

# 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



JULHO, 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**

Biól. Bruno Dourado Fernandes da Costa (CRBIO 36223-5-D)

## SUMÁRIO

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

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Localização das estações de monitoramento da qualidade da água. ....	13
<b>Figura 2</b> – Variação diária da vazão média nos trechos submédio e baixo do Rio São Francisco durante o mês de julho/2021, com indicação dos períodos de realização da 35ª e 36ª campanhas de monitoramento. ....	13
<b>Figura 3</b> – 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 julho/2021. ....	19
<b>Figura 4</b> – 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 julho/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
<b>Figura 5</b> – 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 julho/2021. ....	20
<b>Figura 6</b> – 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 julho/2021. A barra vermelha indica o limite mínimo de oxigênio dissolvido estabelecido pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2. ....	20
<b>Figura 7</b> – 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 julho/2021. ....	21
<b>Figura 8</b> – 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 julho/2021. ....	21
<b>Figura 9</b> – Variação da transparência da água nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de julho/2021. ....	22
<b>Figura 10</b> - 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 julho/2021. ....	22
<b>Figura 11</b> – 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 julho/2021. ....	29
<b>Figura 12</b> – 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 julho/2021. ....	29
<b>Figura 13</b> – 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 julho/2021. ....	30
<b>Figura 14</b> – 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 julho/2021. ....	30
<b>Figura 15</b> – 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 julho/2021. ....	31
<b>Figura 16</b> – 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 julho/2021. ....	31

<b>Figura 17</b> – 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 julho/2021. ....	32
<b>Figura 18</b> – 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 julho/2021. ....	32
<b>Figura 19</b> – 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 julho/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
<b>Figura 20</b> - Variação da concentração da clorofila <b>a</b> da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de julho/2021. A barra vermelha indica o limite para clorofila-a estabelecido pela Resolução no. 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2. ....	33
<b>Figura 21</b> - 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 julho/2021. ....	34
<b>Figura 22</b> - 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 julho/2021. ....	34
<b>Figura 23</b> - 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 julho/2021. A barra vermelha indica o limite máximo de DBO estabelecido pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2. ....	35
<b>Figura 24</b> - 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 julho/2021. ....	35
<b>Figura 25</b> - 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 julho/2021. ....	38
<b>Figura 26</b> - 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 julho/2021. ....	38
<b>Figura 27</b> - 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 julho/2021. ....	39
<b>Figura 28</b> – 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 julho/2021. ....	52
<b>Figura 29</b> – 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 julho/2021. ....	53
<b>Figura 30</b> – 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 julho/2021. ....	54
<b>Figura 31</b> – 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 julho/2021. ....	55
<b>Figura 32</b> - Abundância relativa da comunidade fitoplanctônica, por classe, registrada entre 04 e 08 de julho de 2021 (1ª Campanha). ....	59
<b>Figura 33</b> - Riqueza fitoplanctônica, por classe, registrada entre 04 e 08 de julho de 2021 (1ª Campanha). ....	60

<b>Figura 34-</b> Densidade fitoplanctônica por classe registrada entre 04 e 08 de julho de 2021 (1ª. Campanha).....	61
<b>Figura 35-</b> Abundância relativa da comunidade fitoplanctônica, por classe, registrada entre 09 e 12 de julho de 2021 (2ª Campanha).....	66
<b>Figura 36-</b> Riqueza fitoplanctônica por classe registrada entre 09 e 12 de julho de 2021 (2ª. Campanha).....	67
<b>Figura 37-</b> Densidade fitoplanctônica por classe registrada entre 09 e 12 de julho de 2021 (2ª. Campanha).....	68

## 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 julho/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 julho/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 julho/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 julho/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 julho/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 julho/2021. ....	37
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 julho/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 julho/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 julho/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 julho/2021. ....	51
Tabela 15 – Composição e densidade da comunidade fitoplanctônica das estações de monitoramento durante a 1ª campanha de julho/2021. Concentrações de cianofíceas > 50.000 cel/ml em vermelho. ....	74
Tabela 16 – Composição e densidade da comunidade fitoplanctônica das estações de monitoramento durante a 2ª campanha de julho/2021. Concentrações de cianofíceas > 50.000 cel/ml em vermelho. ....	76

## **APRESENTAÇÃO**

A Fundação Apolônio Salles de Desenvolvimento Educacional - FADURPE, através deste documento, apresenta o 18º Relatório mensal de monitoramento da qualidade da água, referente ao mês de julho 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 35ª e a 36ª Campanhas de Qualidade da Água - Módulo A, realizadas em julho/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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/s e instantânea de até 523 m<sup>3</sup>/s até 30 de novembro de 2017, conforme Resolução ANA nº 1291/2017. Em 7 de agosto, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), por meio da Autorização Especial nº 12/2017, também permitiu à CHESF realizar testes de redução da vazão defluente da hidrelétrica de Xingó até o limite mínimo de 550 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/s nos dias úteis e de 800 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/s e reduzida em maio para 1.100m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/s (25/06/20), 1.500 m<sup>3</sup>/s (26/6/20) 1.800 m<sup>3</sup>/s a partir de 29/06/20. Quanto ao reservatório de Sobradinho foi praticada uma vazão de 1.400 m<sup>3</sup>/s a 1.600 m<sup>3</sup>/s em abril/2020, passou para 1.400 m<sup>3</sup>/s em maio e a partir do mês de junho 1.600 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/s em 12/09/2020 e seria elevada para faixa de 1.700 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/s para 900 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/s. Conforme a SOO-002/2021 de 01/02/2021, a defluência da UHE Sobradinho permaneceu em 900 m<sup>3</sup>/s e a de Xingó passou a 1050 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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. Em um último comunicado da CHESF através da carta circular SOO-012/2021 de 15/06/2021 cita que o ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico) definiu a necessidade de praticar a defluência média diária da UHE Sobradinho de 1.000 m<sup>3</sup>/s e a de Xingó 800 m<sup>3</sup>/s a partir de 17/06/2021 até nova reavaliação.

## 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 ( $\text{CaCO}_3$ ) e a dureza total ( $\text{CaCO}_3$ ) foram determinadas segundo Goltermann *et al.* (1978). A concentração de nitrato (N- $\text{NO}_3$ ) e nitrito (N- $\text{NO}_2$ ), segundo Mackereth *et al.* (1978), de nitrogênio amoniacal total (N- $\text{NH}_3$  + N- $\text{NH}_4^+$ ), segundo Koroleff

(1976), e de nitrogênio total e carbono orgânico total (COT) (mg/L), segundo APHA (2006). O ortofosfato (ou fósforo inorgânico dissolvido - P-PO<sub>4</sub>) e o fósforo total (P) foram determinados segundo Strickland & Parsons (1960). A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5/20</sub> 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).

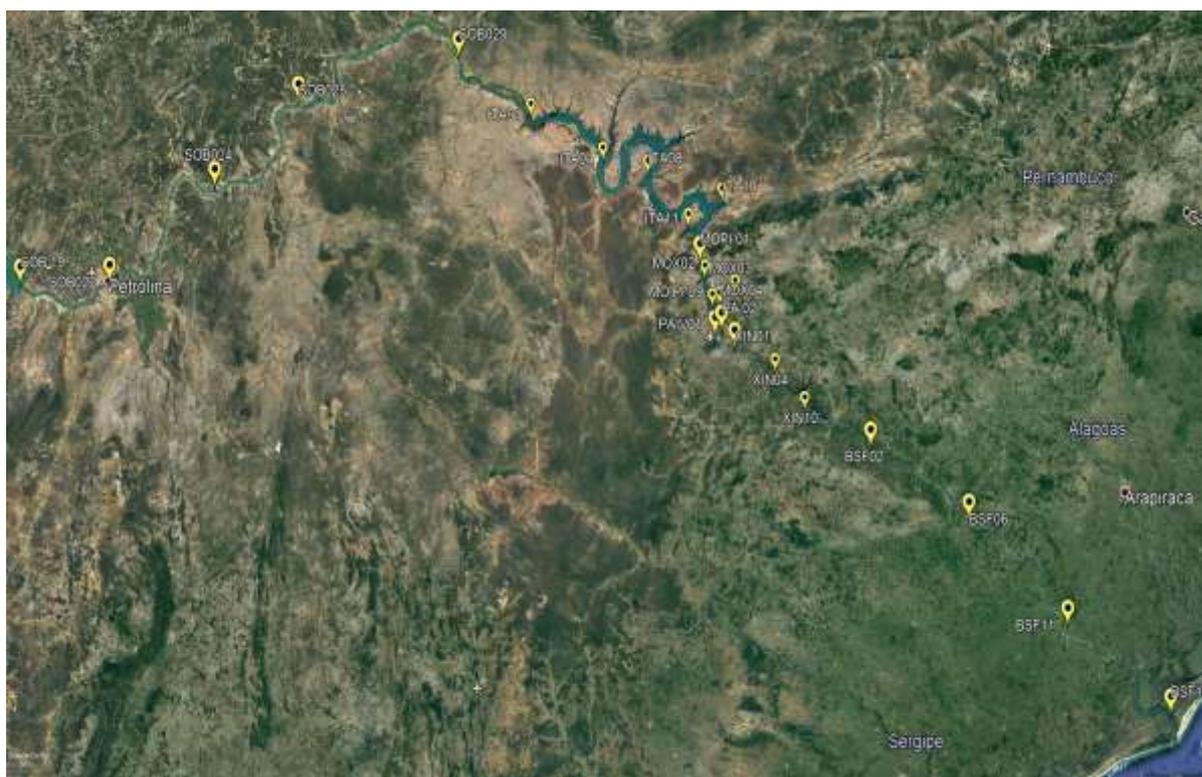


Figura 1 - Localização das estações de monitoramento da qualidade da água.

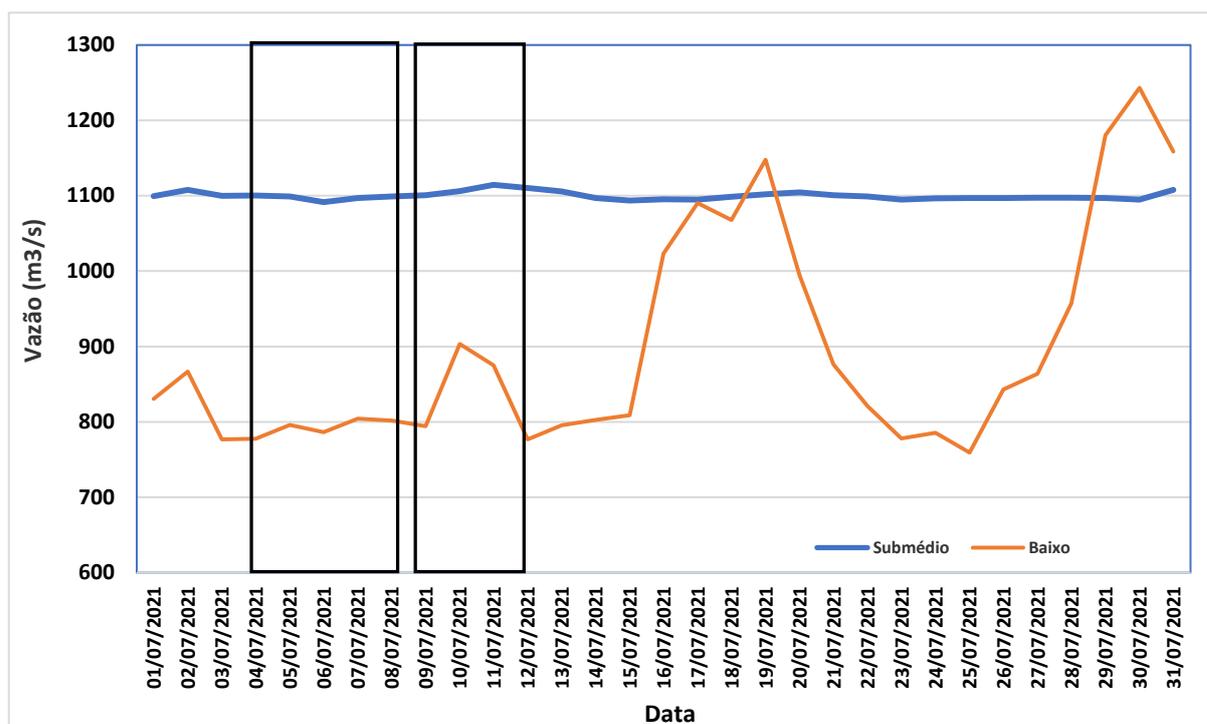


Figura 2 – Variação diária da vazão média nos trechos submédio e baixo do Rio São Francisco durante o mês de julho/2021, com indicação dos períodos de realização da 35ª e 36ª campanhas de monitoramento.

**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 04 a 08 de julho e o segundo de 09 a 12 de julho 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 julho/2021.

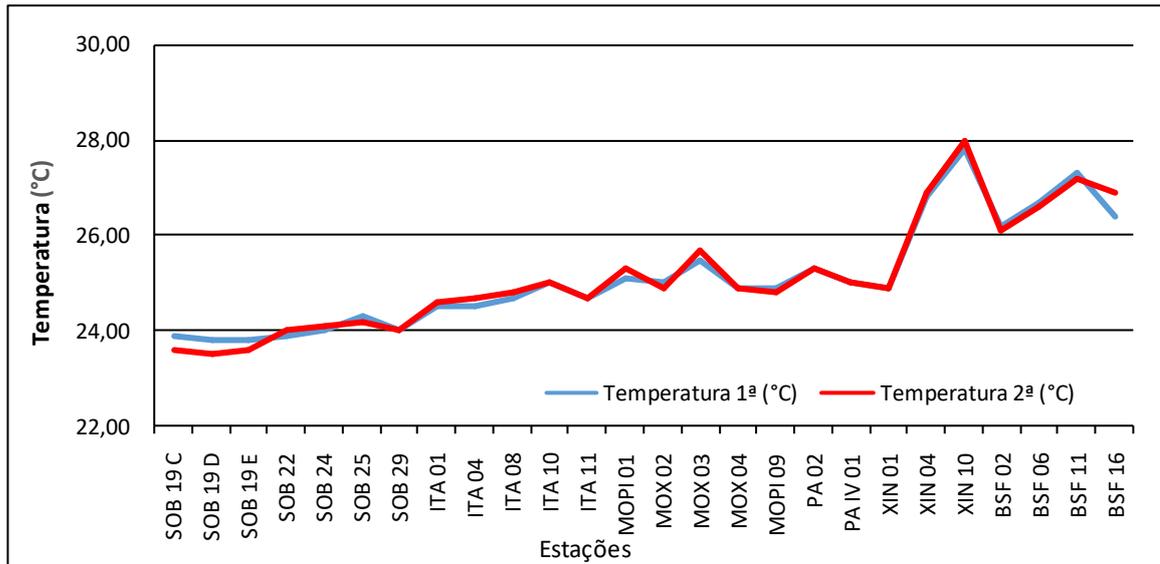
Estação	Data da medição	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	Secchi (m)	STD (mg/L)
SOB 19	04/07/2021	23,90	8,11	73,40	8,04	95,40	0,03	4,80	48,75
SOB 19 D	04/07/2021	23,80	8,18	73,20	7,88	92,60	0,03	5,00	48,75
SOB 19 E	04/07/2021	23,80	7,55	73,40	7,83	92,60	0,03	5,15	48,75
SOB 22	04/07/2021	23,90	8,54	76,80	9,57	113,60	0,03	2,00	52,00
SOB 24	04/07/2021	24,00	7,96	77,70	9,24	127,70	0,03	1,50 (f)	50,70
SOB 25	04/07/2021	24,30	8,12	75,80	8,78	105,90	0,03	4,50	50,05
SOB 29	05/07/2021	24,00	7,85	76,30	7,69	92,00	0,04	3,50	50,70
ITA 01	05/07/2021	24,50	6,90	76,90	7,30	87,70	0,04	3,00	50,70
ITA 04	05/07/2021	24,50	7,85	78,10	7,87	94,70	0,04	5,80	51,35
ITA 08	05/07/2021	24,70	7,82	84,30	8,21	99,20	0,04	7,00	55,25
ITA 10	05/07/2021	25,00	7,80	89,10	7,64	92,50	0,04	8,00	57,85
ITA 11	05/07/2021	24,70	7,94	84,30	7,91	95,40	0,04	9,20	55,26
MOPI 01	05/07/2021	25,10	7,69	87,80	7,16	87,00	0,04	6,20	57,20
MOX 02	05/07/2021	25,00	7,85	87,50	8,11	98,10	0,04	6,30	57,20
MOX 03	06/07/2021	25,50	7,33	447,00	4,97	61,00	0,21	1,80	287,30
MOX 04	06/07/2021	24,90	7,65	93,20	6,61	80,00	0,04	7,50	60,45
MOPI 09	06/07/2021	24,90	7,84	87,00	7,12	86,00	0,04	7,50	56,50
PA 02	05/07/2021	25,30	7,94	90,50	7,86	95,60	0,04	4,00 (f)	58,50
PA IV 01	06/07/2021	25,00	7,79	87,90	7,28	88,00	0,04	6,00	57,20
XIN 01	06/07/2021	24,90	7,74	87,90	6,85	83,00	0,04	8,50	57,20
XIN 04	06/07/2021	26,80	8,01	97,00	7,66	96,00	0,04	1,00	61,10
XIN 10	06/07/2021	27,80	8,14	96,70	9,23	120,00	0,04	1,00	59,80
BSF 02	06/07/2021	26,20	7,69	97,10	6,23	77,00	0,04	2,20	60,45
BSF 06	07/07/2021	26,70	7,64	154,80	7,07	86,60	0,07	5,00	97,50
BSF 11	07/07/2021	27,30	7,69	191,70	7,11	90,00	0,09	1,50	119,60
BSF 16	08/07/2021	26,40	7,56	254,80	6,55	82,00	0,12	1,50	161,20

