

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



SETEMBRO, 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	6
1. INTRODUÇÃO.....	7
2. OBJETIVOS	9
3. MONITORAMENTO DA QUALIDADE FÍSICA E QUÍMICA DA ÁGUA.....	9
3.1 RESULTADOS DE QUALIDADE DA ÁGUA	14
4. MONITORAMENTO DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA	50
4.1 RESULTADOS DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA	52
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
6. BIBLIOGRAFIA	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Localização das estações de monitoramento da qualidade da água.....	11
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 setembro/2019.	17
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 setembro/2019. As barras vermelhas indicam os limites inferior e superior estabelecidos pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2.....	17
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 setembro/2019. A estação BSF16 foi excluída da figura devido a seu elevado valor de condutividade (3212 uS/cm) na 1ª. campanha).	18
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 setembro/2019. A barra vermelha indica o limite mínimo estabelecido pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2.....	18
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 setembro/2019.....	19
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 setembro/2019. A estação BSF16 foi excluída da figura devido a seu elevado valor de salinidade (1,58) na 1ª. campanha).....	19
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 setembro/2019.	20
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 setembro/2019. A estação BSF16 foi excluída da figura devido a seu elevado valor de STD (1970 mg/L) na 1ª. campanha).	20
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 setembro/2019.	27
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 setembro/2019.	27
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 setembro/2019.....	28
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 setembro/2019.....	28
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 setembro/2019.....	29
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 setembro/2019.....	29
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 setembro/2019.....	30

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 setembro/2019.....	30
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 setembro/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).	31
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 setembro/2019.....	31
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 setembro/2019.....	32
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 setembro/2019.	32
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 setembro/2019. A barra vermelha indica o limite máximo estabelecido pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2.	33
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 setembro/2019.	33
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 setembro/2019.	36
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 setembro/2019.....	36
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 setembro/2019.....	37
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 setembro/2019.	46
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 setembro/2019.	47
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 setembro/2019.	48
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 setembro/2019.	49
Figura 31 - Abundância relativa da comunidade fitoplanctônica registrada entre 05 e 11 de setembro de 2019 (1ª Campanha).....	53
Figura 32 - Riqueza fitoplanctônica registrada entre 05 e 11 de setembro de 2019 (1ª. Campanha).	54
Figura 33 - Densidade fitoplanctônica registrada entre 05 a 11 de setembro de 2019 (1ª. Campanha).	54
Figura 34 - Abundância relativa da comunidade fitoplanctônica registrada entre 18 e 25 de setembro de 2019 (2ª Campanha).....	59
Figura 35 - Riqueza fitoplanctônica registrada entre 18 e 25 de setembro de 2019 (2ª. Campanha).	60
Figura 36 - Densidade fitoplanctônica registrada entre 18 e 25 de setembro de 2019 (2ª. Campanha).	60

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Localização das estações de Monitoramento da Qualidade da Água.	12
Tabela 2 - Referência dos postos de medição hidrológicas das estações de monitoramento.	13
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 setembro/2019.....	15
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 setembro/2019.....	16
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 setembro/2019.	25
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 setembro/2019.	26
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 setembro/2019.	34
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 setembro/2019.	35
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 setembro/2019.	41
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 setembro/2019.	41
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 setembro/2019.	42
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 setembro/2019.	44
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 setembro/2019.	44
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 setembro/2019.	45

APRESENTAÇÃO

A Fundação Apolônio Salles de Desenvolvimento Educacional - FADURPE, através deste documento, apresenta o 2º Relatório mensal de monitoramento da qualidade da água, referente ao mês de setembro 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 3ª e a 4ª Campanhas de Qualidade da Água - Módulo A, realizadas em setembro/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.

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 05 a 11 de setembro e o segundo de 18 a 25 de setembro 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 setembro/2019.

Estação	Data da medição	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	Secchi (m)	STD (mg/L)
SOB 19	06/09/2019	23,80	7,43	70,30	8,42	99,50	0,03	4,50	46,80
SOB 22	07/09/2019	23,00	8,04	70,10	8,25	96,40	0,03	4,00	47,45
SOB 24	06/09/2019	24,50	8,02	72,00	7,58	91,50	0,03	1,5 (f)	47,45
SOB 25	06/09/2019	25,10	8,45	73,30	8,27	100,40	0,03	4,00	47,45
SOB 29	06/09/2019	25,00	8,78	74,00	7,40	89,70	0,03	4,00	48,10
ITA 01	07/09/2019	25,00	7,80	73,80	8,10	97,70	0,03	3,50	48,10
ITA 04	07/09/2019	25,20	7,61	75,40	8,17	99,70	0,03	4,50	48,75
ITA 08	07/09/2019	24,40	7,58	79,20	8,64	103,70	0,04	5,50	62,00
ITA 10	08/09/2019	24,30	7,87	82,20	8,52	101,90	0,04	5,00 (f)	53,95
ITA 11	07/09/2019	24,60	7,50	79,00	8,63	104,00	0,04	8,00	62,00
MOPI 01	07/09/2019	25,40	7,44	88,70	9,41	114,80	0,04	2,50 (f)	57,20
MOX 02	07/09/2019	24,80	7,40	84,20	8,72	105,00	0,04	4,50	55,25
MOX 03	08/09/2019	25,60	7,46	202,20	3,47	42,40	0,09	1,70	130,00
MOX 04	08/09/2019	24,80	7,45	90,00	8,27	100,30	0,04	4,00	58,50
MOPI 09	08/09/2019	24,60	7,31	84,50	8,37	100,30	0,04	6,00	55,25
PA 02	10/09/2019	25,40	7,59	89,20	8,17	100,00	0,04	4,00	57,85
PA IV 01	09/09/2019	24,80	7,60	85,60	8,34	101,00	0,04	5,00	55,90
XIN 01	09/09/2019	25,70	8,30	93,50	6,90	85,90	0,04	3,00	59,80
XIN 04	09/09/2019	26,10	8,13	96,60	8,71	107,10	0,04	1,74	61,75
XIN 10	09/09/2019	27,70	8,09	126,00	9,58	122,00	0,06	0,40	78,00
BSF 02	09/09/2019	25,00	7,82	93,40	6,75	83,50	0,04	4,00	60,45
BSF 06	11/09/2019	26,00	8,15	184,30	8,70	108,00	0,09	4,00 (f)	118,00
BSF 11	11/09/2019	26,80	8,02	102,00	9,35	116,60	0,05	3,00 (f)	64,35
BSF 16	11/09/2019	27,40	7,23	3212,00	8,45	108,00	1,58	1,50	1970,00

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 setembro/2019.

Estação	Data da medição	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	Secchi (m)	STD (mg/L)
SOB 19	25/09/2019	25,10	7,36	73,10	8,11	98,50	0,03	5,00	47,45
SOB 19 D	25/09/2019	25,10	7,48	73,00	8,57	104,20	0,03	5,00	47,45
SOB 19 E	25/09/2019	24,90	7,37	72,80	7,87	96,00	0,03	5,00	47,45
SOB 22	25/09/2019	25,20	7,76	76,00	9,39	114,20	0,03	4 (f)	49,40
SOB 24	25/09/2019	24,80	7,60	73,70	6,25	76,80	0,03	1,5 (f)	48,10
SOB 25	25/09/2019	25,00	7,89	74,00	7,97	96,90	0,03	3,60	48,10
SOB 29	24/09/2019	25,80	7,70	75,30	8,30	103,30	0,03	4,00	48,10
ITA 01	24/09/2019	25,80	7,78	75,30	8,11	99,10	0,03	2,60	48,10
ITA 04	21/09/2019	25,70	8,02	75,80	7,97	98,20	0,03	5,00	48,75
ITA 08	21/09/2019	25,40	7,68	80,00	8,43	102,90	0,04	7,00	51,35
ITA 10	21/09/2019	26,30	7,55	84,60	8,63	107,20	0,04	6,00	63,30
ITA 11	21/09/2019	25,60	7,53	81,60	8,19	100,20	0,04	9,00	52,65
MOPI 01	23/09/2019	25,80	7,67	85,30	8,54	105,00	0,04	3,0 (f)	64,60
MOX 02	23/09/2019	25,60	7,66	83,90	8,41	103,00	0,04	5,00	53,95
MOX 03	23/09/2019	27,00	7,65	168,50	5,67	70,70	0,08	1,70	105,30
MOX 04	23/09/2019	25,30	7,76	87,40	7,95	96,60	0,04	4,00	56,55
MOPI 09	23/09/2019	25,30	8,04	84,30	8,20	100,00	0,04	6,50	54,60
PA 02	22/09/2019	25,70	7,60	85,50	8,20	100,50	0,04	5,6 (f)	54,60
PA IV 01	20/09/2019	25,30	7,68	84,90	8,52	104,70	0,04	6,00	54,60
XIN 01	24/09/2019	25,00	8,14	84,20	7,44	90,10	0,04	10,00	54,60
XIN 04	22/09/2019	27,00	8,28	99,30	8,97	113,40	0,04	1,80	62,40
XIN 10	22/09/2019	28,80	8,88	114,60	10,08	130,80	0,05	0,75	69,55
BSF 02	20/09/2019	25,30	7,83	92,00	7,30	88,80	0,04	4,00	59,15
BSF 06	20/09/2019	25,80	7,88	147,00	8,59	105,70	0,07	3,50	94,25
BSF 11	20/09/2019	26,90	8,14	97,60	8,17	100,50	0,04	2,50	62,40
BSF 16	19/09/2019	27,00	7,83	105,80	8,18	102,60	0,05	3,00	66,30

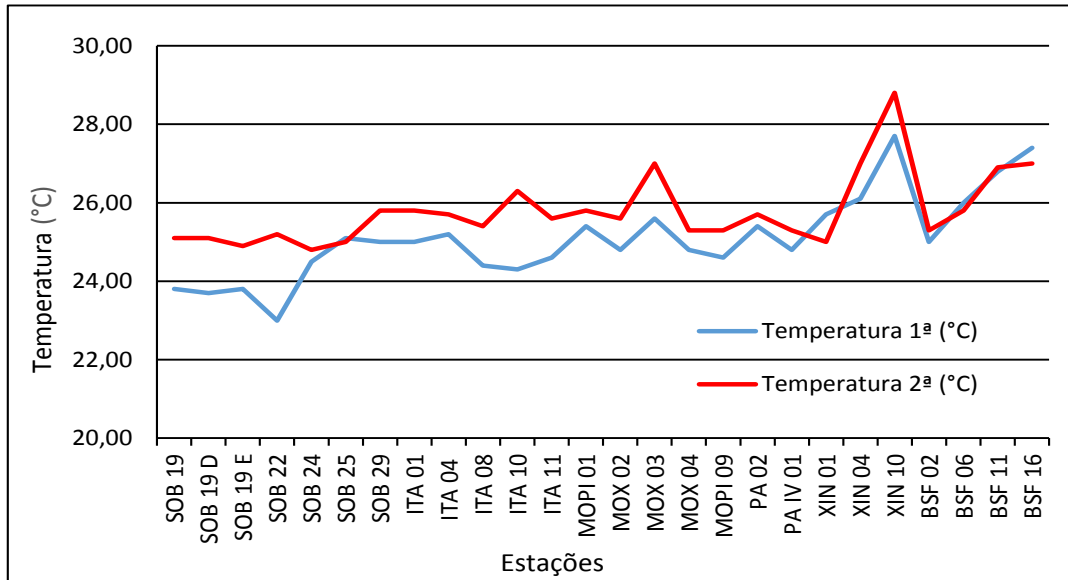


Figura 2 – Variação da temperatura da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2019.



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 setembro/2019. As barras vermelhas indicam os limites inferior e superior estabelecidos pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2.

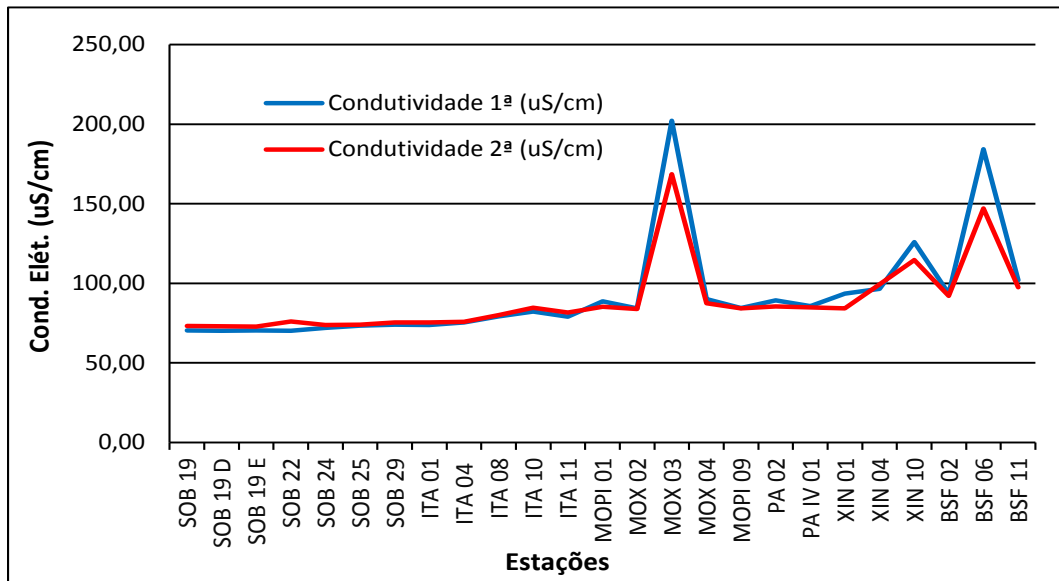


Figura 4 – Variação da condutividade elétrica da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2019. A estação BSF16 foi excluída da figura devido a seu elevado valor de condutividade (3212 uS/cm) na 1ª. campanha).

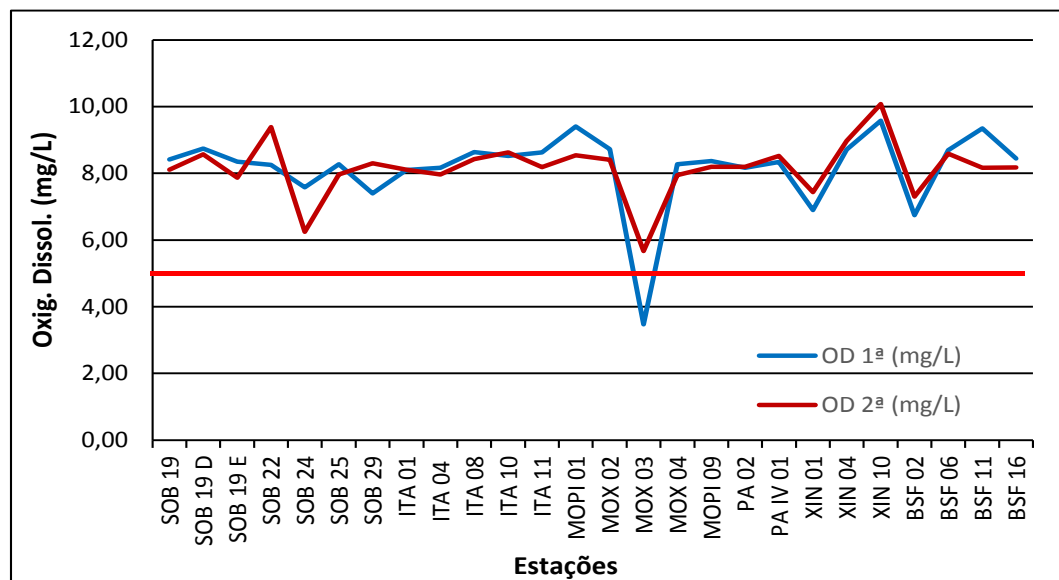


Figura 5 – Variação da concentração do oxigênio dissolvido (mg/L) da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2019. A barra vermelha indica o limite mínimo estabelecido pela Resolução nº 357/2005 CONAMA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

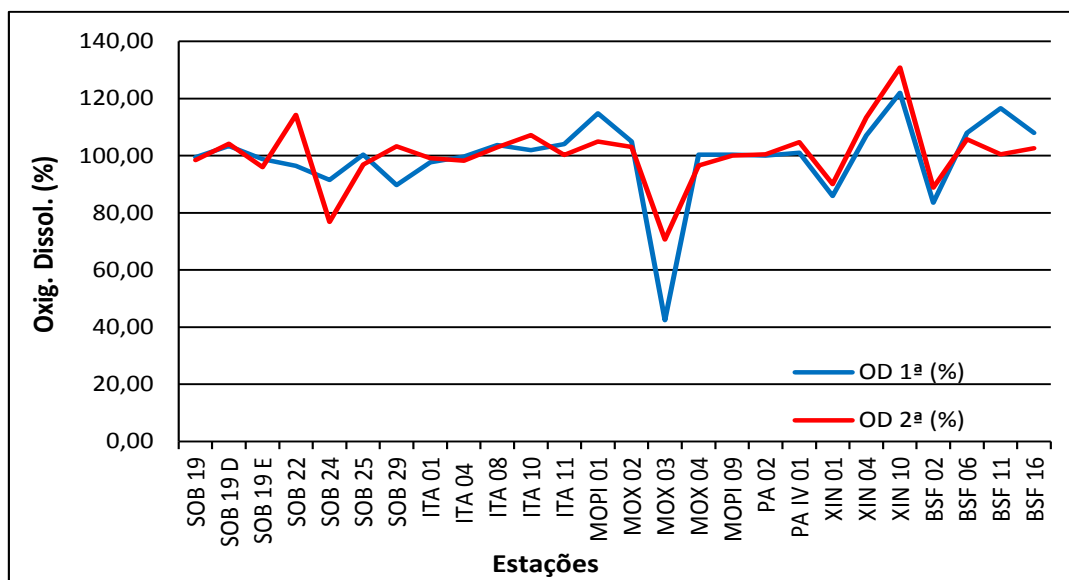


Figura 6 – Variação da saturação de oxigênio dissolvido da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2019.

