

*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**

**Julho 2022**

*Por:*



**OCEANUS**  
CENTRO DE BIOLOGIA EXPERIMENTAL

Para maiores informações, favor contatar:

**Serviço de Atendimento ao Cliente**

**T. +55 21 3293-7000**

[projetos@oceanus.bio.br](mailto:projetos@oceanus.bio.br)

## Índice Geral

1	Introdução .....	4
2	Área de estudo.....	5
2.1	Lagoa de Jacarepiá.....	5
2.1.1	Pontos Amostrais .....	6
2.2	Rio São João e Reservatório de Juturnaíba .....	7
2.2.1	Pontos Amostrais .....	7
2.3	Rio Roncador .....	8
2.3.1	Pontos Amostrais .....	9
2.4	Lagoa de Saquarema.....	10
2.4.1	Pontos Amostrais .....	10
2.5	Lagoa de Jaconé.....	11
2.5.1	Pontos Amostrais .....	11
3	Metodologia.....	12
3.1	Dados meteorológicos.....	12
3.2	Qualidade de água.....	13
4	Fundamentação Teórica dos Parâmetros.....	18
4.1	Alumínio dissolvido .....	18
4.2	Cádmio total.....	19
4.3	Chumbo total.....	19
4.4	Clorofila-a e Feofitina-a .....	19
4.5	Cobre dissolvido.....	20
4.6	Coliformes termotolerantes e coliformes totais .....	20
4.7	Condutividade .....	20
4.8	Cor verdadeira .....	20
4.9	DBO .....	21
4.10	DQO .....	21
4.11	<i>Enterococcus faecalis</i> .....	21
4.12	Ferro dissolvido .....	21
4.13	Fitoplâncton .....	22
4.14	Fosfato e Fosforo total .....	22
4.15	Índice de fenóis .....	22
4.16	Manganês total .....	23
4.17	Níquel total .....	23
4.18	Nitrato e nitrito .....	23
4.19	Nitrogênio amoniacal .....	23

4.20	Oxigênio dissolvido.....	24
4.21	pH.....	24
4.22	Salinidade.....	24
4.23	Sólidos totais em suspensão .....	24
4.24	Temperatura .....	25
4.25	Transparência.....	25
4.26	Turbidez .....	25
4.27	Vazão .....	26
4.28	Zinco total.....	26
5	Resultados .....	26
5.1	Dados climáticos .....	26
5.2	Rio São João e Reservatório de Juturnaíba .....	27
5.3	Rio Roncador .....	32
5.4	Lagoa de Jaconé.....	35
5.5	Lagoa de Saquarema.....	38
5.6	Lagoa de Jacerepiá.....	41
6	Conclusão .....	43
7	Equipe Técnica .....	45
8	Referencias.....	46
ANEXOS	.....	48

## 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 primeira 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 km<sup>2</sup>; 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.

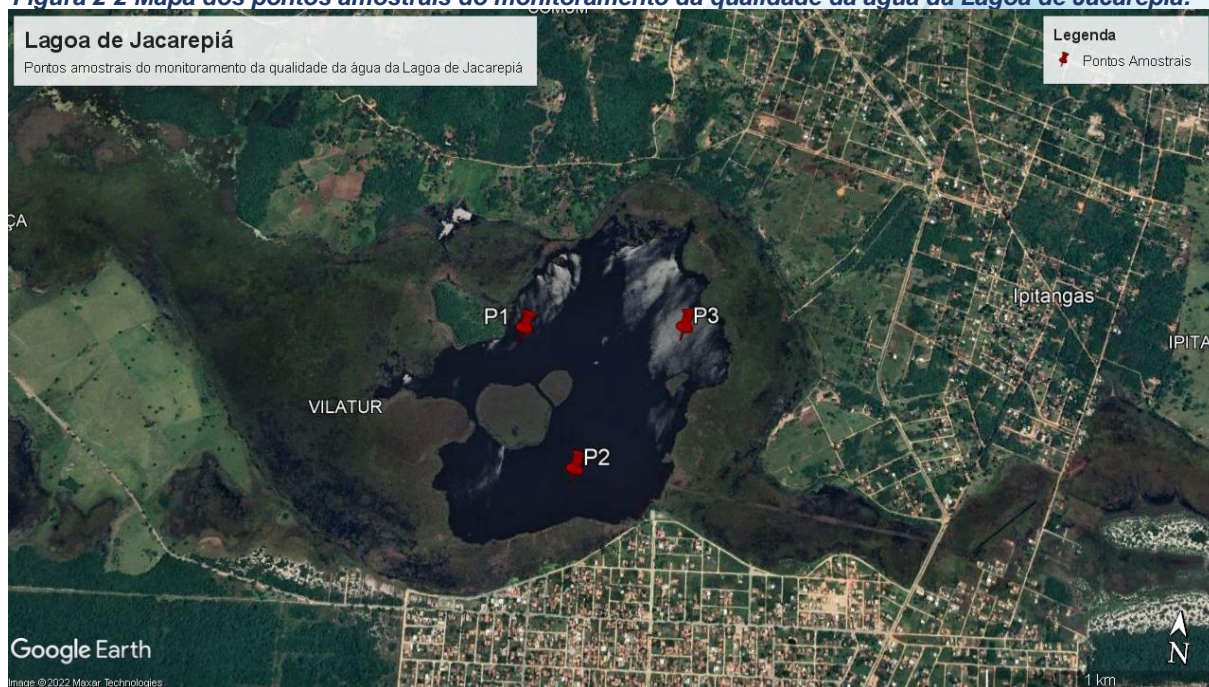
### 2.1.1 Pontos Amostrais

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 km<sup>2</sup> 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, Pannels, 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 m<sup>3</sup> 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

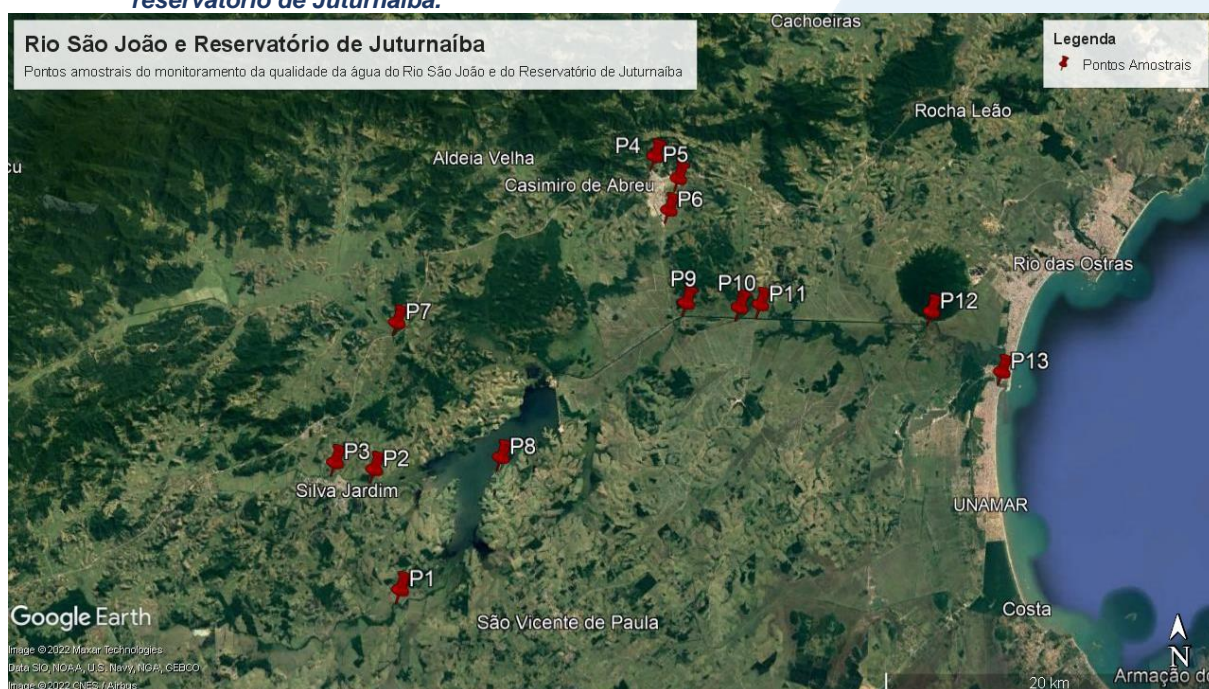
Para avaliar a qualidade da água do Reservatório de Juturnaíba, foram coletadas amostras de água superficial em 13 (treze) pontos distintos na Bacia Hidrográfica do Rio São João, conforme Quadro 2-2 e a Figura 2-3.