(f) Fundo

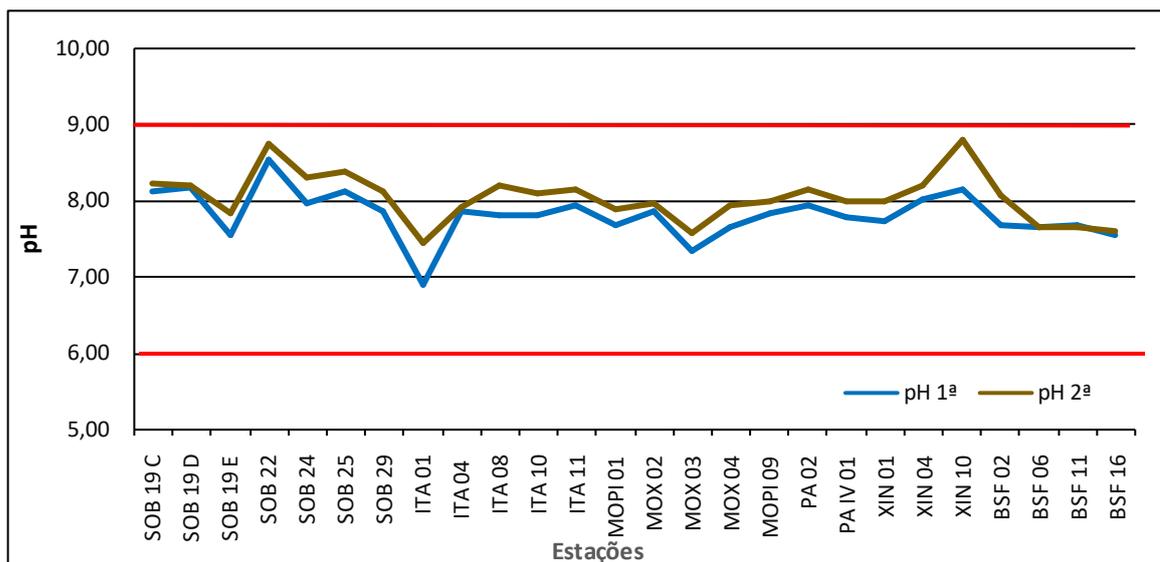
**Tabela 4** – Valores de temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (OD), salinidade, transparência da água e sólidos totais dissolvidos (STD) da superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a 2ª campanha de julho/2021.

Estação	Data da medição	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	Secchi (m)	STD (mg/L)
SOB 19	09/07/2021	23,60	8,22	73,00	7,86	92,60	0,03	6,00	48,75
SOB 19 D	09/07/2021	23,50	8,21	72,80	8,14	95,70	0,03	5,30	48,75
SOB 19 E	09/07/2021	23,60	7,83	72,90	7,64	90,20	0,03	4,70	48,75
SOB 22	09/07/2021	24,00	8,75	77,00	9,50	112,70	0,04	2,50	50,70
SOB 24	09/07/2021	24,10	8,30	75,80	9,23	120,00	0,04	1,50 (f)	50,05
SOB 25	09/07/2021	24,20	8,38	75,60	8,64	103,10	0,03	3,80	50,05
SOB 29	10/07/2021	24,00	8,13	75,80	7,08	85,40	0,04	4,00	50,05
ITA 01	10/07/2021	24,60	7,45	72,70	6,44	77,70	0,04	4,10	50,70
ITA 04	10/07/2021	24,70	7,92	78,40	7,40	89,00	0,04	6,50	51,35
ITA 08	10/07/2021	24,80	8,20	84,90	7,98	96,00	0,04	7,20	55,25
ITA 10	10/07/2021	25,00	8,09	89,00	7,70	92,50	0,04	7,00	57,85
ITA 11	10/07/2021	24,70	8,14	83,40	8,13	98,00	0,04	9,00	54,60
MOPI 01	10/07/2021	25,30	7,89	90,40	7,21	88,10	0,04	4,50	58,50
MOX 02	10/07/2021	24,90	7,97	87,40	7,49	89,30	0,04	4,30	57,20
MOX 03	11/07/2021	25,70	7,58	508,00	5,06	62,10	0,24	1,90	325,00
MOX 04	11/07/2021	24,90	7,94	94,80	6,71	81,60	0,04	5,90	61,75
MOPI 09	11/07/2021	24,80	7,98	86,90	7,22	87,20	0,04	5,80	56,55
PA 02	10/07/2021	25,30	8,16	96,40	7,71	94,60	0,04	4,00 (f)	62,40
PA IV 01	11/07/2021	25,00	7,99	88,60	7,36	88,90	0,04	6,00	57,85
XIN 01	11/07/2021	24,90	7,99	88,30	7,00	84,70	0,04	10,00	57,20
XIN 04	11/07/2021	26,90	8,20	97,40	7,75	97,10	0,04	3,30	61,10
XIN 10	11/07/2021	28,00	8,80	98,90	9,51	123,60	0,05	0,80	61,10
BSF 02	11/07/2021	26,10	8,06	93,60	6,35	78,40	0,04	5,50	59,80
BSF 06	12/07/2021	26,60	7,65	150,00	6,85	85,50	0,07	6,00	94,90
BSF 11	12/07/2021	27,20	7,66	167,20	7,43	94,00	0,07	1,50	104,00
BSF 16	12/07/2021	26,90	7,60	189,50	6,64	83,10	0,09	1,50	118,95

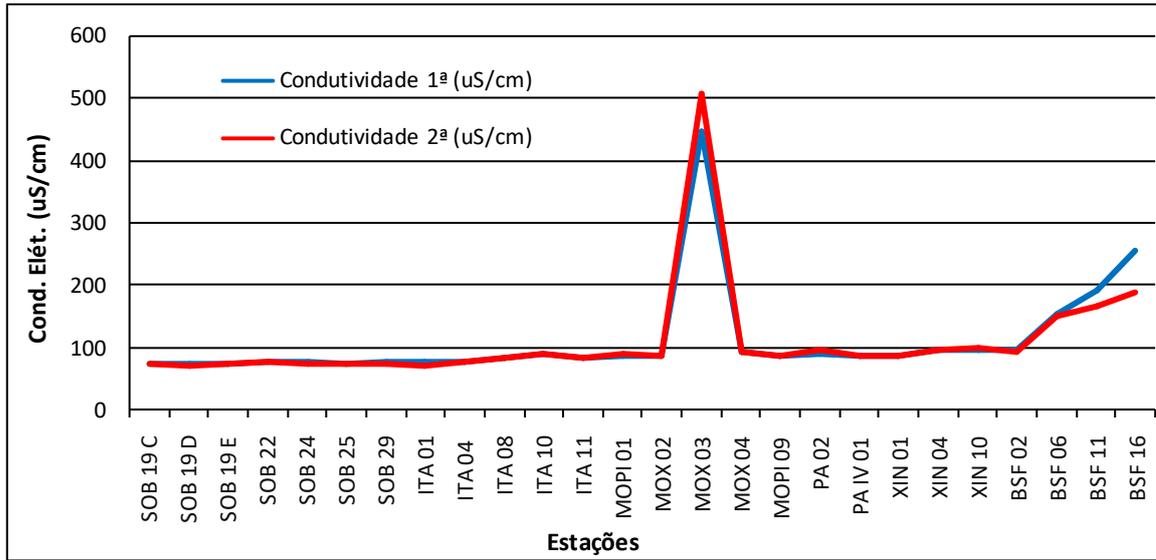
(f) Fundo



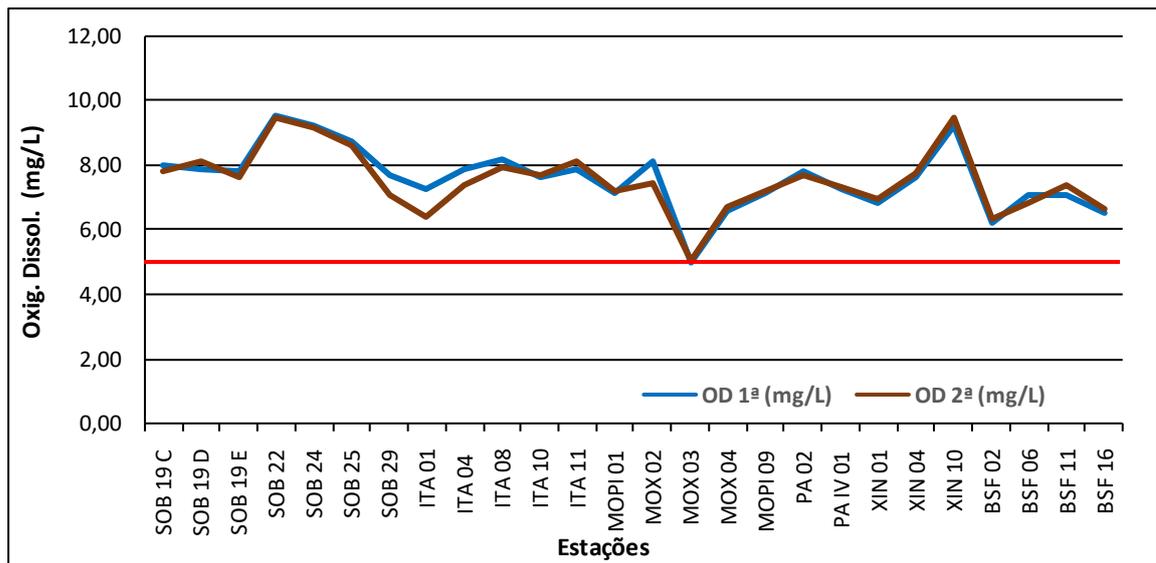
**Figura 3** – Variação da temperatura da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de julho/2021.



**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 julho/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 julho/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 julho/2021. A barra vermelha indica o limite mínimo de oxigênio dissolvido estabelecido pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2.

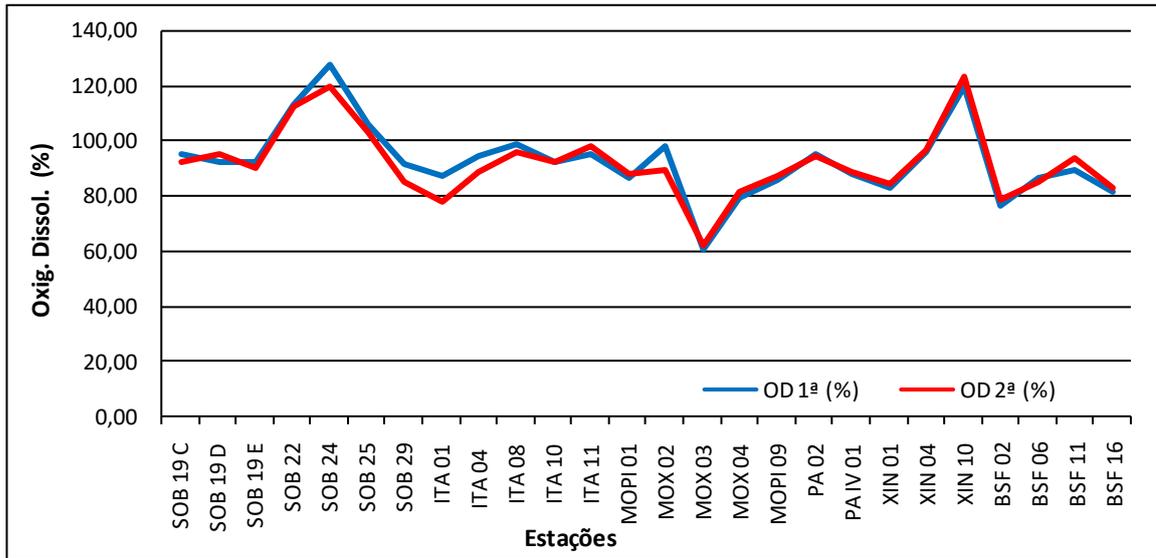


Figura 7 – Variação da saturação de oxigênio dissolvido da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de julho/2021.

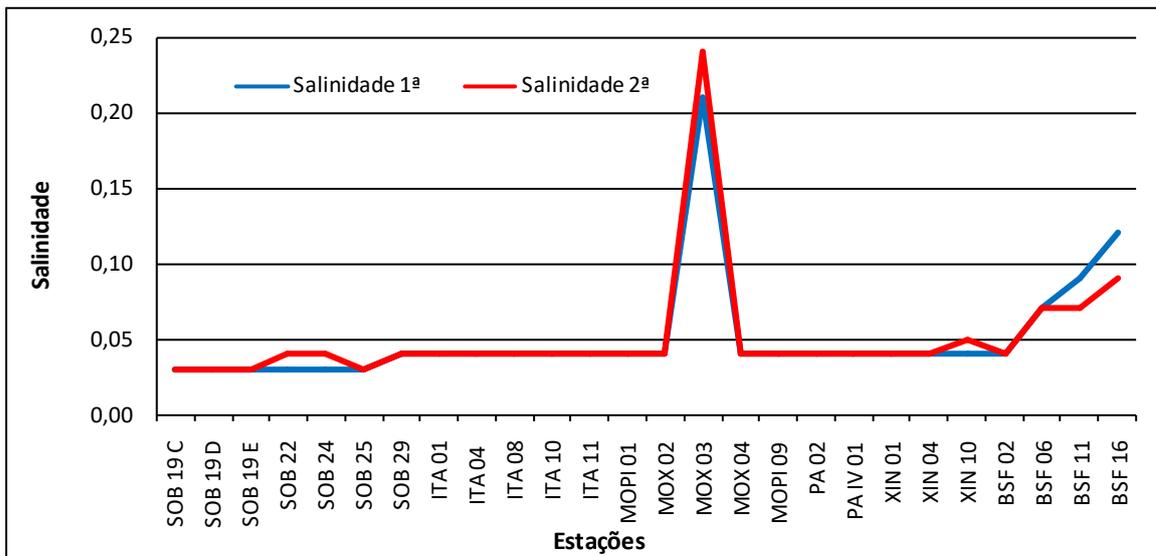


Figura 8 – Variação da salinidade da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de julho/2021.

