

PROGRAMA DE MONITORAMENTO DO RIO SÃO FRANCISCO DURANTE O PERÍODO DE VAZÃO REDUZIDA

CTNE-70.2018.6530.00



EXECUÇÃO:



FUNDAÇÃO APOLÔNIO SALLES
F A D U R P E

RELATÓRIO MENSAL DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUA – Módulo A



AGOSTO, 2019

**PROGRAMA DE MONITORAMENTO DO RIO SÃO FRANCISCO
DURANTE O PERÍODO DE VAZÃO REDUZIDA**

CTNE-70.2018.6530.00

**RELATÓRIO MENSAL DE MONITORAMENTO DA
QUALIDADE DE ÁGUA – Módulo A**

EXECUÇÃO:



RECIFE, 2019

Equipe Executora

Eng. William Severi – Coordenador (CREA PE 10.942-D)

Eng. Aureliano de Vilela Calado Neto (CREA PE 013537-D)

Eng. Sérgio Catunda Marcelino (CREA PE 030659)

Biól. Ariadne do Nascimento Moura (CRBIO 11449-5-D)

Equipe de apoio

Rodrigo Gomes da Silva

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	7
1. INTRODUÇÃO.....	8
2. OBJETIVOS	10
3. MONITORAMENTO DA QUALIDADE FÍSICA E QUÍMICA DA ÁGUA.....	10
3.1 RESULTADOS DE QUALIDADE DA ÁGUA	15
4. MONITORAMENTO DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA	51
4.1 RESULTADOS DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA	53
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
6. BIBLIOGRAFIA	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Localização das estações de monitoramento da qualidade da água.....	12
Figura 2 – Variação da temperatura da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019.	18
Figura 3 – Variação do pH da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019. As barras vermelhas indicam os limites inferior e superior estabelecidos pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2.	18
Figura 4 – Variação da condutividade elétrica da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019. A estação BSF16 foi excluída da figura devido a seu elevado valor de condutividade (1295 uS/cm) na 1ª. campanha).....	19
Figura 5 – Variação da concentração do oxigênio dissolvido (mg/L) da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019. A barra vermelha indica o limite mínimo estabelecido pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2.....	19
Figura 6 – Variação da saturação de oxigênio dissolvido da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019.....	20
Figura 7 – Variação da salinidade da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019. A estação BSF16 foi excluída da figura devido a seu elevado valor de salinidade (0,65) na 1ª. campanha).....	20
Figura 8 – Variação da transparência da água nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019.	21
Figura 9 - Variação da concentração de sólidos totais dissolvidos da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019. A estação BSF16 foi excluída da figura devido a seu elevado valor de STD (0,839 g/L) na 1ª. campanha).	21
Figura 10 – Variação da alcalinidade total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019.	28
Figura 11 – Variação da dureza total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019.	28
Figura 12 – Variação da concentração de nitrato da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019.....	29
Figura 13 – Variação da concentração de nitrito da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019.....	29
Figura 14 – Variação da concentração do nitrogênio amoniacal da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019.....	30

Figura 15 – Variação da concentração do nitrogênio total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019.....	30
Figura 16 – Variação da concentração do ortofosfato da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019.....	31
Figura 17 – Variação da concentração do fosfato total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019.....	31
Figura 18 – Variação da concentração de fósforo total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019. As barras vermelhas indicam os limites estabelecidos pela Resolução no. 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2, respectivamente para ambientes lóticos (0,1 mg/L) e lênticos (0,030 mg/L).	32
Figura 19 - Variação da concentração da clorofila a da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019.....	32
Figura 20 - Variação da concentração da feofitina da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019.....	33
Figura 21 - Variação da turbidez da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019.....	33
Figura 22 - Variação da demanda bioquímica de oxigênio da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019. A barra vermelha indica o limite máximo estabelecido pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2.	34
Figura 23 - Variação da concentração da carbono orgânico total (COT) da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019.	34
Figura 24 - Variação dos sólidos totais da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019.....	37
Figura 25 - Variação da fração orgânica dos sólidos totais da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019.....	37
Figura 26 - Variação da fração inorgânica dos sólidos totais da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019.....	38
Figura 27 – Perfis verticais da temperatura, pH e concentração de oxigênio dissolvido da água na estação SOB 19 Centro, Esquerda e Direita, referentes à 1ª. campanha de monitoramento de agosto/2019.	47
Figura 28 – Perfis verticais da condutividade, salinidade e dos sólidos totais dissolvidos (STD) da água na estação SOB 19 Centro, Esquerda e Direita, referentes à 1ª. campanha de monitoramento de agosto/2019.	48

Figura 29 – Perfis verticais da temperatura, pH e concentração de oxigênio dissolvido da água na estação SOB 19 Centro, Esquerda e Direita, referentes à 2ª. campanha de monitoramento de agosto/2019.	49
Figura 30 – Perfis verticais da condutividade e dos sólidos totais dissolvidos (STD) da água na estação SOB 19 Centro, Esquerda e Direita, referentes à 2ª. campanha de monitoramento de agosto/2019.	50
Figura 31- Abundância relativa da comunidade fitoplanctônica registrada entre 01 e 05 de agosto de 2019 (1ª Campanha).	54
Figura 32- Riqueza fitoplanctônica registrada entre 01 e 05 de agosto de 2019 (1ª. Campanha).	55
Figura 33- Densidade fitoplanctônica registrada entre 01 e 05 de agosto de 2019 (1ª. Campanha).	55
Figura 34- Abundância relativa da comunidade fitoplanctônica registrada entre 19 e 23 de agosto de 2019 (2ª Campanha).	61
Figura 35- Riqueza fitoplanctônica registrada entre 19 e 23 de agosto de 2019 (2ª. Campanha).	62
Figura 36- Densidade fitoplanctônica registrada entre 19 e 23 de agosto de 2019 (2ª. Campanha).	62

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Localização das estações de Monitoramento da Qualidade da Água.	13
Tabela 2 - Referência dos postos de medição hidrológicas das estações de monitoramento.	14
Tabela 3 – Valores de temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (OD), salinidade, transparência da água e sólidos totais dissolvidos (STD) da superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a 1ª campanha de agosto/2019.	16
Tabela 4 – Valores de temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (OD), salinidade, transparência da água e sólidos totais dissolvidos (STD) da superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a 2ª campanha de agosto/2019.	17
Tabela 5 – Valores da alcalinidade e dureza totais, concentração de nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, nitrogênio total, ortofosfato, fosfato total, fósforo total, clorofila a, feofitina, turbidez, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e do carbono orgânico total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a 1ª campanha de agosto/2019.	26
Tabela 6 – Valores da alcalinidade e dureza totais, concentração de nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, nitrogênio total, ortofosfato, fosfato total, fósforo total, clorofila a, feofitina, turbidez, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e do carbono orgânico total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a 2ª campanha de agosto/2019.	27
Tabela 7 – Valores de sólidos totais, fração orgânica, fração inorgânica e sólidos sedimentáveis da superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a 1ª campanha de agosto/2019.	35
Tabela 8 – Valores de sólidos totais, fração orgânica, fração inorgânica e sólidos sedimentáveis da superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a 2ª campanha de agosto/2019.	36
Tabela 9 – Valores de temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio (OD), salinidade e sólidos totais dissolvidos (STD), do perfil da coluna da água da estação de monitoramento SOB 19 Centro no reservatório de Sobradinho, durante a 1ª campanha de agosto/2019.	42
Tabela 10– Valores de temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio (OD), salinidade e sólidos totais dissolvidos (STD), do perfil da coluna da água da estação de monitoramento SOB 19 Direita no reservatório de Sobradinho, durante a 1ª campanha de agosto/2019.	42
Tabela 11 – Valores de temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio (OD), salinidade e sólidos totais dissolvidos (STD), do perfil da coluna da água da estação de monitoramento SOB 19 Esquerda no reservatório de Sobradinho, durante a 1ª campanha de agosto/2019.	43
Tabela 13 – Valores de temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio (OD), salinidade e sólidos totais dissolvidos (STD), do perfil da coluna da água da estação de monitoramento SOB 19 Direita no reservatório de Sobradinho, durante a 2ª campanha de agosto/2019.	45
Tabela 14 – Valores de temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio (OD), salinidade e sólidos totais dissolvidos (STD), do perfil da coluna da água da estação de monitoramento SOB 19 Esquerda no reservatório de Sobradinho, durante a 2ª campanha de agosto/2019.	46

APRESENTAÇÃO

A Fundação Apolônio Salles de Desenvolvimento Educacional - FADURPE, através deste documento, apresenta o 1º Relatório mensal de monitoramento da qualidade da água, referente ao mês de agosto de 2019, conforme Plano de Trabalho Consolidado em atendimento ao Termo de Referência TR – DEPA – 11 - 2018 elaborado pela CHESF, conforme o Contrato CTNE – 70.2018.6530.00, em função da Autorização Especial nº. 12/2017, emitida pelo IBAMA em 07 de agosto de 2017.

Conforme o escopo do referido Termo de Referência, o Contrato tem como objeto o monitoramento dos ecossistemas aquáticos do Rio São Francisco durante o período de restrição de vazão, nos aspectos relativos à qualidade de água, introdução da cunha salina, florações de algas e cianobactérias, desenvolvimento de macrófitas aquáticas, monitoramento dos processos erosivos degradantes, resgate de ictiofauna aprisionada e acompanhamento da pesca artesanal na área de abrangência.

A área de abrangência dos serviços objeto deste contrato compreende os trechos Submédio e Baixo do Rio São Francisco, imediatamente a montante da UHE Sobradinho à sua foz, compreendendo os reservatórios e trechos lóticos ali inseridos, submetidos à redução de vazão de que trata a Autorização Especial nº 11/2017, emitida pelo IBAMA em 10 de maio de 2017, e a Autorização Especial nº 12/2017, emitida pelo IBAMA em 7 de agosto de 2017.

1. INTRODUÇÃO

Este Relatório tem por objetivo o atendimento às condicionantes referentes à autorização concedida pelo IBAMA para reduzir, em caráter emergencial, a vazão em todo o vale do São Francisco a jusante das barragens de Sobradinho e de Xingó, referentes ao SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DA ÁGUA, que integra o PROGRAMA DE MONITORAMENTO DO RIO SÃO FRANCISCO DURANTE O PERÍODO DE VAZÃO REDUZIDA, em conformidade com o estipulado no Termo de Referência TR-DEPA-11-2018 que orienta a execução dos serviços e no Plano de Trabalho anteriormente apresentado e aprovado pela Contratante. Este Relatório abrange a 1ª e a 2ª Campanhas de Qualidade da Água - Módulo A, realizadas em agosto/2019.

Com base no histórico de operação e do processo de licenciamento ambiental da UHE Xingó, relata-se que em três ocasiões anteriores a Chesf já foi autorizada a operar o seu conjunto de Hidrelétricas no São Francisco, com uma vazão defluente mínima da UHE Xingó abaixo de 1.300 m³/s. Essas ocasiões foram:

1ª – Durante o racionamento de energia elétrica de 2001/2002, quando foi permitido que a vazão defluente de Xingó fosse de 1.000 m³/s, autorizado pela Resolução nº 39, de 21 de agosto de 2001 da Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica.

2ª – Devido à violação da Curva de Aversão a Risco em 2003, foi autorizado pela Licença Especial do IBAMA nº 01/2003, que autorizou a operação com uma vazão defluente da UHE Xingó a 1.100 m³/s.

3ª – Entre os meses de outubro de 2007 e fevereiro de 2008, devido à situação hidrometeorológica crítica, foi autorizada a vazão defluente da UHE Xingó em 1.100 m³/s, pela Licença Especial do IBAMA nº 01/2007.

A Autorização Especial nº1/2013, estabelece a redução da vazão do rio em caráter emergencial a partir das UHE Sobradinho, Complexo Hidrelétrico Paulo Afonso e UHE Xingó, durante um período inicial de 6 meses, a contar do momento em que a CHESF comunicou ao IBAMA que já foram adotadas todas as ações de responsabilidade das diversas entidades e usuários, a jusante de Sobradinho, e que possibilitaram a redução da restrição da defluência.

Assim sendo, a citada Autorização seria suspensa quando o regime hídrico do rio São Francisco atingisse a vazão que permite as Usinas Hidrelétricas operarem com uma vazão residual mínima de $1.300 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Tendo em vista que as condições meteorológicas na bacia do São Francisco se agravaram ao longo do ano de 2014 e início de 2015, não permitindo a recuperação da vazão a níveis superiores ao estabelecido, houve a necessidade de testes para a subsequente redução dos níveis de vazão a valores inferiores a $1.100 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, levando a CHESF a requerer autorização para a prática destas vazões, conforme especificado na Autorização Especial nº 04/2014 do IBAMA e da Nota Técnica nº 02001.002124/2014-59 COHID-IBAMA. Após os testes realizados no período de 11/01 a 01/02, o IBAMA emitiu a Autorização Especial nº 01/2013 (1ª. Retificação) com seu respectivo Parecer Técnico nº 02001.000890/2015-60, o qual estabeleceu novas condicionantes.

Em decorrência da seca continuada na região nordeste ao longo de 2015 e da necessidade de nova diminuição da vazão a ser operada nos reservatórios da CHESF, a empresa requereu ao IBAMA autorização para a implantação de um regime de decréscimo das vazões aos patamares constantes de 1000, 950 e 900 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, escalonadas semanalmente ao longo do mês de junho/2015 e manutenção continuada da menor vazão enquanto perdurar a situação de déficit hídrico na bacia. Em razão disto, o IBAMA estabeleceu condicionantes adicionais incorporadas ao monitoramento até então em execução, em atendimento às Autorizações Especiais nº. 01/2013 – 2ª Retificação e 005/2015.

Atualmente a defluência mínima média diária autorizada é de $550 \text{ m}^3/\text{s}$ e instantânea de até $523 \text{ m}^3/\text{s}$ até 30 de novembro de 2017, conforme Resolução ANA nº 1291/2017. Em 7 de agosto, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), por meio da Autorização Especial nº 12/2017, também permitiu à CHESF realizar testes de redução da vazão defluente da hidrelétrica de Xingó até o limite mínimo de $550 \text{ m}^3/\text{s}$ (ANA, 2017). Complementarmente, o mesmo atende ainda à Resolução ANA nº. 2081/2017 e o Ofício Circular 01/2019.

2. OBJETIVOS

Os objetivos correlatos ao SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA são discriminados a seguir:

- a) monitorar a qualidade da água na área de abrangência;
- b) monitorar a qualidade da água a partir de estudos de variáveis físicas e químicas, em estações amostrais definidas;
- c) monitorar o comportamento da comunidade fitoplanctônica; e
- d) relacionar os dados primários e secundários de qualidade de água à vazão praticada.

3. MONITORAMENTO DA QUALIDADE FÍSICA E QUÍMICA DA ÁGUA

METODOLOGIA

As amostras de água para determinação das variáveis físicas e químicas foram coletadas com uma garrafa Van Dorn, com capacidade de 5,0 L, na superfície. Após determinação *in situ* das variáveis, as amostras foram acondicionadas em garrafas PET e refrigeradas em caixas isotérmicas com gelo para seu transporte até Recife (PE), para serem analisadas.

3.1. Determinação de variáveis *in situ*

As variáveis temperatura (°C), pH, condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), oxigênio dissolvido da água (mg/L e % Sat.), salinidade e sólidos totais dissolvidos (STD) (g/L), foram determinadas mediante o uso de um analisador multiparâmetros YSI Professional Plus. Nas estações SOB 19 Centro, SOB 19 Direita e SOB 19 Esquerda tais variáveis foram aferidas em perfil, a cada metro de profundidade até o fundo.

A transparência da água foi estimada através da leitura da profundidade média de extinção de disco de Secchi (Zds), medida à sombra.

3.2. Determinação de variáveis em laboratório

A alcalinidade total (CaCO_3) e a dureza total (CaCO_3) foram determinadas segundo Goltermann *et al.* (1978). A concentração de nitrato (N- NO_3) e nitrito (N- NO_2), segundo Mackereth *et al.* (1978), de nitrogênio amoniacal total (N- NH_3 + N- NH_4^+), segundo Koroleff

(1976), e de nitrogênio total e carbono orgânico total (COT) (mg/L), segundo APHA (2006). O ortofosfato (ou fósforo inorgânico dissolvido - P-PO₄) e o fósforo total (P) foram determinados segundo Strickland & Parsons (1960). A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_{5/20} mg/L) foi analisada segundo APHA (1995). O material em suspensão foi analisado pelo método gravimétrico (APHA, 1995), determinando-se a concentração de sólidos totais (SST) e frações orgânicas (SSO) e inorgânicas (SSI). A turbidez foi analisada através de turbidímetro de bancada OBERCO-HELLIGE, modelo 966. O volume dos sólidos sedimentáveis (SS) foi analisado em amostras de superfície, provenientes das estações de monitoramento limnológico (SOB), conforme APHA (1995). Todas as análises mencionadas foram realizadas no Laboratório de Limnologia, do Departamento de Pesca e Aqüicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), em Recife (PE). As concentrações de clorofila-*a* e feofitina foram determinadas através do método proposto por Nusch (1980) e recomendações de Wetzel & Likens (2000), empregando-se membrana filtrante HAWP da Millipore™ para filtração das amostras de água e posterior extração com etanol.

3.3 Estações de Monitoramento

As estações de monitoramento limnológico, num total de vinte e seis (26), foram distribuídas no reservatório de Sobradinho (3 estações), no trecho lótico entre Sobradinho e Itaparica (4 estações), no reservatório de Itaparica (5 estações), no reservatório de Moxotó (5 estações), no reservatório de PA IV (1 estação), no reservatório Delmiro Gouveia (1 estação), no reservatório de Xingó (3 estações) e no trecho lótico do baixo São Francisco (4 estações), de acordo com a Figura 1 e Tabela 1. Todas as estações tiveram suas posições definitivas devidamente georreferenciadas, empregando-se um receptor GPS. Cada estação de monitoramento de qualidade de água estará vinculada a um posto de medição hidrológica como disposto na Tabela 2.



Figura 1 - Localização das estações de monitoramento da qualidade da água.

Tabela 1 - Localização das estações de Monitoramento da Qualidade da Água.

Trecho	Estação	Localização	Latitude (Sul)	Longitude (Oeste)
Reservatório de Sobradinho	SOB 19	Montante da UHE Sobradinho	09°26'01"	040°50'07"
	SOB 22	Petrolina/Juazeiro	09°24'23"	040°29'47"
Lótico, entre Sobradinho e Itaparica	SOB 24	Vermelhos	09°05'19"	040°07'16"
	SOB 25	Santa Maria da Boa Vista	08°48'32"	039°49'39"
	SOB 29	Ibó	08°37'54"	039°14'31"
Reservatório de Itaparica	ITA 01	Belém de São Francisco	08°47'30"	038°57'42"
	ITA 04	Rodelas	08°54'21"	038°41'05"
	ITA 08	Petrolândia	08°55'58"	038°31'00"
	ITA 10	Petrolândia	08°59'48"	038°14'09"
	ITA 11	Barragem	09°05'02"	038°21'14"
Reservatório de Moxotó	MO PI 01	Pisciculturas de Quixaba	09°11'21"	038°18'11"
	MOX 02	Jusante de Jatobá	09°09'59"	038°17'58"
	MOX 03	Braço do Rio Moxotó	09°16'16"	038°09'58"
	MOX 04	Braço do Rio Moxotó	09°18'45"	038°13'15"
	MO PI 09	Próximo a Pisciculturas	09°19'10"	038°14'49"
Reservatório Delmiro Gouveia	PA 02	Paulo Afonso	09°23'31"	038°12'19"
Reservatório de PAIV	PAIV 01	Final do canal	09°24'31"	038°13'48"
Reservatório de Xingó	XIN 01	Paulo Afonso	09°26'26"	038°09'18"
	XIN 04	Corpo do Reservatório	09°29'57"	037°59'58"
	XIN 10	Canindé de São Francisco	09°36'22"	037°52'49"
Lótico, Baixo São Francisco	BSF 02	Entremontes	09°42'15"	037°37'34"
	BSF 06	Belo Monte	09°53'45"	037°14'28"
	BSF 11	Porto Real do Colégio	10°11'30"	036°50'30"
	BSF 16	Piaçabuçu	10°26'04"	036°25'28"

Tabela 2 - Referência dos postos de medição hidrológicas das estações de monitoramento.

Estação	Posto de medição hidrológica
SOB 22	Vazão registrada no PF (posto fluviométrico) de Juazeiro, 600 m a montante da estação
SOB 24	Vazão registrada no PF de Juazeiro, aprox. 76 km a montante da estação
SOB 25	Vazão registrada no PF de Sta Maria da Boa Vista, 670 m a jusante da estação
SOB 29	Vazão registrada no PF de Ibó, aprox. 680 m a montante da estação
ITA 01	Nível registrado no PF de Belém de São Francisco, 2,9 km a montante da estação
ITA 04, ITA 08, ITA 10 e ITA 11	Cota e vazões afluente e defluente do Reservatório de Itaparica
MO PI 01, MOX 02, MOX 03, MOX 04, MO PI 09 e PAIV 01	Cota e vazões afluente e defluente do Reservatório de Moxotó
PA 02	Cota e vazões afluente e defluente do Reservatório de Delmiro Gouveia
XIN 01, XIN 04 e XIN 10	Cota e vazões afluentes e defluentes do Reservatório de Xingó
BSF 02	Vazão registrada no PF de Piranhas, aprox. 17,7 km a montante da estação
BSF 06	Vazão registrada no PF de Pão de Açúcar, 28,9 km a montante da estação
BSF 11	Vazão registrada no PF de Propriá, 3,2 km a jusante da estação
BSF 16	Nível registrado no PF de Piaçabuçu, 4,2 km a montante da estação

As coletas de campo foram realizadas em dois períodos, o primeiro de 30 de julho a 06 de agosto e o segundo de 18 a 24 de agosto de 2019.

3.1 RESULTADOS DE QUALIDADE DA ÁGUA

Os resultados das variáveis físico-químicas monitoradas em campo e analisadas em laboratório nas estações de amostragem constam, respectivamente, das Tabelas 3 a 8. As Figuras 2 a 26 apresentam a variação espacial das variáveis nas diferentes estações de amostragem.

Os resultados dos perfis da estação SOB 19 constam das Tabelas 9 a 14 e podem ser visualizados nas Figuras 27 a 30.

Tabela 3 – Valores de temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (OD), salinidade, transparência da água e sólidos totais dissolvidos (STD) da superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a 1ª campanha de agosto/2019.

