

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

Setembro/Octubro 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

Índice Geral

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

5	Resultados	22
5.1	Dados climáticos	22
5.2	Rio São João e Reservatório de Juturnaíba	23
5.3	Lagoa de Saquarema	32
6	Conclusão	37
7	Equipe Técnica	38
8	Referências	39
	ANEXOS	41

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 segunda 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 dos recursos hídricos pelo Comitê de Bacia Hidrográfica Lagos São João, contribuindo, assim, com informações relevantes para a preservação dos rios e lagoas da região.

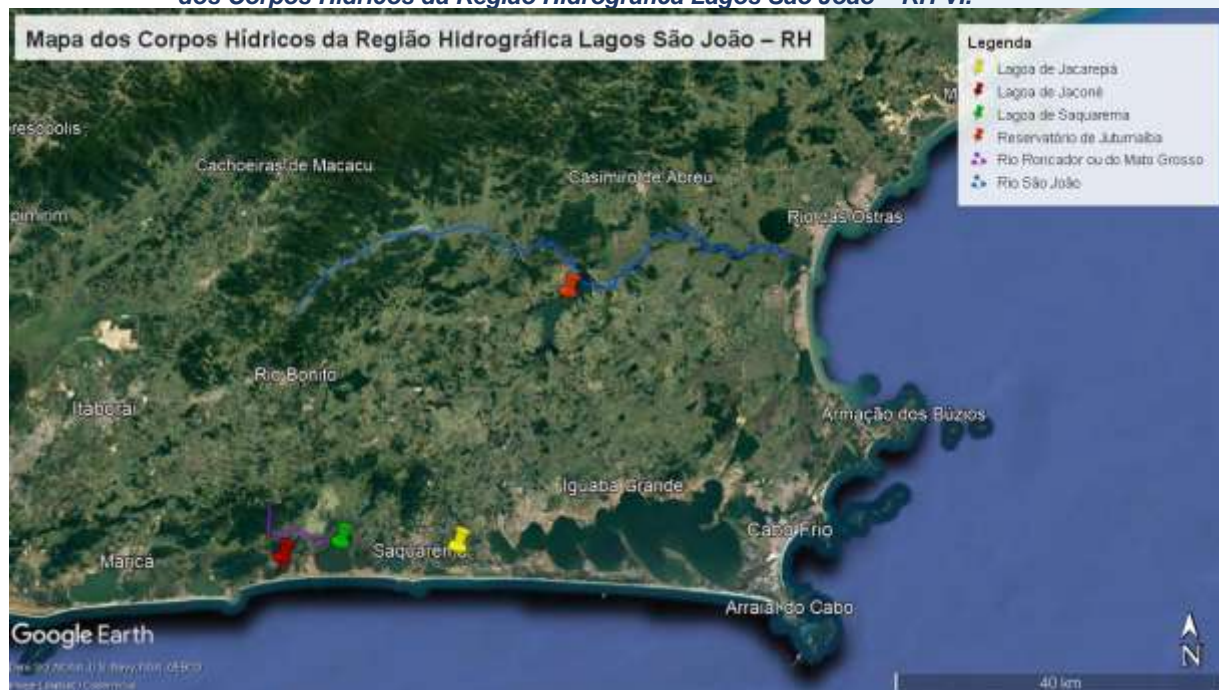
2 ÁREA DE ESTUDO

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 do Rio São João, Reservatório de Juturnaíba e Lagoa de Saquarema da Região Hidrográfica Lagos São João (Figura 2-1).

Nesse segundo relatório serão abordados os sistemas Rio São João, Reservatório Juturnaíba e Lagoa de Saquarema, que serão apresentados separadamente a seguir.

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



2.1 Rio São João e Reservatório de Juturnaíba

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

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

O Rio São João possui sua nascente na Serra do Sambê e 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 à riqueza da ictiofauna, podem ser encontradas aproximadamente 89 espécies de peixes ameaçados, sendo a presença de espécies invasoras como os tucunarés (*Cichla*), Tilapias (*Oreochromis* e *Coptodon*), bagre-africano (*Clarias gariepinus*) e carpas (*Cyprinus carpio*), uma forte ameaça para a ictiofauna endêmica.

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

2.1.1 Pontos Amostrais

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

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

Pontos Amostrais	Referência	Latitude	Longitude
01	PONTE RJ 106 - RIO BACAXÁ	22°42'44.54"S	42°21'37.19"O
02	ESTRADA DE FERRO - RIO CAPIVARI	22°38'48.15"S	42°22'35.88"O
03	PÓRTICO S. JARDIM PONTE CAPIVARI	22°38'33.32"S	42°24'0.89"O
04	INDAIAÇU	22°28'13.94"S	42°12'18.39" O
05	JUSANTE DO CONDOMÍNIO INDUSTRIAL	22°29'0.53"S	42°11'26.68"O
06	JUSANTE DE CASIMIRO DE ABREU	22°30'6.99"S	42°11'48.96"O
07	BR 101 PONTE (Bacia do Alto Médio São João)	22°33'52.83"S	42°21'49.69"O
08	JUTURNAÍBA INÍCIO REPRESA	22°38'26.79"S	42°18'1.35"O

Pontos Amostrais	Referência	Latitude	Longitude
09	INDAIAÇU FOZ (Bacia Baixo São João)	22°33'19.11"S	42°11'14.07"O
10	ANTES AGRISA (Bacia Baixo São João)	22°33'29.18"S	42° 9'16.51"O
11	AGRISA (Bacia Baixo São João)	22°33'24.08"S	42° 8'31.09"O
12	SÃO JOÃO MORRO DELTA (Bacia Baixo São João)	22°33'41.47"S	42° 2'15.31"O
13	SÃO JOÃO FOZ (Bacia Baixo São João)	22°35'45.17"S	41°59'46.18"O

Figura 2-2 Mapa dos pontos amostrais do monitoramento da qualidade de água do Rio São João e Reservatório de Juturnaíba.



2.2 Lagoa de Saquarema

A Laguna de Saquarema é um importante corpo hídrico de água salgada do Estado do Rio de Janeiro que permite atividades de recreação, pesca e iatismo. Este sistema lagunar é composto por quatro lagoas interconectadas, sendo elas 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.