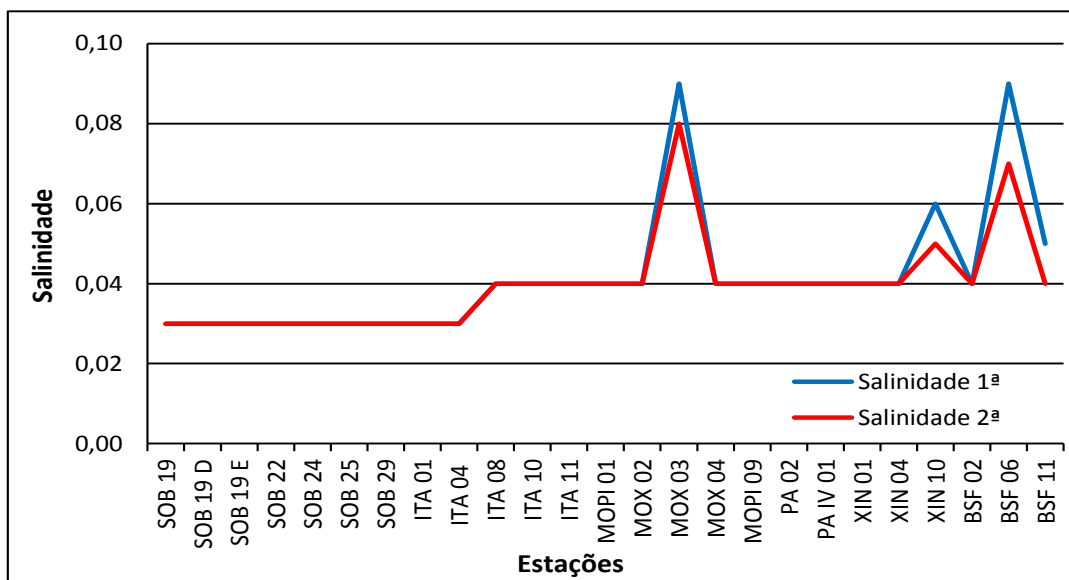


Figura 7 – Variação da salinidade da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2019. A estação BSF16 foi excluída da figura devido a seu elevado valor de salinidade (1,58) na 1ª. campanha).

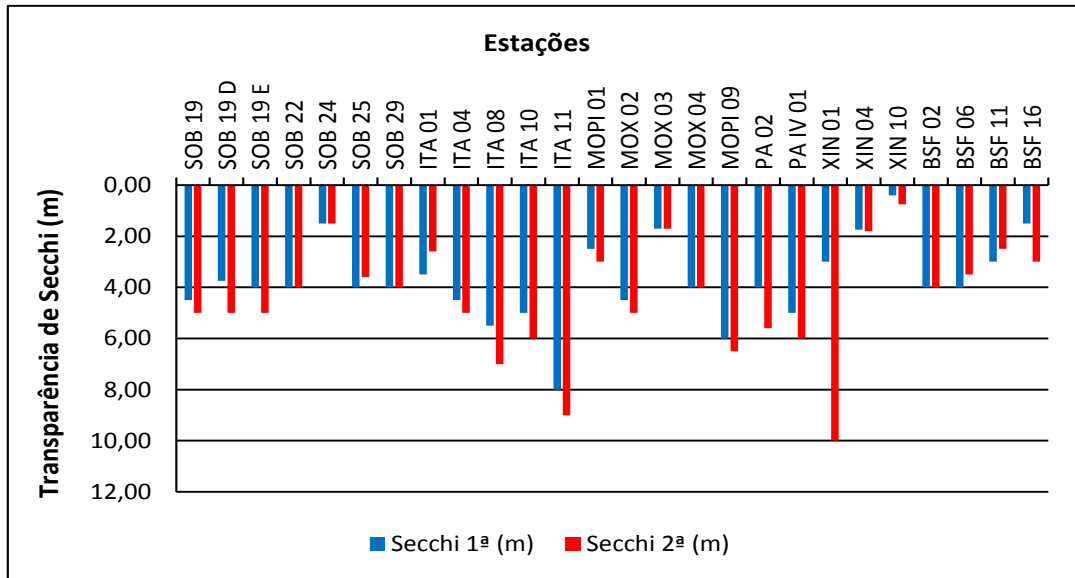


Figura 8 – Variação da transparência da água nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2019.

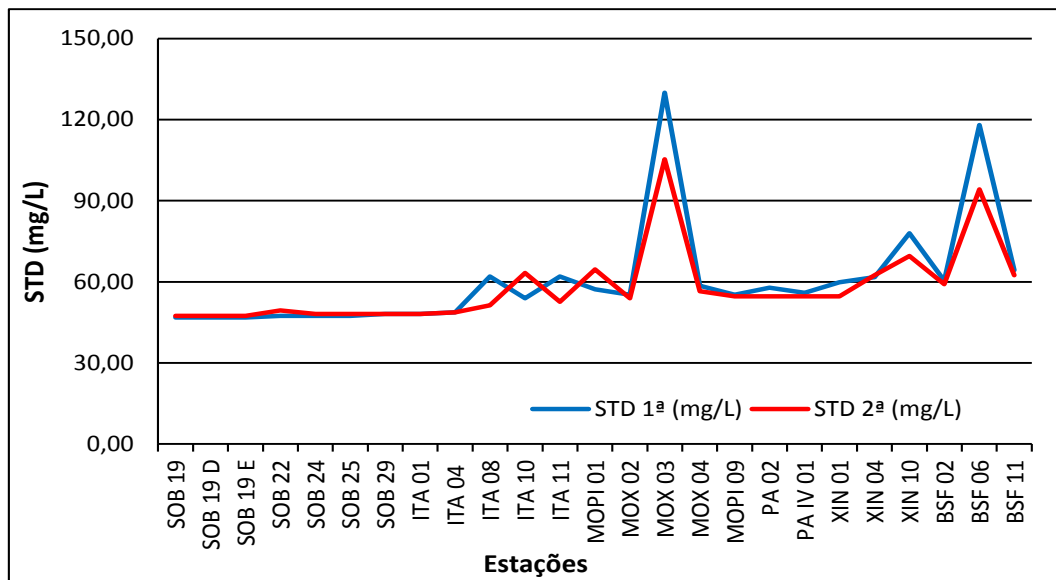


Figura 9 - Variação da concentração de sólidos totais dissolvidos da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2019. A estação BSF16 foi excluída da figura devido a seu elevado valor de STD (1970 mg/L) na 1ª. campanha).

Temperatura

Os valores de temperatura da água registrados entre as estações refletem a temperatura do ar na região. Devido à elevação da temperatura entre a primeira e a segunda campanha em toda a região de monitoramento, a água acompanhou a mesma tendência. A temperatura mais baixa nas campanhas ocorreu no primeiro trecho lótico, na estação SOB 22 com 23,00°C, enquanto que a mais elevada ocorreu no reservatório de Xingó nas duas campanhas com 27,70° e 28,80°C, respectivamente. Na primeira campanha foi registrada uma variação de 23,00°C em SOB 22 até 27,70°C em XIN 10, com média de temperatura de 25,10°C, enquanto que na segunda, a variação foi de 24,80°C em SOB 24 até 28,80°C em XIN 10, e uma média de temperatura de 25,79°C para todas as estações, apresentando ainda um padrão espacial de incremento de temperatura ao longo das estações em direção à 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 campanha, com 26,50°C e 26,93°C ,respectivamente; enquanto que a menor média foi registrada no reservatório de Sobradinho nas duas campanhas, com 23,77°C e 25,03°C, respectivamente.

pH

Os valores de pH apresentaram-se predominantemente alcalinos ao longo de todas as estações amostradas, tendo variado de 7,23 em BSF 16 na primeira campanha a 8,88 em XIN 10 na segunda campanha e uma média de pH para todas as estações de 7,76 e 7,80, respectivamente para as duas campanhas (Tabelas 3 e 4 e Figura 3). Analisando os dados por ambiente, verificamos que a maior média de pH foi registrada no trecho lótico inicial na primeira campanha e no reservatório de Xingó na segunda campanha com 8,32 e 8,43, respectivamente, e a menor nos reservatórios de Sobradinho e Moxotó na primeira campanha e no reservatório de Sobradinho na segunda, com 7,41 e 7,40 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 correlacionadas entre si, por serem 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, apresentaram-se mais elevados quando comparados com os demais, fato este decorrente da coleta ter ocorrido no horário da preamar e, desta forma, houve forte influência do ambiente marinho na variação dos valores dos parâmetros. Por isso, os valores desta estação não constam dos gráficos por questão de diferença de escala. A condutividade elétrica apresentou valor de 70,10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ em SOB 19 D no reservatório de Sobradinho, na primeira campanha, a 3212 $\mu\text{S}/\text{cm}$ em BSF 16, no trecho lótico final também na primeira campanha, apresentando ainda seis picos menores, dois em MOX 03 no reservatório de Moxotó, dois em XIN 10 no reservatório de Xingó e dois em BSF 06 no trecho lótico final, nas duas campanhas com valores respectivos de 202,20 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 168,50 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 126,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 114,60 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 184,30 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 147,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$; e médias de 92,40 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 89,19 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dentre todas as estações de amostragem, respectivamente na 1ª. e 2ª. campanhas, 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 foram registradas no trecho lótico final na primeira e segunda campanhas, com respectivamente 126,57 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 112,20 $\mu\text{S}/\text{cm}$, seguidas pelo reservatório de Moxotó também nas duas campanhas, com respectivamente 109,92 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 101,88 $\mu\text{S}/\text{cm}$, enquanto que as mais baixas foram registradas no reservatório de Sobradinho com 70,23 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 72,97 $\mu\text{S}/\text{cm}$ nas duas campanhas, respectivamente. Os sólidos totais dissolvidos variaram de 46,80 mg/L nas estações SOB 19, SOB 19 D e SOB 19 E na primeira campanha a 1,970 g/L em BSF 16 também na primeira campanha e mais outros picos em MOX 03 de 130,00 mg/L e 105,30 mg/L, em XIN 10 de 78,00 mg/L e 69,55 mg/L e em BSF 06 de 118,00 g/L e 94,25 mg/L nas duas campanhas, respectivamente. O valor médio dentre todas estações e campanhas foi de 59,29 mg/L exceto em BSF 16 (Tabelas 3 e 4 e Figura 9).

Quanto às médias por ambiente, o trecho lótico final nas duas campanhas apresentou valores mais elevados de 80,93 mg/L e 71,93 mg/L respectivamente, e o menor no reservatório de Sobradinho com 46,80 mg/L para primeira campanha, enquanto que a salinidade apresentou valor mínimo de 0,03 e um valor máximo de 1,58 em BSF 16. Foram registrados outros três picos em MOX 03, XIN 10 e BSF 06, com 0,09 e 0,08, 0,06 e 0,05, 0,09 e 0,07 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 devido à diferença 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 primeira campanha, com 3,47 mg/L e 42,40%, enquanto que o valor mais elevado, ocorreu na estação XIN 10 na segunda campanha, com 10,08 mg/L e 130,80 %. Registrou-se, ainda, uma média de concentração de oxigênio de 8,16 mg/L e 8,15 mg/L para todas as estações de amostragem nas duas campanhas, respectivamente (Tabelas 3 e 4 e Figuras 5 e 6). Nas médias de concentração por ambiente se destaca o reservatório de Sobradinho na primeira campanha e o reservatório de Xingó na segunda campanha com 8,50 mg/L e 8,83 mg/L, respectivamente, enquanto que a média mais baixa foi registrada no reservatório de Moxotó nas duas campanhas, com respectivamente 7,65 mg/L e 7,75 mg/L .

Na Figura 5, observa-se que apenas a estação MOX 03 na primeira campanha apresentou concentração 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 primeira campanha e 0,75 m na segunda, enquanto que o valor máximo ocorreu

também no reservatório de Xingó em XIN 01 na segunda campanha com 10,00 m. A média para todas as estações foi de 3,75 m na primeira campanha e de 4,43 m na segunda. Na média por ambiente, o reservatório de Xingó apresentou o valor mais baixo das duas campanhas, com 1,71 m, média esta registrada na primeira campanha (estações XIN), enquanto que as maiores médias foram no reservatório de Itaparica (estações ITA) na primeira campanha, com 5,30 m e o reservatório de PA IV na segunda campanha, com 6,00 m (Tabelas 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 setembro/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	39,25	33,03	0,040	0,001	0,088	7,082	0,008	0,011	0,100	2,232	2,232	2,90	1,18	9,00
SOB 19 Z. Euf.	-	-	0,037	-	-	-	-	-	0,118	-	-	-	-	-
SOB 19 Fun.	-	-	0,019	-	-	-	-	-	0,109	-	-	-	-	-
SOB 22	38,50	37,03	0,029	0,002	0,046	15,933	0,008	0,005	0,157	2,232	1,116	3,80	1,17	7,50
SOB 24	36,00	39,03	0,049	0,001	0,023	8,978	0,005	0,012	0,106	1,116	0,000	2,70	1,05	12,00
SOB 25	37,50	42,04	0,027	0,002	0,024	12,772	0,005	0,009	0,181	2,232	0,000	4,00	1,18	4,50
SOB 29	35,50	34,03	0,026	0,001	0,024	13,404	0,005	0,009	0,121	2,232	2,232	4,40	1,29	4,50
ITA 01	35,50	42,04	0,007	0,003	0,041	8,978	0,007	0,011	0,088	2,232	2,232	2,60	1,07	9,00
ITA 04	33,00	39,03	0,003	0,002	0,029	11,507	0,007	0,011	0,079	2,232	0,000	2,40	0,94	12,00
ITA 08	43,50	38,03	0,014	0,002	0,046	10,243	0,008	0,012	0,091	1,116	3,348	2,00	0,24	6,00
ITA 10	41,50	43,04	0,027	0,002	0,025	12,140	0,007	0,009	0,124	2,232	2,232	2,80	0,94	15,00
ITA 11	38,50	38,03	0,045	0,002	0,027	9,611	0,007	0,005	0,203	2,232	2,232	1,20	0,94	10,50
MOPI 01	38,50	38,03	0,022	0,001	0,027	10,243	0,010	0,025	0,124	0,000	2,232	1,00	1,12	15,00
MOX 02	37,00	38,63	0,028	0,001	0,025	9,611	0,010	0,016	0,051	0,000	1,116	2,00	0,82	3,00
MOX 03	55,00	57,05	0,015	0,001	0,027	10,243	0,007	0,043	0,070	13,392	15,624	6.5	3,53	3,60
MOX 04	39,25	41,64	0,037	0,001	0,024	12,140	0,007	0,021	0,036	1,116	2,232	3,90	1,00	18,00
MOPI 09	36,50	38,43	0,014	0,001	0,037	9,611	0,010	0,018	0,067	2,232	2,232	0,90	0,90	13,50
PA 02	43,00	39,03	0,001	0,002	0,026	14,669	0,007	0,016	0,079	5,580	3,348	1,70	1,98	13,50
PA IV 01	40,50	38,63	0,032	0,001	0,056	5,817	0,013	0,018	0,039	1,116	0,000	2,00	0,90	7,50
XIN 01	35,00	39,03	0,057	0,001	0,071	10,243	0,007	0,023	0,060	5,580	3,348	2,90	1,47	12,00
XIN 04	45,50	45,04	0,016	0,001	0,041	7,714	0,007	0,018	0,051	12,276	8,928	2,80	1,89	3,00
XIN 10	41,00	52,05	0,138	0,002	0,160	14,037	0,033	0,135	0,314	74,772	46,872	24,50	11,17	4,50
BSF 02	29,00	42,04	0,076	0,001	0,129	11,507	0,030	0,037	0,070	5,58	3,348	1,70	1,18	9,00
BSF 06	42,50	49,44	0,043	0,003	0,057	12,140	0,017	0,025	0,100	1,116	2,232	2,00	1,96	9,00
BSF 11	38,50	42,24	0,050	0,002	0,079	8,346	0,010	0,028	0,067	1,116	1,116	2,90	2,25	4,50
BSF 16	40,00	69,06	0,037	0,001	0,040	7,714	0,010	0,034	0,082	4,464	3,348	6,00	1,28	3,00

