

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



FEVEREIRO, 2021

**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, 2021

Equipe Executora

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

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

Eng. Sérgio Catunda Marcelino (CREA PE 030659)

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

Equipe de apoio

Rodrigo Gomes da Silva

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	7
1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS.....	11
3. MONITORAMENTO DA QUALIDADE FÍSICA E QUÍMICA DA ÁGUA	11
3.1 RESULTADOS DE QUALIDADE DA ÁGUA.....	16
4. MONITORAMENTO DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA	56
4.1 RESULTADOS DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA.....	58
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	78
6. BIBLIOGRAFIA.....	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Localização das estações de monitoramento da qualidade da água.	13
Figura 2 – Variação diária da vazão média nos trechos submédio e baixo do Rio São Francisco durante o mês de fevereiro/2021, com indicação dos períodos de realização da 25ª e 26ª campanhas de monitoramento.	13
Figura 3 – 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 fevereiro/2021.	19
Figura 4 – 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 fevereiro/2021. As barras vermelhas indicam os limites inferior e superior de pH estabelecidos pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2.	19
Figura 5 – 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 fevereiro/2021.	20
Figura 6 – 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 fevereiro/2021. A barra vermelha indica o limite mínimo de oxigênio dissolvido estabelecido pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2.	20
Figura 7 – 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 fevereiro/2021.	21
Figura 8 – 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 fevereiro/2021.	21
Figura 9 – Variação da transparência da água nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de fevereiro/2021.	22
Figura 10 - 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 fevereiro/2021.	22
Figura 11 – 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 fevereiro/2021.	29
Figura 12 – 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 fevereiro/2021.	29
Figura 13 – 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 fevereiro/2021.	30
Figura 14 – 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 fevereiro/2021.	30
Figura 15 – 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 fevereiro/2021.	31
Figura 16 – 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 fevereiro/2021.	31

Figura 17 – 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 fevereiro/2021.	32
Figura 18 – 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 fevereiro/2021.	32
Figura 19 – 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 fevereiro/2021. As barras vermelhas indicam os limites para fósforo total 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).	33
Figura 20 - 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 fevereiro/2021. A barra vermelha indica o limite para clorofila-a estabelecido pela Resolução no. 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2.	33
Figura 21 - 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 fevereiro/2021.	34
Figura 22 - 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 fevereiro/2021.	34
Figura 23 - 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 fevereiro/2021. A barra vermelha indica o limite máximo de DBO estabelecido pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2.	35
Figura 24 - Variação da concentração do 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 fevereiro/2021.	35
Figura 25 - 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 fevereiro/2021.	38
Figura 26 - 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 fevereiro/2021.	38
Figura 27 - 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 fevereiro/2021.	39
Figura 28 – 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 fevereiro/2021.	52
Figura 29 – 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 fevereiro/2021.	53
Figura 30 – 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 fevereiro/2021.	54
Figura 31 – Perfis verticais da condutividade elétrica, salinidade e dos sólidos totais dissolvidos (STD) da água na estação SOB 19 Centro, Esquerda e Direita, referentes à 2ª. campanha de monitoramento de fevereiro/2021.	55
Figura 32 - Abundância relativa da comunidade fitoplanctônica registrada entre 08 e 12 de fevereiro de 2021 (1ª Campanha).	59

Figura 33- Riqueza fitoplanctônica por classe, registrada entre 08 e 12 de fevereiro de 2021 (1ª Campanha).....	60
Figura 34- Densidade fitoplanctônica registrada entre 08 e 12 de fevereiro de 2021 (1ª. Campanha).	60
Figura 35- Abundância relativa da comunidade fitoplanctônica registrada entre 13 e 17 de fevereiro de 2021 (2ª Campanha).	66
Figura 36- Riqueza fitoplanctônica registrada entre 13 e 17 de fevereiro de 2021 (2ª. Campanha).	67
Figura 37- Densidade fitoplanctônica registrada entre 13 e 17 de fevereiro de 2021 (2ª. Campanha).	67

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Localização das estações de Monitoramento da Qualidade da Água.	14
Tabela 2 - Referência dos postos de medição hidrológicas das estações de monitoramento.	15
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 fevereiro/2021.	17
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 fevereiro/2021.	18
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 fevereiro/2021.	27
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 fevereiro/2021.	28
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 fevereiro/2021.	36
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 fevereiro/2021.	37
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 fevereiro/2021.	48
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 fevereiro/2021.	48
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 fevereiro/2021.	49
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 fevereiro/2021.	50
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 fevereiro/2021.	51
Tabela 15 – Composição e densidade da comunidade fitoplanctônica das estações de monitoramento durante a 1ª campanha de fevereiro/2021.	74
Tabela 16 – Composição e densidade da comunidade fitoplanctônica das estações de monitoramento durante a 2ª campanha de fevereiro/2021.	76

APRESENTAÇÃO

A Fundação Apolônio Salles de Desenvolvimento Educacional - FADURPE, através deste documento, apresenta o 13º Relatório mensal de monitoramento da qualidade da água, referente ao mês de fevereiro de 2021, 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 25ª e a 26ª Campanhas de Qualidade da Água - Módulo A, realizadas em fevereiro/2021.

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 m³/s. 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 m³/s, 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 m³/s, 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.

A defluência mínima média diária autorizada é de 550 m³/s e instantânea de até 523 m³/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 550m³/s (ANA, 2017). Complementarmente, o mesmo atende ainda à Resolução ANA nº. 2081/2017 e o Ofício Circular 01/2019.

Com as fortes chuvas caídas na bacia do Rio São Francisco no inverno de 2019/2020, o cenário foi radicalmente modificado. A vazão média diária de Xingó foi elevada para 1.080 m³/s nos dias úteis e de 800 m³/s nos finais de semana e feriados durante os

meses de janeiro, fevereiro e março de 2020. Em abril a vazão foi elevada para 1.300 m³/s e reduzida em maio para 1.100m³/s. Com a justificativa de um melhor desempenho energético e de melhorar a qualidade da água do rio São Francisco houve um aumento de vazão a partir de junho/20 para 1.300 m³/s (25/06/20), 1.500 m³/s (26/6/20) 1.800 m³/s a partir de 29/06/20. Quanto ao reservatório de Sobradinho foi praticada uma vazão de 1.400 m³/s a 1.600 m³/s em abril/2020, passou para 1.400 m³/s em maio e a partir do mês de junho 1.600m³/s (Cartas Circulares CHESF/2020). O comunicado através da Carta Circular SOO-033/2020 de 14 de setembro, diz que a defluência média diária da UHE de Sobradinho aumentou para 1.600 m³/s em 12/09/2020 e seria elevada para faixa de 1.700 m³/s a partir de 18/09/2020, devendo permanecer nesse valor até nova reavaliação. Enquanto que a UHE de Xingó sua defluência foi elevada para a faixa de 1.800 m³/s no mesmo período.

Nos mais recentes comunicados através das Cartas Circulares SOO-001/2021, destaca-se que a partir de quinta-feira, 14/01/2021, a defluência média diária da UHE Sobradinho foi reduzida, da faixa de 1.100 m³/s para 900 m³/s, tendo permanecido neste valor até nova reavaliação. Com relação à defluência média diária da UHE Xingó, esta foi praticada de forma a atender a vazão média mensal de 1.000 m³/s. Conforme a SOO-002/2021 de 01/02/2021, a defluência da UHE Sobradinho permaneceu em 900 m³/s e a de Xingó passou a 1050 m³/s. Por sua vez, a carta circular SOO 003/2021 de 05 de fevereiro/2021 comunicou que a defluência média diária da UHE Sobradinho seria reduzida para a faixa de 800 m³/s, a partir de 08/02/2021, devendo permanecer neste valor até nova reavaliação. Com relação à defluência média diária da UHE Xingó, a partir de 08/02/2021, foi mantida na faixa de 800 m³/s, valor que vem sendo praticado nos últimos fins de semana, podendo ser elevada, a depender da necessidade de atendimento ao Sistema Interligado Nacional – SIN.

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.

A variação diária da vazão média do rio São Francisco nos trechos submédio e baixo consta da Figura 2. Os valores para os dois trechos foram estimados com base nos dados diários de vazão das estações Juazeiro, Santa Maria da Boa Vista e Ibó para o submédio e de Piranhas, Pão de Açúcar e Propriá para o baixo São Francisco (dados fornecidos pelo Departamento de Recursos Hídricos – CHESF).



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

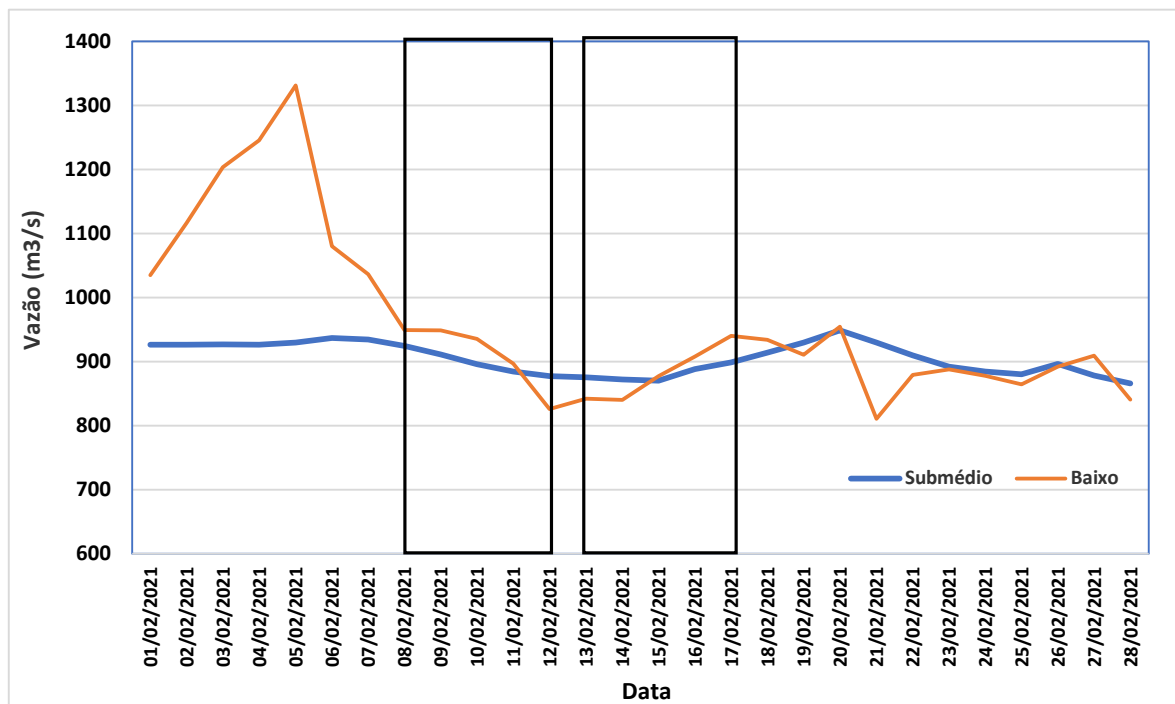


Figura 2 – Variação diária da vazão média nos trechos submédio e baixo do Rio São Francisco durante o mês de fevereiro/2021, com indicação dos períodos de realização da 25ª e 26ª campanhas de monitoramento.

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 08 a 12 de fevereiro e o segundo de 13 a 17 de fevereiro de 2021.

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 3 a 27 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 28 a 31.

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 fevereiro/2021.

Estação	Data da medição	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	Secchi (m)	STD (mg/L)
SOB 19	08/02/2021	28,10	7,89	78,40	8,41	107,80	0,03	5,00	48,10
SOB 19 D	08/02/2021	28,10	8,11	78,30	7,96	101,60	0,03	5,00	48,10
SOB 19 E	08/02/2021	28,10	8,61	78,40	8,46	108,00	0,02	5,00	48,10
SOB 22	08/02/2021	27,70	7,84	105,90	6,03	76,80	0,05	5,00 (f)	65,65
SOB 24	08/02/2021	28,80	8,00	81,30	8,39	107,90	0,03	1,50 (f)	49,40
SOB 25	08/02/2021	29,80	8,37	84,80	8,55	115,00	0,03	4,50 (f)	50,70
SOB 29	09/02/2021	29,00	8,75	84,00	6,91	88,40	0,04	3,50	50,60
ITA 01	09/02/2021	29,00	8,27	83,60	7,15	93,20	0,03	2,50	50,70
ITA 04	09/02/2021	28,60	8,33	85,50	7,85	101,80	0,04	4,80	52,00
ITA 08	09/02/2021	28,40	8,49	87,50	8,36	108,00	0,04	6,50	53,30
ITA 10	09/02/2021	28,90	8,19	93,00	8,45	110,00	0,04	6,00	56,55
ITA 11	09/02/2021	27,80	8,41	85,70	8,39	107,50	0,04	5,50	52,65
MOPI 01	09/02/2021	27,10	8,33	87,30	7,76	97,80	0,04	7,00	54,65
MOX 02	09/02/2021	28,60	8,17	91,10	8,32	107,40	0,04	4,00	55,26
MOX 03	10/02/2021	28,40	8,59	277,00	3,26	42,00	0,12	1,50	169,00
MOX 04	10/02/2021	27,70	8,47	97,40	7,57	96,70	0,04	5,00	59,80
MOPI 09	10/02/2021	27,50	8,26	89,10	8,12	104,00	0,04	5,00	55,25
PA 02	10/02/2021	27,60	8,35	91,10	8,06	102,90	0,04	4,00 (f)	56,55
PA IV 01	10/02/2021	27,10	8,36	89,00	6,79	85,00	0,04	6,00	55,25
XIN 01	10/02/2021	27,10	8,36	89,50	7,15	90,10	0,04	8,00	55,90
XIN 04	10/02/2021	30,50	8,30	98,60	8,86	120,80	0,04	3,00	57,85
XIN 10	10/02/2021	31,20	8,34	100,10	7,65	104,00	0,04	1,10	57,85
BSF 02	10/02/2021	27,60	8,41	92,90	6,24	79,90	0,04	6,00	57,20
BSF 06	11/02/2021	28,00	8,75	94,90	7,29	93,40	0,04	3,00	58,50
BSF 11	11/02/2021	28,40	8,55	96,40	7,93	101,50	0,04	2,50	58,50
BSF 16	12/02/2021	28,50	8,57	104,70	7,20	92,80	0,04	2,00	63,70

(f) Fundo

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 fevereiro/2021.

Estação	Data da medição	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	Secchi (m)	STD (mg/L)
SOB 19	13/02/2021	27,50	8,08	77,50	8,19	104,00	0,03	7,50	48,10
SOB 19 D	13/02/2021	27,40	8,11	77,30	7,94	100,30	0,03	7,50	48,10
SOB 19 E	13/02/2021	27,30	8,62	77,00	7,77	97,50	0,03	7,50	48,10
SOB 22	14/02/2021	26,80	8,88	80,80	7,91	100,60	0,04	6,00 (f)	51,35
SOB 24	14/02/2021	27,00	8,61	79,90	7,17	90,10	0,03	1,50 (f)	50,05
SOB 25	14/02/2021	28,10	8,47	84,00	7,99	101,50	0,04	4,00 (f)	51,35
SOB 29	14/02/2021	27,40	8,64	81,90	8,16	104,90	0,04	4,00	50,70
ITA 01	13/02/2021	27,40	8,75	80,60	7,82	97,40	0,03	2,10	50,05
ITA 04	14/02/2021	30,20	8,39	88,90	7,55	100,60	0,04	4,20	52,00
ITA 08	14/02/2021	29,10	8,41	88,50	8,04	104,50	0,04	7,80	53,30
ITA 10	15/02/2021	28,50	8,43	90,60	8,38	108,00	0,04	6,00	55,25
ITA 11	14/02/2021	28,30	8,51	87,70	8,00	102,80	0,04	7,00	53,30
MOPI 01	15/02/2021	27,70	8,36	90,20	7,61	97,20	0,04	5,80	55,90
MOX 02	15/02/2021	27,80	8,27	89,60	7,67	98,90	0,04	6,00	55,25
MOX 03	15/02/2021	28,20	8,41	285,20	3,17	40,60	0,13	1,10	174,20
MOX 04	15/02/2021	27,60	8,36	97,90	7,33	93,00	0,04	5,00	60,45
MOPI 09	15/02/2021	27,40	8,07	88,80	7,90	100,00	0,04	5,00	55,25
PA 02	15/02/2021	28,90	8,40	92,60	8,30	107,00	0,04	4,00 (f)	55,90
PA IV 01	15/02/2021	27,50	8,42	89,50	7,64	97,60	0,04	6,00	55,25
XIN 01	15/02/2021	27,40	8,39	89,70	7,38	93,10	0,04	10,00	55,90
XIN 04	16/02/2021	29,20	8,98	94,90	7,71	100,60	0,04	3,00	57,20
XIN 10	16/02/2021	30,00	8,57	96,90	8,18	111,18	0,04	1,10	57,20
BSF 02	16/02/2021	27,50	8,59	92,30	6,74	86,30	0,04	7,00	57,20
BSF 06	16/02/2021	29,10	8,70	95,80	9,05	119,00	0,04	3,00	57,85
BSF 11	16/02/2021	29,90	8,18	99,00	8,77	116,20	0,04	2,50	58,50
BSF 16	17/02/2021	29,40	8,30	861,00	7,45	97,70	0,39	1,50	513,60

(f) Fundo

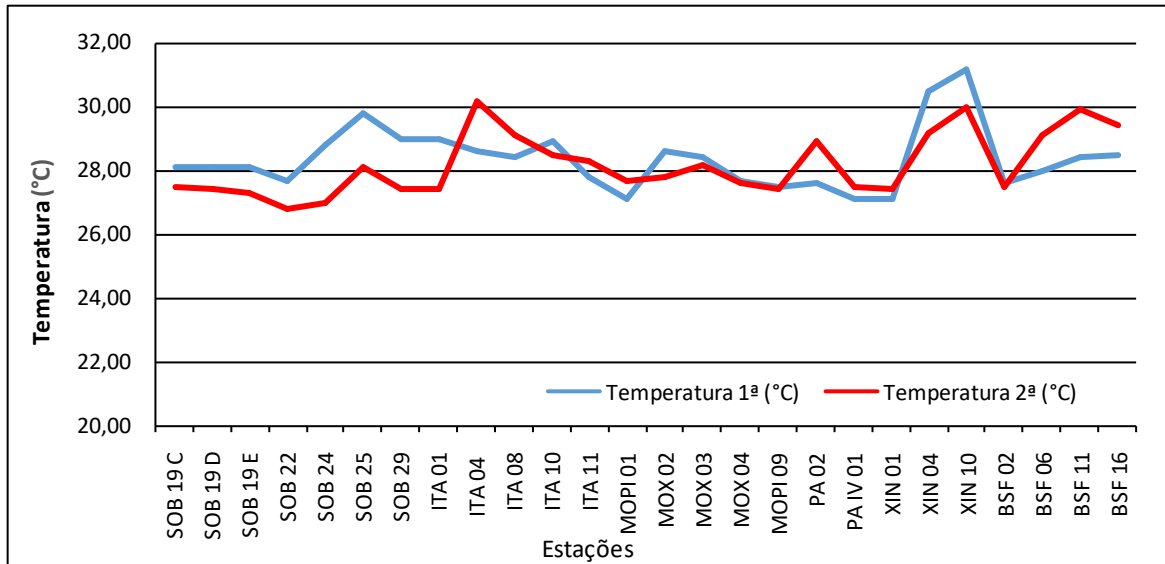


Figura 3 – Variação da temperatura da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de fevereiro/2021.

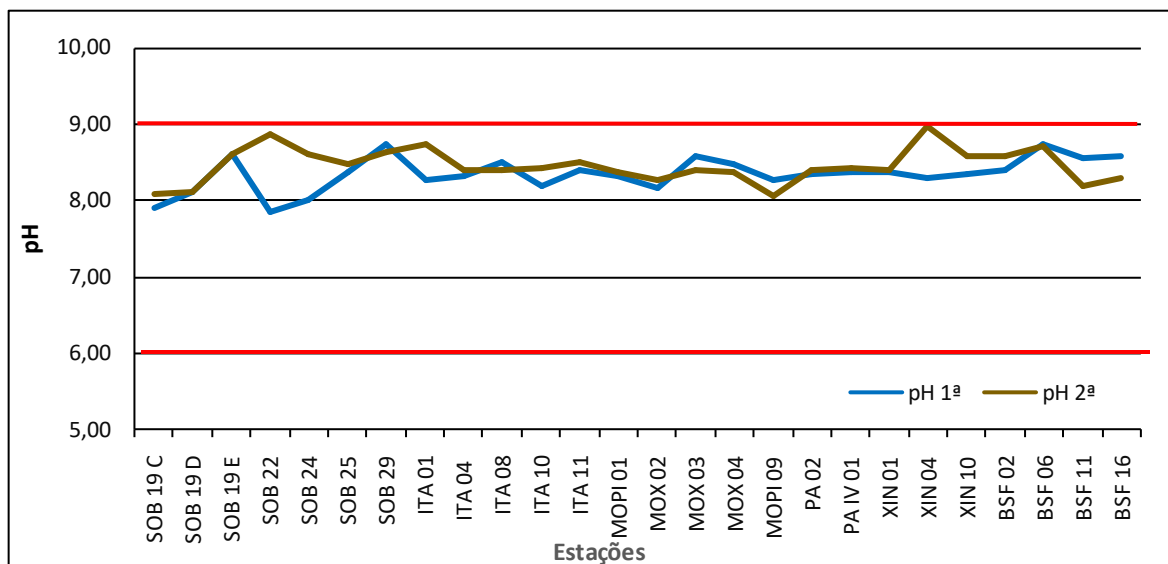


Figura 4 – Variação do pH da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de fevereiro/2021. As barras vermelhas indicam os limites inferior e superior de pH estabelecidos pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2.

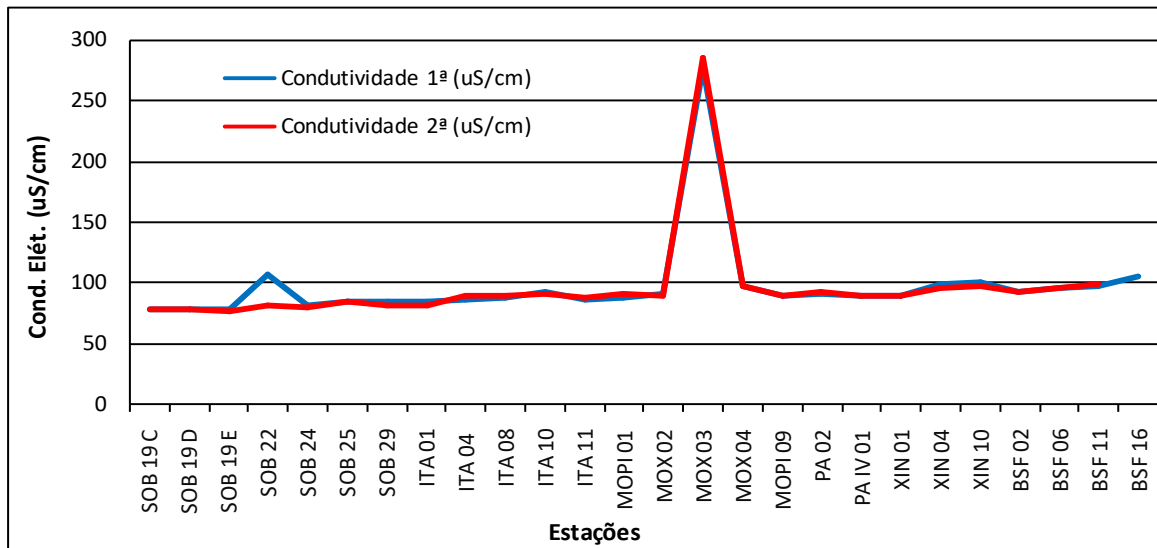


Figura 5 – Variação da condutividade elétrica da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de fevereiro/2021.