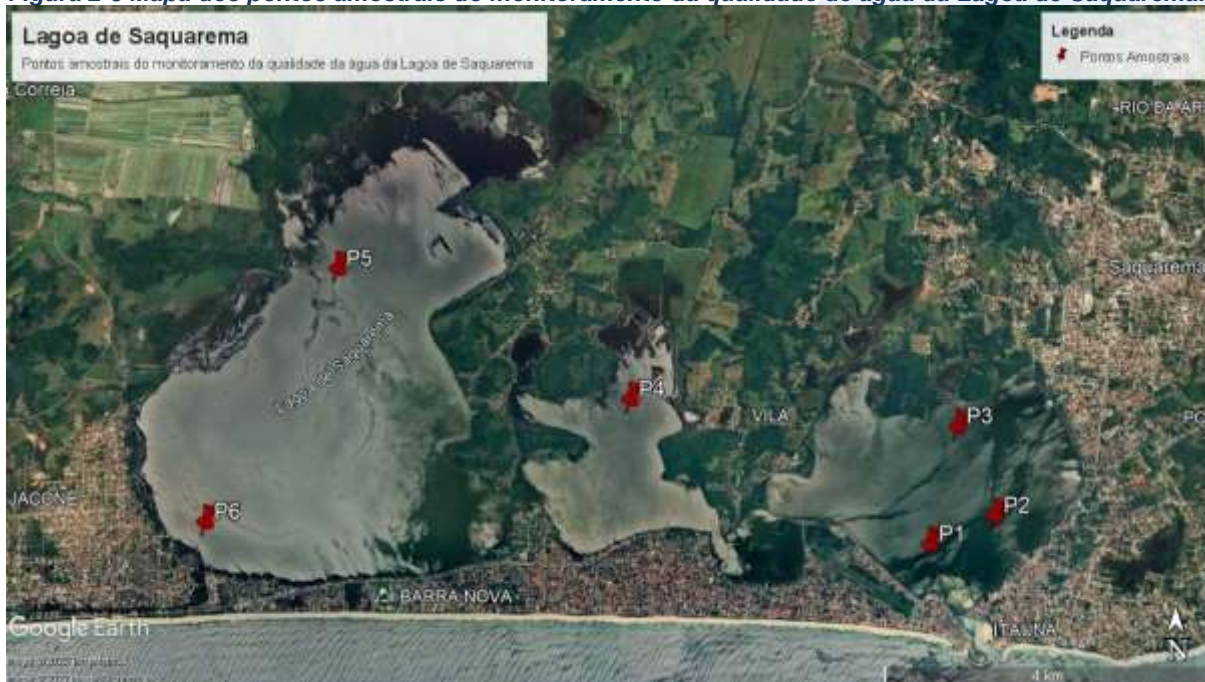
2.2.1 Pontos Amostrais

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

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

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

Figura 2-3 Mapa dos pontos amostrais do monitoramento da qualidade de água da Lagoa de Saquarema.



3 METODOLOGIA

As coletas foram realizadas nos dias 20/09/2022 e 26/10/2022, nos pontos amostrais supracitados. As coletas de água foram realizadas de acordo com a revisão mais recente, versão 23ª edição (2017), 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
Saquarema - Sampaio Correia - A667	22°52'12"	42°36'36"
Silva Jardim - Silva Jardim - A659	22°38'60"	42°25'12"
Arraial do Cabo - A606	22°58'48"	42°1'12"

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 um 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.

Quadro 3-2 - Parâmetros Físicos, químicos e biológicos analisados na 2ª campanha do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica

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

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

Para todos os resultados foram elaborados gráficos e tabelas 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, como por exemplo os publicados por BIDEGAIN et al., 2003, Marques et al. (2016), Toledo et al. (2021), 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. 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 à saúde humana, animal e vegetal. Dentre seus impactos na biota podemos listar interferências em processos fisiológicos em plantas e falha na osmorregulação branquial de organismos aquáticos. Já na saúde humana, a exposição aguda pode levar a danos celulares causando lesões no sistema nervoso, rins, fígado e pulmões (JAISHANKAR et al., 2014).

4.2 Cádmi total

O cádmio é um metal encontrado na natureza em associação com minérios de zinco, cobre e chumbo. Sua principal entrada no ambiente se dá através de efluentes industriais e pelo uso de fertilizantes químicos e catalizadores. As fontes naturais desse elemento são a atividade vulcânica, a erosão de rochas sedimentares e incêndios florestais (AZEVEDO; CHASIM, 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 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, 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 Fosfato e Fósforo total

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

4.14 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).

4.15 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).

4.16 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).

4.17 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 mortalidade de organismos aquáticos pela diminuição do oxigênio dissolvido (SAN DIEGO-MCGLONE et al., 2008).

4.18 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).

4.19 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).

4.20 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).

4.21 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.

4.22 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).

4.23 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).

4.24 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).

4.25 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).

4.26 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).

4.27 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 01 a 20 de setembro de 2022 foi de 26,6 mm na estação de Arraial do Cabo (A606), 43,6 mm na estação de Silva Jardim (A659) e 84 mm na estação de Saquarema (A667). Já para o período de 06 a 26 de outubro a pluviosidade foi de 5,4 mm, 26 mm e 27 mm, respectivamente. Segundo os dados das estações analisadas, as maiores precipitações ocorreram próximo às datas de coleta. Em setembro a precipitação mensal foi maior na Estação de Saquarema, representando quase o dobro de Silva Jardim e bem maior que a de Arraial do Cabo. Já em outubro, Silva Jardim e Saquarema registraram precipitações semelhantes, aproximadamente, 5 vezes a registrada na estação de Arraial do Cabo (Figura 5-1 e Figura 5-2).

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

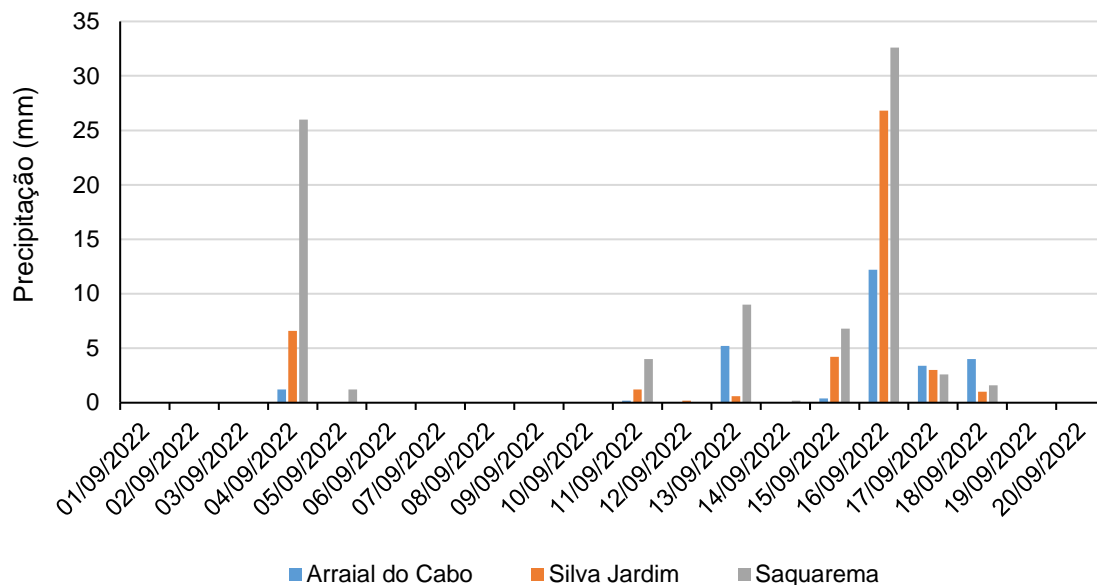
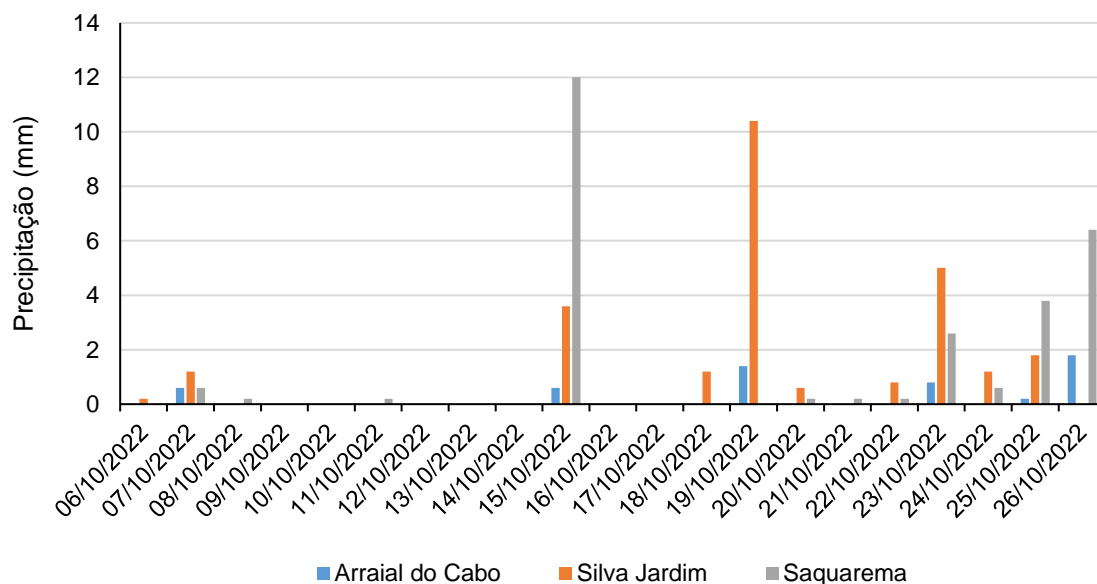