Estação	Data da medição	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	Secchi (m)	STD (g/L)
SOB 19	05/08/2019	23,30	7,45	67,50	8,23	97,40	0,03	5,00	0,046
SOB 19 D	05/08/2019	23,30	7,58	67,60	8,97	106,90	0,03	4,75	0,046
SOB 19 E	05/08/2019	23,30	7,48	67,50	8,56	100,40	0,03	4,50	0,046
SOB 22	05/08/2019	24,30	8,12	71,00	11,20	137,00	0,03	4,50	0,047
SOB 24	04/08/2019	25,30	7,83	72,40	9,44	117,10	0,03	2,00 (F)	0,047
SOB 25	04/08/2019	24,80	7,79	71,40	8,83	107,20	0,03	4,75	0,047
SOB 29	04/08/2019	24,20	7,60	72,00	8,43	103,30	0,03	4,50	0,047
ITA 01	04/08/2019	24,40	7,80	71,90	8,50	104,70	0,03	4,20	0,047
ITA 04	04/08/2019	24,30	8,07	73,30	8,34	100,70	0,03	5,50	0,048
ITA 08	03/08/2019	24,20	8,26	79,80	8,49	101,40	0,04	6,00	0,053
ITA 10	03/08/2019	24,70	7,69	88,00	8,25	100,00	0,04	8,00	0,068
ITA 11	03/08/2019	24,30	7,96	79,20	8,17	97,80	0,04	8,50	0,052
MOPI 01	03/08/2019	24,70	7,71	85,60	8,36	102,70	0,04	7,00	0,056
MOX 02	03/08/2019	24,80	7,54	86,50	8,31	101,40	0,04	5,70	0,057
MOX 03	03/08/2019	26,90	7,76	191,60	10,86	137,60	0,09	1,70	0,120
MOX 04	03/08/2019	25,30	7,73	99,40	8,61	105,50	0,05	3,10	0,064
MOPI 09	03/08/2019	25,20	7,64	91,10	9,47	116,50	0,04	4,00	0,059
PA 02	02/08/2019	24,90	7,85	91,90	6,15	74,50	0,04	6,00	0,059
PA IV 01	02/08/2019	25,00	7,86	93,50	8,75	107,80	0,04	5,50	0,062
XIN 01	02/08/2019	27,10	8,02	95,30	7,40	95,60	0,04	2,70	0,060
XIN 04	02/08/2019	26,60	8,34	91,80	9,07	112,40	0,04	2,40	0,058
XIN 10	02/08/2019	27,40	8,31	198,20	9,17	112,20	0,09	0,80	0,124
BSF 02	01/08/2019	26,80	8,01	98,10	7,22	89,40	0,04	4,50	0,060
BSF 06	01/08/2019	26,50	7,75	286,00	8,37	106,70	0,13	5,00	0,181
BSF 11	01/08/2019	26,40	8,23	166,90	8,35	104,60	0,08	1,50	0,105
BSF 16	31/07/2019	27,00	7,49	1295,00	7,51	94,60	0,65	3,00	0,839

Tabela 4 – Valores de temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (OD), salinidade, transparência da água e sólidos totais dissolvidos (STD) da superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a 2ª campanha de agosto/2019.

Estação	Data da medição	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	Secchi (m)	STD (g/L)
SOB 19	19/08/2019	23,10	7,73	68,80	8,72	102,20	0,03	6,50	0,046
SOB 19 D	19/08/2019	23,10	8,44	68,80	8,67	100,90	0,03	7,50	0,046
SOB 19 E	19/08/2019	23,10	7,69	68,80	8,45	97,70	0,03	4,00	0,046
SOB 22	19/08/2019	23,70	7,83	69,90	9,20	107,90	0,03	4,90 (F)	0,047
SOB 24	19/08/2019	25,50	8,12	74,60	10,86	133,70	0,03	1,50 (F)	0,048
SOB 25	19/08/2019	24,50	8,00	72,60	8,55	103,60	0,03	3,50	0,047
SOB 29	19/08/2019	24,70	7,80	73,10	8,95	104,50	0,03	4,00	0,047
ITA 01	20/08/2019	24,50	7,98	73,10	7,56	90,70	0,03	4,00	0,048
ITA 04	20/08/2019	24,40	7,80	74,40	8,40	100,70	0,03	4,00	0,049
ITA 08	20/08/2019	24,70	7,82	80,80	8,54	102,30	0,04	6,00	0,063
ITA 10	20/08/2019	24,70	7,76	86,30	8,97	109,70	0,04	7,00	0,057
ITA 11	20/08/2019	24,30	7,79	79,70	8,52	102,10	0,04	8,00	0,053
MOPI 01	21/08/2019	24,80	7,76	86,60	8,37	102,00	0,04	3,75	0,057
MOX 02	21/08/2019	24,60	7,66	85,70	8,38	100,80	0,04	5,00	0,056
MOX 03	21/08/2019	25,70	7,97	250,20	5,61	69,70	0,12	1,50	0,161
MOX 04	21/08/2019	25,10	7,93	95,70	8,55	104,20	0,04	3,00	0,062
MOPI 09	21/08/2019	25,00	7,92	88,40	8,77	106,80	0,04	4,00	0,068
PA 02	21/08/2019	25,40	7,87	94,40	9,30	115,20	0,04	2,50 (F)	0,061
PA IV 01	22/08/2019	24,90	8,05	88,20	8,96	106,10	0,04	4,00	0,058
XIN 01	22/08/2019	27,00	8,15	96,40	8,46	107,00	0,04	2,00	0,060
XIN 04	22/08/2019	26,60	8,35	95,70	9,26	115,70	0,04	1,60	0,060
XIN 10	22/08/2019	28,00	8,47	176,10	12,14	154,60	0,09	0,40	0,109
BSF 02	22/08/2019	25,10	8,14	94,30	6,57	78,30	0,04	4,50	0,061
BSF 06	23/08/2019	25,80	8,03	214,30	8,04	99,00	0,10	2,00	0,137
BSF 11	23/08/2019	26,90	8,06	130,00	9,64	124,80	0,06	4,00	0,078
BSF 16	23/08/2019	27,10	7,79	139,00	8,46	107,00	0,06	3,00	0,087

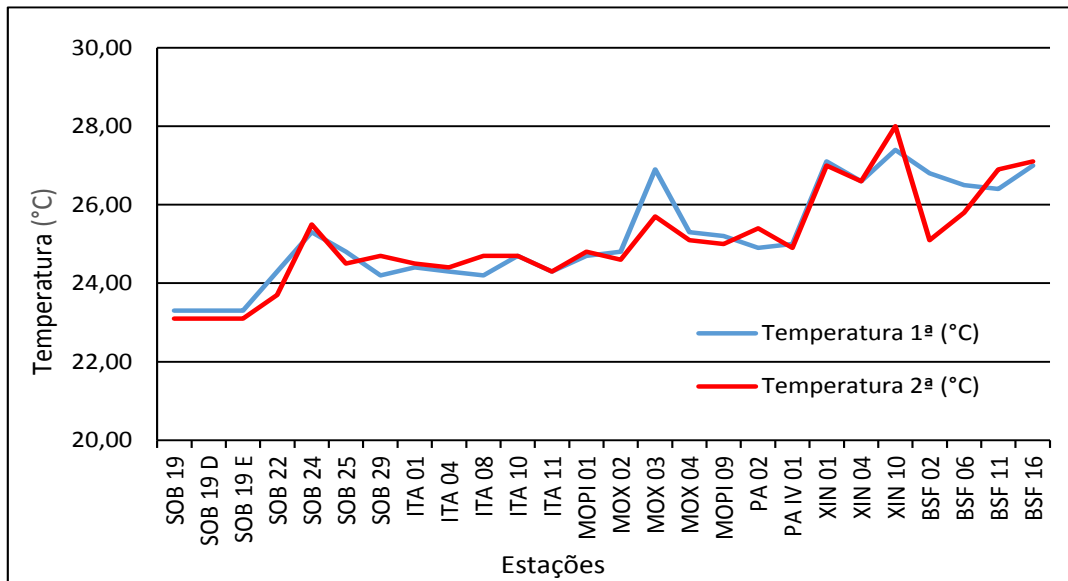


Figura 2 – Variação da temperatura da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019.

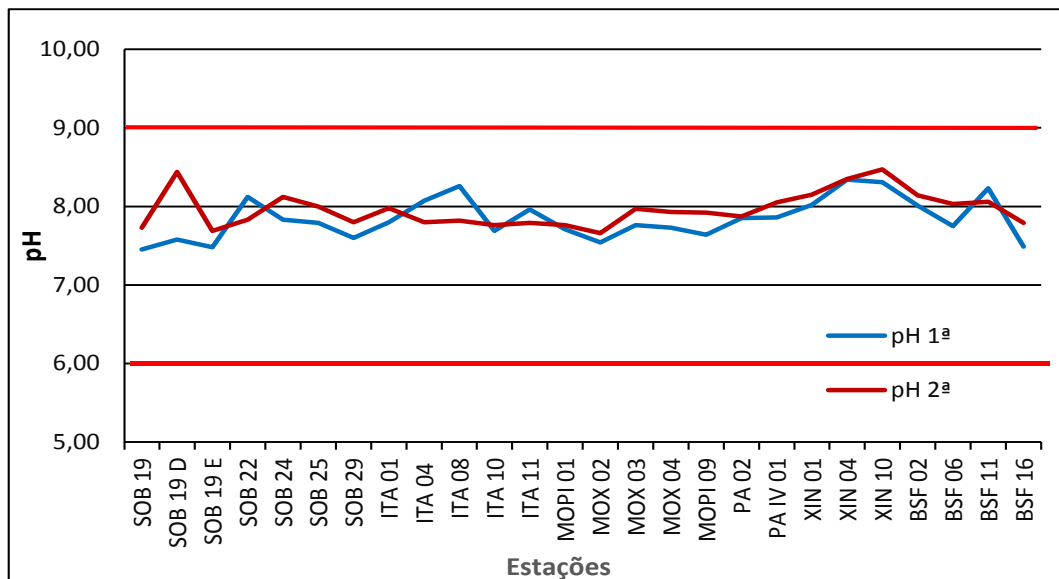


Figura 3 – Variação do pH da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019. As barras vermelhas indicam os limites inferior e superior estabelecidos pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2.

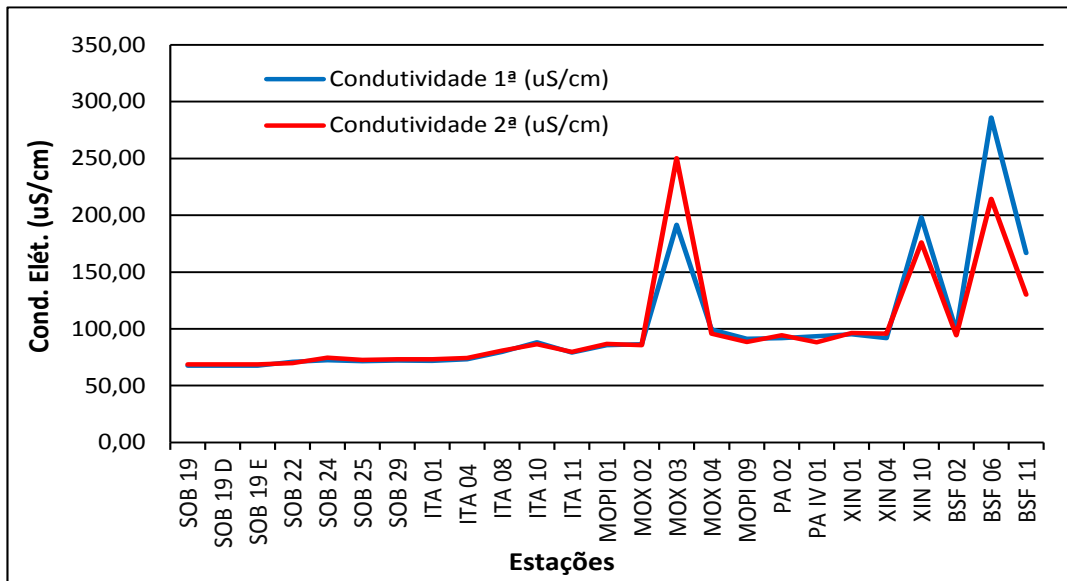


Figura 4 – Variação da condutividade elétrica da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019. A estação BSF16 foi excluída da figura devido a seu elevado valor de condutividade (1295 uS/cm) na 1ª. campanha.

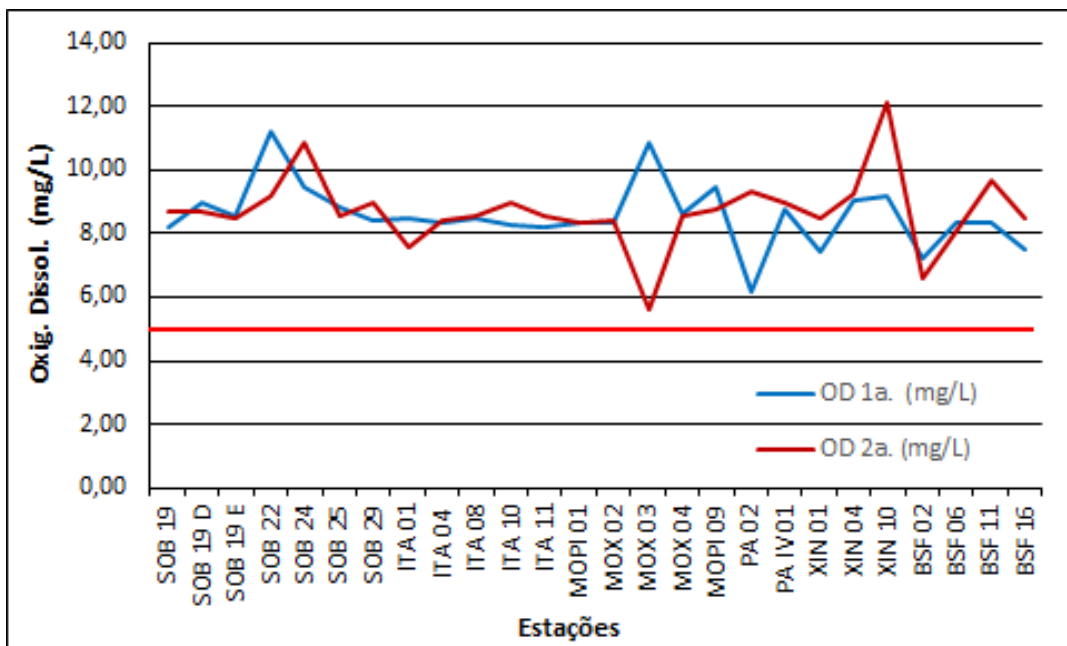


Figura 5 – Variação da concentração do oxigênio dissolvido (mg/L) da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019. A barra vermelha indica o limite mínimo estabelecido pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2.

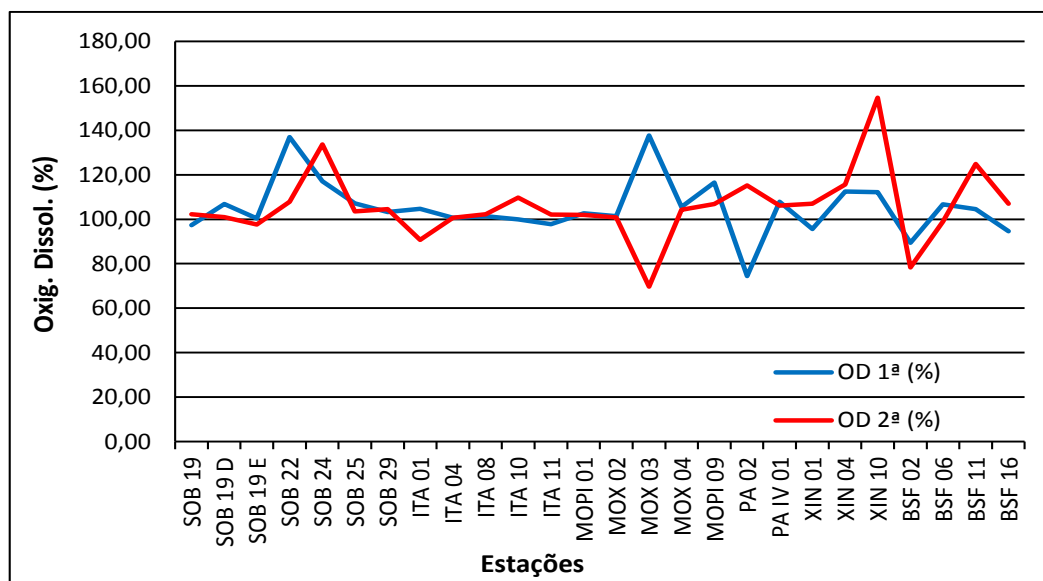


Figura 6 – Variação da saturação de oxigênio dissolvido da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019.

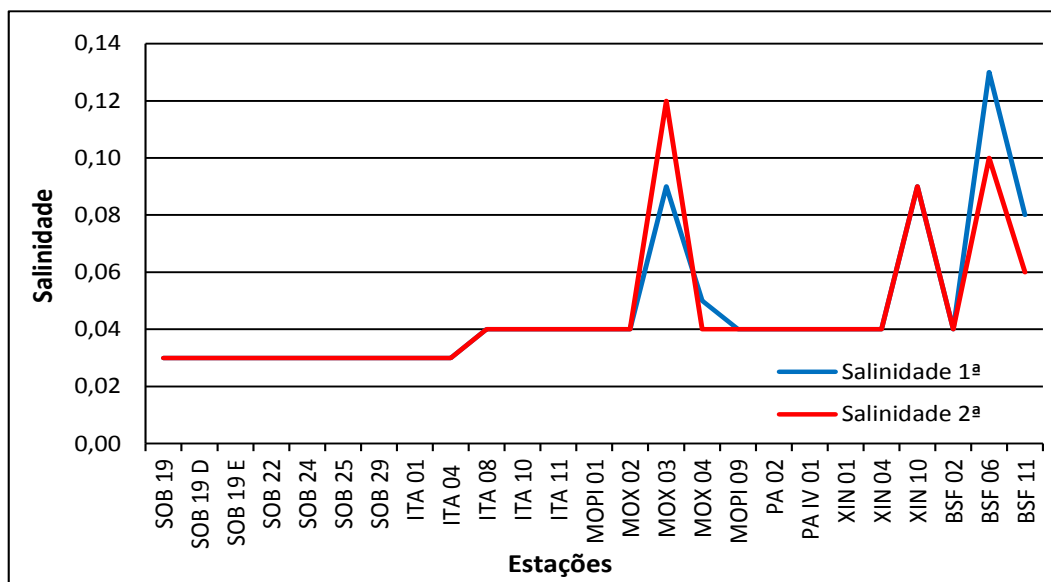


Figura 7 – Variação da salinidade da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019. A estação BSF16 foi excluída da figura devido a seu elevado valor de salinidade (0,65) na 1ª. campanha).

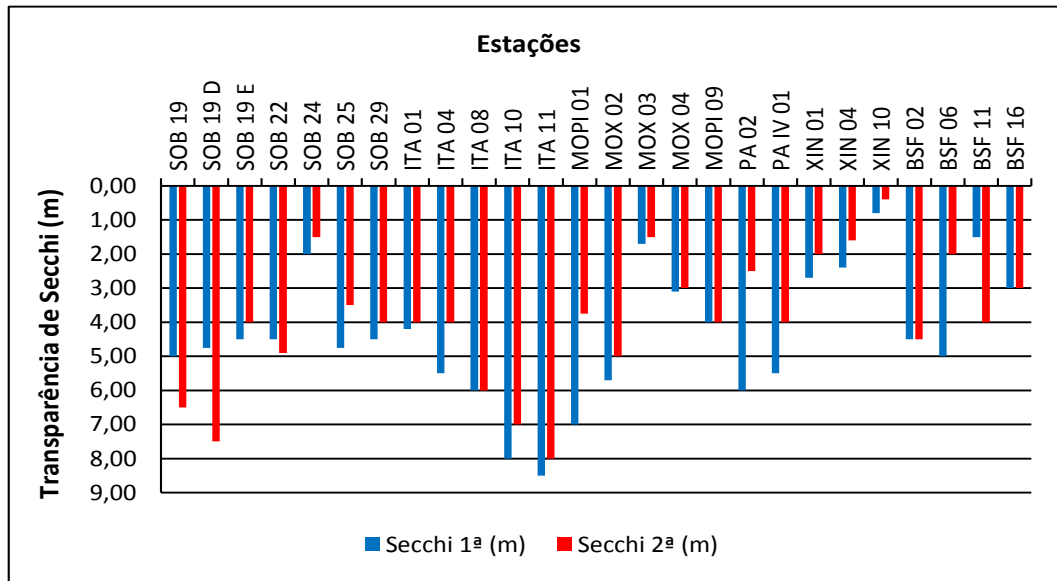


Figura 8 – Variação da transparência da água nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019.

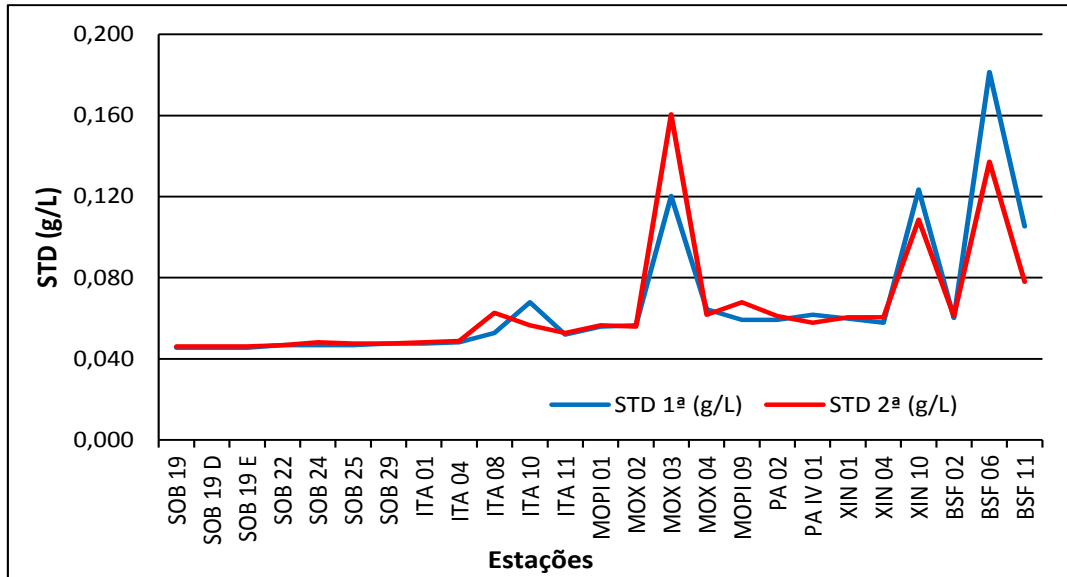


Figura 9 - Variação da concentração de sólidos totais dissolvidos da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019. A estação BSF16 foi excluída da figura devido a seu elevado valor de STD (0,839 g/L) na 1ª. campanha).

Temperatura

Os valores de temperatura da água registrados entre as estações refletem a temperatura do ar na região. Devido à temperatura estável entre a primeira e a segunda campanha em toda a região de monitoramento, a água acompanhou a mesma tendência. A temperatura mais baixa na primeira e na segunda campanha ocorreu no reservatório de Sobradinho, enquanto que a mais elevada ocorreu no reservatório de Xingó nas duas campanhas, apresentando na primeira campanha uma variação de 23,30°C em SOB 19 até 27,40°C em XIN 10, com média de temperatura de 25,19°C, enquanto que na segunda, a variação foi de 23,10°C em SOB 19 até 28,00°C em XIN 10 e uma média de temperatura de 25,09°C para todas as estações e, apresentando ainda um padrão espacial de incremento de temperatura ao longo das estações em direção a foz nas duas campanhas (Tabelas 3 e 4 e Figura 2). Analisando os dados médios por ambiente, o reservatório de Xingó apresentou a maior média na primeira e na segunda, com 27,03°C e 27,20°C respectivamente, enquanto que a menor média ficou com o reservatório de Sobradinho nas duas campanhas, com 23,30°C e 23,10°C, respectivamente.

pH

Os valores de pH apresentaram-se predominantemente alcalinos ao longo de todas as estações amostradas, tendo variado de 7,45 em SOB 19 na primeira campanha a 8,47 em XIN 10 na segunda campanha e uma média de pH para todas as estações de 7,84 e 7,96 para as duas campanhas respectivamente (Tabela 3 e 4 e Figura 3). Analisando os dados por ambiente, verificamos que a maior média de pH mostrou-se no reservatório de Xingó nas duas campanhas com 8,22 e 8,32 respectivamente e a menor no reservatório de Sobradinho na primeira campanha e no reservatório de Itaparica na segunda com 7,50 e 7,83 respectivamente. Deste modo, os valores mensurados são compatíveis com aqueles recomendados pela Resolução nº. 357/05 do CONAMA, cujo padrão para águas de classe 2 é de pH entre 6,0 e 9,0, em todas as estações de monitoramento.

Condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos e salinidade

As variáveis condutividade elétrica, concentração de sólidos totais dissolvidos (STD) e salinidade são intimamente correlacionadas entre si, tendo sido determinadas por método potenciométrico. Estas variáveis estão relacionadas à presença de íons em solução e, por esta razão, suas variações temporais e espaciais apresentam comportamento semelhante. Observa-se que os valores das três variáveis na estação BSF 16 localizada na região estuarina do Rio São Francisco, apresentou-se mais elevados quando comparado com os demais, fato este decorrente da coleta ocorrer no horário da preamar e desta forma houve forte influência do ambiente marinho na variação dos valores dos parâmetros. A condutividade elétrica apresentou valor de 67,50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ em SOB 19 na primeira campanha, no reservatório de Sobradinho, a 1295 $\mu\text{S}/\text{cm}$ em BSF 16, no trecho lótico final também na primeira campanha, apresentando ainda seis picos menores em MOX 03 no reservatório de Moxotó, em XIN 10 no reservatório de Xingó e em BSF 06 no trecho lótico final, nas duas campanhas com 191,60 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 250,20 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 198,20 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 176,10 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 286,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 214,30 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectivamente, e médias de 102,30 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 99,48 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para todas as estações de amostragem nas duas campanhas respectivamente, exceto a BSF 16 devido à discrepância ocasionada pela influência do ambiente marinho (Tabelas 3 e 4 e Figura 4). Quanto à média dos valores de condutividade elétrica por ambiente, as mais elevadas ficaram com o trecho lótico final na primeira e segunda campanhas, com 183,67 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 146,20 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectivamente, seguida pelo reservatório de Xingó também nas duas campanhas com 128,43 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 122,73 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectivamente, enquanto que as mais baixas foram registradas no reservatório de Sobradinho com 67,53 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 68,80 $\mu\text{S}/\text{cm}$ nas duas campanhas respectivamente. Os sólidos totais dissolvidos variaram de 0,046 g/L na estação SOB 19 nas duas campanhas a 0,839 g/L em BSF 16 na primeira e mais outros picos em MOX 03 de 0,120 g/L e 0,161 g/L, em XIN 10 de 0,124 g/L e 0,109 g/L e em BSF 06 de 0,181 g/L e 0,137 g/L nas duas campanhas respectivamente e uma média para todas estações e campanhas exceto a BSF 16 de 0,066 g/L (Tabelas 3 e 4 e Figura 9). Quanto às médias por ambiente, o trecho lótico final nas duas campanhas apresentou-se com valores mais elevados de 0,116 g/L e 0,092 g/L respectivamente e o menor no reservatório de Sobradinho com 0,046 g/L para ambas campanhas, enquanto que a salinidade apresentou valor mínimo

de 0,03 e um valor máximo de 0,65 em BSF 16. Apresentou outros três picos em MOX 03, XIN 10 e BSF 06, com 0,09 e 0,12, 0,09 e 0,09, 0,13 e 0,10 para ambas as campanhas respectivamente (Tabela 3 e 4 e Figura 7). A salinidade da água nas diferentes estações está em conformidade com a Resolução CONAMA 357, no que se refere à água doce, com salinidade inferior a 0,5. Nos gráficos das três variáveis não é mostrada a estação BSF 16 por motivos de escala.

Oxigênio dissolvido

As concentrações mensuradas de oxigênio dissolvido, bem como seu percentual de saturação apresentou valor mais baixo na estação MOX 03 na segunda campanha, com 5,61 mg/L e 69,70%, enquanto que o valor mais elevado, ocorreu na estação XIN 10 também na segunda campanha, com 12,14 mg/L e 154,60%. Apresentando ainda, uma média de concentração de oxigênio de 8,58 mg/L e 8,69 mg/L para todas as estações de amostragem nas duas campanhas respectivamente (Tabela 3 e 4 e Figuras 5 e 6). Nas médias de concentração por ambiente se destaca o trecho lótico inicial na primeira e o reservatório de Xingó na segunda campanha com 9,48 mg/L e 9,95 mg/L respectivamente, enquanto que a média mais baixa ficou com o reservatório de Delmiro Gouveia (PA 02) na primeira campanha e no reservatório de Moxotó na segunda com 6,15 mg/L e 7,94 mg/L respectivamente.

Na Figura 5, observa-se que nenhuma das estações nas duas campanhas apresentaram concentrações de oxigênio dissolvido abaixo do limite mínimo recomendado pela Resolução nº. 357 do CONAMA, segundo a qual o oxigênio dissolvido em qualquer amostra não pode ser inferior a 5,0 mg/L O₂ para águas da classe 2.

Transparência

A transparência da água, expressa através da leitura da profundidade do disco de Secchi, apresentou valor mínimo no reservatório de Xingó de 0,40 m de profundidade na estação XIN 10 na segunda campanha e 0,80 m na primeira, enquanto que o valor máximo ocorreu no reservatório de Itaparica em ITA 11 na primeira campanha com 8,50 m. A média para todas as estações foi de 4,43 m na primeira campanha e de 3,93 m na segunda. Na média

por ambiente, o reservatório de Xingó apresentou os valores mais baixos nas duas campanhas, com 1,97 m e 1,33 m respectivamente (estações XIN), enquanto que as maiores médias foram o reservatório de Itaparica (estações ITA) na primeira campanha, com 6,44 m e o trecho lótico inicial na segunda campanha (estações SOB), com 6,00 m (Tabela 3 e 4 e Figura 8).

Tabela 5 – Valores da alcalinidade e dureza totais, concentração de nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, nitrogênio total, ortofosfato, fosfato total, fósforo total, clorofila a, feofitina, turbidez, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e do carbono orgânico total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a 1ª campanha de agosto/2019.

Estações	Alcalinidade total	Dureza total	Nitrato	Nitrito	Nit. Amoniacal	Nit. Total	Ortofosfato	Fosfato total	Fósforo total	Clorofila a	Feofitina	Turbidez	DBO	COT
	(mg/L CaCO ₃)	(mg/L CaCO ₃)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(NTU)	(mg/L)	(mg/L)
SOB 19 Sup	30,50	44,04	0,010	0,001	0,028	0,003	0,005	0,027	0,027	7,812	1,116	1,90	0,47	30,00
SOB 19 Z. Euf.	-	-	0,011	-	-	-	-	0,024	0,024	-	-	-	-	-
SOB 19 Fun.	-	-	0,017	-	-	-	-	0,039	0,039	-	-	-	-	-
SOB 22	27,50	43,04	0,004	0,001	0,047	0,002	0,014	0,036	0,036	10,044	3,348	1,80	1,40	10,50
SOB 24	31,50	45,04	0,001	0,001	0,022	0,003	0,009	0,021	0,021	8,928	1,116	1,30	2,55	30,00
SOB 25	14,50	52,45	0,003	0,000	0,041	0,003	0,007	0,027	0,027	11,160	1,116	2,00	1,51	30,60
SOB 29	28,00	48,04	0,008	0,000	0,206	0,003	0,012	0,027	0,027	11,160	2,232	1,80	1,05	27,00
ITA 01	25,50	46,04	0,001	0,000	0,006	0,002	0,009	0,030	0,030	8,928	1,116	2,00	0,58	27,00
ITA 04	30,00	51,05	0,000	0,000	0,011	0,002	0,005	0,021	0,021	11,160	1,116	0,90	1,51	30,00
ITA 08	29,50	56,05	0,017	0,000	0,010	0,003	0,005	0,048	0,048	2,232	1,116	1,00	1,74	22,50
ITA 10	32,50	50,05	0,001	0,000	0,015	0,003	0,005	0,036	0,036	8,928	0,000	1,00	1,28	22,50
ITA 11	28,50	46,04	0,005	0,001	0,009	0,003	0,005	0,036	0,036	13,392	0,000	0,80	1,62	15,00
MOPI 01	29,00	58,05	0,017	0,000	0,018	0,002	0,011	0,024	0,024	10,044	1,116	0,90	0,12	30,00
MOX 02	31,00	48,04	0,003	0,001	0,239	0,003	0,012	0,027	0,027	4,464	0,000	1,40	0,23	30,00
MOX 03	46,00	74,87	0,001	0,001	0,047	0,007	0,044	0,082	0,082	23,436	12,276	10,10	7,48	15,00
MOX 04	33,50	58,05	0,008	0,000	0,010	0,005	0,020	0,039	0,039	15,624	5,580	1,80	1,28	24,00
MOPI 09	32,00	59,05	0,013	0,000	0,008	0,003	0,016	0,030	0,030	14,508	5,580	1,30	2,09	27,00
PA 02	30,50	53,05	0,013	0,001	0,026	0,003	0,018	0,027	0,027	46,872	3,348	1,00	1,39	9,60
PA IV 01	30,50	52,05	0,002	0,001	0,025	0,005	0,018	0,036	0,036	8,928	2,232	1,30	0,81	18,60
XIN 01	33,50	54,05	0,000	0,000	0,003	0,002	0,021	0,036	0,036	14,508	2,232	1,90	1,97	21,00
XIN 04	35,00	52,05	0,001	0,000	0,019	0,002	0,016	0,018	0,018	18,972	7,812	1,90	2,44	19,50
XIN 10	34,00	73,06	0,000	0,001	0,025	0,003	0,034	0,048	0,048	23,436	11,160	24,900	5,39	18,00
BSF 02	36,50	46,04	0,028	0,001	0,023	0,005	0,023	0,030	0,030	11,16	3,348	1,5	1,10	3,00
BSF 06	43,00	84,08	0,033	0,003	0,054	0,005	0,032	0,051	0,051	8,928	1,116	5,2	0,87	15,90
BSF 11	32,50	68,06	0,015	0,002	0,039	0,007	0,030	0,048	0,048	7,812	1,116	2,900	1,92	30,00
BSF 16	37,50	126,12	0,018	0,001	0,015	0,003	0,048	0,051	0,051	10,044	1,116	3,5	0,23	14,40

Tabela 6 – Valores da alcalinidade e dureza totais, concentração de nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, nitrogênio total, ortofosfato, fosfato total, fósforo total, clorofila a, feofitina, turbidez, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e do carbono orgânico total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a 2ª campanha de agosto/2019.

Estações	Alcalinidade total	Dureza total	Nit.			Nit. Total	Ortofosfato	Fosfato total	Fósforo total	Clorofila a	Feofitina	Turbidez	DBO	COT
	(mg/L CaCO ₃)	(mg/L CaCO ₃)	Nitrato (mg/L)	Nitrito (mg/L)	Nit. Amoniacal (mg/L)									
SOB 19 Sup	35,00	40,04	0,021	0,001	0,013	6,010	0,003	0,007	0,012	1,116	3,348	1,70	0,69	19,50
SOB 19 Z. Euf.	-	-	0,047	-	-	-	-	-	0,018	-	-	-	-	-
SOB 19 Fun.	-	-	0,047	-	-	-	-	-	0,018	-	-	-	-	-
SOB 22	35,50	42,03	0,019	0,001	0,011	4,810	0,002	0,007	0,018	4,464	3,348	1,20	1,27	12,30
SOB 24	32,00	33,43	0,016	0,001	0,010	18,400	0,003	0,011	0,018	5,580	2,232	1,00	1,04	10,50
SOB 25	39,00	49,24	0,022	0,002	0,010	4,050	0,002	0,009	0,009	6,696	1,116	1,50	0,90	9,00
SOB 29	35,00	35,83	0,010	0,001	0,014	3,790	0,003	0,009	0,012	6,696	2,232	1,30	0,35	13,50
ITA 01	36,00	37,83	0,010	0,001	0,019	1,640	0,003	0,011	0,012	2,232	3,348	1,80	0,72	21,00
ITA 04	36,00	37,43	0,028	0,001	0,020	4,490	0,003	0,009	0,015	0,000	1,116	1,00	0,65	15,00
ITA 08	35,00	41,04	0,029	0,001	0,014	6,770	0,005	0,009	0,024	2,232	4,464	0,70	0,58	21,00
ITA 10	35,00	35,03	0,032	0,001	0,011	3,100	0,003	0,007	0,024	4,464	2,232	0,60	0,58	24,00
ITA 11	35,50	34,23	0,030	0,001	0,009	1,710	0,002	0,005	0,030	1,116	5,580	0,60	0,67	18,00
MOPI 01	35,00	40,64	0,013	0,001	0,006	5,180	0,005	0,016	0,024	7,812	2,232	1,10	0,71	9,00
MOX 02	35,00	35,43	0,023	0,002	0,012	0,320	0,007	0,016	0,024	2,232	3,348	1,00	0,12	15,00
MOX 03	35,50	40,24	0,006	0,001	0,018	5,500	0,022	0,073	0,097	30,132	26,784	11,90	5,91	33,00
MOX 04	32,00	32,63	0,007	0,001	0,007	5,750	0,002	0,021	0,033	5,580	3,348	1,20	2,67	9,00
MOPI 09	58,00	71,66	0,022	0,002	0,013	3,410	0,008	0,018	0,030	6,696	2,232	1,50	0,70	12,00
PA 02	32,00	31,03	0,023	0,001	0,006	5,940	0,005	0,021	0,033	7,812	3,348	1,30	0,58	21,00
PA IV 01	32,00	31,03	0,039	0,001	0,021	8,350	0,010	0,020	0,051	2,232	4,464	1,00	0,92	12,00
XIN 01	33,00	33,43	0,006	0,001	0,013	6,260	0,003	0,028	0,039	6,696	13,392	2,00	1,85	18,00
XIN 04	32,00	30,83	0,032	0,001	0,007	7,710	0,005	0,020	0,030	2,232	4,464	1,90	1,97	9,00
XIN 10	32,00	31,03	0,011	0,001	0,053	12,330	0,093	0,181	0,193	165,168	168,516	28,00	20,50	51,00
BSF 02	35,00	33,23	0,040	0,001	0,025	7,080	0,013	0,027	0,036	4,464	3,348	1,20	0,81	3,00
BSF 06	35,50	32,43	0,056	0,003	0,015	6,450	0,012	0,025	0,048	1,116	8,928	4,40	0,93	6,00
BSF 11	36,00	34,23	0,050	0,002	0,046	6,830	0,015	0,027	0,060	3,348	3,348	3,10	1,00	6,00
BSF 16	34,50	32,63	0,029	0,002	0,040	8,280	0,010	0,023	0,036	3,348	2,232	3,20	1,20	6,00

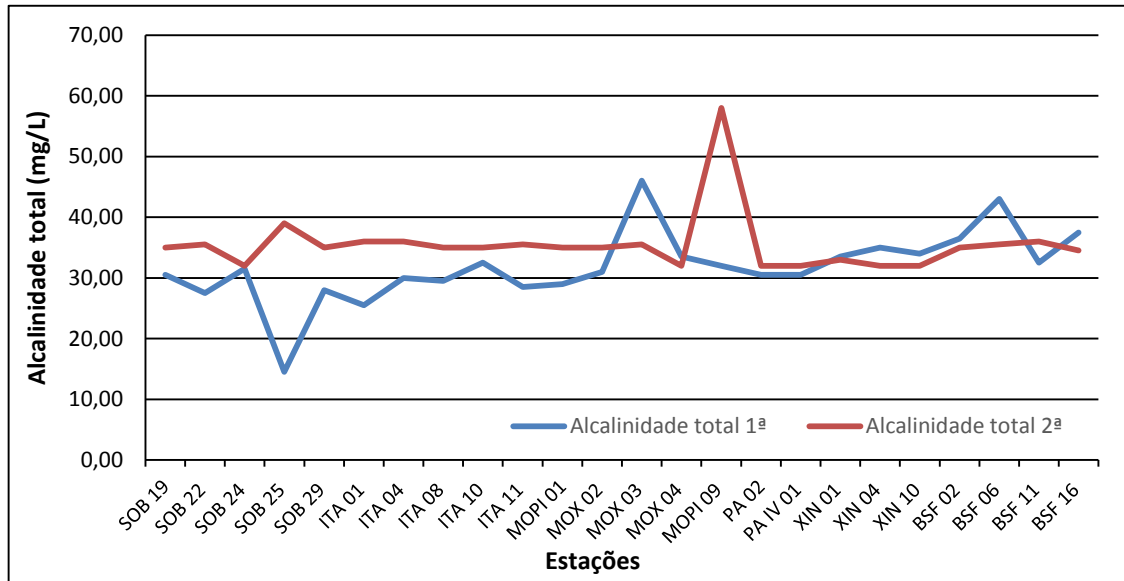


Figura 10 – Variação da alcalinidade total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019.

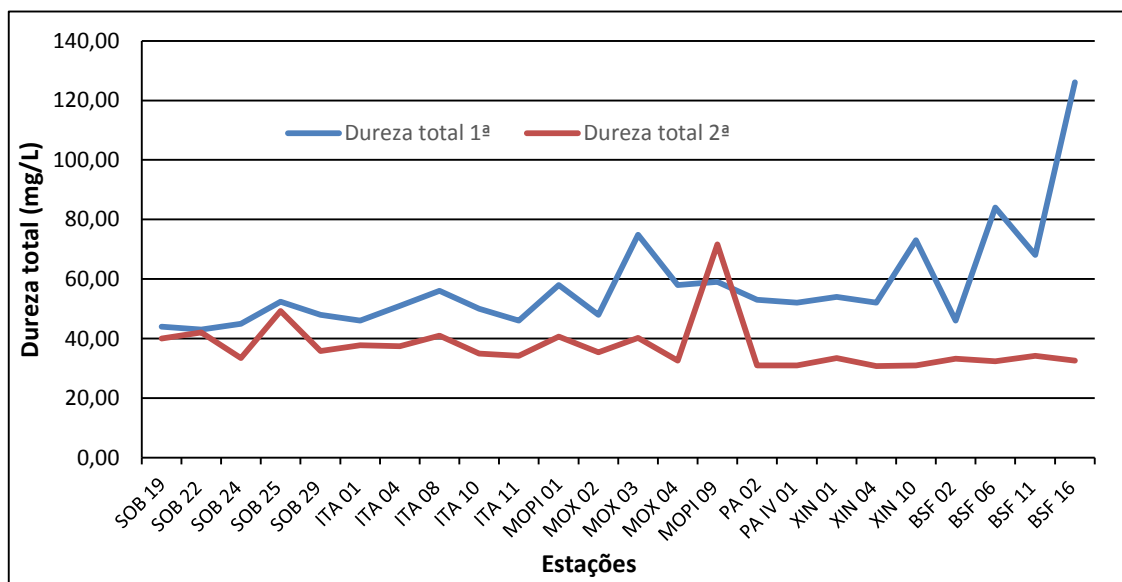


Figura 11 – Variação da dureza total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019.

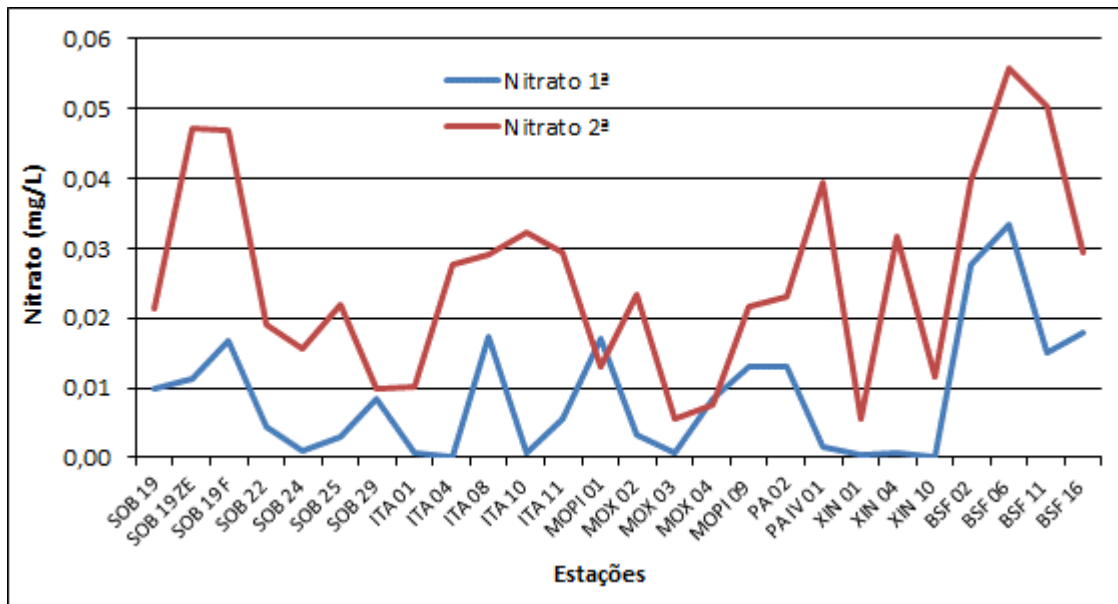


Figura 12 – Variação da concentração de nitrato da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019.

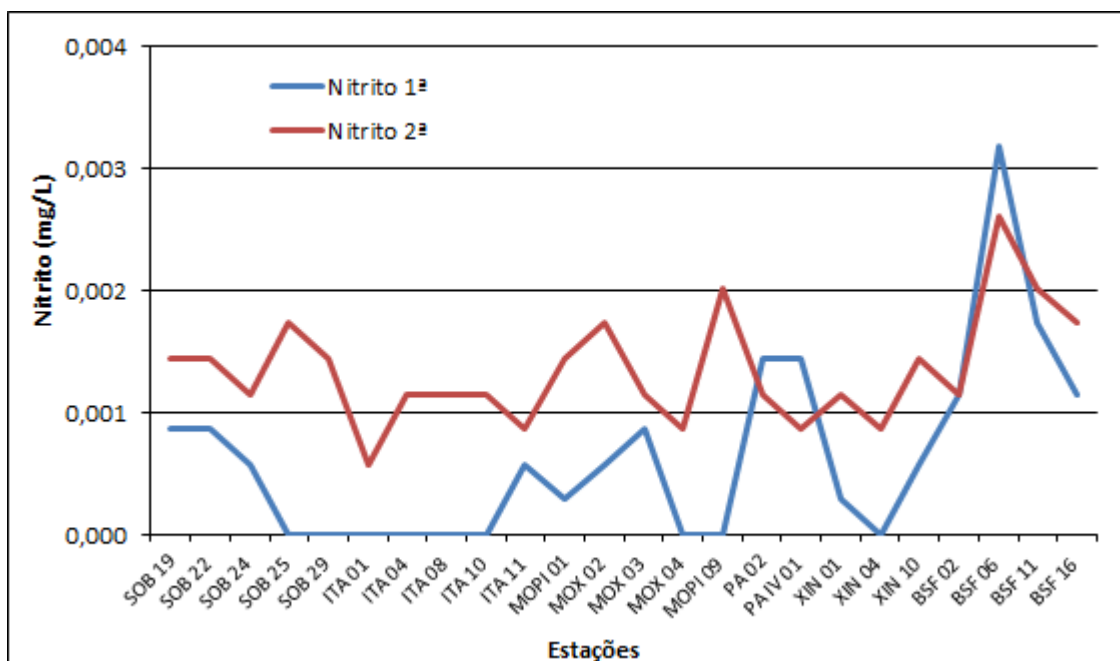


Figura 13 – Variação da concentração de nitrito da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019.