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 setembro/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	39,50	40,24	0,010	0,001	0,013	1,644	0,007	0,012	0,027	3,348	3,348	2,40	1,04	10,50
SOB 19 Z. Euf.	-	-	0,019	-	-	-	-	-	0,067	-	-	-	-	-
SOB 19 Fun.	-	-	0,022	-	-	-	-	-	0,070	-	-	-	-	-
SOB 22	46,00	40,03	0,010	0,002	0,021	4,300	0,010	0,018	0,027	2,232	4,464	1,75	1,30	12,00
SOB 24	41,00	34,83	0,021	0,001	0,004	4,047	0,007	0,020	0,045	3,348	3,348	1,60	1,57	15,00
SOB 25	47,00	47,64	0,020	0,001	0,006	5,058	0,005	0,014	0,054	1,116	3,348	1,80	1,06	12,00
SOB 29	40,00	39,23	0,006	0,001	0,008	0,759	0,007	0,011	0,051	2,232	3,348	2,10	0,92	7,50
ITA 01	40,00	36,63	0,022	0,001	0,064	4,173	0,005	0,018	0,012	2,232	3,348	2,50	1,26	6,00
ITA 04	47,50	38,63	0,028	0,001	0,026	1,391	0,007	0,016	0,030	3,348	3,348	1,10	1,53	7,50
ITA 08	41,00	36,83	0,020	0,001	0,013	4,173	0,007	0,012	0,015	2,232	2,232	0,90	1,35	6,00
ITA 10	41,50	36,63	0,009	0,001	0,011	4,110	0,003	0,012	0,027	2,232	2,232	1,20	1,66	12,00
ITA 11	39,00	37,03	0,009	0,001	0,009	3,161	0,005	0,014	0,012	2,232	5,580	1,00	1,77	9,00
MOPI 01	37,50	37,63	0,018	0,001	0,007	1,328	0,010	0,025	0,024	2,232	2,232	0,90	0,86	12,00
MOX 02	40,00	37,03	0,014	0,001	0,008	0,569	0,008	0,027	0,039	2,232	4,464	1,30	0,67	9,00
MOX 03	55,00	40,44	0,023	0,001	0,014	0,822	0,005	0,034	0,060	2,232	6,696	12,00	2,01	7,50
MOX 04	40,00	32,83	0,019	0,001	0,006	2,529	0,007	0,027	0,033	1,116	6,696	2,20	1,72	15,00
MOPI 09	45,00	66,66	0,012	0,001	0,017	0,885	0,007	0,023	0,060	2,232	4,464	1,55	0,77	15,00
PA 02	41,50	41,24	0,012	0,001	0,005	1,075	0,010	0,025	0,209	5,580	4,464	1,40	2,34	18,00
PA IV 01	40,00	36,23	0,028	0,001	0,034	4,047	0,008	0,023	0,048	1,116	3,348	1,70	1,80	7,50
XIN 01	40,00	37,63	0,013	0,002	0,041	2,592	0,015	0,027	0,175	3,348	4,464	1,20	1,01	4,50
XIN 04	46,00	34,23	0,019	0,001	0,036	3,035	0,005	0,021	0,039	12,276	6,696	1,70	2,50	18,00
XIN 10	41,00	37,83	0,018	0,001	0,167	6,133	0,007	0,078	0,130	85,560	78,120	22,10	10,18	7,50
BSF 02	42,50	33,03	0,023	0,001	0,013	4,805	0,005	0,025	0,063	2,232	4,464	1,90	1,35	7,50
BSF 06	40,00	34,83	0,018	0,002	0,014	2,213	0,013	0,028	0,045	1,116	7,812	6,10	1,01	15,00
BSF 11	40,00	34,63	0,020	0,002	0,014	1,834	0,013	0,030	0,042	2,232	4,464	2,70	0,90	9,00
BSF 16	42,50	37,23	0,013	0,001	0,008	2,656	0,013	0,025	0,039	1,116	3,348	4,10	0,62	7,50

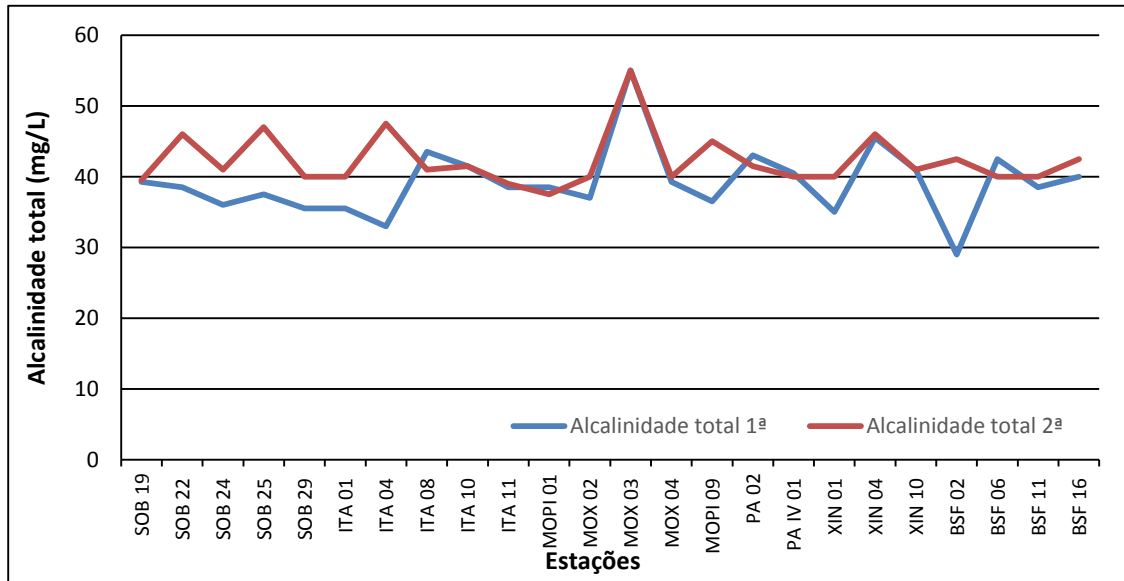


Figura 10 – Variação da alcalinidade total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2019.

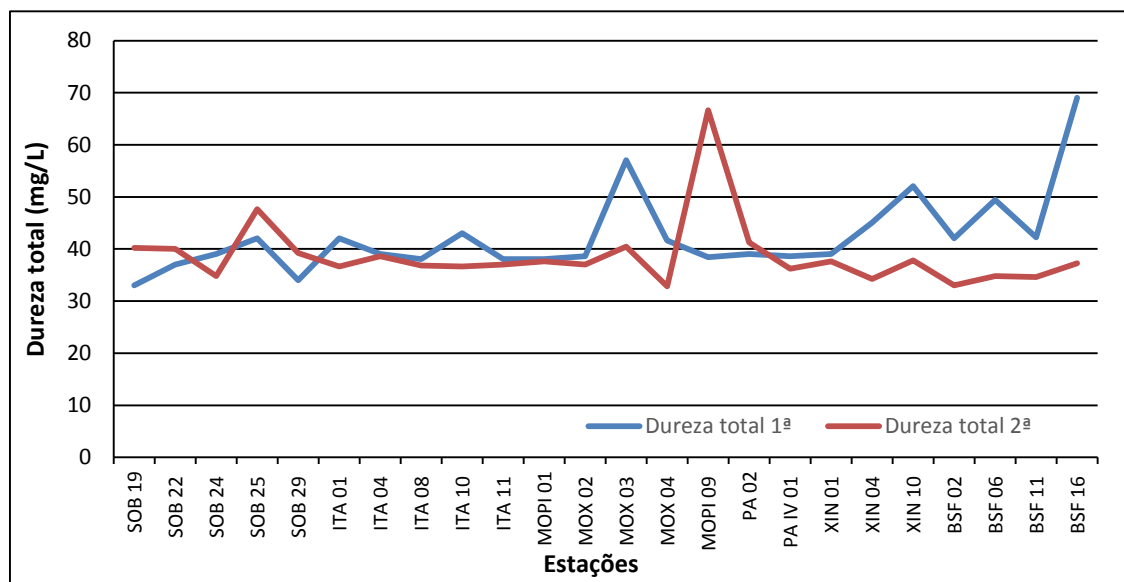


Figura 11 – Variação da dureza total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2019.

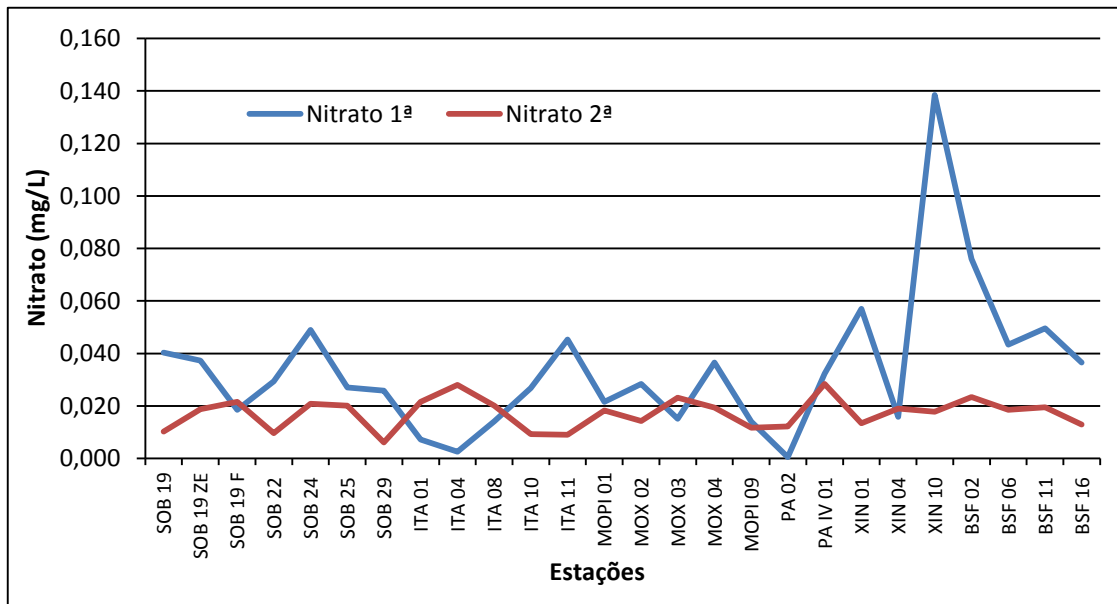


Figura 12 – Variação da concentração de nitrato da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2019.

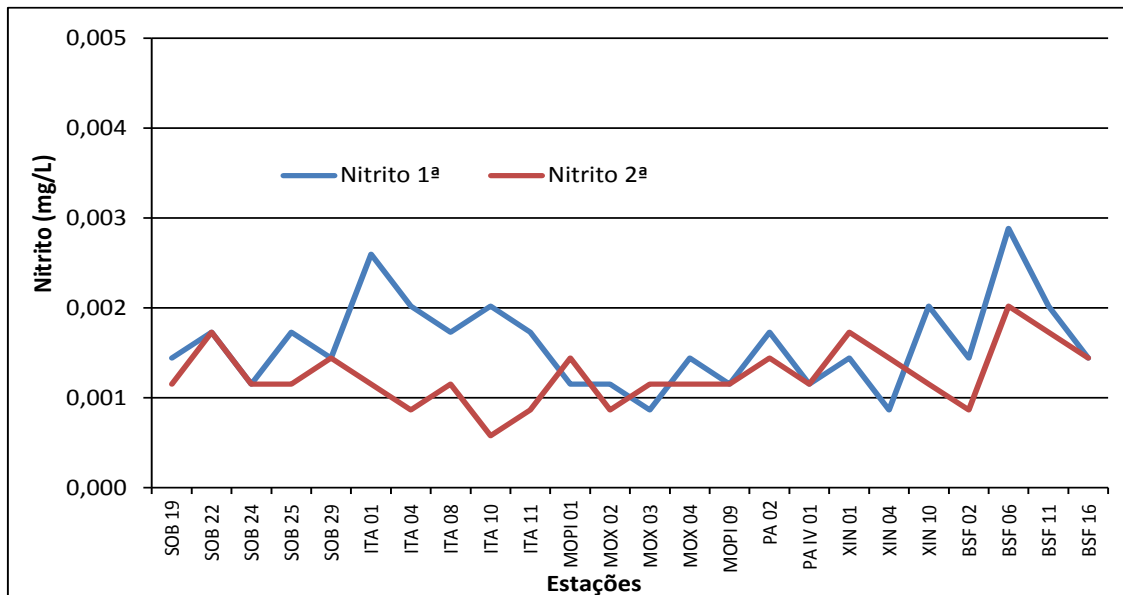


Figura 13 – Variação da concentração de nitrito da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2019.

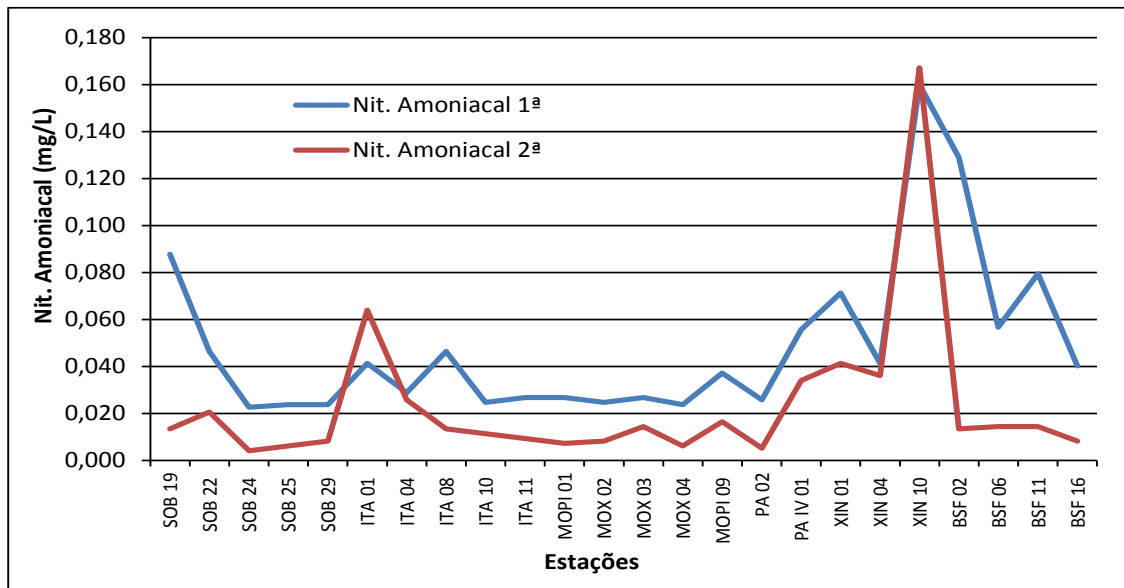


Figura 14 – Variação da concentração do nitrogênio amoniacal da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2019.

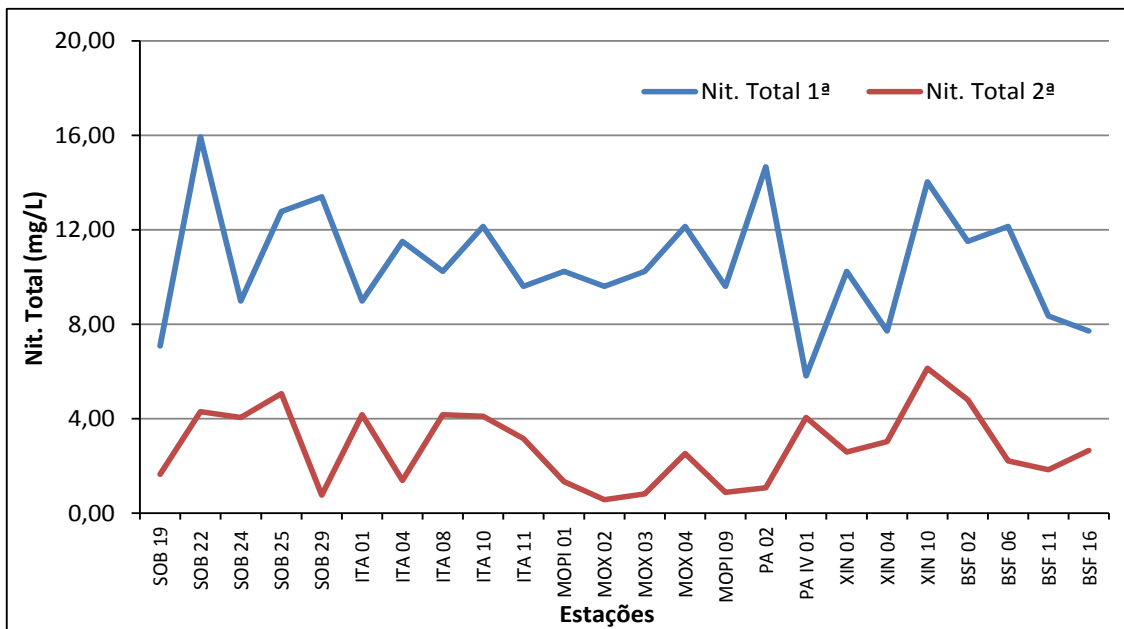


Figura 15 – Variação da concentração do nitrogênio total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2019.

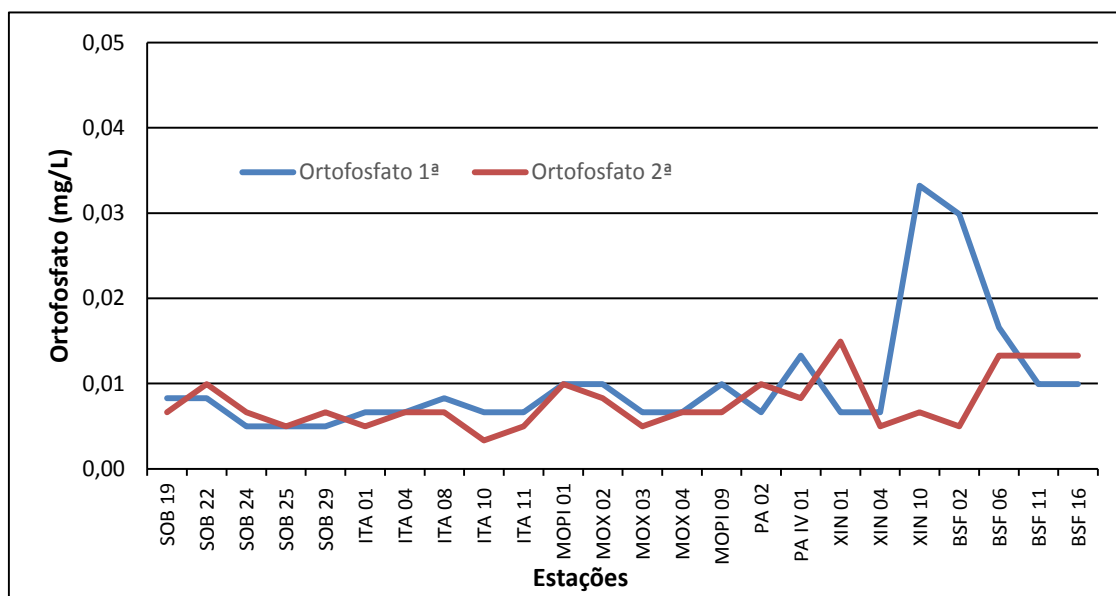


Figura 16 – Variação da concentração do ortofosfato da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2019.