**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.

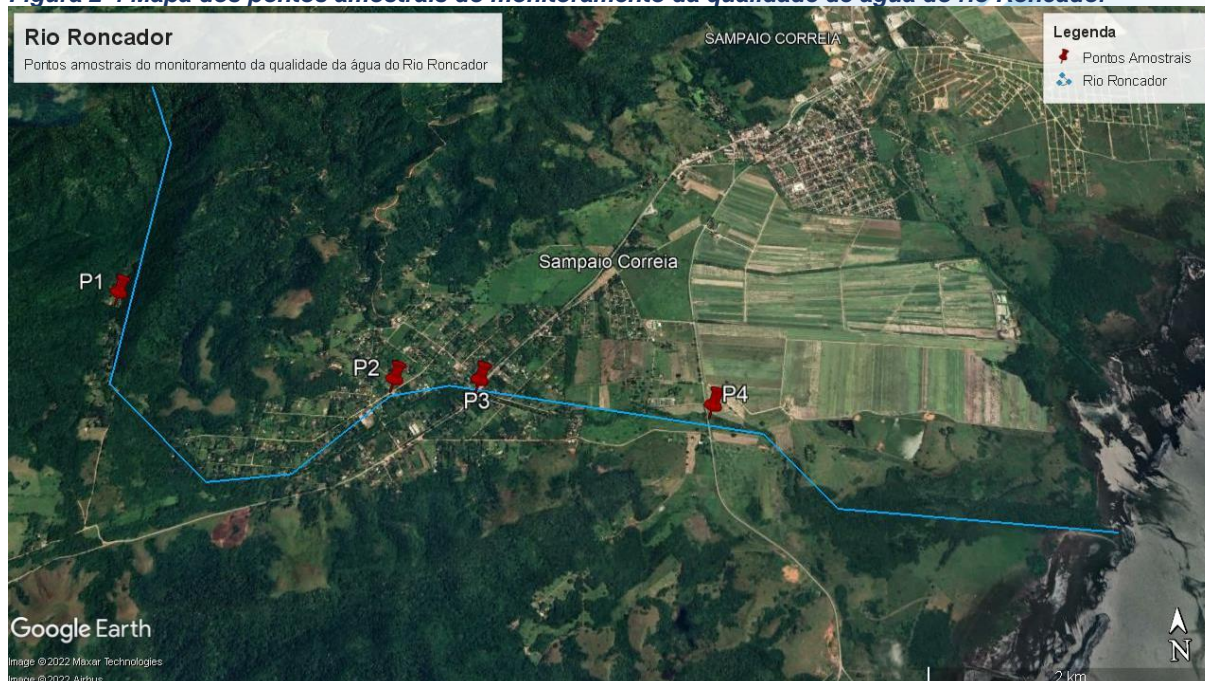
### 2.3.1 Pontos Amostrais

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 Km<sup>2</sup> 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 Jaconé

A Lagoa de Jaconé 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 Jaconé possui área de 4,0 km<sup>2</sup>; perímetro de 8,0 km; comprimento máximo de 2,8 km; largura máxima de 1,3 km; e profundidade média de 0,8 m.

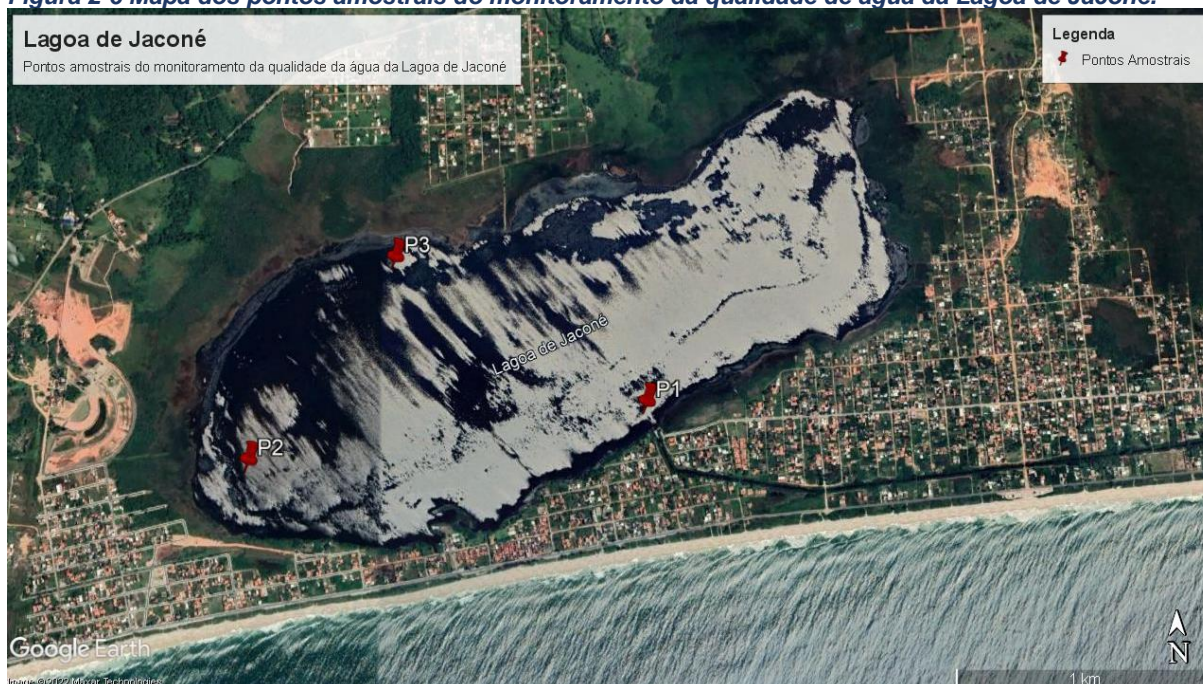
### 2.5.1 Pontos Amostrais

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

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

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 09 e 14 de junho de 2022, 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 da 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, sendo assim, a vazão foi medida com o auxílio de flutuador.