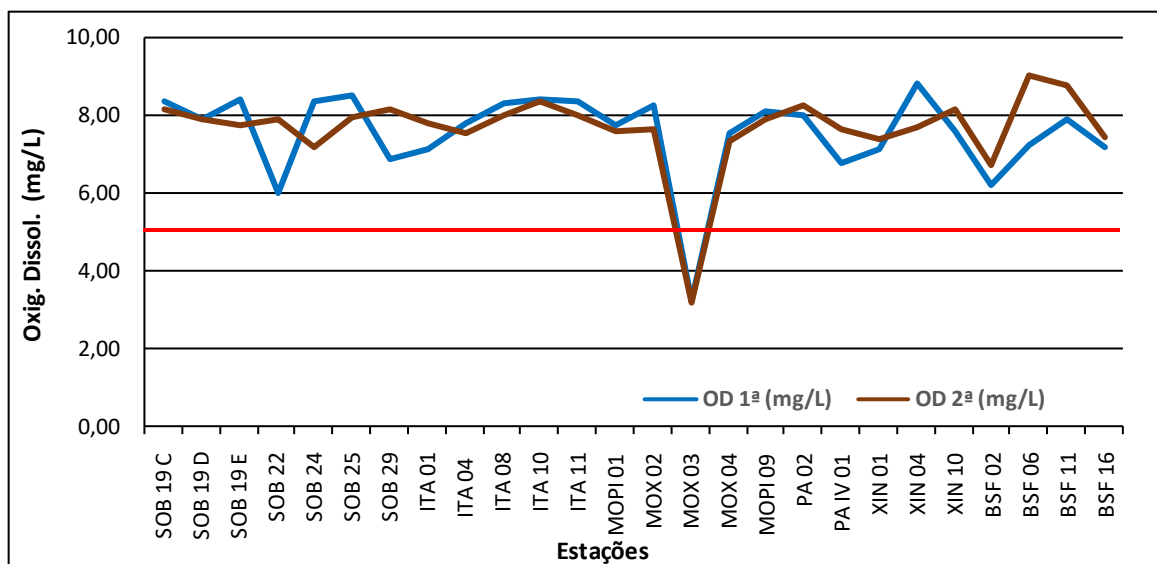


Figura 6 – Variação da concentração do oxigênio dissolvido (mg/L) da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de fevereiro/2021. A barra vermelha indica o limite mínimo de oxigênio dissolvido estabelecido pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2.

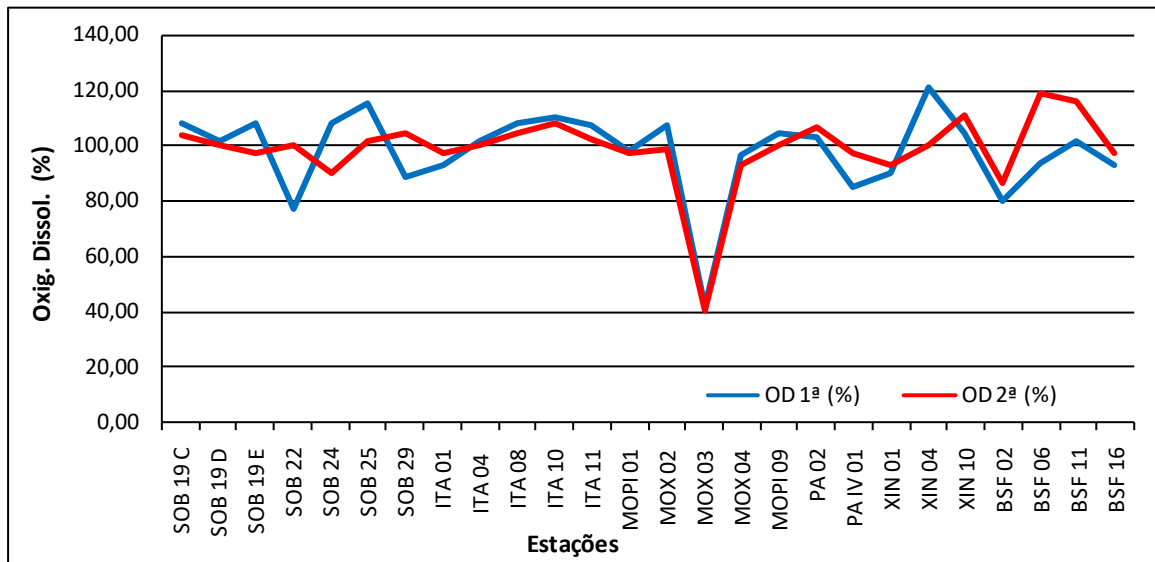


Figura 7 – Variação da saturação de oxigênio dissolvido da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de fevereiro/2021.

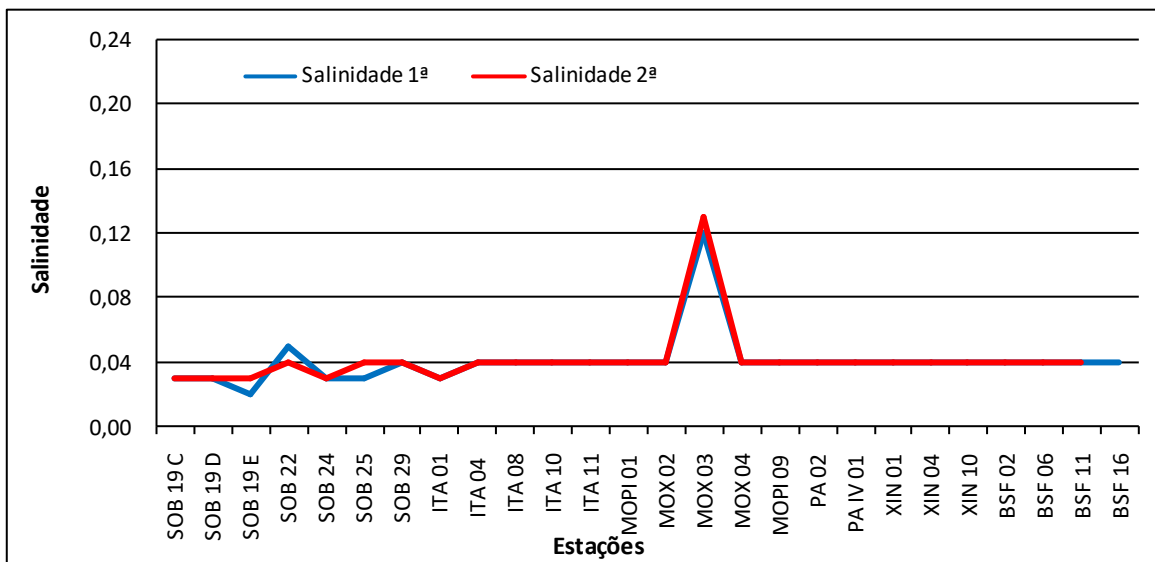


Figura 8 – Variação da salinidade da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de fevereiro/2021.

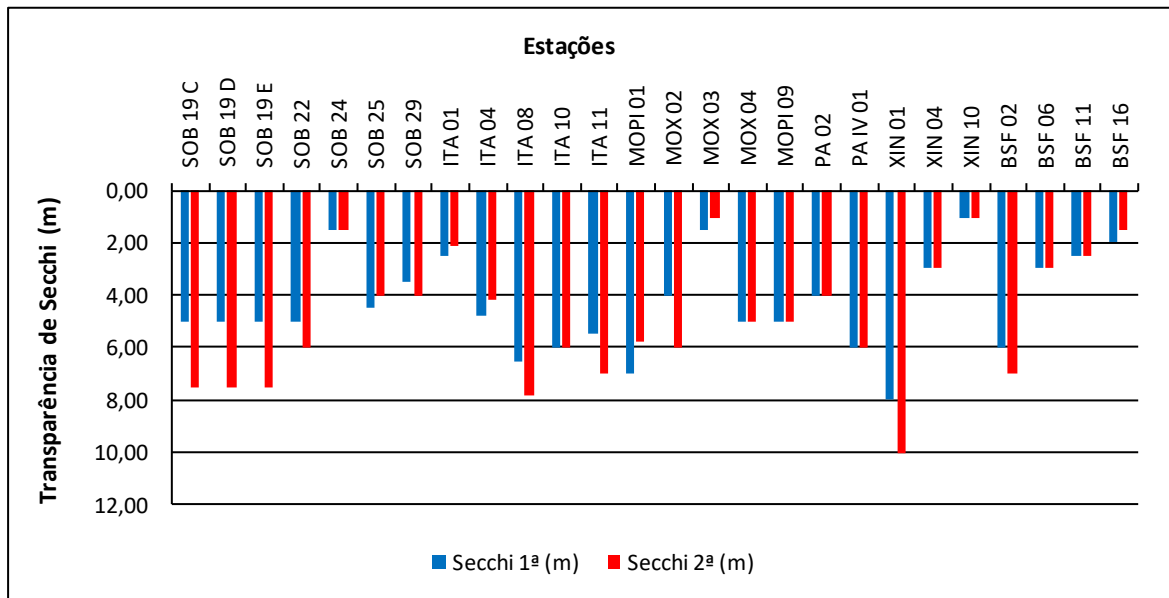


Figura 9 – Variação da transparência da água nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de fevereiro/2021.

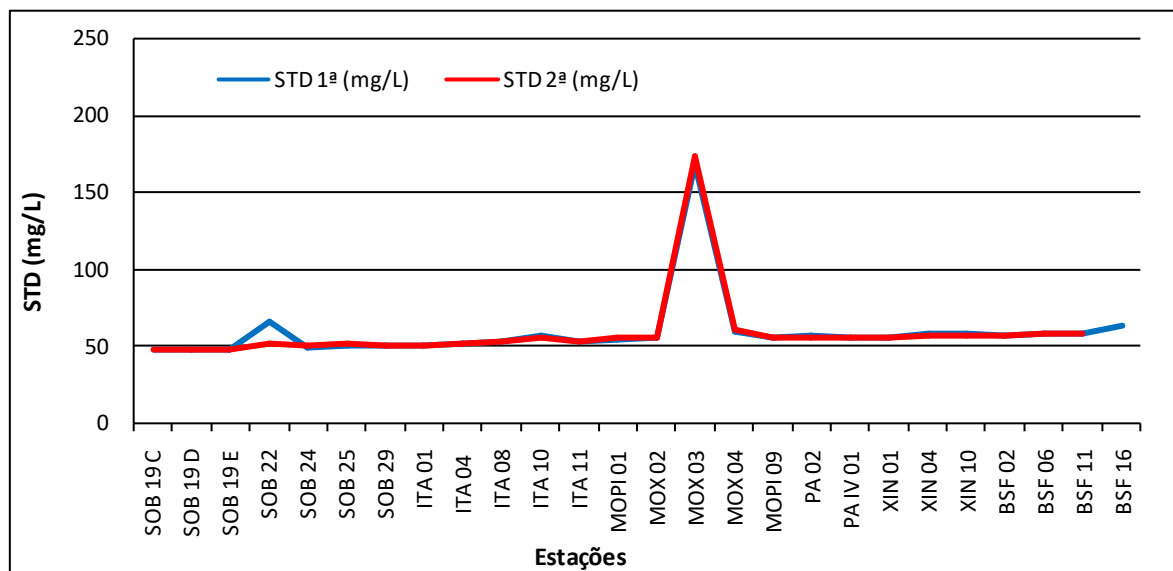


Figura 10 - Variação da concentração de sólidos totais dissolvidos da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de fevereiro/2021.

Temperatura

Os valores da temperatura da água registrados entre as estações refletem a temperatura do ar na região. Devido à pequena instabilidade da temperatura entre a primeira e a segunda campanha em toda a região de monitoramento, a água acompanhou a mesma tendência. As temperaturas mais baixas na primeira campanha ocorreram nos reservatórios de Moxotó, PAIV e Xingó, nas estações MOPI 01, PAIV 01 e XIN 01, com 27,10°C e na estação SOB 22 na segunda campanha, com 26,80°C, enquanto que as mais elevadas ocorreram no reservatório de Xingó na primeira campanha na estação XIN 10, com 31,20°C e no reservatório de Itaparica na segunda, com 30,20°C em ITA 04 (Tabelas 3 e 4 e Figura 3). Apresentou médias de temperatura para todas as estações de 28,37°C na primeira campanha e de 28,18°C na segunda. Analisando os dados médios por ambiente, o reservatório de Xingó apresentou a maior média na primeira campanha, com 29,60°C e o trecho lótico final na segunda, com 28,98°C, enquanto que a menor média ficou com o reservatório de PAIV na primeira campanha, com 27,10°C e o trecho lótico inicial na segunda campanha, com 27,33°C.

pH

Os valores de pH apresentaram-se predominantemente alcalinos ao longo de todas as estações amostradas, tendo variado de 7,84 em SOB 22 a 8,75 em SOB 29 e BSF 06 na primeira campanha e de 8,07 em MOPI 09 a 8,98 em XIN 04 na segunda campanha e uma média de pH para todas as estações de 8,35 e 8,46 para as duas campanhas respectivamente (Tabela 3 e 4 e Figura 4). Analisando os dados por ambiente, na primeira campanha a maior média ficou com o trecho lótico final, com 8,57, enquanto que a menor ficou com o reservatório de Sobradinho, com 8,20, enquanto que na segunda campanha a menor média ocorreu também no reservatório de Sobradinho, com 8,27 e a maior no trecho lótico inicial e no reservatório de Xingó com 8,65. 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 de condutividade elétrica, concentração de sólidos totais dissolvidos (STD) e salinidade são intimamente correlacionadas entre si, tendo sido determinadas por método potenciométrico. Estas variáveis estão relacionadas à presença de íons em solução e, por esta razão, suas variações temporais e espaciais apresentam comportamento semelhante. A condutividade elétrica apresentou valor de 78,30 $\mu\text{S}/\text{cm}$ em SOB 19 D na primeira campanha, no reservatório de Sobradinho, a 277,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ em MOX 03, no reservatório de Moxotó. Na segunda campanha variou de 77,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ em SOB 19 E a 861,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ em BSF 16, seguida por MOX 03 com 285,20 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e médias de 97,13 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 125,31 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para todas as estações de amostragem nas duas campanhas respectivamente (Tabelas 3 e 4 e Figura 5). Observa-se que a estação BSF 16 quando da coleta na segunda campanha, estava sob influência do ambiente marinho, devido a sua proximidade com a foz do rio São Francisco e por isso não é mostrada em gráfico devido a escala. Quanto à média dos valores de condutividade elétrica por ambiente, as mais elevadas ficaram com o reservatório de Moxotó para a primeira campanha, com 128,38 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e para o trecho lótico final seguido do reservatório de Moxotó na segunda campanha com 287,03 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 130,34 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectivamente, enquanto que as mais baixas foram registradas no reservatório de Sobradinho com 78,37 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 77,27 $\mu\text{S}/\text{cm}$ nas duas campanhas respectivamente. Os sólidos totais dissolvidos variaram de 48,10 mg/L nas estações SOB 19 C, SOB 19 D e SOB 19 E a 169,00 mg/L em MOX 03 na primeira campanha, enquanto que na segunda campanha variou de 48,10 mg/L nas estações SOB 19 C, SOB 19 D e SOB 19 E até 513,60 mg/L em BSF 16 seguida por MOX 03 com 174,20 mg/L e uma média para todas as estações e campanhas de 59,27 mg/L e 76,20 mg/L respectivamente (Tabelas 3 e 4 e Figura 10). Observam-se a mesma influência do ambiente marinho nos dados da estação BSF 16 na segunda campanha que também não é mostrada no gráfico. Quanto às médias por ambiente, o reservatório de Moxotó na primeira campanha apresentou-se com valor mais elevado de 78,79 mg/L e o trecho lótico final na segunda campanha com 171,79 mg/L, seguido pelo reservatório de Moxotó com 80,21 mg/L e o menor no reservatório de Sobradinho com 48,10 mg/L para ambas as campanhas, enquanto que a salinidade apresentou valor mínimo de 0,02 na estação SOB 19 E e um máximo de 0,12 em MOX 03 na primeira campanha, enquanto que

na segunda campanha apresentou um valor máximo de 0,39 em BSF 16 seguido de 0,13 em MOX 03 e um valor mínimo de 0,03 em SOB 19 C, SOB 19 D e SOB 19 E (Tabela 3 e 4 e Figura 8). Também se observa que não é mostrado no gráfico o valor da salinidade de estação BSF 16 na segunda campanha, pelos mesmos motivos citados para variáveis anteriores. 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.

Oxigênio dissolvido

As concentrações mensuradas de oxigênio dissolvido, bem como seu percentual de saturação apresentou valor mais baixo na estação MOX 03 em ambas as campanhas, com 3,26 mg/L e 42,00 %, e 3,17 mg/L e 40,60 %, respectivamente, enquanto que, os valores mais elevados ocorreram na estação XIN 04 na primeira campanha e BSF 06 na segunda, com 8,86 mg/L e 120,80 % e 9,03 mg/L e 119,00% respectivamente. Apresentando ainda, uma média de concentração de oxigênio de 7,58 mg/L e 7,69 mg/L para todas as estações de amostragem em ambas as campanhas respectivamente (Tabela 3 e 4 e Figuras 6 e 7). Nas médias de concentração por ambiente se destacam com os valores máximos de concentração os reservatórios de Sobradinho na primeira campanha e o de Delmiro Gouveia na segunda campanha com 8,28 mg/L e 8,30 mg/L respectivamente, enquanto que a média mais baixa ficou com o reservatório de PAIV na primeira campanha e o de Moxotó na segunda, com 6,79 mg/L e 6,74 mg/L, respectivamente.

Na Figura 6, observa-se que apenas uma estação de amostragem em ambas as campanhas, 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 1,10 m de profundidade nas estações XIN 10 na primeira campanha e 1,10 m nas estações MOX 03 e XIN 10 nos reservatórios de Moxotó e Xingó na segunda. Enquanto que, o valor máximo ocorreu no reservatório de

Xingó, em XIN 01 em ambas as campanhas, com 8,00 m e 10,00 m respectivamente. A média para todas as estações por campanha foi de 4,34 m e 4,85 m, respectivamente. Na média por ambiente, o trecho lótico final em ambas as campanhas apresentou o valor mais baixo, com 3,38 m na primeira e 3,50 na segunda campanha, enquanto que, as maiores médias ocorreram nos reservatórios de PAIV na primeira campanha, com 6,00 m e no de Sobradinho na segunda campanha, com 7,50 m, (Tabela 3 e 4 e Figura 9). Deve-se ressaltar que as transparências das estações SOB 22, SOB 24, SOB 25 e PA 02 em ambas as campanhas vão até o fundo.

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 fevereiro/2021.

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	mg/L	mg/L	NTU	mg/L	mg/L
SOB 19 Sup	57,50	33,23	0,007	0,0032	0,079	4,995	0,023	0,018	0,042	2,232	5,580	1,00	1,92	6,33
SOB 19 Z. Euf.	-	-	0,009	-	-	-	-	-	0,021	-	-	-	-	-
SOB 19 Fun.	-	-	0,018	-	-	-	-	-	0,027	-	-	-	-	-
SOB 22	50,00	31,43	0,021	0,0017	0,027	4,363	0,022	0,037	0,091	2,232	7,812	2,70	0,56	5,50
SOB 24	48,00	32,83	0,011	0,0023	0,022	3,794	0,018	0,027	0,097	2,232	5,580	2,10	2,33	5,28
SOB 25	50,00	37,83	0,005	0,0014	0,066	7,461	0,027	0,021	0,079	4,464	8,928	2,60	1,83	5,50
SOB 29	55,00	34,83	0,010	0,0020	0,067	11,381	0,020	0,023	0,085	2,232	4,464	3,00	1,02	6,05
ITA 01	48,00	32,63	0,010	0,0023	0,043	9,927	0,008	0,021	0,045	3,348	3,348	4,00	1,33	5,28
ITA 04	50,00	33,83	0,009	0,0017	0,049	13,910	0,012	0,018	0,036	5,580	2,232	2,80	2,29	5,50
ITA 08	49,00	31,83	0,009	0,0023	0,041	11,191	0,013	0,018	0,030	1,116	4,464	2,50	1,62	5,39
ITA 10	57,50	34,03	0,008	0,0014	0,029	1,391	0,008	0,039	0,039	13,392	1,116	2,30	1,47	6,33
ITA 11	53,50	33,63	0,011	0,0023	0,034	6,702	0,015	0,020	0,027	14,508	2,232	2,00	2,04	5,89
MOPI 01	49,50	34,03	0,009	0,0020	0,082	14,163	0,012	0,020	0,070	7,812	4,464	1,00	1,37	5,45
MOX 02	49,50	33,83	0,007	0,0032	0,055	8,662	0,013	0,023	0,076	2,232	2,232	2,20	0,88	5,45
MOX 03	48,00	34,83	0,008	0,0017	0,039	14,100	0,020	0,032	0,054	1,116	6,696	8,00	1,22	5,28
MOX 04	58,50	44,24	0,009	0,0026	0,029	13,973	0,023	0,044	0,088	3,348	3,348	2,40	1,60	6,44
MOPI 09	50,00	34,63	0,010	0,0023	0,050	8,978	0,015	0,021	0,073	1,116	5,580	1,10	1,32	5,50
PA 02	49,50	34,83	0,005	0,0029	0,063	12,077	0,028	0,023	0,070	10,044	8,928	1,00	1,07	5,45
PA IV 01	50,00	33,03	0,010	0,0017	0,027	13,594	0,010	0,027	0,048	5,580	2,232	2,00	2,34	5,50
XIN 01	57,50	34,43	0,009	0,0020	0,034	12,582	0,027	0,016	0,039	3,348	3,348	3,80	1,31	6,33
XIN 04	55,00	32,03	0,007	0,0026	0,066	13,784	0,023	0,028	0,051	3,348	1,116	2,00	1,36	6,05
XIN 10	49,00	32,23	0,021	0,0029	0,044	13,784	0,028	0,025	0,070	12,276	6,696	7,60	2,46	5,39
BSF 02	47,50	39,43	0,021	0,0020	0,066	12,582	0,023	0,028	0,085	1,116	1,116	0,80	1,93	5,23
BSF 06	49,50	31,63	0,015	0,0032	0,038	14,226	0,030	0,034	0,079	2,232	4,464	1,20	1,18	5,45
BSF 11	55,00	34,03	0,022	0,0017	0,047	12,456	0,028	0,028	0,088	6,696	5,580	10,00	0,68	6,05
BSF 16	50,00	33,83	0,013	0,0023	0,042	14,037	0,023	0,039	0,079	2,232	4,464	8,10	1,59	5,50

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 fevereiro/2021.