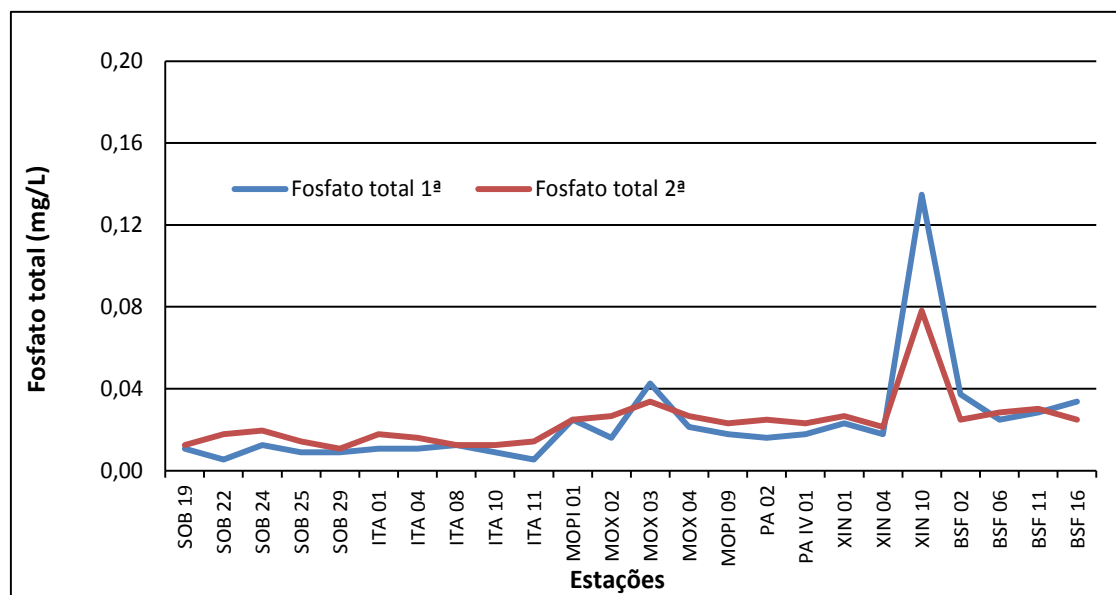


Figura 17 – Variação da concentração do fosfato total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2019.

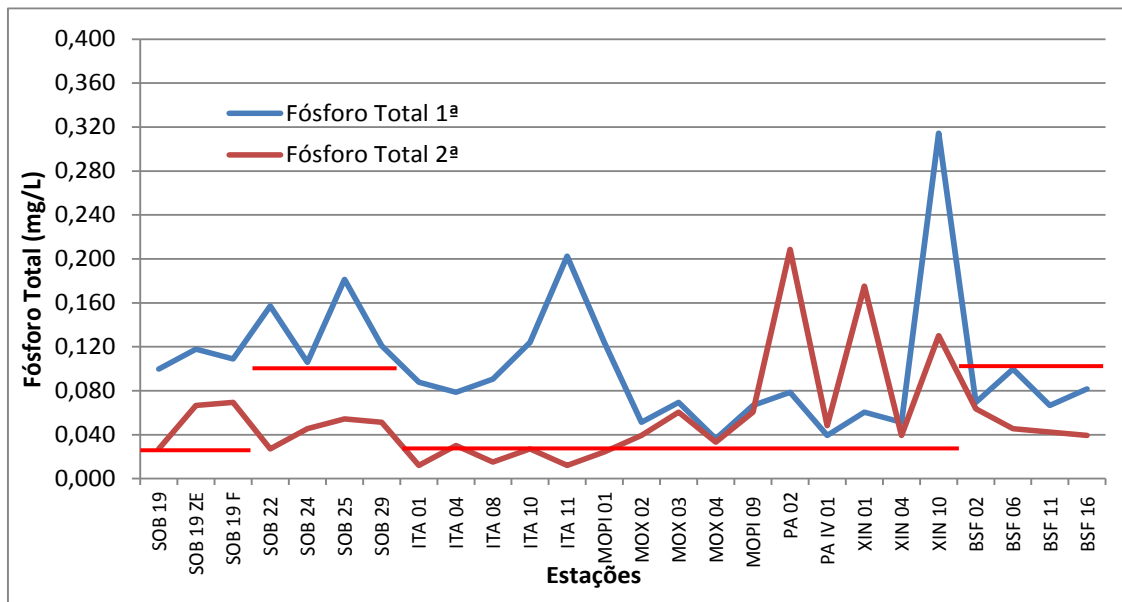


Figura 18 – Variação da concentração de fósforo total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2019. As barras vermelhas indicam os limites estabelecidos pela Resolução no. 357/2005 CONAMA para águas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

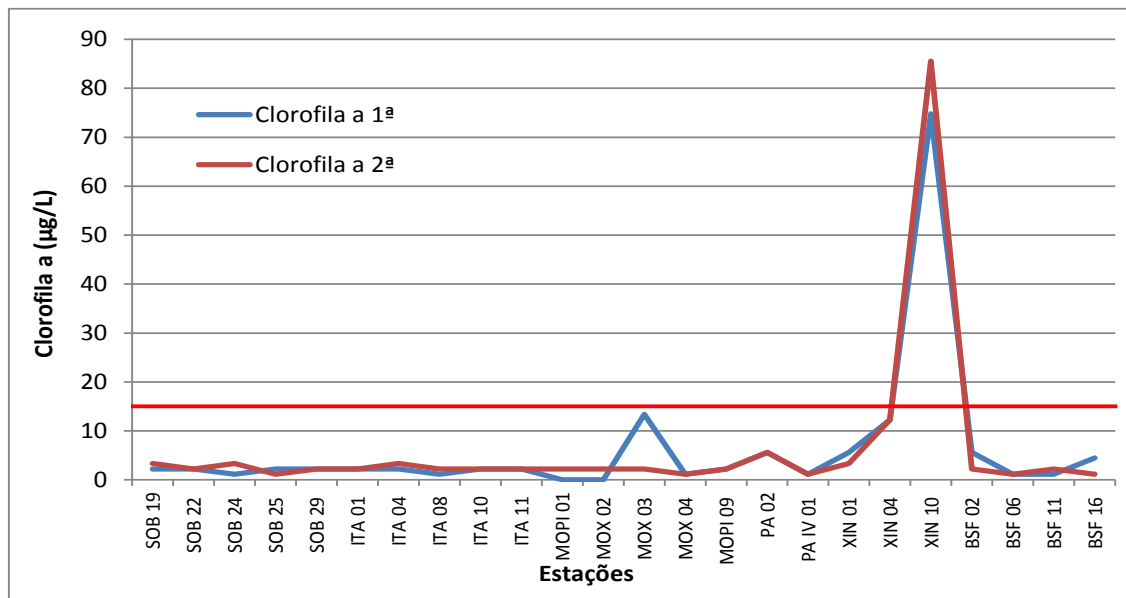


Figura 19 - Variação da concentração da clorofila a da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2019.

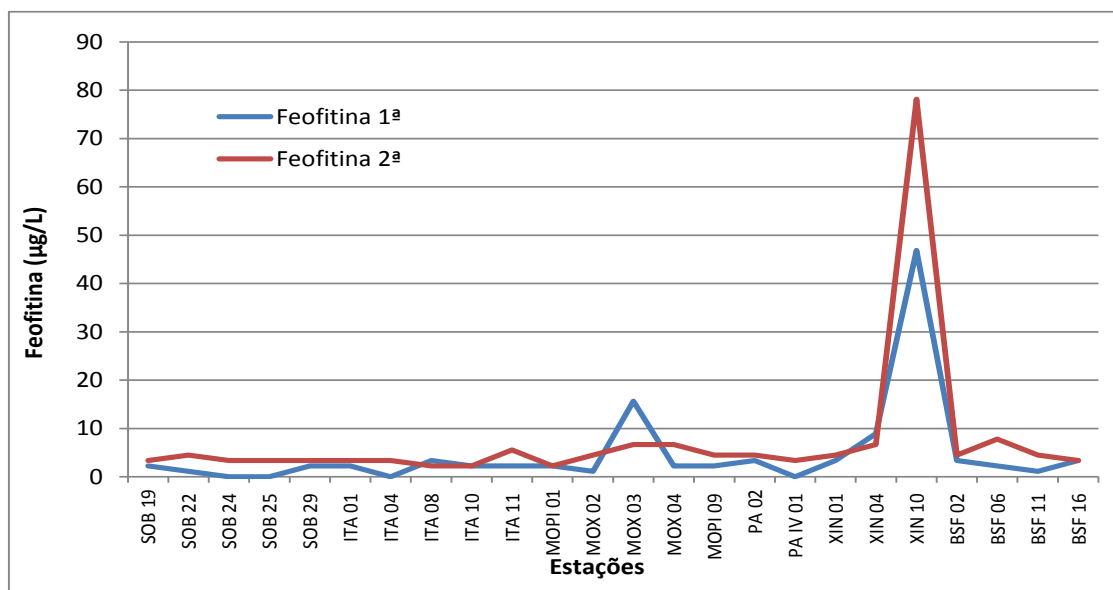


Figura 20 - Variação da concentração da feofitina da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2019.

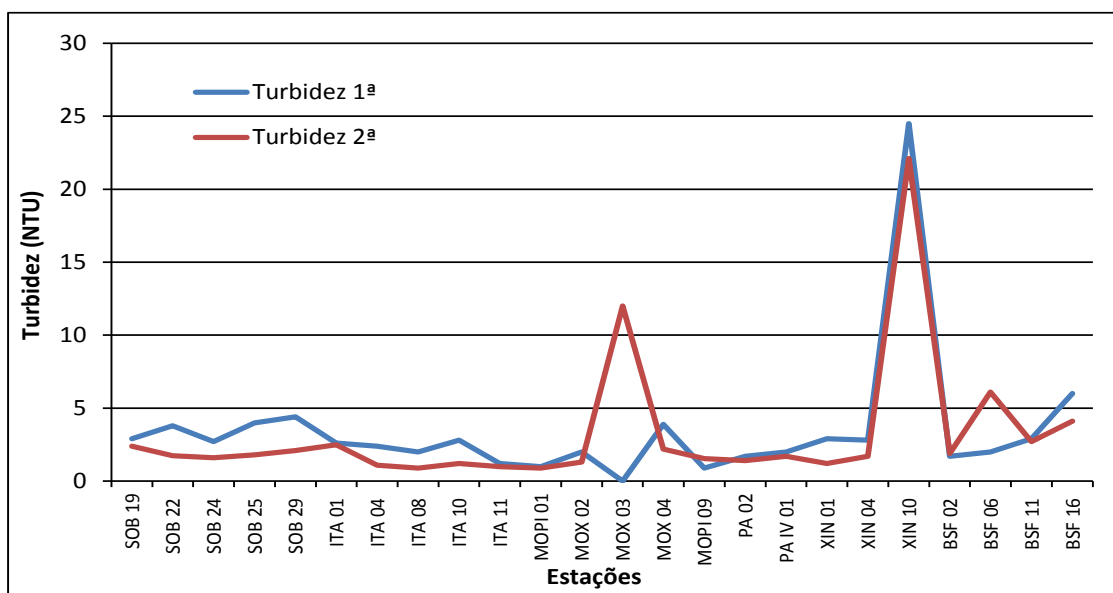


Figura 21 - Variação da turbidez da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2019.

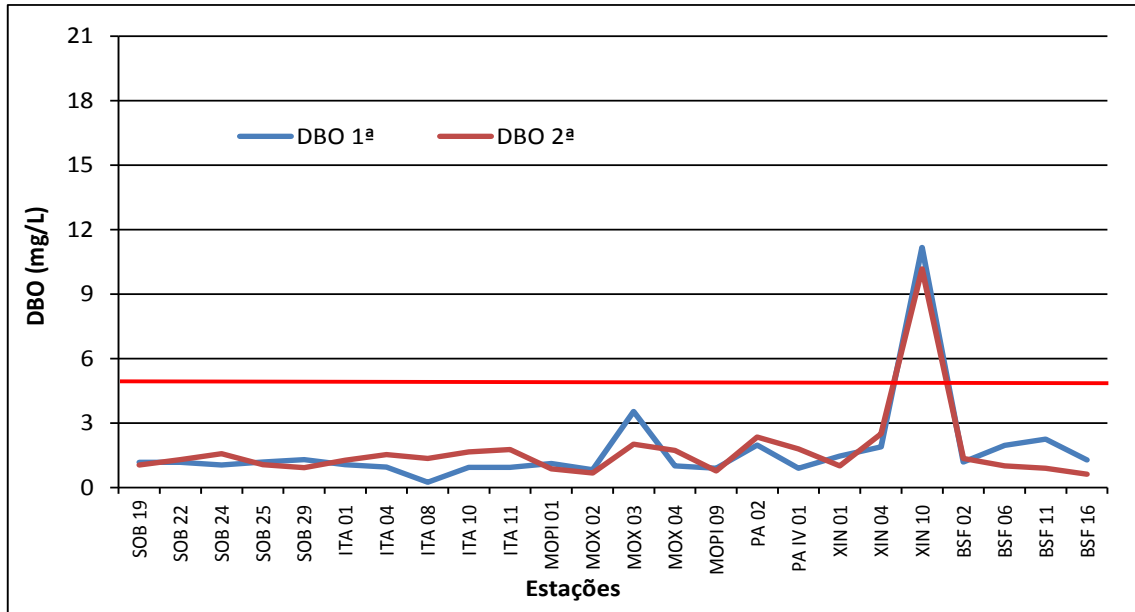


Figura 22 - Variação da demanda bioquímica de oxigênio da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2019. A barra vermelha indica o limite máximo estabelecido pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas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

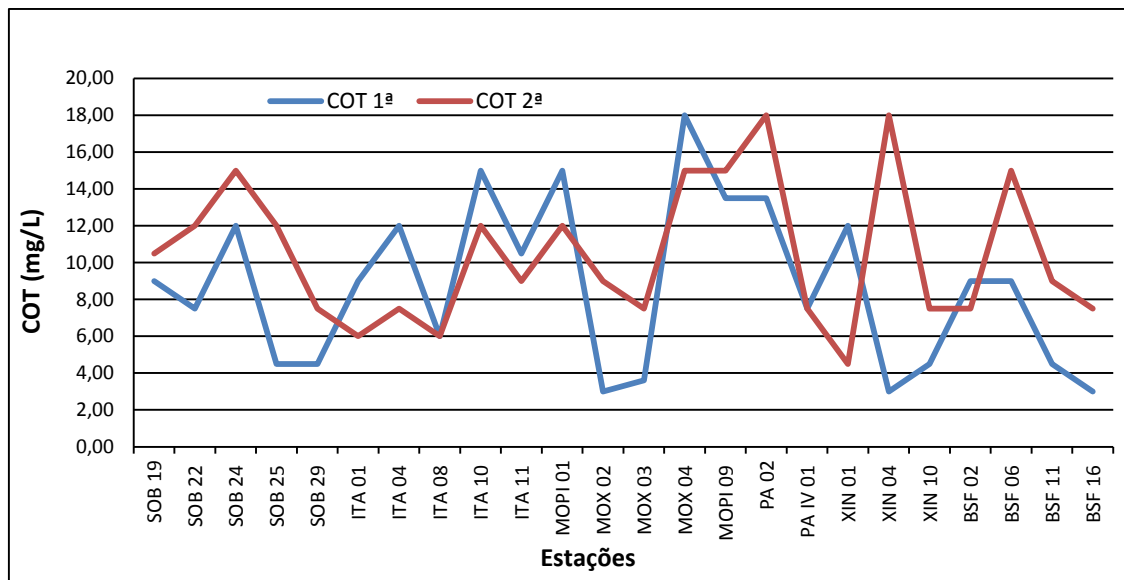


Figura 23 - Variação da concentração da carbono orgânico total (COT) da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2019.

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 setembro/2019.

Estações	Sólidos totais	Fração Orgânica	Fração inorgânica	Sól. Sedimentáveis
	g/L	g/L	g/L	ml/L
SOB 19	0,0010	0,0007	0,0003	<0,1
SOB 22	0,0009	0,0006	0,0003	<0,1
SOB 24	0,0009	0,0003	0,0006	<0,1
SOB 25	0,0009	0,0007	0,0002	<0,1
SOB 29	0,0007	0,0004	0,0003	<0,1
ITA 01	0,0002	0,0001	0,0001	<0,1
ITA 04	0,0002	0,0002	0,0000	<0,1
ITA 08	0,0004	0,0003	0,0001	<0,1
ITA 10	0,0001	0,0001	0,0000	<0,1
ITA 11	0,0002	0,0002	0,0000	<0,1
MOPI 01	0,0003	0,0002	0,0001	<0,1
MOX 02	0,0002	0,0001	0,0001	<0,1
MOX 03	0,0032	0,0027	0,0005	<0,1
MOX 04	0,0007	0,0006	0,0001	<0,1
MOPI 09	0,0008	0,0005	0,0003	<0,1
PA 02	0,0004	0,0004	0,0000	<0,1
PA IV 01	0,0002	0,0001	0,0001	<0,1
XIN 01	0,0003	0,0002	0,0001	<0,1
XIN 04	0,0009	0,0008	0,0001	<0,1
XIN 10	0,0019	0,0017	0,0002	<0,1
BSF 02	0,0002	0,0002	0,0000	<0,1
BSF 06	0,0002	0,0001	0,0001	<0,1
BSF 11	0,0007	0,0007	0,0000	<0,1
BSF 16	0,0038	0,0009	0,0029	<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 setembro/2019.