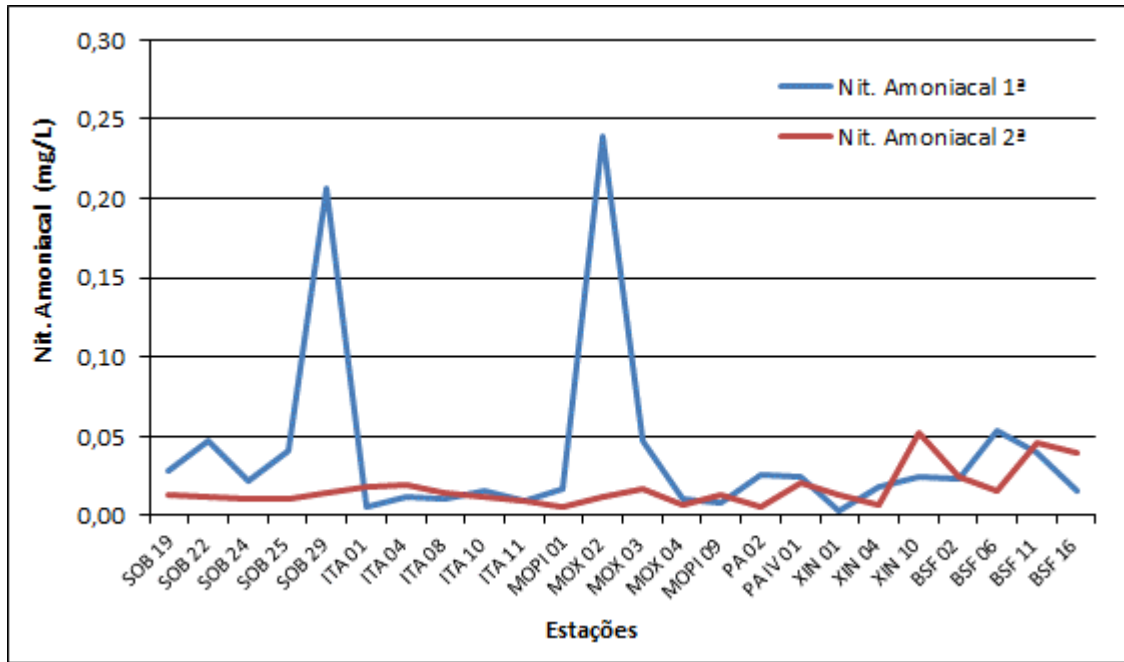


Figura 14 – Variação da concentração do nitrogênio amoniacal da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019.

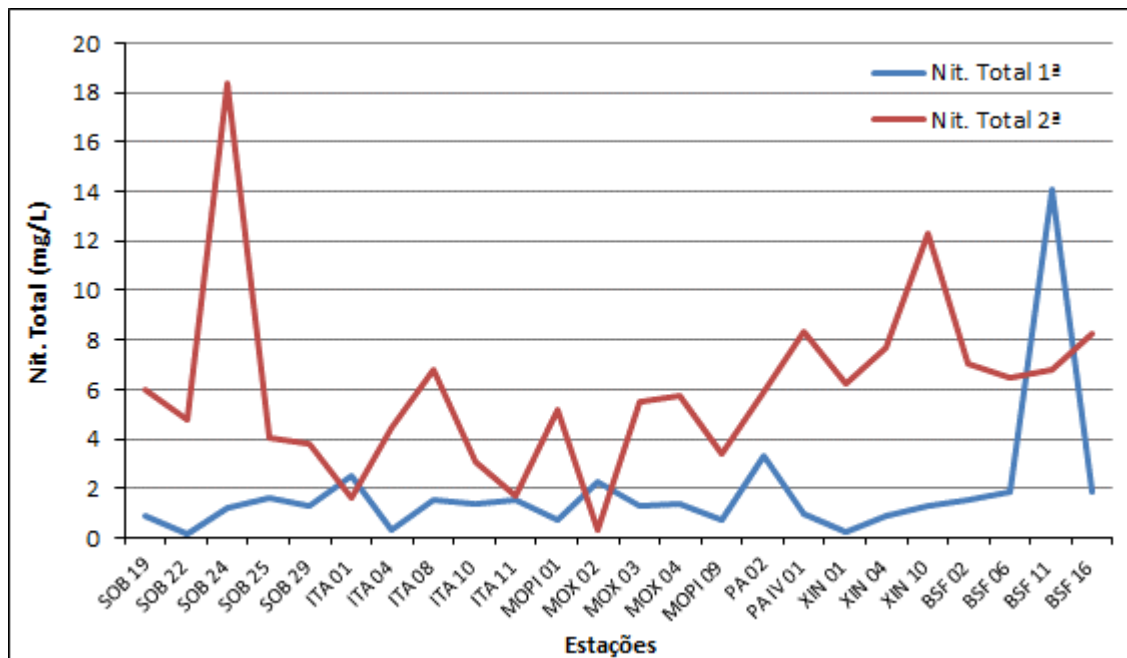


Figura 15 – Variação da concentração do nitrogênio total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019.

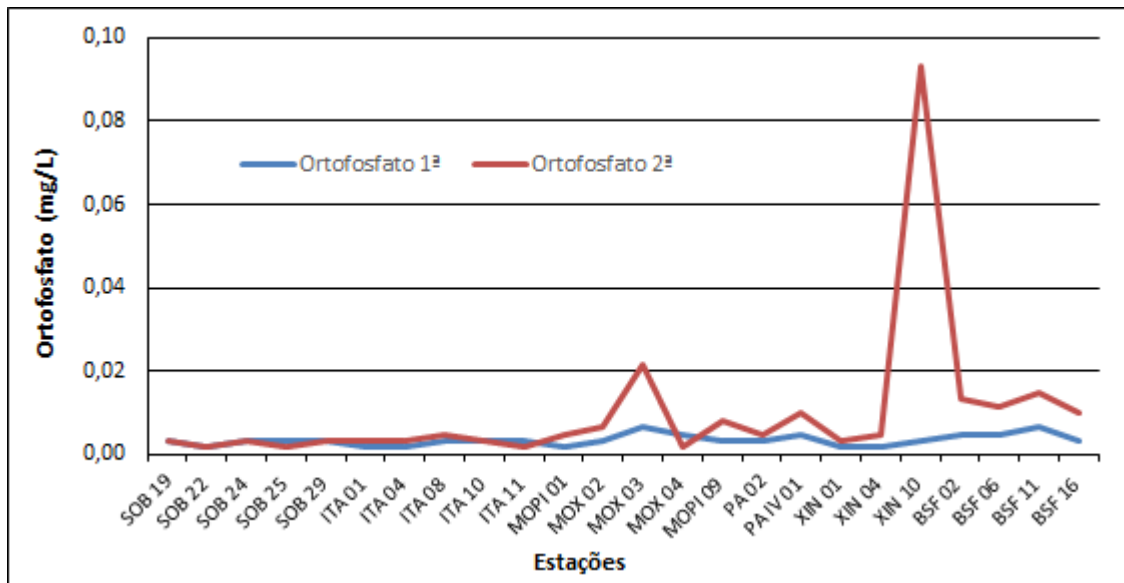


Figura 16 – Variação da concentração do ortofosfato da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019.

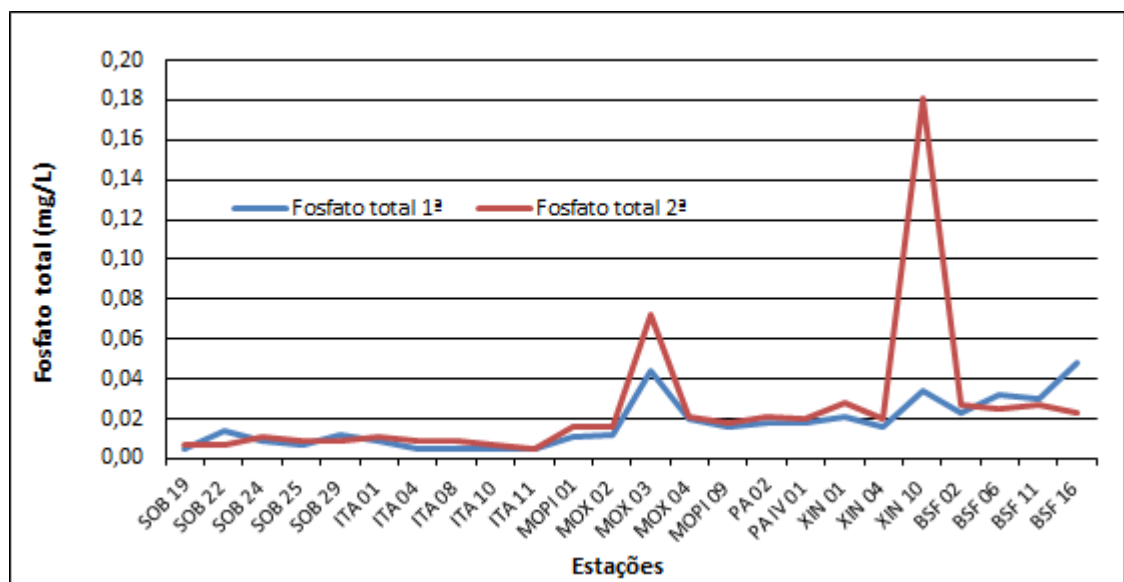


Figura 17 – Variação da concentração do fosfato total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019.

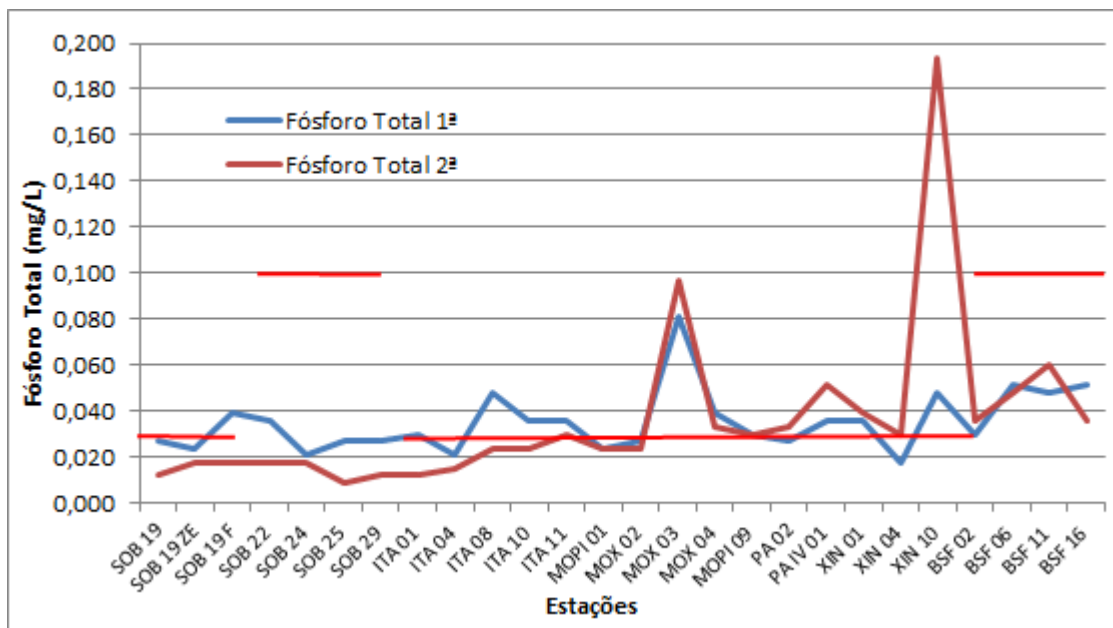


Figura 18 – Variação da concentração de fósforo total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019. As barras vermelhas indicam os limites estabelecidos pela Resolução no. 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2, respectivamente para ambientes lóticos (0,1 mg/L) e lênticos (0,030 mg/L).

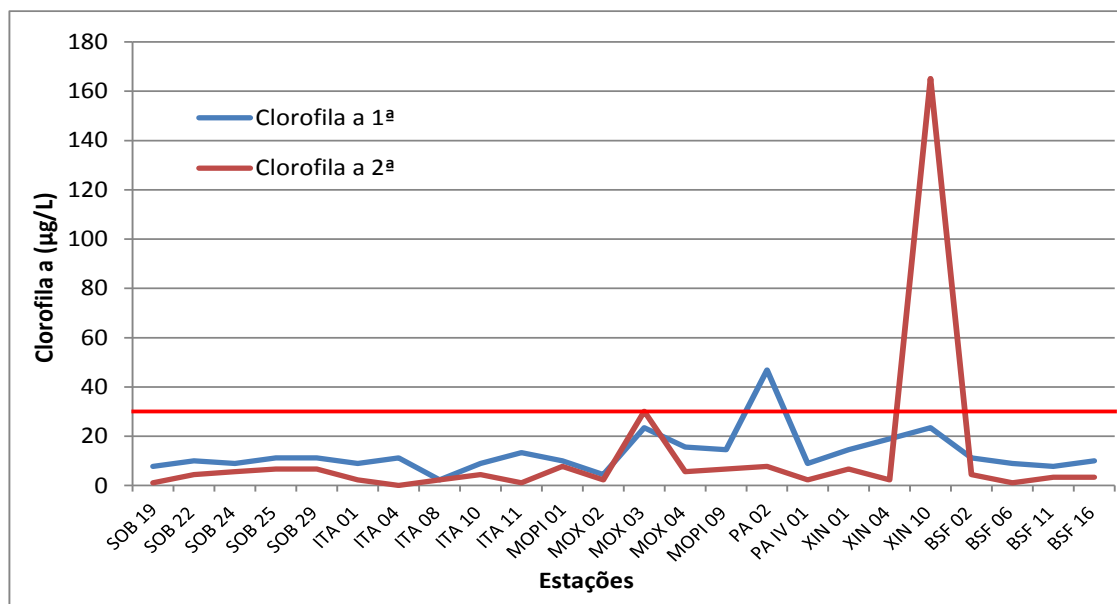


Figura 19 - Variação da concentração da clorofila a da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019.

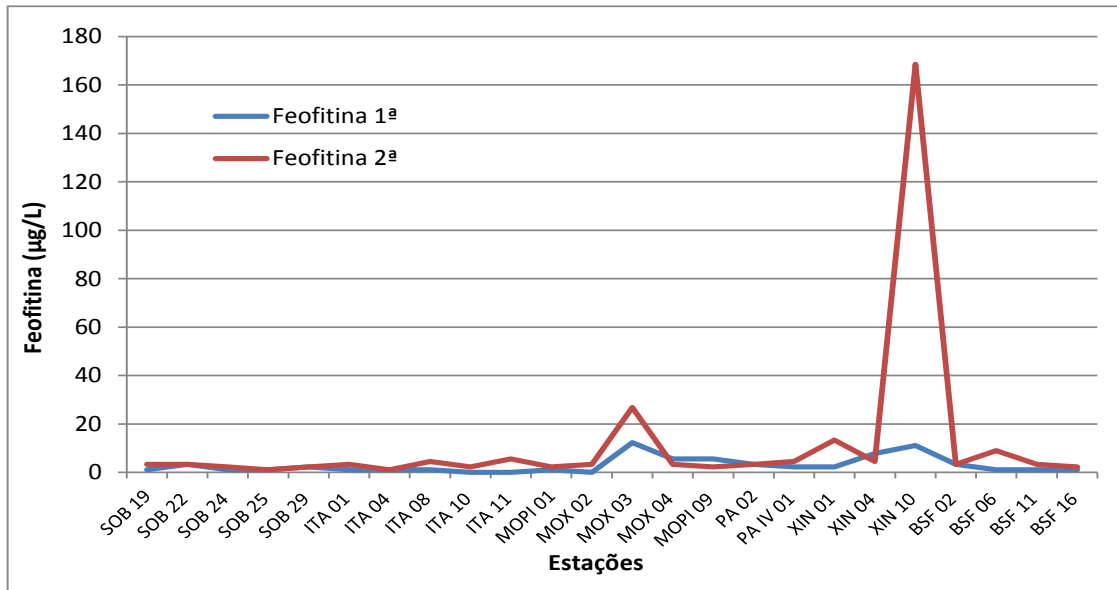


Figura 20 - Variação da concentração da feofitina da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019.

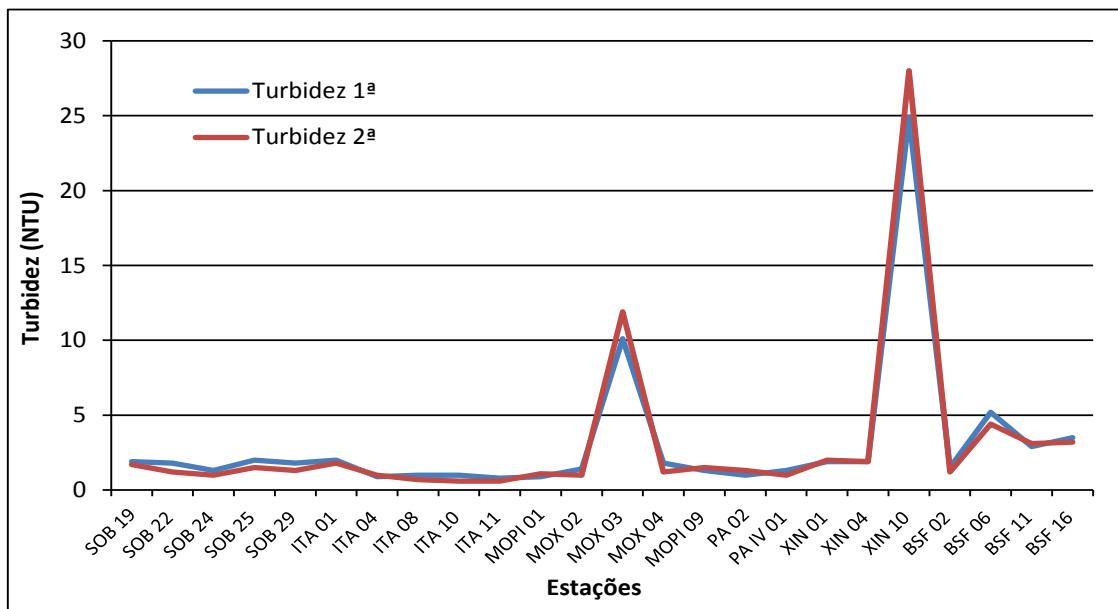


Figura 21 - Variação da turbidez da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019.

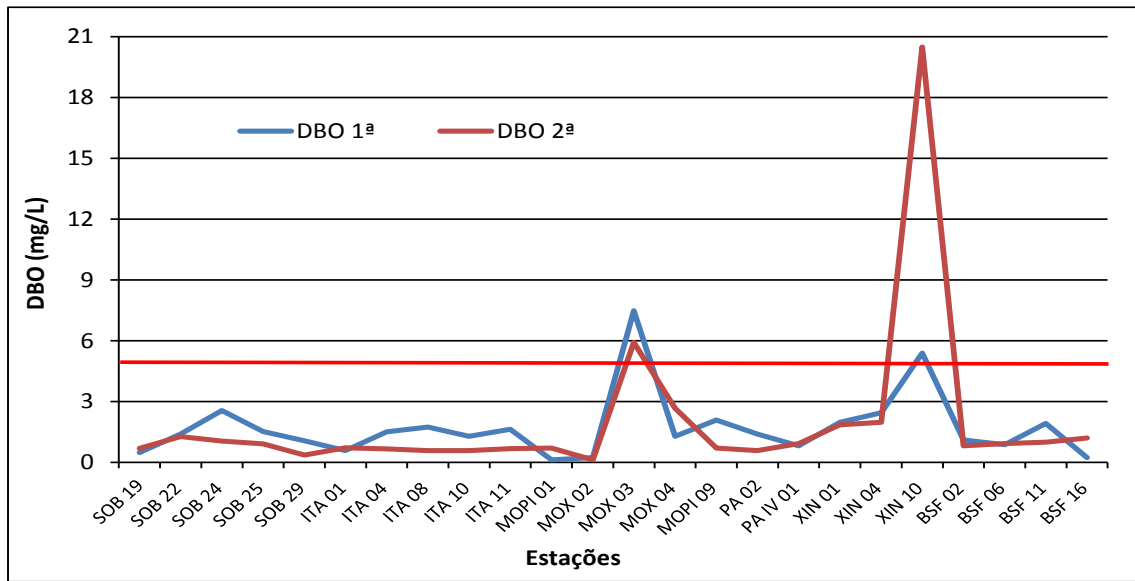


Figura 22 - Variação da demanda bioquímica de oxigênio da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019. A barra vermelha indica o limite máximo estabelecido pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2.

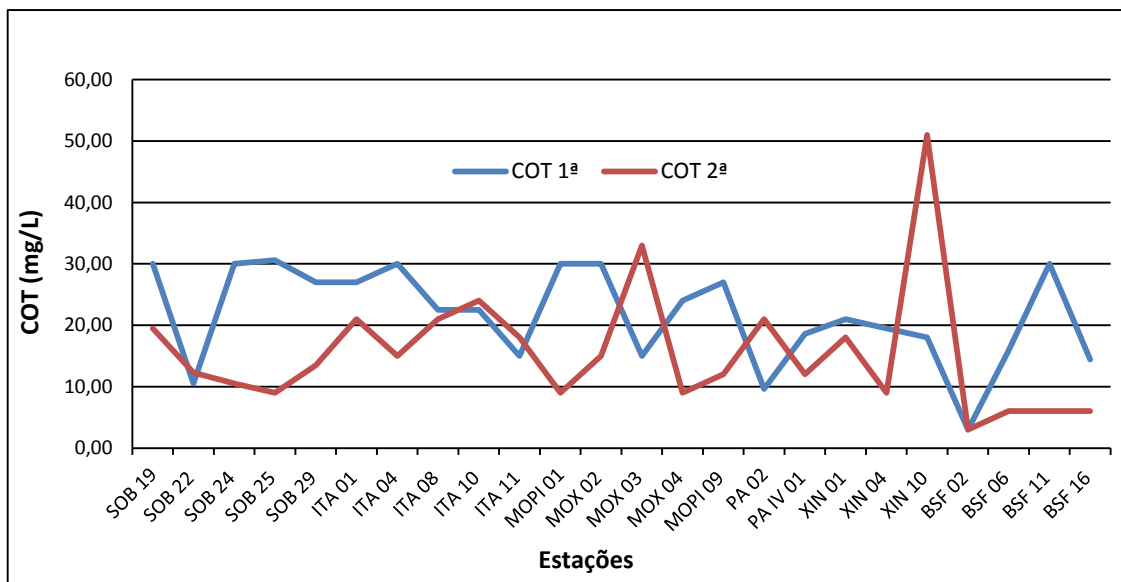


Figura 23 - Variação da concentração da carbono orgânico total (COT) da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019.

Tabela 7 – Valores de sólidos totais, fração orgânica, fração inorgânica e sólidos sedimentáveis da superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a 1ª campanha de agosto/2019.

Estações	Fração			
	Sólidos totais (g/L)	Orgânica (g/L)	Fração inorgânica (g/L)	Sól. Sedimentáveis (mL/L)
SOB 19	0,0000	0,0000	0,0000	<0,1
SOB 22	0,0003	0,0003	0,0000	<0,1
SOB 24	0,0003	0,0003	0,0000	<0,1
SOB 25	0,0007	0,0007	0,0000	<0,1
SOB 29	0,0003	0,0001	0,0001	<0,1
ITA 01	0,0006	0,0001	0,0004	<0,1
ITA 04	0,0007	0,0001	0,0006	<0,1
ITA 08	0,0003	0,0003	0,0000	<0,1
ITA 10	0,0000	0,0000	0,0000	<0,1
ITA 11	0,0001	0,0001	0,0000	<0,1
MOPI 01	0,0006	0,0001	0,0004	<0,1
MOX 02	0,0003	0,0003	0,0000	<0,1
MOX 03	0,0004	0,0003	0,0001	<0,2
MOX 04	0,0003	0,0003	0,0000	<0,1
MOPI 09	0,0006	0,0006	0,0000	<0,1
PA 02	0,0001	0,0000	0,0000	<0,1
PA IV 01	0,0001	0,0000	0,0000	<0,1
XIN 01	0,0001	0,0001	0,0000	<0,1
XIN 04	0,0000	0,0000	0,0000	<0,1
XIN 10	0,0010	0,0006	0,0004	<0,1
BSF 02	0,0003	0,0003	0,0000	<0,1
BSF 06	0,0013	0,0013	0,0000	<0,1
BSF 11	0,0036	0,0007	0,0029	<0,1
BSF 16	0,0029	0,0003	0,0026	<0,1

Tabela 8 – Valores de sólidos totais, fração orgânica, fração inorgânica e sólidos sedimentáveis da superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a 2ª campanha de agosto/2019.