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	50,00	34,03	0,046	0,0012	0,039	12,013	0,012	0,016	0,033	4,464	1,116	1,60	0,96	5,50
SOB 19 Z. Euf.	-	-	0,050	-	-	-	-	-	0,060	-	-	-	-	-
SOB 19 Fun.	-	-	0,047	-	-	-	-	-	0,057	-	-	-	-	-
SOB 22	55,00	37,43	0,018	0,0032	0,031	6,892	0,025	0,014	0,048	2,232	1,116	3,00	2,09	6,05
SOB 24	43,50	31,63	0,050	0,0012	0,047	11,824	0,008	0,016	0,033	8,928	2,232	1,90	1,20	4,79
SOB 25	52,50	25,22	0,054	0,0014	0,052	5,880	0,013	0,021	0,042	2,232	2,232	3,20	2,58	5,78
SOB 29	47,00	31,63	0,049	0,0009	0,069	8,093	0,008	0,018	0,048	1,116	2,232	2,70	1,91	5,17
ITA 01	50,00	31,23	0,017	0,0009	0,038	8,346	0,013	0,009	0,015	6,696	7,812	3,10	2,69	5,50
ITA 04	48,50	30,43	0,031	0,0012	0,029	12,393	0,017	0,012	0,024	4,464	1,116	2,00	1,53	5,34
ITA 08	57,50	31,43	0,008	0,0014	0,036	14,290	0,010	0,011	0,018	2,232	2,232	2,30	1,31	6,33
ITA 10	52,50	31,43	0,034	0,0012	0,026	12,077	0,013	0,007	0,033	5,580	2,232	2,80	1,51	5,78
ITA 11	44,50	29,63	0,031	0,0012	0,030	11,444	0,017	0,012	0,027	1,116	2,232	1,70	1,15	4,90
MOPI 01	44,00	32,63	0,028	0,0012	0,035	12,140	0,025	0,009	0,045	3,348	3,348	0,90	0,94	4,84
MOX 02	55,00	34,43	0,035	0,0012	0,065	6,576	0,018	0,011	0,036	3,348	2,232	6,70	0,80	6,05
MOX 03	58,50	43,84	0,018	0,0020	0,043	6,449	0,025	0,018	0,054	7,812	5,580	1,90	1,47	6,44
MOX 04	50,00	33,83	0,011	0,0012	0,074	8,030	0,017	0,016	0,033	12,276	2,232	2,00	1,04	5,50
MOPI 09	46,00	29,23	0,037	0,0012	0,033	10,116	0,013	0,021	0,039	8,928	3,348	1,50	1,13	5,06
PA 02	62,00	38,23	0,050	0,0012	0,062	12,899	0,018	0,016	0,036	2,232	7,812	1,50	1,61	6,82
PA IV 01	48,00	32,23	0,007	0,0014	0,034	10,749	0,020	0,020	0,042	3,348	4,464	1,90	0,70	5,28
XIN 01	54,00	32,23	0,006	0,0012	0,049	10,622	0,023	0,021	0,030	7,812	3,348	2,60	0,65	5,94
XIN 04	60,00	34,63	0,034	0,0009	0,058	11,002	0,017	0,016	0,036	6,696	5,580	3,00	1,70	6,60
XIN 10	57,50	35,03	0,048	0,0012	0,036	9,168	0,022	0,016	0,045	10,044	5,580	8,10	2,04	6,33
BSF 02	47,50	36,83	0,008	0,0017	0,029	7,967	0,025	0,025	0,036	4,464	1,116	1,30	2,67	5,23
BSF 06	43,50	34,83	0,031	0,0012	0,038	11,128	0,028	0,021	0,060	3,348	2,232	2,00	1,76	4,79
BSF 11	46,50	38,23	0,048	0,0020	0,062	11,381	0,023	0,028	0,042	4,464	6,696	7,90	1,96	5,12
BSF 16	50,00	36,63	0,041	0,0012	0,033	10,053	0,027	0,012	0,051	2,232	2,232	10,00	1,94	5,50

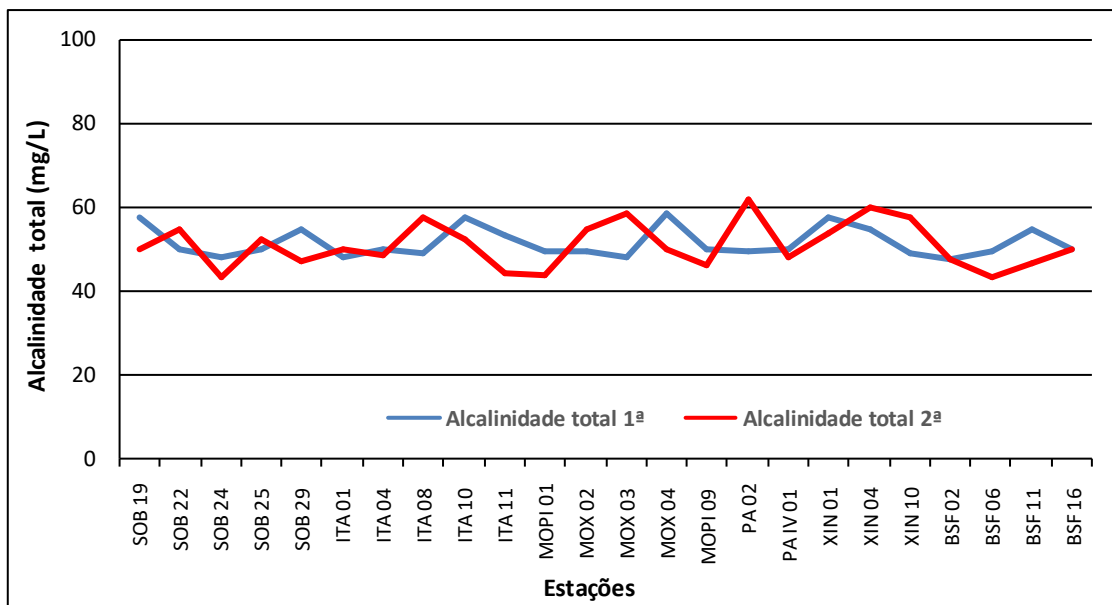


Figura 11 – Variação da alcalinidade total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de fevereiro/2021.

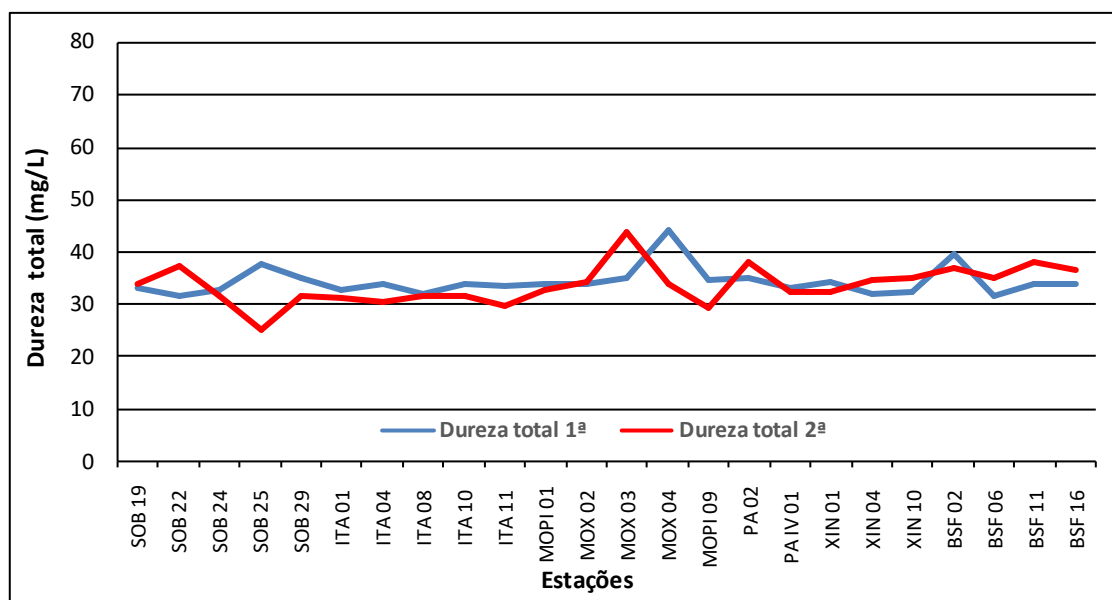


Figura 12 – Variação da dureza total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de fevereiro/2021.

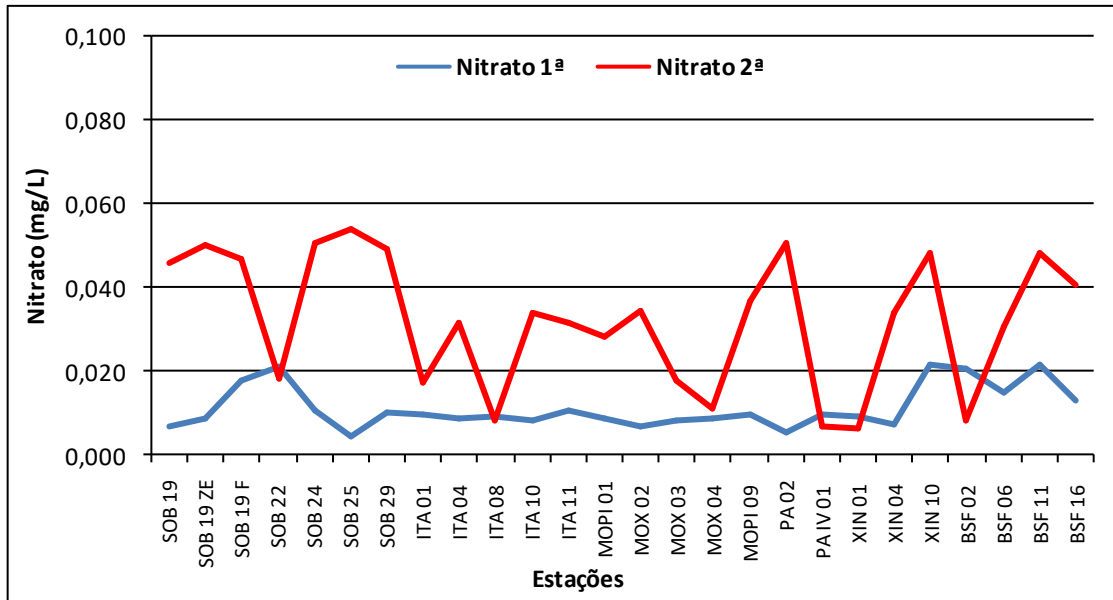


Figura 13 – Variação da concentração de nitrato da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de fevereiro/2021.

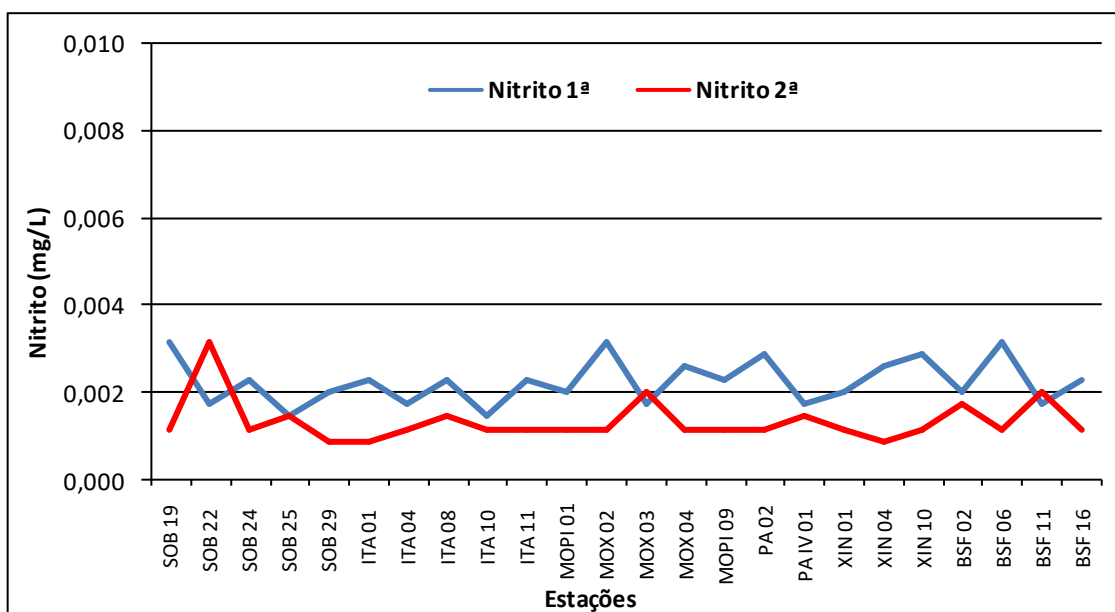


Figura 14 – Variação da concentração de nitrito da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de fevereiro/2021.

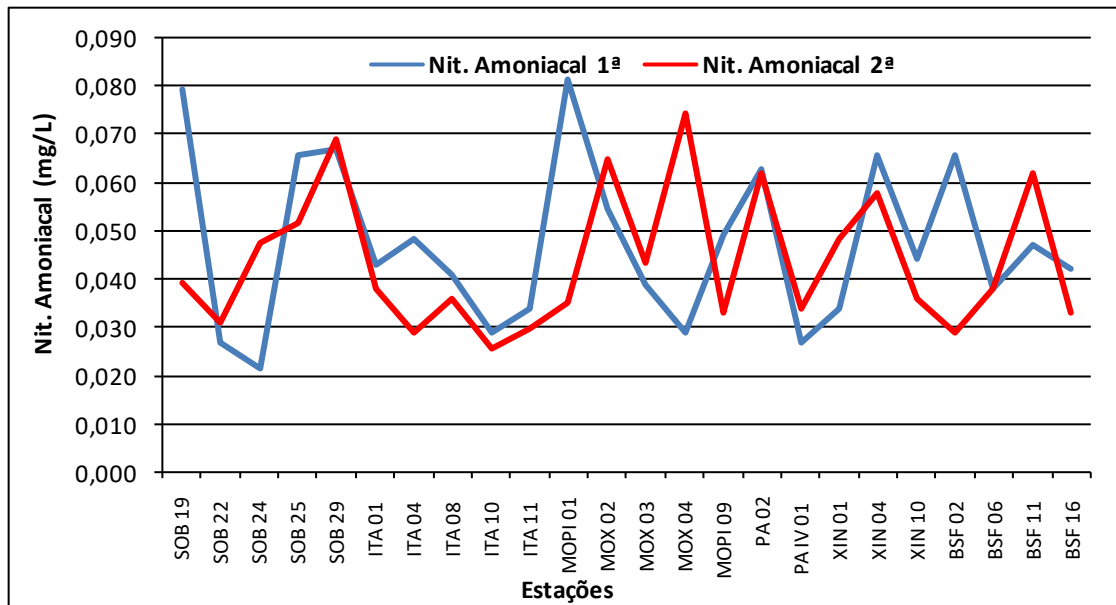


Figura 15 – Variação da concentração do nitrogênio amoniacal da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de fevereiro/2021.

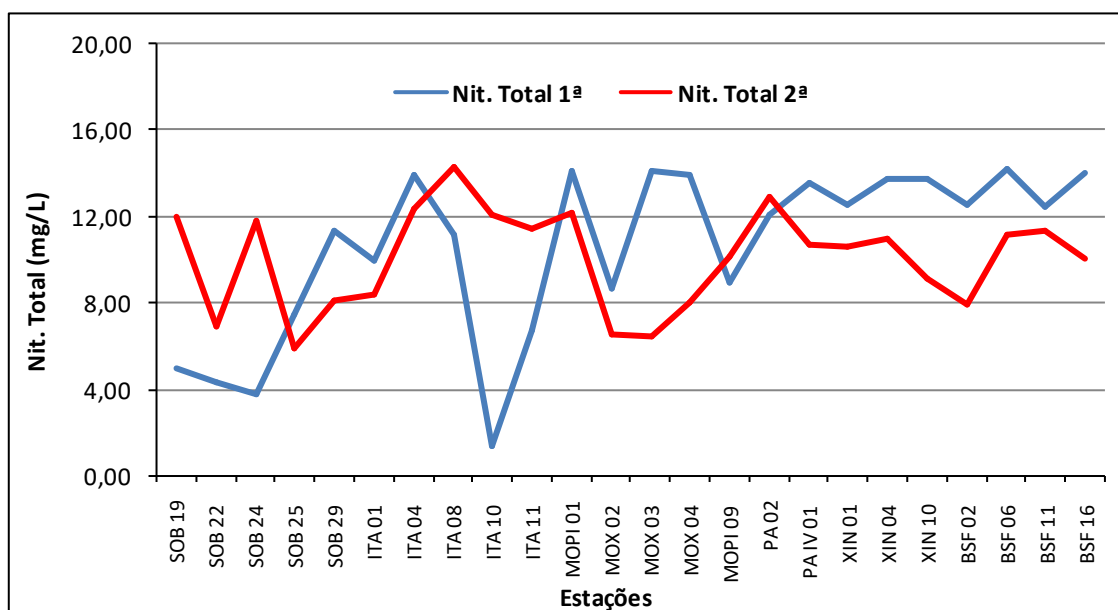


Figura 16 – Variação da concentração do nitrogênio total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de fevereiro/2021.

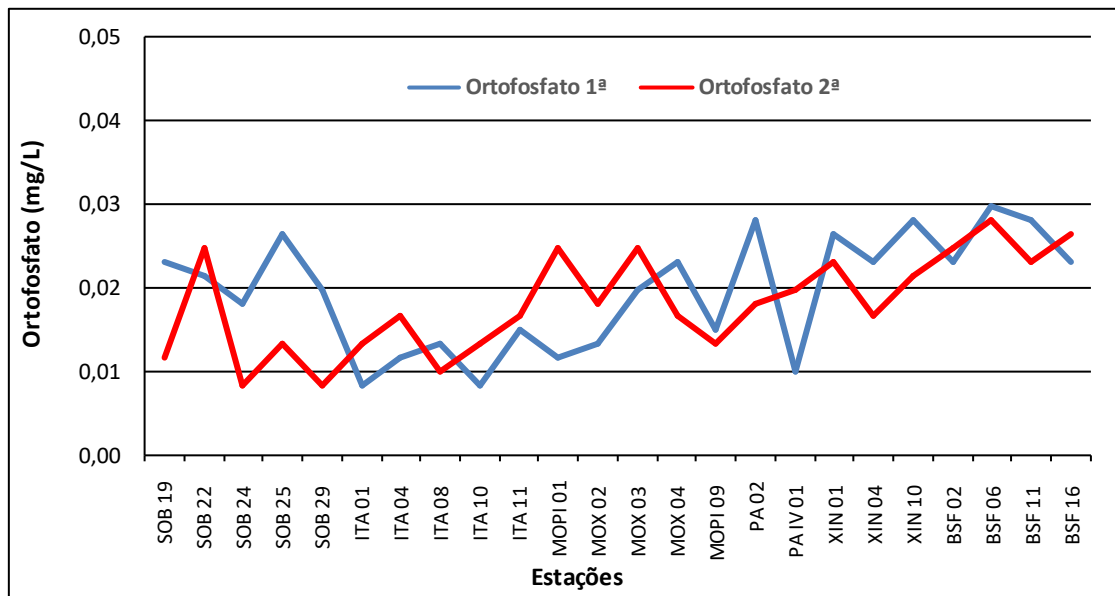


Figura 17 – Variação da concentração do ortofosfato da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de fevereiro/2021.

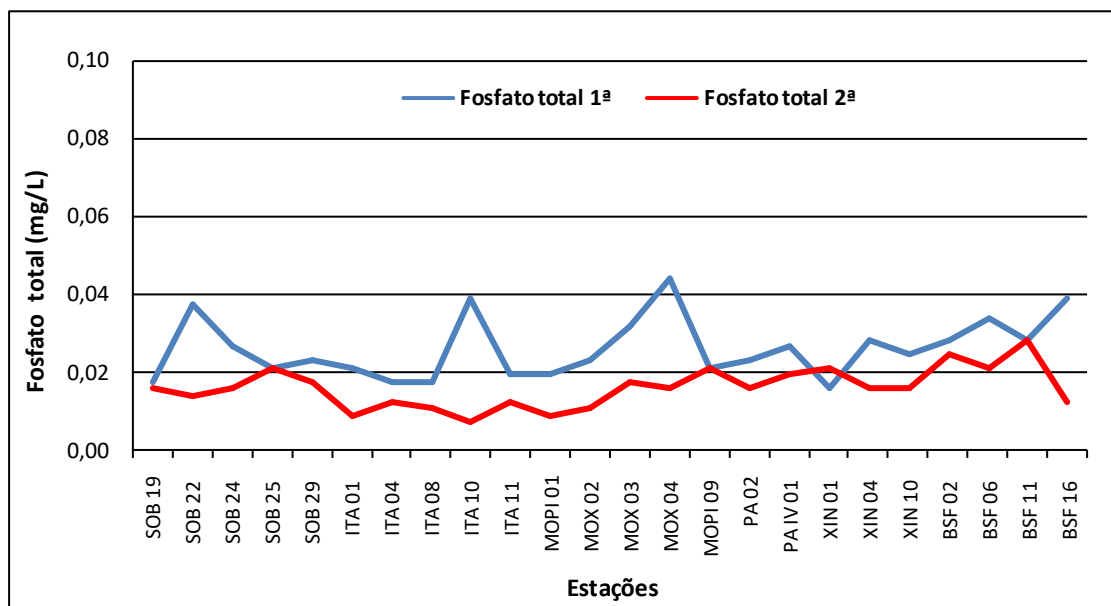


Figura 18 – Variação da concentração do fosfato total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de fevereiro/2021.

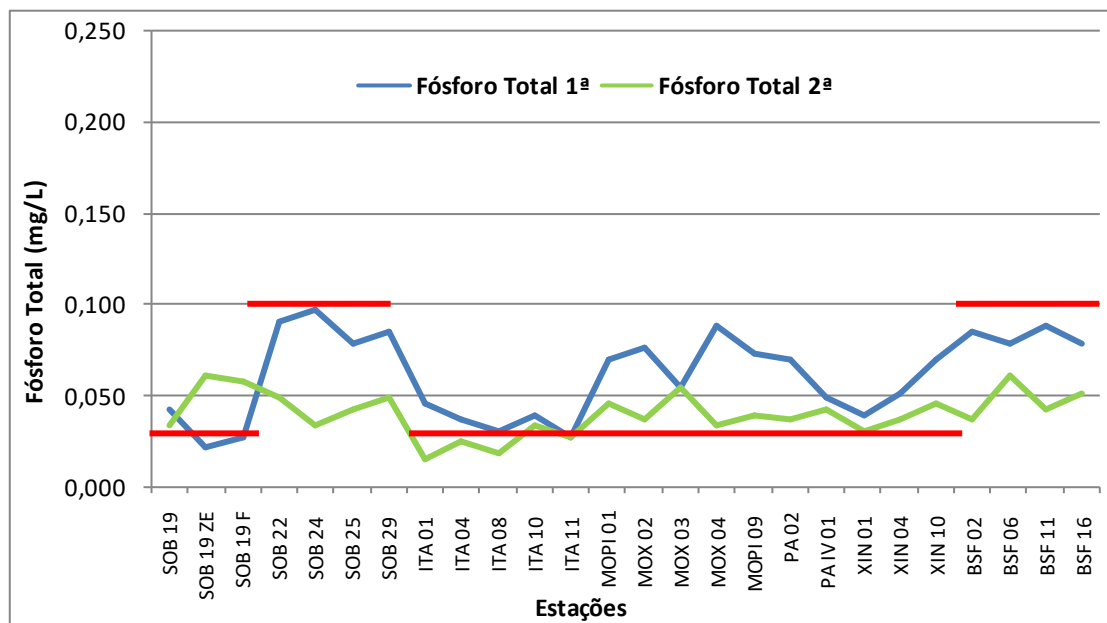


Figura 19 – Variação da concentração de fósforo total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de fevereiro/2021. As barras vermelhas indicam os limites para fósforo total estabelecidos pela Resolução no. 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2, respectivamente para ambientes lóticos (0,1 mg/L) e lênticos (0,030 mg/L).