Estações	Sólidos totais	Fração Orgânica	Fração inorgânica	Sól. Sedimentáveis
	g/L	g/L	g/L	mL/L
SOB 19	0,0012	0,0011	0,0001	<0,1
SOB 22	0,0010	0,0005	0,0005	<0,1
SOB 24	0,0013	0,0008	0,0005	<0,1
SOB 25	0,0012	0,0006	0,0006	<0,1
SOB 29	0,0011	0,0006	0,0005	<0,1
ITA 01	0,0011	0,0010	0,0001	<0,1
ITA 04	0,0003	0,0003	0,0000	<0,1
ITA 08	0,0005	0,0003	0,0002	<0,1
ITA 10	0,0006	0,0005	0,0001	<0,1
ITA 11	0,0001	0,0001	0,0000	<0,1
MOPI 01	0,0005	0,0004	0,0001	<0,1
MOX 02	0,0002	0,0001	0,0001	<0,1
MOX 03	0,0021	0,0014	0,0007	<0,2
MOX 04	0,0007	0,0004	0,0003	<0,1
MOPI 09	0,0006	0,0005	0,0001	<0,1
PA 02	0,0004	0,0004	0,0000	<0,1
PA IV 01	0,0004	0,0003	0,0001	<0,1
XIN 01	0,0006	0,0005	0,0001	<0,1
XIN 04	0,0021	0,0018	0,0003	<0,1
XIN 10	0,0068	0,0053	0,0015	<0,1
BSF 02	0,0004	0,0003	0,0001	<0,1
BSF 06	0,0014	0,0006	0,0008	<0,1
BSF 11	0,0015	0,0005	0,0009	<0,1
BSF 16	0,0018	0,0008	0,0010	<0,1

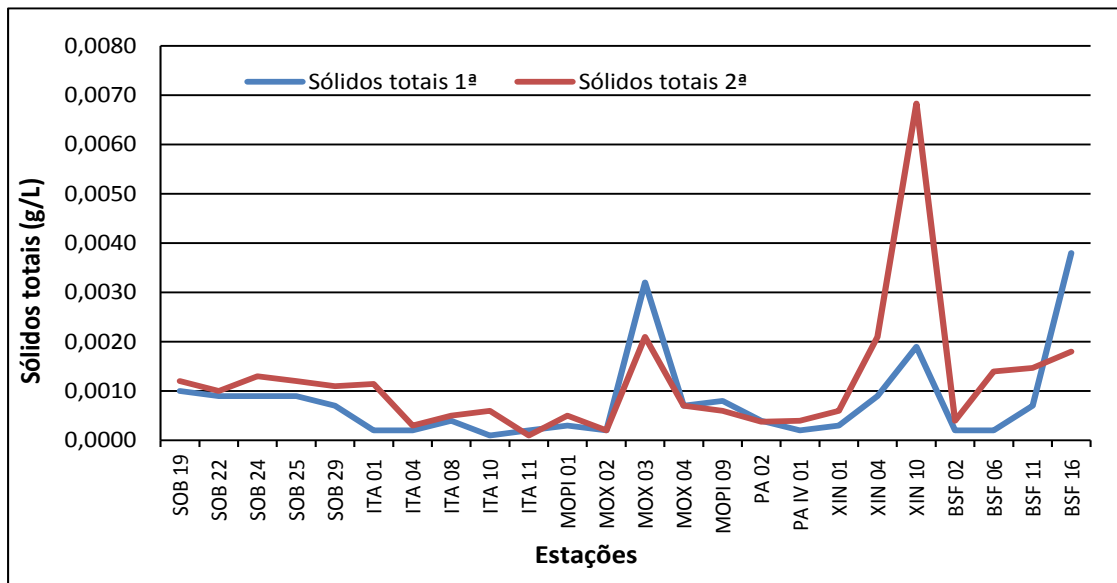


Figura 24 - Variação dos sólidos totais da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2019.

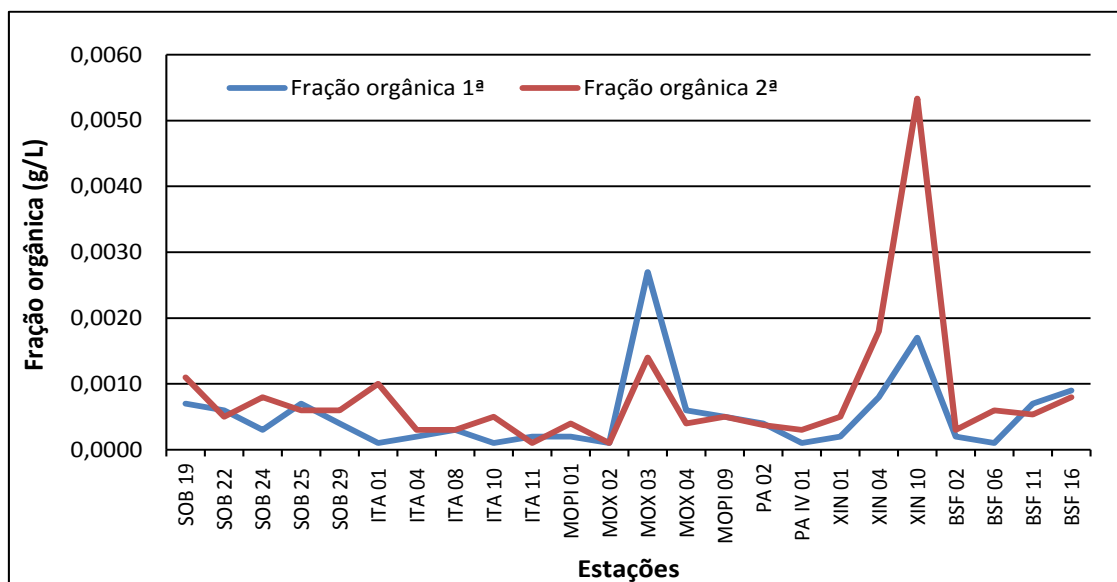


Figura 25 - Variação da fração orgânica dos sólidos totais da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2019.

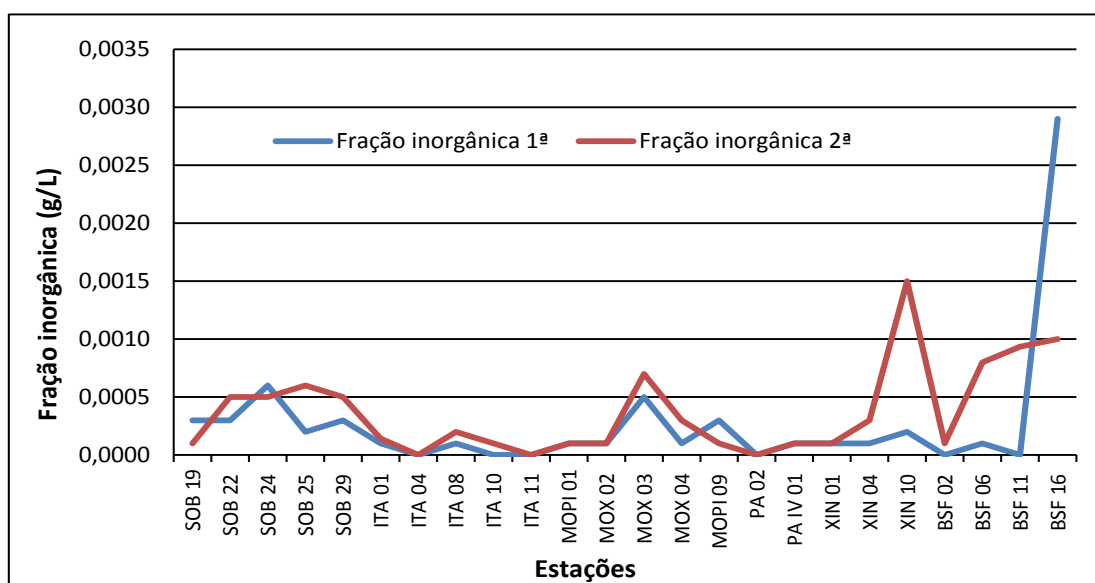


Figura 26 - Variação da fração inorgânica dos sólidos totais da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2019.

Alcalinidade e durezas totais

Os valores médios de alcalinidade foram mais elevados na 2ª. campanha e os de dureza na 1ª. campanha em setembro/19, tendo a alcalinidade variado entre 29,00 e 55,00 mg/L (BSF 02 e MOX 03) na 1ª. campanha e de 37,50 a 55,00 mg/L (MOPI 01 e MOX 03) na 2ª e a dureza entre 33,03 e 69,06 mg/L (SOB 19 e BSF 16) na 1ª campanha e entre 32,83 e 66,66 mg/L (MOX 04 e MOPI 09) 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 campanha (Tabelas 5 e 6 e Figuras 10 e 11).

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 1ª. campanha que na 2ª., com exceção de picos mais elevados de nitrogênio amoniacal em algumas estações na 2ª. campanha (Figuras 12 a 15).

As concentrações de nitrato variaram desde valores próximos ao limite de detecção (<0,001 mg/L) na estação PA 02 na 1ª. campanha (Figura 12 e Tabelas 5 e 6) a 0,138 mg/L (XIN 10) também na 1ª campanha e na 2ª campanha variaram de 0,006 mg/L a 0,028 mg/L (SOB 29 e PA IV)11). Em termos de concentrações médias, os valores registrados foram de 0,034 mg/L na 1ª. campanha e 0,017 mg/L na 2ª. Os valores mensurados de concentrações de nitrato para o período de setembro/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 de 0,0009 mg/L em MOX 03 a 0,0029 mg/L em BSF 06 na 1ª campanha e desde concentrações de 0,0006 mg/L em ITA 10 a 0,00020 mg/L em BSF 06 na 2ª campanha. As médias para as duas campanhas ficaram em 0,0016 mg/L e 0,0013 mg/L, respectivamente (Figura 13)

As concentrações médias do nitrogênio amoniacal foram inferiores a 0,050 mg/L nas duas campanhas (Tabelas 5 e 6), com registro de picos de concentração no reservatório de Xingó de 0,160 mg/L e 0,167 mg/L em XIN 10 nas duas campanhas, respectivamente. Os valores mensurados da concentração de nitrogênio amoniacal para o período de setembro/2019 estão dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução 357/05 do CONAMA, que é de 2,00 mg/L (Figura 14).

Ortofosfato, fosfato total e fósforo total

As concentrações de ortofosfato mantiveram-se abaixo de 0,010 mg/L na maioria das estações em ambas as campanhas de setembro/19, com valores ligeiramente mais elevados nas estações PAIV 01, XIN 10, BSF 02 e BSF 06 na primeira campanha e em XIN 01, BSF 06, BSF 11 e BSF 16 na segunda. As estações XIN 10 e XIN 1 foram aquelas com registro de valores extremos de ortofosfato, variando de 0,005 a 0,033 mg/L e de 0,003 a 0,015 mg/L, 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 0,040 mg/L, excetuando os picos registrados em XIN 10 (0,135 mg/L na 1ª e 0,078 mg/L na 2ª campanha) (Figura 17).

As concentrações de fósforo total mensuradas no período variaram de 0,012 mg/L em ITA 01 e ITA 11 na segunda campanha a 0,314 mg/L em XIN 10 (Tabelas 5 e 6) 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, foi ultrapassado no primeiro trecho lótico nas estações SOB 22, SOB 24, SOB 25 e SOB 29, porém só na primeira campanha. Nos trechos lênticos, cujo limite é de 0,030 mg/L P, as estações com valores inferiores a este limite foram aquelas entre ITA 01 e MOPI 01 na 2ª. campanha. Valores superiores ao limite estabelecido pelo CONAMA foram registrados nos picos em ITA 11 e XIN 10 com 0,203 e 0,314 mg/L, na 1ª campanhas e PA 02 e XIN 01 com 0,209 e 0,175 mg/L, respectivamente na 2ª. campanhas.

Clorofila a e feotitina

As concentrações de clorofila-a mensuradas no período variaram de concentração nula em MOPI 01 a 74,772 µg/L em XIN 10 na primeira campanha e entre 1,116 µg/L em SOB 25, MOX 04, PAIV 01, BSF 06 e BSF 16 a 85,560 µg/L em XIN 10 na segunda campanha (Tabelas 5 e 6). Os valores mensurados de concentrações de clorofila-a para o mês de setembro/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 XIN 10. Comparativamente entre os trechos e ambientes, observou-se uma estabilidade de concentrações com apenas um pico em MOX 03 na primeira campanha e um incremento das concentrações no reservatório de Xingó e redução nos trechos a jusante.

A feofitina apresentou um padrão de variação ligeiramente semelhante ao da clorofila a, com valores predominantemente abaixo de 10 µg/L em todo o trecho (Figura 20), excetuando dois picos isolados em MOX 03 na 1ª campanha (15,624 µg/L) e em XIN 10 (46,872 µg/L na 1ª. e 78,120 µg/L na 2ª. campanhas)(Tabelas 5 e 6).

Turbidez

A turbidez nas estações de amostragem variou entre 0,90 NTU em MOPI 09 e 24,50 NTU em XIN 10 na primeira campanha, enquanto que na segunda campanha variou de 0,90 NTU em

ITA 08 e MOPI 01 a 22,10 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 6,5 NTU. Os valores mensurados de concentrações de turbidez para o período de setembro/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 0,24 mg/L em ITA 08 e 11,17 mg/L em XIN 10 na primeira campanha e entre 0,62 mg/L em BSF 16 e 10,18 mg/L em XIN 10 na segunda campanha (Tabelas 5 e 6, Figura 21). Os valores mais elevados em setembro/19 foram registrados na mesma estação (XIN 10) em ambas as campanhas. Os valores mensurados de concentrações de DBO para o período de setembro/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 MOX 02, XIN 04 e BSF 16 e 18,00 mg/L em MOX 04 na primeira campanha e entre 4,50 mg/L em XIN 01 e 18,00 mg/L em PA 02 e XIN 04 na segunda campanha (Tabelas 5 e 6, Figura 23). O valor médio do COT foi superior na segunda campanha, com 40,44 mg/L, do que na primeira, com 8,71 mg/L.

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 setembro/2019.

Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (μS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	STD (mg/L)
Sup	23,80	7,43	70,30	8,42	99,50	0,03	46,80
1	23,80	7,43	70,30	8,39	99,30	0,03	46,80
2	23,80	7,43	70,20	8,36	99,00	0,03	46,80
3	23,80	7,42	70,30	8,28	98,00	0,03	46,80
4	23,80	7,42	70,30	8,29	98,10	0,03	46,80
5	23,80	7,41	70,20	8,31	98,50	0,03	46,80
6	23,80	7,41	70,30	8,18	96,70	0,03	46,80
7	23,80	7,41	70,20	8,04	94,70	0,03	46,80
8	23,80	7,40	70,20	8,04	95,00	0,03	46,80
9	23,70	7,40	70,20	8,12	95,90	0,03	46,80
10	23,70	7,39	70,10	8,08	95,40	0,03	46,80
11	23,60	7,39	70,00	7,90	93,30	0,03	46,80
12	23,60	7,38	70,00	8,10	95,60	0,03	46,80
13	23,60	7,37	70,00	8,11	95,60	0,03	46,80
14	23,60	7,37	70,00	7,96	94,30	0,03	46,80
15	23,60	7,36	70,00	7,84	92,40	0,03	46,80
16	23,60	7,36	70,00	7,95	93,60	0,03	46,80
17	23,60	7,35	70,00	7,95	93,70	0,03	46,80
18	23,60	7,35	69,90	7,91	93,30	0,03	46,80
19	23,60	7,35	69,90	7,81	91,80	0,03	46,80
20	23,60	7,34	69,80	7,78	91,20	0,03	46,80

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 setembro/2019.

Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (μS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	STD (mg/L)
Superfície	23,70	7,39	70,10	8,74	103,40	0,03	46,80
1	23,70	7,41	70,10	8,57	101,30	0,03	46,80
2	23,70	7,41	70,10	8,39	99,70	0,03	46,80
3	23,70	7,42	70,10	8,42	99,40	0,03	46,80
4	23,70	7,42	70,10	8,38	99,00	0,03	46,80
5	23,70	7,42	70,10	8,35	89,90	0,03	46,80
6	23,70	7,42	70,10	8,34	98,70	0,03	46,80
7	23,70	7,42	70,10	8,16	97,20	0,03	46,80
8	23,70	7,41	70,10	8,14	95,60	0,03	46,80
9	23,70	7,42	70,10	8,16	97,10	0,03	46,80
10	23,70	7,42	70,10	8,28	96,70	0,03	46,80
11	23,70	7,41	70,10	8,25	97,40	0,03	46,80
12	23,60	7,41	70,10	8,22	96,10	0,03	46,80
13	23,60	7,41	70,10	8,30	97,80	0,03	46,80
14	23,60	7,41	70,00	8,28	97,70	0,03	46,80

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 setembro/2019.

Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	STD (mg/L)
Superfície	23,80	7,41	70,30	8,35	98,80	0,03	46,80
1	23,80	7,42	70,30	8,23	97,40	0,03	46,80
2	23,80	7,42	70,30	8,21	97,20	0,03	46,80
3	23,80	7,41	70,30	8,14	95,90	0,03	46,80
4	23,80	7,41	70,20	8,10	95,80	0,03	46,80
5	23,80	7,40	70,20	8,10	95,80	0,03	46,80
6	23,80	7,41	70,20	8,06	94,70	0,03	46,80
7	23,80	7,37	70,20	7,91	94,00	0,03	46,80
8	23,80	7,38	70,20	8,02	94,00	0,03	46,80
9	23,80	7,38	70,20	8,17	96,50	0,03	46,80
10	23,80	7,39	70,20	8,07	95,50	0,03	46,80
11	23,80	7,39	70,20	8,05	95,00	0,03	46,80
12	23,80	7,39	70,20	8,11	96,10	0,03	46,80
13	23,80	7,40	70,20	8,01	94,80	0,03	46,80
14	23,80	7,39	70,20	8,12	96,10	0,03	46,80
15	23,80	7,39	70,20	7,91	94,00	0,03	46,80
16	23,70	7,39	70,10	8,14	96,20	0,03	46,80
17	23,70	7,39	70,10	7,87	92,40	0,03	46,80
18	23,70	7,39	70,10	7,85	92,30	0,03	46,80
19	23,60	7,37	70,00	7,80	92,10	0,03	46,80
20	23,60	7,37	70,00	7,87	92,50	0,03	46,80
21	23,60	7,37	70,00	7,87	92,50	0,03	46,80
22	23,60	7,37	70,00	7,87	92,50	0,03	46,80
23	23,60	7,37	70,00	7,87	92,50	0,03	46,80
24	23,60	7,37	70,00	7,87	92,50	0,03	46,80
25	23,60	7,37	70,00	7,87	92,50	0,03	46,80
26	23,60	7,37	70,00	7,87	92,50	0,03	46,80
27	23,50	7,37	69,90	8,10	95,50	0,03	46,80

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 9 a 14, referentes à 1ª. e 2ª. campanhas de setembro/2019. As Figuras 27 a 30 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 23,50°C a 23,80°C, a condutividade variou de 69,80 a 70,30

uS/cm, a salinidade ficou estável em 0,03 e os sólidos totais dissolvidos manteve-se constante em 46,80 mg/L. O mesmo ocorreu com o oxigênio dissolvido, com médias variando de 8,01 mg/L a 8,33 mg/L, enquanto que o pH apresentou médias de 7,39 a 7,41. Na segunda campanha, a temperatura da água foi mais elevada variando de 24,10°C a 25,10°C, o pH manteve-se próximo à neutralidade ou levemente alcalino, com médias de 7,37, 7,34 e 7,31 para as estações SOB 19E, SOB 19C e SOB 19D, 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 valores levemente inferiores nas estações, de 7,71, 7,79 e 8,04 mg/L para SOB 19E, SOB 19C e SOB 19D, respectivamente.