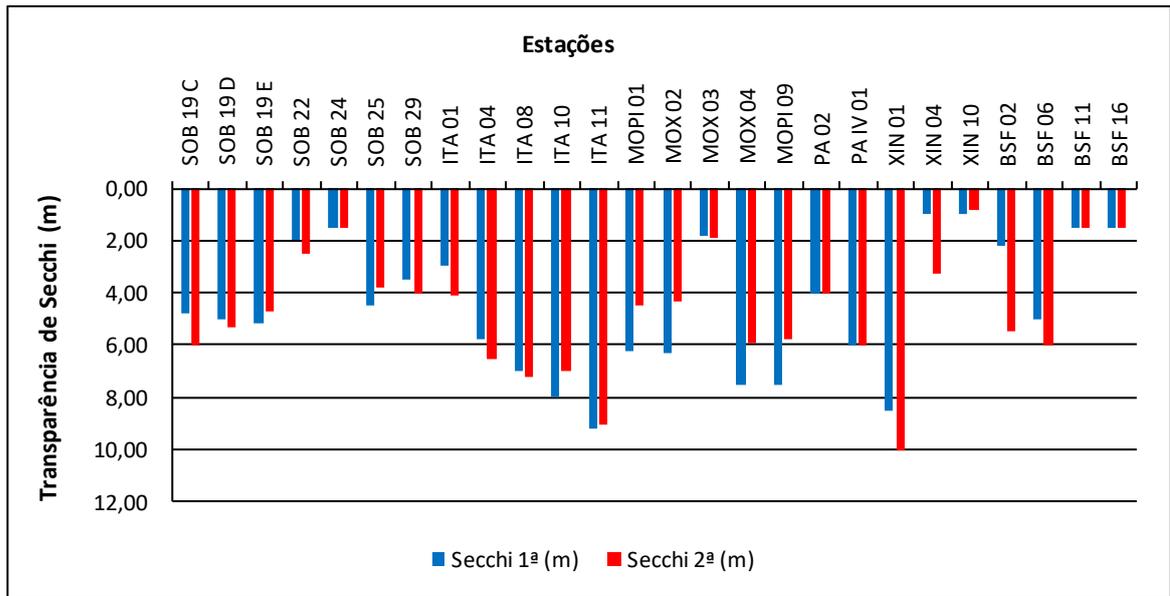


Figura 9 – Variação da transparência da água nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de julho/2021.

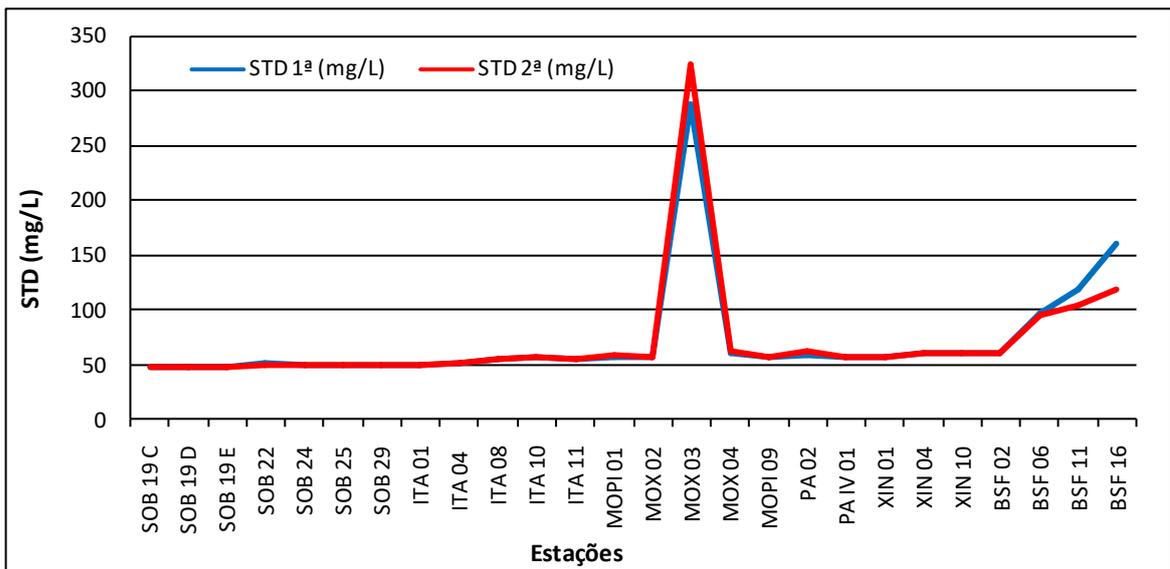


Figura 10 - Variação da concentração de sólidos totais dissolvidos da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de julho/2021.

## Temperatura

Os valores da temperatura da água registrados entre as estações refletem a temperatura do ar na região. Devido à estabilidade da temperatura entre a primeira e a segunda campanha em toda a região de monitoramento, a água acompanhou a mesma tendência. A temperatura mais baixa na primeira campanha ocorreu no reservatório de Sobradinho, nas estações SOB 19 D e SOB 19 E, com 23,80°C e na estação SOB 19 D, na segunda campanha, com 23,50°C. Enquanto que, as mais elevadas ocorreram no reservatório de Xingó, em ambas as campanhas, na estação XIN 10, com 27,80°C na primeira campanha e com 28,00°C na segunda campanha, (Tabelas 3 e 4 e Figura 3). Apresentou médias de temperatura para todas as estações de 25,11°C na primeira campanha e de 25,13°C na segunda. Na figura 3 ainda observamos uma tendência espacial de aumento de temperatura em direção à foz. Analisando os dados médios por ambiente, o trecho lótico final apresentou as maiores médias, com 26,65°C e com 26,70°C para primeira e segunda campanha respectivamente, enquanto que a menor média ficou com o reservatório de Sobradinho em ambas as campanhas, com 23,83°C na primeira campanha e 23,57°C na segunda.

## pH

Os valores de pH apresentaram-se predominantemente alcalinos ao longo de todas as estações amostradas, exceto apenas a estação ITA 01 na primeira campanha que se apresentou ligeiramente ácido, tendo variado de 6,90 em ITA 01 a 8,54 em SOB 22 na primeira campanha e de 7,45 em ITA 01 a 8,80 em XIN 10 na segunda campanha e uma média de pH para todas as estações de 7,81 e 8,04 para as duas campanhas respectivamente (Tabela 3 e 4 e Figura 4). Ainda na Figura 4, verificamos uma estabilidade entre as duas campanhas e que 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. Analisando os dados por ambiente, a maior média ficou com o trecho lótico inicial em ambas as campanhas, com 8,12 para a primeira e 8,39 para a segunda campanha, enquanto que a menor ficou com o trecho lótico final também em ambas as campanhas, com 7,65 e 7,74, respectivamente.

### 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 73,20  $\mu\text{S}/\text{cm}$  em SOB 19 D na primeira campanha, no reservatório de Sobradinho, a 447,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$  em MOX 03, no reservatório de Moxotó. Na segunda campanha variou de 72,70  $\mu\text{S}/\text{cm}$  em ITA 01 a 508,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$  em MOX 03, enquanto que as médias se apresentaram relativamente altas, em função da estação MOX 03 e o trecho lótico final, de 111,55  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e 110,33  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para todas as estações de amostragem nas duas campanhas respectivamente (Tabelas 3 e 4 e Figura 5). Na Figura 5, ainda observamos uma condutividade crescente do início do trecho em direção à foz. Quanto à média dos valores de condutividade elétrica por ambiente, as mais elevadas ficaram com o trecho lótico final na primeira campanha, com 174,60  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e com o reservatório de Moxotó na segunda, com 173,50  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , enquanto que as mais baixas foram registradas no reservatório de Sobradinho, com 73,33  $\mu\text{S}/\text{cm}$  na primeira e 72,90  $\mu\text{S}/\text{cm}$  na segunda campanha. Os sólidos totais dissolvidos variaram de 48,75 mg/L nas estações SOB 19 C, SOB 19 D e SOB 19 E a 287,30 mg/L em MOX 03 na primeira campanha, enquanto que na segunda campanha variou de 48,75 mg/L nas estações SOB 19 C, SOB 19 D e SOB 19 E até 325,00 mg/L em MOX 03 e uma média para todas as estações e campanhas de 71,97 mg/L e 71,28 mg/L respectivamente (Tabelas 3 e 4 e Figura 10). Quanto às médias por ambiente, o trecho lótico final apresentou a maior média na primeira campanha, com 109,69 mg/L e o reservatório de Moxotó na segunda, com 111,80 mg/L e as menores médias ocorreram no reservatório de Sobradinho com 48,75 mg/L para ambas as campanhas. A salinidade apresentou valor mínimo de 0,03 nas estações SOB 19 C, SOB 19 D, SOB 19 E, SOB 22, SOB 24 e SOB 25 e um máximo de 0,21 em MOX 03 na primeira campanha, enquanto que na segunda campanha apresentou um valor máximo de 0,24 também em MOX 03 e um valor mínimo de 0,03 em SOB 19 C, SOB 19 D, SOB 19 E e SOB 25 (Tabelas 3 e 4 e Figura 8). 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. Quanto às médias

por ambiente, as menores ficaram com o reservatório de Sobradinho e o trecho lótico inicial, com 0,03 para a primeira campanha e somente o reservatório de Sobradinho na segunda com 0,03, enquanto que as maiores com o trecho lótico final e o reservatório de Moxotó para a primeira e segunda campanha respectivamente, com 0,08.

### **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 4,97 mg/L e 61,00 %, e 5,06 mg/L e 62,10 %, respectivamente, enquanto que, os valores mais elevados ocorreram na estação SOB 22 na primeira campanha e XIN 10 segunda, com 9,57 mg/L e 113,60 % e 9,51 mg/L e 123,60% respectivamente. Apresentando ainda, uma média de concentração de oxigênio de 7,61 mg/L e 7,54 mg/L para todas as estações de amostragem para a primeira e segunda campanha respectivamente (Tabela 3 e 4 e Figuras 6 e 7). Nas médias de concentração por ambiente se destaca com os valores máximos de concentração o trecho lótico inicial na primeira e na segunda campanha com 8,82 mg/L e 8,61 mg/L respectivamente, enquanto que a média mais baixa ficou com o trecho lótico final na primeira campanha, com 6,74 mg/L e o reservatório de Moxotó na segunda campanha, com 6,74 mg/L.

Na Figura 6, observa-se uma estabilidade das concentrações de oxigênio dissolvido em ambas as campanhas e que apenas uma estação de amostragem (MOX 03) na primeira campanha apresentou concentrações de oxigênio dissolvido abaixo do limite mínimo recomendado pela Resolução nº. 357 do CONAMA, segundo a qual o oxigênio dissolvido em qualquer amostra não pode ser inferior a 5,0 mg/L O<sub>2</sub> 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 1,00 m de profundidade nas estações XIN 04 e XIN 10 na primeira campanha e de 0,80 m na estação XIN 10 no reservatório de Xingó na segunda campanha. Enquanto que, o valor máximo ocorreu no reservatório de Itaparica em ITA 11 com 9,20 na primeira campanha e no reservatório de Xingó, na estação

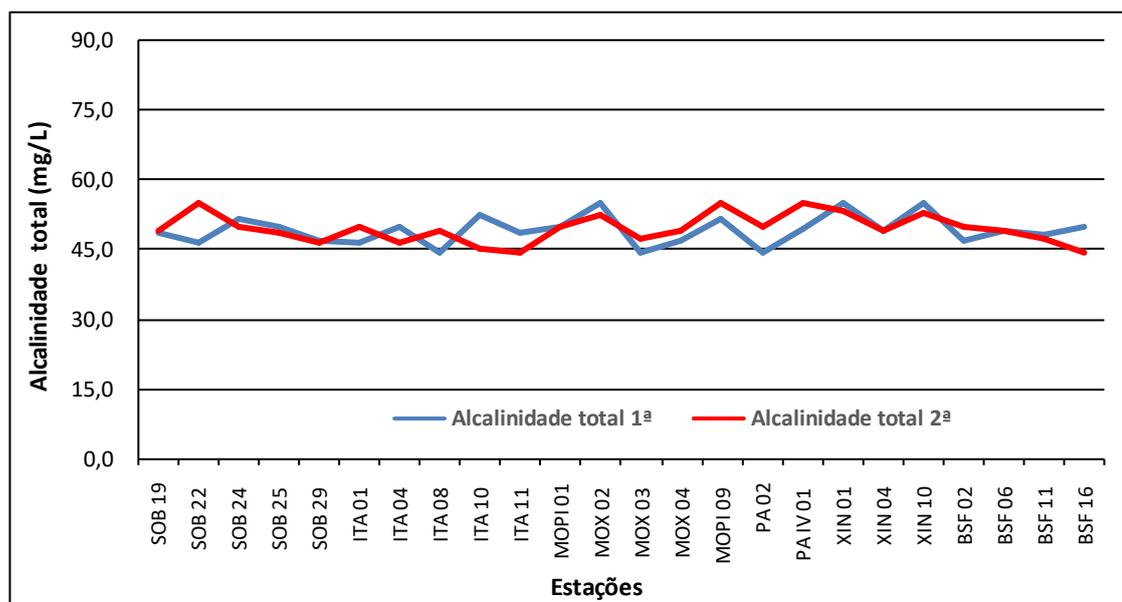
XIN 01 na segunda campanha com 10,00 m. A média para todas as estações por campanha foi de 4,59 m e 4,72 m, respectivamente. Na média por ambiente, o trecho lótico final na primeira campanha apresentou o valor mais baixo, com 2,55 m e o trecho lótico inicial na segunda campanha, com 2,95, enquanto que, as maiores médias ocorreram no reservatório de Itaparica em ambas as campanhas, com 6,60 m e 6,76 m respectivamente, (Tabela 3 e 4 e Figura 9). Deve-se ressaltar que as transparências das estações SOB 24 e, PA 02 em ambas as campanhas foram 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 julho/2021.

