto (4,85 mg/L). Em nenhum dos pontos amostrais foram detectadas concentrações de fenóis, e o fosfato e o fósforo total estiveram presentes abaixo do limite de detecção em todas as amostras.

Os resultados obtidos na terceira campanha de amostragem para a lagoa de Jacarepiá do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI também podem ser observados na Figura 5-15.

Tabela 5-5 Resultados analíticos da terceira 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	P1	P2	P3
	03/01/2023		
Clorofila-a (µg/L)	1,6	1,34	0,53
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	9,3	22	7,8
Coliformes Totais (NMP/100mL)	170	540	140
Cor Verdadeira (Pt Co)	60	50	50
DBO - 5 dias (mg/L)	3	15	3
Fitoplâncton (Céls/mL)	8032	4152	6670
Fosfato (mg/L)	<0,06	<0,06	<0,06
Fósforo Total (mg/L)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Índice de Fenóis (mg/L)	N.D	N.D	N.D
Nitrato (como N) (mg/L)	0,11	0,12	0,1
Nitrito (como N) (mg/L)	<0,003	<0,003	<0,003
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	0,11	0,05	0,14
Nitrogênio Total (mg/L)	0,7	0,8	1,8
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	6,63	4,85	5,41
pH	8,45	8,55	8,01
Salinidade (mg/L)	0,66	0,76	0,67
Sólidos em Suspensão Totais (mg/L)	<0,8	35,9	<0,8
Temperatura (°C)	30,7	30,4	30,4
Transparência (m)	1,6	1,55	1,63
Turbidez (NTU)	2,9	1,6	1,6

Figura 5-15 Gráfico de barras dos resultados analíticos da terceira campanha de amostragem da lagoa de Jacarepiá do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.