Os dados obtidos durante o período de monitoramento apontam características de um ambiente homogêneo, ou seja, com mistura completa da coluna da água nas 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 setembro/2019.

Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	STD (mg/L)
Superfície	25,10	7,36	73,10	8,11	98,50	0,03	47,45
1	25,10	7,40	72,90	7,88	95,00	0,03	47,45
2	24,80	7,41	72,60	7,97	96,20	0,03	47,45
3	24,70	7,40	72,30	7,83	95,40	0,03	47,45
4	24,40	7,39	72,00	7,67	92,00	0,03	47,45
5	24,40	7,36	71,90	8,01	96,00	0,03	47,45
6	24,40	7,36	71,90	7,76	93,10	0,03	47,45
7	24,40	7,35	71,90	7,70	93,10	0,03	47,45
8	24,40	7,34	71,80	7,75	92,60	0,03	47,45
9	24,40	7,33	71,80	7,83	93,60	0,03	47,45
10	24,40	7,33	71,80	7,88	94,20	0,03	47,45
11	24,40	7,33	71,80	7,83	93,60	0,03	47,45
12	24,30	7,32	71,70	7,70	92,20	0,03	47,45
13	24,30	7,32	71,70	7,70	93,90	0,03	47,45
14	24,30	7,32	71,70	7,43	92,40	0,03	47,45
15	24,30	7,32	71,70	7,78	93,30	0,03	47,45
16	24,30	7,32	71,70	7,77	92,90	0,03	47,45
17	24,30	7,32	71,70	7,86	94,00	0,03	47,45
18	24,30	7,32	71,70	7,84	93,80	0,03	47,45
19	24,30	7,32	71,70	7,83	92,60	0,03	47,45
20	24,30	7,32	71,70	7,53	90,80	0,03	47,45

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 setembro/2019.

Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	STD (mg/L)
Superfície	25,10	7,48	73,00	8,57	104,20	0,03	47,45
1	25,10	7,45	73,00	8,03	98,00	0,03	47,45
2	24,60	7,37	72,30	8,06	96,10	0,03	47,45
3	24,50	7,33	72,00	7,92	95,50	0,03	47,45
4	24,40	7,27	71,90	7,97	94,40	0,03	47,45
5	24,40	7,28	71,90	8,02	96,30	0,03	47,45
6	24,40	7,28	71,80	8,03	96,30	0,03	47,45
7	24,40	7,28	71,80	8,12	97,00	0,03	47,45
8	24,30	7,28	71,80	8,02	96,60	0,03	47,45
9	24,30	7,28	71,70	8,08	96,80	0,03	47,45
10	24,30	7,28	71,60	7,96	93,80	0,03	47,45
11	24,30	7,28	71,60	8,01	95,50	0,03	47,45
12	24,20	7,29	71,50	7,95	94,60	0,03	47,45
13	24,20	7,29	71,40	8,03	94,60	0,03	47,45
14	24,10	7,29	71,30	8,01	95,40	0,03	47,45
15	24,10	7,28	71,20	7,93	94,20	0,03	47,45

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 setembro/2019.

Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (μS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	STD (mg/L)
Superfície	24,90	7,37	72,80	7,87	96,00	0,03	47,45
1	24,90	7,38	72,60	7,96	96,00	0,03	47,45
2	24,70	7,39	72,40	7,74	94,30	0,03	47,45
3	24,50	7,38	72,00	7,97	95,10	0,03	47,45
4	24,50	7,38	72,00	7,93	95,20	0,03	47,45
5	24,50	7,38	72,00	7,48	91,30	0,03	47,45
6	24,50	7,38	72,00	7,73	93,60	0,03	47,45
7	24,40	7,38	71,90	7,79	94,00	0,03	47,45
8	24,40	7,37	71,90	7,41	89,00	0,03	47,45
9	24,40	7,37	71,90	7,67	91,70	0,03	47,45
10	24,40	7,37	71,80	7,59	92,90	0,03	47,45
11	24,40	7,37	71,80	7,70	93,00	0,03	47,45
12	24,40	7,37	71,80	7,75	94,20	0,03	47,45
13	24,30	7,37	71,70	7,79	93,30	0,03	47,45
14	24,30	7,37	71,70	7,84	94,00	0,03	47,45
15	24,30	7,36	71,70	7,76	93,00	0,03	47,45
16	24,30	7,36	71,60	7,32	88,00	0,03	47,45
17	24,30	7,36	71,60	7,78	91,70	0,03	47,45
18	24,20	7,36	71,60	7,40	87,80	0,03	47,45
19	24,20	7,35	71,60	7,67	91,00	0,03	47,45
20	24,20	7,35	71,50	7,80	93,00	0,03	47,45
21	24,20	7,35	71,50	7,80	93,00	0,03	47,45
22	24,20	7,35	71,50	7,80	93,00	0,03	47,45
23	24,20	7,35	71,50	7,80	93,00	0,03	47,45
24	24,20	7,35	71,50	7,80	93,00	0,03	47,45
25	24,20	7,35	71,50	7,80	93,00	0,03	47,45
26	24,30	7,44	71,60	7,28	88,80	0,03	47,45

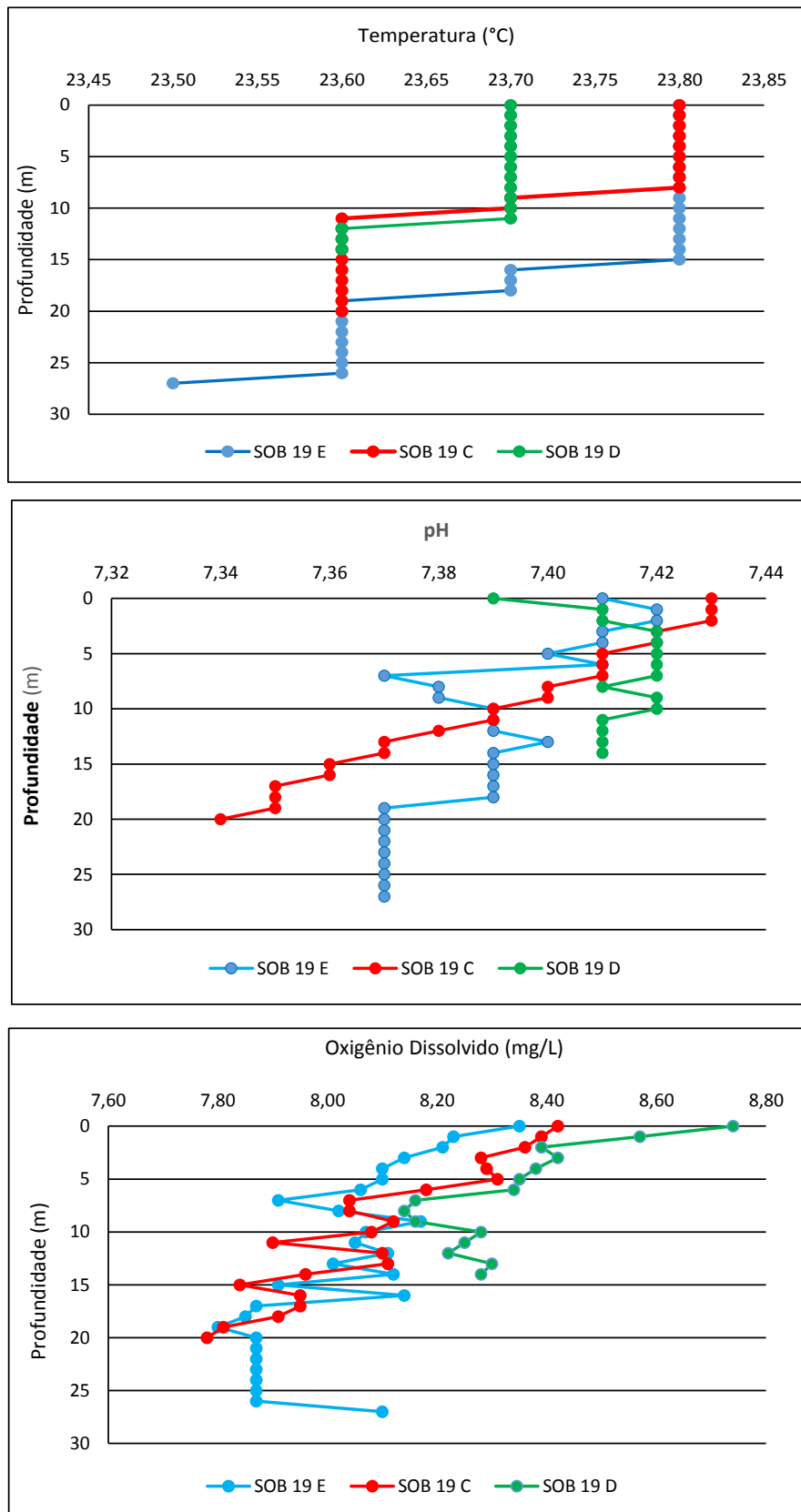


Figura 27 – Perfis verticais da temperatura, pH e concentração de oxigênio dissolvido da água na estação SOB 19 Centro, Esquerda e Direita, referentes à 1ª. campanha de monitoramento de setembro/2019.

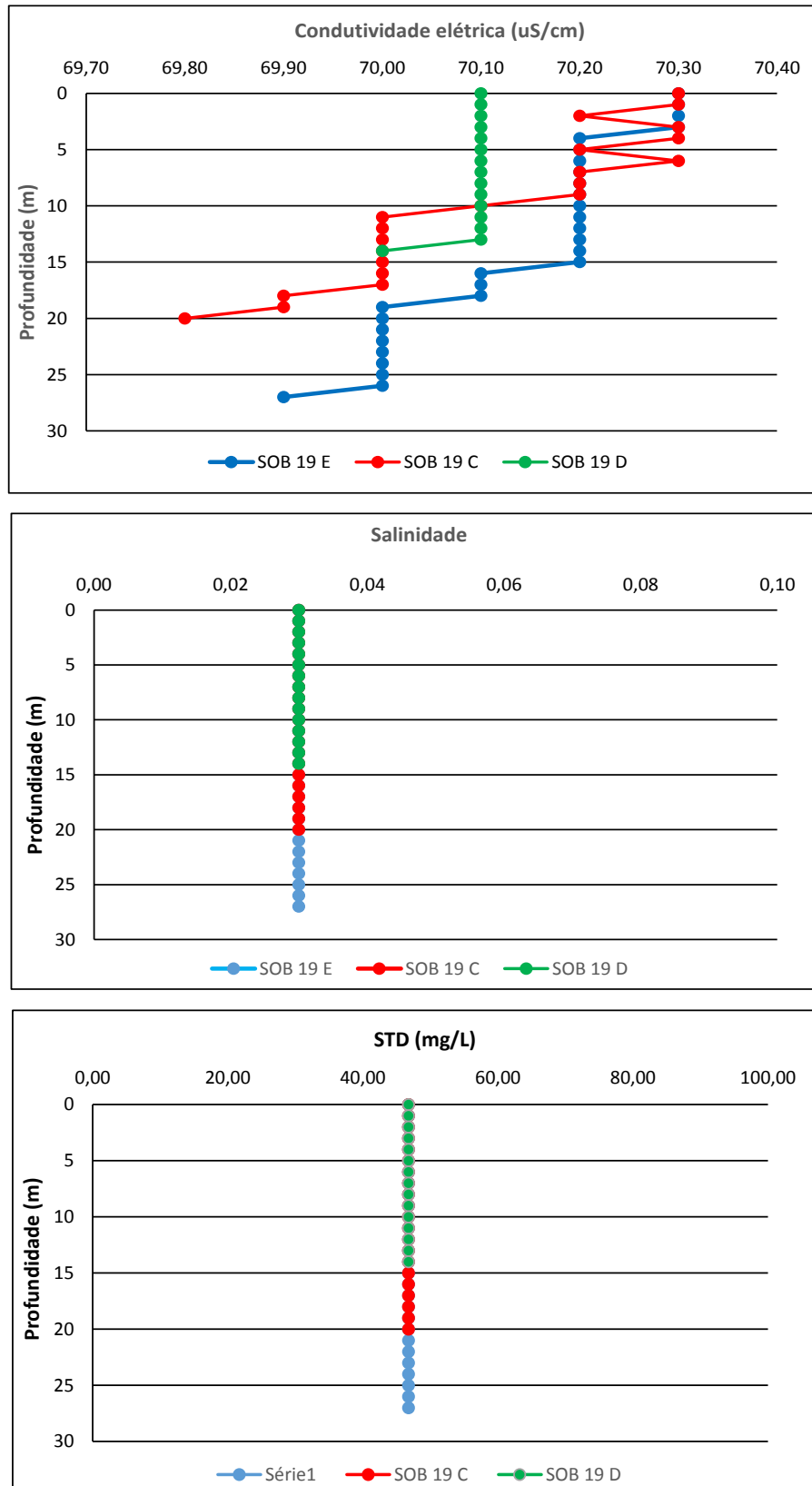


Figura 28 – Perfis verticais da condutividade, salinidade e dos sólidos totais dissolvidos (STD) da água na estação SOB 19 Centro, Esquerda e Direita, referentes à 1ª. campanha de monitoramento de setembro/2019.

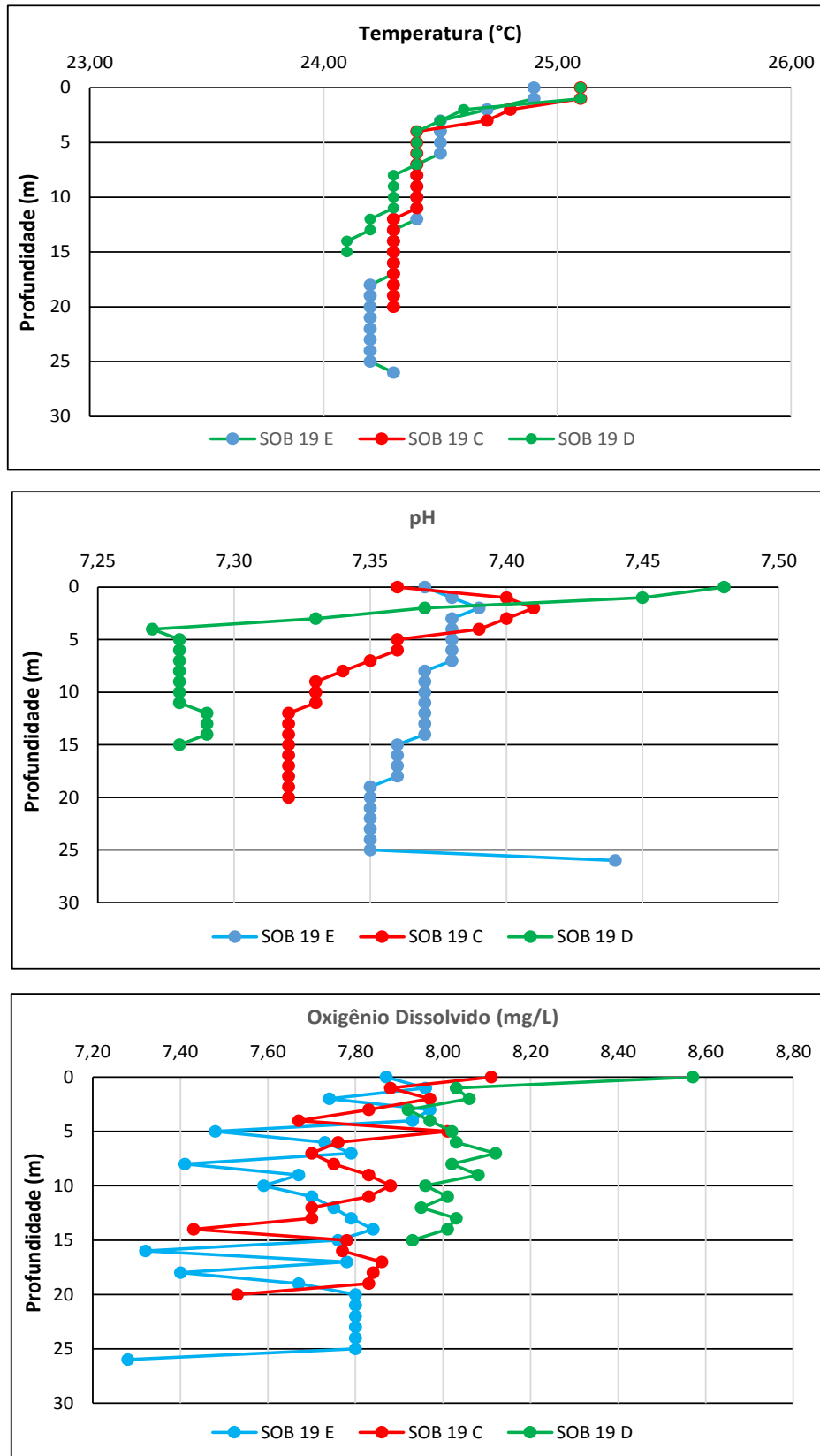


Figura 29 – Perfis verticais da temperatura, pH e concentração de oxigênio dissolvido da água na estação SOB 19 Centro, Esquerda e Direita, referentes à 2ª. campanha de monitoramento de setembro/2019.