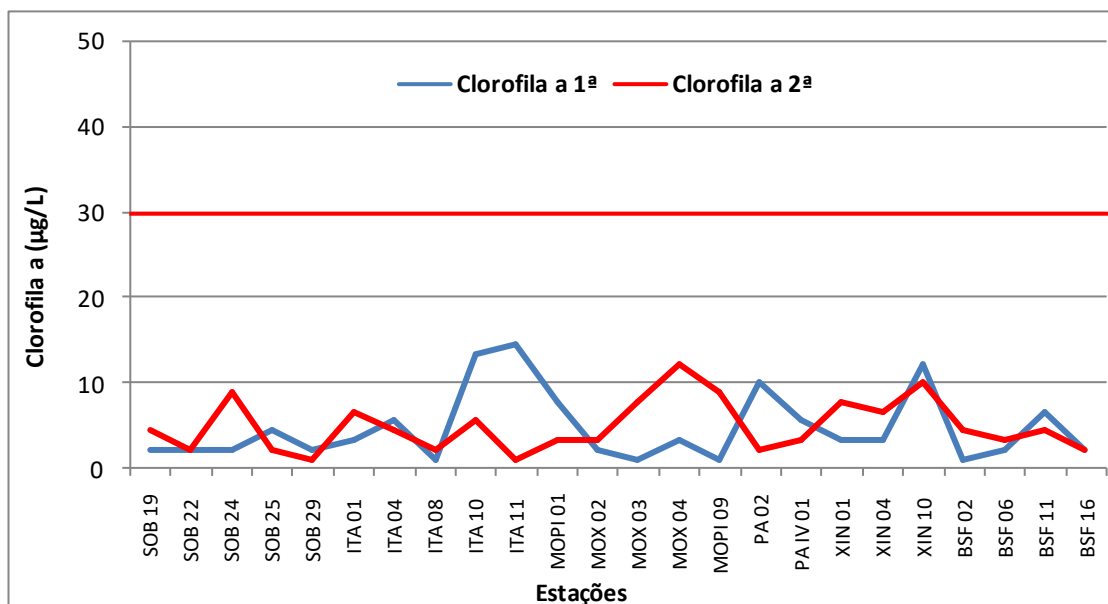


Figura 20 - Variação da concentração da clorofila a da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de fevereiro/2021. A barra vermelha indica o limite para clorofila-a estabelecido pela Resolução no. 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2.

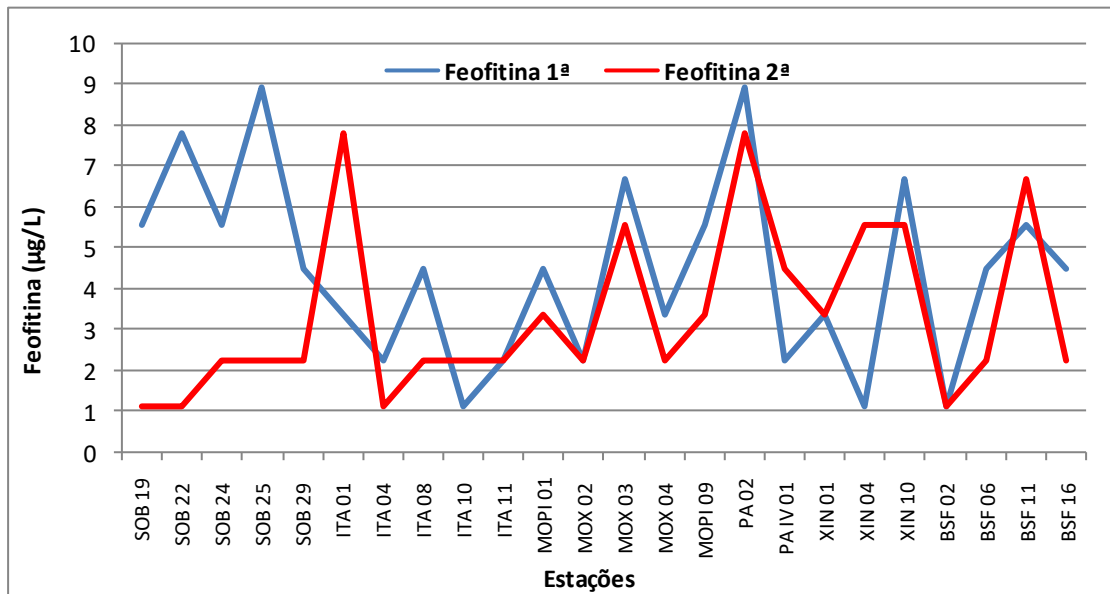


Figura 21 - Variação da concentração da feofitina da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de fevereiro/2021.

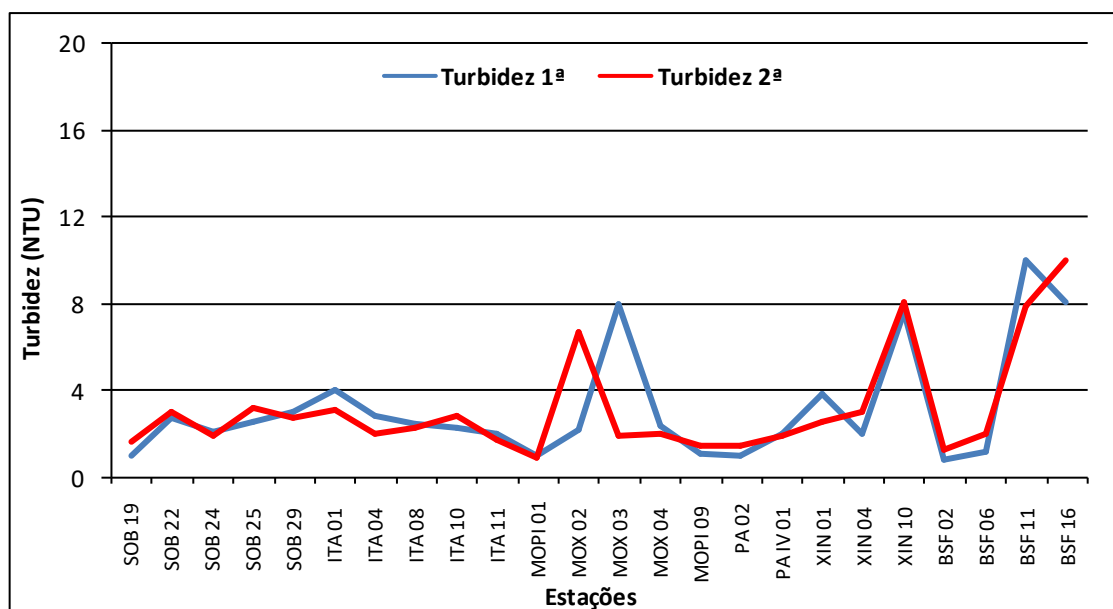


Figura 22 - Variação da turbidez da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de fevereiro/2021.

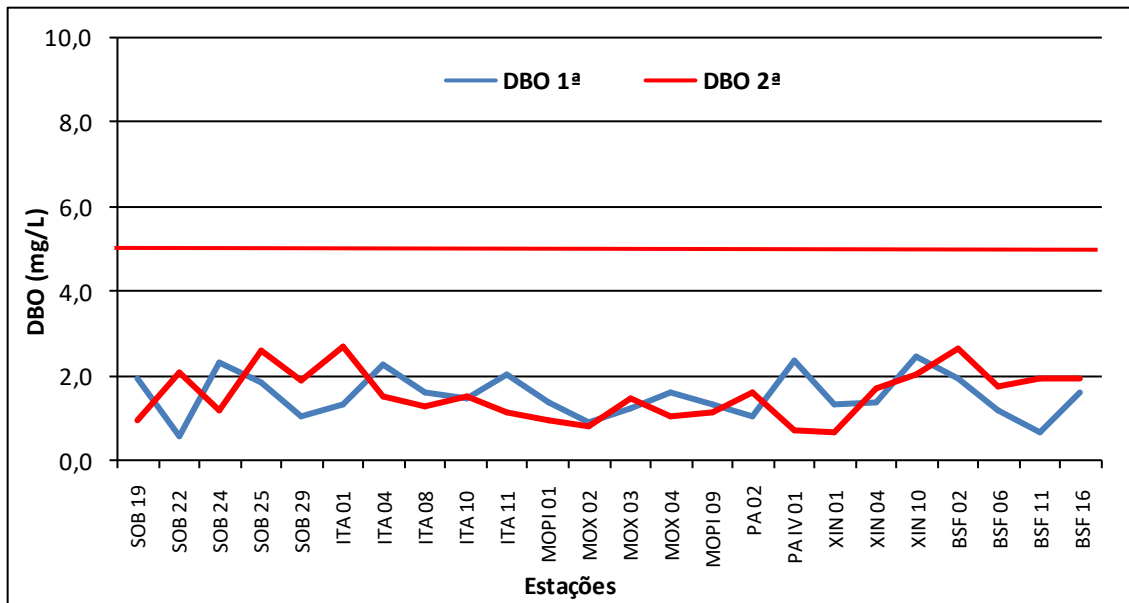


Figura 23 - Variação da demanda bioquímica de oxigênio da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de fevereiro/2021. A barra vermelha indica o limite máximo de DBO estabelecido pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2.

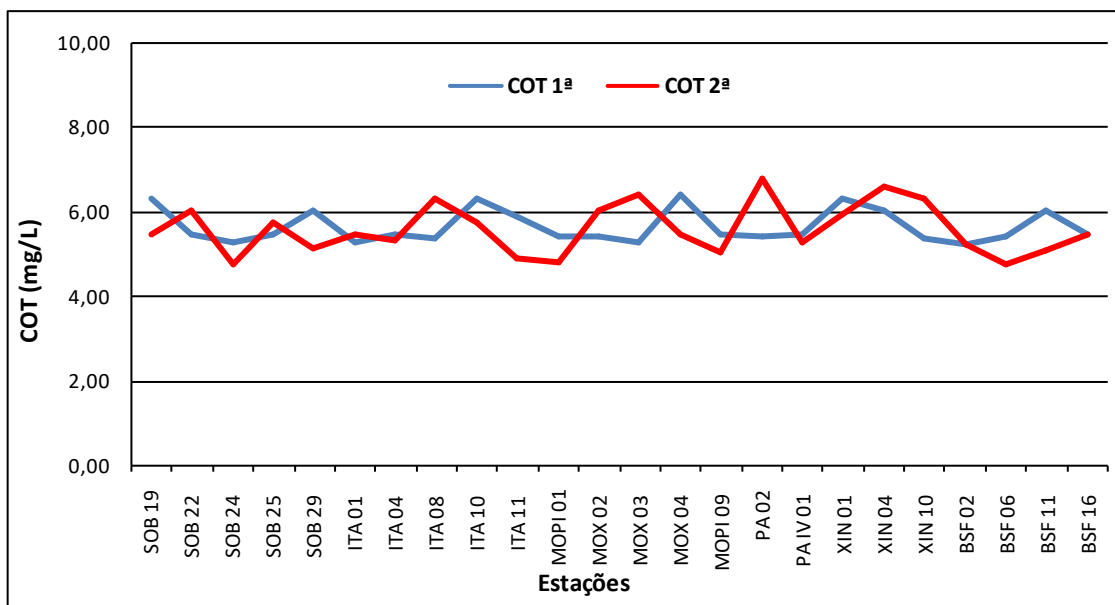


Figura 24 - Variação da concentração do carbono orgânico total (COT) da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de fevereiro/2021.

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 fevereiro/2021.

Estações	Sólidos totais	Fração Orgânica	Fração inorgânica	Sól. Sedimentáveis
	g/L	g/L	g/L	mL/L
SOB 19	0,0008	0,0007	0,0001	<0,1
SOB 22	0,0011	0,0008	0,0003	<0,1
SOB 24	0,0024	0,0013	0,0011	<0,1
SOB 25	0,0009	0,0008	0,0001	<0,1
SOB 29	0,0027	0,0019	0,0008	<0,1
ITA 01	0,0015	0,0009	0,0006	<0,1
ITA 04	0,0012	0,0005	0,0007	<0,1
ITA 08	0,0010	0,0009	0,0001	<0,1
ITA 10	0,0011	0,0011	0,0000	<0,1
ITA 11	0,0007	0,0007	0,0000	<0,1
MOPI 01	0,0018	0,0011	0,0007	<0,1
MOX 02	0,0014	0,0009	0,0005	<0,1
MOX 03	0,0037	0,0006	0,0031	<0,1
MOX 04	0,0026	0,0004	0,0022	<0,1
MOPI 09	0,0005	0,0005	0,0000	<0,1
PA 02	0,0010	0,0006	0,0004	<0,1
PA IV 01	0,0010	0,0010	0,0000	<0,1
XIN 01	0,0005	0,0005	0,0000	<0,1
XIN 04	0,0004	0,0004	0,0000	<0,1
XIN 10	0,0040	0,0030	0,0010	<0,1
BSF 02	0,0010	0,0007	0,0003	<0,1
BSF 06	0,0006	0,0006	0,0000	<0,1
BSF 11	0,0105	0,0017	0,0088	<0,1
BSF 16	0,0053	0,0011	0,0042	<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 fevereiro/2021.

Estações	Sólidos totais	Fração Orgânica	Fração inorgânica	Sól. Sedimentáveis
	g/L	g/L	g/L	mL/L
SOB 19	0,0028	0,0012	0,0016	<0,1
SOB 22	0,0015	0,0015	0,0000	<0,1
SOB 24	0,0017	0,0014	0,0003	<0,1
SOB 25	0,0010	0,0010	0,0000	<0,1
SOB 29	0,0014	0,0014	0,0000	<0,1
ITA 01	0,0016	0,0011	0,0005	<0,1
ITA 04	0,0005	0,0004	0,0001	<0,1
ITA 08	0,0006	0,0006	0,0000	<0,1
ITA 10	0,0009	0,0005	0,0004	<0,1
ITA 11	0,0004	0,0002	0,0002	<0,1
MOPI 01	0,0004	0,0004	0,0000	<0,1
MOX 02	0,0011	0,0008	0,0003	<0,1
MOX 03	0,0013	0,0013	0,0000	<0,1
MOX 04	0,0010	0,0010	0,0000	<0,1
MOPI 09	0,0005	0,0005	0,0000	<0,1
PA 02	0,0019	0,0009	0,0010	<0,1
PA IV 01	0,0003	0,0003	0,0000	<0,1
XIN 01	0,0005	0,0005	0,0000	<0,1
XIN 04	0,0026	0,0023	0,0003	<0,1
XIN 10	0,0013	0,0013	0,0000	<0,1
BSF 02	0,0009	0,0009	0,0000	<0,1
BSF 06	0,0035	0,0035	0,0000	<0,1
BSF 11	0,0045	0,0031	0,0014	<0,1
BSF 16	0,0046	0,0029	0,0017	<0,1

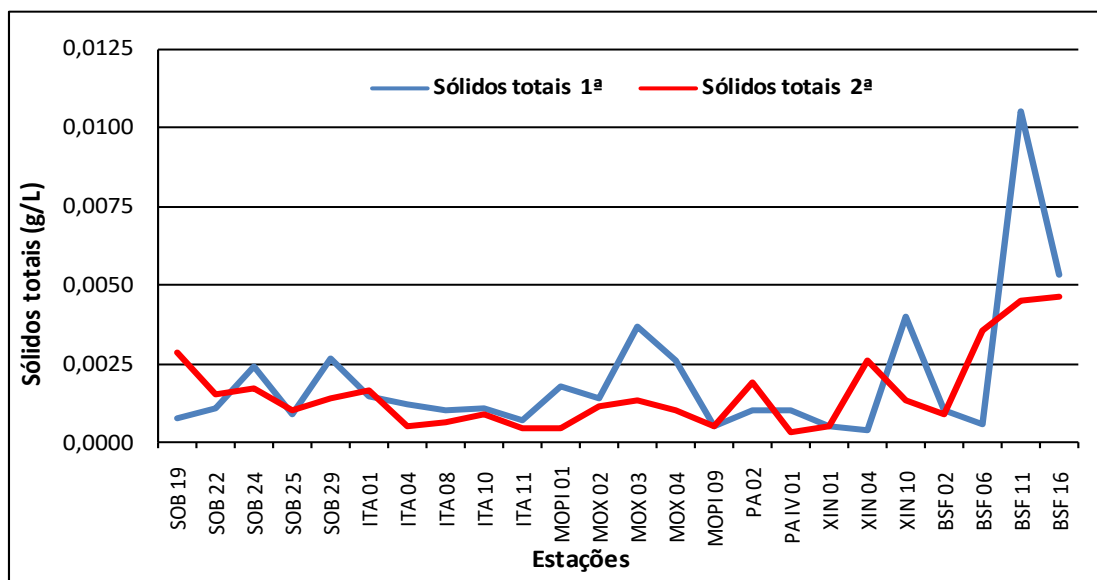


Figura 25 - Variação dos sólidos totais da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de fevereiro/2021.

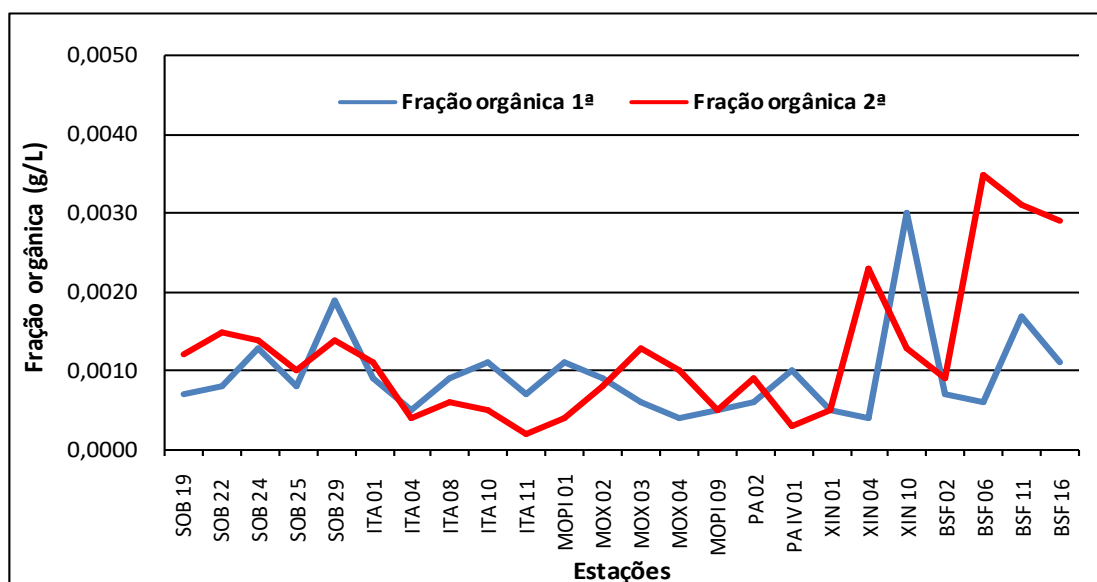


Figura 26 - Variação da fração orgânica dos sólidos totais da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de fevereiro/2021.

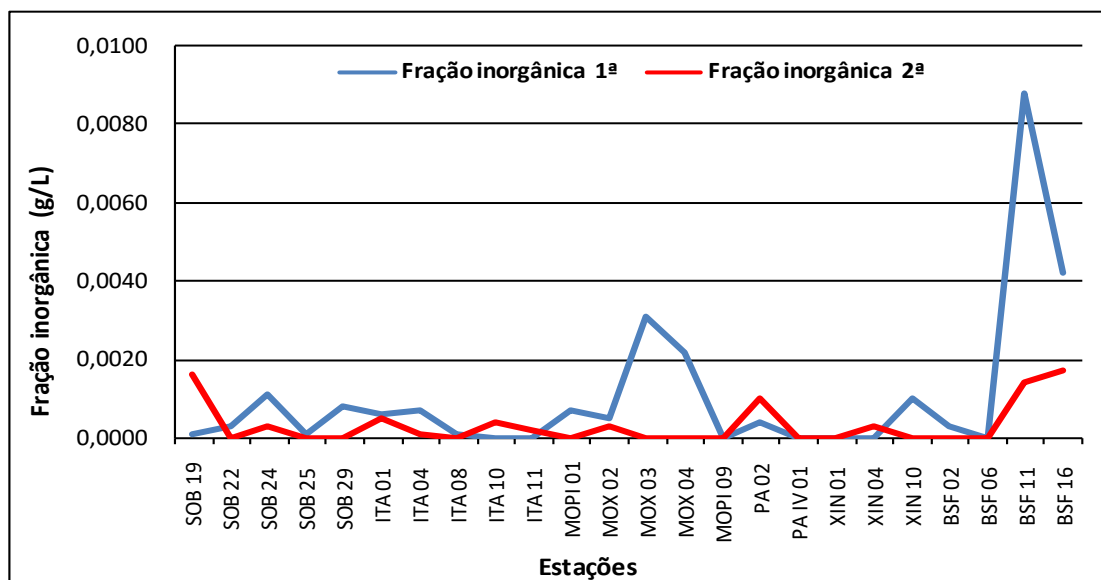


Figura 27 - Variação da fração inorgânica dos sólidos totais da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de fevereiro/2021.

Alcalinidade total e Dureza total

Os valores de alcalinidade variaram entre 47,50 mg/L na estação BSF 02 a 58,50 mg/L em MOX 04 na 1ª campanha e de 43,50 mg/L em SOB 24 e BSF 06 a 62,00 mg/L em PA 02 na 2ª campanha, apresentando ainda médias de 51,54 mg/L e 50,98 mg/L para ambas as campanhas respectivamente. Enquanto que a dureza variou entre 31,43 mg/L em SOB 22 e 44,24 mg/L em MOX 04 na 1ª campanha e entre 25,22 mg/L em SOB 25 e 43,84 mg/L em MOX 03 na segunda campanha e médias de 34,30 mg/L e 33,62 mg/L para ambas as campanhas respectivamente. A alcalinidade e a dureza apresentaram uma tendência de estabilidade ao longo do trecho do baixo São Francisco em ambas as campanhas, salvo algumas poucas discrepâncias (Tabelas 5 e 6 e Figuras 11 e 12). Quando analisamos por ambiente, o reservatório de Delmiro Gouveia apresentou a menor média de alcalinidade na primeira campanha, com 49,50 mg/L e o trecho lóxico final na segunda com 46,88 mg/L e os reservatórios de Sobradinho na primeira campanha e o de Delmiro Gouveia na segunda as maiores, com 57,50 mg/L e 62,00 mg/L respectivamente. Quanto à dureza total, as menores

médias ocorreram no reservatório de Xingó na primeira campanha e no de Itaparica na segunda, com 32,90 mg/L e 30,83 mg/L respectivamente e as maiores no reservatório de Moxotó na primeira campanha, com 36,31 mg/L e no de Delmiro Gouveia na segunda campanha, com 38,23 mg/L.