Figura 5-2 Dados de pluviosidade dos 15 dias que antecederam à campanha de outubro do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.



5.2 Rio São João e Reservatório de Juturnaíba

O Reservatório de Juturnaíba é monitorado pelos pontos P1, P2, P3, P7 e P8, enquanto o Rio São João compreende os demais pontos. Os resultados das análises, realizadas nessa campanha, podem ser vistos na Tabela 5-1.

No Reservatório Juturnaíba, observa-se maior vazão nos pontos caracterizados como lóticos, como, por exemplo, P1 (3,873 m³/s) e P7 (5,875 m³/s). Nessa campanha, a

maior salinidade para a região do Reservatório de Juturnaíba foi em P6 foi de 0,08 mg/L. Apesar de ser caracterizada nessa campanha como maior salinidade, destaca-se que esse valor ainda caracteriza a água como doce, uma vez que o limite entre águas doces e salobras, preconizado pela CONAMA 357/2005, é de 0,5 mg/L. Em regiões mais conservadas, com maior cobertura vegetal, essa salinidade pode ser menor como ocorre em P7, por exemplo.

Relacionado a carga orgânica, observa-se que, de maneira geral, há baixas concentrações da série nitrogenada e valores de DBO dentro dos limites estabelecidos para a CONAMA 357/2007 (i.e. menores do que 5 mg/L). Entretanto, para a carga de fósforo total, importante nutriente relacionado com a eutrofização, observa-se que os valores registrados foram maiores que aqueles encontrados em junho, para os pontos localizados no Reservatório Juturnaíba, principalmente para os pontos, P1, P2 e P3, uma vez que nessa campanha as concentrações desse nutriente ultrapassaram os valores estabelecidos pela CONAMA 357/2005. Esses resultados podem contribuir para o crescimento da comunidade fitoplanctônica e, também, para os valores de oxigênio dissolvido registrado. Nessa campanha a concentração de oxigênio dissolvido foi menor que o limite estabelecido pela legislação supracitada, para todas as estações. Estes resultados podem estar relacionados com o aumento da carga de fósforo no sistema. O aumento das concentrações de nutrientes está relacionado com o uso do solo do entorno, como dito anteriormente.

Em relação a concentrações de metais, pode-se observar que o alumínio dissolvido (exceto P4) e o ferro dissolvido registraram valores superiores ao que preconiza o quadro legal. Já o manganês ficou acima do permitido nos pontos P1 e P3.

O Rio São João compreende os pontos P4, P5, P6, P9, P10, P11, P12 e P13. Nessa região, observa-se que os maiores valores de salinidade (0,55 mg/L), e vazão (30,144 m³/s) são registrados no ponto P13, ponto que sofre maior influência do ecossistema marinho, em comparação com os pontos a montante.

Em relação a carga orgânica, a série nitrogenada também registrou baixas concentrações. Entretanto, observa-se valores acima do preconizado pela legislação para o DBO a partir do ponto P10. Também foi registrado, nessa campanha, valores de fósforo total acima da legislação para os pontos P6 e de P9 a P13. O mesmo padrão pode ser observado para a DQO. As estações P9 a P13 estão à jusante da cidade de Casimiro de Abreu e podem ser em decorrência do aporte de esgotamento sanitário nesse corpo hídrico.

Foi observado que o ponto P10 está com a cor verdadeira muito elevada (400 mg Pt/L), decorrente da cor alaranjada identificada na amostragem. Esse ponto também registrou concentrações de manganês (0,33 mg/L) e ferro dissolvido (1,5 mg/L) acima do preconizado pela CONAMA 357/2005 (0,1 e 0,3 mg/L, respectivamente).