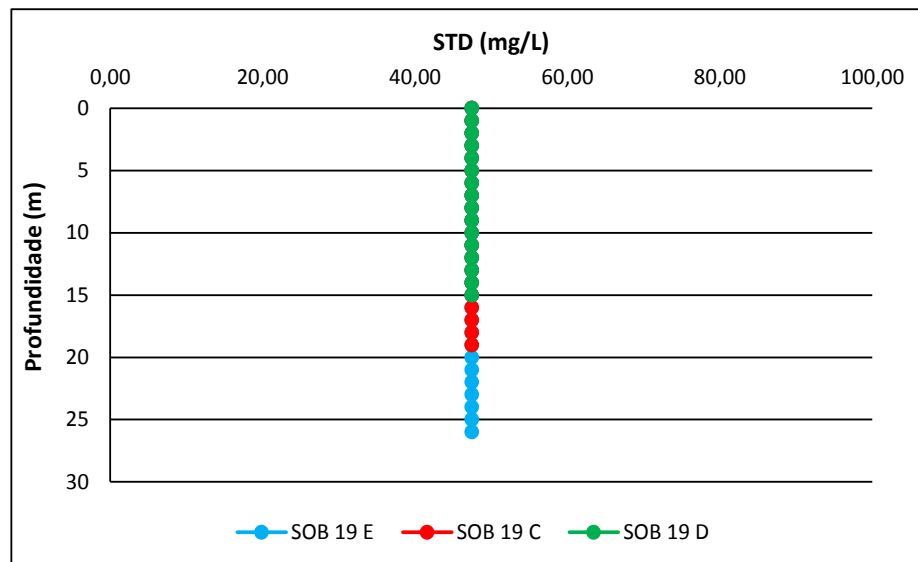
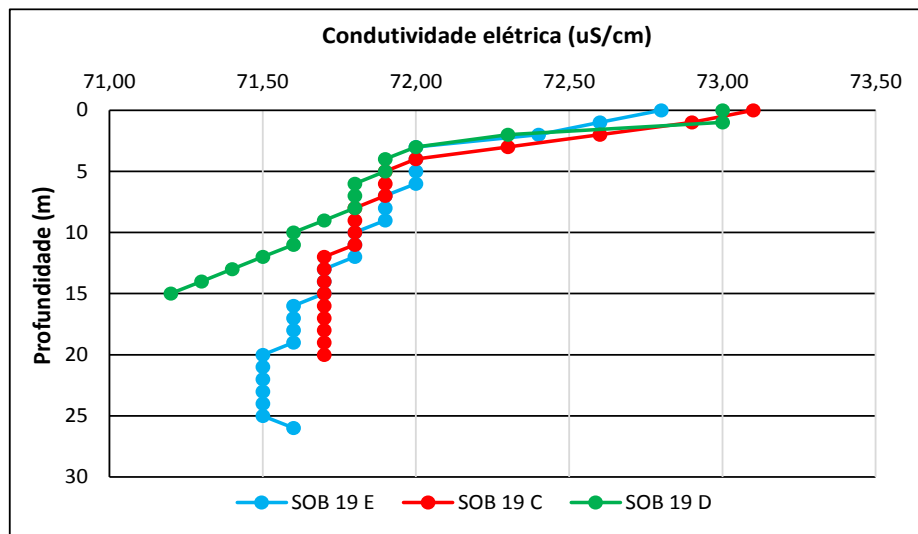


Figura 30 – Perfis verticais da condutividade e dos sólidos totais dissolvidos (STD) da água na estação SOB 19 Centro, Esquerda e Direita, referentes à 2ª. campanha de monitoramento de setembro/2019.

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, Xingó, Paulo Afonso, Moxotó, MOPI, Itaparica e Baixo São Francisco na 1ª campanha de monitoramento realizada no período de 05 a 11 setembro de 2019 foi representada por 78 táxons distribuídos em 7 grupos: Chlorophyta (32), Bacillariophyta (18), Cyanophyta (16), Chryptophyta (4), Dinophyta (4), Chrysophyta (3) e Euglenophyta (1) (Sinopse). Nesta campanha, o grupo fitoplanctônico com maior abundância relativa no total de amostras foi Cyanophyta, representando 50,88% (Figura 31).

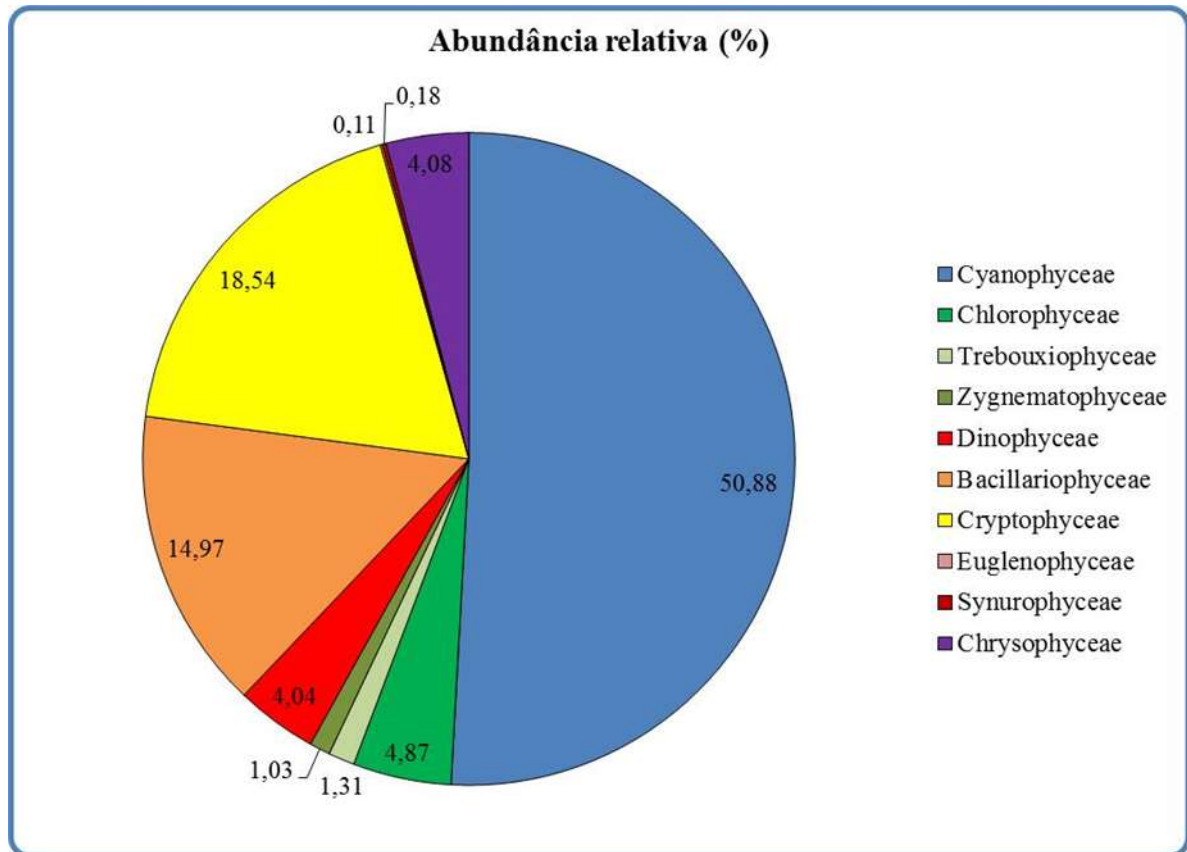


Figura 31- Abundância relativa da comunidade fitoplanctônica registrada entre 05 e 11 de setembro de 2019 (1ª Campanha).

O ponto com a maior riqueza foi SOB22, com 23 espécies (Fig. 32). A maior densidade ocorreu em XIN04 com 102.612 Cel/mL (Fig. 33). Neste ponto, ocorreram elevadas populações da Cyanophyceae *Cylindrospermopsis (Raphidiopsis) raciborskii*.

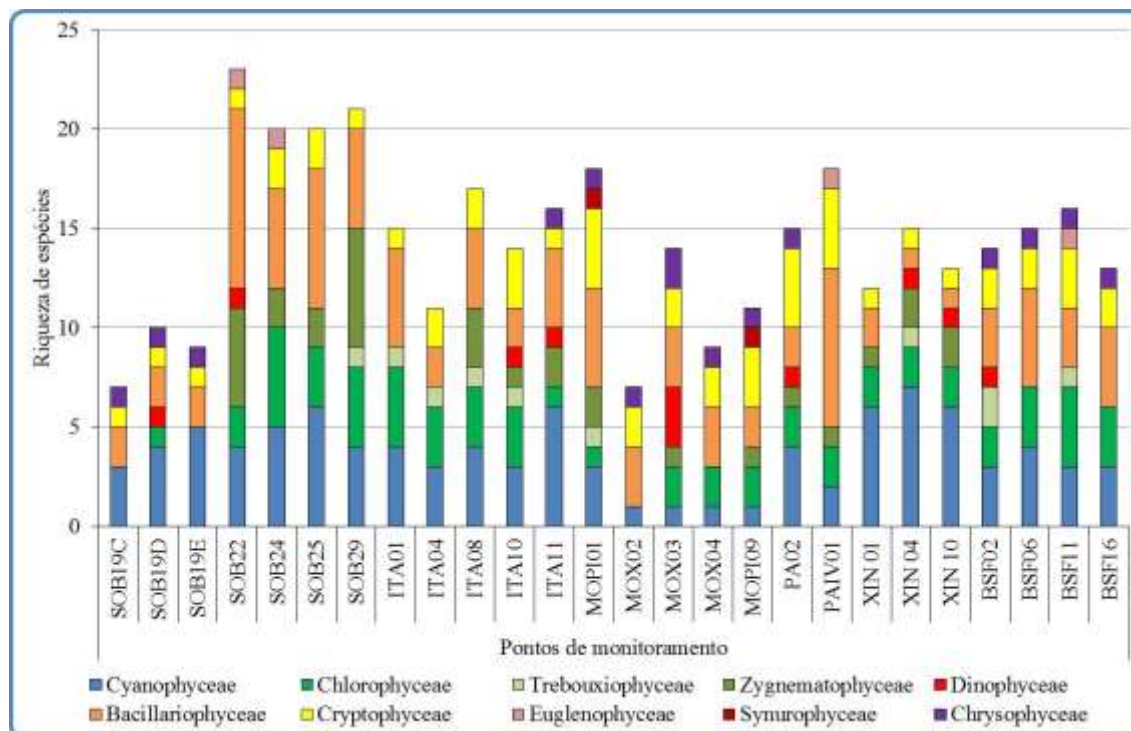


Figura 32- Riqueza fitoplanctônica registrada entre 05 e 11 de setembro de 2019 (1ª. Campanha).

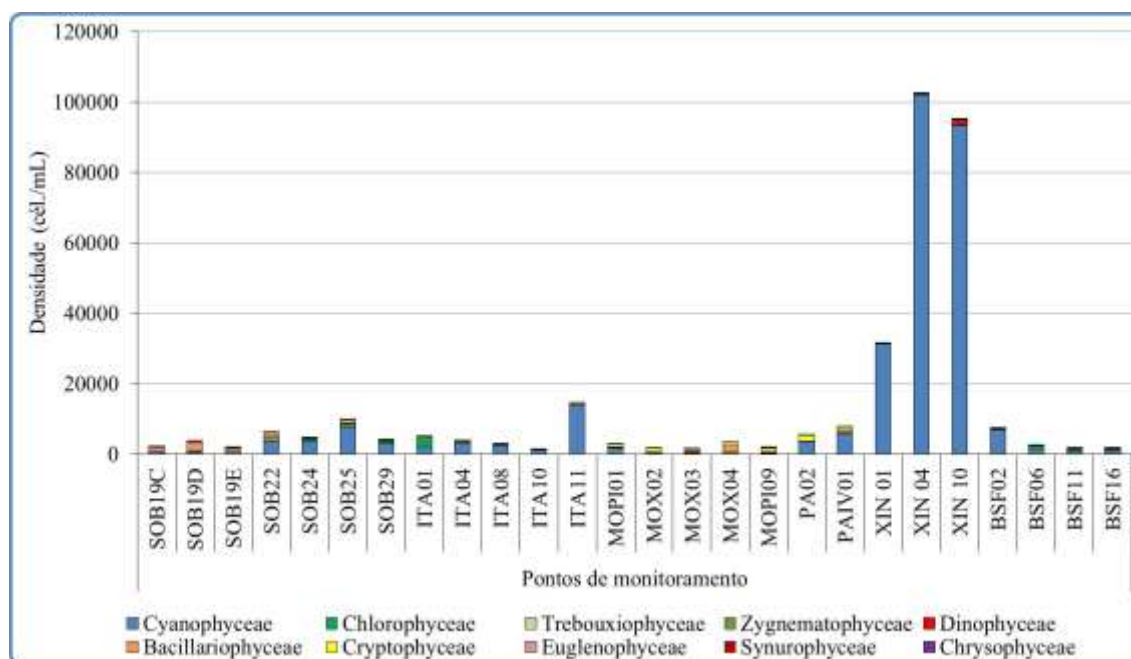


Figura 33- Densidade fitoplanctônica registrada entre 05 a 11 de setembro de 2019 (1ª. Campanha).

Na primeira campanha foi registrada a presença das Cyanophyceae potencialmente tóxicas *Cylindrospermopsis (Raphidiopsis) raciborskii*, *Microcystis aeruginosa*, *Planktothrix*

isothrix e *Sphaerospermopsis aphanizomenoides* (Sinopse 1ª Campanha).

Sinopse da composição algal ao longo do trecho monitorado. Espécies em negrito são potencialmente tóxicas.

Primeira campanha – Setembro de 2019

CYANOPHYTA

Cyanophyceae

Chroococcales

Chroococcaceae

Chroococcus minimus (Keissler) Lemmermann

Chroococcus minutus (Kützing) Nägeli

Chroococcus turgidus (Kützing) Nägeli

Microcystaceae

***Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing**

Nostocales

Aphanizomenonaceae

***Cylindrospermopsis (Raphidiopsis) 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

Microcoleaceae

***Planktothrix isothrix* (Skuja) Komárek, J. & Komárková**

Oscillatoriaceae

Oscillatoria limosa C. Agardh ex Gomont

Oscillatoria princeps Vaucher ex Gomont

Spirulinales

Spirulinaceae

Spirulina sp.

Synechococcales

Merismopediaceae

Aphanocapsa elachista West & G.S. West

Merismopedia tenuissima Lemmermann

Synechocystis sp.

Pseudanabaenaceae

Pseudanabaena catenata Lauterborn

BACILLARIOPHYTA

Bacillariophyceae

Bacillariales

Bacillariaceae

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* sp.
 - Eunotiales
 - Eunotiaceae
 - Eunotia pectinalis* (Kützing) Rabenhorst
 - Fragilariales
 - Fragilariaceae
 - Fragillaria crotonensis* Kitton
 - Fragillaria* sp.
 - Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg
 - Naviculales
 - Naviculaceae
 - Navicula* sp.
 - Rhopalodiales
 - Rhopalodiaceae
 - Epithemia adnata* (Kützing) Brébisson
 - Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) O.Müller
 - Coscinodiscophyceae
 - Aulacoseirales
 - Aulacoseiraceae
 - Aulacoseira ambigua* (Grunow) Simonsen
 - Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen
 - Coscinodiscales
 - Coscinodiscaceae
 - Coscinodiscus centralis* Ehrenberg
 - Rhizosoleniales
 - Rhizosoleniaceae
 - Urosolenia longiseta* (O. Zacharias) Edlund & Stoermer
 - Mediophyceae
 - Stephanodiscales
 - Stephanodiscaceae
 - Cyclotella meneghiniana* Kützing
 - CHLOROPHYTA
 - Chlorophyceae
 - Chlamydomonadales
 - Chlamydomonadaceae
 - Chlamydomonas ehrenbergii* Gorozhankin [Goroschankin]
 - Volvocaceae

- Volvox sp.
- Oedogoniales
 - Oedogoniaceae
 - Oedogonium* sp.
- Sphaeropleales
 - Neochloridaceae
 - Golenkinia radiata* Chodat
 - Scenedesmaceae
 - Coelastrum indicum* W.B.Turner
 - Coelastrum microporum* Nägeli
 - Scenedesmus ecornis* (Ehrenberg) Chodat
 - Scenedesmus obtusus* Meyen
 - Schizochlamydaceae
 - Planktosphaeria gelatinosa* G. M. Smith
 - Selenastraceae
 - Kirchneriella lunaris* (Kirchner) Möbius
 - Monoraphidium arcuatum* (Korshikov) Hindák
 - Monoraphidium griffithii* (Berkeley) Komárková-Legnerová
 - Radiococcaceae
 - Eutetramorus planctonicus* (Korshikov) Bourrelly
- Trebouxiophyceae
 - Chlorellales
 - Chlorellaceae
 - Actinastrum hantzschii* Lagerheim
 - Chlorella* sp.
 - Dictyosphaerium pulchellum* H.C.Wood
 - Micractinium pusillum* Fresenius
 - Oocystaceae
 - Nephrocytium limneticum* (G. M. Smith) G. M. Smith
- Zygnematophyceae
 - Desmidiiales
 - Closteriaceae
 - Closterium arcuatum* Brébisson ex Ralfs
 - Desmidiaceae
 - Cosmarium bioculatum* Brébisson ex Ralfs
 - Cosmarium* sp.
 - Desmidium* sp.
 - Groenbladia undulata* (Nordstedt) Kurt Förster
 - Staurastrum gracile* Ralfs ex Ralfs
 - Staurastrum leptocladum* Nordstedt
 - Staurastrum rotula* Nordstedt
 - Staurastrum tetracerum* Ralfs ex Ralfs
 - Stauroidesmus cuspidatus* (Brébisson) Teiling
 - Gonatozygaceae
 - Gonatozygon* sp.