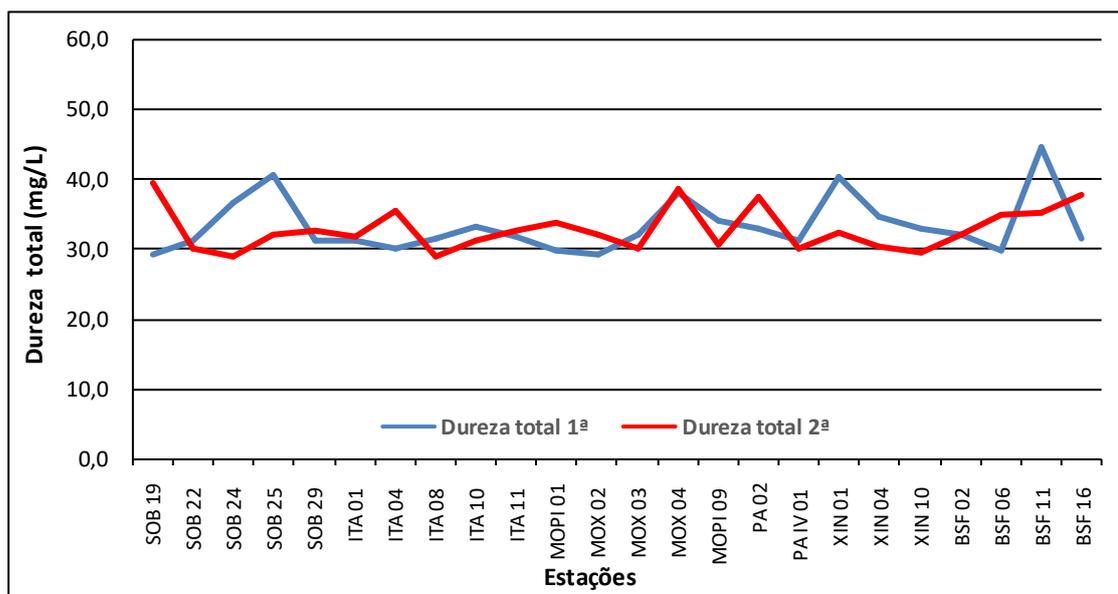
Estações	Alcalinidade total	Dureza total	Nitrato	Nitrito	Nit. Amoniacal	Nit. Total	Ortofosfato	Fosfato total	Fósforo total	Clorofila a	Feofitina	Turbidez	DBO	COT
	mg/L CaCO <sub>3</sub>	mg/L CaCO <sub>3</sub>	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/L	µg/L	NTU	mg/L	mg/L
SOB 19 Sup	48,50	29,43	0,014	0,0023	0,107	10,116	0,018	0,018	0,073	8,928	5,580	2,00	1,80	5,34
SOB 19 Z. Euf.	-	-	0,014	-	-	-	-	-	0,051	-	-	-	-	-
SOB 19 Fun.	-	-	0,018	-	-	-	-	-	0,042	-	-	-	-	-
SOB 22	46,50	31,23	0,016	0,0017	0,025	9,611	0,012	0,021	0,027	6,696	7,812	4,80	2,21	5,12
SOB 24	51,50	36,63	0,013	0,0038	0,015	13,657	0,028	0,018	0,033	3,348	1,116	2,50	2,01	5,67
SOB 25	50,00	40,84	0,011	0,0023	0,074	11,887	0,023	0,014	0,030	8,928	8,928	2,10	2,49	5,50
SOB 29	47,00	31,43	0,012	0,0020	0,104	9,927	0,015	0,021	0,036	11,160	6,696	3,20	1,71	5,17
ITA 01	46,50	31,43	0,006	0,0020	0,028	11,634	0,013	0,012	0,060	5,580	6,696	3,60	1,91	5,12
ITA 04	50,00	30,23	0,003	0,0026	0,031	5,943	0,017	0,009	0,033	6,696	6,696	2,00	2,14	5,50
ITA 08	44,50	31,63	0,003	0,0014	0,090	6,449	0,020	0,011	0,024	6,696	10,044	1,50	2,01	4,90
ITA 10	52,50	33,43	0,008	0,0020	0,033	13,404	0,023	0,020	0,033	4,464	5,580	1,30	2,42	5,78
ITA 11	48,50	31,83	0,004	0,0023	0,013	5,627	0,023	0,014	0,024	4,464	4,464	1,80	2,36	5,34
MOPI 01	50,00	29,83	0,017	0,0000	0,103	13,025	0,017	0,021	0,051	4,464	10,044	2,20	1,49	5,50
MOX 02	55,00	29,43	0,016	0,0026	0,055	5,691	0,018	0,018	0,051	5,580	7,812	2,80	1,93	6,05
MOX 03	44,50	32,03	0,012	0,0017	0,104	5,121	0,020	0,011	0,033	6,696	8,928	4,20	2,91	4,90
MOX 04	47,00	38,03	0,009	0,0020	0,066	12,962	0,028	0,012	0,030	7,812	11,160	2,00	1,69	5,17
MOPI 09	51,50	34,23	0,010	0,0023	0,075	11,191	0,028	0,016	0,039	10,044	7,812	2,00	1,77	5,67
PA 02	44,50	33,03	0,007	0,0026	0,038	14,542	0,030	0,020	0,033	2,232	2,232	2,50	2,25	4,90
PA IV 01	49,50	31,23	0,007	0,0017	0,019	5,311	0,017	0,007	0,027	5,580	6,696	2,00	1,52	5,45
XIN 01	55,00	40,44	0,009	0,0020	0,038	14,795	0,020	0,009	0,042	6,696	10,044	2,50	1,39	6,05
XIN 04	49,00	34,63	0,013	0,0017	0,073	14,037	0,027	0,025	0,039	11,160	8,928	5,10	1,68	5,39
XIN 10	55,00	33,03	0,018	0,0023	0,032	15,175	0,032	0,025	0,054	10,044	8,928	2,90	1,83	6,05
BSF 02	47,00	32,03	0,013	0,0014	0,019	11,002	0,025	0,016	0,045	2,232	3,348	3,10	1,42	5,17
BSF 06	49,00	29,83	0,012	0,0017	0,034	11,381	0,020	0,025	0,048	6,696	7,812	4,00	1,77	5,39
BSF 11	48,00	44,64	0,017	0,0017	0,010	15,048	0,025	0,012	0,024	6,696	11,160	6,00	1,65	5,28
BSF 16	50,00	31,63	0,013	0,0023	0,022	8,725	0,022	0,028	0,039	3,348	7,812	4,20	1,83	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 julho/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 <sub>3</sub>	mg/L CaCO <sub>3</sub>	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	49,00	39,63	0,012	0,0032	0,026	8,409	0,025	0,011	0,097	3,348	7,812	1,80	2,60	5,39
SOB 19 Z. Euf.	-	-	0,012	-	-	-	-	-	0,079	-	-	-	-	-
SOB 19 Fun.	-	-	0,016	-	-	-	-	-	0,115	-	-	-	-	-
SOB 22	55,00	30,23	0,005	0,0032	0,027	11,697	0,027	0,011	0,115	13,392	11,160	4,80	2,89	6,05
SOB 24	50,00	29,03	0,011	0,0026	0,051	8,346	0,030	0,016	0,103	4,464	3,348	2,50	2,72	5,50
SOB 25	48,50	32,03	0,012	0,0029	0,068	13,594	0,028	0,012	0,115	3,348	7,812	1,90	2,48	5,34
SOB 29	46,50	32,83	0,009	0,0035	0,024	7,334	0,025	0,009	0,106	11,160	11,160	3,20	2,12	5,12
ITA 01	50,00	31,83	0,008	0,0012	0,021	10,812	0,018	0,009	0,103	8,928	13,392	2,80	1,68	5,50
ITA 04	46,50	35,63	0,031	0,0017	0,025	9,611	0,020	0,012	0,097	10,044	11,160	1,80	2,58	5,12
ITA 08	49,00	29,03	0,014	0,0020	0,036	10,116	0,018	0,016	0,094	5,580	4,464	2,50	2,62	5,39
ITA 10	45,00	31,43	0,008	0,0026	0,022	7,714	0,025	0,025	0,103	10,044	2,232	1,80	2,57	4,95
ITA 11	44,50	32,63	0,037	0,0020	0,050	7,714	0,023	0,012	0,051	11,160	5,580	1,70	2,05	4,90
MOPI 01	50,00	33,83	0,004	0,0023	0,020	8,093	0,030	0,039	0,079	5,580	4,464	1,70	2,30	5,50
MOX 02	52,50	32,03	0,020	0,0023	0,026	16,439	0,022	0,020	0,067	5,580	6,696	1,90	3,06	5,78
MOX 03	47,50	30,23	0,016	0,0017	0,055	8,725	0,023	0,016	0,048	6,696	6,696	8,20	3,12	5,23
MOX 04	49,00	38,63	0,014	0,0020	0,019	10,622	0,020	0,018	0,076	8,928	11,160	1,70	2,28	5,39
MOPI 09	55,00	30,83	0,010	0,0017	0,029	10,559	0,025	0,020	0,100	4,464	4,464	1,60	2,30	6,05
PA 02	50,00	37,43	0,019	0,0035	0,025	9,547	0,028	0,018	0,109	8,928	10,044	3,00	2,60	5,50
PA IV 01	55,00	30,23	0,037	0,0014	0,015	11,065	0,020	0,011	0,118	10,044	13,392	1,70	2,01	6,05
XIN 01	53,50	32,43	0,011	0,0020	0,022	11,002	0,023	0,018	0,118	8,928	5,580	2,40	1,53	5,89
XIN 04	49,00	30,43	0,017	0,0014	0,034	8,156	0,025	0,016	0,067	7,812	7,812	4,20	1,88	5,39
XIN 10	53,00	29,63	0,013	0,0032	0,029	12,582	0,027	0,018	0,085	3,348	8,928	3,80	2,33	5,83
BSF 02	50,00	32,23	0,023	0,0026	0,019	10,686	0,030	0,021	0,082	8,928	11,160	2,50	1,74	5,50
BSF 06	49,00	35,03	0,020	0,0020	0,042	9,674	0,028	0,023	0,106	2,232	11,16	4,20	1,66	5,39
BSF 11	47,50	35,23	0,007	0,0032	0,045	14,795	0,030	0,020	0,112	7,812	10,044	5,60	2,02	5,23
BSF 16	44,50	37,83	0,011	0,0046	0,014	8,599	0,027	0,014	0,085	7,812	10,044	3,40	1,69	4,90



**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 julho/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 julho/2021.

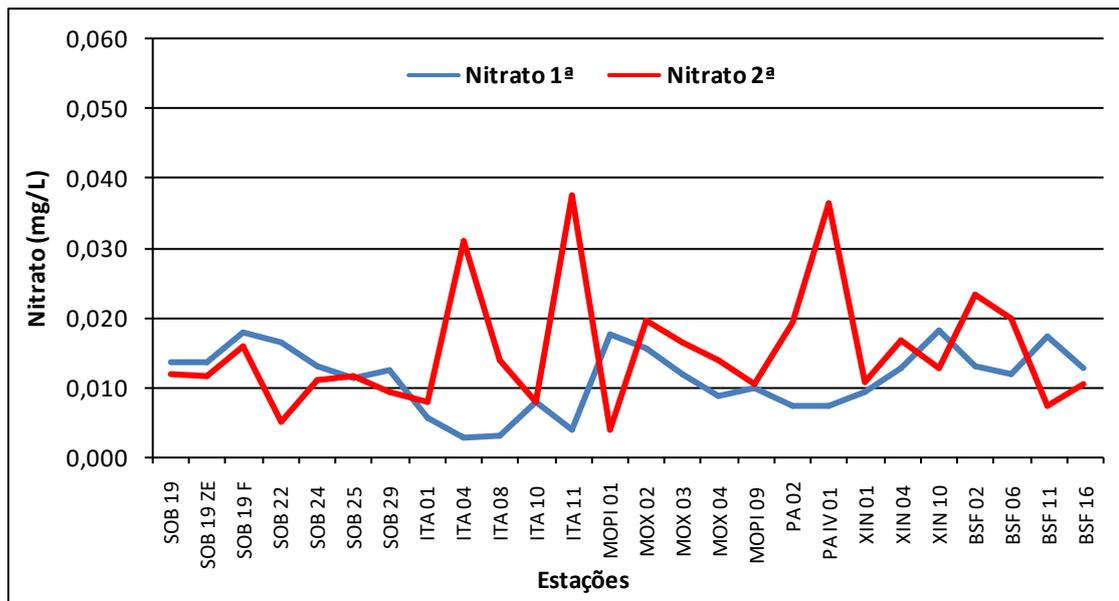


Figura 13 – Variação da concentração de nitrato da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de julho/2021.

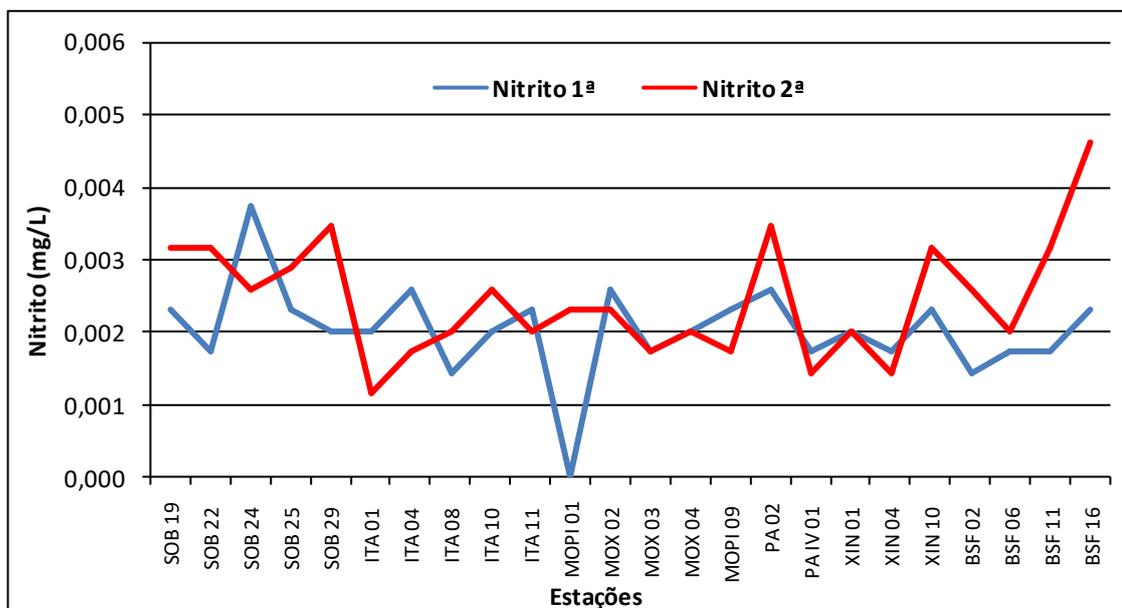
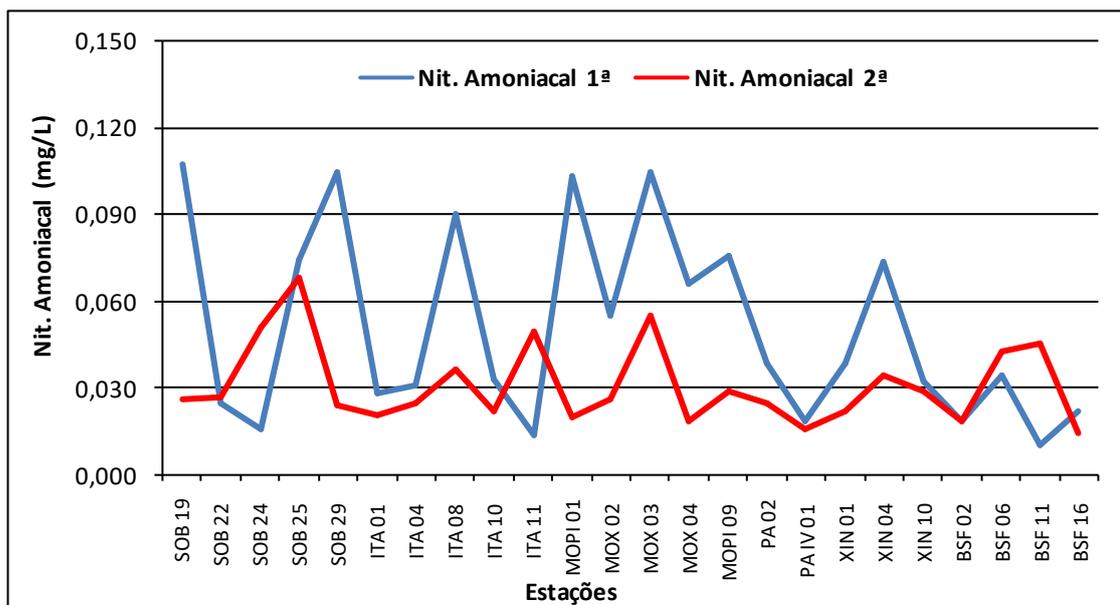
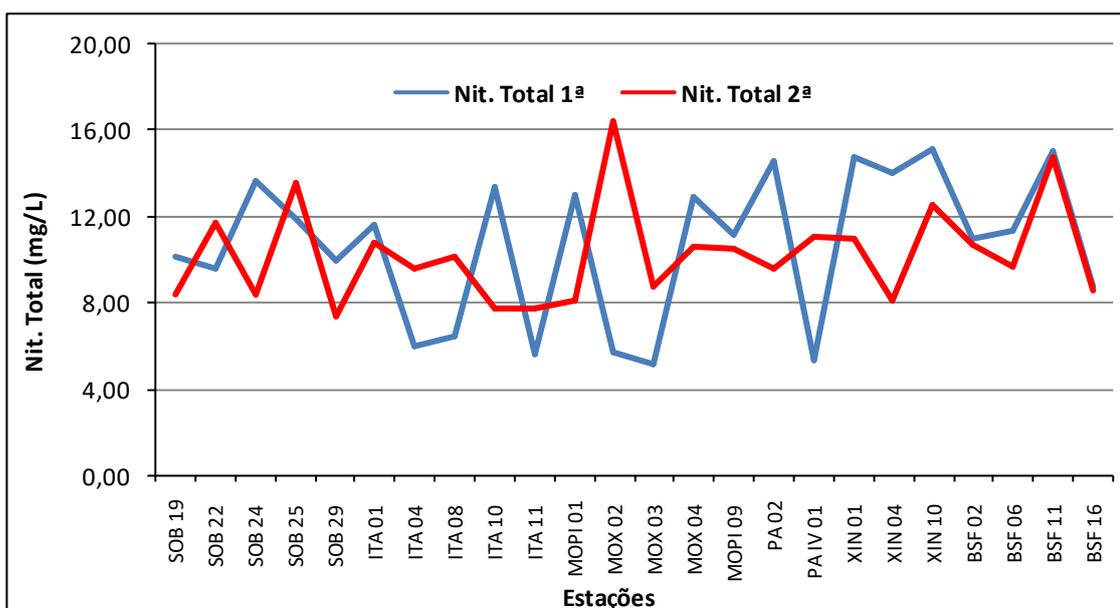


Figura 14 – Variação da concentração de nitrito da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de julho/2021.



**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 julho/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 julho/2021.