**Quadro 3-2 - Parâmetros Físicos, químicos e biológicos analisados na 1ª 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, 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 dispõem 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 visto 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. 15°
Salobra (0,5 < Salinidade < 30,0 ‰)	Classe 1 Art. 21°
Salinas (Salinidade > 30,0 ‰)	Classe 1 Art. 18°

## 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 a 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 Cádmiu 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, 2003a; CETESB, 2012; REIMANN; CARITAT, 1998a). 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, 2003b). 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 estimacão das concentrações de feofitina-*a* é importante para a correta estimacão 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, 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 que 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 Fosforo 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 utilizada 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 a 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 mortalidade 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 indo desde 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 do mar, 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 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, uma vez que 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 a 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

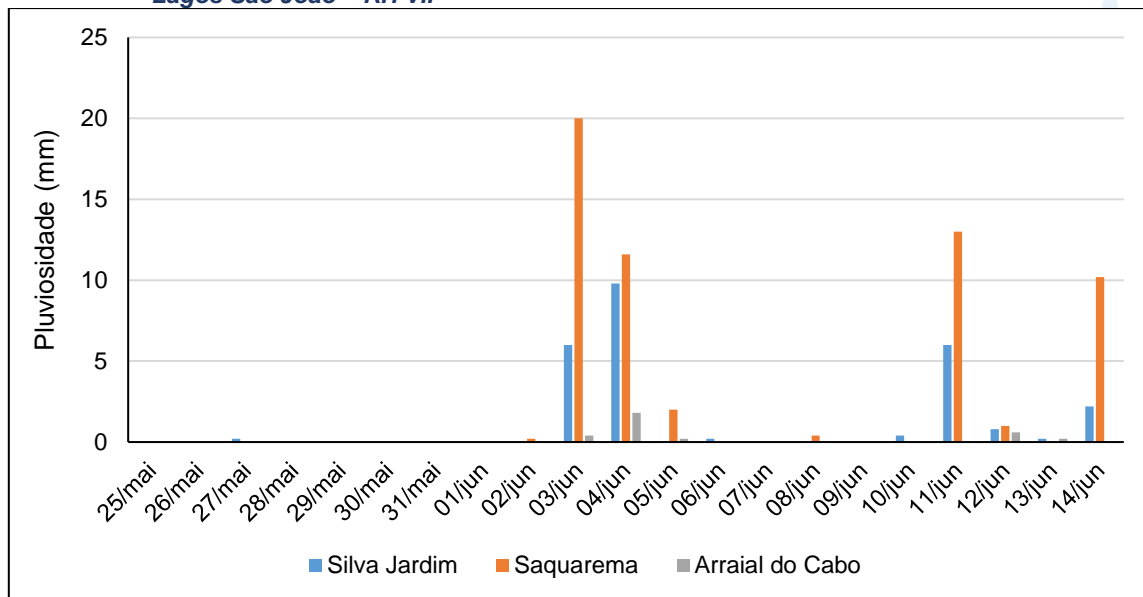
Apesar de ser considerado um metal pesado, o zinco desempenha um papel fundamental na homeostase do corpo humano. Também possui diversas aplicações nas indústrias farmacêuticas, têxtil e na construção civil. Entretanto, a exposição a altas dosagens de zinco de forma aguda pode levar a sintomas neurológicos, 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 25 de maio a 14 de junho de 2022 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). Pode-se observar dois períodos em que ocorreu precipitação no período analisado. O primeiro período foi anterior a 1ª campanha, nos dias 3 e 4 de junho e o segundo, durante a campanha, nos dias 11, 12 e 14 de junho.

**Figura 5-1 Dados de pluviosidade dos 15 dias que antecederam a primeira 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, DBO, ferro dissolvido, fosforo total, manganês total e nitrogênio amoniacal foram aqueles que ultrapassaram os limites estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005, para seus respectivos enquadramentos.

No reservatório Juturnaíba, observa-se maior vazão nos pontos caracterizados como lóticos, como por exemplo P1 (5,16 mm<sup>3</sup>/s) e P7 (4,58 mm<sup>3</sup>/s). A salinidade em P1 foi de 0,06 mg/L, essa maior salinidade nesse ponto pode ser em decorrência da maior razão de margem em relação ao espelho d'água e o uso e ocupação do solo do entorno que apresenta atividade de agricultura. Esse uso não ocorre, por exemplo em P7 em que ocorre uma vegetação mais preservada. Já no rio São João, observa-se que valores maiores de salinidade são registrados no ponto P13 (16,44 mg/L), ponto que sofre maior influência do ecossistema marinho, em comparação com os pontos a montante. Em relação ao OD, observa-se pontos em não conformidade P10, P11 (4,99 mg/L), P12 (3,9 mg/L) e P13 (4,57 mg/L). Esses dados podem ser em decorrência do aporte de esgotamento sanitário nesse corpo hídrico.

**Tabela 5-1 Resultados analíticos da primeira 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
	14/06/2022					10/06/2022				13/06/2022			
Alumínio Dissolvido (mg/L)	0,263	0,159	0,131	0,129	0,195	0,055	0,052	0,093	0,15	0,089	0,118	0,676	0,165
Cádmio Total (mg/L)												< 0,0005	
Chumbo Total (mg/L)	0,0007	< 0,0005	< 0,0005	0,0007	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	0,0009	< 0,0005
Clorofila-a (µg/L)	0,27	0,27	< 0,01	0,27	5,07	0,53	0,27	0,27	3,74	2,4	4,54	6,6	1,34
Cobre Dissolvido (mg/L)													N.D
Condutividade (µs/L)	119,3	607	60,8	35,3	68,3	84	65	265,7	51,5	47,2	48,7	2230	26830
Cor Verdadeira	10	10	15	5	20	5	10	5	10	10	15	10	5
DBO - 5 dias (mg/L)	4	5	14	11	4	8	5	4	16	23	13	5	4
DQO (mg/L)	12	11	29	20	<10	26	12	<10	26	28	19	<10	11
Enterococcus (NMP/100mL)	657	1727	3873	728	119,4	467	4884	1230	1986,3	31,5	21,1	24,3	1553,1
Feofitina-a (µg/L)	0,29	0,48	0,75	0,11	1,84	0,77	0,67	0,11	1,12	1,34	2,56	5,28	< 0,01
Ferro Dissolvido (mg/L)	1,675	1,334	1,276	0,713	0,63	0,341	1,028	0,853	0,826	0,714	0,794	2,542	0,382
Fitoplâncton (Céls/mL)					10210								
Fosfato (mg/L)	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	1,18	N.D	N.D	<0,06	N.D	<0,06
Fósforo Total (mg/L)	0,03	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,54	< 0,01	< 0,01	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)	0,163	0,058	0,049	0,029	0,014	0,081	0,071	0,098	0,023	0,018	0,022	0,03	0,016
Níquel Total (mg/L)													0,001
Nitrato (como N) (mg/L)	0,39	0,33	0,3	0,1	<0,05	0,07	0,17	0,16	0,12	0,14	0,08	0,22	<0,05
Nitrito (como N) (mg/L)	0,017	0,025	0,017	N.D	0,005	N.D	0,014	0,012	<0,003	0,005	0,01	0,005	0,013
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	0,09	0,2	0,11	0,07	0,09	0,02	0,29	4,24	0,02	0,06	0,06	0,32	0,06
Nitrogênio Total (mg/L)	0,7	0,6	0,5	0,2	0,5	0,5	0,6	4,4	0,4	0,3	0,6	0,5	0,4
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	5,3	5,7	6,3	5,3	6,6	6,7	6,8	6,4	5,3	4,9	4,9	3,9	4,57
pH	7,02	6,98	7,09	7,16	7,23	8,57	7,35	6,76	6,57	6,3	6,13	7,37	8,2
Salinidade (mg/L)	0,06	0,03	0,02	0,01	0,03	0,03	0,02	0,13	0,03	0,03	0,02	0,31	16,44
Sólidos em Suspensão Totais (mg/L)	35	24,7	11,3	10	10	11	33,3	5,3	16	12	9	16,1	N.D
Temperatura (°C)	20,8	24,7	19,8	19,3	20,6	19,6	20	20,1	23,7	23,1	22,7	21,55	21,63
Temperatura Ambiente (°C)	27	27	22	23	22	22	22	22	24	24	24	22	22
Turbidez (NTU)	9,4	3,2	5,2	6,2	5,1	2,6	2,3	<0,1	0,7	0,7	0,5	51,3	7,61
Vazão (mm³/s)	5,163333	1,52		4,585					1,196				26,621
Zinco Total (mg/L)												0,08	

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 serem 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 esgoto que deságuam na região.