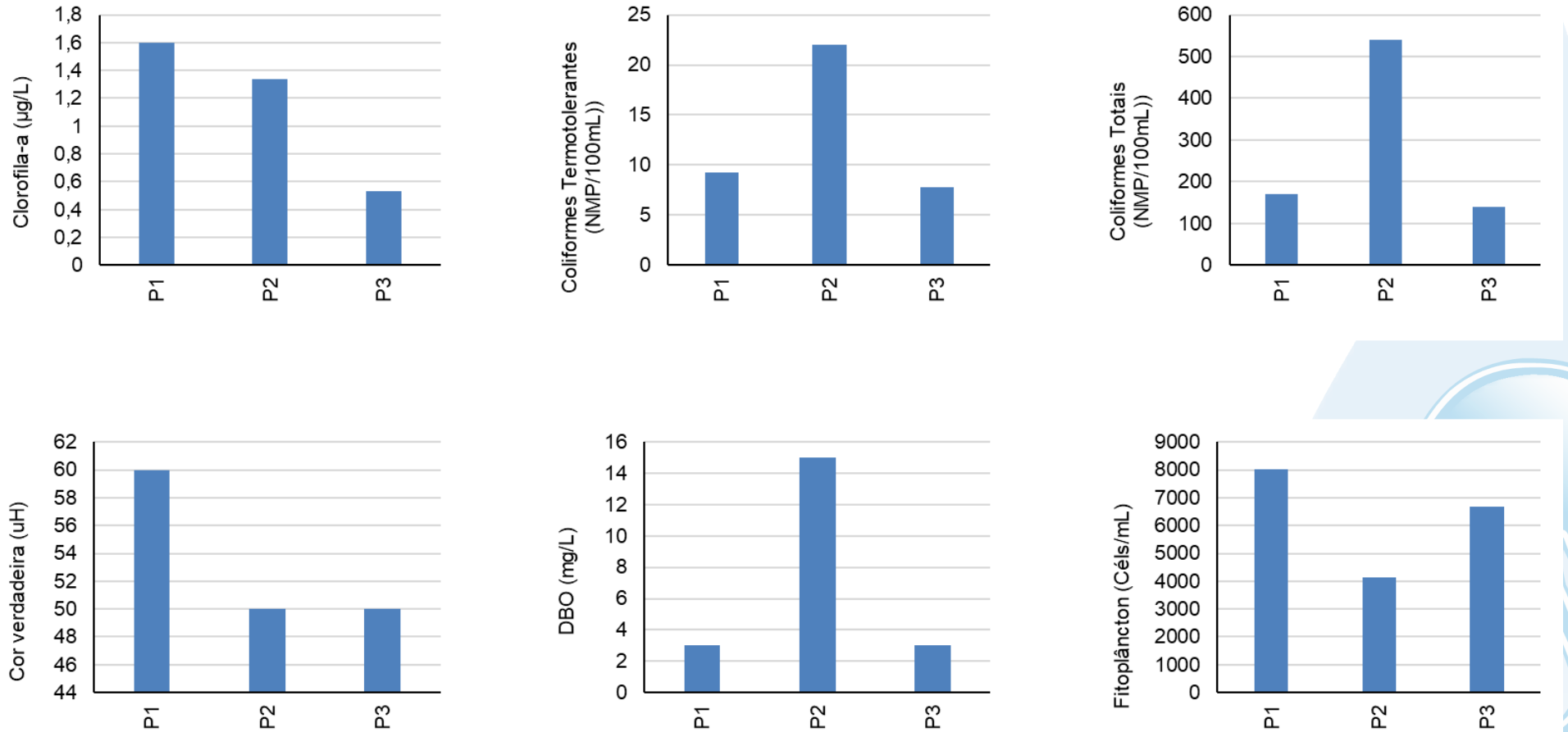


Figura 5-16 Gráfico de barras dos resultados analíticos da terceira campanha de amostragem da lagoa de