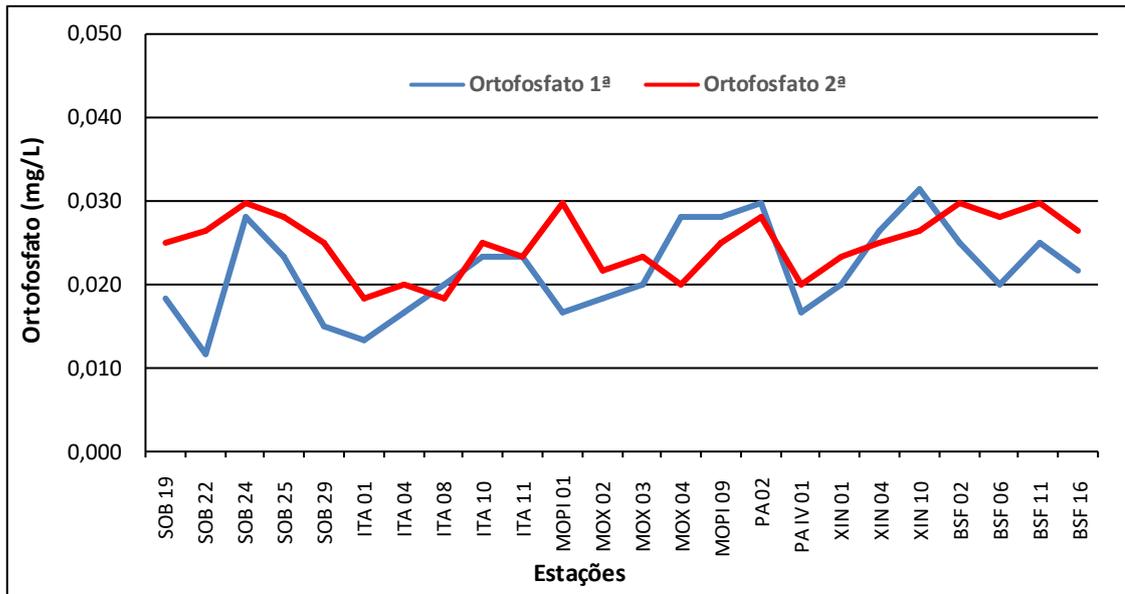


Figura 17 – Variação da concentração do ortofosfato da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de julho/2021.

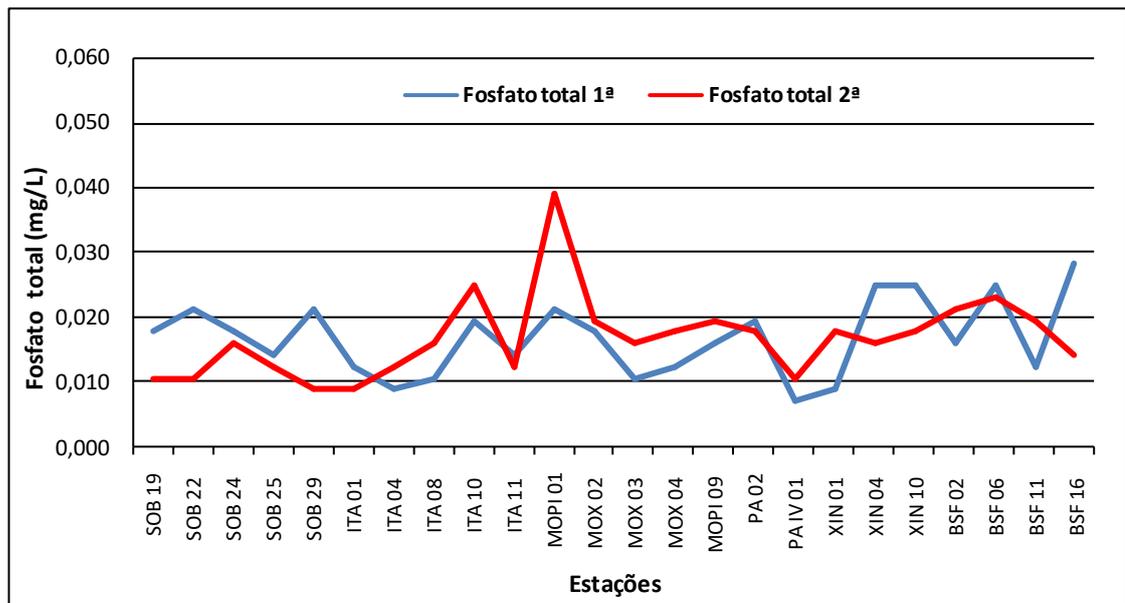
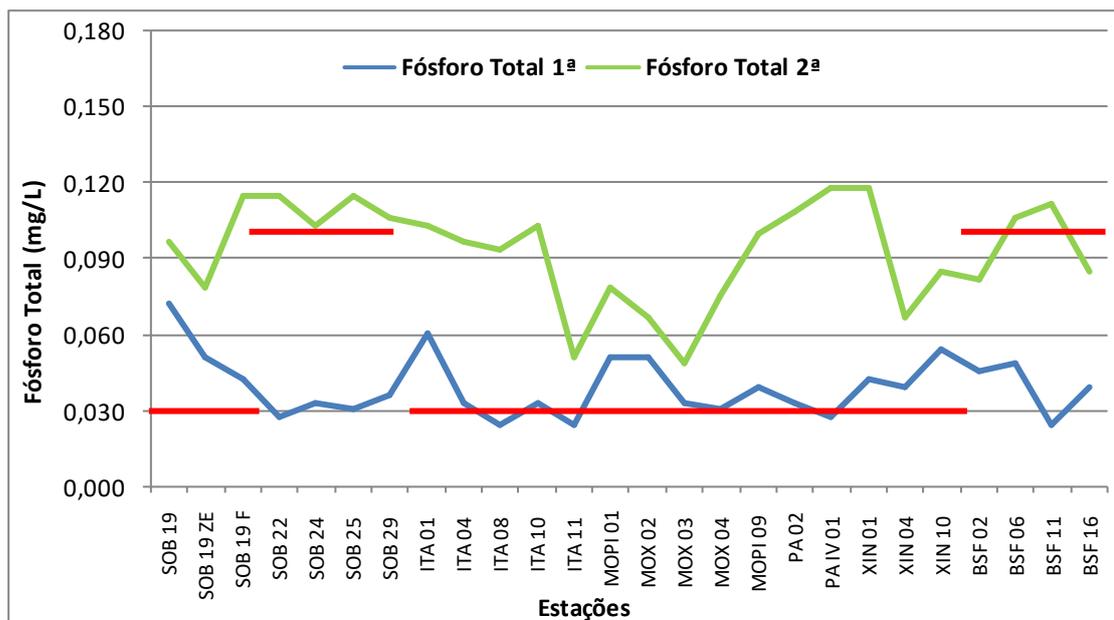
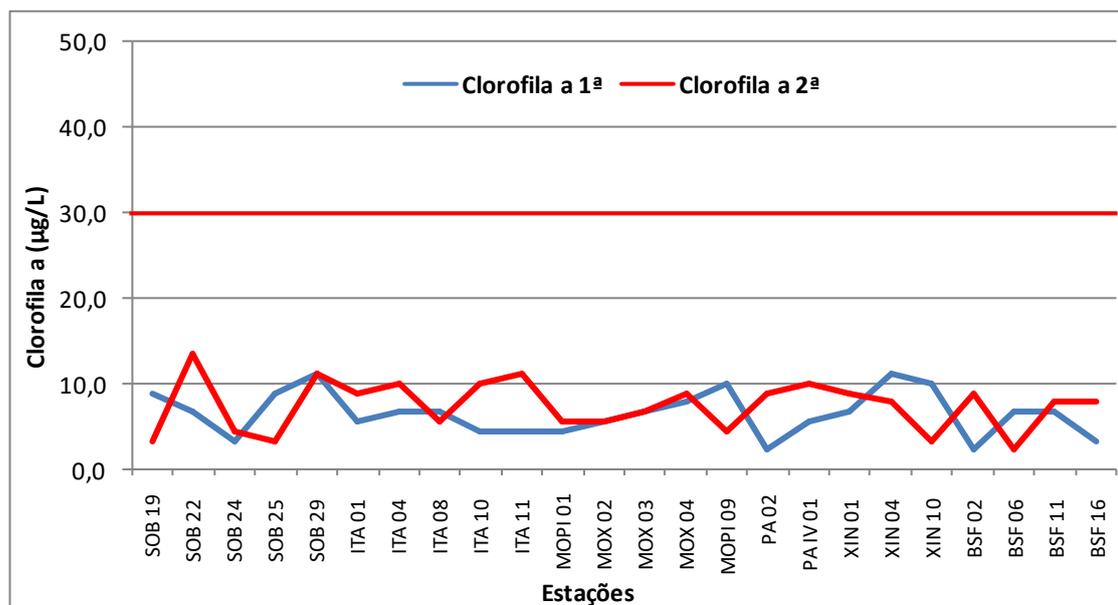


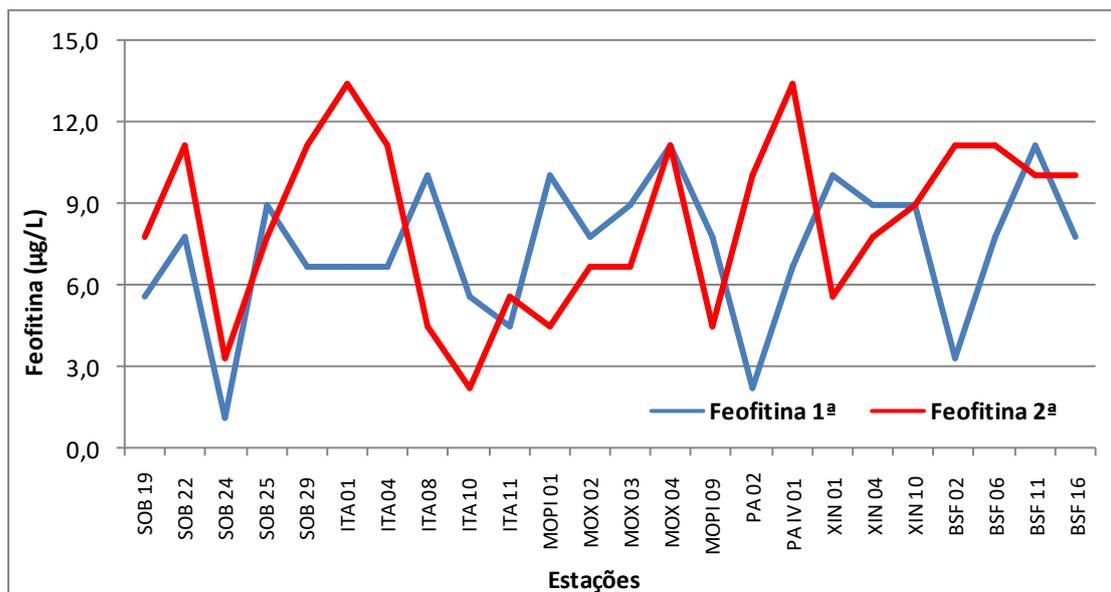
Figura 18 – Variação da concentração do fosfato total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de julho/2021.



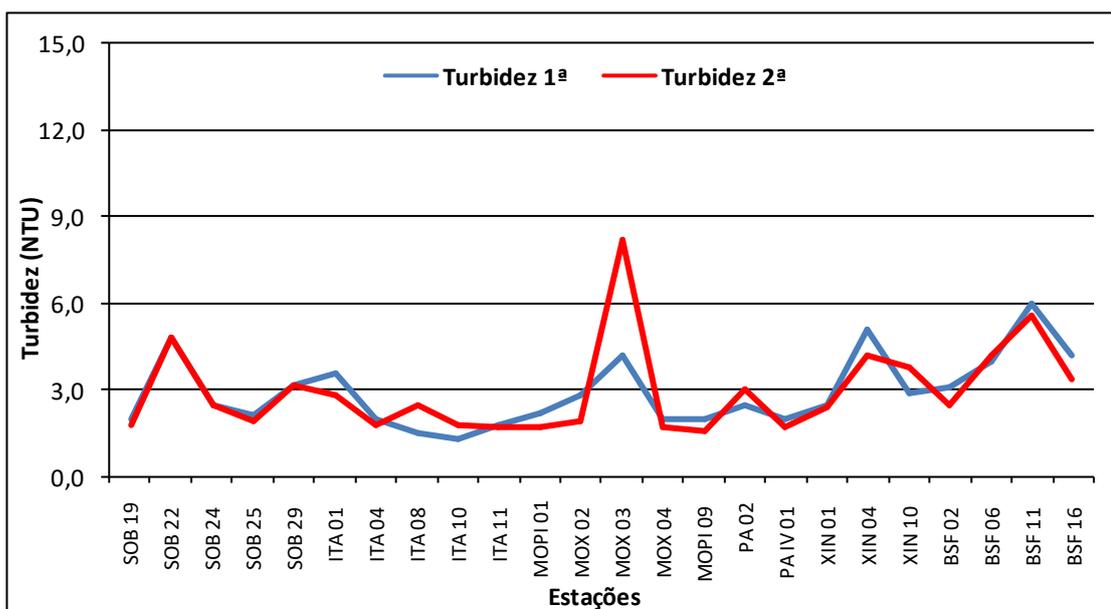
**Figura 19** – Variação da concentração de fósforo total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de julho/2021. As barras vermelhas indicam os limites para fósforo total estabelecidos pela Resolução no. 357/2005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



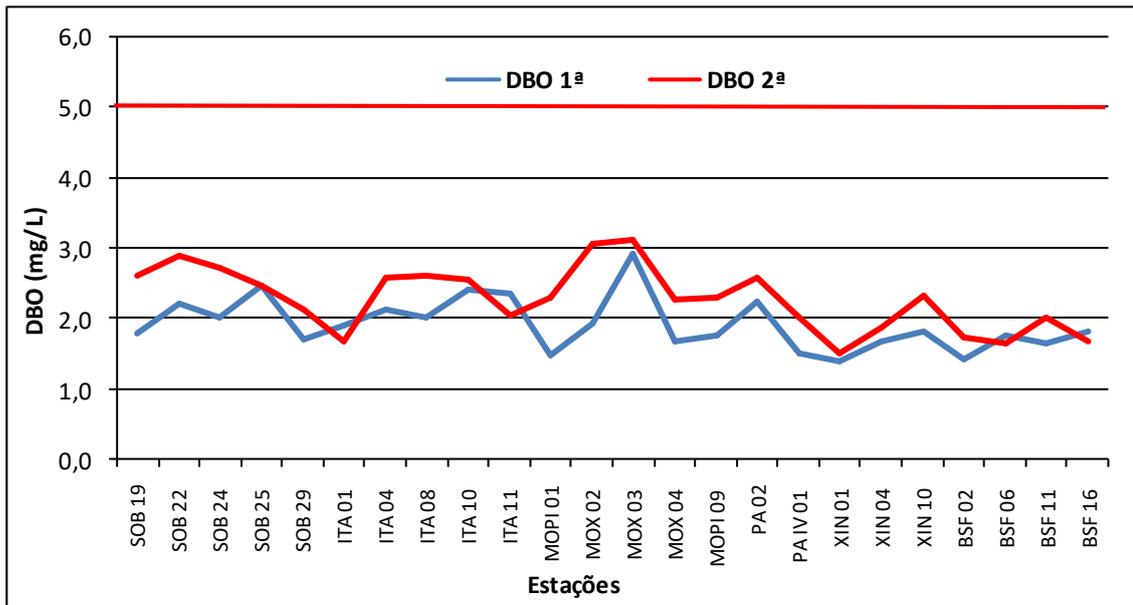
**Figura 20** - Variação da concentração da clorofila a da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de julho/2021. A barra vermelha indica o limite para clorofila-a estabelecido pela Resolução no. 357/2005 CONAMA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



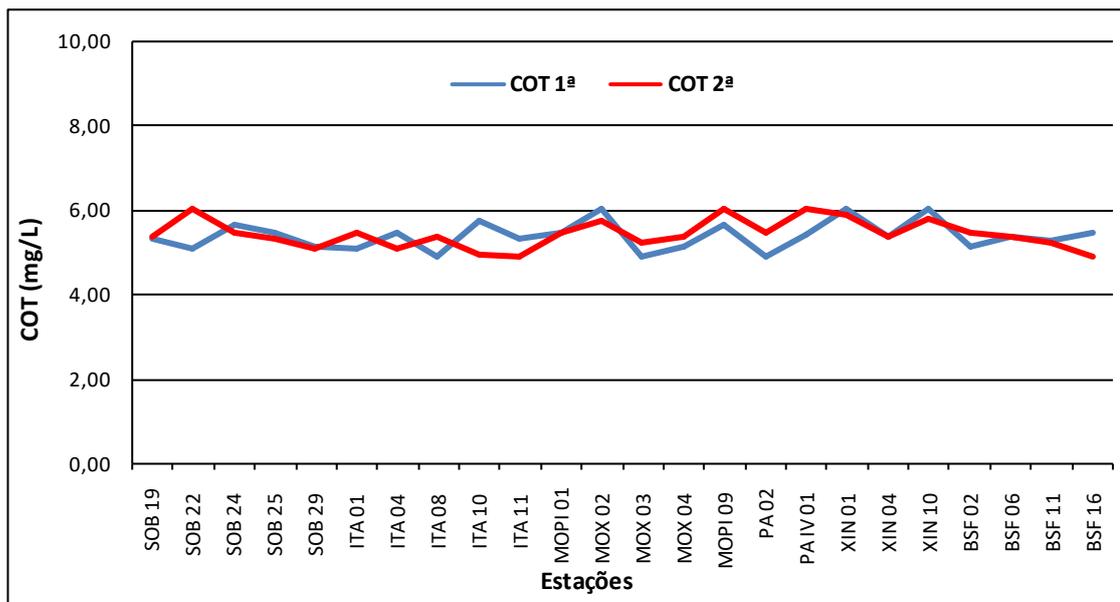
**Figura 21** - Variação da concentração da feofitina da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de julho/2021.