Estações	Fração			
	Sólidos totais (g/L)	Orgânica (g/L)	Fração inorgânica (g/L)	Sól. Sedimentáveis (mL/L)
SOB 19	0,0006	0,0005	0,0001	<0,1
SOB 22	0,0010	0,0009	0,0001	<0,1
SOB 24	0,0013	0,0011	0,0001	<0,1
SOB 25	0,0014	0,0004	0,0010	<0,1
SOB 29	0,0010	0,0009	0,0001	<0,1
ITA 01	0,0020	0,0016	0,0004	<0,1
ITA 04	0,0003	0,0001	0,0001	<0,1
ITA 08	0,0011	0,0010	0,0001	<0,1
ITA 10	0,0006	0,0005	0,0001	<0,1
ITA 11	0,0005	0,0004	0,0001	<0,1
MOPI 01	0,0006	0,0006	0,0000	<0,1
MOX 02	0,0004	0,0003	0,0001	<0,1
MOX 03	0,0057	0,0054	0,0004	<0,2
MOX 04	0,0009	0,0007	0,0001	<0,1
MOPI 09	0,0009	0,0009	0,0000	<0,1
PA 02	0,0008	0,0006	0,0001	<0,1
PA IV 01	0,0004	0,0002	0,0001	<0,1
XIN 01	0,0014	0,0014	0,0000	<0,1
XIN 04	0,0016	0,0015	0,0001	<0,1
XIN 10	0,0053	0,0053	0,0000	<0,1
BSF 02	0,0008	0,0006	0,0001	<0,1
BSF 06	0,0031	0,0011	0,0020	<0,1
BSF 11	0,0014	0,0010	0,0004	<0,1
BSF 16	0,0009	0,0009	0,0000	<0,1

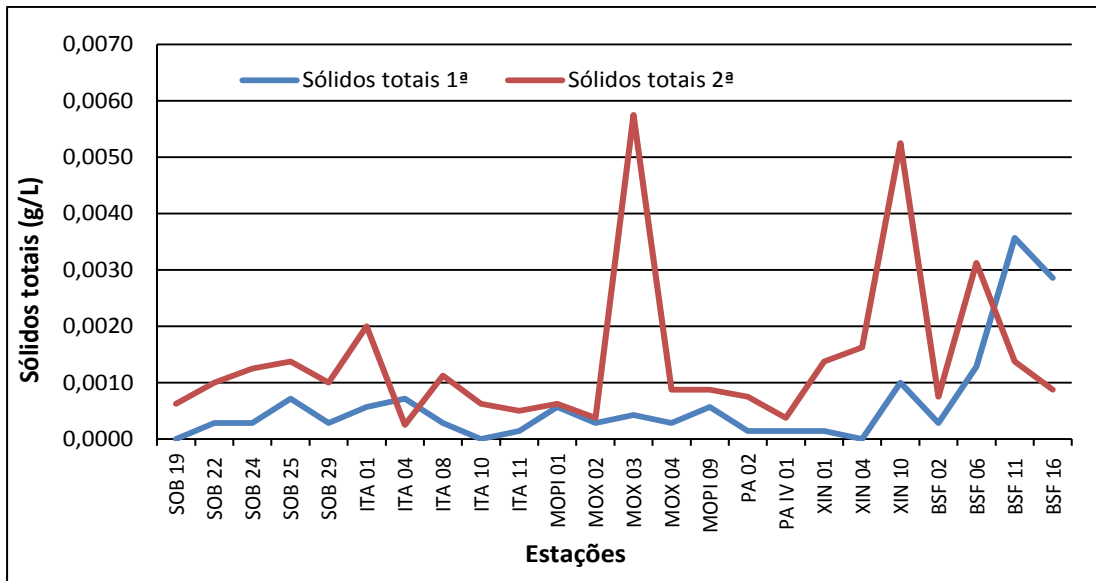


Figura 24 - Variação dos sólidos totais da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019.

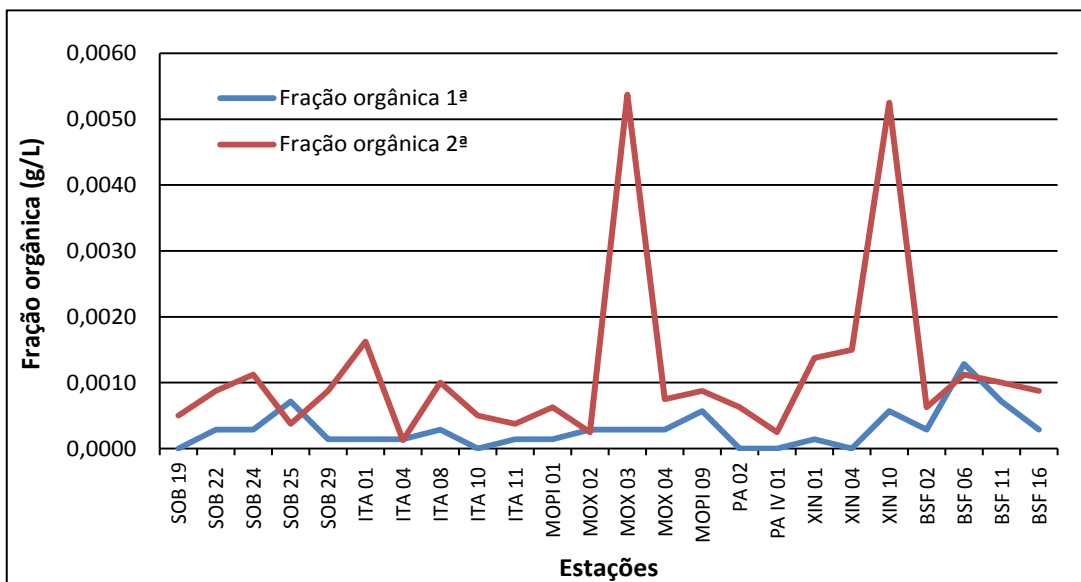


Figura 25 - Variação da fração orgânica dos sólidos totais da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019.

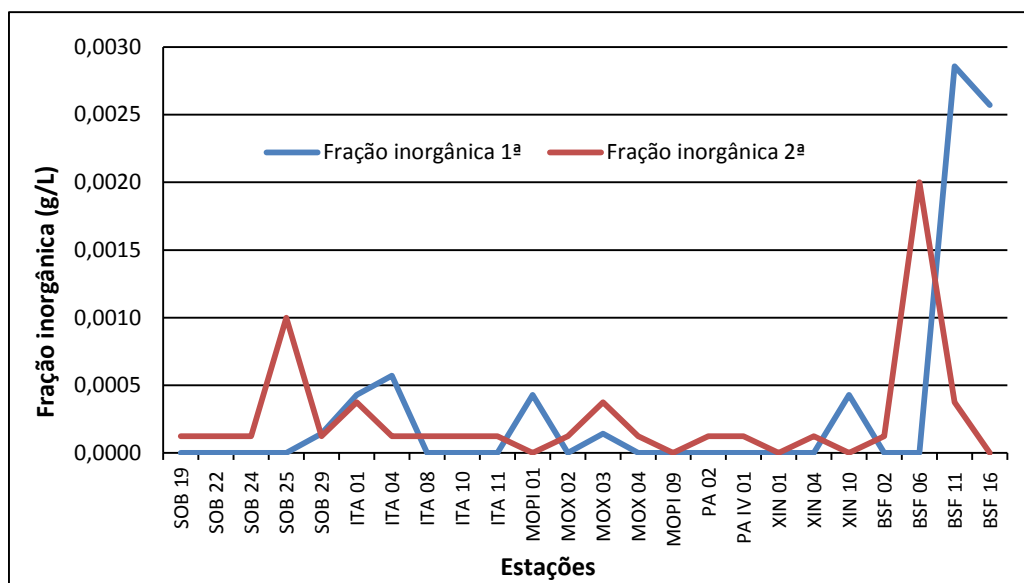


Figura 26 - Variação da fração inorgânica dos sólidos totais da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de agosto/2019.

Alcalinidade e durezas totais

Os valores de alcalinidade foram mais elevados na 2ª. campanha e os de dureza na 1ª. campanha em agosto/19, tendo a alcalinidade variado entre 14,5 e 46 mg/L (MOX 03) na 1ª. campanha e de 32,0 a 58,0 mg/L (MOPI 01) na 2ª e a dureza entre 43,0 e 126,1 mg/L (BSF 16) na 1ª campanha e entre 30,8 e 71,6 mg/L (MOPI 01) na 2ª. campanha. A dureza apresentou uma tendência de aumento ao longo do trecho do baixo São Francisco na 1ª. campanha, padrão não observado na 2ª.

Nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal e nitrogênio total

As concentrações das formas nitrogenadas dissolvidas (amônia, nitrito e nitrato) e nitrogênio total apresentaram uma ampla variação entre as estações, sem um padrão definido, independentemente do trecho ou ambiente amostrado, com valores comparativamente mais elevados na 2ª. campanha que na 1ª., com exceção de picos mais elevados de nitrogênio amoniacal em algumas estações na 1ª. campanha (Figuras 12 a 15).

As concentrações de nitrato variaram desde valores próximos ao limite de detecção (<0,001 mg/L) em algumas estações na 1ª. campanha (Figura 12 e Tabelas 5 e 6) a valores superiores a 0,040 mg/L (SOB 19 ZE e SOB 19F) e 0,050 mg/L (BSF 06 e BSF11) na 2ª. campanha Em termos de concentrações médias, os valores se mantiveram abaixo de 0,020 mg/L na 1ª. campanha e entre 0,010 e 0,030 mg/L na 2ª, tendo sido mais elevados no trecho lótico final (baixo São Francisco) nas duas campanhas. Os valores mensurados de concentrações de nitrato para o período de agosto/2019 estão dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução 357/05 do CONAMA, que é de 10,0 mg/L.

Quanto às concentrações do nitrito variaram desde concentrações nulas (não detectadas) no trecho entre SOB 25 e ITA 10, em MOX 04 e MOPI 09 e XIN 04, até os valores mais elevados (picos) registrados em BSF 06 em ambas campanhas (entre 0,002 e 0,003 mg/L).

As concentrações do nitrogênio amoniacal foram inferiores a 0,050 mg/L em todas as estações nas duas campanhas (Tabelas 5 e 6), com registro de picos de concentração no trecho lótico a jusante de Sobradinho (0,206 mg/L em SOB 29) e no reservatório de Moxotó (0,239 mg/L em MOX 02), ambos na 1ª. campanha. Os valores mensurados de concentrações de nitrogênio amoniacal para o período de agosto/2019 estão dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução 357/05 do CONAMA, que é de 2,00 mg/L.

Ortofosfato, fosfato total e fósforo total

As concentrações de ortofosfato mantiveram-se abaixo de 0,005 mg/L na maioria das estações em ambas as campanhas de agosto/19, com valores ligeiramente mais elevados na 2ª. campanha em relação à 1ª. As estações MOX 03 e XIN 10 foram aquelas com registro de valores extremos de ortofosfato, variando de 0,044 a 0,022 mg/L em MOX 03 e de 0,034 a 0,093 mg/L em XIN 10, respectivamente na 1ª. e 2ª. campanhas.

O fosfato total apresentou um padrão de variação ao longo do trecho semelhante àquele do ortofosfato, com concentrações predominantemente inferiores a 0,020 mg/L, excetuando os picos registrados em MOX 03 (0,044 mg/L na 1ª e 0,072 mg/L na 2ª campanhas) e XIN 10 (0,033 mg/L na 1ª. e 0,018 mg/L na 2ª. campanhas)(Figura 17).

As concentrações de fósforo total mensuradas no período variaram de 0,009 mg/L em SOB 25 a 0,181 mg/L em XIN 10 (Tabelas 5 e 6), ambas registradas na segunda campanha, durante a qual foi observada maior variação ao longo do trecho monitorado (Figura 18). As concentrações de fósforo total nos trechos lóticos, cujo limite estabelecido pelo CONAMA é de 0,1 mg/L P, não foi ultrapassado em qualquer estação. Nos trechos lânticos, cujo limite é de 0,030 mg/L P, as estações com valores inferiores a este limite foram aquelas entre ITA 01 e MOX 02 na 2ª. campanha. Na 1ª. campanha, na maioria das estações lânticas foram registrados valores superiores ao limite, exceto em ITA 04, MOPI 01 e MOX 02, PA 02 e XIN 04. Valores superiores ao limite estabelecido pelo CONAMA foram registrados nos picos em MOX 03 (0,081 e 0,099 mg/L, respectivamente na 1ª. e 2ª. campanhas) e XIN 10 (0,048 e 0,193 mg/L, respectivamente na 1ª. e 2ª. campanhas).

Clorofila a e feotitina

As concentrações de clorofila a mensuradas no período variaram de 2,2 µg/L em ITA 08 a 46,87 µg/L em PA 02 na primeira campanha e entre 1,12 µg/L em SOB 24 e ITA 04 a 165,2 µg/L em XIN 10 na segunda campanha (Tabelas 5 e 6). Os valores mensurados de concentrações de clorofila a para o mês de agosto/2019 estão dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução 357/05 do CONAMA, que é de 30,00 µg/L (Figura 19), com exceção dos dois picos registrados em PA 02 e XIN 10. Comparativamente entre os trechos e ambientes, observou-se um incremento das concentrações no reservatório de Moxotó e redução nos trechos a jusante.

A feofitina apresentou um padrão de variação ligeiramente semelhante ao da clorofila a, com valores predominantemente abaixo de 5 µg/L em todo o trecho (Figura 20), excetuando dois picos isolados em MOX 03 na 1ª (12,28 µg/L) e 2ª (26,78 µg/L) campanhas e em XIN 10 (11,16 µg/L na 1ª. e 168,52 µg/L na 2ª. campanhas)(Tabelas 5 e 6).

Turbidez

A turbidez nas estações de amostragem variou entre 0,80 NTU em ITA 11 e 24,90 NTU em XIN 10 na primeira campanha, enquanto que na segunda campanha variou de 0,60 NTU em

ITA 11 a 28,00 NTU em XIN 10, valores mínimo e máximo registrados nas mesmas estações nas duas campanhas (Tabelas 5 e 6, Figura 21). Avaliando-se por trecho ou ambiente da área monitorada, os valores mais elevados de turbidez foram registrados em meandros dos reservatórios de Xingó e Moxotó, sendo os valores registrados em todos os demais pontos inferiores a 5 NTU. Os valores mensurados de concentrações de turbidez para o período de agosto/2019 estão dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução 357/05 do CONAMA, que é de 100,00 NTU (Figura 21).

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A demanda bioquímica de oxigênio nas estações de amostragem variou entre 0,12 mg/L em MOPI 01 e 7,48 mg/L em MOX 03 na primeira campanha e entre 0,35 mg/L em SOB 29 e 20,5 mg/L em XIN 10 na segunda campanha (Tabelas 5 e 6, Figura 21). Os valores mais elevados em agosto/19 foram registrados nas mesmas estações (MOX 03 e XIN 10) em ambas as campanhas. Os valores mensurados de concentrações de DBO para o período de agosto/2019 estão dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução 357/05 do CONAMA, que é de 5,00 mg/L (Figura 22), com exceção dos pontos citados acima.

Carbono Orgânico Total (COT)

A concentração de carbono orgânico total dentre as estações de amostragem variou entre 3,0 mg/L em BSF 02 e 30,6 mg/L em SOB 25 na primeira campanha e entre 3,0 mg/L em BSF 02 e 51,0 mg/L em XIN 10 na segunda campanha (Tabelas 5 e 6, Figura 22). Os valores oscilaram entre 10 e 30 mg/L nas duas campanhas de agosto, com picos isolados superiores a 30 mg/L em MOX 03 (33 mg/L) e XIN 10 (51 mg/L) na segunda campanha. Valores inferiores a 10 mg/L foram registrados no baixo rio São Francisco, entre BSF 02 e BSF 16 apenas na 2ª. Observou-se uma tendência de redução dos valores de COT no trecho do baixo São Francisco, com picos isolados em estações distintas deste trecho nas duas campanhas.

Tabela 9 – Valores de temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio (OD), salinidade e sólidos totais dissolvidos (STD), do perfil da coluna da água da estação de monitoramento SOB 19 Centro no reservatório de Sobradinho, durante a 1ª campanha de agosto/2019.

Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (μS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	STD (mg/L)
Sup	23,30	7,45	67,50	8,23	97,40	0,03	45,50
1	23,30	7,45	67,50	8,35	98,40	0,03	45,50
2	23,30	7,47	67,50	8,43	98,90	0,03	45,50
3	23,30	7,49	67,50	8,39	98,00	0,03	45,50
4	23,30	7,49	67,50	8,37	99,50	0,03	45,50
5	23,30	7,49	67,50	8,36	98,60	0,03	45,50
6	23,30	7,49	67,50	8,31	98,10	0,03	45,50
7	23,30	7,49	67,50	8,30	97,40	0,03	45,50
8	23,30	7,49	67,50	8,30	97,40	0,03	45,50
9	23,30	7,49	67,50	8,37	97,60	0,03	45,50
10	23,30	7,48	67,50	8,20	98,10	0,03	45,50
11	23,30	7,48	67,50	8,35	97,50	0,03	45,50
12	23,30	7,48	67,40	8,32	97,50	0,03	45,50
13	23,30	7,48	67,50	8,22	97,50	0,03	45,50
14	23,30	7,48	67,50	8,27	97,00	0,03	45,50
15	23,30	7,48	67,50	8,29	97,30	0,03	45,50
16	23,30	7,48	67,40	8,24	98,10	0,03	45,50
17	23,30	7,48	67,50	8,29	97,20	0,03	45,50
18	23,30	7,48	67,50	8,27	97,50	0,03	45,50
19	23,30	7,47	67,50	8,23	96,70	0,03	45,50
20	23,30	7,47	62,00	8,28	97,40	0,03	44,20

Tabela 10– Valores de temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio (OD), salinidade e sólidos totais dissolvidos (STD), do perfil da coluna da água da estação de monitoramento SOB 19 Direita no reservatório de Sobradinho, durante a 1ª campanha de agosto/2019.

Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (μS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	STD (mg/L)
Superfície	23,30	7,58	67,60	8,97	106,90	0,03	45,50
1	23,30	7,51	67,60	8,59	100,00	0,03	45,50
2	23,30	7,48	67,60	8,49	99,50	0,03	45,50
3	23,30	7,47	67,60	8,46	98,80	0,03	45,50
4	23,30	7,47	67,60	8,42	98,40	0,03	45,50
5	23,30	7,46	67,60	8,42	98,20	0,03	45,50
6	23,30	7,45	67,60	8,34	98,00	0,03	45,50
7	23,30	7,45	67,50	8,38	99,20	0,03	45,50
8	23,30	7,45	67,50	8,31	96,30	0,03	45,50
9	23,30	7,45	67,50	8,47	99,50	0,03	45,50
10	23,30	7,45	67,60	8,37	97,70	0,03	45,50
11	23,30	7,45	67,60	8,40	98,90	0,03	45,50
12	23,30	7,45	67,50	8,39	98,70	0,03	45,50
13	23,30	7,45	67,50	8,35	98,10	0,03	45,50
14	23,30	7,45	67,50	8,38	95,50	0,03	45,50
15	23,30	7,45	67,50	8,44	98,10	0,03	45,50
16	23,30	7,45	67,50	8,36	97,40	0,03	45,50
17	23,30	7,45	67,50	8,28	96,20	0,03	45,50

Tabela 11 – Valores de temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio (OD), salinidade e sólidos totais dissolvidos (STD), do perfil da coluna da água da estação de monitoramento SOB 19 Esquerda no reservatório de Sobradinho, durante a 1ª campanha de agosto/2019.

Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	STD (mg/L)
Superfície	23,30	7,48	67,50	8,56	100,40	0,03	45,50
1	23,30	7,49	67,50	8,42	98,50	0,03	45,50
2	23,30	7,50	67,50	8,44	99,00	0,03	45,50
3	23,30	7,50	67,50	8,37	98,20	0,03	45,50
4	23,30	7,50	67,50	8,42	98,70	0,03	45,50
5	23,30	7,51	67,50	8,33	97,70	0,03	45,50
6	23,30	7,51	67,40	8,36	98,70	0,03	45,50
7	23,30	7,51	67,50	8,38	98,00	0,03	45,50
8	23,30	7,51	67,50	8,36	98,00	0,03	45,50
9	23,30	7,51	67,50	8,45	99,00	0,03	45,50
10	23,30	7,51	67,50	8,45	99,00	0,03	45,50
11	23,30	7,51	67,60	8,46	99,10	0,03	45,50
12	23,30	7,51	67,40	8,30	97,60	0,03	45,50
13	23,30	7,51	67,40	8,42	98,90	0,03	45,50
14	23,30	7,51	67,50	8,24	96,90	0,03	45,50
15	23,30	7,51	67,50	8,24	96,50	0,03	45,50
16	23,30	7,51	67,50	8,31	97,60	0,03	45,50
17	23,30	7,51	67,50	8,32	97,90	0,03	45,50
18	23,30	7,51	67,50	8,28	97,00	0,03	45,50
19	23,30	7,51	67,50	8,28	98,00	0,03	45,50
20	23,30	7,51	67,50	8,10	96,00	0,03	45,50
21	23,30	7,51	67,50	8,10	96,00	0,03	45,50
22	23,30	7,51	67,50	8,07	96,00	0,03	45,50
23	23,30	7,51	67,50	8,05	96,00	0,03	45,50
24	23,30	7,51	67,50	8,03	96,00	0,03	45,50
25	23,30	7,51	67,50	7,97	96,00	0,03	45,50
26	23,30	7,51	67,50	7,90	96,00	0,03	45,50
27	23,20	7,51	67,50	7,87	98,30	0,03	45,50

Perfil da Estação SOB 19

Os dados relativos às variáveis ambientais de campo, monitoradas na estação SOB 19 Centro, Esquerda e Direita, do reservatório de Sobradinho, constam das Tabelas 8 a 13, referentes à 1ª. e 2ª. campanhas de agosto/2019. As Figuras 19 a 22 apresentam os perfis verticais das variáveis das duas campanhas do mês.

Os valores de temperatura, condutividade elétrica, salinidade e STD foram iguais ou com pequenas oscilações nas três estações e nas profundidades durante a primeira campanha. A temperatura oscilou entre 23,20°C a 23,30°C, a condutividade variou de 62,00 a 67,60

uS/cm, a salinidade ficou estável em 0,03 e os sólidos totais dissolvidos variou de 44,20 mg/L a 45,50 mg/L. O mesmo ocorreu com o oxigênio dissolvido com médias variando de 8,27 mg/L a 8,43 mg/L, enquanto que o pH apresentou médias de 7,47 a 7,51. Na segunda campanha, a temperatura da água foi mais amena variando de 23,0°C a 23,1°C, o pH manteve-se próximo a neutralidade ou levemente alcalino, com médias de 7,75, 8,06 e 7,65 para as estações SOB 19C, SOB 19D e SOB 19E respectivamente. A condutividade elétrica e os sólidos totais dissolvidos apresentaram-se levemente superiores nesta segunda campanha enquanto que a salinidade ficou constante em 0,03, o oxigênio dissolvido apresentou médias muito próximas das obtidas na primeira campanha com médias nas estações de 8,36, 8,38 e 8,19 mg/L.

Os dados obtidos durante o período de monitoramento apontam características de um ambiente homogêneo, ou seja, com mistura completa da coluna da água e das estações.

Tabela 12 – Valores de temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio (OD), salinidade e sólidos totais dissolvidos (STD), do perfil da coluna da água da estação de monitoramento SOB 19 Centro no reservatório de Sobradinho, durante a 2ª campanha de agosto/2019.

Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	STD (mg/L)
Superfície	23,10	7,73	68,80	8,72	102,20	0,03	46,15
1	23,10	7,79	68,70	8,59	100,30	0,03	46,15
2	23,10	7,78	68,80	8,54	100,00	0,03	46,15
3	23,10	7,78	68,80	8,49	99,80	0,03	46,15
4	23,10	7,78	68,80	8,49	99,70	0,03	46,15
5	23,10	7,76	68,80	8,53	99,40	0,03	46,15
6	23,10	7,78	68,70	8,48	99,40	0,03	46,15
7	23,00	7,76	68,70	8,37	97,70	0,03	46,15
8	23,00	7,78	68,70	8,42	98,70	0,03	46,15
9	23,00	7,77	68,70	8,23	98,60	0,03	46,15
10	23,00	7,75	68,70	8,32	97,00	0,03	46,15
11	23,00	7,76	68,70	8,31	96,80	0,03	46,15
12	23,00	7,74	68,70	8,29	96,70	0,03	46,15
13	23,00	7,74	68,60	8,17	94,70	0,03	46,15
14	23,00	7,72	68,60	8,24	96,90	0,03	46,15
15	23,00	7,73	68,70	8,23	95,40	0,03	46,15
16	23,00	7,71	68,70	8,21	95,60	0,03	46,15
17	23,00	7,71	68,70	8,22	95,60	0,03	46,15
18	23,00	7,70	68,70	8,21	95,20	0,03	46,15
19	23,00	7,69	68,70	8,16	95,10	0,03	46,15

Tabela 13 – Valores de temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio (OD), salinidade e sólidos totais dissolvidos (STD), do perfil da coluna da água da estação de monitoramento SOB 19 Direita no reservatório de Sobradinho, durante a 2ª campanha de agosto/2019.

Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	STD (mg/L)
Superfície	23,10	8,44	68,80	8,67	100,90	0,03	46,15
1	23,10	8,35	68,80	8,58	99,00	0,03	46,15
2	23,10	8,25	68,80	8,50	100,10	0,03	46,15
3	23,10	8,20	68,80	8,54	100,00	0,03	46,15
4	23,10	8,14	68,80	8,42	99,90	0,03	46,15
5	23,10	8,11	68,80	8,41	98,10	0,03	46,15
6	23,10	8,05	68,80	8,50	98,70	0,03	46,15
7	23,10	8,01	68,80	8,31	98,80	0,03	46,15
8	23,10	8,01	68,80	8,34	98,00	0,03	46,15
9	23,10	7,99	68,80	8,39	98,00	0,03	46,15
10	23,10	7,96	68,80	8,43	98,00	0,03	46,15
11	23,00	7,93	68,70	8,26	97,20	0,03	46,15
12	23,00	7,93	68,70	8,13	96,40	0,03	46,15
13	23,00	7,89	68,60	8,21	96,00	0,03	46,15
14	23,00	7,87	68,60	8,23	96,90	0,03	46,15
15	23,00	7,84	68,60	8,12	95,40	0,03	46,15

Tabela 14 – Valores de temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio (OD), salinidade e sólidos totais dissolvidos (STD), do perfil da coluna da água da estação de monitoramento SOB 19 Esquerda no reservatório de Sobradinho, durante a 2ª campanha de agosto/2019.

Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	STD (mg/L)
Superfície	23,10	7,69	68,80	8,45	99,70	0,03	46,15
1	23,10	7,67	68,80	8,44	98,00	0,03	46,15
2	23,10	7,66	68,80	8,29	97,00	0,03	46,15
3	23,10	7,66	68,80	8,46	99,00	0,03	46,15
4	23,10	7,69	68,70	8,10	92,00	0,03	46,15
5	23,10	7,67	68,70	8,27	98,00	0,03	46,15
6	23,00	7,67	68,70	8,34	97,10	0,03	46,15
7	23,00	7,68	68,60	8,11	95,20	0,03	46,15
8	23,00	7,66	68,60	8,29	97,70	0,03	46,15
9	23,00	7,68	68,60	8,07	96,00	0,03	46,15
10	23,00	7,66	68,60	8,14	94,90	0,03	46,15
11	23,00	7,64	68,60	8,25	95,70	0,03	46,15
12	23,00	7,64	68,60	8,11	93,40	0,03	46,15
13	23,00	7,64	68,60	8,17	95,70	0,03	46,15
14	23,00	7,65	68,60	8,13	93,40	0,03	46,15
15	23,00	7,64	68,60	8,09	94,80	0,03	46,15
16	23,00	7,62	68,60	8,35	97,30	0,03	46,15
17	23,00	7,61	68,60	8,12	94,10	0,03	46,15
18	23,00	7,63	68,60	8,14	94,60	0,03	46,15
19	23,00	7,60	68,60	7,94	92,90	0,03	46,15
20	23,00	7,62	68,60	8,15	94,00	0,03	46,15
21	23,00	7,62	68,60	8,15	94,00	0,03	46,15
22	23,00	7,66	68,60	8,15	94,00	0,03	46,15
23	23,00	7,67	68,60	8,15	94,00	0,03	46,15
24	23,00	7,67	68,60	8,15	94,00	0,03	46,15
25	23,00	7,66	68,60	8,10	94,00	0,03	46,15
26	23,00	7,68	68,60	8,05	94,00	0,03	46,15
27	23,00	7,68	69,70	8,02	94,00	0,03	46,15

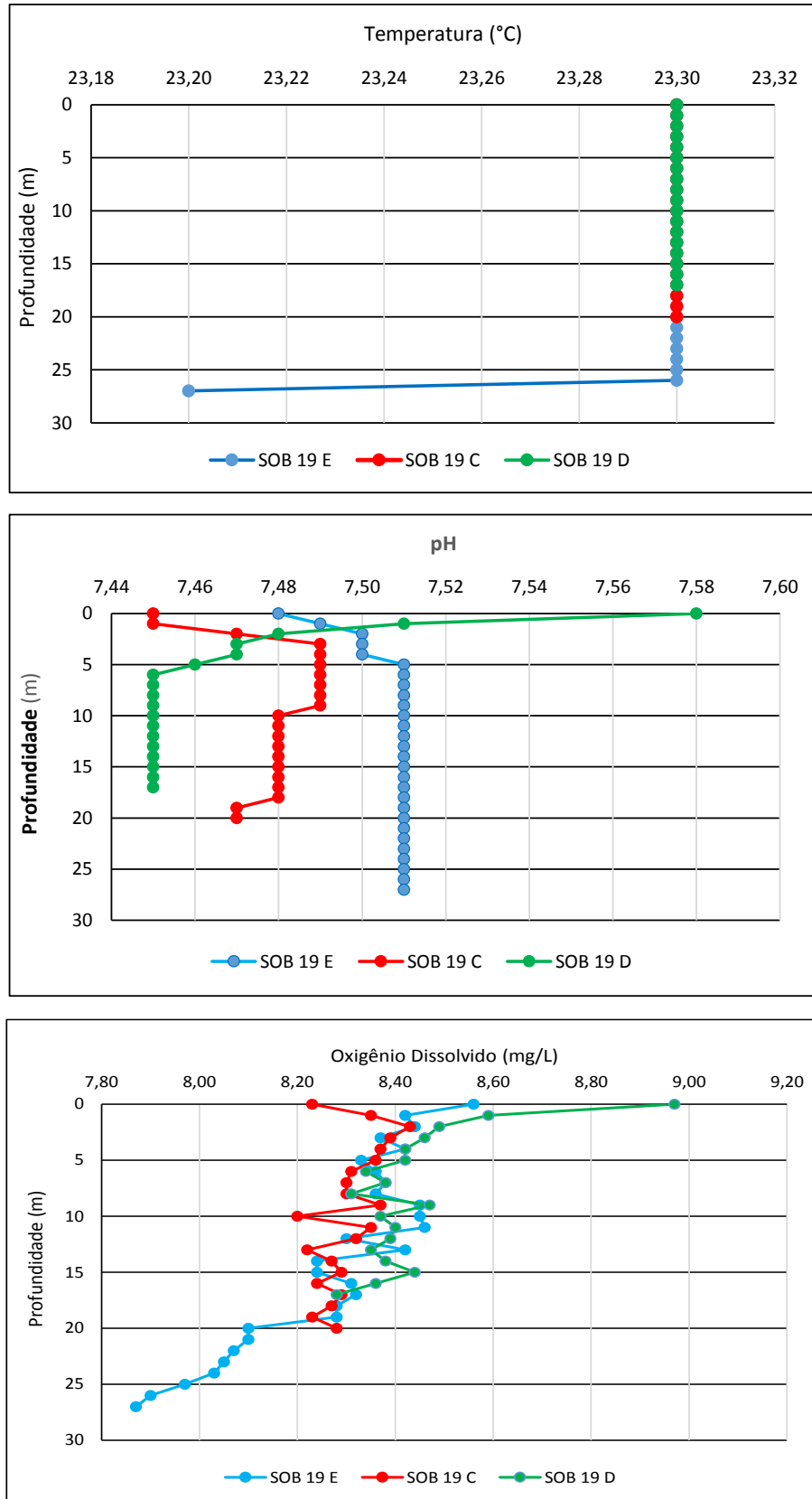


Figura 27 – Perfis verticais da temperatura, pH e concentração de oxigênio dissolvido da água na estação SOB 19 Centro, Esquerda e Direita, referentes à 1ª. campanha de monitoramento de agosto/2019.

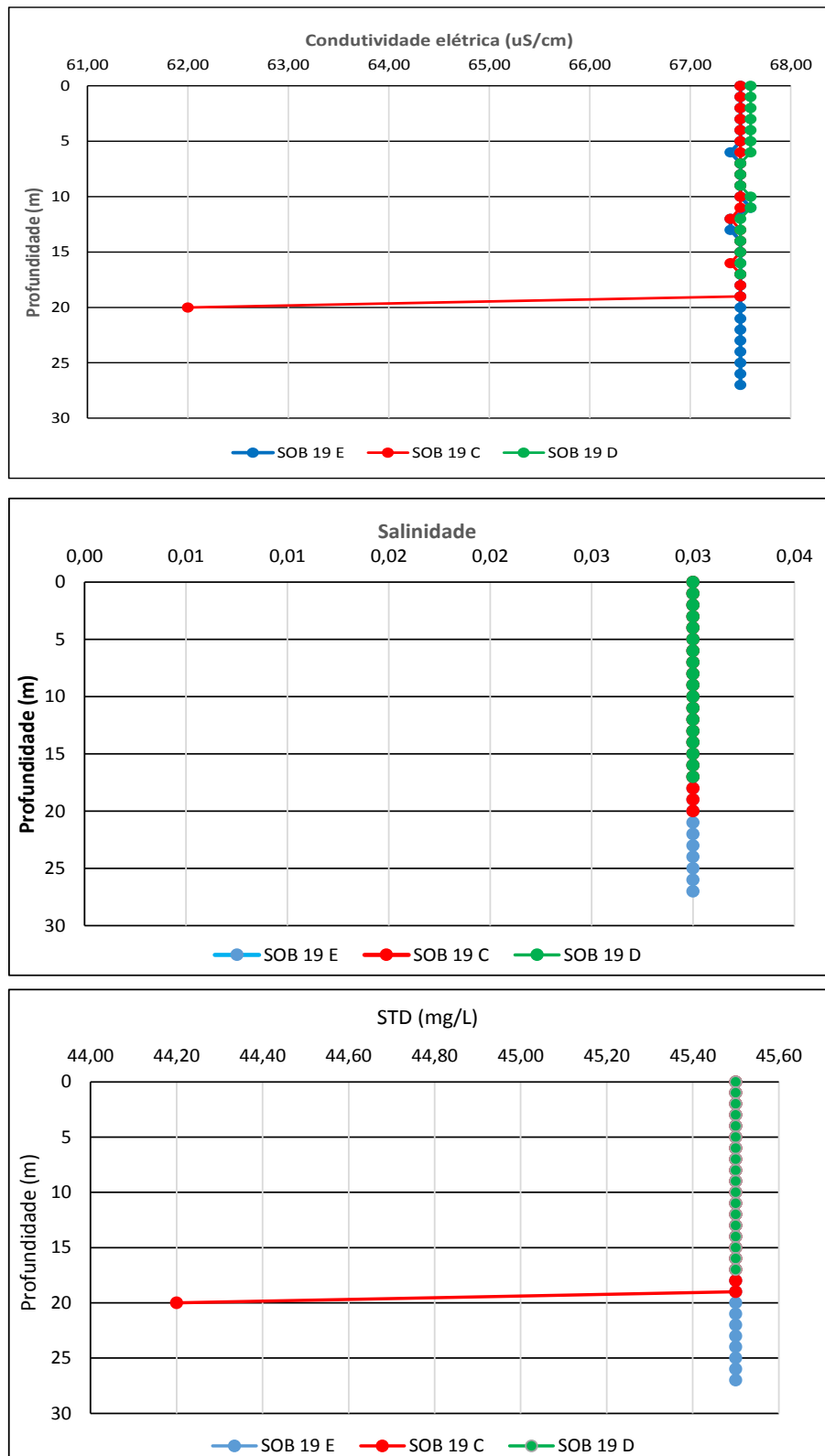


Figura 28 – Perfis verticais da condutividade, salinidade e dos sólidos totais dissolvidos (STD) da água na estação SOB 19 Centro, Esquerda e Direita, referentes à 1ª. campanha de monitoramento de agosto/2019.

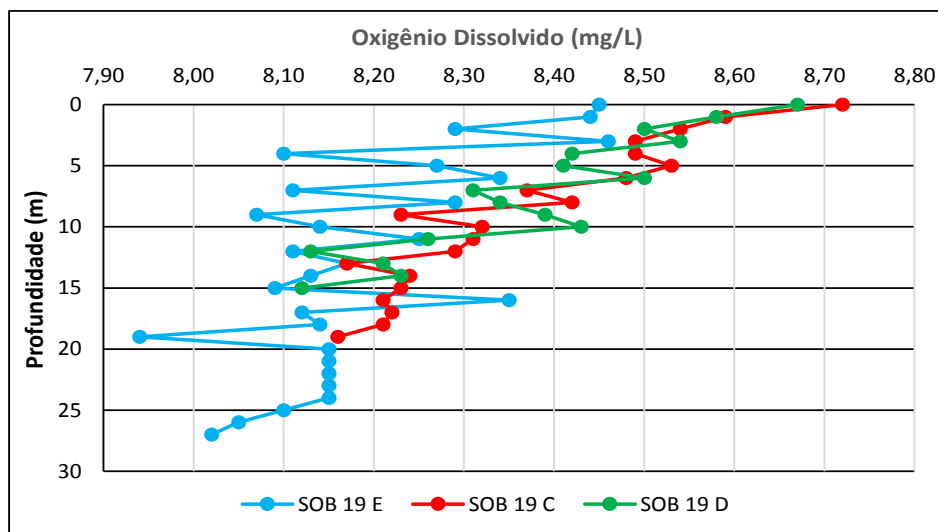
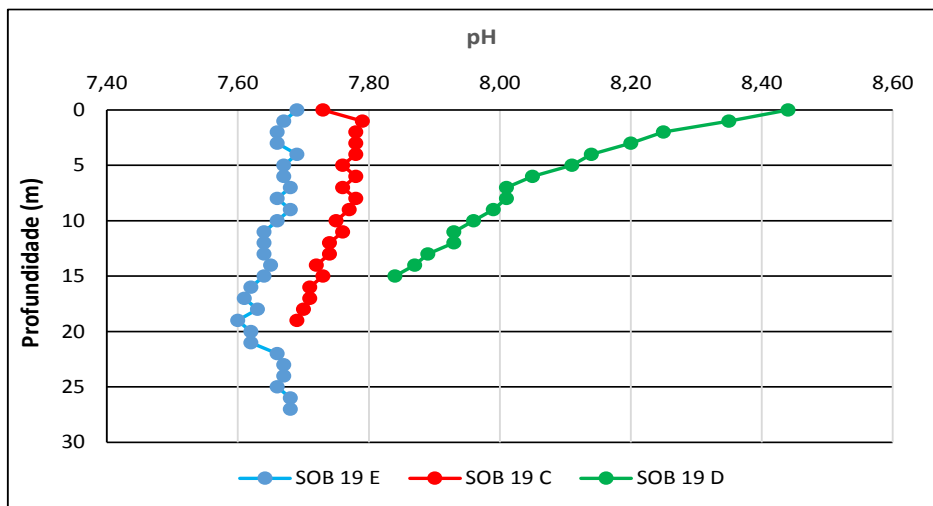
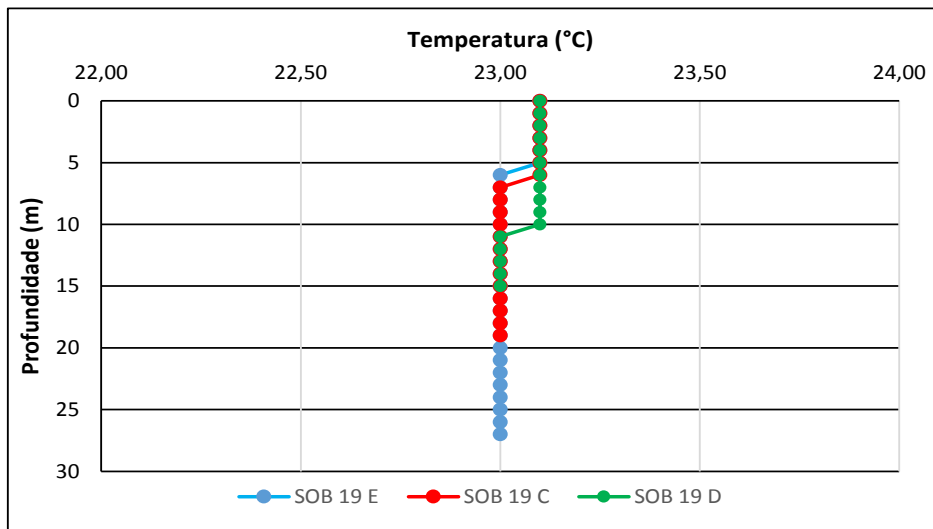


Figura 29 – Perfis verticais da temperatura, pH e concentração de oxigênio dissolvido da água na estação SOB 19 Centro, Esquerda e Direita, referentes à 2ª. campanha de monitoramento de agosto/2019.

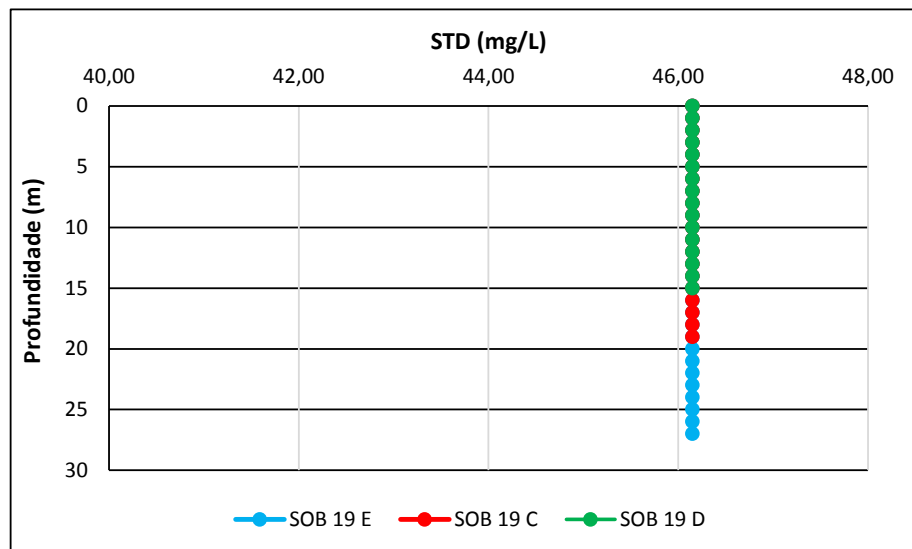
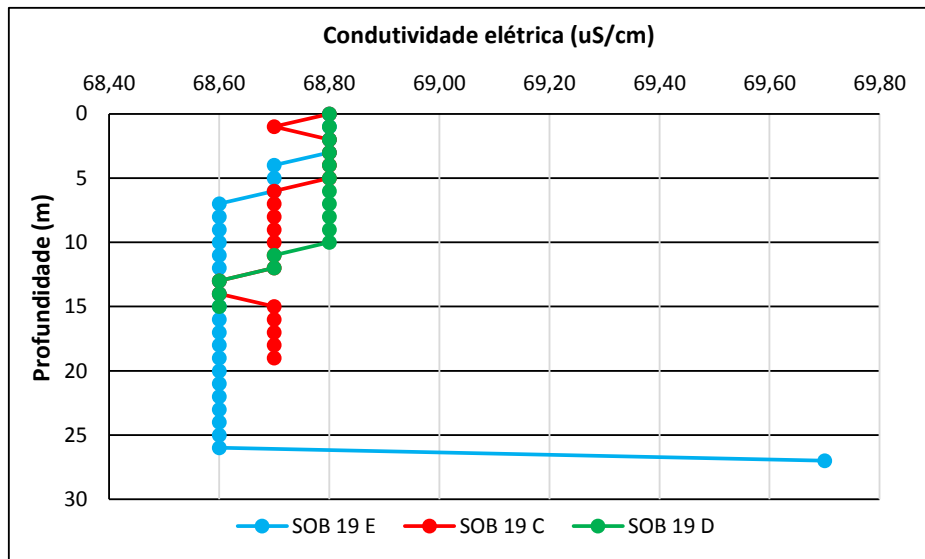


Figura 30 – Perfis verticais da condutividade e dos sólidos totais dissolvidos (STD) da água na estação SOB 19 Centro, Esquerda e Direita, referentes à 2ª. campanha de monitoramento de agosto/2019.

4. MONITORAMENTO DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA

Introdução

No Brasil, os reservatórios são ecossistemas artificiais que correspondem ao barramento de um rio, e que muitos deles estão associados a unidades de geração de energia elétrica que contribuem com aproximadamente 85% da eletricidade produzida no país (Mme, 2013). A construção de reservatórios está intimamente relacionada com o uso e ocupação do solo, abastecimento público, tamanho da área de drenagem e fatores climáticos, cujas interações podem desencadear uma série de respostas no ambiente aquático e resultar em alterações nas características físicas, químicas e biológicas (Lund *et al.*, 1958; Thompson *et al.*, 2015). Na região Nordeste do Brasil, os reservatórios, em sua maioria, são de grande importância para a manutenção e crescimento econômico e social da região. Como parte dos ecossistemas aquáticos, as bacias hidrográficas desempenham papel fundamental na manutenção das comunidades, tanto em ambientes lóticos como lênticos.

Do ponto de vista ambiental, a falta de conhecimento sobre a biologia e ecologia das comunidades aquáticas que compõem as bacias hidrográficas, geram dificuldades em implementar programas de manutenção e recuperação da biota (Buss *et al.*, 2008). O fitoplâncton representa um conjunto de microrganismos fotossintetizantes que contribuem de maneira significativa na produção primária e na cadeia trófica sendo utilizado como alimento por pequenos invertebrados (e.g., zooplâncton) (Raymont, 2014). A comunidade fitoplanctônica é um dos grupos biológicos aquáticos que melhor responde aos diversos fatores físicos, químicos e biológicos dos ecossistemas aquáticos (Gallegos e Neale, 2015), principalmente devido à sua sensibilidade às variações ambientais (Reynolds, 2006). Esses fatores apresentam as mais variadas origens que são resultantes de características físicas, climáticas, hidrodinâmicas, enriquecimento de nutrientes e ações antrópicas (Peierls *et al.*, 2012; Thompson *et al.*, 2015).

Portanto, conhecer a distribuição e diversidade de espécies fitoplanctônicas é de grande importância para compreender o funcionamento do ecossistema, melhorar as práticas de gerenciamento do ambiente aquático em relação aos programas de conservação

e exploração de recursos. Para isto, o estudo das comunidades fitoplanctônicas auxilia na compreensão da dinâmica dos ecossistemas aquáticos e na manutenção da qualidade da água, pois atuam como bioindicadores de poluição (Maznah e Makhrough, 2015; El-Kassas e Gharib, 2016).

Estudos sobre a composição da comunidade fitoplanctônica são fundamentais, principalmente na região Nordeste do Brasil (Cardoso *et al.*, 2017), pois trata-se de uma região com condições climáticas favoráveis ao crescimento das algas (De Oliveira *et al.*, 2018; Rego *et al.*, 2019). Após as mortes da tragédia que aconteceu em Caruaru e o registro de cianobactérias ao longo dos anos, o Brasil foi o primeiro país a adotar uma legislação específica de cianobactérias e cianotoxinas no monitoramento da qualidade da água (Moura *et al.*, 2017). Nas últimas décadas, os estudos realizados para a região detectaram que a maioria dos reservatórios apresenta dominância de cianobactérias potencialmente produtoras de toxinas (Aragão-Tavares *et al.*, 2013; Dos Santos Severiano *et al.*, 2018; Diniz *et al.*, 2019). Sendo assim, o conhecimento sobre a distribuição, composição e abundância das espécies fitoplanctônicas de reservatórios são importantes para a compreensão da dinâmica dos ecossistemas e monitoramento da qualidade da água.