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

Parâmetro	Reservatório de Juturnaíba								Rio São João					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	
	26/10/2022													
Alumínio Dissolvido (mg/L)	0,11	0,128	0,103	0,07	0,102	0,131	0,295	0,216	0,044	<0,005	N.D	0,014	N.D	
Cádmio Total (mg/L)	<0,0005													
Chumbo Total (mg/L)	0,0009	0,0003	0,0007	<0,0002	0,0004	0,0002	0,0013	0,0004	0,0003	<0,002	0,0003	0,0007	0,003	
Clorofila-a (µg/L)	0,27	0,27	0,27	<0,01	0,27	<0,01	0,8	5,34	<0,01	1,34	0,27	0,8	0,27	
Cobre Dissolvido (mg/L)	N.D													
Condutividade (µs/L)	115	70,5	69	54	79	170,2	47	74	96	365	68	1060	1033	
Cor Verdadeira	20	20	10	15	40	10	20	20	5	400	40	30	5	
DBO - 5 dias (mg/L)	4	4	4	4	4	5	5	4	4	12	14	12	10	
DQO (mg/L)	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	10	34	123	39	42	34	
Enterococcus (NMP/100mL)	97	146	228	243	368	7701	73	31	<1,0	41	<1,0	41	373	
Feofitina-a (µg/L)	0,29	<0,01	<0,01	0,19	0,11	0,19	0,13	<0,01	<0,01	<0,01	0,11	0,51	0,48	
Ferro Dissolvido (mg/L)	1,434	1,547	1,51	0,36	1,503	0,588	0,615	0,533	0,006	1,496	0,022	0,12	0,021	
Fitoplâncton (Céls/mL)	11036													
Fosfato (mg/L)	0,08	0,1	0,1	0,12	0,14	0,27	N.D	<0,06	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	
Fósforo Total (mg/L)	0,04	0,07	0,04	<0,01	0,03	0,18	<0,01	<0,01	0,12	0,17	0,09	0,12	0,12	
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)	0,121	0,048	0,125	0,023	0,115	0,046	0,018	0,008	0,08	0,33	0,052	0,044	0,006	
Níquel Total (mg/L)	<0,001													
Nitrato (como N) (mg/L)	0,53	0,39	0,38	0,71	0,36	1,03	0,43	0,14	0,33	0,08	0,19	0,27	N.D	
Nitrito (como N) (mg/L)	0,006	0,019	0,02	<0,003	0,021	0,147	0,005	<0,003	0,008	0,004	0,005	0,004	N.D	
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	0,07	0,12	0,16	0,09	0,33	1,19	0,14	0,08	0,29	0,04	0,09	0,17	N.D	
Nitrogênio Total (mg/L)	1,3	1,6	1,5	0,7	0,4	4,3	0,9	1,7	0,3	<0,1	1,4	0,3	0,1	
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	2,9	2,6	3,4	3,1	2,1	4,7	3,3	3,5	5,8	4,86	5,43	3,98	5,28	
pH	6,56	6,92	7,21	6,74	6,8	5,95	6,4	6,46	6,53	6,02	6,39	6,11	8,07	
Salinidade (mg/L)	0,06	0,03	0,04	0,02	0,04	0,08	0,02	0,04	0,04	0,17	0,03	0,52	0,55	
Sólidos em Suspensão Totais (mg/L)	2,5	4,5	2,5	3,5	3	3	5	5	4,5	2,5	2	3,5	15	
Temperatura (°C)	25,7	26,8	25	25,3	24,9	24,4	24,9	26,1	24,23	27	25,83	25,4	24,35	
Temperatura Ambiente (°C)	27	26	26	26	25	24	26	26	26	27,5	27	27	26	
Turbidez (NTU)	24,1	20,5	19,6	2,6	10,8	12,3	9,8	25,2	0,5	20	0,8	0,9	0,5	
Vazão (m³/s)	3,873	1,176						5,875			1,115			
Zinco Total (mg/L)												<0,05		

Os solos da região são extremamente intemperizados, compostos principalmente por oxi-hidróxidos de alumínio e ferro, com uma cor marrom a vermelha e caracterizada por uma textura argilosa e siltosa. A baixa coesão do solo o torna suscetível à erosão. Além disso, a retificação artificial dos rios afluentes da represa para melhorar os solos de drenagem, acelerou o fluxo de água, aumentando a erosão das margens e o transporte de sedimentos, causando assim alterações na qualidade da água (BIDEGAIN et al., 2003).

De acordo com Marques et al. (2016), as maiores concentrações de ferro e alumínio na água 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 à 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. Uma vez nos reservatórios de água, os metais podem se apresentar associados aos sedimentos particulados em suspensão ou de fundo, nas formas solúveis ou podem estar assimilados à biota. Essas diferentes fases estão associadas a uma série de processos químicos, físico-químicos e geoquímicos, tais como: adsorção, complexação, precipitação e assimilação biológica, que favorecem a retenção nos sedimentos superficiais, dos metais associados a diversos substratos, a exemplo das superfícies de argilominerais, óxidos e hidróxidos de ferro e manganês, carbonatos, sulfetos e matéria orgânica (PATCHINEELAM et al., 1983).

O fósforo foi identificado em quase todos os pontos amostrados. De acordo com o trabalho de Marques et al. (2016) a concentração desses nutrientes 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.

As concentrações de DBO encontradas em todos os pontos, estão acima do valor orientador da CONAMA 357/2005 para águas doces de classe 1. Os resultados obtidos na segunda campanha de amostragem para o Rio São João do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI podem ser observados nas figuras Figura 5-3 a Figura 5-6.

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

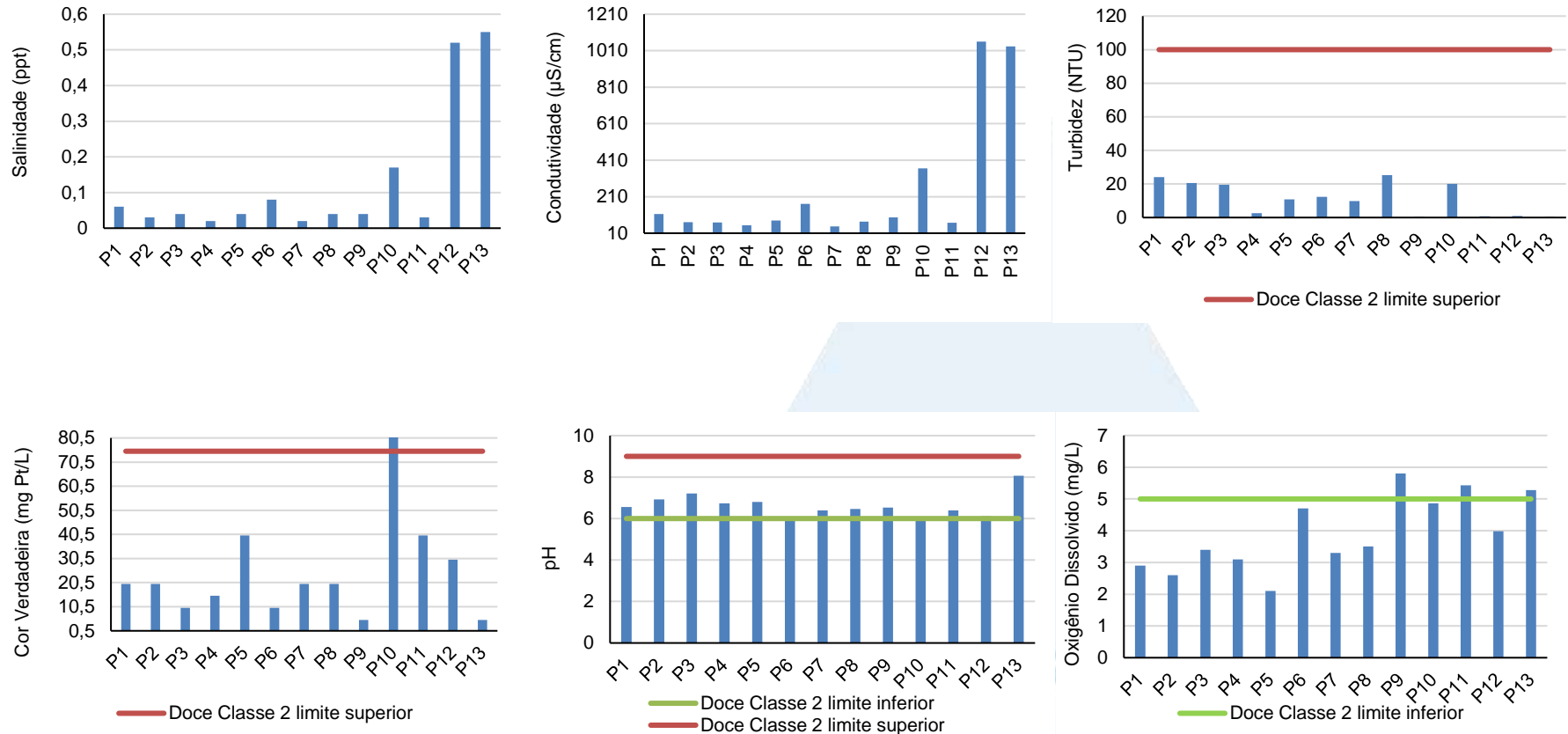


Figura 5-4 Gráfico de barras dos resultados analíticos da segunda campanha de amostragem do Reservatório de Juturnaíba do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.