**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 julho/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 julho/2021. A barra vermelha indica o limite máximo de DBO estabelecido pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2.



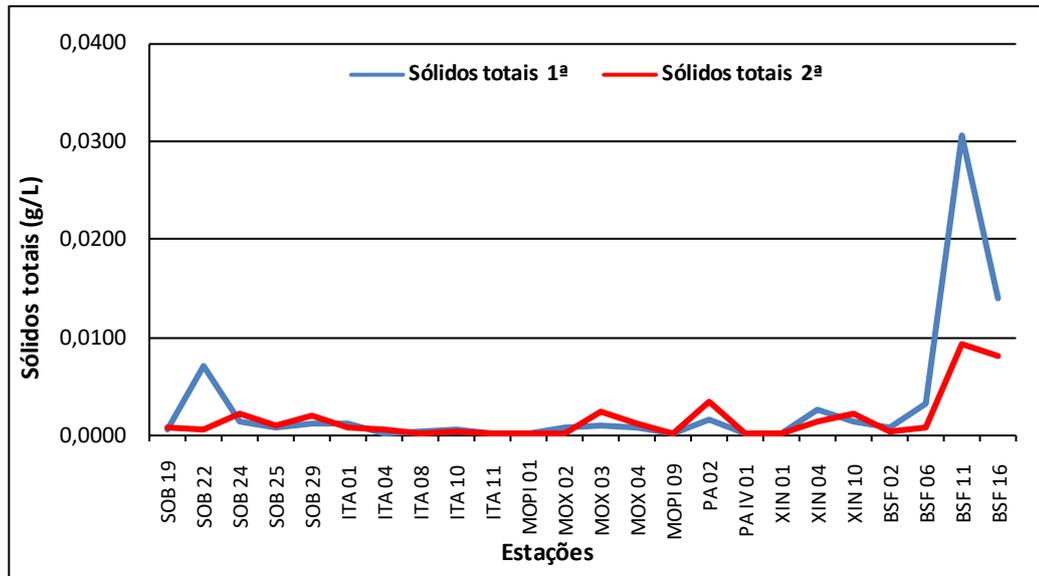
**Figura 24** - Variação da concentração do carbono orgânico total (COT) da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de julho/2021.

**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 julho/2021.

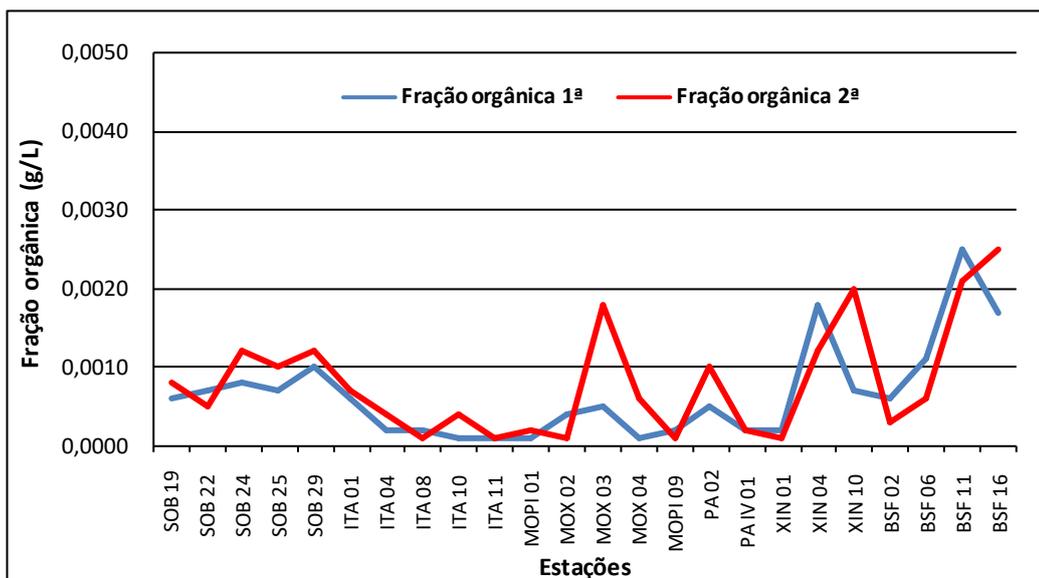
Estações	Sólidos totais	Fração Orgânica	Fração inorgânica	Sól. Sedimentáveis
	g/L	g/L	g/L	mL/L
SOB 19	0,0006	0,0006	0,0000	<0,1
SOB 22	0,0071	0,0007	0,0064	<0,1
SOB 24	0,0014	0,0008	0,0006	<0,1
SOB 25	0,0007	0,0007	0,0000	<0,1
SOB 29	0,0011	0,0010	0,0001	<0,1
ITA 01	0,0011	0,0006	0,0005	<0,1
ITA 04	0,0002	0,0002	0,0000	<0,1
ITA 08	0,0003	0,0002	0,0001	<0,1
ITA 10	0,0006	0,0001	0,0005	<0,1
ITA 11	0,0001	0,0001	0,0000	<0,1
MOPI 01	0,0002	0,0001	0,0001	<0,1
MOX 02	0,0008	0,0004	0,0004	<0,1
MOX 03	0,0010	0,0005	0,0005	<0,1
MOX 04	0,0007	0,0001	0,0006	<0,1
MOPI 09	0,0002	0,0002	0,0000	<0,1
PA 02	0,0016	0,0005	0,0011	<0,1
PA IV 01	0,0002	0,0002	0,0000	<0,1
XIN 01	0,0002	0,0002	0,0000	<0,1
XIN 04	0,0025	0,0018	0,0007	<0,1
XIN 10	0,0014	0,0007	0,0007	<0,1
BSF 02	0,0007	0,0006	0,0001	<0,1
BSF 06	0,0032	0,0011	0,0021	<0,1
BSF 11	0,0307	0,0025	0,0282	<0,1
BSF 16	0,0139	0,0017	0,0122	<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 julho/2021.

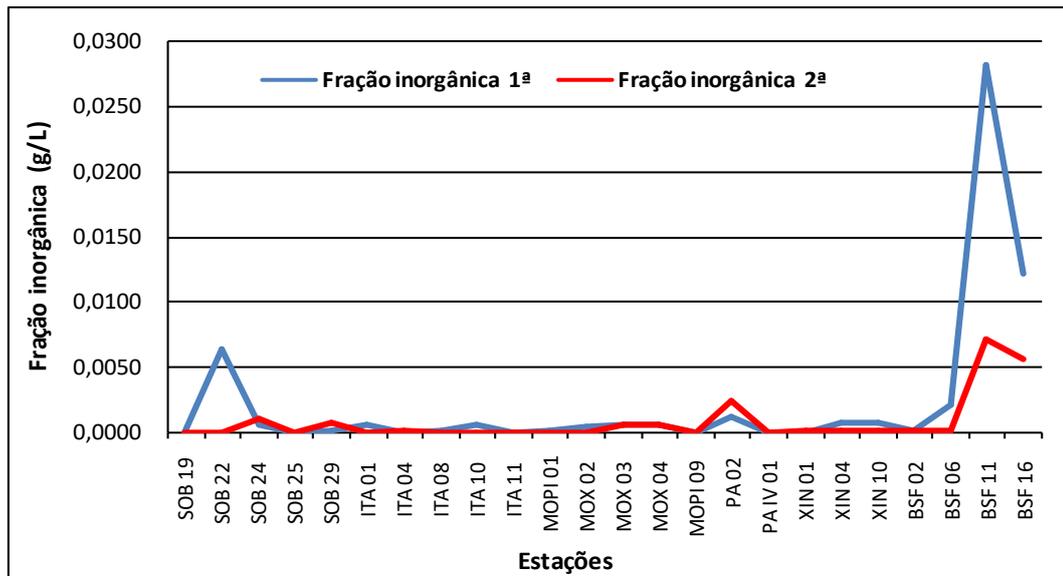
Estações	Sólidos totais	Fração Orgânica	Fração inorgânica	Sól. Sedimentáveis
	g/L	g/L	g/L	mL/L
SOB 19	0,0008	0,0008	0,0000	<0,1
SOB 22	0,0005	0,0005	0,0000	<0,1
SOB 24	0,0022	0,0012	0,0010	<0,1
SOB 25	0,0010	0,0010	0,0000	<0,1
SOB 29	0,0019	0,0012	0,0007	<0,1
ITA 01	0,0007	0,0007	0,0000	<0,1
ITA 04	0,0005	0,0004	0,0001	<0,1
ITA 08	0,0001	0,0001	0,0000	<0,1
ITA 10	0,0004	0,0004	0,0000	<0,1
ITA 11	0,0001	0,0001	0,0000	<0,1
MOPI 01	0,0002	0,0002	0,0000	<0,1
MOX 02	0,0001	0,0001	0,0000	<0,1
MOX 03	0,0024	0,0018	0,0006	<0,1
MOX 04	0,0011	0,0006	0,0005	<0,1
MOPI 09	0,0001	0,0001	0,0000	<0,1
PA 02	0,0034	0,0010	0,0024	<0,1
PA IV 01	0,0002	0,0002	0,0000	<0,1
XIN 01	0,0002	0,0001	0,0001	<0,1
XIN 04	0,0013	0,0012	0,0001	<0,1
XIN 10	0,0021	0,0020	0,0001	<0,1
BSF 02	0,0004	0,0003	0,0001	<0,1
BSF 06	0,0007	0,0006	0,0001	<0,1
BSF 11	0,0093	0,0021	0,0072	<0,1
BSF 16	0,0081	0,0025	0,0056	<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 julho/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 julho/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 julho/2021.

#### Alcalinidade total e Dureza total

Os valores de alcalinidade variaram entre 44,50 mg/L nas estações ITA 08, MOX 03 e PA 02 a 55,00 mg/L nas estações MOX 02, XIN 01 e XIN 10 na 1ª campanha e de 44,50 mg/L em ITA 11 e BSF 16 a 55,00 mg/L em SOB 22, MOPI 09 e PAIV 01 na 2ª campanha, apresentando ainda médias de 49,19 mg/L e 49,56 mg/L para ambas as campanhas respectivamente. Enquanto que a dureza variou entre 29,43 mg/L em SOB 19 e MOX 02 a 44,64 mg/L em BSF 11 na 1ª campanha e entre 29,03 mg/L em SOB 24 e ITA 08 a 39,63 mg/L em SOB 19 na segunda campanha e médias de 33,42 mg/L e 32,93 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 44,50 mg/L e o reservatório de Itaparica na segunda, com 47,00 mg/L, enquanto que o reservatório de Xingó na primeira campanha, com 53,00 mg/L e o de PAIV na segunda com 55,00 mg/L apresentaram as maiores. Quanto à dureza total, as menores

médias ocorreram no reservatório de Sobradinho na primeira campanha e no reservatório de PAIV na segunda, com 29,43 mg/L e 30,23 mg/L, respectivamente e as maiores no reservatório de Xingó na primeira campanha, com 36,03 mg/L e no de Sobradinho na segunda campanha, com 39,63 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 0,003 mg/L nas estações ITA 04 e ITA 08 a 0,018 mg/L em SOB 19 F e XIN 10 primeira campanha (Figura 13 e Tabelas 5 e 6) e na segunda campanha variou de 0,004 mg/L em MOPI 01 a 0,037 mg/L em ITA 11 e PAIV 01. Em termos de concentrações médias, os valores obtidos foram de 0,011 mg/L na primeira campanha e 0,015 mg/L na segunda. Na figura 13, observa-se três grandes picos de concentração que ocorreram na segunda campanha nas estações ITA 04, ITA 11 e PAIV 01, com concentrações acima de 0,030 mg/L. Quanto aos valores médios por ambiente, na primeira campanha o reservatório de Itaparica apresentou a menor média, com 0,005 mg/L e a maior ocorreu no reservatório de Sobradinho, com 0,015 mg/L, enquanto que, na segunda campanha a menor média ocorreu no trecho lótico inicial, com 0,009 mg/L e a maior no reservatório de PAIV, com 0,037 mg/L. Os valores mensurados de concentrações de nitrato para o período de julho/2021 estão dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução 357/05 do CONAMA, que é de 10,0 mg/L.

Quanto às concentrações do nitrito variaram de concentração nula em MOPI 01 a 0,0038 mg/L em SOB 24 na primeira campanha e de 0,0012 mg/L em ITA 01 a 0,0046 em BSF 16 na segunda campanha. A média para as duas campanhas ficou em 0,0020 mg/L e 0,0025 mg/L respectivamente (Figura 14 e Tabelas 5 e 6). Quanto às médias por ambiente, as maiores ocorreram no reservatório de Delmiro Gouveia em ambas as campanhas, com 0,0026 mg/L e 0,0035 mg/L, para a primeira e segunda campanha respectivamente, com enquanto que as menores ocorreram nos reservatórios de Moxotó e PAIV na primeira campanha e no

reservatório de PAIV na segunda com concentrações de 0,0017 mg/L e 0,0014mg/L, respectivamente.

As concentrações médias do nitrogênio amoniacal foram inferiores a 0,120 mg/L nas duas campanhas (Tabelas 5 e 6), com registros de picos de concentração na primeira campanha no reservatório de Sobradinho de 0,107 em SOB 19, no trecho lótico inicial de 0,104 mg/L em SOB 29, no reservatório de Itaparica de 0,090 mg/L em ITA 08, no reservatório de Moxotó de 0,103 mg/L, em MOPI 01 e de 0,104 mg/L em MOX 03, enquanto que na segunda campanha o maior pico ocorreu no trecho lótico inicial em SOB 25 com 0,068 mg/L. As concentrações variaram de 0,010 mg/L em BSF 11 a 0,107 mg/L em SOB 19 e uma média de 0,050 mg/L na primeira campanha. Enquanto que na segunda campanha variou de 0,014 mg/L em BSF 16 a 0,068 em SOB 25 e uma média de 0,031 mg/L. Quanto às médias por ambiente, o reservatório de PAIV apresentou a média mais baixa em ambas as campanhas, com 0,019 mg/L e 0,015 mg/L respectivamente. Enquanto que as mais elevadas ocorreram no reservatório de Sobradinho, com 0,107 mg/L na primeira campanha e no trecho lótico inicial com 0,042 mg/L, na segunda.

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

As concentrações de nitrogênio total variaram de 5,121 mg/L em MOX 03 a 15,175 mg/L em XIN 10 e uma média de 10,678 mg/L na primeira campanha e de 7,334 mg/L em SOB 29 a 16,439 mg/L em MOX 02 e uma média de 10,246 mg/L na segunda campanha (Tabelas 5 e 6 e Figura 16). Quanto as médias por ambiente, o reservatório de PAIV apresentou a mais baixa na primeira campanha, com 5,311 mg/L e o reservatório de Sobradinho na segunda campanha, com 8,409 mg/L e as mais elevadas ocorreram no reservatório de Xingó na primeira campanha, com 14,669 mg/L e no reservatório de PAIV na segunda campanha, com 11,065 mg/L.

### Ortofosfato, fosfato total e fósforo total

As concentrações de ortofosfato foram superiores na segunda campanha na maioria das estações e mantiveram-se abaixo de 0,035 mg/L em ambas as campanhas de julho/2021 (Figura 17). As concentrações variaram de 0,012 mg/L em SOB 22 a 0,032 mg/L em XIN 10 e média de 0,022 mg/L na primeira campanha e de 0,018 mg/L em ITA 01 e ITA 08 a 0,030 mg/L em SOB 24, MOPI 01, BSF 02 e BSF 11 e média de 0,025 mg/L na segunda (Tabelas 5 e 6 e Figura 17). Analisando por ambiente, o reservatório de PAIV apresentou a menor concentração média em ambas as campanhas, com 0,017 mg/L e 0,020 mg/L, para a primeira e segunda campanha respectivamente, enquanto que o reservatório de Delmiro Gouveia apresentou a maior, com 0,030 mg/L na primeira campanha e o trecho lótico final, com 0,029 mg/L na segunda.