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.

As concentrações de nitrato variaram desde 0,005 mg/L nas estações SOB 25 e PA 02 a 0,022 mg/L em BSF 11 na primeira campanha (Figura 13 e Tabelas 5 e 6) e na segunda campanha variou de 0,006 mg/L em XIN 01 a 0,054 mg/L em SOB 25. Em termos de concentrações médias, os valores obtidos foram de 0,011 mg/L na primeira campanha e 0,032 mg/L na segunda. Na figura 13, observa-se que em 80% das estações tiveram suas concentrações mais elevadas na segunda campanha. Quanto aos valores médios por ambiente, na primeira campanha o reservatório de Delmiro Gouveia apresentou a menor média, com 0,005 mg/L e a maior ocorreu no trecho lótico final com 0,018 mg/L, enquanto que, na segunda campanha a menor média ocorreu no reservatório de PAIV, com 0,007 mg/L e a maior no reservatório de Delmiro Gouveia, com 0,050 mg/L. Os valores mensurados de concentrações de nitrato para o período de fevereiro/2021 estão dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução 357/05 do CONAMA, que é de 10,0 mg/L.

Quanto às concentrações do nitrito se apresentaram com a mesma tendência espacial em ambas as campanhas, porém mais elevadas na primeira. O nitrito variou de 0,0014 mg/L em SOB 25 e ITA 10 a 0,0032 mg/L em SOB 29, MOX 02 e BSF 06 na primeira campanha e de 0,0009 mg/L em SOB 29, ITA 01 e XIN 04 a 0,0032 em SOB 22 na segunda campanha. A média para as duas campanhas ficou em 0,0022 mg/L e 0,0013 mg/L respectivamente (Figura 14). Quanto às médias por ambiente, as maiores ocorreram no reservatório de Sobradinho, com 0,0032 mg/L na primeira campanha e na segunda no trecho lótico inicial, com 0,0017 mg/L, enquanto que a menor, no reservatório de PAIV, com 0,0017 mg/L na

primeira campanha, enquanto que na segunda campanha a menor média ficou a cargo do reservatório de Xingó, com 0,0011 mg/L.

As concentrações médias do nitrogênio amoniacal foram inferiores a 0,090 mg/L nas duas campanhas (Tabelas 5 e 6), com registros de picos de concentração na primeira campanha no reservatório de Sobradinho de 0,079 mg/L e em MOPI 01, no reservatório de Moxotó de 0,082, enquanto que na segunda campanha os maiores picos ocorreram no trecho lótico inicial em SOB 29 de 0,069 mg/L e no reservatório de Moxotó em MOX 04 de 0,074mg/L. As concentrações variaram de 0,022 mg/L em SOB 24 a 0,082 mg/L em MOPI 01 e uma média de 0,047 mg/L na primeira campanha. Enquanto que na segunda campanha variou de 0,026 mg/L em ITA 10 a 0,074 em MOX 04 e uma média de 0,044 mg/L. Quanto às médias por ambiente, o reservatório de PAIV apresentou a média mais baixa na primeira campanha, com 0,027 mg/L e na segunda no reservatório de Itaparica com 0,032 mg/L. Enquanto que as mais elevadas ocorreram no reservatório de Sobradinho, com 0,079 mg/L e no reservatório de Delmiro Gouveia, com 0,062 mg/L para ambas as campanhas, respectivamente.

Os valores mensurados de concentrações de nitrogênio amoniacal para o período de fevereiro/2021 estão dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução 357/05 do CONAMA, que é de 2,00 mg/L (Figura 15).

A média de concentração de nitrogênio total foi levemente superior na primeira campanha (Tabelas 5 e 6 e Figura 16). As concentrações variaram de 1,391 mg/L em ITA 10 a 14,226 mg/L em BSF 06 e uma média de 10,588 mg/L na primeira campanha e de 5,880 mg/L em SOB 25 a 14,290 mg/L em ITA 08 e uma média de 10,064 mg/L na segunda campanha. Quanto as médias por ambiente, o reservatório de Sobradinho e o trecho lótico inicial apresentaram as mais baixas na primeira e segunda campanha, com 4,995 mg/L e 8,192mg/L, respectivamente e as mais elevadas ocorreram nos reservatórios de PAIV na primeira e Delmiro Gouveia na segunda campanha, com 13,594 mg/L e 12,899 mg/L respectivamente.

Ortofosfato, fosfato total e fósforo total

As concentrações de ortofosfato mantiveram-se igual ou abaixo de 0,030 mg/L nas estações em ambas as campanhas de fevereiro/2021, com valores equilibrados entre as campanhas.

As concentrações variaram de 0,008 mg/L em ITA 01 e ITA 10 a 0,030 em BSF 06 e média de 0,020 mg/L na primeira campanha e de 0,008 mg/L em SOB 24 e SOB 29 a 0,028 mg/L em BSF 06 e média de 0,018 mg/L na segunda (Tabelas 5 e 6 e Figura 17). Analisando por ambiente, o reservatório de PAIV apresentou a menor concentração média na primeira campanha, com 0,010 mg/L, enquanto que o reservatório de Delmiro Gouveia apresentou a maior, com 0,028 mg/L. Na segunda campanha a menor média foi registrada no reservatório de Sobradinho com 0,012 mg/L e a maior no trecho lótico final, com 0,026 mg/L.

O fosfato total apresentou-se com concentrações equilibradas entre as duas campanhas, salvo quatro picos que ocorreram na primeira campanha, em SOB 22, ITA 10, MOX 04 e BSF 16. As concentrações variaram de 0,016 mg/L em XIN 01 a 0,044 mg/L em MOX 04 e média de 0,026 mg/L para todas as estações na primeira campanha e de 0,007 mg/L em ITA 10 a 0,028 em BSF 11 e média de 0,016 mg/L na segunda campanha. Quanto as médias por ambiente, o reservatório de Sobradinho registrou a mais baixa de 0,018 mg/L na primeira campanha e o reservatório de Itaparica registrou 0,010 mg/L na segunda campanha como a mais baixa e o trecho lótico final registrou a média mais alta em ambas as campanhas com 0,032 mg/L e 0,022 mg/L, respectivamente.

As concentrações de fósforo total mensuradas no período variaram de 0,021 mg/L em SOB 19 ZE a 0,097 mg/L em SOB 24 na primeira campanha e de 0,015 mg/L em ITA 01 a 0,060 mg/L em SOB 19 ZE e BSF 06 (Tabelas 5 e 6) na segunda campanha (Figura 19), apresentando ainda médias de 0,061 mg/L e 0,040 mg/L para ambas as campanhas, respectivamente. As concentrações de fósforo total nos trechos lóticos, cujo limite estabelecido pelo CONAMA é de 0,1 mg/L P, não foi ultrapassado por nenhuma das estações em ambas as campanhas. Nos trechos lênticos, cujo limite é de 0,030 mg/L P, apenas as estações SOB 19 ZE, SOB 19 F, ITA 08 e ITA 11 tiveram valores inferiores a este limite na primeira campanha, enquanto que na segunda campanha as estações ITA 01, ITA 04, ITA 08, ITA 11 e XIN 01 não ultrapassaram os limites recomendados. Quanto as médias por ambiente, o reservatório de Sobradinho apresentou a média mais baixa na primeira campanha, com 0,030 mg/L e o reservatório de Itaparica na segunda, com 0,024 mg/L. As médias mais elevadas ocorreram no trecho lótico inicial na primeira campanha, com 0,088 mg/L e no reservatório de Sobradinho na segunda, com 0,050 mg/L.

Clorofila a e feofitina

As concentrações de clorofila a mensuradas no período variaram de 1,116 µg/L em ITA 08, MOX 03, MOPI 09 e BSF 02 a 14,508 µg/L em ITA 11 e média de 4,743 µg/L na primeira campanha e entre 1,116 µg/L em SOB 29 e ITA 11 a 12,276 µg/L em MOX 04 e média de 4,976 µg/L na segunda campanha (Tabelas 5 e 6). Os valores mensurados de concentrações de clorofila para o mês de fevereiro/2021 estão dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução 357/05 do CONAMA, que é de 30,00 µg/L (Figura 20). Quanto as médias por ambiente, a menor registrada ficou com o reservatório de Sobradinho na primeira campanha, com 2,232 µg/L e a maior com o reservatório de Delmiro Gouveia, com 10,044 µg/L, enquanto que na segunda campanha a menor média foi registrada no reservatório de Delmiro Gouveia, com 2,232 µg/L e a maior com o reservatório de Xingó, com 8,184 µg/L.

A feofitina apresentou picos de concentrações mais elevadas na primeira campanha (Figura 21 e Tabelas 5 e 6). As concentrações variaram de 1,116 µg/L em ITA 10, XIN 04 e BSF 02 a 8,928 µg/L, em SOB 25 e PA 02 com média de 4,418 µg/L na primeira campanha e de 1,116 µg/L em SOB 19, SOB 22, ITA 04 e BSF 02 a 7,812 µg/L em ITA 01 e PA 02 e média de 3,348 µg/L na segunda. Quanto às médias por ambiente, a menor ocorreu no reservatório de PAIV, com 2,232 µg/L e a maior no reservatório de Delmiro Gouveia com 8,928 µg/L na primeira campanha, enquanto que na segunda a menor ocorreu no reservatório de Sobradinho com 1,116 µg/L e a maior também no reservatório de Delmiro Gouveia, com 7,812 µg/L.

Turbidez

A turbidez nas estações de amostragem variou entre 0,80 NTU em BSF 02 a 10,00 NTU em BSF 11 e média de 3,18 NTU na primeira campanha, enquanto que na segunda campanha, variou de 0,90 NTU em MOPI 01 a 10,00 NTU em BSF 16 e média de 3,15 NTU, (Tabelas 5 e 6 e Figura 22). Avaliando-se por trecho ou ambiente da área monitorada, os valores médios mais elevados de turbidez foram registrados no trecho lótico final para ambas as campanhas, com 5,03 NTU e 5,30 NTU respectivamente. Enquanto que os menores valores médios registrados ocorreram nos reservatórios de Sobradinho e Delmiro Gouveia, na primeira campanha e no reservatório de Delmiro Gouveia na segunda campanha, com 1,00 NTU e 1,50 NTU, respectivamente. Os valores mensurados de turbidez para o período de fevereiro/2021 estão dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução 357/05 do CONAMA, que é de 100,00 NTU (Figura 22).

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A demanda bioquímica de oxigênio nas estações de amostragem variou entre 0,56 mg/L em SOB 22 a 2,46 mg/L em XIN 10 e uma média para todas as estações de 1,53 mg/L na primeira campanha e entre 0,65 mg/L em XIN 01 a 2,69 mg/L em ITA 01 e média de 1,56 mg/L na segunda campanha (Tabelas 5 e 6, Figura 23). Os valores médios de DBO foram mais elevados no reservatório de PAIV, com 2,34 mg/L, na primeira campanha e no trecho lótico final na segunda, com 2,08 mg/L, enquanto que os mais baixos foram registrados no reservatório de 0,70 mg/L respectivamente. Os valores mensurados de DBO para o período de fevereiro/2021 estão dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução 357/05 do CONAMA, que é de 5,00 mg/L (Figura 22).

Carbono Orgânico Total (COT)

A concentração de carbono orgânico total dentre as estações de amostragem variou entre 5,23 mg/L em BSF 02 e 6,44 mg/L em MOX 04 na primeira campanha e entre 4,79 mg/L em SOB 24 e BSF 06 e 6,82 mg/L em PA 02 e médias para ambas as campanhas de 5,67 mg/L e 5,61 mg/L, respectivamente (Tabelas 5 e 6, Figura 24). Analisando os valores médios por ambiente, nos mostram que os menores valores ocorreram no reservatório de Delmiro Gouveia na primeira campanha, com 5,45 mg/L e no trecho lótico final na segunda campanha, com 5,16 mg/L, enquanto que o maior ocorreu no reservatório de Sobradinho na primeira campanha e no reservatório de Delmiro Gouveia na segunda campanha, com 6,33 mg/L e 6,82 mg/L, respectivamente.

Sólidos totais e sedimentáveis

A concentração de sólidos totais na água dentre as estações de amostragem teve um valor mínimo de 0,0004 g/L na estação XIN 04 e um valor máximo de 0,0105 g/L em BSF 11 e uma média para todas as estações de 0,0020 g/L na primeira campanha. Na segunda campanha apresentou um mínimo de 0,0003 g/L em PAIV 01 e um máximo de 0,0046 g/L em BSF 16, apresentando ainda uma média para todas as estações de 0,0015 g/L. Ao analisarmos as médias por ambiente, encontramos para a primeira e segunda campanha um valor mínimo de 0,0008 g/L para o reservatório de Sobradinho e 0,0003 g/L no reservatório de PAIV e valores máximos de 0,0044 g/L e de 0,0034 g/L para o trecho lótico final em ambas as campanhas respectivamente (Tabelas 7 e 8 e Figura 25).

Quanto à fração orgânica, foi registrado na primeira campanha uma concentração mínima de 0,0004 g/L nas estações MOX 04 e XIN 04 e uma máxima de 0,0030 g/L em XIN 10 e uma média de 0,0009 g/L. Na segunda campanha registrou-se concentrações mínima de 0,0002 g/L em ITA 11 e uma máxima de 0,0035 g/L em BSF 06 e uma média de 0,0012 g/L para todas as estações. Quanto as médias por ambiente, a mais baixa ocorreu no reservatório de Delmiro Gouveia na primeira campanha de 0,0006 g/L e a mais alta no reservatório de Xingó, com 0,0013 g/L, na segunda campanha, a mais alta ocorreu no trecho lótico final, com 0,0026 g/L e a mais baixa no reservatório de PAIV, com 0,0003 g/L (Tabelas 7 e 8 e Figura 26). Quanto a fração inorgânica foi registrado valores nulos em ITA 10, ITA 11, MOPI 09, PAIV

01, XIN 01, XIN 04 e BSF 06 e um valor máximo de 0,0088 g/L em BSF 11 e uma média para todas as estações de 0,0010 g/L na primeira campanha, enquanto que na segunda campanha os valores de concentração nula ocorreram nas estações SOB 22, SOB 25, SOB 29, ITA 08, MOPI 01, MOX 03, MOX 04, MOPI 09, PAIV 01, XIN 01, XIN 10, BSF 02 e BSF 06, o valor máximo ocorreu na estação BSF 16 com 0,0017 g/L e um valor médio de 0,0003 g/L. Os valores médios por ambiente mostram que o reservatório de PAIV na primeira e segunda campanha registrou o valor nulo, enquanto que o trecho lótico final apresentou média mais alta na primeira campanha, com 0,0033 g/L e o reservatório de Sobradinho na segunda campanha apresentou a mais alta, com 0,0016 g/L (Tabelas 7 e 8 e Figura 27).

Os sólidos sedimentáveis não atingiram o limite de detecção do método (<0,1 mL/L) (Tabelas 7 e 8).

Perfil da Estação SOB 19

Os dados relativos às variáveis ambientais de campo, monitoradas na estação SOB 19 Centro, Direita e Esquerda, do reservatório de Sobradinho, constam das Tabelas 9 a 14, referentes à 1ª. e 2ª. campanhas de fevereiro/2021. As Figuras 28 a 31 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 as campanhas. Na primeira, a temperatura oscilou entre 26,40 °C a 28,10 °C, a condutividade variou de 75,80 uS/cm a 78,40 uS/cm, a salinidade variou de 0,02 a 0,03 e os sólidos totais dissolvidos ficou estável em 48,10 mg/L. O mesmo ocorreu com o oxigênio dissolvido com médias variando 7,40, 7,64 e 7,59 mg/L para SOB 19E, SOB 19C e SOB 19D, respectivamente, enquanto que o pH oscilou entre 7,89 a 8,61. Na segunda campanha, a temperatura da água variou de 26,60°C a 27,5°C, o pH manteve-se alcalino, com medidas entre 7,97 a 8,62 para as estações. A condutividade elétrica variou de 76,30 uS/cm a 77,50 uS/cm e os sólidos totais dissolvidos apresentaram-se estáveis em 48,10 mg/L, enquanto que a salinidade ficou constante em 0,03, o oxigênio dissolvido apresentou médias levemente inferiores ou igual das obtidas na primeira campanha, com 7,05, 7,13 e 7,59 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 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 fevereiro/2021.

Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	STD (mg/L)
Sup	28,10	7,89	78,40	8,41	107,80	0,03	48,10
1	28,10	8,09	78,40	7,90	101,00	0,03	48,10
2	28,10	8,18	78,30	7,83	101,00	0,03	48,10
3	28,10	8,20	78,30	7,90	103,00	0,03	48,10
4	28,00	8,23	78,10	7,86	101,00	0,03	48,10
5	27,50	8,25	77,50	7,80	98,60	0,03	48,10
6	27,50	8,27	77,40	7,93	101,00	0,03	48,10
7	27,40	8,23	77,30	7,93	100,50	0,03	48,10
8	27,40	8,27	77,00	7,95	100,60	0,03	48,10
9	27,30	8,27	76,90	7,80	98,90	0,03	48,10
10	27,20	8,26	76,90	7,52	95,30	0,03	48,10
11	27,20	8,25	76,80	7,44	95,90	0,03	48,10
12	27,20	8,23	76,90	7,66	96,30	0,03	48,10
13	27,20	8,22	76,50	7,86	98,80	0,03	48,10
14	26,80	8,21	76,30	7,70	96,10	0,03	48,10
15	26,80	8,20	76,10	7,70	99,10	0,03	48,10
16	26,70	8,18	76,00	7,32	92,20	0,03	48,10
17	26,70	8,15	75,90	7,40	92,30	0,03	48,10
18	26,60	8,14	75,90	7,20	93,50	0,03	48,10
19	26,60	8,09	75,90	7,10	90,40	0,03	48,10
20	26,60	8,09	75,90	6,97	88,40	0,03	48,10
21	26,60	8,09	75,90	6,97	88,40	0,03	48,10

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 fevereiro/2021.

Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	STD (mg/L)
Superfície	28,10	8,11	78,30	7,96	101,60	0,03	48,10
1	28,10	8,20	78,30	7,49	96,20	0,03	48,10
2	28,10	8,24	78,30	7,78	100,20	0,03	48,10
3	28,10	8,26	78,30	7,75	97,20	0,03	48,10
4	28,10	8,27	78,20	7,82	100,40	0,03	48,10
5	27,90	8,29	77,90	7,96	100,90	0,03	48,10
6	27,70	8,29	77,50	7,83	98,50	0,03	48,10
7	27,50	8,27	77,40	7,88	99,80	0,03	48,10
8	27,50	8,30	77,20	7,86	99,50	0,03	48,10
9	27,40	8,30	77,10	7,35	95,30	0,03	48,10
10	27,40	8,30	77,10	7,48	96,80	0,03	48,10
11	27,30	8,29	77,00	7,55	97,10	0,03	48,10
12	27,20	8,28	76,90	7,81	95,50	0,03	48,10
13	27,20	8,26	76,80	7,90	99,50	0,03	48,10
14	27,10	8,26	76,80	7,73	97,10	0,03	48,10
15	27,10	8,25	76,80	7,18	90,10	0,03	48,10
16	27,00	8,24	76,60	7,32	94,00	0,03	48,10
17	26,80	8,20	76,60	5,88	74,40	0,03	48,10

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 fevereiro/2021.

Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	STD (mg/L)
Superfície	28,10	8,61	78,40	8,46	78,40	0,02	48,10
1	28,10	8,18	78,40	8,00	78,40	0,03	48,10
2	28,10	8,11	78,40	8,03	78,40	0,03	48,10
3	28,10	8,12	78,00	7,82	78,00	0,03	48,10
4	27,80	8,13	77,60	7,94	77,60	0,03	48,10
5	27,50	8,13	77,10	8,02	77,10	0,03	48,10
6	27,30	8,14	76,80	7,67	76,80	0,03	48,10
7	27,30	8,15	76,80	7,75	76,80	0,03	48,10
8	27,20	8,14	76,70	7,32	76,80	0,03	48,10
9	27,20	8,13	76,70	7,80	76,80	0,03	48,10
10	27,10	8,13	76,70	7,75	76,80	0,03	48,10
11	27,10	8,12	76,70	7,72	76,80	0,03	48,10
12	27,10	8,11	76,70	7,69	76,80	0,03	48,10
13	27,10	8,11	76,70	7,41	76,80	0,03	48,10
14	27,10	8,11	76,70	7,40	76,80	0,03	48,10
15	27,10	8,09	76,70	7,57	76,80	0,03	48,10
16	27,10	8,10	76,20	7,53	76,20	0,03	48,10
17	26,70	8,09	76,00	7,14	76,00	0,03	48,10
18	26,60	8,07	75,90	7,04	75,90	0,03	48,10
19	26,60	8,04	75,90	7,02	75,90	0,03	48,10
20	26,60	8,02	75,80	6,89	75,80	0,03	48,10
21	26,60	8,02	75,80	6,89	75,80	0,03	48,10
22	26,60	8,02	75,80	6,89	75,80	0,03	48,10
23	26,60	8,02	75,80	6,89	75,80	0,03	48,10
24	26,60	8,02	75,80	6,89	75,80	0,03	48,10
25	26,60	8,02	75,80	6,89	75,80	0,03	48,10
26	26,60	8,02	75,80	6,89	75,80	0,03	48,10
27	26,60	8,02	75,80	6,89	75,80	0,03	48,10
28	26,60	8,02	75,80	6,89	75,80	0,03	48,10
29	26,40	8,13	75,80	6,98	75,80	0,03	48,10

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 fevereiro/2021.

Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	STD (mg/L)
Superfície	27,50	8,08	77,50	8,19	104,00	0,03	48,10
1	27,40	8,14	77,50	7,54	96,40	0,03	48,10
2	27,40	8,20	77,10	7,17	91,10	0,03	48,10
3	27,10	8,21	76,60	7,61	96,50	0,03	48,10
4	27,00	8,22	76,60	7,12	89,20	0,03	48,10
5	26,90	8,22	76,40	7,24	89,90	0,03	48,10
6	26,90	8,21	76,40	7,38	92,60	0,03	48,10
7	26,90	8,19	76,50	7,53	94,60	0,03	48,10
8	26,90	8,18	76,50	7,35	91,70	0,03	48,10
9	26,80	8,17	76,50	7,33	92,50	0,03	48,10
10	26,80	8,17	76,40	7,28	95,10	0,03	48,10
11	26,80	8,13	76,40	7,27	91,50	0,03	48,10
12	26,80	8,12	76,40	7,34	94,10	0,03	48,10
13	26,80	8,14	76,40	6,79	85,40	0,03	48,10
14	26,80	8,14	76,40	6,77	84,30	0,03	48,10
15	26,80	8,11	76,40	7,25	90,30	0,03	48,10
16	26,80	8,11	76,40	6,87	85,80	0,03	48,10
17	26,80	8,10	76,40	6,45	79,40	0,03	48,10
18	26,70	8,08	76,40	6,93	86,30	0,03	48,10
19	26,70	8,08	76,40	6,35	79,50	0,03	48,10
20	26,70	8,06	76,40	6,70	82,90	0,03	48,10
21	26,70	8,06	76,40	6,70	82,90	0,03	48,10
22	26,70	8,08	76,40	6,89	86,00	0,03	48,10

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 fevereiro/2021.

Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	STD (mg/L)
Superfície	27,40	8,11	77,30	7,94	100,30	0,03	48,10
1	27,30	8,15	77,20	7,65	97,00	0,03	48,10
2	27,30	8,17	77,10	7,50	94,40	0,03	48,10
3	27,20	8,20	76,80	7,96	100,10	0,03	48,10
4	27,10	8,21	76,70	7,84	98,40	0,03	48,10
5	27,00	8,20	76,70	7,42	93,40	0,03	48,10
6	27,00	8,18	76,70	7,76	98,10	0,03	48,10
7	26,90	8,21	76,70	7,38	92,60	0,03	48,10
8	26,90	8,20	76,70	7,80	97,70	0,03	48,10
9	26,90	8,18	76,70	7,57	95,20	0,03	48,10
10	26,90	8,18	76,50	7,71	97,80	0,03	48,10
11	26,80	8,16	76,50	7,70	97,10	0,03	48,10
12	26,80	8,17	76,50	7,56	94,60	0,03	48,10
13	26,80	8,13	76,50	7,42	92,80	0,03	48,10
14	26,80	8,15	76,50	7,29	92,70	0,03	48,10
15	26,70	8,15	76,50	7,31	91,20	0,03	48,10
16	26,70	8,14	76,50	7,33	92,50	0,03	48,10
17	26,70	8,12	76,50	7,53	93,80	0,03	48,10

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 fevereiro/2021.

Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	STD (mg/L)
Superfície	27,30	8,62	77,00	7,77	97,50	0,03	48,10
1	27,20	8,58	77,00	7,67	97,40	0,03	48,10
2	27,20	8,51	76,90	7,68	96,80	0,03	48,10
3	27,20	8,44	76,80	7,47	93,50	0,03	48,10
4	27,00	8,33	76,50	7,55	94,20	0,03	48,10
5	26,90	8,20	76,50	7,58	94,90	0,03	48,10
6	26,90	8,19	76,40	7,39	94,00	0,03	48,10
7	26,90	8,15	76,40	7,40	92,60	0,03	48,10
8	26,90	8,09	76,40	7,40	93,50	0,03	48,10
9	26,80	8,07	76,40	7,33	91,50	0,03	48,10
10	26,80	8,07	76,40	7,01	87,80	0,03	48,10
11	26,80	8,05	76,40	7,08	88,30	0,03	48,10
12	26,80	8,04	76,40	7,04	88,30	0,03	48,10
13	26,80	8,02	76,40	7,15	91,40	0,03	48,10
14	26,80	8,00	76,40	7,02	88,50	0,03	48,10
15	26,80	8,00	76,40	6,91	86,50	0,03	48,10
16	26,80	7,98	76,40	6,95	86,90	0,03	48,10
17	26,80	7,99	76,30	6,81	85,20	0,03	48,10
18	26,80	7,98	76,30	6,68	82,90	0,03	48,10
19	26,70	7,98	76,30	6,77	84,60	0,03	48,10
20	26,70	7,97	76,30	6,23	78,20	0,03	48,10
21	26,70	7,97	76,30	6,70	84,00	0,03	48,10
22	26,70	7,97	76,30	6,70	84,00	0,03	48,10
23	26,70	7,97	76,30	6,70	84,00	0,03	48,10
24	26,70	7,97	76,30	6,70	84,00	0,03	48,10
25	26,70	7,97	76,30	6,70	84,00	0,03	48,10
26	26,70	7,97	76,30	6,70	84,00	0,03	48,10
27	26,70	7,97	76,30	6,70	84,00	0,03	48,10
28	26,60	7,98	76,30	6,63	86,20	0,03	48,10

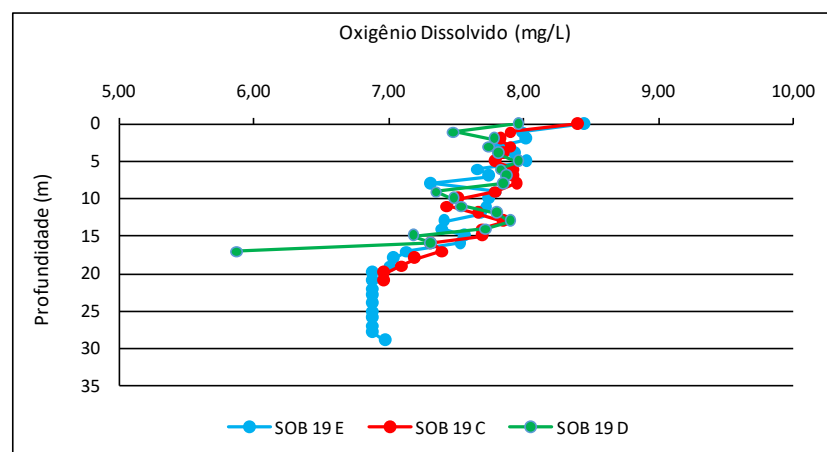
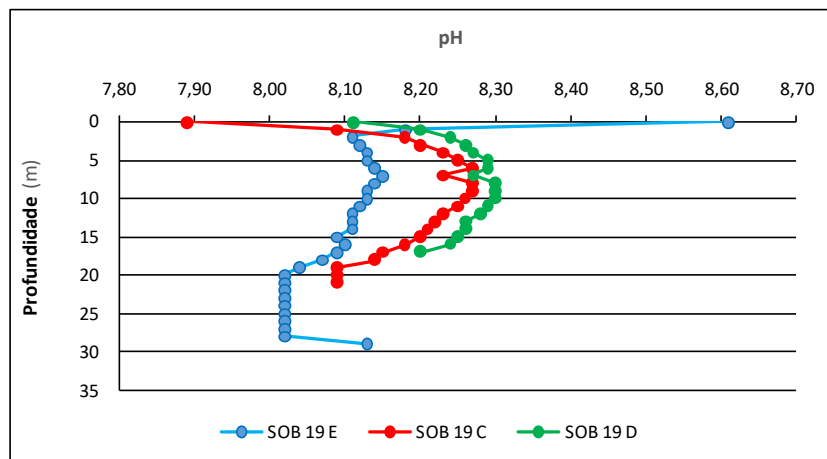
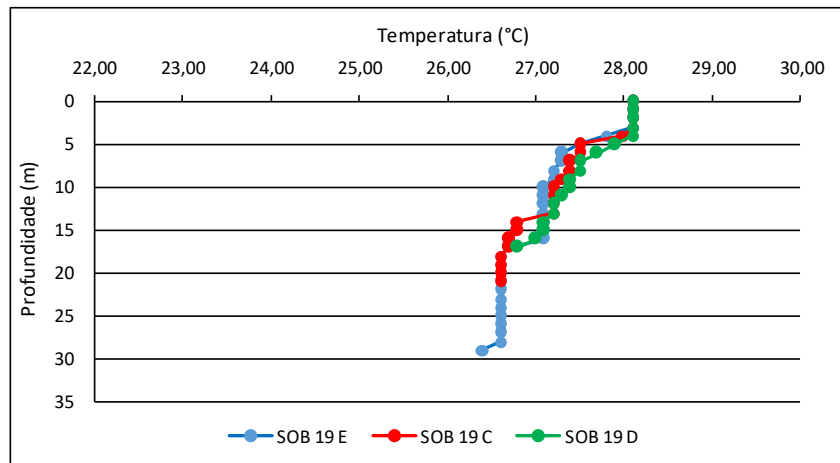


Figura 28 – Perfis verticais da temperatura, pH e concentração de oxigênio dissolvido da água na estação SOB 19 Centro, Esquerda e Direita, referentes à 1ª. campanha de monitoramento de fevereiro/2021.

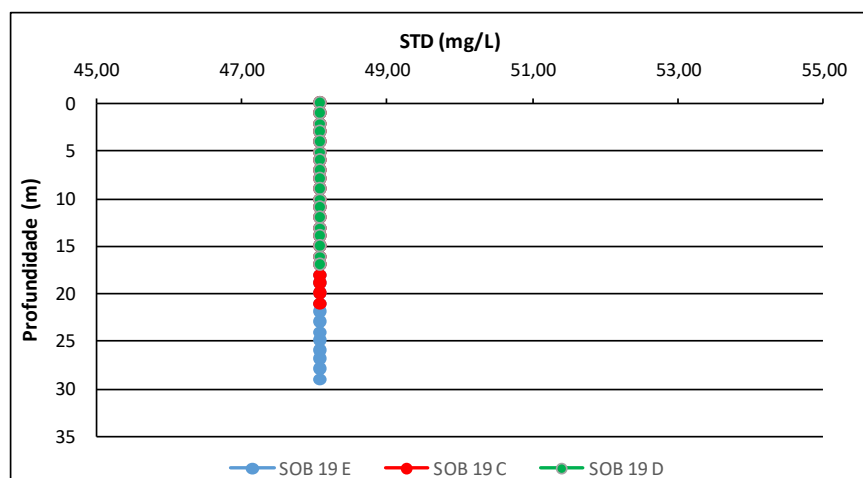
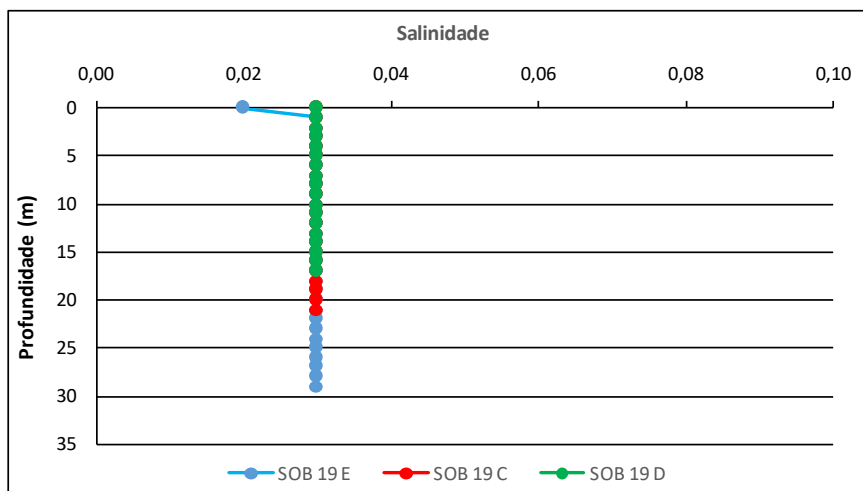
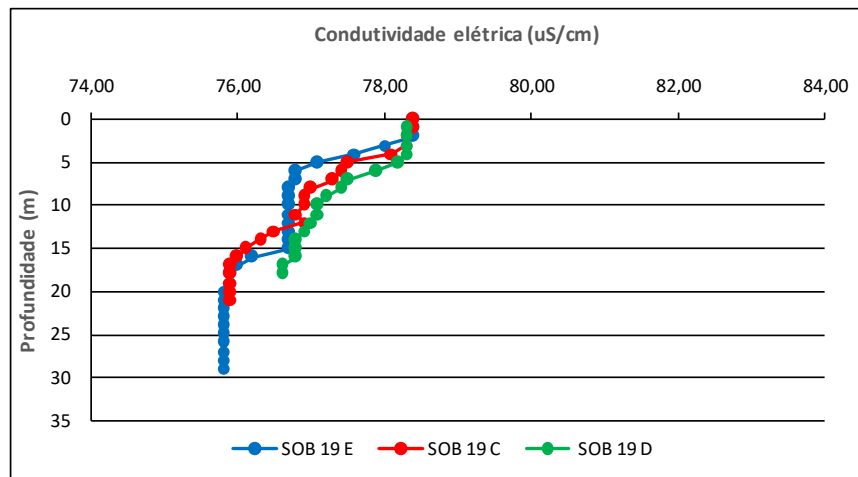


Figura 29 – Perfis verticais da condutividade, salinidade e dos sólidos totais dissolvidos (STD) da água na estação SOB 19 Centro, Esquerda e Direita, referentes à 1ª. campanha de monitoramento de fevereiro/2021.

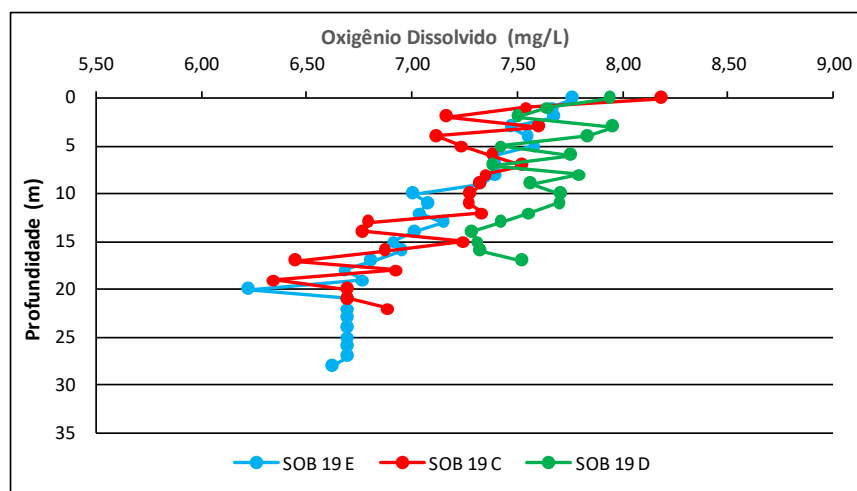
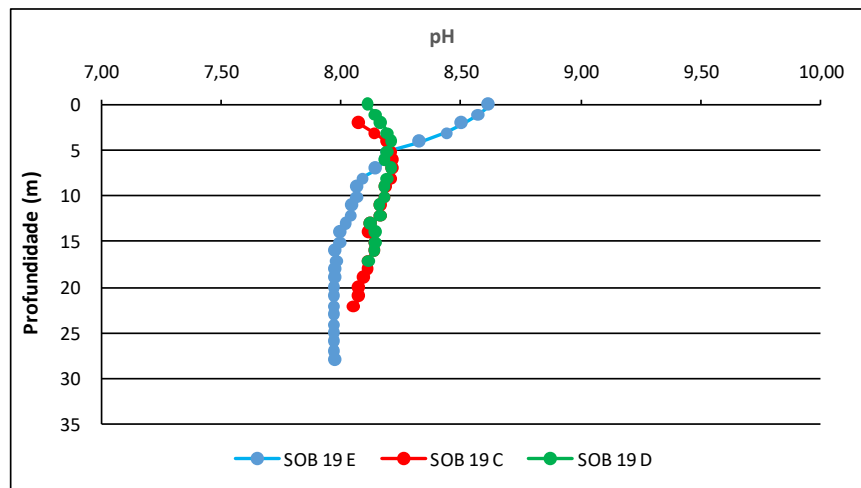
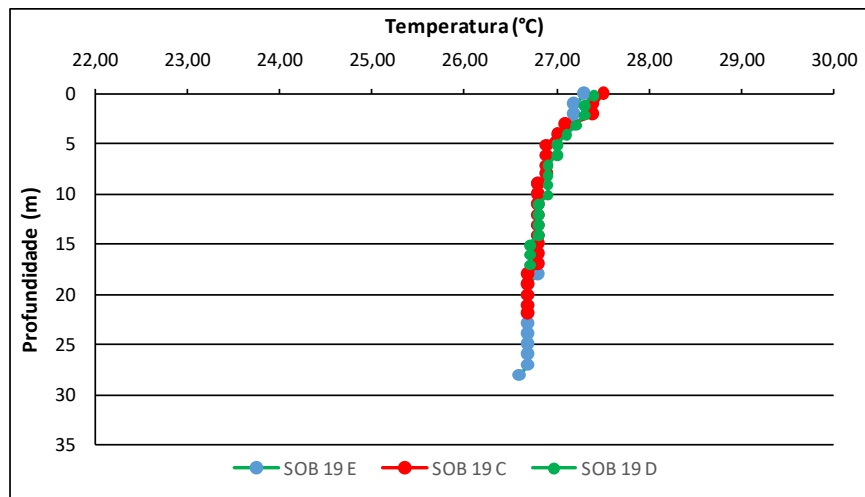


Figura 30 – Perfis verticais da temperatura, pH e concentração de oxigênio dissolvido da água na estação SOB 19 Centro, Esquerda e Direita, referentes à 2ª. campanha de monitoramento de fevereiro/2021.

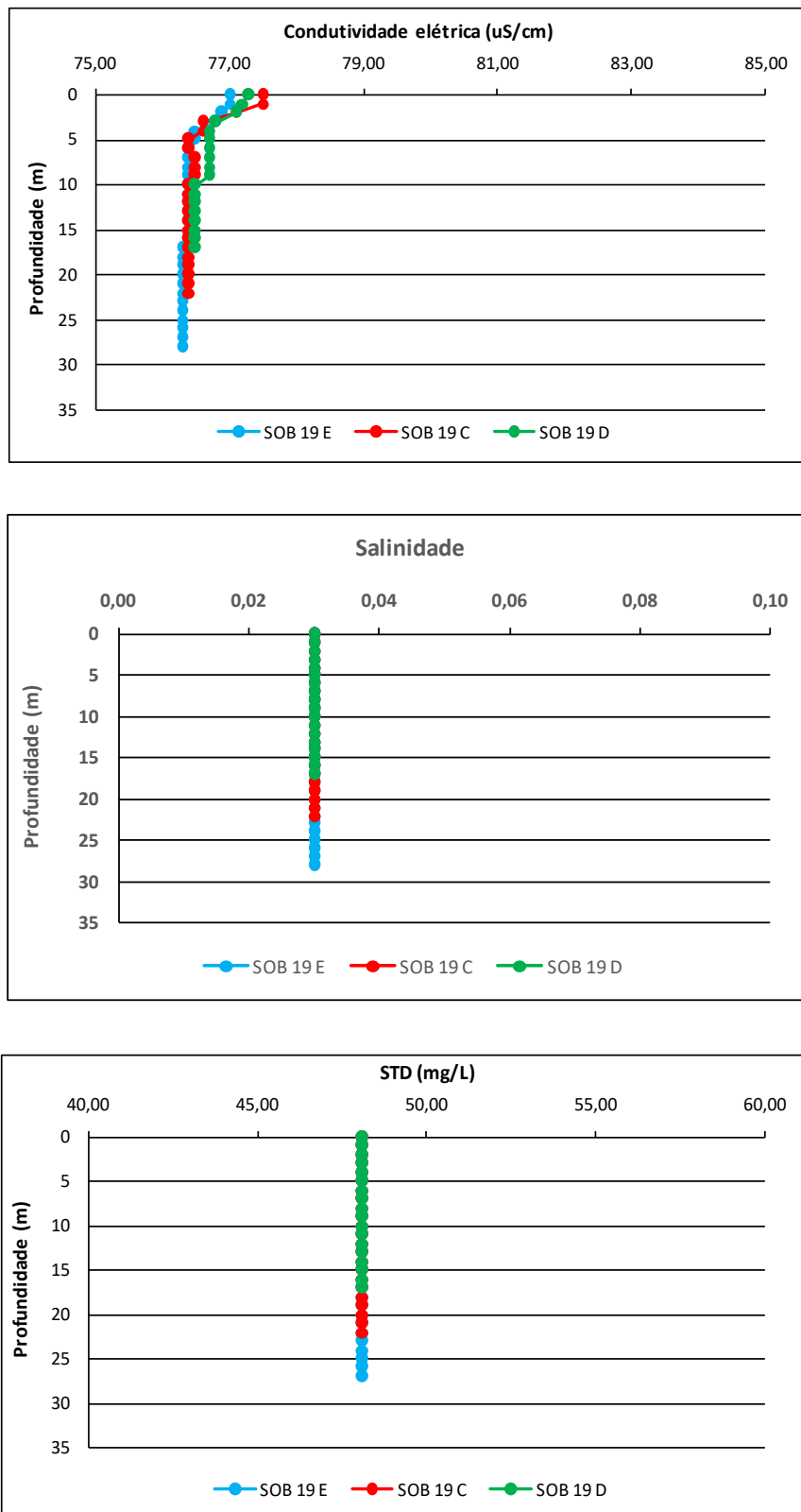


Figura 31 – Perfis verticais da condutividade elétrica, salinidade e dos sólidos totais dissolvidos (STD) da água na estação SOB 19 Centro, Esquerda e Direita, referentes à 2ª. campanha de monitoramento de fevereiro/2021.

4. MONITORAMENTO DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA

Introdução

Os reservatórios são a principal fonte de água para a região semiárida brasileira (BOUVY et al., 2000). Esta região é caracterizada por apresentar precipitação inferior a 800 mm, elevada evaporação e risco de seca maior que 60% (BRASIL, 2005). Estes fatores contribuem para a redução do volume dos reservatórios e falta d'água em toda a região (BRASIL, 2004; GARFÌ et al., 2011). Além disso, fenômenos climáticos, como *El niño* e *La niña*, criam um cenário de irregularidade pluviométrica, com anos extremamente secos e anos chuvosos (SUASSUNA, 2005).

No semiárido brasileiro encontra-se um dos principais rios da América Latina, o Rio São Francisco, com uma extensão de 2.800 km e vazão média de 2.700 m³/s (BRASIL, 2004). Este rio atravessa os estados de Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe (GODINHO; GODINHO, 2003). Com a transposição do Rio São Francisco, é esperado que haja uma significativa mudança socioeconômica no Nordeste do Brasil, devido a garantia de oferta de água para diversos estados, mudando a realidade de seca na região e fornecendo água para abastecimento humano, irrigação, dessedentação de animais e criação de peixes e camarão (BRASIL, 2004; SILVA et al., 2017).

Apesar dos benefícios relacionados à segurança hídrica, a transposição também pode causar diversos impactos nas bacias receptoras. Com destaque para as mudanças na composição de espécies dos rios e reservatórios, invasão de espécies exóticas de peixes (COSTA et al., 2017), moluscos bivalves (BARBOSA et al., 2016), macrófitas aquáticas (HENRY-SILVA et al., 2010) e microalgas (OLIVEIRA; MOURA; CORDEIRO-ARAÚJO, 2011). Com isso, o levantamento da diversidade e estrutura das comunidades aquáticas é essencial para o melhor gerenciamento dos reservatórios.

Uma das características do Rio São Francisco é a expressiva presença de reservatórios de hidrelétricas que, apesar dos benefícios para a produção de energia, podem alterar o fluxo dos rios, migração de espécies e contribuir para a emissão de gases do efeito estufa. Portanto, é considerada uma ameaça emergente para a biodiversidade aquática (REID et al., 2019). Nesse sentido, a construção de hidrelétricas é o principal fator que reduz o potencial

migratório de espécies de peixes em rios brasileiros (PELICICE; POMPEU; AGOSTINHO, 2015), além de causar extinções de espécies nativas (REID et al., 2019). Com isso, faz-se necessário o monitoramento da biodiversidade destes ambientes para antecipar problemas relacionados à redução da diversidade biológica e o surgimento de espécies invasoras.