Jacarepiá do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.

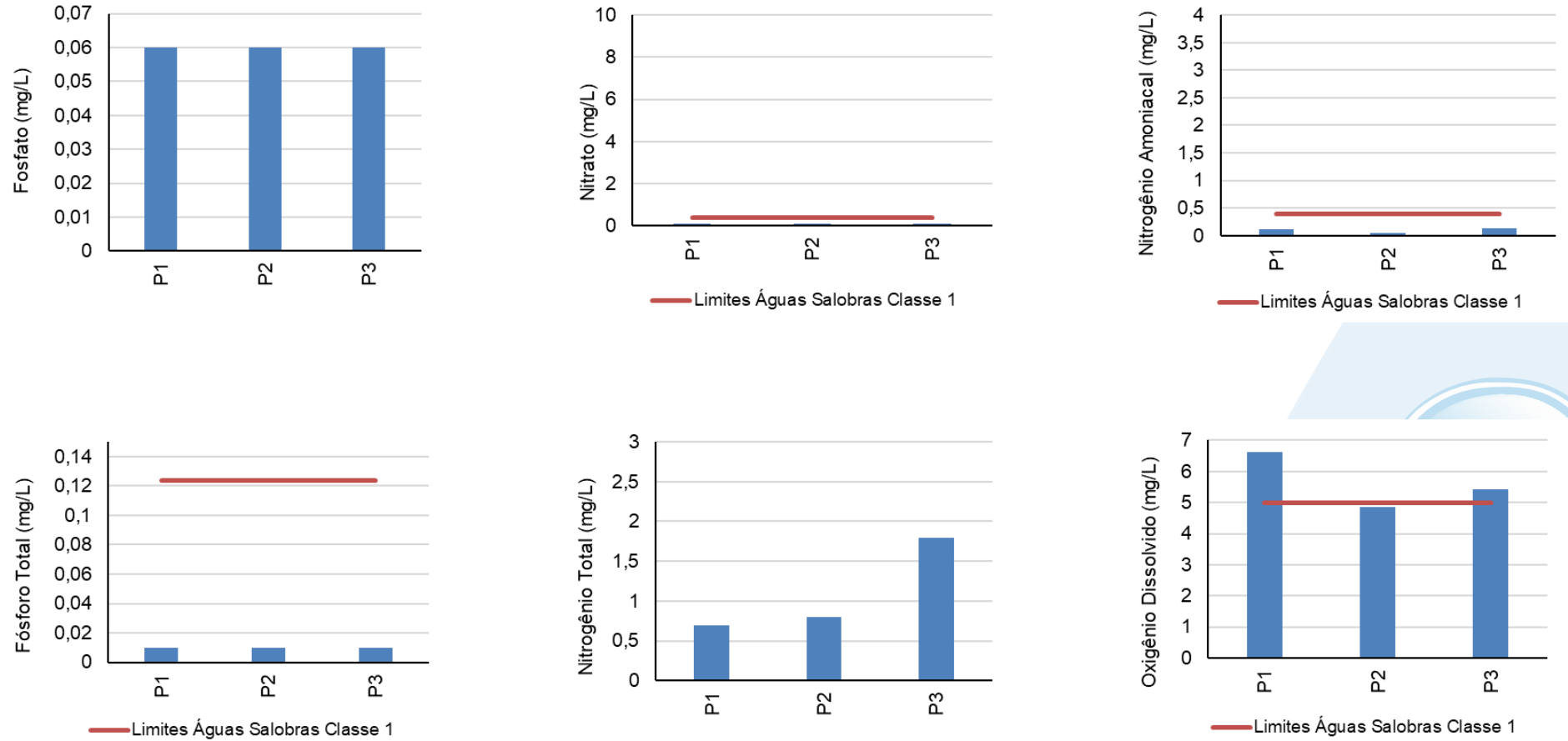
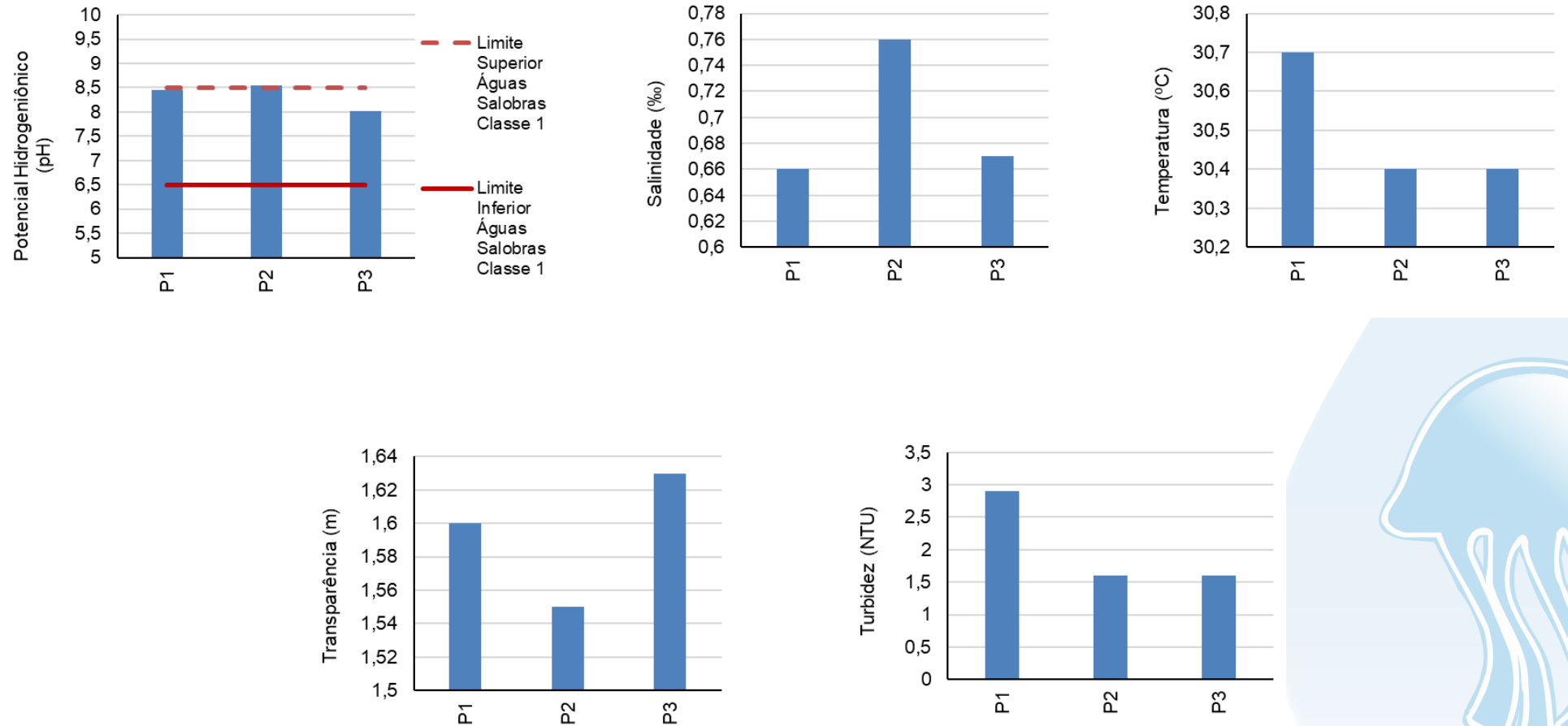