O fosfato total apresentou-se com concentrações variando de 0,007 mg/L em PAIV 01 a 0,028 mg/L em BSF 16 e média de 0,017 mg/L para todas as estações na primeira campanha e de 0,009 mg/L em SOB 29 e ITA 01 a 0,039 mg/L em MOPI 01 e média de 0,017 mg/L na segunda campanha. Quanto as médias por ambiente, o reservatório de PAIV registrou a mais baixa, de 0,007 mg/L na primeira campanha e os reservatórios de Sobradinho e o de PAIV com 0,011 mg/L na segunda campanha. Os reservatórios de Delmiro Gouveia e Xingó e o trecho lótico final registrou a média mais alta na primeira campanha, com 0,020 mg/L e o reservatório de Moxotó na segunda campanha, com 0,022 mg/L como a mais elevada.

As concentrações de fósforo total mensuradas no período variaram de 0,024 mg/L em ITA 08, ITA 11 e BSF 11 a 0,073 mg/L em SOB 19 na primeira campanha e de 0,048 mg/L em MOX 03 a 0,118 mg/L em PAIV 01 e XIN 01 na segunda campanha (Tabelas 5 e 6 e Figura 19), apresentando ainda, médias de 0,040 mg/L e 0,093 mg/L para primeira e segunda campanha, respectivamente. As concentrações de fósforo total nos trechos lóticos, cujo limite estabelecido pelo CONAMA é de 0,1 mg/L P, só não foi ultrapassado pelas estações SOB 22, SOB 24, SOB 25, SOB 29, BSF 02, BSF 06, BSF 11 e BSF 16 na primeira campanha e por BSF 02 e BSF 16 na segunda. Nos trechos lênticos, cujo limite é de 0,030 mg/L P, apenas as estações ITA 08, ITA 11, MOX 04 e PAIV 01, tiveram valores inferiores a este limite na primeira campanha, enquanto que na segunda campanha nenhuma das estações ficaram abaixo do limite recomendado. Quanto as médias por ambiente, o reservatório de PAIV

apresentou a média mais baixa na primeira campanha, com 0,027 mg/L e o reservatório de Moxotó com 0,074 mg/L na segunda campanha. As médias mais elevadas ocorreram no reservatório de Sobradinho na primeira campanha, com 0,055 mg/L e no reservatório de PAIV na segunda, com 0,118 mg/L.

### **Clorofila a e feofitina**

As concentrações de clorofila **a** mensuradas no período ficaram abaixo de 15,000 µg/L e apresentando uma estabilidade em todo trecho monitorado e notadamente com valores superiores na segunda campanha na maioria das estações. Variou de 2,232 µg/L em PA 02 e BSF 02 a 11,160 µg/L em SOB 29 e XIN 04 e uma média de 6,510 µg/L na primeira campanha e entre 2,232 µg/L em BSF 06 a 13,392 µg/L em SOB 22 e média de 7,440 µg/L na segunda campanha (Tabelas 5 e 6 e Figura 20). Os valores mensurados de concentrações de clorofila para o mês de julho/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 Delmiro Gouveia na primeira campanha, com 2,232 µg/L e a maior com o reservatório de Xingó, com 9,300 µg/L, enquanto que na segunda campanha a menor média foi registrada no reservatório de Sobradinho, com 3,348 µg/L e a maior com o reservatório de PAIV, com 10,044 µg/L.

A feofitina apresentou dez picos de concentração acima de 11,000 µg/L, dois na primeira campanha em MOX 04 e BSF 11, e oito na segunda em SOB 22, SOB 29, ITA 01, ITA 04, MOX 04, PAIV 01, BSF 02 e BSF 06, (Figura 21 e Tabelas 5 e 6). As concentrações variaram de 1,116 µg/L em SOB 24 a 11,160 µg/L, em MOX 04 e BSF 11 com média de 7,347 µg/L na primeira campanha e de 2,232 µg/L em ITA 10 a 13,392 µg/L em ITA 01 e PAIV 01 e média de 8,324 µg/L na segunda. Quanto às médias por ambiente, a menor ocorreu no reservatório de Delmiro Gouveia, com 2,232 µg/L e a maior no reservatório de Xingó com 9,300 µg/L na primeira campanha, enquanto que na segunda a menor ocorreu no reservatório de Moxotó com 6,696 µg/L e a maior no reservatório de PAIV, com 13,392 µg/L.

## **Turbidez**

A turbidez nas estações de amostragem variou entre 1,30 NTU em ITA 10 a 6,00 NTU em BSF 11 e média de 2,93 NTU na primeira campanha, enquanto que na segunda campanha, variou de 1,60 NTU em MOPI 09 a 8,20 NTU em MOX 03 e média de 2,95 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 4,33 NTU na primeira e 3,93 NTU na segunda campanha. Enquanto que os menores valores médios registrados ocorreram nos reservatórios de Sobradinho e PAIV, com 2,00 NTU na primeira campanha e no reservatório de PAIV na segunda campanha, com 1,70 NTU. Os valores mensurados de turbidez para o período de julho/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 apresentou padrões espaciais semelhantes em ambas as campanhas. Variando entre 1,39 mg/L em XIN 01 a 2,91 mg/L em MOX 03 e uma média para todas as estações de 1,92 mg/L na primeira campanha e entre 1,53 mg/L em XIN 01 a 3,12 mg/L em MOX 03 e média de 2,28 mg/L na segunda campanha (Tabelas 5 e 6, Figura 23). Os valores médios de DBO foram mais elevados no reservatório de Delmiro Gouveia, com 2,25 mg/L, na primeira campanha e no reservatório de Moxotó, com 2,61 mg/L na segunda, enquanto que os mais baixos foram registrados no reservatório de PAIV de 1,52 mg/L na primeira campanha e no trecho lótico final, com 1,78 mg/L na segunda. Os valores mensurados de DBO para o período de julho/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 4,90 mg/L em ITA 08, MOX 03 e PA 02 a 6,05 mg/L em MOX 02, XIN 01 e XIN 10 na primeira campanha e entre 4,90 mg/L em ITA 11 e BSF 16 a 6,05 mg/L em SOB 22, MOPI 09 e PAIV 01 e médias para ambas as campanhas de 5,41 mg/L e 5,45 mg/L, respectivamente (Tabelas 5 e

6, Figura 24). Ainda na figura 24, observa-se um equilíbrio entre as duas campanhas quanto às concentrações de carbono. Analisando os valores médios por ambiente, nos mostram que os menores valores ocorreram no reservatório de Delmiro Gouveia na primeira campanha com 4,90 mg/L e no reservatório de Itaparica na segunda com 5,17 mg/L, enquanto que o maior ocorreu nos reservatórios de Xingó, com 5,83 mg/L na primeira campanha e no reservatório de PAIV na segunda campanha, com 6,05 mg/L.

### **Sólidos totais e sedimentáveis**

A concentração de sólidos totais na água dentre as estações de amostragem teve um valor mínimo de 0,0001 g/L na estação ITA 11 e um valor máximo de 0,0307 g/L em BSF 11 e uma média para todas as estações de 0,0029 g/L na primeira campanha. Na segunda campanha apresentou um mínimo de 0,0001 g/L em ITA 08, ITA 11, MOX 02 e MOPI 09 e um máximo de 0,0093 g/L em BSF 11, apresentando ainda uma média para todas as estações de 0,0016 g/L. Ao analisarmos as médias por ambiente, encontramos para ambas as campanhas um valor mínimo de 0,0002 g/L para o reservatório de PAIV e valores máximos de 0,0121 g/L e de 0,0046 g/L para o trecho lótico final para primeira e segunda campanhas respectivamente (Tabelas 7 e 8 e Figura 25).

Quanto à fração orgânica, foi registrado na primeira campanha uma concentração mínima de 0,0001 g/L nas estações ITA 10, ITA 11, MOPI 01 e MOX 04 e uma máxima de 0,0025 g/L em BSF 11 e uma média de 0,0007 g/L. Na segunda campanha registrou-se concentração de 0,0001 g/L em ITA 08, ITA 11, MOX 02, MOPI 09 e XIN 01 e uma máxima de 0,0025 g/L em BSF 16 e uma média de 0,0008 g/L para todas as estações. Quanto as médias por ambiente, a mais baixa ocorreu nos reservatórios de Itaparica e PAIV na primeira campanha de 0,0002 g/L e a mais alta no trecho lótico final, com 0,0015 g/L, enquanto que na segunda campanha, a mais alta também ocorreu no trecho lótico final, com 0,0014 g/L e a mais baixa no reservatório de PAIV, com 0,0002 g/L (Tabelas 7 e 8 e Figura 26). Quanto a fração inorgânica foi registrado valor nulo em SOB 19, SOB 25, ITA 04, ITA 11, MOPI 09, PAIV 01 e XIN 01 e um valor máximo de 0,0282 g/L em BSF 11 e uma média para todas as estações de 0,0023 g/L na primeira campanha, enquanto que na segunda campanha os valores de concentração nula ocorreram nas estações SOB 19, SOB 22, SOB 25, ITA 01, ITA 08, ITA 10, ITA 11, MOPI 01,

MOX 02, MOPI 09, PAIV 01 e o valor máximo ocorreu na estação BSF 11 com 0,0072 g/L e um valor médio de 0,0008 g/L. Os valores médios por ambiente mostram que o reservatório de Sobradinho e PAIV na primeira campanha apresentou o valor nulo e o valor mais elevado ocorreu no trecho lótico final, com 0,0107 g/L, enquanto que na segunda campanha o trecho lótico final também apresentou média mais alta, com 0,0033 g/L e os reservatórios de Sobradinho, Itaparica e PAIV apresentaram a mais baixa, com concentração nula (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 julho/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 campanha, a temperatura oscilou entre 23,80 °C a 23,90 °C, com médias de 23,90°C, 23,80°C e 23,86°C para as estações Centro, Direita e Esquerda, respectivamente, e uma média geral para as três estações de 23,86°C. A condutividade variou de 73,20 uS/cm a 73,40 uS/cm, com médias de 73,40 uS/cm, 73,20 uS/cm e 73,39 uS/cm para as estações Centro, Direita e Esquerda, respectivamente, e média geral para as três estações de 73,34 uS/cm. A salinidade ficou constante em 0,03 e os sólidos totais dissolvidos também ficou estável em 48,75 mg/L. O oxigênio dissolvido teve médias variando 7,54 mg/L, 7,28 mg/L e 7,38 mg/L para SOB 19C, SOB 19D e SOB 19E, respectivamente, variando de 6,05 mg/L e 72,70 % a 8,04 mg/L e 95,40 % e uma média geral de 7,40 mg/L, enquanto que o pH oscilou entre 7,55 a 8,23, com médias por estação de 8,18, 8,19 e 7,93 para SOB 19C, SOB 19D e SOB 19E, respectivamente. Na segunda campanha, a temperatura oscilou entre 23,50 °C a 23,60 °C, com médias de 23,60°C, 23,50°C e 23,60°C nas três estações respectivamente e

uma média geral 23,57°C. A condutividade variou de 72,70 uS/cm a 73,00 uS/cm, com médias de 72,91 uS/cm, 72,74 uS/cm e 72,87 uS/cm para as estações Centro, Direita e Esquerda, respectivamente, e média geral para as três estações de 72,85 uS/cm. A salinidade ficou constante em 0,03 e os sólidos totais dissolvidos também ficou estável em 48,75 mg/L. O oxigênio dissolvido teve médias variando 7,42 mg/L, 7,36 mg/L e 7,44 mg/L para SOB 19C, SOB 19D e SOB 19E, respectivamente, variando de 6,67 mg/L e 78,80 % a 8,14 mg/L e 95,70 % e uma média geral de 7,41 mg/L, enquanto que o pH oscilou entre 7,83 a 8,28, com médias por estação de 8,21, 8,26 e 8,11 para SOB 19C, SOB 19D e SOB 19E 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 julho/2021.

Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	STD (mg/L)
Sup	23,90	8,11	73,40	8,04	95,40	0,03	48,75
1	23,90	8,12	73,40	8,00	94,90	0,03	48,75
2	23,90	8,13	73,40	7,83	92,80	0,03	48,75
3	23,90	8,14	73,40	7,75	91,80	0,03	48,75
4	23,90	8,15	73,40	7,67	91,10	0,03	48,75
5	23,90	8,15	73,40	7,64	90,70	0,03	48,75
6	23,90	8,16	73,40	7,59	90,30	0,03	48,75
7	23,90	8,17	73,40	7,35	87,40	0,03	48,75
8	23,90	8,18	73,40	7,23	85,80	0,03	48,75
9	23,90	8,18	73,40	7,55	89,60	0,03	48,75
10	23,90	8,18	73,40	7,68	90,80	0,03	48,75
11	23,90	8,18	73,40	7,65	90,40	0,03	48,75
12	23,90	8,18	73,40	7,65	90,60	0,03	48,75
13	23,90	8,19	73,40	7,55	89,40	0,03	48,75
14	23,90	8,20	73,40	7,42	88,40	0,03	48,75
15	23,90	8,20	73,40	7,42	88,40	0,03	48,75
16	23,90	8,20	73,40	7,40	87,70	0,03	48,75
17	23,90	8,20	73,40	7,50	88,90	0,03	48,75
18	23,90	8,20	73,40	7,56	90,00	0,03	48,75
19	23,90	8,21	73,40	7,45	88,70	0,03	48,75
20	23,90	8,22	73,40	7,34	87,20	0,03	48,75
21	23,90	8,22	73,40	7,20	85,50	0,03	48,75
22	23,90	8,23	73,40	6,93	80,30	0,03	48,75

**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 julho/2021.

Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	STD (mg/L)
Superfície	23,80	8,18	73,20	7,88	92,60	0,03	48,75
1	23,80	8,18	73,20	7,68	90,20	0,03	48,75
2	23,80	8,19	73,20	7,47	88,70	0,03	48,75
3	23,80	8,19	73,20	7,50	89,00	0,03	48,75
4	23,80	8,19	73,20	7,53	89,50	0,03	48,75
5	23,80	8,19	73,20	7,35	87,40	0,03	48,75
6	23,80	8,20	73,20	7,11	84,10	0,03	48,75
7	23,80	8,20	73,20	7,22	85,40	0,03	48,75
8	23,80	8,18	73,20	7,32	86,50	0,03	48,75
9	23,80	8,18	73,20	7,35	86,80	0,03	48,75
10	23,80	8,18	73,20	7,37	89,40	0,03	48,75
11	23,80	8,19	73,20	7,28	88,30	0,03	48,75
12	23,80	8,20	73,20	7,20	85,10	0,03	48,75
13	23,80	8,20	73,20	7,20	85,10	0,03	48,75
14	23,80	8,20	73,20	7,20	85,10	0,03	48,75
15	23,80	8,20	73,20	7,20	85,10	0,03	48,75
16	23,80	8,20	73,20	7,22	85,40	0,03	48,75
17	23,80	8,20	73,20	7,24	85,60	0,03	48,75
18	23,80	8,20	73,20	7,26	87,70	0,03	48,75
19	23,80	8,18	73,20	6,05	72,90	0,03	48,75

**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 julho/2021.

Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	STD (mg/L)
Superfície	23,80	7,55	73,40	7,83	92,60	0,03	48,75
1	23,80	7,60	73,40	7,75	91,60	0,03	48,75
2	23,90	7,66	73,30	7,72	91,50	0,03	48,75
3	23,90	7,70	73,30	7,69	91,20	0,03	48,75
4	23,90	7,77	73,40	7,66	91,10	0,03	48,75
5	23,90	7,79	73,40	7,50	89,20	0,03	48,75
6	23,90	7,83	73,30	7,40	87,50	0,03	48,75
7	23,90	7,85	73,30	7,40	87,50	0,03	48,75
8	23,90	7,88	73,40	7,38	87,40	0,03	48,75
9	23,90	7,90	73,40	7,35	87,10	0,03	48,75
10	23,90	7,92	73,40	7,31	86,60	0,03	48,75
11	23,90	7,92	73,40	7,28	86,20	0,03	48,75
12	23,90	7,95	73,40	7,26	86,00	0,03	48,75
13	23,90	7,97	73,40	7,15	84,70	0,03	48,75
14	23,90	7,98	73,40	7,05	83,70	0,03	48,75
15	23,90	7,99	73,40	7,20	85,50	0,03	48,75
16	23,90	8,00	73,40	7,31	86,50	0,03	48,75
17	23,90	8,00	73,40	7,31	86,50	0,03	48,75
18	23,90	8,01	73,40	7,31	87,00	0,03	48,75
19	23,90	8,03	73,40	7,33	87,20	0,03	48,75
20	23,80	8,05	73,40	7,35	86,90	0,03	48,75
21	23,80	8,05	73,40	7,35	86,90	0,03	48,75
22	23,80	8,05	73,40	7,35	86,90	0,03	48,75
23	23,80	8,05	73,40	7,35	86,90	0,03	48,75
24	23,80	8,05	73,40	7,35	86,90	0,03	48,75
25	23,80	8,05	73,40	7,35	86,90	0,03	48,75
26	23,80	8,05	73,40	7,35	86,90	0,03	48,75
27	23,80	8,05	73,40	7,35	86,90	0,03	48,75
28	23,80	8,05	73,40	7,35	86,90	0,03	48,75
29	23,80	8,09	73,40	6,91	81,80	0,03	48,75