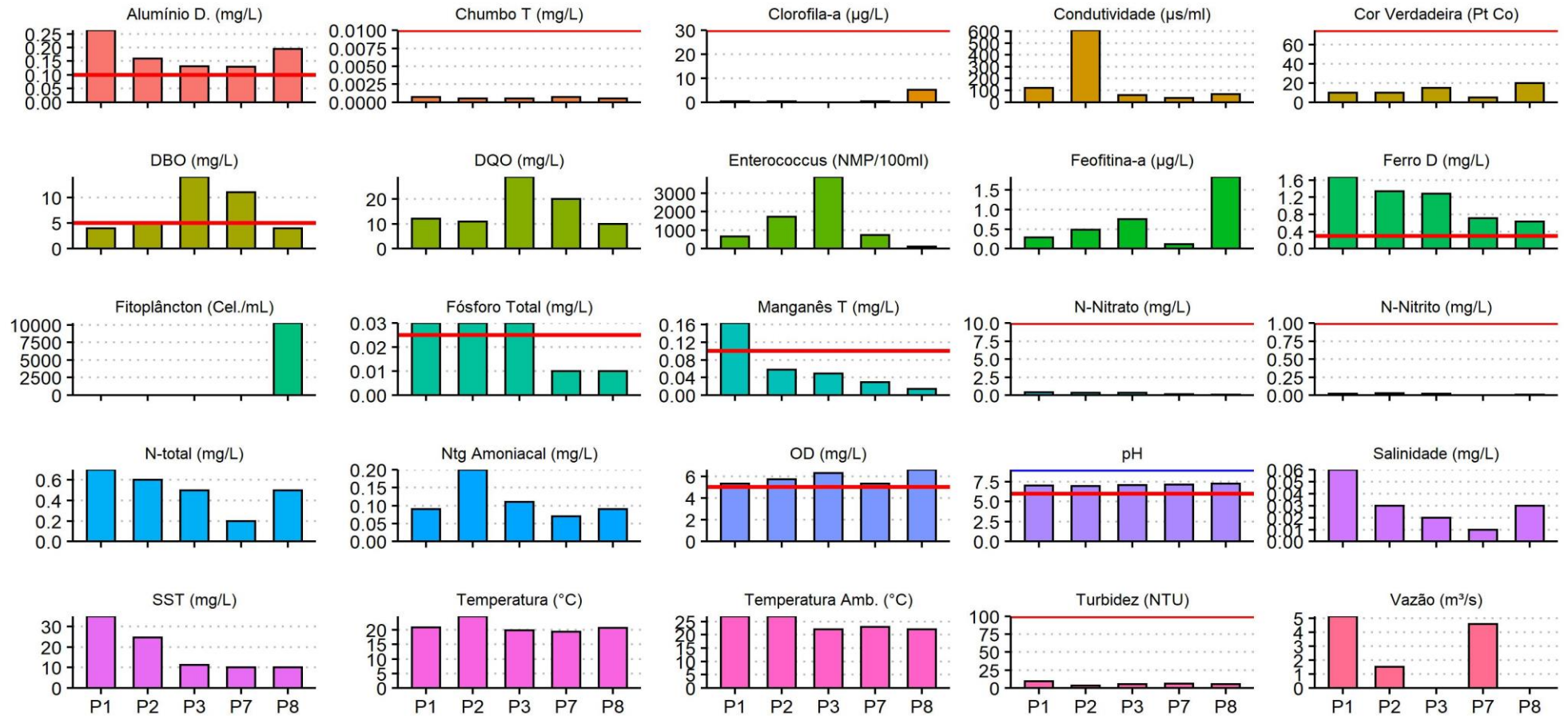
Outro parâmetro que também possui forte relação com a pluviosidade na região é o manganês. As concentrações deste parâmetro na água estão relacionadas às concentrações de sólidos totais dissolvidos. Pode ser observado que, na referida campanha, o ponto P1 apresentou maior concentração de manganês e de sólidos em suspensão totais.

As concentrações de nitrogênio amoniacal e fosforo total ultrapassaram os limites dispostos na resolução CONAMA 357/2005 para águas doces de classe 1 apenas em P6, onde foi encontrada uma concentração de 4,2 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.

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

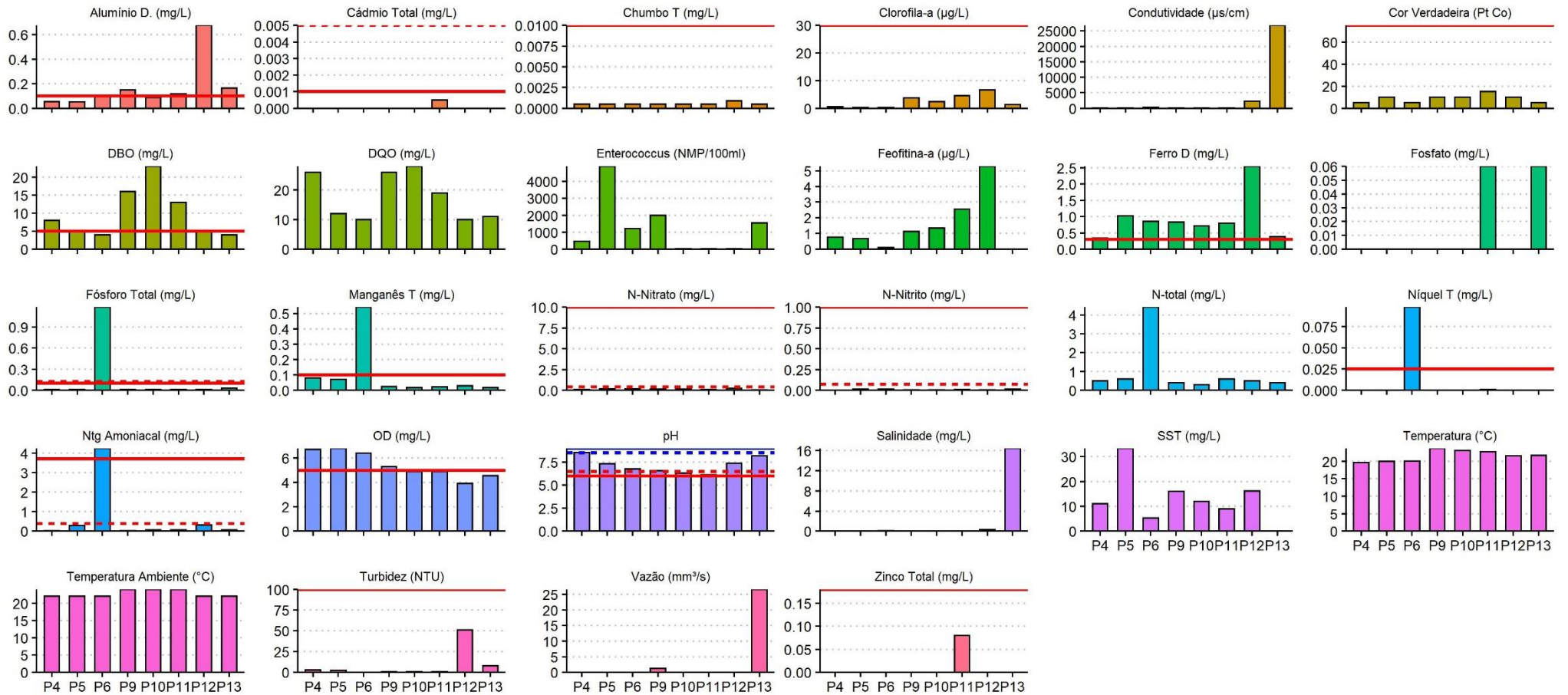
As concentrações de cobre e cádmio, no único ponto amostral destes parâmetros, foi inferior ao limite de detecção e ao limite quantificação respectivamente, logo, não foram discutidos os resultados destes parâmetros. Os resultados obtidos na primeira campanha de amostragem para o rio São João e reservatório de Juturnaíba do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI podem ser observados nas figuras Figura 5-2 Figura 5-3