Metodologia

As amostras foram coletadas em vinte e seis (26) estações limnológicas, com duas coletas quinzenais no mês de agosto de 2019 utilizando rede de plâncton (20 μ m) na subsuperfície da água. Em cada estação de amostragem foram filtrados 100 litros da água e concentrado em 250 mL. Em campo, as amostras foram fixadas com solução de lugol acético a 1% para posteriores análises qualitativas e quantitativas.

Os táxons foram identificados a partir de observações das características morfológicas dos organismos com uso de bibliografias específicas, tais como: Prescott e Vinyard (1982) para as clorófitas, John *et al.* (2002), para as euglenofíceas e outros fitoflagelados, Ettl (1978) para as xantofíceas, (Komárek e Cronberg, 2001; Komárek e Anagnostidis, 2005); Komarek (2013) para cianobactérias, Popovsky e Pfiester (1990) para os dinoflagelados, Krammer e Lange-Bertalot (1991b); (Krammer e Lange-Bertalot, 1991a) para as diatomáceas, além de trabalhos recentes dos diferentes grupos de diatomáceas. Lâminas

permanentes foram preparadas segundo Carr *et al.* (1986) para identificação das diatomáceas.

A quantificação das algas foi realizada utilizando microscópio invertido triocular XDS-1B (400×), de acordo com Utermöhl (1958). O tempo de sedimentação da amostra foi de acordo com Lund *et al.* (1958) e a contagem foi realizada em transectos e o limite de contagem estabelecido pela curva de rarefação de espécies. Os resultados das análises estão expressos em abundância absoluta e relativa dos principais grupos fitoplanctônicos.

4.1 RESULTADOS DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA

Os resultados referentes às análises fitoplanctônicas constam das Figuras 31 a 36.

A comunidade fitoplanctônica inventariada nos reservatórios de Sobradinho, Itaparica, Moxotó, Paulo Afonso e Xingó, e no Baixo São Francisco na 1ª campanha de monitoramento realizada no período de 01 a 05 agosto de 2019 foi representada por 107 táxons distribuídos em 7 grupos: Chlorophyta (29), Bacillariophyta (33), Cyanophyta (22), Euglenophyta (5), Chryptophyta (2) e Dinophyta (3) e Ochrophyta (2). Na primeira campanha de monitoramento, o grupo fitoplanctônico com maior abundância relativa no total de amostras foi Cyanophyta, representando 42,36% do total da comunidade. As abundâncias relativas de cada grupo no total de amostras obtidas na 1ª campanha podem ser visualizadas na Figura 31.

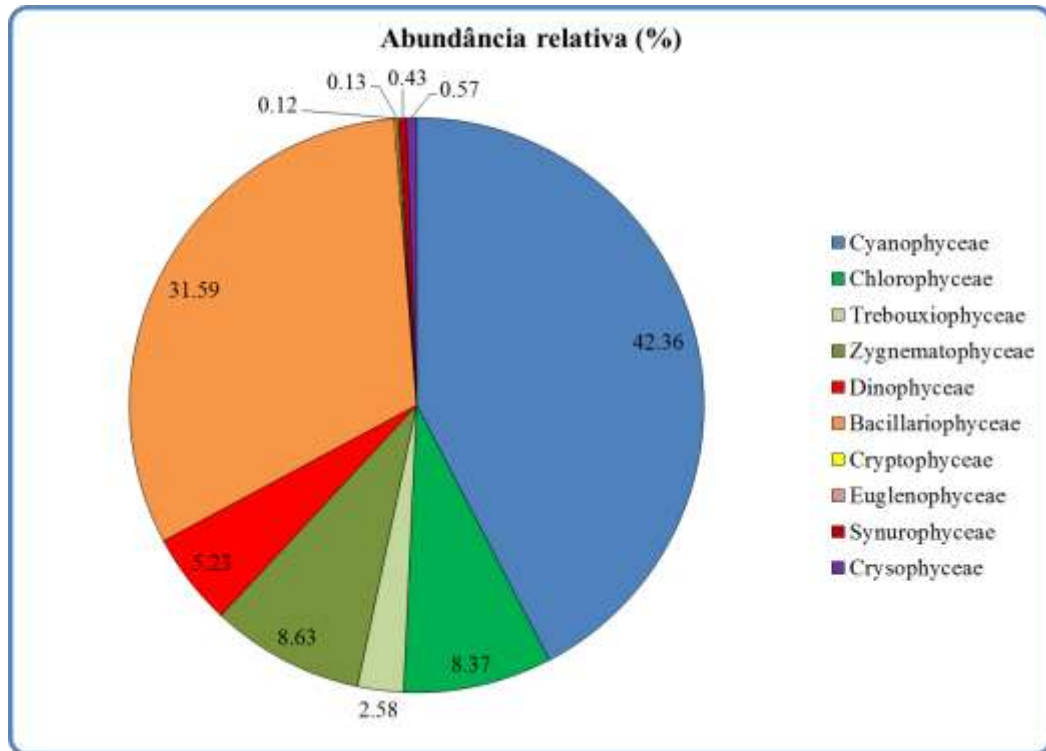


Figura 31- Abundância relativa da comunidade fitoplanctônica registrada entre 01 e 05 de agosto de 2019 (1ª Campanha).

O ponto com a maior riqueza observada foi BSF02, com 31 espécies. A maior densidade foi verificada no ponto MOX03, com 155, 92 cél/mL. Neste ponto, as populações elevadas foram principalmente da Dinophyceae *Gymnodium* sp. Na Figura 32 e Figura 33 são visualizadas, respectivamente, as riquezas e densidades fitoplanctônicas de cada ponto de monitoramento na 1ª Campanha.

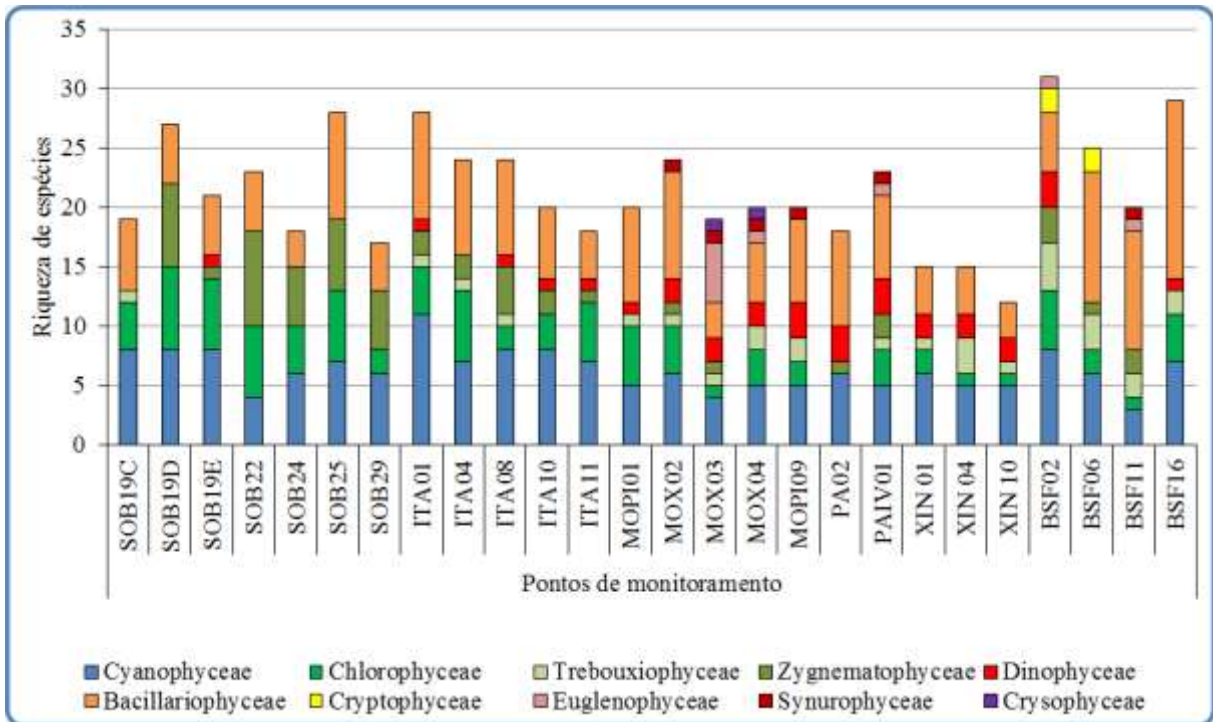


Figura 32- Riqueza fitoplanctônica registrada entre 01 e 05 de agosto de 2019 (1ª. Campanha).

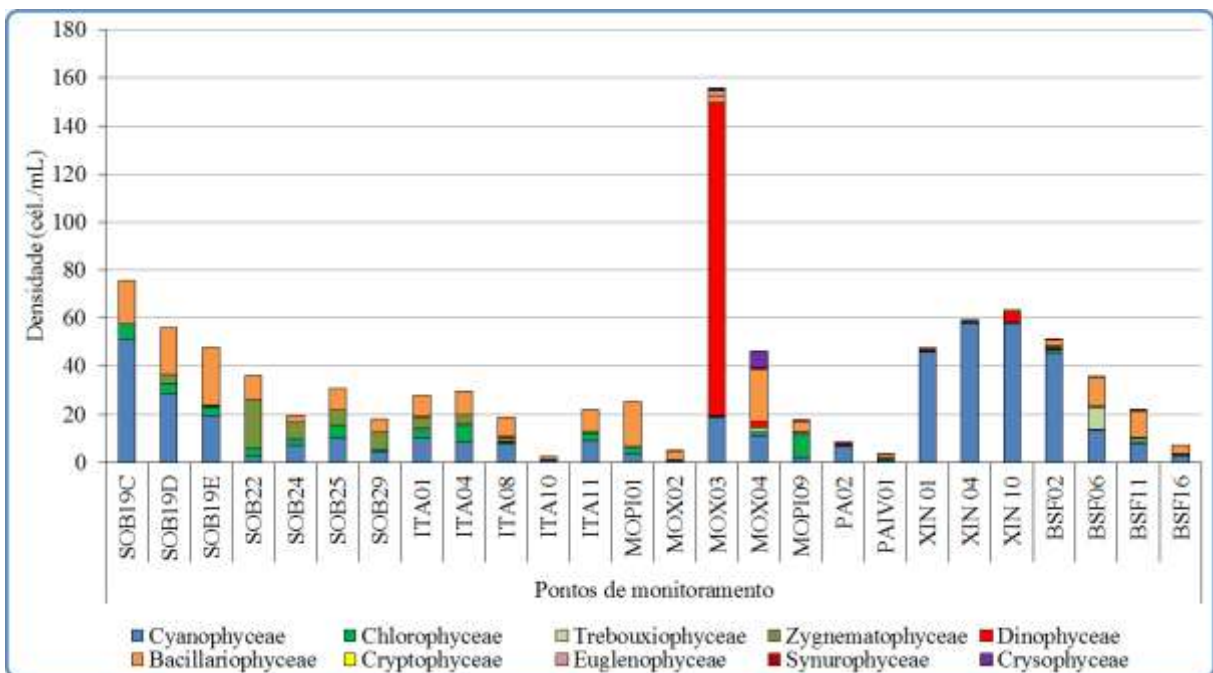


Figura 33- Densidade fitoplanctônica registrada entre 01 e 05 de agosto de 2019 (1ª. Campanha).

Na primeira campanha foi registrada a presença das Cyanophyceae potencialmente tóxicas *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis protocystis*,

Sphaerospermopsis aphanizomenoides (Sinopse 1ª Campanha).

Sinopse da composição algal ao longo do trecho monitorado

Primeira campanha – Agosto de 2019

CYANOPHYTA

Cyanophyceae

Chroococcales

Chroococcaceae

Chroococcus minimus (Keissler) Lemmermann

Chroococcus minutus (Kützing) Nägeli

Microcystaceae

Microcystis aeruginosa (Kützing) Kützing

Microcystis protocystis W. B. Crow

Microcystis wesenbergii (Komárek) Komárek ex Komárek

Radiocystis sp.

Nostocales

Aphanizomenonaceae

Cylindrospermopsis raciborskii (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju

Dolichospermum sp.

Sphaerospermopsis aphanizomenoides (Forti) Zapomelová, Jezberová, Hrouzek, Hisem, Reháková & Komárková

Oscillatoriales

Coleofasciculaceae

Geitlerinema amphibium (C. Agardh ex Gomont) Anagnostidis *Geitlerinema*

splendidum (Greville ex Gomont) Anagnostidis

Microcoleaceae

Planktothrix isothrix (Skuja) Komárek, J. & Komárková

Oscillatoriaceae

Lyngbya sp.

Oscillatoria limosa C. Agardh ex Gomont

Oscillatoria princeps Vaucher ex Gomont

Oscillatoria terebriformis C. Agardh ex Gomont

Spirulinales

Spirulinaceae

Spirulina sp.

Synechococcales

Merismopediaceae

Aphanocapsa elachista West & G.S. West

Aphanocapsa sp.

Merismopedia tenuissima Lemmermann

Pseudanabaenaceae

Pseudanabaena catenata Lauterborn

Pseudanabaena muciola (Naumann & Huber-Pestalozzi) Schwabe

BACILLARIOPHYTA

Bacillariophyceae

Bacillariales

Bacillariaceae

Bacillaria sp.

Cylindrotheca closterium (Ehrenberg) Reimann & J. C. Lewin

Nitzschia palea (Kützing) W. Smith

Cocconeidales

Cocconeidaceae

Cocconeis placentula Ehrenberg

Cybellales

Gomphonemataceae

Encyonema silesiacum (Bleisch) D. G. Mann

Gomphonema gracile Ehrenberg

Gomphonema parvulum (Kützing) Kützing

Gomphonema sp.

Eunotiales

Eunotiaceae

Eunotia pectinalis (Kützing) Rabenhorst

Fragilariales

Fragilariaceae

Fragillaria crotonensis Kitton

Fragillaria sp.

Synedra goulardii Brébisson ex Cleve

Synedra sp.

Licmophorales

Ulnariaceae

Ulnaria ulna (Nitzsch) Compère

Naviculales

Amphipleuraceae

Amphipleura pellucida (Kützing) Kützing

Naviculaceae

Gyrosigma sp.

Navicula sp.

Pinullariaceae

Pinullaria sp.

Rhopalodiales

Rhopalodiaceae

Epithemia adnata (Kützing) Brébisson

Epithemia sp.

Rhopalodia gibba (Ehrenberg) O.Müller

Tabellariales

Tabellariaceae

Asterionella sp.

Surirellales

Entomoneidaceae

- Entomoneis* sp.
- Surirellaceae
 - Surirella robusta* Ehrenberg
 - Surirella* sp.
- Coscinodiscophyceae
 - Aulacoseirales
 - Aulacoseiraceae
 - Aulacoseira ambigua* (Grunow) Simonsen
 - Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen
 - Aulacoseira granulata* var. *angustissima* (O. Müller) Simonsen
 - Rhizosoleniaceae
 - Urosolenia longiseta* (O. Zacharias) Edlund & Stoermer
- Mediophyceae
 - Biddulphiales
 - Biddulphiaceae
 - Biddulphia aurita* (Lyngbye) Brébisson
 - Biddulphia* sp.
 - Thalassiosirales
 - Thalassiosiraceae
 - Thalassiosira* sp.
 - Stephanodiscales
 - Stephanodiscaceae
 - Cyclotella meneghiniana* Kützing
- CHLOROPHYTA
 - Chlorophyceae
 - Chlamydomonadales
 - Volvocaceae
 - Volvox* sp.
 - Oedogoniales
 - Oedogoniaceae
 - Oedogonium* sp.
 - Sphaeropleales
 - Hydrodictyaceae
 - Pediastrum duplex* Meyen
 - Pediastrum simplex* Meyen
 - Tetraedron gracile* (Reinsch) Hansgirg
 - Tetraedron trigonum* (Nägeli) Hansgirg
 - Neochloridaceae
 - Golenkinia radiata* Chodat
 - Scenedesmaceae
 - Coelastrum microporum* Nägeli
 - Coelastrum reticulatum* (P. A. Dangeard) Senn
 - Crucigenia fenestrata* (Schmidle) Schmidle
 - Desmodesmus quadricauda* (Turpin) Brébisson
 - Scenedesmus acuminatus* (Lagerheim) Chodat

Scenedesmus ecornis (Ehrenberg) Chodat

Scenedesmus obtusus Meyen

Schizochlamydeaceae

Planktosphaeria gelatinosa G. M. Smith

Selenastraceae

Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs

Ankistrodesmus gracilis (Reinsch) Korshikov

Kirchneriella irregularis (G. M. Smith) Korshikov

Kirchneriella lunaris (Kirchner) Möbius

Monoraphidium arcuatum (Korshikov) Hindák

Radiococcaceae

Eutetramorus nygaardii Komárek

Radiococcus planktonicus J. W. G. Lund

Trebouxiophyceae

Chlorellales

Chlorellaceae

Actinastrum hantzschii Lagerheim

Dictyosphaerium ehrenbergianum Nägeli

Dictyosphaerium sp.

Micractinium bornhemiense (W. Conrad) Korshikov

Micractinium pusillum Fresenius

Oocystaceae

Lagerheimia genevensis (Chodat) Chodat

Nephrocytium limneticum (G. M. Smith) G. M. Smith

Zygnematophyceae

Desmidiiales

Closteriaceae

Closterium moniliferum Ehrenberg ex Ralf

Desmidiaceae

Cosmarium binoculatum Brébisson ex Ralfs

Cosmarium sp.

Staurastrum leptocladum Nordstedt

Staurastrum rotula Nordstedt

Staurastrum tetracerum Ralfs ex Ralfs

Staurastrum sp.

Staurodesmus cuspidatus (Brébisson) Teiling

Staurodesmus sp.

Gonatozygaceae

Gonatozygon sp.

Zygnematales

Zygnemataceae

Spirogyra sp.

CRYPTOPHYTA

Cryptophyceae

- Cryptomonadales
 - Cryptomonadaceae
 - Cryptomonas ovata* Ehrenberg
 - Pyrenomonadales
 - Pyrenomonadaceae
 - Rhodomonas lacustris* Pascher & Ruttner
 - DINOPHYTA
 - Dinophyceae
 - Gymnodiniales
 - Gymnodiniaceae
 - Gymnodinium* sp.
 - Gonyaulacales
 - Ceratiaceae
 - Ceratium furcoides* (Levander) Langhans
 - Peridinales
 - Peridiniaceae
 - Peridinium* sp.
 - EUGLENOPHYTA
 - Euglenophyceae
 - Euglenales
 - Euglenaceae
 - Euglena acus* (O. F. Müller) Ehrenberg
 - Trachelomonas hispida* (Perty) F. Stein
 - Trachelomonas volvocina* (Ehrenberg) Ehrenberg
 - Phacaceae
 - Lepocinclis* sp.
 - Phacus curvicauda* Svirenko
- OCHROPHYTA
 - Crysophyceae
 - Chromulinales
 - Dinobryaceae
 - Dinobryon bavaricum* Imhof
- SYNUROPHYCEAE
 - Synurales
 - Mallomonadaceae
 - Mallomonas caudata* Iwanoff [Ivanov]
-

Na 2ª Campanha (entre 19 e 23 de agosto de 2019), a comunidade fitoplanctônica foi representada por 108 táxons distribuídos em 8 grupos: Chlorophyta (25), Charophyta (15), Bacillariophyta (31), Cyanophyta (22), Cryptophyta (3), Dinophyta (4), Euglenophyta (6) e Ochrophyta (2). O grupo com maior abundância relativa no total de amostras foi Cyanophyta, representando 38,19% do total da comunidade fitoplanctônica. As abundâncias

relativas de cada grupo no total de amostras obtidas na 2ª campanha podem ser visualizadas na Figura 34.

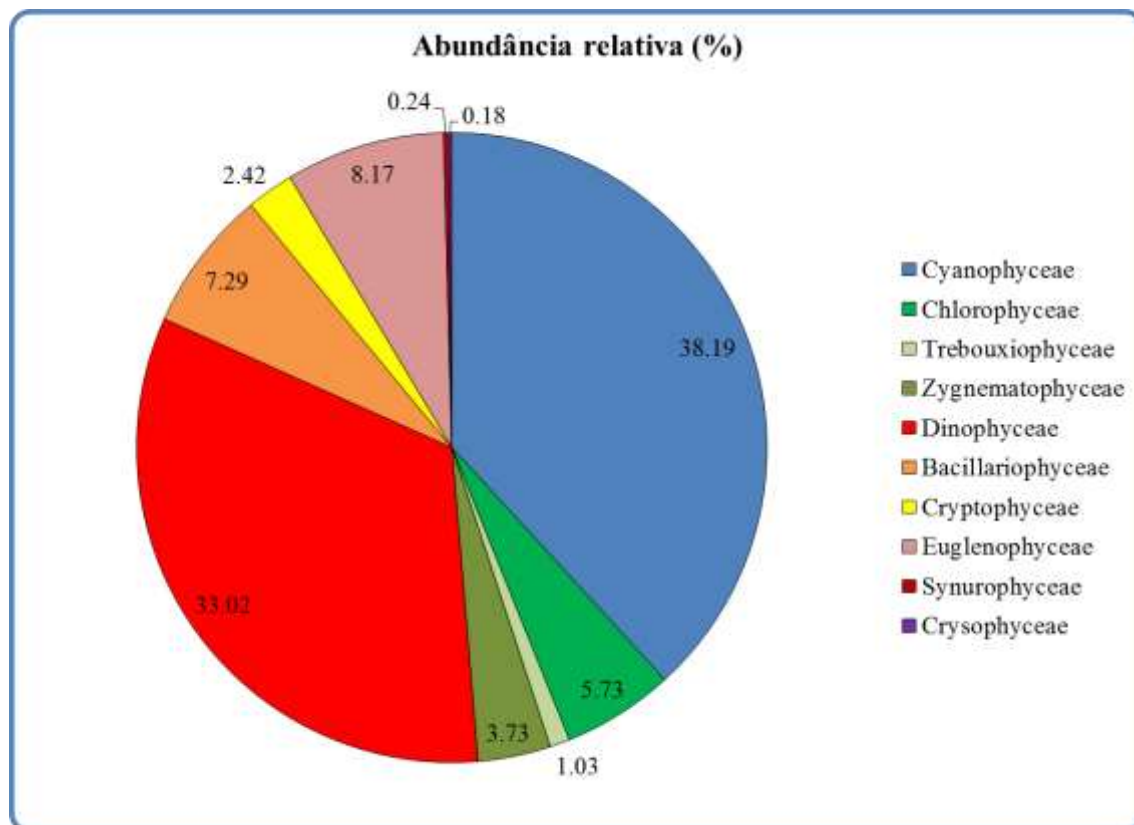


Figura 34- Abundância relativa da comunidade fitoplanctônica registrada entre 19 e 23 de agosto de 2019 (2ª Campanha).

Os pontos com as maiores riquezas registradas foram SOB 24 e MOX 04 com 7 espécies. As maiores densidades foram obtidas nos pontos inseridos no reservatório de Xingó, apresentando densidades entre 164,5 e 463,8 cél./mL, todos dominados pela espécie *Cylindrospermopsis raciborskii*. Na Figura 35 e Figura 36 são visualizadas, respectivamente, as riquezas e densidades fitoplanctônicas de cada ponto de monitoramento na 2ª Campanha.