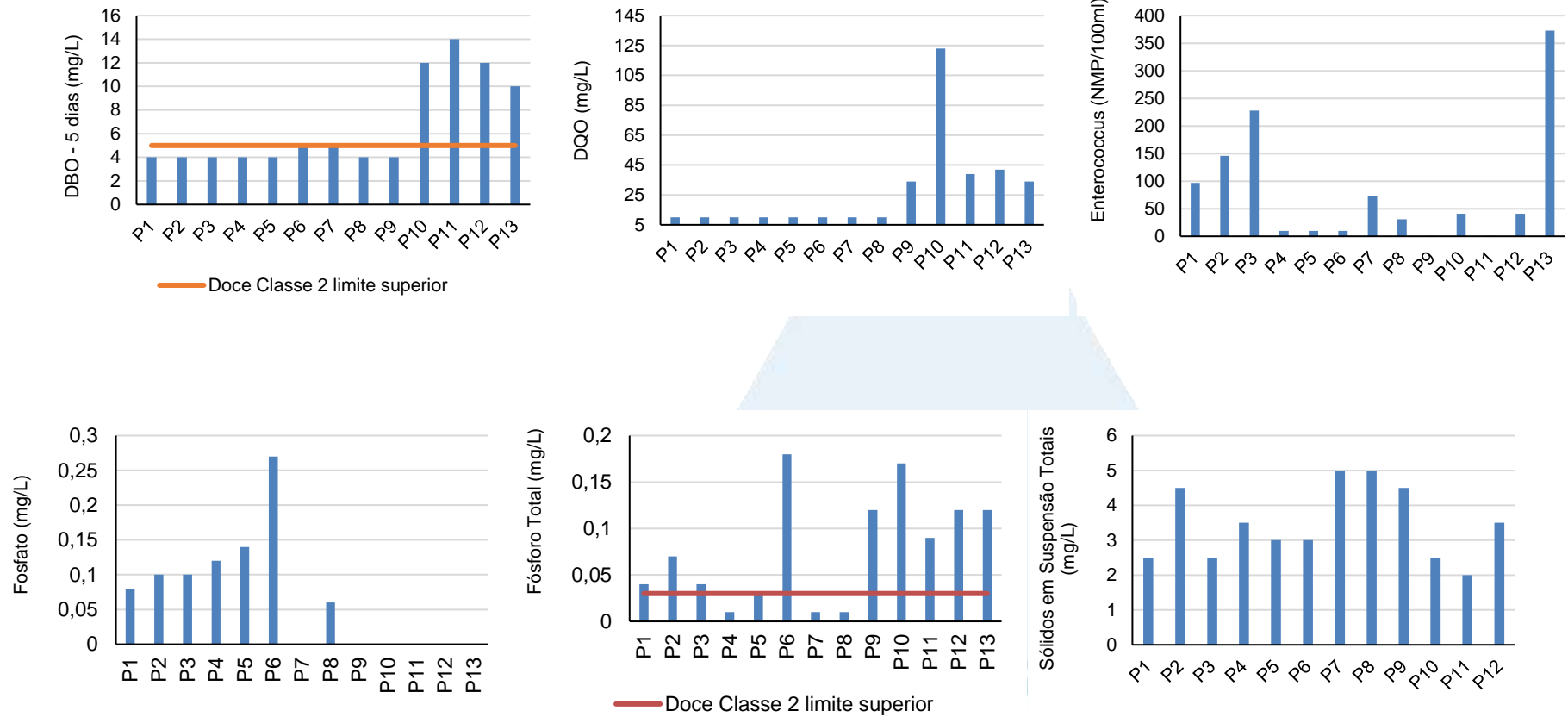


Figura 5-5 Gráfico de barras dos resultados analíticos da segunda campanha de amostragem do Reservatório de Juturnaíba do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.