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



**CONAMA 357/2005** — Doce classe 2 limite inferior — Doce classe 2 limite superior

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



**CONAMA 357/2005** — Limite inferior — Limite superior — Doce classe 2 - - Salobra classe 1

### 5.3 Rio Roncador

Dentre os parâmetros analisados ao longo do rio Roncador, a DBO, principalmente P1 (7 mg/L), P2 (5 mg/L) e P3 (10 mg/L), turbidez, principalmente P3 (80,7 NTU) e P4 (211 NTU) e os coliformes termotolerante (> 1600 NMP/100mL) foram os parâmetros que registraram valores acima dos limites preconizados para águas de classe 2 da resolução CONAMA 357 de 2005. Os resultados obtidos na primeira 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 na Figura 5-4 e na Tabela 5-2.

**Tabela 5-2 Resultados analíticos da primeira 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
	13/06/2022			
Clorofila-a (µg/L)	0,27	0,27	0,27	0,7
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	>1600,0	>1600,0	>1600,0	920
Coliformes Totais ( )	>1600,0	>1600,0	>1600,0	1600
Cor Verdadeira (Pt Co)	5	5	10	5
DBO - 5 dias (mg/L)	7	5	7	4
Fitoplâncton (Céls/mL)	5	33	8	29
Fósforo Total (mg/L)	0,02	0,04	0,04	< 0,01
Nitrato (como N) (mg/L)	0,28	0,18	0,22	0,62
Nitrito (como N) (mg/L)	0,023	0,026	0,009	0,031
Nitrogênio Total (mg/L)	0,5	0,3	0,3	1,9
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	6	5,48	5,1	5,71
pH	6,95	6,91	6,75	6,79
Salinidade (mg/L)	0,03	0,05	0,04	0,05
Sólidos em Suspensão Totais (mg/L)	6	13,5	24	189,3
Temperatura (°C)	17,73	20,07	20,01	20,96
Turbidez (NTU)	2,97	22,2	80,7	211
Vazão (mm³/s)	0,0462	0,0276	0,0785	0,243173

Todos os pontos amostrados ao longo do rio apresentaram concentrações significativas de coliformes totais e termotolerantes, sendo os valores para coliformes termotolerantes acima do limite de 1000 NMP/100ml preconizado pela resolução CONAMA 357/05. Os pontos P1 e P3 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 (VON-SPERLING, 2017).

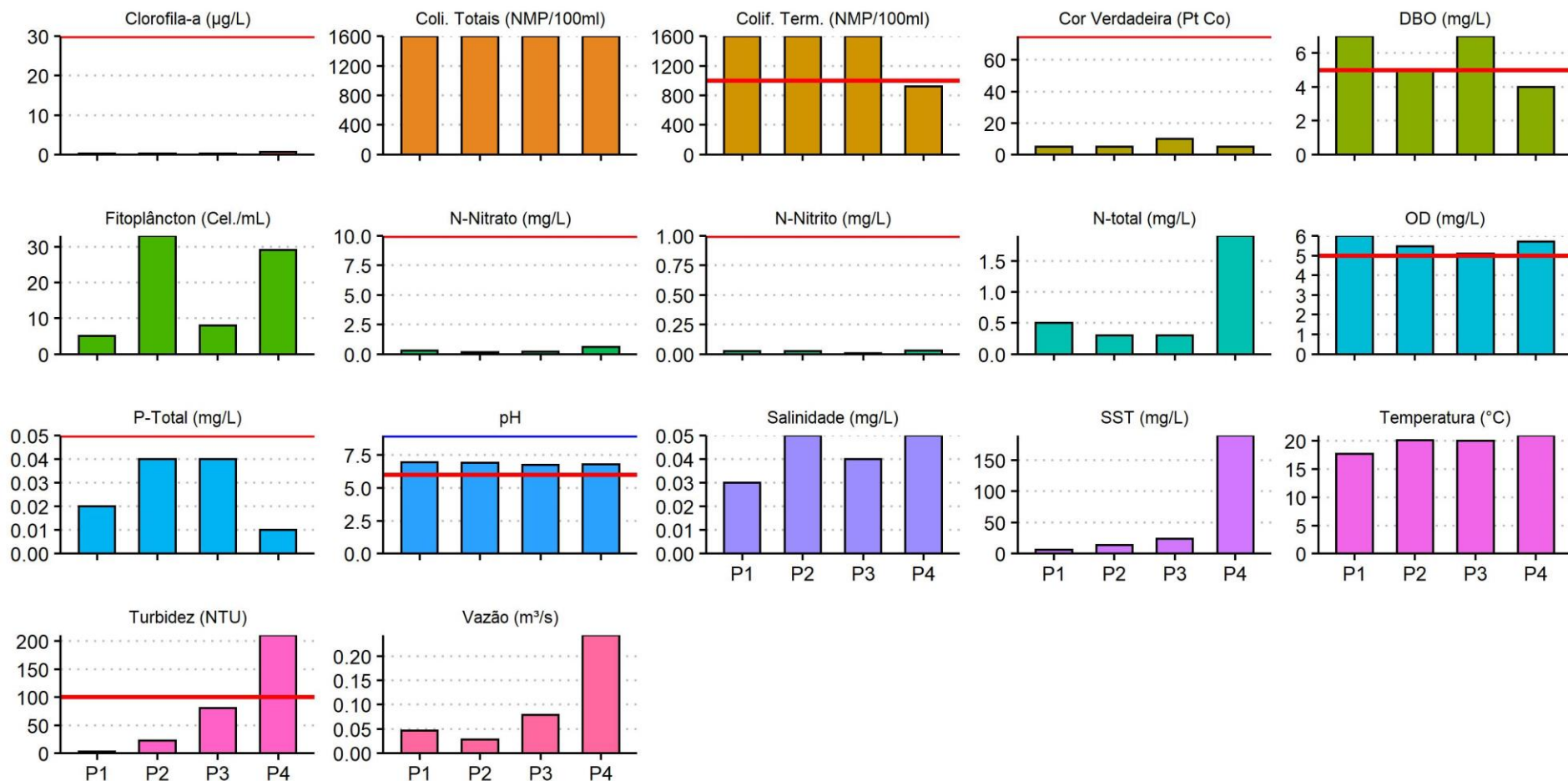


Fernandes, 2021 ao analisar a água do rio Rocandor nos anos de 2016 e 2019, além de constatar a presença de bactérias indicadoras fecais em maior quantidade em trechos a jusante, também percebeu uma piora da qualidade do rio entre os dois anos. Além disso, foi constatada a presença de bactérias potencialmente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

O ponto P4 registrou o maior valor para turbidez e sólidos em suspensão total. Esses resultados podem estar relacionados ao alto grau de assoreamento do ponto. Devido ao alto grau de assoreamento, a vazão foi estimada pela técnica flutuador e não do molinete. Essa alteração na metodologia pode ter levado a uma estimativa de vazão com altos valores registrados para esse ponto.