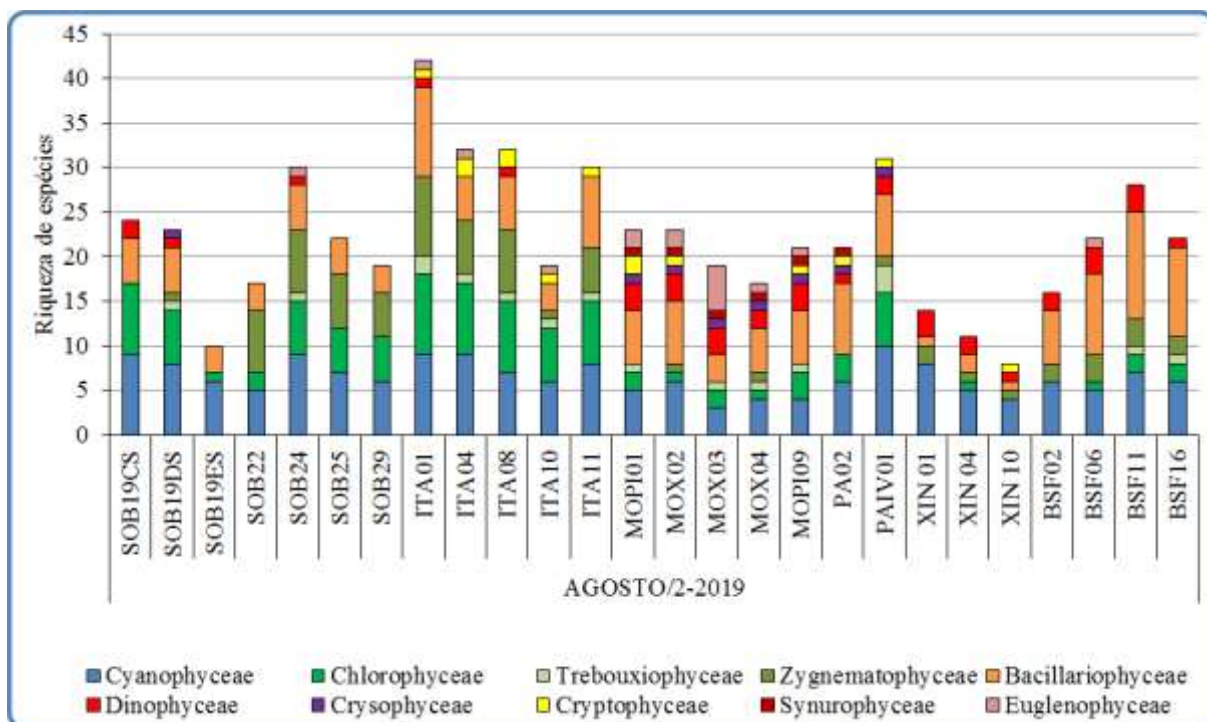


Figura 35- Riqueza fitoplanctônica registrada entre 19 e 23 de agosto de 2019 (2ª. Campanha).

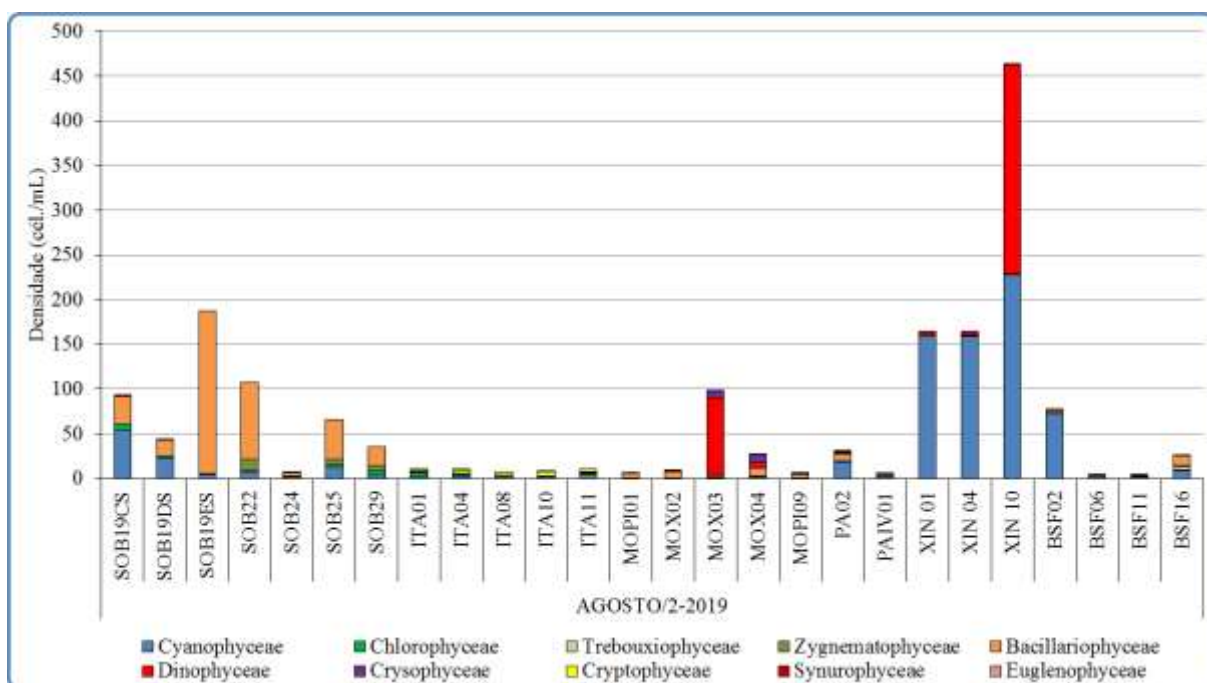


Figura 36- Densidade fitoplanctônica registrada entre 19 e 23 de agosto de 2019 (2ª. Campanha).

Na segunda campanha foi registrada a presença das Cyanophyceae potencialmente

tóxicas *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis protocystis*, *Sphaerospermopsis aphanizomenoides* (Sinopse 2ª Campanha).

Sinopse da composição algal ao longo do trecho monitorado

Segunda campanha – Agosto de 2019

CYANOPHYTA

Cyanophyceae

Chroococcales

Chroococcaceae

Chroococcus minimus (Keissler) Lemmermann

Chroococcus minutus (Kützing) Nägeli

Chroococcus turgidus (Kützing) Nägeli

Microcystaceae

Microcystis aeruginosa (Kützing) Kützing

Microcystis protocystis W. B. Crow

Microcystis wesenbergii (Komárek) Komárek ex Komárek

Radiocystis fernandoi Komárek & Komárková-Legnerová

Nostocales

Aphanizomenonaceae

Cylindrospermopsis raciborskii (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju

Dolichospermum sp.

Sphaerospermopsis aphanizomenoides (Forti) Zapomelová, Jezberová, Hrouzek, Hisem, Reháková & Komárková

Oscillatoriales

Coleofasciculaceae

Geitlerinema amphibium (C. Agardh ex Gomont) Anagnostidis *Geitlerinema*

splendidum (Greville ex Gomont) Anagnostidis

Microcoleaceae

Planktothrix agardhii (Gomont) Anagnostidis & Komárek

Planktothrix isothrix (Skuja) Komárek, J. & Komárková

Oscillatoriaceae

Lyngbya sp.

Oscillatoria limosa C. Agardh ex Gomont

Oscillatoria princeps Vaucher ex Gomont

Synechococcales

Merismopediaceae

Aphanocapsa elachista West & G.S. West

Aphanocapsa incerta (Lemmermann) G.Cronberg & Komárek

Merismopedia tenuissima Lemmermann

Pseudanabaenaceae

Pseudanabaena muciola (Naumann & Huber-Pestalozzi) Schwabe

Synechococcaceae

Synechococcus sp.

BACILLARIOPHYTA

Bacillariophyceae

Bacillariales

Bacillariaceae

Bacillaria sp.

Cylindrotheca closterium (Ehrenberg) Reimann & J. C. Lewin

Nitzschia palea (Kützing) W. Smith

Tryblionella coarctata (Grunow) D.G.Mann

Cocconeidales

Cocconeidaceae

Cocconeis placentula Ehrenberg

Cybellales

Gomphonemataceae

Encyonema sp.

Gomphonema gracile Ehrenberg

Gomphonema parvulum (Kützing) Kützing

Gomphonema sp.

Fragilariales

Fragilariaceae

Fragilaria capucina Desmazières

Fragillaria crotonensis Kitton

Fragillaria sp.

Synedra ulna (Nitzsch) Ehrenberg

Licmophorales

Ulnariaceae

Ulnaria ulna (Nitzsch) Compère

Naviculales

Naviculaceae

Gyrosigma sp.

Navicula sp.

Pinullariaceae

Pinnularia major (Kützing) Rabenhorst

Rhopalodiales

Rhopalodiaceae

Epithemia adnata (Kützing) Brébisson

Epithemia sp.

Rhopalodia gibba (Ehrenberg) O.Müller

Tabellariales

Tabellariaceae

Diatoma sp.

Thalassiophysales

Catenulaceae

Amphora sp.

Surirellales

Entomoneidaceae

Entomoneis sp.
Surirellaceae
Surirella sp.
Coscinodiscophyceae
Aulacoseirales
Aulacoseiraceae
Aulacoseira ambigua (Grunow) Simonsen
Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen
Aulacoseira granulata var. *angustissima* (O. Müller) Simonsen
Coscinodiscales
Coscinodiscaceae
Coscinodiscus sp.
Rhizosoleniales
Rhizosoleniaceae
Urosolenia longiseta (O. Zacharias) Edlund & Stoermer
Mediophyceae
Chaetocerotales
Chaetocerotaceae
Chaetoceros sp.
Stephanodiscales
Stephanodiscaceae
Cyclotella meneghiniana Kützing
CHLOROPHYTA
Chlorophyceae
Chlamydomonadales
Volvocaceae
Volvox sp.
Oedogoniales
Oedogoniaceae
Oedogonium sp.
Sphaeropleales
Hydrodictyaceae
Pediastrum duplex Meyen
Pediastrum simplex Meyen
Neochloridaceae
Golenkinia radiata Chodat
Scenedesmaceae
Coelastrum indicum W.B.Turner
Coelastrum microporum Nägeli
Coelastrum reticulatum (P. A. Dangeard) Senn
Desmodesmus quadricauda (Turpin) Brébisson
Scenedesmus ecornis (Ehrenberg) Chodat
Scenedesmus obtusus Meyen
Schizochlamydeaceae
Planktosphaeria gelatinosa G. M. Smith

Selenastraceae

- Ankistrodesmus fusiformis* Corda
- Ankistrodesmus gracilis* (Reinsch) Korshikov
- Kirchneriella irregularis* (G. M. Smith) Korshikov
- Kirchneriella lunaris* (Kirchner) Möbius
- Kirchneriella obesa* (West) West & G.S.West

Radiococcaceae

- Eutetramorus nygaardii* Komárek
- Radiococcus planktonicus* J. W. G. Lund

Trebouxiophyceae

Chlorellales

Chlorellaceae

- Actinastrum hantzschii* Lagerheim
- Chlorella* sp.
- Dictyosphaerium ehrenbergianum* Nägeli

Oocystaceae

- Oocystis* sp.

Trebouxiales

Botryococcaceae

- Botryococcus braunii* Kützing
- Botryococcus terribilis* Komárek & Marvan

Zygnematophyceae

Desmidiiales

Desmidiaceae

- Cosmarium bioculatum* Brébisson ex Ralfs
- Cosmarium emarginatum* West & G.S.West, nom. illeg.
- Cosmarium margaritatum* (P.Lundell) J.Roy & Bisset
- Cosmarium* sp.
- Staurastrum boldtianum* Grönblad
- Staurastrum gracile* Ralfs ex Ralfs
- Staurastrum leptocladum* Nordstedt
- Staurastrum rotula* Nordstedt
- Staurastrum tetracerum* Ralfs ex Ralfs
- Staurastrum* sp.
- Staurodesmus cuspidatus* (Brébisson) Teiling

Gonatozygaceae

- Gonatozygon* sp.

Zygnematales

Zygnemataceae

- Mougeotia* sp.
- Spirogyra* sp.
- Zygnema* sp.

CRYPTOPHYTA

Cryptophyceae

Cryptomonadales
Cryptomonadaceae
Cryptomonas brasiliensis A.Castro, C.Bicudo & D.Bicudo
Hemiselmidae
Chroomonas sp.
Pyrenomonadales
Pyrenomonadaceae
Rhodomonas lacustris Pascher & Ruttner

DINOPHYTA

Dinophyceae
Gymnodiniales
Gymnodiniaceae
Gymnodinium sp.
Gymnodinium sp. 2
Gonyaulacales
Ceratiaceae
Ceratium furcoides (Levander) Langhans
Peridinales
Peridiniaceae
Peridinium sp.

EUGLENOPHYTA

Euglenophyceae
Euglenales
Euglenaceae
Trachelomonas hispida (Perty) F. Stein
Trachelomonas volvocina (Ehrenberg) Ehrenberg
Phacaceae
Lepocinclis sp.
Phacus caudatus Hübner
Phacus longicauda (Ehrenberg) Dujardin
Phacus sp.

OCHROPHYTA

Crysophyceae
Chromulinales
Dinobryaceae
Dinobryon bavaricum Imhof

SYNUROPHYCEAE

Synurales
Mallomonadaceae
Mallomonas caudata Iwanoff [Ivanov]

Comentários

As cianobactérias constituem um grupo fitoplanctônico de grande importância, sobretudo em águas eutrofizadas, uma vez que esses microrganismos possuem a capacidade de formar florações que, em mais de 60% dos casos são tóxicas. As cianobactérias planctônicas, em geral, apresentam aerótopos, caráter morfológico-fisiológico que permite a estas algas uma boa flutuabilidade nos ecossistemas em que ocorrem. Com isso, costumam formar natas nas superfícies da coluna d'água, dificultando a penetração luminosa e interferindo nos valores de turbidez da água.

O registro da ocorrência de cianobactérias potencialmente tóxicas mostra-se um fator importante, considerando que este grupo pode comprometer a qualidade ecológica dos ecossistemas aquáticos, sobretudo pela biodisponibilidade de toxinas. Dentre as espécies de cianobactérias dominantes mais frequentes na região Nordeste do Brasil, destacam-se *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju (Nostocales), *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing (Chroococcales) e *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek (Oscillatoriales) (MOURA; ARAGÃO-TAVARES; AMORIM, 2018).

As maiores abundâncias de diatomáceas certamente não apresentam relação com nutrientes, mas em função de seu habitat. Em geral, as frústulas que compõem estes organismos são formadas por compostos inorgânicos e, portanto, dispõem pouco ônus metabólico para sua construção. Com isso, é comum o registro de diatomáceas em condições mais oligotróficas e, por sua vez, com maior disponibilidade de luz.

Quanto às algas verdes, a literatura atribui dois fatores essenciais para o crescimento destas algas, luz e nutrientes em abundância. A maioria dos ecossistemas aquáticos brasileiros apresenta uma maior riqueza de clorófitas, especialmente Chlorococcales e Zygnematales.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As variáveis limnológicas associadas à avaliação da qualidade da água monitoradas apresentaram valores dentro dos limites recomendados pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2, com exceção das concentrações de clorofila-a (PA 02 na 1ª. campanha e XIN 10 na 2ª. campanha), fósforo total (ITA 08 a ITA 10 na 1ª. campanha e no trecho MOX 03 e XIN 10 em ambas as campanhas) e demanda bioquímica de oxigênio (MOX 03 e XIN 10 em ambas as campanhas). Essas últimas estações se encontram localizadas em meandros dos reservatórios de Moxotó e Xingó, respectivamente, os quais estão sujeitos a um reduzido e intermitente aporte de água doce e recebem resíduos oriundos de aglomerações urbanas (esgoto doméstico), a exemplo dos povoados de Volta do Moxotó e Canafístula na porção interna do meandro do rio Moxotó em MOX 03, e do povoado de Corituba, localizado a montante do meandro do reservatório de Xingó, onde se localiza a estação XIN 10. Ambas as áreas também estão sujeitas a aporte de insumos agrícolas de empreendimentos localizados em suas bacias de captação. Nestas estações, também foram registrados elevados valores de turbidez, fosfato total e ortofosfato.

No que concerne à comunidade fitoplanctônica, não foram registradas florações algais de qualquer grupo taxonômico, em particular de cianofíceas, que a despeito de ser o grupo algal dominante, não apresentou densidades superiores ao limite estabelecido pelo CONAMA (50.000 cél/mL). O segundo grupo dominante foram as diatomáceas na 1ª. campanha e dinoflagelados na 2ª. campanha. O predomínio de cianofíceas e dinoflagelados deve ser monitorado, tendo em vista sua associação a eventos anteriores de floração na área monitorada.

6. BIBLIOGRAFIA

ANA - Agência Nacional das Águas. 2017. <http://www2.ana.gov.br>

ANAGNOSTIDIS, K.; KOMÁREK, J. 1988. Modern approach to the classification system of Cyanophyta, 3: Oscillatoriales. *Algological Studies*, v. 80, n.1/4, p. 327-472.

A.P.H.A./A.W.W.A./W.E.F. 1995. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19^a ed., Washington, A . P.H. A.

ARAGÃO-TAVARES, N. K.; MOURA, A. D. N.; DO CARMO BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. Planktonic Cyanobacteria forming blooms in reservoirs of northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 4, p. 662-668, 2013. ISSN 1981-1160.

BUSS, D. F.; OLIVEIRA, R. B.; BAPTISTA, D. F. **Monitoramento biológico de ecossistemas aquáticos continentais**. 2008. ISSN 1980-6442.

CARDOSO, A. S. et al. Análise da presença do fitoplâncton em bacia integrante do Projeto de Integração do Rio São Francisco, região semiárida, Nordeste brasileiro. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 2, 2017. ISSN 1809-4457.

CARR, J. M.; HERGENRADER, G. L.; TROELSTRUP JR, N. H. A simple, inexpensive method for cleaning diatoms. **Transactions of the American Microscopical Society**, p. 152-157, 1986. ISSN 0003-0023.

CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

DE OLIVEIRA, F. P. C.; MOURA, A.; DANTAS, Ê. Variation in climate determines differences in the effects of abiotic variables on the phytoplankton community in tropical ecosystems. **Marine and Freshwater Research**, v. 69, n. 3, p. 357-365, 2018. ISSN 1448-6059.

DINIZ, A. S. et al. Phytoplankton–zooplankton relationships based on phytoplankton functional groups in two tropical reservoirs. **Marine and Freshwater Research**, v. 70, n. 5, p. 721-733, 2019. ISSN 1448-6059.

DOS SANTOS SEVERIANO, J. et al. Effects of increased zooplankton biomass on phytoplankton and cyanotoxins: A tropical mesocosm study. **Harmful algae**, v. 71, p. 10-18, 2018. ISSN 1568-9883.

EL-KASSAS, H. Y.; GHARIB, S. M. Phytoplankton abundance and structure as indicator of water quality in the drainage system of the Burullus Lagoon, southern Mediterranean coast, Egypt. **Environmental monitoring and assessment**, v. 188, n. 9, p. 530, 2016. ISSN 0167-6369.

ETTL, H. Xanthophyceae. 1. Süßwasserflora von Mitteleuropa, 3. **Stuttgart & New York**, 1978.

GALLEGOS, C. L.; NEALE, P. J. Long-term variations in primary production in a eutrophic sub-estuary: contribution of short-term events. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 162, p. 22-34, 2015. ISSN 0272-7714.

JOHN, D. M.; WHITON, B. A.; BROOK, A. J. **The freshwater algal flora of the British Isles: an identification guide of freshwater and terrestrial algae**. Cambridge University Press: Cambridge, 2002.

KOMÁREK, J. **Cyanoprokaryota: Heterocytous Genera. 3rd Part**. Springer Spektrum, 2013. ISBN 3827409322.

KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. Cyanoprokaryota 2. Teil/2nd part: oscillatoriales. **Süsswasserflora von mitteleuropa**, v. 19, p. 1-759, 2005.

KOMÁREK, J.; CRONBERG, G. Some chroococcalean and oscillatorialean Cyanoprokaryotes from southern African lakes, ponds and pools. **Nova Hedwigia**, p. 129-160, 2001.

KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. Modern approach to the classification system of Cyanophytes, 2: Chroococcales. *Archiv für Hydrobiologie, Suppl. 73, Algological Studies*, n. 43, p. 157-226, 1986.

KOROLEFF, F. 1976. Determination of nutrients. In: Grasshoff, K. (ed.) **Methods of seawater analysis**. Verlag Chemie Weinheim. 117-187.

KRAMMER, K.; LANGE-BERTALOT, H. Bacillariophyceae 3 Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In: Ettl, H.; Gerloff, J., et al (Ed.). **Süsswasser flora von Mitteleuropa**. Stuttgart: Gustav Fischer, v.2, 1991a. p.576.

KRAMMER, K.; LANGE-BERTALOT, H.. Bacillariophyceae. 4. Achnantheaceae; kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema; Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1-4. In: Ettl, H.; Gerloff, J., *et al* (Ed.). **Sübwasserflora von Mitteleuropa**. Stuttgart: G. Fischer, 1991b. p.437. ISBN 3437306642.

LUND, J.; KIPLING, C.; LE CREN, E. The inverted microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimations by counting. **Hydrobiologia**, v. 11, n. 2, p. 143-170, 1958. ISSN 0018-8158.

MACKERETH, F.J.H.; HERON, J.; TALLING, J.F. 1978. **Water analysis**: some revised methods for limnologists. London, Scient. Public., 36. 121p.

MAZNAH, W. W.; MAKHLOUGH, A. Water quality of tropical reservoir based on spatio-temporal variation in phytoplankton composition and physico-chemical analysis. **International journal of environmental science and technology**, v. 12, n. 7, p. 2221-2232, 2015. ISSN 1735-1472.

MME. Ministério de Minas e Energia. 2013. Disponível em: < <http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/energia-eletrica/pagina-inicial> >. Acesso em: 19 de Julho de 2019.

MOURA, A. N.; ARAGÃO-TAVARES, N. K.; AMORIM, C. A. Cyanobacterial blooms in freshwaters bodies in a semiarid region, northeastern Brazil: A review. **Journal of Limnology**, v. 77, n. 2, 2017. ISSN 1723-8633.

NUSCH, E.A. 1980. Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigment determination. **Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.**, 14: 14-36.

PEIERLS, B. L.; HALL, N. S.; PAERL, H. W. Non-monotonic responses of phytoplankton biomass accumulation to hydrologic variability: a comparison of two coastal plain North Carolina estuaries. **Estuaries and coasts**, v. 35, n. 6, p. 1376-1392, 2012. ISSN 1559-2723.

POPOVSKY, J. L.; PFIESTER, A. Dinophyceae (Dinoflagellida). In: (Ed.). **Mollenhauer (Eds.) Sübwasser flora von Mitteleuropa**. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, v.6, 1990. p.1-272.

PRESCOTT, G. W.; VINYARD, W. C. **A Synopsis of North American Desmids**. University of Nebraska Press, Nebraska, 1982.

RAYMONT, J. E. **Plankton & productivity in the oceans: Volume 1: Phytoplankton**. Elsevier, 2014. ISBN 1483297888.

REGO, A.; RANGEL-JUNIOR, A.; COSTA, I. Phytoplankton scenario and microcystin in water during extreme drought in semiarid tropical water supplies, Northeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, n. AHEAD, 2019. ISSN 1519-6984.

REYNOLDS, C. S. **The ecology of phytoplankton**. Cambridge University Press, 2006. ISBN 1139454897.

STRICKLAND, J.D.H. & PARSONS, T.R. 1965. **A manual of sea water analysis**. Ottawa, Fish. Res. Board Canada, 202p.

THOMPSON, P. A. et al. Precipitation as a driver of phytoplankton ecology in coastal waters: a climatic perspective. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 162, p. 119-129, 2015. ISSN 0272-7714.

UTERMÖHL, H. Methods of collecting plankton for various purposes are discussed. **SIL Communications**, 1953-1996, v. 9, n. 1, p. 1-38, 1958/01/01 1958. ISSN 0538-4680. Disponível em: < <https://doi.org/10.1080/05384680.1958.11904091> >.

WETZEL, R.G. & LIKENS, G.E. 2000. **Limnological analyses**. New York, Springer-Verlag. 429p.