Zygnematales
Zygnemataceae
Mougeotia sp.
Spirogyra sp.
Zygnema sp.

CHRYSOPHYTA

Chrysophyceae
Chromulinales
Chromulinaceae
Ochromonas sp.
Dinobryaceae
Dinobryon bavaricum Imhof
Synurophceae
Synurales
Mallomonadaceae
Mallomonas caudata Iwanoff [Ivanov]

CRYPTOPHYTA

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

DINOPHYTA

Dinophyceae
Gymnodiniales
Gymnodiniaceae
Gymnodinium sp.
Gonyaulacales
Ceratiaceae
Ceratium furcoides (Levander) Langhans
Peridinales
Peridiniaceae
Peridinium sp. 1
Peridinium sp. 2

EUGLENOPHYTA

Euglenophyceae
Euglenales
Euglenaceae
Trachelomonas volvocina (Ehrenberg) Ehrenberg

Na 2ª Campanha, a comunidade fitoplanctônica foi representada por 76 táxons distribuídos em 7 grupos: Chlorophyta (28), Bacillariophyta (18), Cyanophyta (16), Cryptophyta (4), Euglenophyta (4), Chrysophyta (3) e Dinophyta (3) (Sinopse). O grupo com maior abundância relativa nesta campanha foi Cyanophyta, representando 59,83% (Figura 34).

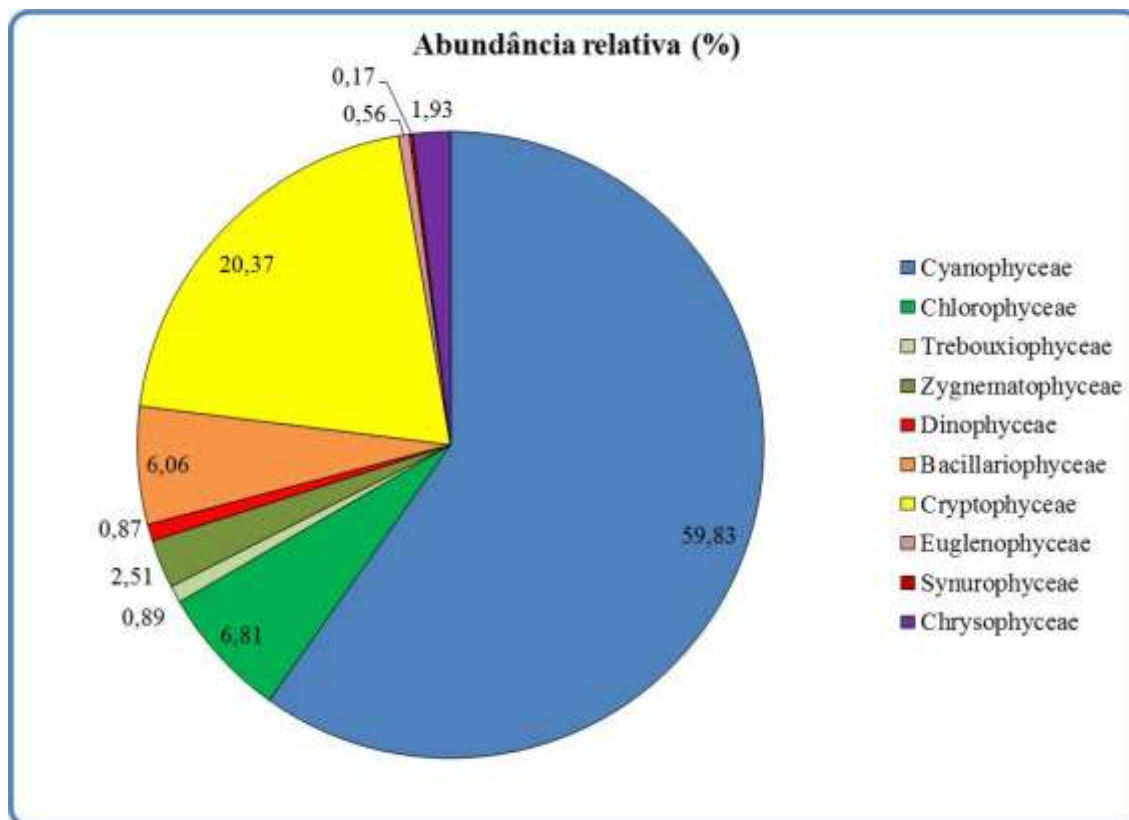


Figura 34- Abundância relativa da comunidade fitoplanctônica registrada entre 18 e 25 de setembro de 2019 (2ª Campanha).

Os pontos com as maiores riquezas foram MOX23 com 23 espécies, SOB22 e SOB24 com 21 espécies cada (Figura 35). As maiores densidades foram verificadas em Xingó, no qual, foi registrado um pico de densidade de 119.351 cel. mL de *Cylindrospermopsis (Raphidiosopsis) raciborskii* (Figura 36).

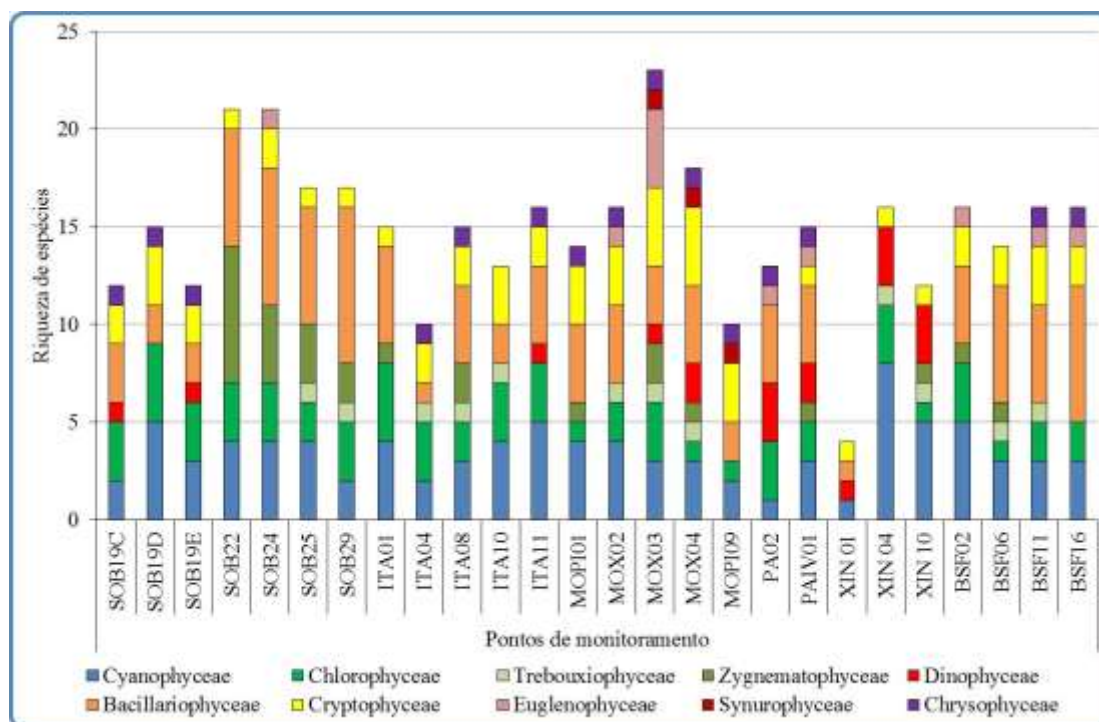


Figura 35- Riqueza fitoplanctônica registrada entre 18 e 25 de setembro de 2019 (2ª. Campanha).

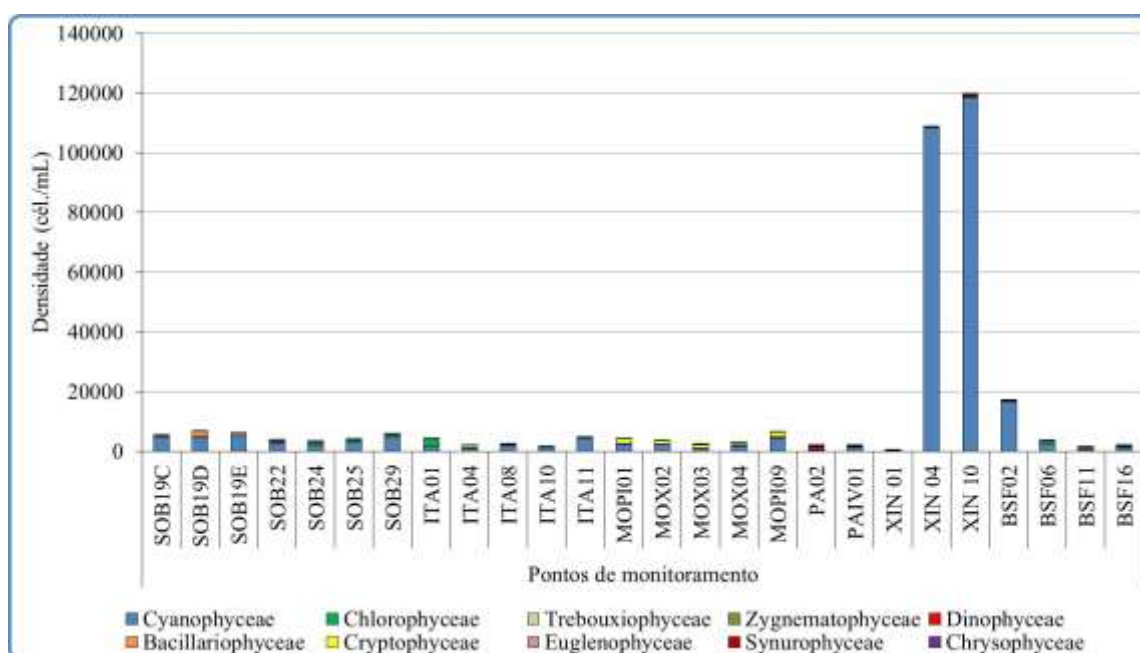


Figura 36- Densidade fitoplanctônica registrada entre 18 e 25 de setembro de 2019 (2ª. Campanha).

Na segunda campanha foi registrada a presença das Cyanophyceae potencialmente tóxicas *Cylindrospermopsis (Raphidiopsis) raciborskii*, *Microcystis aeruginosa*, *Planktothrix*

isothrix e *Sphaerospermopsis aphanizomenoides* (Sinopse 2ª Campanha).

Sinopse da composição algal ao longo do trecho monitorado. Espécies em negrito são potencialmente tóxicas.

Segunda campanha – Setembro de 2019

CYANOPHYTA

Cyanophyceae

Chroococcales

Chroococcaceae

Chroococcus minimus (Keissler) Lemmermann

Chroococcus minutus (Kützing) Nägeli

Chroococcus turgidus (Kützing) Nägeli

Microcystaceae

***Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing**

Microcystis wesenbergii (Komárek) Komárek ex Komárek

Nostocales

Aphanizomenonaceae

***Cylindrospermopsis (Raphidiopsis) 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

Oscillatoria princeps Vaucher ex Gomont

Synechococcales

Merismopediaceae

Aphanocapsa elachista West & G.S. West

Merismopedia minima G. Beck

Merismopedia tenuissima Lemmermann

Pseudanabaenaceae

Pseudanabaena catenata Lauterborn

BACILLARIOPHYTA

Bacillariophyceae

Bacillariales

Bacillariaceae

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

Nitzschia palea (Kützing) W. Smith

Nitzschia sp.

- Cocconeidales
 - Cocconeidaceae
 - Cocconeis placentula* Ehrenberg
- Cybellales
 - Gomphonemataceae
 - Gomphonema gracile* Ehrenberg
 - Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing
 - Gomphonema* sp.
- Fragilariales
 - Fragilariaceae
 - Fragillaria crotonensis* Kitton
 - Fragillaria* sp.
 - Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg
- Naviculales
 - Naviculaceae
 - Navicula* sp.
- Rhopalodiales
 - Rhopalodiaceae
 - Epithemia adnata* (Kützing) Brébisson
- Thalassiophysales
 - Catenulaceae
 - Amphora* sp.
- Coscinodiscophyceae
 - Aulacoseirales
 - Aulacoseiraceae
 - Aulacoseira ambigua* (Grunow) Simonsen
 - Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen
 - Aulacoseira granulata* var. *angustissima* (O. Müller) Simonsen
- Rhizosoleniales
 - Rhizosoleniaceae
 - Urosolenia longiseta* (O. Zacharias) Edlund & Stoermer
- Mediophyceae
 - Stephanodiscales
 - Stephanodiscaceae
 - Cyclotella meneghiniana* Kützing
- CHLOROPHYTA
 - Chlorophyceae
 - Chlamydomonadales
 - Volvocaceae
 - Volvox* sp.
 - Sphaeropleales
 - Hidrodictyaceae
 - Tetraedron* sp.
 - Neochloridaceae
 - Golenkinia radiata* Chodat

- Scenedesmaceae
 - Ankistrodesmus falcatus* (Corda) Ralfs
 - Coelastrum indicum* W.B.Turner
 - Coelastrum microporum* Nägeli
 - Scenedesmus acuminatus* (Lagerheim) Chodat
 - Scenedesmus obtusus* Meyen
 - Schizochlamydeaceae
 - Planktosphaeria gelatinosa* G. M. Smith
 - Selenastraceae
 - Kirchneriella irregularis* (G.M. Smith) Korshinov
 - Kirchneriella lunaris* (Kirchner) Möbius
 - Monoraphidium arcuatum* (Korshikov) Hindák
 - Monoraphidium griffithii* (Berkeley) Komárková-Legnerová
 - Radiococcaceae
 - Eutetramorus planctonicus* (Korshikov) Bourrelly
 - Trebouxiophyceae
 - Chlorellales
 - Chlorellaceae
 - Chlorella* sp.
 - Dictyosphaerium ehrenbergianum* Nägeli
 - Zygnematophyceae
 - Desmidiiales
 - Closteriaceae
 - Closterium arcuatum* Brébisson ex Ralfs
 - Closterium* sp.
 - Desmidiaceae
 - Staurastrum gracile* Ralfs ex Ralfs
 - Staurastrum leptocladum* Nordstedt
 - Staurastrum rotula* Nordstedt
 - Staurastrum tetracerum* Ralfs ex Ralfs
 - Staurodesmus cuspidatus* (Brébisson) Teiling
 - Staurastrum* sp.
 - Gonatozygaceae
 - Gonatozygon* sp.
 - Zygnematales
 - Zygnemataceae
 - Mougeotia* sp.
 - Spirogyra* sp.
 - Zygnema* sp.
- CHRYSOPHYTA
- Chrysophyceae
 - Chromulinales
 - Chromulinaceae
 - Ochromonas* sp.
 - Dinobryaceae

Dinobryon bavaricum Imhof
Synurophceae
Synurales
Mallomonadaceae
Mallomonas caudata Iwanoff [Ivanov]
CRYPTOPHYTA
Cryptophyceae
Cryptomonadales
Cryptomonadaceae
Cryptomonas brasiliensis A.Castro, C.Bicudo & D.Bicudo
Cryptomonas ovata Ehrenberg
Hemiselmidaceae
Chroomonas sp.
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 sp.
Lepocinclis sp.
Trachelomonas hispida (Perty) F. Stein
Trachelomonas volvocina (Ehrenberg) Ehrenberg

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) e *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing (Chroococcales) (MOURA; ARAGÃO-TAVARES; AMORIM, 2018).

A riqueza de algas verdes pode ser atribuída aos fatores intensidade luminosa adequada e nutrientes disponíveis. Para crescimento de tais organismos 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 oxigênio dissolvido (MOX 03 na primeira campanha), de clorofila-a (XIN 10 nas duas campanha), fósforo total (todas as estações exceto aquelas do baixo São Francisco - BSF 02 a BSF 16 na 1ª. campanha e todas da segunda campanha, exceto ITA 01 a MOPI 01 e BSF 02 a BSF 16) e da demanda bioquímica de oxigênio (XIN 10 em ambas as campanhas). Essa última estação se encontra localizada em meandro do reservatório de Xingó, o qual está sujeito a um reduzido e intermitente aporte de água doce e recebe resíduos oriundos de aglomerações urbanas (esgoto doméstico), a exemplo do povoado de Corituba, localizado a montante do meandro do reservatório de Xingó, onde se localiza a estação XIN 10. A área também está sujeita a aporte de insumos agrícolas de empreendimentos localizados em sua bacia de captação.

Nesta estação, também foram registrados elevados valores de turbidez, fosfato total e ortofosfato, contribuindo para a proliferação algal.

No que concerne à comunidade fitoplanctônica, as cianofíceas foram o grupo dominante na abundância total das duas campanhas (50,9 e 59,9%, respectivamente), seguidas pelas criptofíceas (18,5 e 20,4%) e diatomáceas (15,0 e 6,0%). Foram registradas florações algais de cianofíceas nas estações XIN04 e XIN 10, em ambas as campanhas realizadas, com concentrações superiores a 90.000 cel/mL na 1ª. campanha e superiores a 110.000 cel/mL na 2ª. campanha em ambas estações. Estas concentrações de cianofíceas são superiores ao limite de 50.000 cél/mL, estabelecido pela Resolução CONAMA No. 352/2005 para águas da Classe 2. O predomínio de cianofíceas 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. Achnanthaceae; 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.