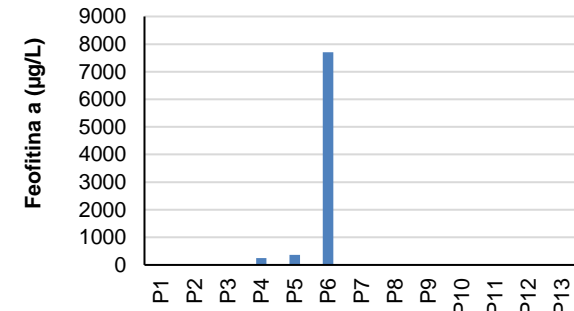
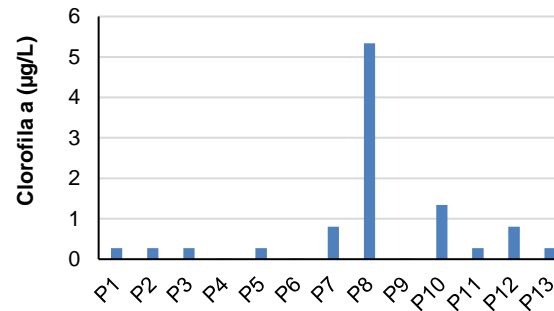
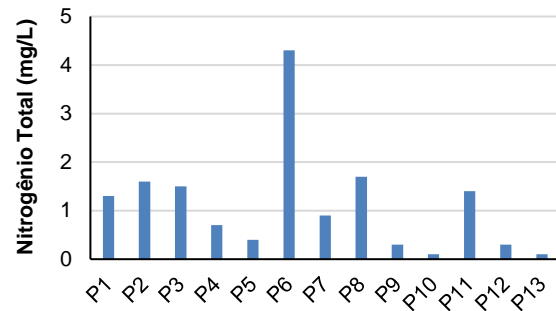
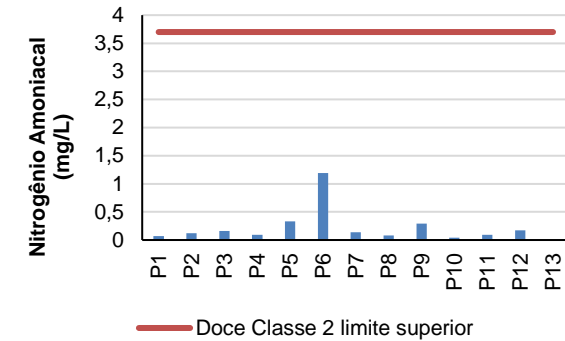
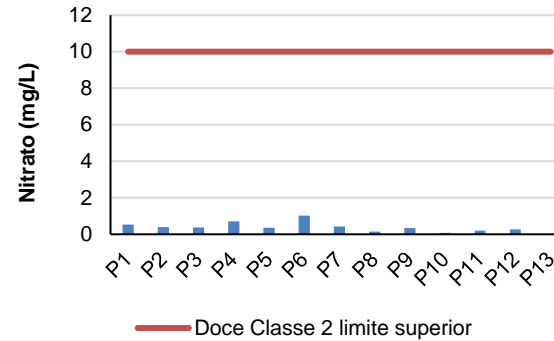
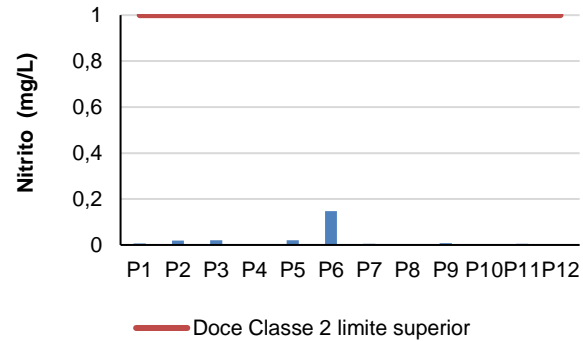
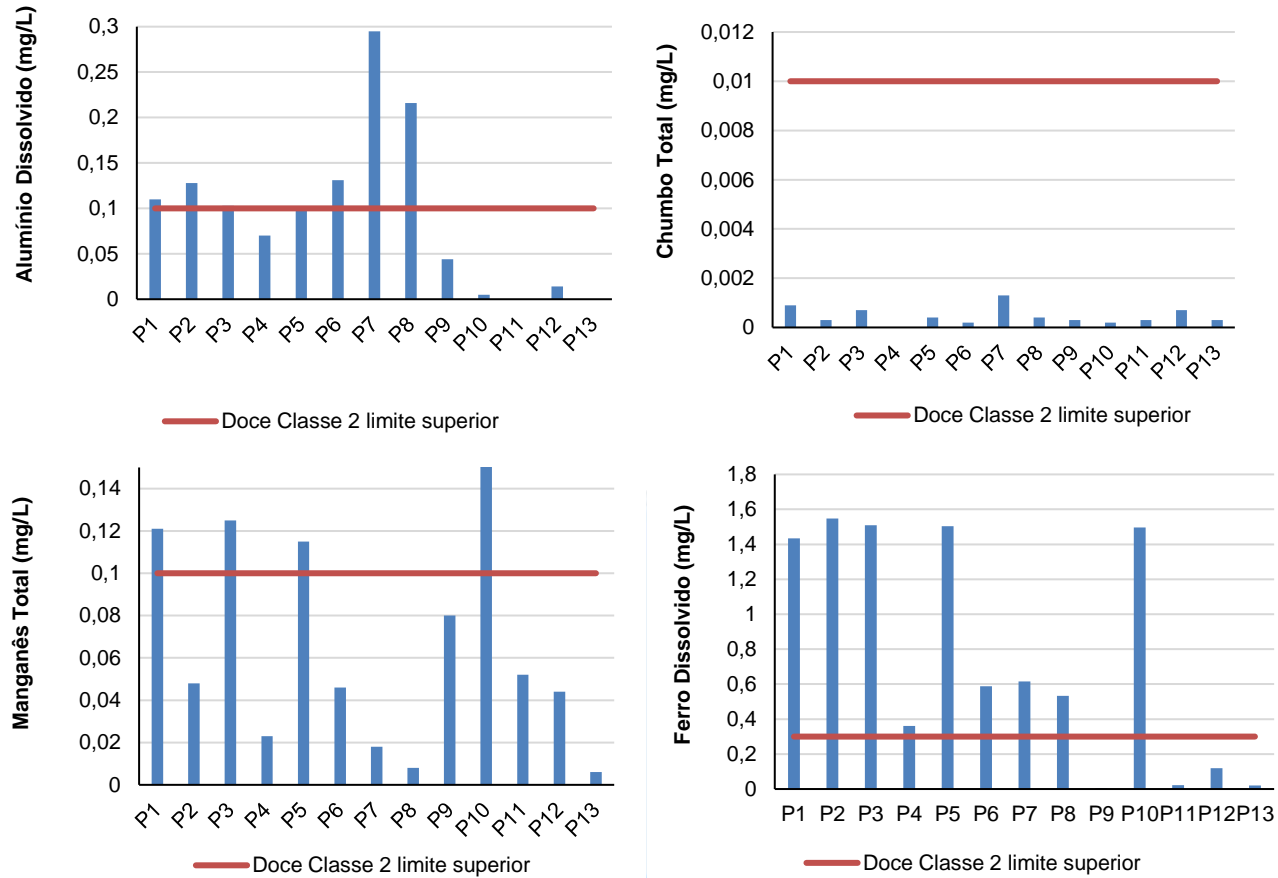


Figura 5-6 Gráfico de barras dos resultados analíticos da primeira campanha de amostragem do Rio São João do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.



5.3 Lagoa de Saquarema

A Lagoa de Saquarema é um sistema que registra diferentes salinidades a depender de fatores como força da maré e a proximidade com a ligação entre mar e lagoa. Dessa maneira, o enquadramento dos pontos amostrais quanto à salinidade também varia. Os pontos P3 (27,3 mg/L); P4 (24,6 mg/L); P5 (21,8 mg/L) e P6 (24,4 mg/L) foram classificados como salobros dado a maior influência aos rios na região, enquanto os pontos P1 (32 mg/L) e P2 (31,9 mg/L) foram classificados como salinos dada a maior influência oceânica nestes pontos. Em relação ao oxigênio dissolvido na água, observa-se que a maioria dos pontos registraram concentração superior ao estabelecido pela CONAMA 357/2005 para seu respectivo enquadramento, a exceção fica em relação ao ponto P1 (5,91 mg/L). A Tabela 5-2 indica os resultados dos parâmetros analisados para a campanha de setembro de 2022.

Tabela 5-2 Resultados analíticos da segunda 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
	20/09/2022					
Clorofila-a (µg/L)	4,27	4,27	2,4	4,81	18,16	5,01
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
Coliformes Totais (NMP/100mL)	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
Cor Verdadeira (Pt Co)	5	5	10	20	30	20
DBO - 5 dias (mg/L)	9	14	13	12	13	24
Fosfato (mg/L)	N.D	N.D	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
Fósforo Total (mg/L)	0,04	0,04	0,08	0,12	0,07	0,07
Índice de Fenóis (mg/L)	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Nitrato (como N) (mg/L)	0,1	0,06	0,05	<0,05	<0,05	0,05
Nitrito (como N) (mg/L)	<0,003	<0,003	N.D	N.D	0,015	0,004
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	0,12	0,08	0,07	0,21	0,98	0,19
Nitrogênio Total (mg/L)	0,6	0,8	1	1,3	2	1,2
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	5,91	6,63	5,28	6,11	5,13	5,81
pH	8,09	8,17	8,21	8,17	7,92	8,03
Salinidade (mg/L)	32	31,9	27,3	24,6	21,8	24,4
Sólidos em Suspensão Totais (mg/L)	105	54,8	1	100	76,9	158,3
Temperatura (°C)	23,3	23,2	24,4	24,8	24,4	21,7
Transparência (m)	1,3	1,1	1	0,8	0,5	0,7
Turbidez (NTU)	8,8	5,5	9,2	8,6	8,4	8,9

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 ao quadro legal, ocorre para os parâmetros

nitrogênio amoniacal, que registrou não conformidade apenas em P5 (0,98 mg/L), o oxigênio dissolvido em P1, como dito anteriormente. Vale destacar que há o registro de valores acima de 10 mg/L de DBO nos pontos P2 à P6, apesar de não haver limites estabelecidos pela legislação. Já para os indicadores microbiológicos, os valores registrados estiveram abaixo do limite de detecção do método, diferente do que ocorreu na campanha anterior.