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



**CONAMA 357/2005** — Doce classe 2 limite inferior — Doce classe 2 limite superior

## 5.4 Lagoa de Jaconé

Dentre os parâmetros físicos e químicos analisados para a lagoa de Jaconé, apenas o nitrogênio amoniacal, no ponto P2 (0,42 mg/l) apresentou não conformidade com os limites preconizados na para águas salobras na legislação CONAMA 357/2005. Em nenhum dos pontos amostrais foram detectadas concentrações de fenóis. Os resultados obtidos na primeira 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 na Figura 5-5 e na Tabela 5-3.

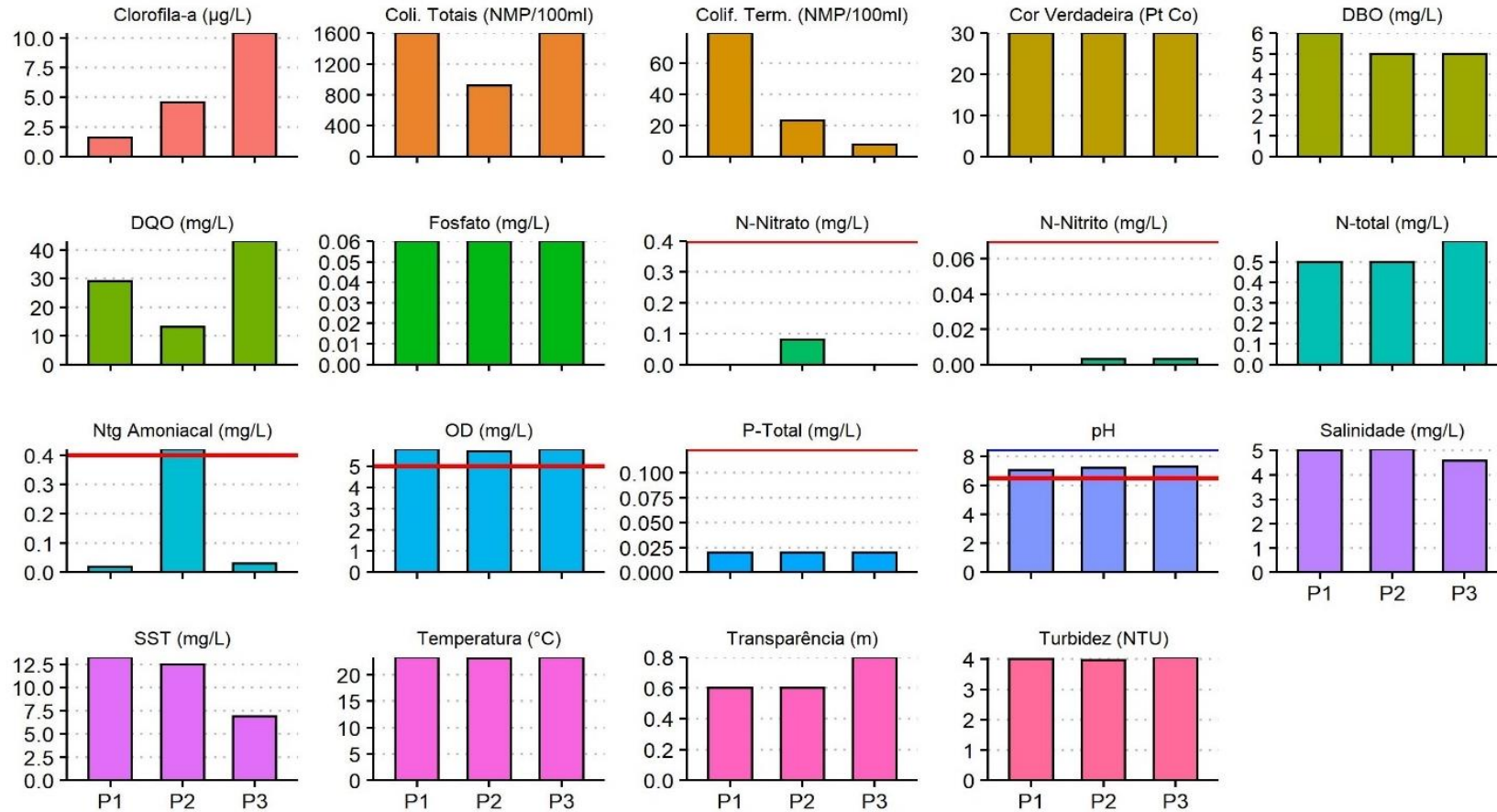
**Tabela 5-3 Resultados analíticos da primeira campanha de amostragem da lagoa de Jaconé do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI**

Parâmetro	P1	P2	P3
	09/06/2022		
Clorofila-a (µg/L)	1,6	4,54	10,41
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	79	23	7,8
Coliformes Totais (NMP/100mL)	>1600,0	920	>1600,0
Cor Verdadeira (Pt Co)	30	30	30
DBO - 5 dias (mg/L)	6	5	5
DQO (mg/L)	29	13	43
Fosfato (mg/L)	<0,06	<0,06	<0,06
Fósforo Total (mg/L)	0,02	0,02	0,02
Índice de Fenóis (mg/L)	N.D	N.D	N.D
Nitrato (como N) (mg/L)	N.D	0,08	N.D
Nitrito (como N) (mg/L)	N.D	0,003	<0,003
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	0,02	0,42	0,03
Nitrogênio Total (mg/L)	0,5	0,5	0,6
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	5,8	5,7	5,8
pH	7,07	7,22	7,3
Salinidade (mg/L)	5	5,06	4,58
Sólidos em Suspensão Totais (mg/L)	13,3	12,5	6,9
Temperatura (°C)	23,3	23,1	23,4
Transparência (m)	0,6	0,6	0,8
Turbidez (NTU)	4,01	3,98	4,07

A razão entre a DQO e a DBO apresentou valores altos em dois pontos amostrais da lagoa de Jaconé (DQO/DBO; P1 = 4,83; P2 = 2,6; P3= 8,6), 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.

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



**CONAMA 357/2005** — Salobra classe 1 limite inferior — Salobra classe 1 limite superior

## 5.5 Lagoa de Saquarema

O enquadramento dos pontos amostrais da lagoa de Saquarema variou conforme a salinidade aferida em campo, sendo assim, os pontos mais internos da Lagoa (P4 = 27, P5 = 26 e P6 = 23,6 mg/L) foram classificados como salobros dado a maior influência de rios na região, enquanto os pontos mais externos (P1 = 34,5, P2 = 35,5 e P3 = 34,4 mg/L) foram classificados como salinos dado a maior influência oceânica nestes pontos. A Tabela 5-4 indica os valores registrados para os parâmetros analisados para a lagoa de saquarema.