Figura 5-17 Gráfico de barras dos resultados analíticos da terceira campanha de amostragem da lagoa de Jacarepiá do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.



Os valores de DBO registrados em P2 (15 mg/L) pode ser considerado elevados, apesar da Resolução CONSMA 357/2005 não estabelecer limites de enquadramento para a DBO em águas salobras. Esses valores de DBO levam a menores concentrações de oxigênio dissolvido (4,85 mg/L), além de um maior pH (8,55). Contudo, outros parâmetros que poderiam indicar um cenário de enriquecimento de nutrientes (fósforo total, nitrogênio amoniacal e densidade do fitoplâncton) se apresentaram abaixo dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005 ou estiveram presentes em baixas concentrações.

Os maiores valores de DBO encontrados para P2, acompanham valores de coliformes totais e termotolerantes mais elevados encontrados na mesma localidade, e podem estar relacionados com a maior urbanização da região, que devido ao escoamento superficial, pode aumentar a concentração de matéria orgânica na água e resultar nos valores encontrados.

Chama a atenção, que mesmo com baixos valores de nutrientes, foram encontradas densidades elevadas para o fitoplâncton, principalmente em P1 (8022 céls/mL) e P3 (6670 céls/mL), juntamente com maiores valores de cor verdadeira. Essas densidades possuem grande contribuição do gênero *Monoraphidium*, pertencente ao Filo Chlorophyta e apresentam espécies que podem estar presentes em ambientes oligo a eutróficos, como *Monoraphidium contortum* (oligo a eutrófico) e *Monoraphidium irregulare* (oligo a mesotrófico) encontrados no presente monitoramento e podem ser vistos no ANEXO B (JOSÉ et al., 2012).

Santangelo et al (2007), ao avaliar a estrutura da comunidade zooplânctonica na lagoa eutrófica de Imboassica (Macaé-RJ), constatou concentrações de clorofila-a que variaram de 20 até 235 µg/L e uma concentração máxima de fósforo total de 0,127 mg/L. Logo, as concentrações de parâmetros indicadores de enriquecimento por matéria orgânica e eutrofização na Lagoa de Jacarepiá mantiveram-se muito abaixo de valores encontrados para ambientes eutrofizados próximos.

6 CONCLUSÃO

O reservatório de Juturnaíba e o rio São João registraram altas concentrações de ferro e alumínio na água. Esses valores podem ocorrer devido a presença de processos erosivos, desmatamento e serem influenciados pela sazonalidade. Além disso, as maiores concentrações de nutrientes e coliformes em P6, possivelmente, estão relacionadas ao aporte de esgoto e ao escoamento superficial do ambiente urbano, próximo a cidade Casimiro de Abreu.

O rio Roncador registrou não conformidade para os parâmetros microbiológicos e tem a qualidade de suas águas prejudicadas por uma possível contaminação de efluentes sanitários.

A lagoa de Jaconé apresentou valores dentro dos limites de referência para água salobra, Classe 1 (CONAMA 357/2005) para os parâmetros analisados, com exceção de pH e oxigênio dissolvido. Também se observa na lagoa de Jaconé, nas estações P2 e P3, valores maiores do que 4 para a razão entre DQO/DBO, representando um indício de material recalcitrante no ecossistema, que podem ser em decorrência de características intrínsecas da lagoa.

Em relação a lagoa de Saquarema as atividades e ocupação ao redor da lagoa contribuem para o aumento da concentração de nitrogênio e DBO, principalmente próximo as zonas mais urbanizadas. Já as atividades de pecuária, extração de argila e areia podem estar contribuindo para eutrofização do sistema.

A lagoa Jacarepiá apresentou grande parte dos valores dentro dos limites de referência para Águas Salobras Classe 1 (CONAMA 357/2005). O ponto P2 foi o único que registrou maiores valores de DBO, coliformes totais e de pH (este último acima dos valores preconizados), além da concentração de oxigênio abaixo do que recomendado pela Resolução CONAMA 357/2005.

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.

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 PhD em Ciências Ambientais e Graduado em Ciências Biológicas	CRBio 2339/02-D
Richard Secioso Guimarães	Gerente do Projeto	CRBio 84682/02-D
Viviane Krüger	Coordenador Geral	CREA/RS nº 195090
Fernanda Dall'Ara Azevedo	Coordenador Técnico	CRBio nº 96243
Edson Felipe Souza Ladeira	Responsável Técnico pelas Análises Laboratoriais	CRQ/RJ nº 03155685
Mariana Ribeiro Monteiro	Gerente de Laboratório	CRBio nº 91828/02-D
Hamilton Pires Barbosa Mendes	Biólogo Mestre em Engenharia Amb. e Sanitária	CRBio nº 78165/02-D
Raphael Ferreira Corrêa	Graduado em Ciências Biológicas.	-
Thalles Barreto	Coordenação de Campo	-
Márcio José Bugnarone Martins	Coordenação de Campo	-
Pedro Octavio da Silva Luna	Técnico de Campo	-
Leonardo Anunciação da Silva	Técnico de Campo	-
Allan Guilherme Rodrigues de Souza	Técnico de Campo	-

8 REFERÊNCIAS

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

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

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.

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

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.

FERNADES, 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**. Monografia—Niteroi: Universidade Federal Fluminense, 2021.

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.

JOSÉ, G. et al. **Monoraphidium and Ankistrodesmus (Chlorophyceae, Chlorophyta) from Pantanal dos Marimbus, Chapada Diamantina, Bahia State, Brazil**Hoehnea. [s.l: s.n.].

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.

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

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.

SANTANGELO, J. M. et al. Zooplankton responses to sandbar opening in a tropical eutrophic coastal lagoon. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 71, n. 3–4, p. 657–668, fev. 2007.

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.

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 à qualidades das águas e ao tratamento de esgotos**. 4. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2017. v. 1



ANEXOS

ANEXO A – Relatório Fotográfico

ANEXO B – Laudos analíticos e Cadeia de Custódia