A DBO é um bom indicador da entrada de matéria orgânica alóctone em um ecossistema aquático, sendo assim, os valores registrados dos parâmetros supracitados podem ser decorrentes da entrada de efluente sanitário não tratado na lagoa de Saquarema. Além disso, o fósforo e o nitrogênio amoniacal também são indicadores de efluente sanitário. As concentrações de nitrogênio amoniacal e baixas concentrações de nitrito e nitrato indicam a recorrência de contaminação por efluentes doméstico, já que a amônia ainda não passou pelos processos de nitrificação por microrganismos. Em relação à concentração de fósforo, destaca-se que mesmo abaixo do VMP, os valores registrados são representativos para o sistema lagunar como um todo, mas principalmente para P4 e P5.

O Ponto P5, registrou altas concentrações de fósforo, nitrogênio e para Clorofila a. 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. Os resultados registrados para 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 segunda 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 nas Figura 5-7 a Figura 5-9.

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

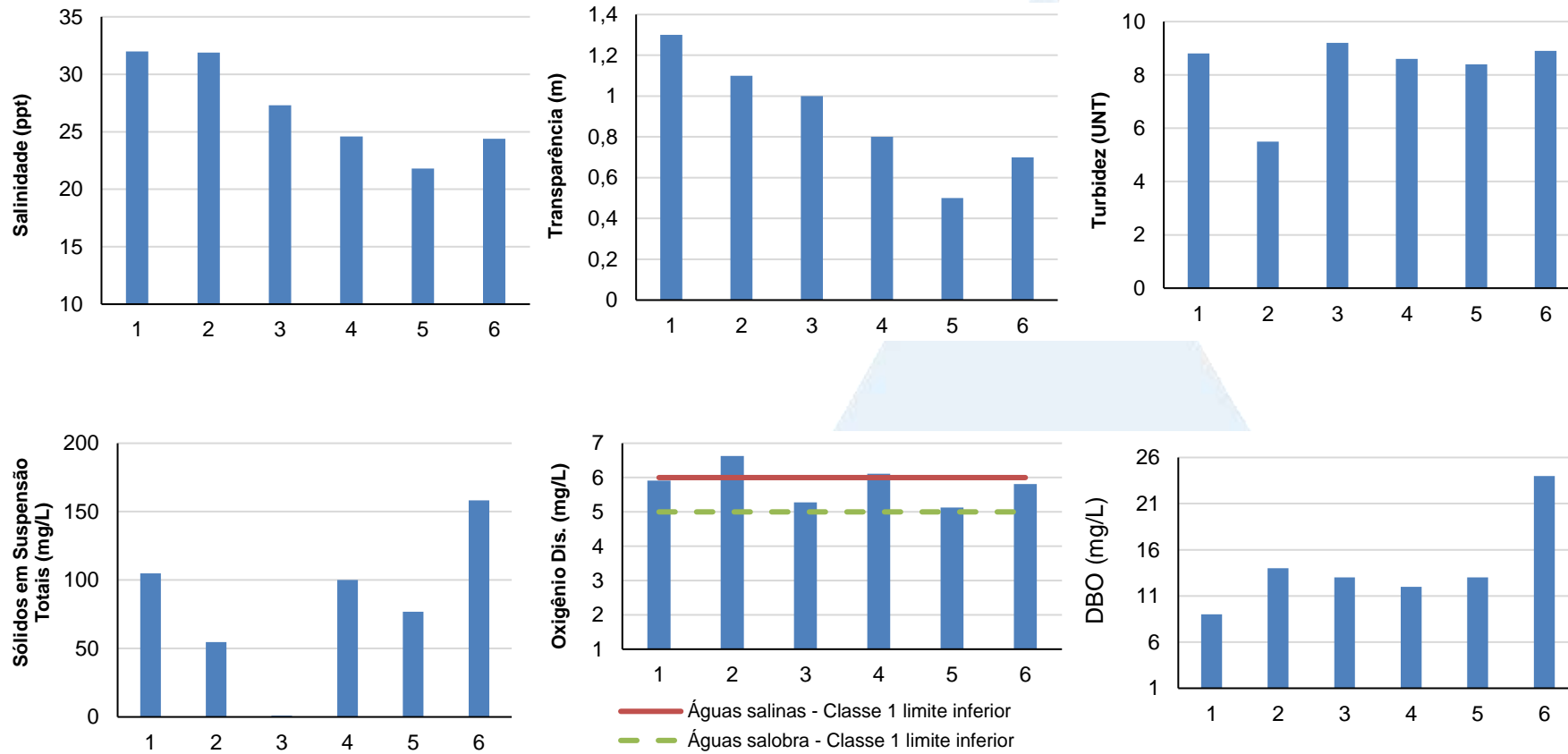
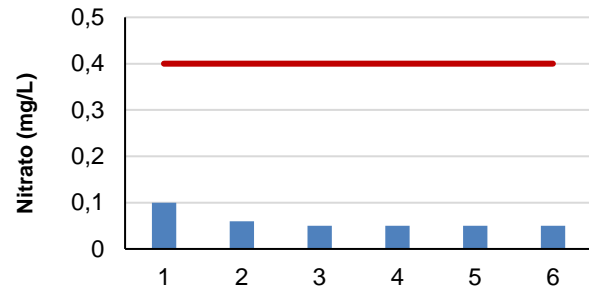
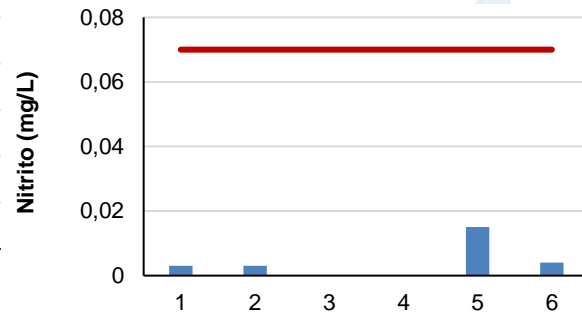


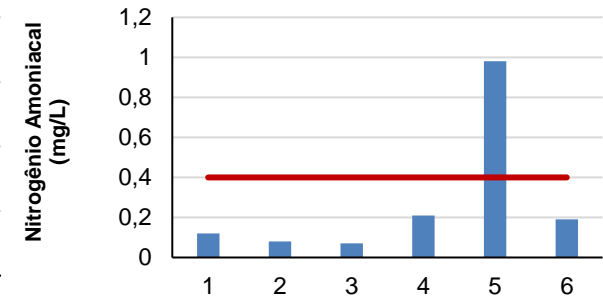
Figura 5-8 Gráfico de barras dos resultados analíticos da segunda campanha de amostragem da lagoa de Saquarema do Monitoramento da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João – RH VI.