Outro problema relacionado com o manejo dos reservatórios do semiárido é a ocorrência e proliferação de cianobactérias potencialmente tóxicas. Devido às altas temperaturas e elevadas concentrações de nutrientes, as florações são mais frequentes nesta região (BITTENCOURT-OLIVEIRA et al., 2014; AMORIM; DANTAS; MOURA, 2020; AMORIM; MOURA, 2021). Nestas florações, podem estar presentes linhagens produtoras de cianotoxinas, como microcistinas, saxitoxinas e cilindrospermopsinas (PAERL; OTTEN, 2013), as quais podem causar sérios problemas de saúde pública, incluindo irritação e morte de quem entra em contato (CARMICHAEL; BOYER, 2016).

O semiárido brasileiro vem experienciando frequentes episódios de florações de cianobactérias tóxicas por um longo período. O primeiro registro de intoxicação na região foi em 1988 no Reservatório de Itaparica, Rio São Francisco, no qual foram registrados mais de 2.000 casos de gastroenterites com 88 mortes, as quais estiveram relacionados com florações de *Anabaena* e *Microcystis* no reservatório (TEIXEIRA et al., 1993). Anos mais tarde, em uma clínica de hemodiálise em Caruaru, 76 pacientes morreram após contato com água contaminada com microcistinas, o caso ficou conhecido como a “Tragédia de Caruaru” (CARMICHAEL et al., 2001).

Após estes casos, tem sido frequente o número de estudos reportando a dominância de cianobactérias em ecossistemas aquáticos do Nordeste, com registro de diversas cianotoxinas (MOURA; ARAGÃO-TAVARES; AMORIM, 2018). Com isso, o Brasil se tornou o primeiro país a adotar legislação específica para estabelecer limites máximos toleráveis de cianotoxinas em água para consumo humano, sendo $1,0 \mu\text{g.L}^{-1}$ para microcistinas e cilindrospermopsina e $3,0 \mu\text{g.L}^{-1}$ para saxitoxinas, além de recomendar a análise de anatoxina-a(s), quando espécies potencialmente produtoras forem detectadas (BRASIL, 2011).

Com base nisso, o monitoramento do fitoplâncton em reservatórios de abastecimento ou de hidrelétricas se destaca como uma importante ferramenta que auxilia

no manejo da biodiversidade. O conhecimento da diversidade fitoplanctônica é útil para antecipar problemas relacionados às florações algais ou o desenvolvimento de espécies invasoras, como cianobactérias e o dinoflagelado *Ceratium* spp., auxiliando no gerenciamento destes ecossistemas.

Metodologia

As amostras foram coletadas em 26 estações limnológicas, com duas coletas quinzenais no mês de fevereiro de 2021, diretamente da subsuperfície da água. 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 bibliografia específica, tais como: Prescott e Vinyard (1982) para as clorófitas, John *et al.* (2002) para as euglenófitas e outros fitoflagelados, Ettl (1978) para as xantofíceas, Komárek e Cronberg (2001), Komárek e Anagnostidis (2005) e Komarek (2013) para cianobactérias, Popovsky e Pfiester (1990) para os dinoflagelados, Krammer e Lange-Bertalot (1991b) e Krammer e Lange-Bertalot (1991a) para as diatomáceas, além de trabalhos recentes dos diferentes grupos fitoplanctônicos. 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 relativa, riqueza de espécies e densidade dos principais grupos fitoplanctônicos.

4.1 RESULTADOS DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA

Os resultados referentes às análises fitoplanctônicas constam das Figuras 32 a 37.

A comunidade fitoplanctônica inventariada nos reservatórios de Sobradinho,

Itaparica, Moxotó, Paulo Afonso, Xingó e no Baixo São Francisco na 1ª campanha de monitoramento, realizada no período de 08 a 12 de fevereiro de 2021, foi representada por 88 táxons. Estes estiveram distribuídos em 7 Divisões: Chlorophyta (31), Bacillariophyta (22), Cyanobacteria (22), Cryptophyta (5), Dinophyta (4), Euglenophyta (2) e Chrysophyta (2) (ver Sinopse da 1ª Campanha). Nesta campanha, a classe do fitoplâncton com maior abundância relativa no total de amostras foi Cyanophyceae, representando 48,62% da comunidade fitoplanctônica total (Figura 32).

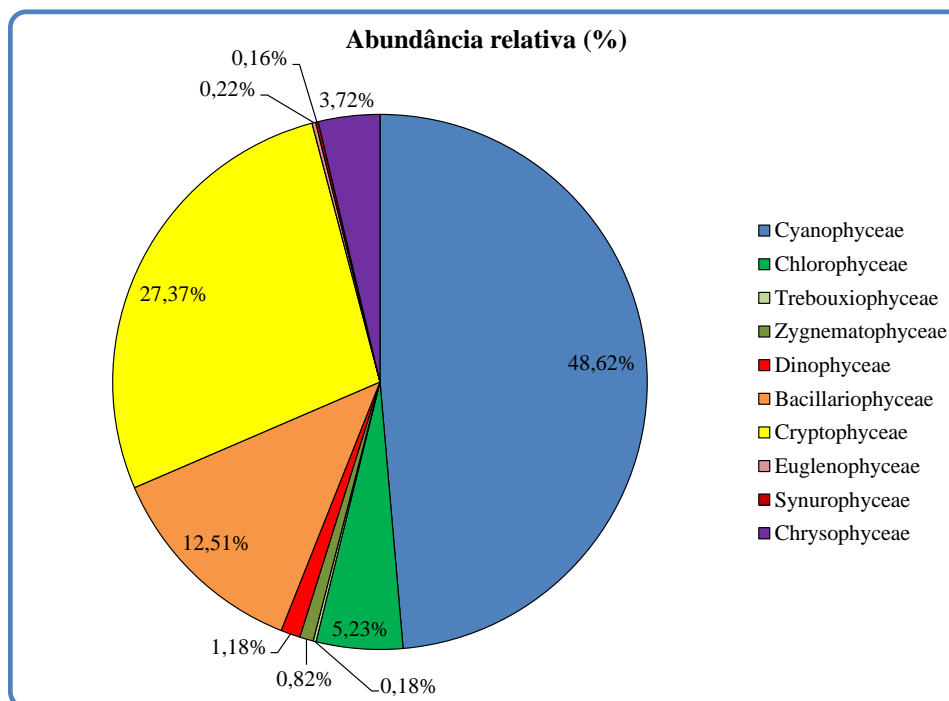


Figura 32- Abundância relativa da comunidade fitoplanctônica registrada entre 08 e 12 de fevereiro de 2021 (1ª Campanha).

Os pontos com a maiores valores de riqueza foram BSF11 com 30 espécies, XIN01 com 28 espécies e BSF02 com 24 espécies (Figura 33). As maiores densidades totais ocorreram em XIN10 e XIN04 com 187.698 cel/mL e 86.640 cel/mL, respectivamente (Figura 34). No ponto XIN10 ocorreram elevadas densidades da classe Cyanophyceae, representada principalmente por *Raphidiopsis raciborskii* e *Dactylococcopsis* sp.. A Tabela 15 apresenta a composição específica e os valores de densidade da comunidade fitoplanctônica nas diferentes estações na 1a. campanha de fevereiro/2021.

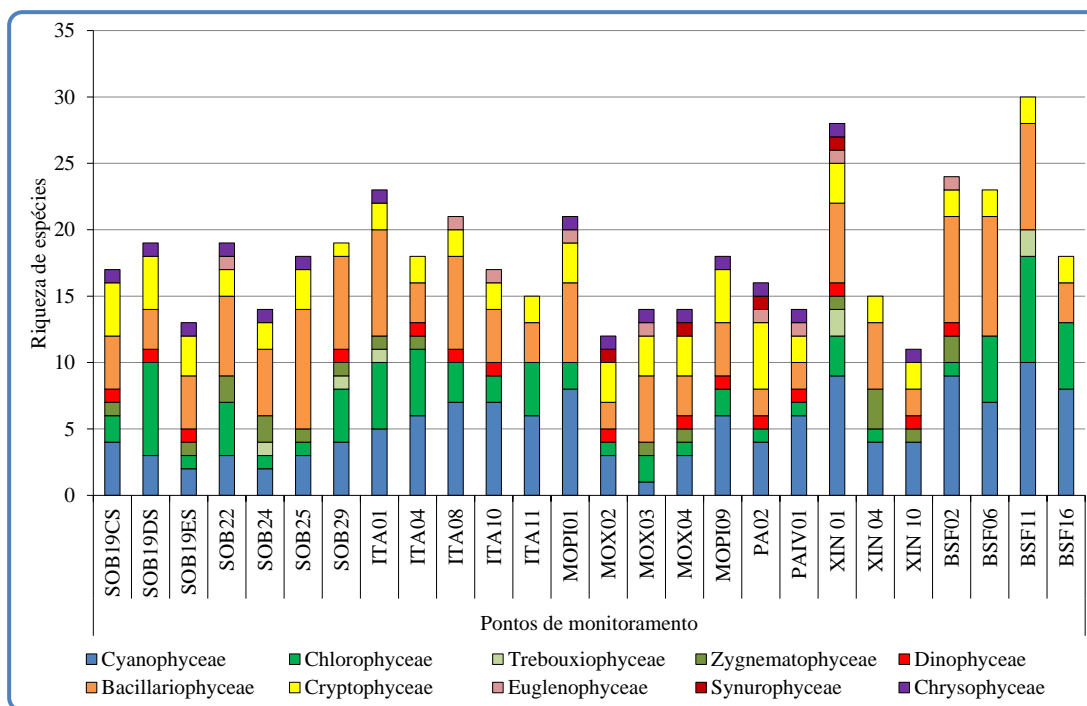


Figura 33- Riqueza fitoplanctônica por classe, registrada entre 08 e 12 de fevereiro de 2021 (1ª Campanha).

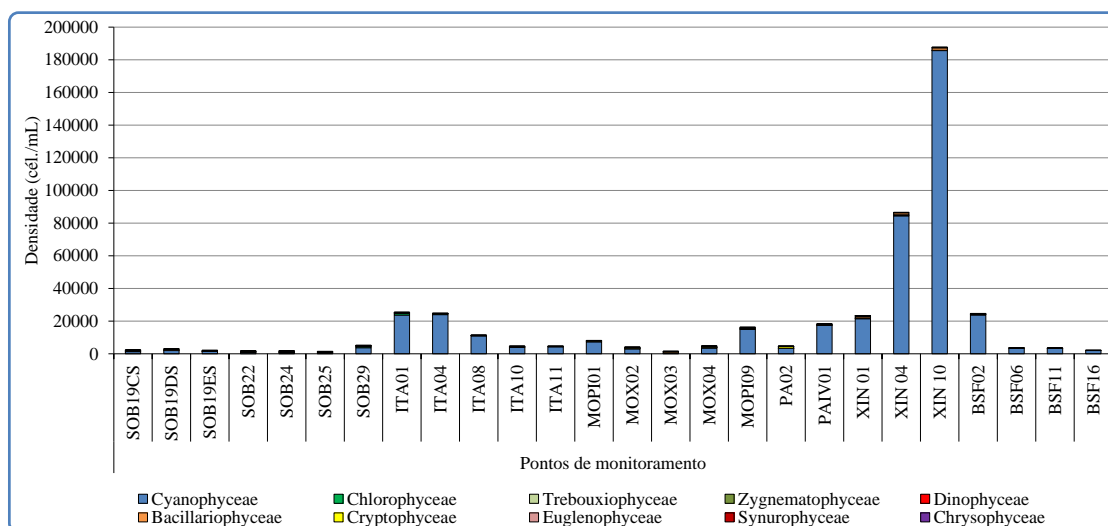


Figura 34- Densidade fitoplanctônica registrada entre 08 e 12 de fevereiro de 2021 (1ª. Campanha).

Na primeira campanha, foi registrada a presença das Cyanophyceae potencialmente tóxicas *Dolichospermum* sp. (Sobradinho, Itaparica e Moxotó), *Microcystis aeruginosa* (Sobradinho, Moxotó, Paulo Afonso e Xingó), *Microcystis protocystis* (Baixo São Francisco), *Planktothrix agardhii* (Baixo São Francisco), *Raphidiopsis raciborskii* (Moxotó, Xingó e Baixo

São Francisco), *Anabaena* sp. (Itaparica), *Anagnostidinema amphibium* (Sobradinho e Baixo São Francisco), *Pseudanabaena catenata* (Itaparica, Moxotó e Xingó), *Pseudanabaena mucicola* (Sobradinho, Itaparica, Moxotó, Paulo Afonso e Xingó), *Merismopedia tenuissima* (Sobradinho e Baixo São Francisco), *Synechocystis aquatilis* (Itaparica e Baixo São Francisco) e *Synechococcus* sp. (Moxotó, Paulo Afonso e Xingó) (ver Sinopse da 1ª Campanha).

Sinopse da composição algal ao longo do trecho monitorado na primeira campanha de fevereiro/2021. Espécies em negrito são potencialmente tóxicas.

Primeira campanha – Fevereiro de 2021

CYANOBACTERIA

Cyanophyceae

Chroococcales

Chroococcaceae

Chroococcus aphanocapsoides Skuja

Chroococcus limneticus Lemmermann

Chroococcus minutus (Keissler) Lemmermann

Chroococcus turgidus (Kützing) Nägeli

Dactylococcopsis sp.*

Microcystaceae

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

***Microcystis protocystis* W.B.Crow**

Nostocales

Aphanizomenonaceae

Dolichospermum* sp.*

***Raphidiopsis raciborskii* (Woloszynska) Aguilera, Berrendero Gómez, Kastovsky, Echenique & Salerno**

Nostocaceae

***Anabaena* sp.**

Oscillatoriales

Coleofasciculaceae

***Anagnostidinema amphibium* (C.Agardh ex Gomont) Strunecký, Bohunická, J.R.Johansen & J.Komárek**

Geitlerinema splendidum (Greville ex Gomont) Anagnostidis

Microcoleaceae

***Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek**

Pseudanabaenaceae

***Pseudanabaena catenata* Lauterborn**

***Pseudanabaena mucicola* (Naumann & Huber-Pestalozzi) Schwabe**

Synechococcales

Leptolyngbyaceae

Planktolyngbya limnetica (Lemmermann) Komárková-Legnerová & Cronberg

Merismopediaceae

Aphanocapsa delicatissima West & G.S.West
Aphanocapsa elachista West & G. S. West
Aphanocapsa holsatica (Lemmermann) G.Cronberg & Komárek
***Merismopedia tenuissima* Lemmermann**
***Synechocystis aquatilis* Sauvageau**

Synechococcaceae

***Synechococcus* sp.**

CHLOROPHYTA

Chlorophyceae

Chlamydomonadales

Volvocaceae

Volvox sp.

Sphaeropleales

Radiococcaceae

Eutetramorus nygaardii Komárek

Eutetramorus planctonicus (Korshikov) Bourrelly

Scenedesmaceae

Coelastrum indicum W.B.Turner

Coelastrum microporum Nägeli

Desmodesmus armatus var. *bicaudatus* (Guglielmetti) E.H.Hegewald

Desmodesmus communis (E.Hegewald) E.Hegewald

Scenedesmus acuminatus (Lagerheim) Chodat

Scenedesmus ecornis (Ehrenberg) Chodat

Scenedesmus obtusus Meyen

Schizochlamydeaceae

Planktosphaeria gelatinosa G.M.Smith

Selenastraceae

Ankistrodesmus fusiformis Corda

Kirchneriella irregularis (G. M. Smith) Korshinov

Kirchneriella lunaris (Kirchner) Möbius

Monoraphidium arcuatum (Korshikov) Hindák

Monoraphidium contortum (Thuret) Komárková-Legnerová

Monoraphidium griffithii (Berkeley) Komárková-Legnerová

Hidrodictyaceae

Monactinus simplex (Meyen) Corda

Tetraedron minimum (A. Braun) Hansgirg

Tetraëdron trigonum (Nägeli) Hansgirg

Oedogoniales

Oedogoniaceae

Oedogonium sp.

Trebouxiophyceae

Chlorellales

Chlorellaceae

Chlorella vulgaris Beyerinck [Beijerinck]

Oocystis sp.

- Oocystaceae
 - Crucigenia quadrata* Morren
 - Willea crucifera* (Wolle) D.M.John, M.J.Wynne & P.M.Tsarenko
- Trebouxiales
 - Botryococcaceae
 - Botryococcus braunii* Kützing
- Zygnematophyceae
 - Desmidiaceae
 - Closteriaceae
 - Closterium arcuatum* Brébisson ex Ralfs
 - Desmidiaceae
 - Cosmarium* sp.
 - Staurastrum tetracerum* Ralfs ex Ralfs
 - Zygnematales
 - Zygnemataceae
 - Mougeotia* sp.
 - Spirogyra* sp.
- BACILLARIOPHYTA
 - Bacillariophyceae
 - Bacillariales
 - Bacillariaceae
 - Cylindrotheca closterium* (Ehrenberg) Reimann & J. C. Lewin
 - Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith
 - Nitzschia* sp.
 - Cocconeidales
 - Achnanthidiaceae
 - Achnanthidium minutissimum* (Kützing) Czarnecki
 - Cocconeidaceae
 - Cocconeis placentula* Ehrenberg
 - Cymbellales
 - Cymbellaceae
 - Cymbella* sp.
 - Gomphonemataceae
 - Encyonema silesiacum* (Bleisch) D.G.Mann
 - Gomphonema augur* Ehrenberg
 - Gomphonema gracile* Ehrenberg
 - Gomphonema lagenula* Kützing
 - Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing
 - Eunotiales
 - Eunotiaceae
 - Eunotia pectinalis* (Kützing) Rabenhorst
 - Fragilariales
 - Fragilariaceae
 - Fragilaria capucina* Desmazières
 - Fragilaria crotonensis* Kitton

Synedra goulardii Brébisson ex Cleve & Grunow

Synedra ulna (Nitzsch) Ehrenberg

Naviculales

Naviculaceae

Navicula sp.

Pinnulariaceae

Pinnularia major (Kützing) Rabenhorst

Rhopalodiales

Rhopalodiaceae

Epithemia adnata (Kützing) Brébisson

Coscinodiscophyceae

Aulacoseirales

Aulacoseiraceae

Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen

Aulacoseira granulata var. *angustissima* (O. Müller) Simonsen

Mediophyceae

Stephanodiscales

Stephanodiscaceae

Cyclotella meneghiniana Kützing

DINOPHYTA

Dinophyceae

Gymnodiniales

Gymnodiniaceae

Gymnodinium sp.

Gonyaulacales

Ceratiaceae

Ceratium furcoides (Levander) Langhans

Peridinales

Peridiniaceae

Peridinium gatunense Nygaard in Ostenfeld & Nygaard

Peridinium sp.

EUGLENOPHYTA

Euglenophyceae

Euglenales

Euglenaceae

Euglena acus (O.F.Müller) Ehrenberg

Trachelomonas volvocina (Ehrenberg) Ehrenberg

CRYPTOPHYTA

Cryptophyceae

Cryptomonadales

Cryptomonadaceae

Cryptomonas brasiliensis A.Castro, C.Bicudo & D.Bicudo

Cryptomonas erosa Ehrenberg

Cryptomonas ovata Ehrenberg

Hemiselmidaceae

Chroomonas sp.
Pyrenomonadales
Pyrenomonadaceae
Rhodomonas lacustris Pascher & Ruttner
CHRYSOPHYTA
Chrysophyceae
Chromulinales
Chromulinaceae
Ochromonas sp.
Synurophceae
Synurales
Mallomonadaceae
Mallomonas caudata Iwanoff [Ivanov]

**Dactylococcopsis* sp., que também apresentou biomassa elevada, não foi identificada a nível de espécie, pois tem uma ampla variação morfométrica e ainda é necessário um estudo mais amplo de sua morfologia.

***Dolichospermum* sp. não foi identificada a nível de espécie, pois os espécimes registrados não possuíam heterócitos e acinetos, que são necessários para a identificação a nível específico.

Na 2ª Campanha de monitoramento realizada no período de 13 a 17 de fevereiro de 2021 nos reservatórios de Sobradinho, Itaparica, Moxotó, Paulo Afonso, Xingó e no Baixo São Francisco, a comunidade fitoplanctônica foi representada por 96 táxons distribuídos em 7 Divisões: Chlorophyta (35), Bacillariophyta (24), Cyanobacteria (24), Cryptophyta (5), Dinophyta (4), Euglenophyta (2) e Chrysophyta (2) (ver Sinopse da 2ª Campanha). O grupo com maior abundância relativa nesta campanha foi a classe Cyanophyceae, representando 48,47% da comunidade fitoplanctônica total (Figura 35).

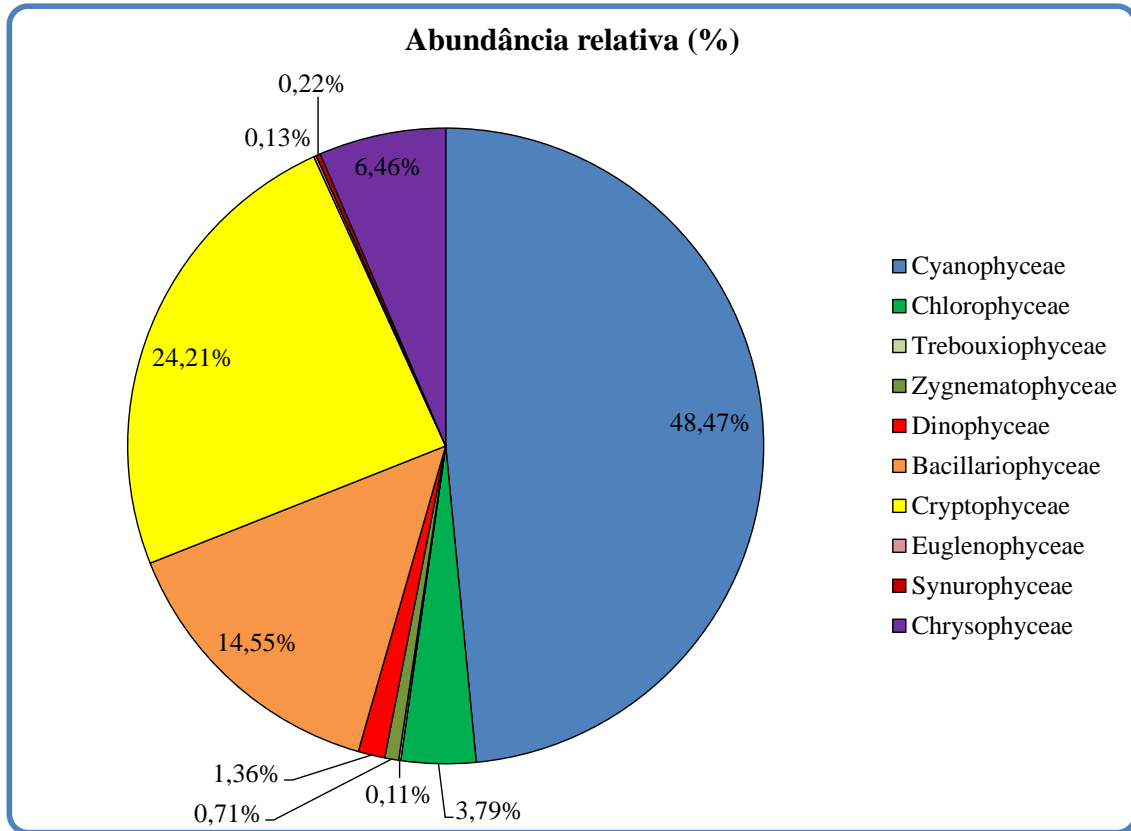


Figura 35- Abundância relativa da comunidade fitoplantônica registrada entre 13 e 17 de fevereiro de 2021 (2ª Campanha).