**Tabela 5-4 Resultados analíticos da primeira 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
	09/06/2022					
Clorofila-a (µg/L)	5,87	21,89	24,3	20,29	10,95	12,55
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	<1,8	17	13	<1,8	23	920
Coliformes Totais (NMP/100mL)	33	220	130	13	>1600,0	>1600,0
Cor Verdadeira (Pt Co)	5	5	10	10	25	20
DBO - 5 dias (mg/L)	11	14	13	16	14	20
Fosfato (mg/L)	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,06	N.D
Fósforo Total (mg/L)	0,05	0,02	0,03	0,02	0,09	0,06
Índice de Fenóis (mg/L)	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Nitrato (como N) (mg/L)	N.D	N.D	0,12	0,15	N.D	N.D
Nitrito (como N) (mg/L)	N.D	N.D	0,004	0,005	N.D	<0,003
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	N.D	0,02	0,41	0,46	0,02	<0,01
Nitrogênio Total (mg/L)	0,5	0,7	0,6	0,7	1,1	0,8
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	7,1	7,1	7,6	6,2	6,5	7,3
pH	8,37	8,5	8,52	8,53	8,22	8,53
Salinidade (mg/L)	34,5	35,2	34,4	27	26	23,6
Sólidos em Suspensão Totais (mg/L)	53,3	44,6	43	94	23,3	34,5
Temperatura (°C)	24,1	23,3	23,8	24,2	25,3	24,1
Transparência (m)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6
Turbidez (NTU)	6,1	7,1	8,3	7,2	15	11,4

Dentre os parâmetros analisados, a DBO, todos os pontos acima de 10 mg/L, o nitrogênio amoniacal (0,41 mg/L em P3) e o fosforo total, em que o maior valor foi registrado em P9 (0,09 mg/L), foram aqueles que apresentaram não conformidade com a resolução CONAMA 357/2005. A DBO é um bom indicador da entrada de matéria orgânica alóctone em um ecossistema aquático, sendo assim, a não conformidade dos parâmetros supracitados pode ser decorrente da entrada de efluente sanitário não tratado na lagoa de Saquarema. O ponto P6, além da maior DBO 20, também registrou os maiores valores

de coliformes totais (>1600 NMP/100 ml) e coliformes termotolerantes (920 NMP/100 ml) corroborando com a informação supracitada.

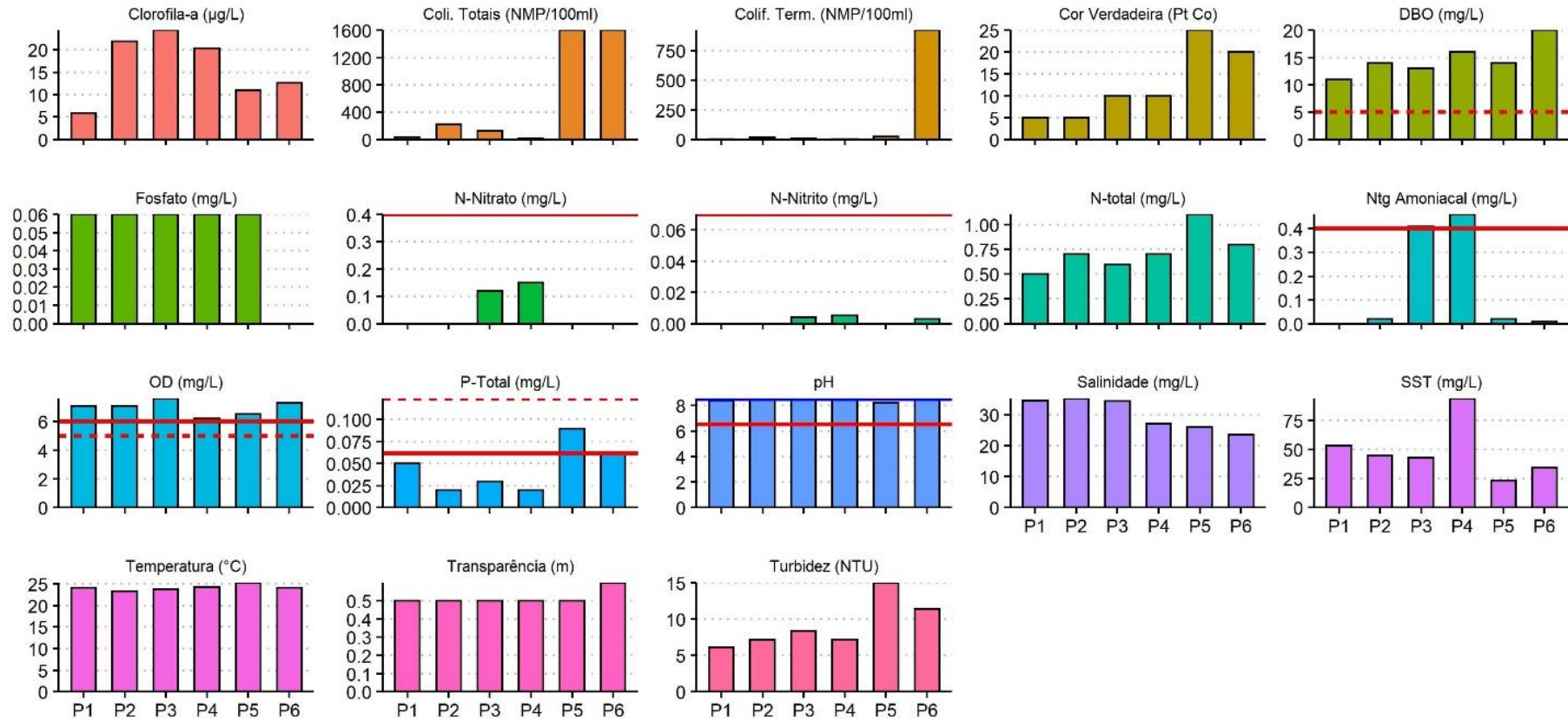
Além da alta DBO, P4 e P5 apresentaram altas concentrações de nitrogênio amoniacal (e baixas concentrações de nitrito e nitrato), que indica a ocorrência de contaminação recente por efluentes doméstico, já que a amônia ainda não passou pelos processos de nitrificação por microrganismos.

O Ponto P5, também registrou concentrações acima do estabelecido pela legislação para fósforo total. O fósforo, assim como o nitrogênio, são nutrientes limitantes para o crescimento das comunidades aquáticas, sendo os elementos causadores da eutrofização e para o crescimento de organismos fitoplanctônicos. As altas concentrações de fósforo e nitrogênio em P5 pode ser em 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.

Em nenhum dos pontos amostrais foram detectadas concentrações de fenóis. Os resultados obtidos na primeira campanha de amostragem para a lagoa de Saquarema do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI podem ser observados na Figura 5-6.