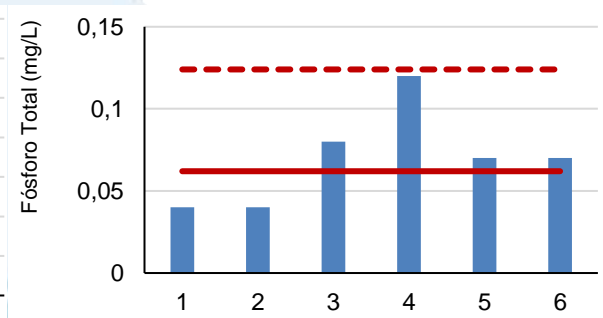
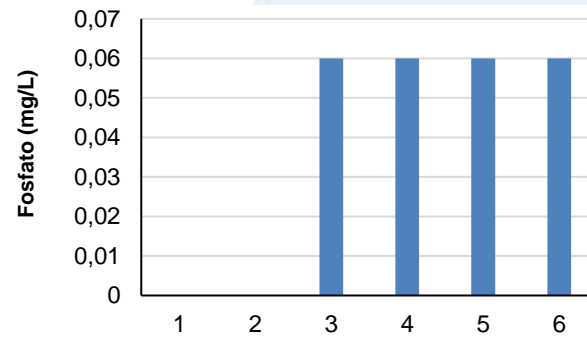
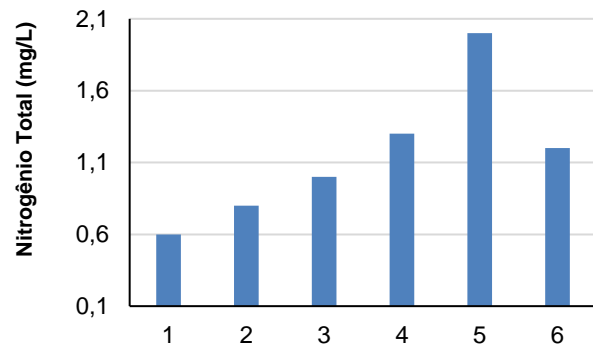
— Águas salinas e salobras - Classe 1 limite superior



— Águas salinas e salobras - Classe 1 limite superior

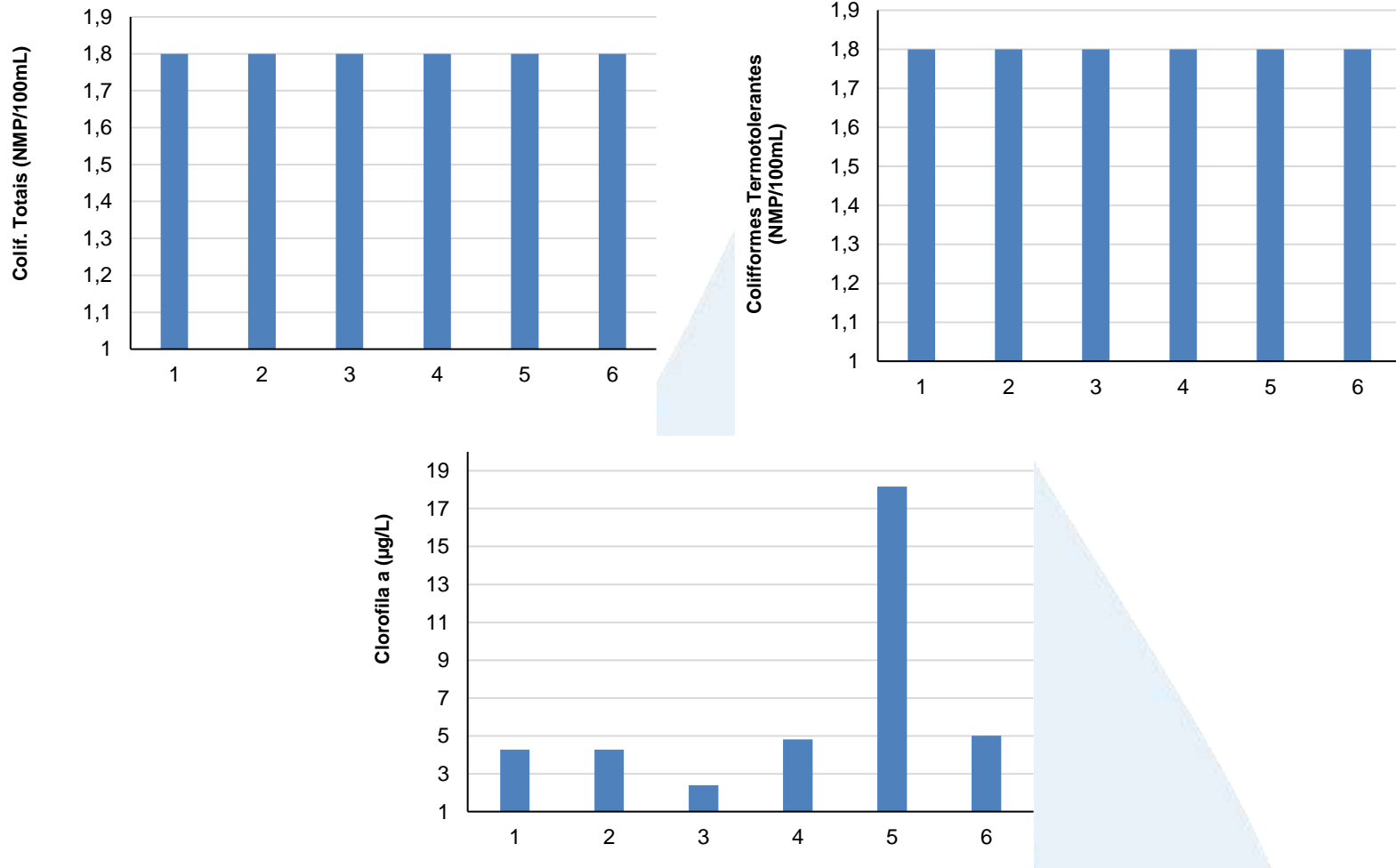


— Águas salinas e salobras - Classe 1 limite superior



--- Águas salobra - Classe 1 limite superior
— Águas salinas - Classe 1 limite superior

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



6 CONCLUSÃO

O Rio São João registrou altas concentrações de ferro e alumínio na água. Esses valores podem ocorrer em consequência da presença de processos erosivos, desmatamento e, influenciado pela sazonalidade. Além disso, as maiores concentrações de nutrientes possivelmente estão relacionadas ao aporte de esgoto e ao escoamento superficial do ambiente urbano, próximo a cidade Casimiro de Abreu.

Em relação à 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.

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 da detecção de elevadas concentrações de parâmetros indicadores enriquecimento de matéria orgânica (fósforo, nitrogênio amoniacal e DBO). O oxigênio dissolvido e presença da clorofila a, indicam que o excesso de nutrientes está ocasionando um possível início de processo de eutrofização.

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
Soane de Sá Rodrigues	Engenheira Ambiental.	CREA/RJ 2020107167
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

- ALVARES, Clayton Alcarde et al. **Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- 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.
- INEA – Instituto Estadual do Ambiente
<<http://www.inea.rj.gov.br/Portal/Agendas/GESTAODEAGUAS/InstrumentosdeGestodeRechid/PIanodeRecursosHidricos/LagosSaoJoaoAgendaAzul/index.htm>>. Acesso em 02 de jun. de 2022.
- 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