Os pontos com maiores valores de riqueza foram BSF11 com 23 espécies, XIN01 com 23 espécies e SOB29, MOP109 e BSF06 com 20 espécies (Figura 36). As maiores densidades foram verificadas em Xingó (XIN10 e XIN04). Em XIN10, a densidade total foi de 246.362 cel/mL e em XIN04 foi de 116.402 cel/mL (Figura 37). No ponto XIN10 ocorreram elevadas densidades da classe Cyanophyceae, representada por *Raphidiopsis raciborskii* e *Dactylococcopsis* sp.. A Tabela 16 apresenta a composição específica e os valores de densidade da comunidade fitoplantônica nas diferentes estações na 2a. campanha de fevereiro/2021.

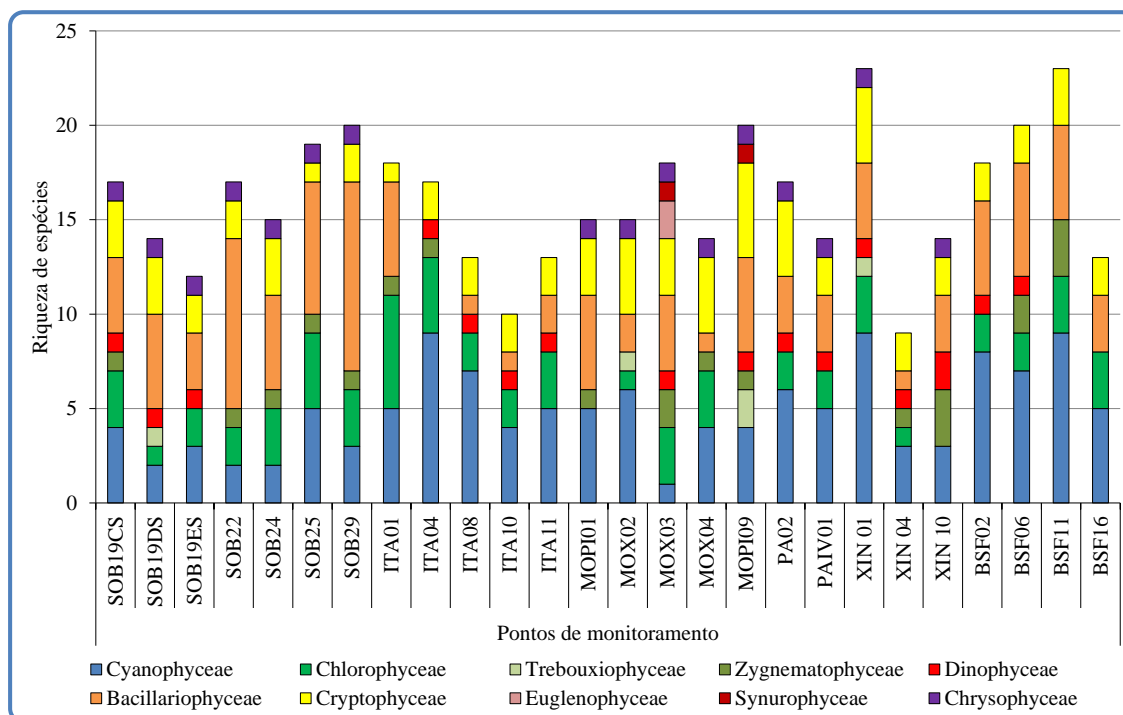


Figura 36- Riqueza fitoplantônica registrada entre 13 e 17 de fevereiro de 2021 (2ª. Campanha).

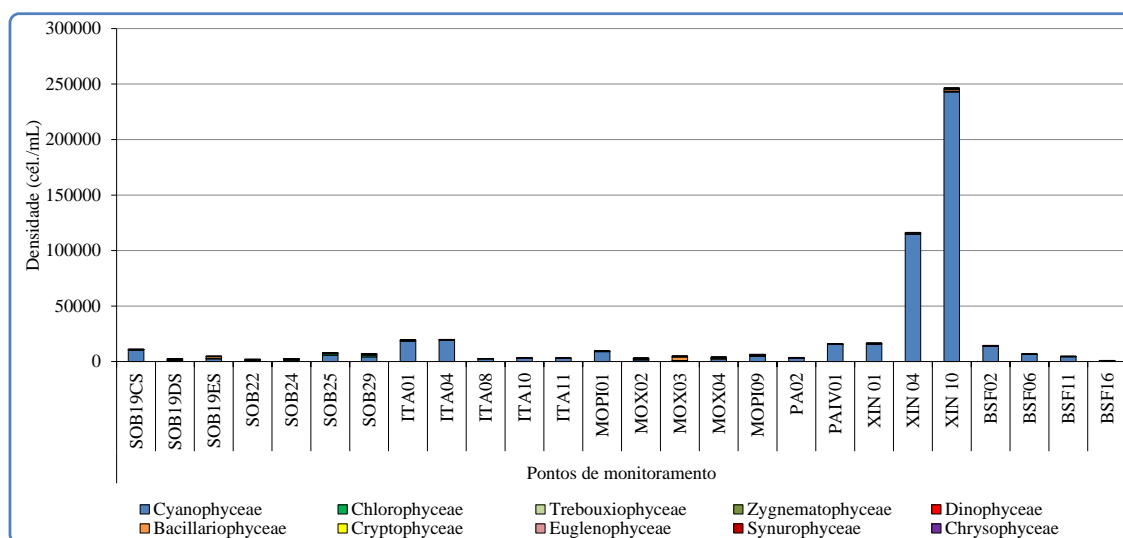


Figura 37- Densidade fitoplantônica registrada entre 13 e 17 de fevereiro de 2021 (2ª. Campanha).

Na segunda campanha foi registrada a presença das Cyanophyceae potencialmente tóxicas *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis protocystis*, *Sphaerospermopsis aphanizomenoides* (Sinopse 2ª Campanha).

Sinopse da composição algal ao longo do trecho monitorado na segunda campanha de fevereiro/2021. Espécies em negrito são potencialmente tóxicas.

Segunda campanha – Fevereiro de 2021

CYANOBACTERIA

Cyanophyceae

Chroococcales

Chroococcaceae

Chroococcus aphanocapsoides Skuja

Chroococcus minutus (Keissler) Lemmermann

Chroococcus turgidus (Kützing) Nägeli

Dactylococcopsis sp.*

Microcystaceae

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

***Microcystis protocystis* W.B.Crow**

Nostocales

Aphanizomenonaceae

Anabaenopsis elenkinii V.V.Miller

Dolichospermum* sp.*

***Raphidiopsis raciborskii* (Woloszynska) Aguilera, Berrendero Gómez, Kastovsky, Echenique & Salerno**

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

Oscillatoriales

Coleofasciculaceae

***Anagnostidinema amphibium* (C.Agardh ex Gomont) Strunecký, Bohunická, J.R.Johansen & J.Komárek**

Geitlerinema splendidum (Greville ex Gomont) Anagnostidis

Microcoleaceae

***Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek**

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

Oscillatoriaceae

***Oscillatoria princeps* Vaucher ex Gomont**

Pseudanabaenaceae

***Pseudanabaena catenata* Lauterborn**

***Pseudanabaena mucicola* (Naumann & Huber-Pestalozzi) Schwabe**

Synechococcales

Leptolyngbyaceae

Planktolyngbya limnetica (Lemmermann) Komárková-Legnerová & Cronberg

Merismopediaceae

Aphanocapsa delicatissima West & G.S.West

Aphanocapsa elachista West & G. S. West

Aphanocapsa holsatica (Lemmermann) G.Cronberg & Komárek

***Merismopedia tenuissima* Lemmermann**

***Synechocystis aquatilis* Sauvageau**

Synechococcaceae

***Synechococcus* sp.**

CHLOROPHYTA

Chlorophyceae

Chlamydomonadales

Chlamydomonadaceae

Chlamydomonas ehrenbergii Gorozhankin [Goroschankin]

Volvocaceae

Volvox sp.

Chlorococcales

Coelastraceae

Actinastrum hantzschii Lagerheim

Elakatothricaceae

Elakatothrix gelatinosa Wille

Sphaeropleales

Neochloridaceae

Golenkinia radiata Chodat

Radiococcaceae

Eutetramorus nygaardii Komárek

Eutetramorus planctonicus (Korshikov) Burrell

Radiococcus planktonicus J.W.G.Lund

Scenedesmaceae

Coelastrum indicum W.B.Turner

Desmodesmus communis (E.Hegewald) E.Hegewald

Hariotina reticulata P.A.Dangeard

Scenedesmus ecornis (Ehrenberg) Chodat

Scenedesmus obtusus Meyen

Selenastraceae

Kirchneriella irregularis (G. M. Smith) Korshinov

Kirchneriella lunaris (Kirchner) Möbius

Monoraphidium arcuatum (Korshikov) Hindák

Monoraphidium contortum (Thuret) Komárková-Legnerová

Monoraphidium griffithii (Berkeley) Komárková-Legnerová

Hidrodictyaceae

Monactinus simplex (Meyen) Corda

Pediastrum duplex Meyen

Tetraëdron minimum (A. Braun) Hansgirg

Tetraëdron trigonum (Nägeli) Hansgirg

Trebouxiophyceae

Chlorellales

Chlorellaceae

Chlorella vulgaris Beyerinck [Beijerinck]

Chlorella sp.

Oocystis borgei J. W. Snow

Trebouxiales

Botryococcaceae

Botryococcus braunii Kützing

Zygnematophyceae

Desmidiáles

Closteriaceae

Closterium arcuatum Brébisson ex Ralfs

Closterium diana Ehrenberg ex Ralfs

Desmidiaceae

Cosmarium sp.

Staurastrum chaetoceras (Schröder) G.M.Smith

Staurastrum gracile Ralfs ex Ralfs

Staurastrum leptocladum Nordstedt

Staurastrum tetracerum Ralfs ex Ralfs

Zygnematales

Zygnemataceae

Mougeotia sp.

Spirogyra sp.

BACILLARIOPHYTA

Bacillariophyceae

Bacillariales

Bacillariaceae

Bacillaria paxillifera (O.F.Müller) T.Marsson

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

Nitzschia palea (Kützing) W. Smith

Nitzschia sp.

Cocconeidales

Achnanthidiaceae

Achnanthidium minutissimum (Kützing) Czarnecki

Cocconeidaceae

Cocconeis placentula Ehrenberg

Cymbellales

Cymbellaceae

Cymbella sp.

Gomphonemataceae

Gomphonema augur Ehrenberg

Gomphonema gracile Ehrenberg

Gomphonema parvulum (Kützing) Kützing

Gomphonema sp.

Eunotiales

Eunotiaceae

Eunotia pectinalis (Kützing) Rabenhorst

Fragilariales

Fragilariaceae

Fragilaria capucina Desmazières

Fragilaria crotonensis Kitton

Synedra goulardii Brébisson ex Cleve & Grunow

- Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg
- Naviculales
 - Naviculaceae
 - Navicula* sp.
 - Pinnulariaceae
 - Pinnularia major* (Kützing) Rabenhorst
- Rhopalodiales
 - Rhopalodiaceae
 - Epithemia adnata* (Kützing) Brébisson
- Tabellariales
 - Tabellariaceae
 - Tabellaria* sp.
- Thalassiophysales
 - Catenulaceae
 - Amphora ovalis* (Kützing) Kützing
- Coscinodiscophyceae
 - Aulacoseirales
 - Aulacoseiraceae
 - Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen
- Rhizosoleniales
 - Rhizosoleniaceae
 - Urosolenia longiseta* (O. Zacharias) Edlund & Stoermer
- Mediophyceae
 - Stephanodiscales
 - Stephanodiscaceae
 - Cyclotella meneghiniana* Kützing
- DINOPHYTA
 - Dinophyceae
 - Gymnodiniales
 - Gymnodiniaceae
 - Gymnodinium* sp.
 - Gonyaulacales
 - Ceratiaceae
 - Ceratium furcoides* (Levander) Langhans
 - Peridinales
 - Peridiniaceae
 - Peridinium gatunense* Nygaard in Ostefeld & Nygaard
 - Peridinium* sp.
- EUGLENOPHYTA
 - Euglenophyceae
 - Euglenales
 - Euglenaceae
 - Trachelomonas hispida* (Perty) F. Stein
 - Trachelomonas volvocina* (Ehrenberg) Ehrenberg
- CRYPTOPHYTA

Cryptophyceae

Cryptomonadales

Cryptomonadaceae

Cryptomonas brasiliensis A.Castro, C.Bicudo & D.Bicudo

Cryptomonas erosa Ehrenberg

Cryptomonas ovata Ehrenberg

Hemiselmidaceae

Chroomonas sp.

Pyrenomonadales

Pyrenomonadaceae

Rhodomonas lacustris Pascher & Ruttner

CHRYSOPHYTA

Chrysophyceae

Chromulinales

Chromulinaceae

Ochromonas sp.

Synurophceae

Synurales

Mallomonadaceae

Mallomonas caudata Iwanoff [Ivanov]

**Dactylococcopsis* sp., que também apresentou biomassa elevada, não foi identificada a nível de espécie, pois tem uma ampla variação morfométrica e ainda é necessário um estudo mais amplo de sua morfologia.

***Dolichospermum* sp. não foi identificada a nível de espécie, pois os espécimes registrados não possuíam heterócitos e acinetos, que são necessários para a identificação a nível específico.

Comentários

Os grupos fitoplanctônicos mais representativos em termos de riqueza de espécies foram as diatomáceas, clorófitas e cianobactérias em todos os pontos amostrais na primeira e segunda campanha de fevereiro de 2021. Esses resultados foram semelhantes aos encontrados por Aragão-Tavares et al. (2015), Melo-Magalhães et al. (2000) e Franca e Coimbra (1998) nos reservatórios Itaparica e Xingó. No reservatório Xingó foram observados elevados picos de densidade de cianobactérias, representados, principalmente, pela espécie *Raphidiopsis raciborskii* nas duas campanhas de fevereiro de 2021. Aragão-Tavares et al. (2015) verificaram a presença de *R. raciborskii* nos reservatórios Itaparica e Xingó ao longo de um ano de estudo. A espécie *R. raciborskii* é uma das principais cianobactérias responsáveis pelas intensas florações nos reservatórios da região semiárida do nordeste do

Brasil (MOURA; ARAGÃO-TAVARES; AMORIM, 2018), como também em lagos, reservatórios e rios de todo o mundo (SINHA et al., 2012; BURFORD et al., 2006).

O crescimento excessivo de cianobactérias geralmente está relacionado à elevada disponibilidade de nutrientes na água. A capacidade de fixação de nitrogênio, armazenamento de fósforo, adaptação a baixa disponibilidade de luz e regulação da flutuabilidade na coluna d'água permite a colonização e rápido crescimento de *R. raciborskii* em diferentes ecossistemas aquáticos (KEHOE, 2010; BURFORD et al., 2006). Além disso, esta espécie pode tolerar uma ampla variação de temperatura, podendo crescer o ano todo em regiões tropicais (SOARES et al., 2013). Outra característica importante é a capacidade de produzir cianotoxinas, que são prejudiciais à saúde humana e aos animais aquáticos (CARMICHAEL et al., 2001; PUERTO et al., 2011).

Portanto, o monitoramento dos pontos amostrais ao longo do rio Rio São Francisco é de grande importância para os múltiplos usos, uma vez que diferentes condições tróficas ao longo do curso do rio podem trazer prejuízos econômicos, ambientais e a saúde pública pelo crescimento de espécies fitoplanctônicas nocivas.

Bacillariophyceae																										
<i>Aulacoseira granulata</i>	0	0	0	0	0	132	0	79	0	32	0	0	179	132	562	106	212	0	189	516	0	0	40	63	0	0
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	0	0	0	0	0	0	0	40	32	25	0
<i>Achnanthyidium minutissimum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	79	26	8	4
<i>Cocconeis placentula</i>	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	16	4	0	0
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	46	20	40	0	66	79	20	26	0	5	0	4	13	33	40	0	53	0	0	20	66	0	7	0	8	0
<i>Cylindrotheca closterium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cymbella</i> sp.	0	0	0	0	0	13	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Encyonema silesiacum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epithemia adnata</i>	0	0	0	0	0	53	0	0	0	5	0	0	7	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eunotia pectinalis</i>	0	0	0	0	0	13	20	0	0	0	0	7	0	0	0	0	18	0	0	66	0	7	0	0	0	0
<i>Fragilaria capucina</i>	0	0	0	7	0	0	0	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	265	0	0	0	0	0	0
<i>Fragilaria crotonensis</i>	159	463	159	0	60	26	20	0	0	16	0	0	0	0	0	112	0	0	258	0	0	357	95	75	0	0
<i>Gomphonema augur</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gomphonema gracile</i>	0	0	0	26	0	26	13	13	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gomphonema lagenula</i>	0	0	0	53	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gomphonema parvulum</i>	0	0	0	0	0	66	73	0	0	0	0	7	0	0	0	0	18	47	20	661	1389	7	5	0	0	0
<i>Navicula</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0
<i>Nitzschia palea</i>	0	0	0	7	13	0	0	0	16	16	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	4	0
<i>Nitzschia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	16	11	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0
<i>Pinnularia major</i>	13	7	7	33	26	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Synedra gouldarii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0
<i>Synedra ulna</i>	20	0	13	53	60	20	46	26	16	16	5	4	0	0	185	0	0	0	13	132	66	13	11	12	4	0
Subtotal	238	489	218	179	225	423	192	311	37	106	26	12	218	165	873	225	278	36	236	833	1190	1455	549	270	149	12
Dinophyceae																										
<i>Ceratium furcoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	132	7	0	0	0
<i>Gymnodinium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Peridinium gatunense</i>	26	46	46	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	26	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Peridinium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	11	11	16	0	0	0	0	0	36	19	26	0	0	0	0	0	0	0
Subtotal	26	46	46	0	0	0	7	0	11	11	16	0	0	7	0	26	40	36	19	26	0	132	7	0	0	0
Euglenophyceae																										
<i>Euglena acus</i>	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trachelomonas volvocina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	0	7	0	7	0	0	9	19	7	0	0	7	0	0	0
Subtotal	0	0	0	7	0	0	0	0	0	5	5	0	7	0	7	0	9	19	7	0	0	7	0	0	0	0
Synurophyceae																										
<i>Mallomonas caudata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	13	0	9	0	7	0	0	0	0	0	0
Subtotal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	13	0	9	0	7	0	0	0	0	0	0
Cryptophyceae																										
<i>Chroomonas</i> sp.	245	251	225	146	79	146	126	86	0	0	0	0	351	483	284	489	575	857	302	397	265	265	0	0	0	0
<i>Cryptomonas brasiliensis</i>	66	66	46	33	26	26	0	0	5	5	58	25	7	40	40	66	93	234	94	159	0	66	53	16	25	70
<i>Cryptomonas erosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cryptomonas ovata</i>	33	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	73	119	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhodomonas lacustris</i>	13	13	40	0	0	26	0	7	206	63	413	25	13	0	0	0	66	27	0	46	66	0	73	85	70	116
Subtotal	357	364	311	179	106	198	126	93	212	69	471	50	423	549	397	675	734	1154	397	602	331	331	126	101	95	186
Chrysophyceae																										
<i>Ochromonas</i> sp.	66	73	179	146	165	165	0	7	0	0	0	0	0	93	26	46	0	36	19	33	0	66	0	0	0	0
Subtotal	66	73	179	146	165	165	0	7	0	0	0	0	0	93	26	46	0	36	19	33	0	66	0	0	0	0
TOTAL	2368	3069	2209	1772	1832	1501	5231	25377	24894	11376	4661	4613	8115	4074	1515	4735	16224	4636	18188	23340	86640	187698	24656	3757	3611	2257

Tabela 15 – Composição e densidade da comunidade fitoplancônica das estações de monitoramento durante a 1ª campanha de fevereiro/2021 (continuação).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As variáveis limnológicas utilizadas para a avaliação da qualidade da água monitoradas apresentaram valores dentro dos limites recomendados pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2 para a maioria delas, com exceção da concentração de oxigênio dissolvido (MOX 03 nas duas campanhas) e de fósforo total (SOB 19 nas duas campanhas, ITA 01 e ITA04 na 1ª. campanha e todas as demais estações localizadas em Itaparica, Moxotó, Paulo Afonso e Xingó em ambas as campanhas). Nos trechos lóticos do submédio e baixo São Francisco, os valores de fósforo estiveram abaixo do limite estabelecido pelo CONAMA.

No trecho submédio, a vazão do rio São Francisco se manteve praticamente estável durante a 1ª. (entre 877 e 924 m³/s) e a 2ª. (entre 870 e 898 m³/s) campanhas, com médias respectivas de 896,0 e 875,7 m³/s, com ligeira redução no final da 1ª. campanha e ligeiro incremento no final da 2ª. campanha. No Baixo São Francisco, a vazão apresentou o mesmo padrão de variação entre as duas campanhas como no trecho submédio, tendo variado de 826 a 949 m³/s (média de 935,7 m³/s) e de 840 para 940 m³/s (média de 877,3 m³/s). A amplitude de variação da vazão entre as duas campanhas de fevereiro/2021, foi menor do submédio (47,3 e 28,3 m³/s) que no baixo (123,3 e 100,0 m³/s), em função do controle da vazão do rio São Francisco em níveis reduzidos em fevereiro/21. Em decorrência disto, poucas variáveis apresentaram valores excedendo os limites estabelecidos pelo CONAMA e em pontos com registro em períodos anteriores. Ressalta-se que nos trechos lóticos foram registrados valores de fósforo total abaixo do limite máximo estabelecido pelo CONAMA.

Em relação à comunidade fitoplanctônica, as cianofíceas continuam representando o grupo algal dominante (com abundâncias relativas totais entre 48,6 e 48,7%, respectivamente na 1ª. e 2ª. campanhas), seguidas pelas Cryptophyceae (27,4 e 24,2%) e Bacillariophyceae (12,5 e 14,6%). Conforme registrado em meses anteriores ao longo de 2020, foram registradas florações de cianofíceas com densidades superiores ao limite estabelecido pelo CONAMA (50.000 cél/mL), nas estações XIN 04 (84.458 e 114.682 cél/mL, respectivamente na 1ª. e 2ª. Campanhas) e XIN 10 (185.648 e 242.989 cél/mL). O segundo e terceiro grupos dominantes

em ambas as campanhas, continuam sendo as criptofíceas e bacilariofíceas (diatomáceas), sem registro de florações destes grupos em qualquer das estações nas duas campanhas.

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.