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



**CONAMA 357/2005** — Limite inferior — Limite superior — Salina classe 1 - - Salobra classe 1



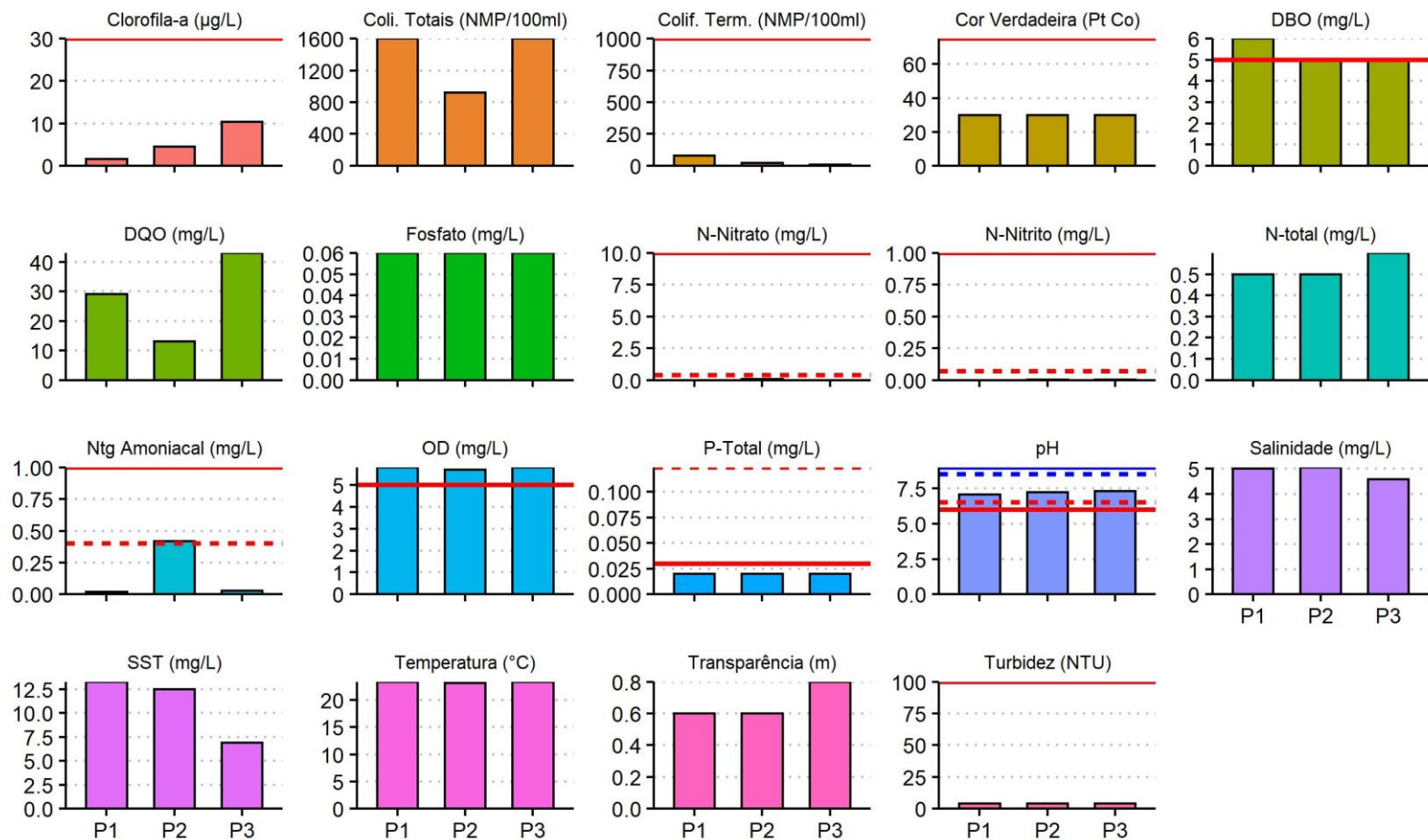
## 5.6 Lagoa de Jacarepiá

Os resultados das análises realizadas para a lagoa de Jacarepiá podem ser observadas na Tabela 5-5. A salinidade registrada, em média foi de 0,72, sendo classificada, segundo a resolução CONAMA 357/2005, como salobra (salinidade superior a 0,5 e inferior a 30). A partir dos resultados de salinidade definiu-se, para a apresentação dos limites, duas classificações: Classe 2 para águas doces e classe 1 para águas salobras (BRASIL, 2005). Dentro de todos os parâmetros analisados, apenas a DBO (em P2, 6 mg/L) apresentou uma concentração superior ao limite preconizados para águas doces de classe 1. Em nenhum dos pontos amostrais foram constatadas concentrações de fenóis e fosfatos acima do limite de detecção. Os resultados obtidos na primeira 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 5-7.

**Tabela 5-5 Resultados analíticos da primeira 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
	09/06/2022		
Clorofila-a (µg/L)	4,81	1,34	1,34
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	23	23	13
Coliformes Totais (NMP/100mL)	79	110	70
Cor Verdadeira (Pt Co)	60	60	60
DBO - 5 dias (mg/L)	3	6	4
Fitoplâncton (Céls/mL)	1715	2287	939
Fosfato (mg/L)	N.D	N.D	N.D
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)	<0,05	0,08	0,06
Nitrito (como N) (mg/L)	<0,003	0,008	<0,003
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	<0,01	0,03	0,29
Nitrogênio Total (mg/L)	0,8	0,9	0,8
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	5,3	5,6	5,1
pH	8,01	8,15	8,14
Salinidade (mg/L)	0,73	0,72	0,72
Sólidos em Suspensão Totais (mg/L)	N.D	9	2,5
Temperatura (°C)	23,2	23,1	23
Transparência (m)	0,9	0,8	1
Turbidez (NTU)	5,33	5,27	5,6

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



**CONAMA 357/2005** — Limite inferior — Limite superior

— Doce classe 2 - - Salobra classe 1

Apesar da não conformidade da DBO para P2, outros parâmetros que poderiam indicar um cenário de enriquecimento de nutrientes (fosforo total, nitrogênio amoniacal e densidade do fitoplâncton) se apresentaram abaixo dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005.

Santangelo *et al* 2007, ao avaliar a estrutura da comunidade zooplânctonica na lagoa eutrófica de Iboassica (Macaé-RJ), constatou concentrações de clorofila-a que variaram de 20 até 235  $\mu\text{g/L}$  e uma concentração máxima de fosforo total de 0,127 mg/L. Logo, as concentrações de parâmetros indicadores de enriquecimento por matéria orgânica e eutrofização mantiveram-se muito abaixo de valores encontrados para ambientes eutrofizados próximos.

Essa não conformidade para DBO pode estar relacionado com a localização de P2, uma vez que este é o ponto mais próximo dos ambientes urbanizados e pode ocorrer devido ao escoamento superficial.

## 6 CONCLUSÃO

O reservatório de Juturnaíba e o rio São João registraram altas concentrações de ferro e alumínio na água. Esses valores podem ocorrer em devido a presença de processos erosivos, desmatamento e, influenciado 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. O último ponto (P4) apresenta-se assoreado com valores de turbidez e sólidos em suspensão altos.

A lagoa Jaconé apresentou valores dentro dos limites de referência para água salobra, classe 1 (CONAMA 357/2005) para os parâmetros analisados, o que pode indicar uma boa qualidade da água. Também se observa na lagoa de Jaconé, nas estações P1 e P3, valores maiores do que 4 para a razão entre DQO/DBO, um indicio 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 valores dentro dos limites de referência para água salobra, classe 1, e doce classe 2 (CONAMA 357/2005). Apenas o ponto P2 registrou DBO acima do limite preconizado pela legislação, que pode ser oriundo do escoamento superficial da área urbana próxima. Esses resultados indicam que, de maneira geral, há uma boa qualidade de água para esse sistema.

Em suma, os ambientes que compreendem o presente monitoramento apresentam indícios de enriquecimento orgânico através do aporte de efluente doméstico. Tal afirmação se dá em decorrência detecção de elevadas concentrações de parâmetros indicadores enriquecimento de matéria orgânica (fosforo, nitrogênio amoniacal, coliformes termotolerantes e DBO), logo, não apresentando conformidade com os limites dispostos na resolução CONAMA 357/2005.

## 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
Gabriel Klippel de Assis	Graduado em Ciências Biológicas. Mestrando em Biodiversidade Neotropical.	-
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, 2003a.

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

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.

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, 1998a.

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

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