**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 julho/2021.

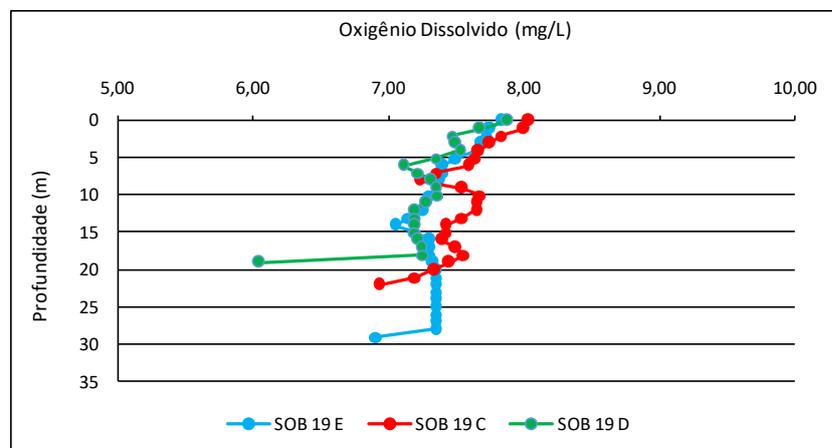
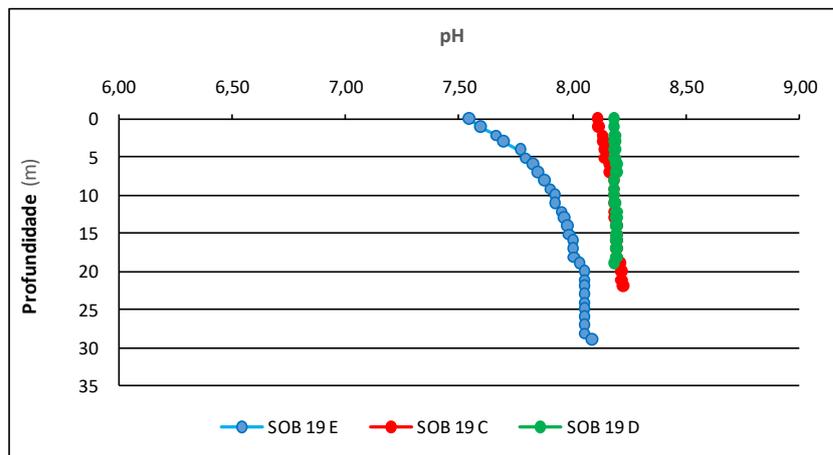
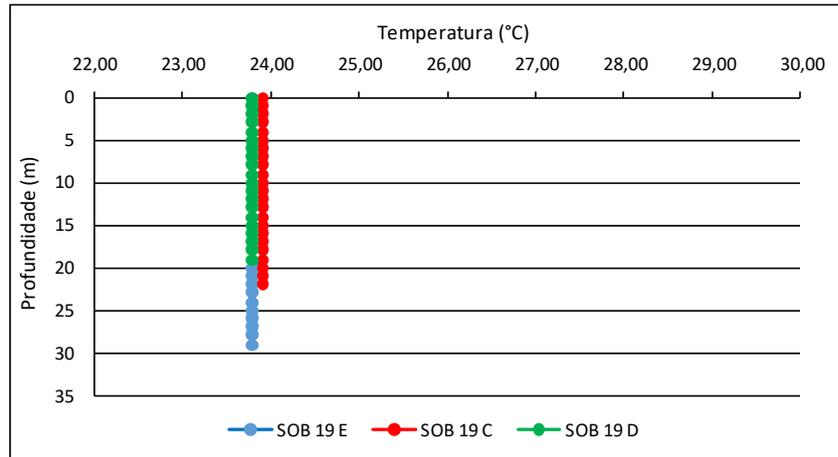
Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	STD (mg/L)
Superfície	23,60	8,22	73,00	7,86	92,60	0,03	48,75
1	23,60	8,22	73,00	7,83	92,30	0,03	48,75
2	23,60	8,22	73,00	7,75	91,80	0,03	48,75
3	23,60	8,22	73,00	7,75	91,80	0,03	48,75
4	23,60	8,22	73,00	7,65	90,50	0,03	48,75
5	23,60	8,22	73,00	7,56	90,10	0,03	48,75
6	23,60	8,22	73,00	7,50	88,90	0,03	48,75
7	23,60	8,22	73,00	7,45	88,70	0,03	48,75
8	23,60	8,23	72,90	7,40	88,20	0,03	48,75
9	23,60	8,23	72,90	7,42	88,40	0,03	48,75
10	23,60	8,22	72,90	7,40	88,20	0,03	48,75
11	23,60	8,22	72,90	7,41	87,80	0,03	48,75
12	23,60	8,22	72,90	7,11	84,30	0,03	48,75
13	23,60	8,22	72,90	7,10	84,20	0,03	48,75
14	23,60	8,22	72,90	7,20	85,50	0,03	48,75
15	23,60	8,22	72,90	7,23	85,80	0,03	48,75
16	23,60	8,21	72,90	7,31	86,20	0,03	48,75
17	23,60	8,21	72,90	7,31	86,40	0,03	48,75
18	23,60	8,20	72,80	7,32	86,60	0,03	48,75
19	23,60	8,20	72,80	7,26	85,80	0,03	48,75
20	23,60	8,19	72,80	7,25	85,50	0,03	48,75
21	23,60	8,19	72,80	7,25	85,50	0,03	48,75
22	23,60	8,19	72,80	7,25	85,50	0,03	48,75

**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 julho/2021.

Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	STD (mg/L)
Superfície	23,50	8,21	72,80	8,14	95,70	0,03	48,75
1	23,50	8,22	72,80	8,08	95,20	0,03	48,75
2	23,50	8,23	72,80	7,50	89,00	0,03	48,75
3	23,50	8,23	72,80	7,45	88,50	0,03	48,75
4	23,50	8,24	72,80	7,36	86,60	0,03	48,75
5	23,50	8,26	72,80	7,30	85,90	0,03	48,75
6	23,50	8,27	72,80	7,24	85,10	0,03	48,75
7	23,50	8,27	72,80	7,28	85,60	0,03	48,75
8	23,50	8,28	72,70	7,32	86,10	0,03	48,75
9	23,50	8,28	72,70	7,29	85,70	0,03	48,75
10	23,50	8,27	72,70	7,21	84,80	0,03	48,75
11	23,50	8,27	72,70	7,29	85,70	0,03	48,75
12	23,50	8,27	72,70	7,33	86,30	0,03	48,75
13	23,50	8,27	72,70	7,30	85,80	0,03	48,75
14	23,50	8,27	72,70	7,28	85,50	0,03	48,75
15	23,50	8,27	72,70	7,30	85,80	0,03	48,75
16	23,50	8,27	72,70	7,33	82,30	0,03	48,75
17	23,50	8,27	72,70	7,33	82,30	0,03	48,75
18	23,50	8,26	72,70	7,31	86,00	0,03	48,75
19	23,50	8,25	72,70	7,22	85,40	0,03	48,75
20	23,50	8,25	72,70	6,67	78,80	0,03	48,75

**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 julho/2021.

Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	STD (mg/L)
Superfície	23,60	7,83	72,90	7,64	90,20	0,03	48,75
1	23,60	7,90	72,90	7,67	90,50	0,03	48,75
2	23,60	7,97	72,90	7,72	91,20	0,03	48,75
3	23,60	8,00	72,90	7,70	90,90	0,03	48,75
4	23,60	8,08	72,90	7,69	90,80	0,03	48,75
5	23,60	8,09	72,90	7,69	90,80	0,03	48,75
6	23,60	8,10	72,90	7,66	89,70	0,03	48,75
7	23,60	8,11	72,90	7,35	86,00	0,03	48,75
8	23,60	8,12	72,90	6,85	80,30	0,03	48,75
9	23,60	8,12	72,90	6,90	80,80	0,03	48,75
10	23,60	8,13	72,90	6,99	82,20	0,03	48,75
11	23,60	8,14	72,90	7,05	83,00	0,03	48,75
12	23,60	8,14	72,90	7,07	83,20	0,03	48,75
13	23,60	8,15	72,90	7,30	85,90	0,03	48,75
14	23,60	8,15	72,90	7,42	87,20	0,03	48,75
15	23,60	8,16	72,90	7,40	87,00	0,03	48,75
16	23,60	8,15	72,90	7,39	86,80	0,03	48,75
17	23,60	8,16	72,90	7,42	87,00	0,03	48,75
18	23,60	8,16	72,90	7,48	88,20	0,03	48,75
19	23,60	8,16	72,90	7,52	88,70	0,03	48,75
20	23,60	8,16	72,80	7,57	89,20	0,03	48,75
21	23,60	8,16	72,80	7,57	89,20	0,03	48,75
22	23,60	8,16	72,80	7,57	89,20	0,03	48,75
23	23,60	8,16	72,80	7,57	89,20	0,03	48,75
24	23,60	8,16	72,80	7,57	89,20	0,03	48,75
25	23,60	8,16	72,80	7,57	89,20	0,03	48,75
26	23,60	8,16	72,80	7,57	89,20	0,03	48,75
27	23,60	8,16	72,80	7,57	89,20	0,03	48,75
28	23,60	8,20	72,90	7,40	87,20	0,03	48,75



0

**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 julho/2021.

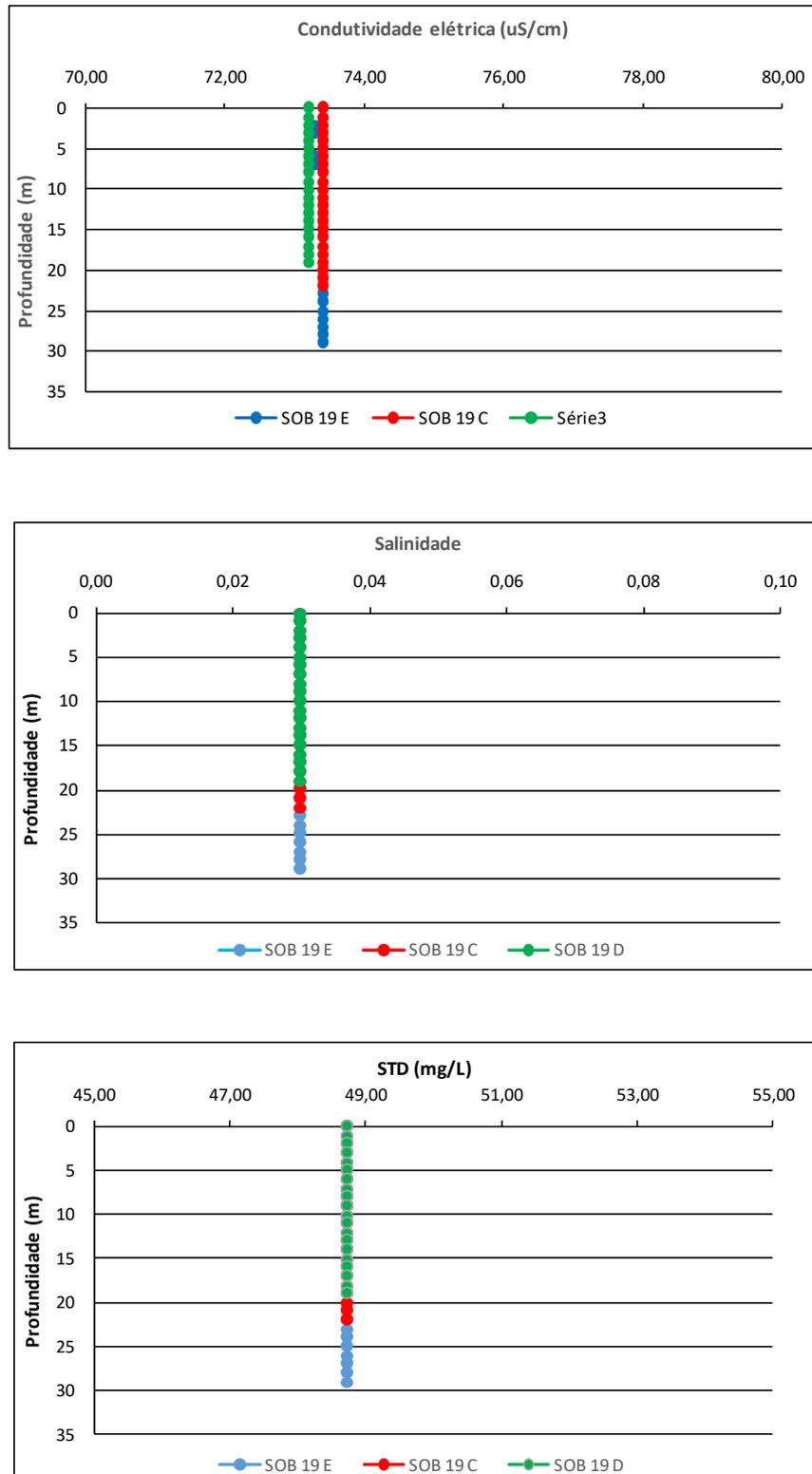


Figura 29 – Perfis verticais da condutividade, salinidade e dos sólidos totais dissolvidos (STD) da água na estação SOB 19 Centro, Esquerda e Direita, referentes à 1ª. campanha de monitoramento de julho/2021.

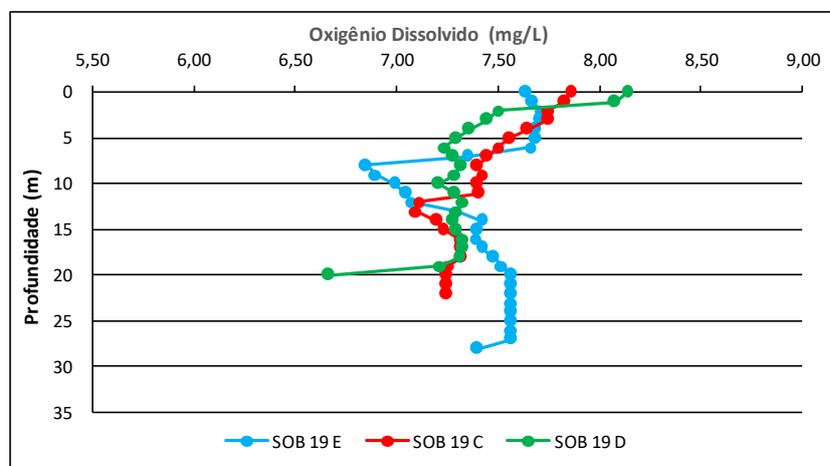
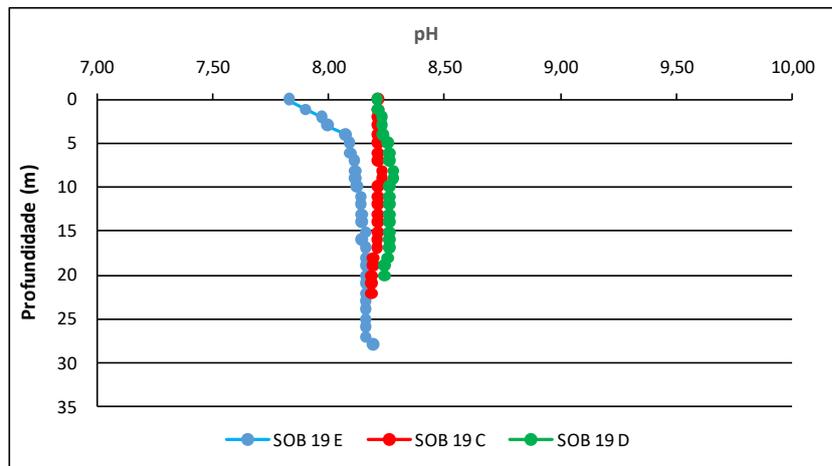
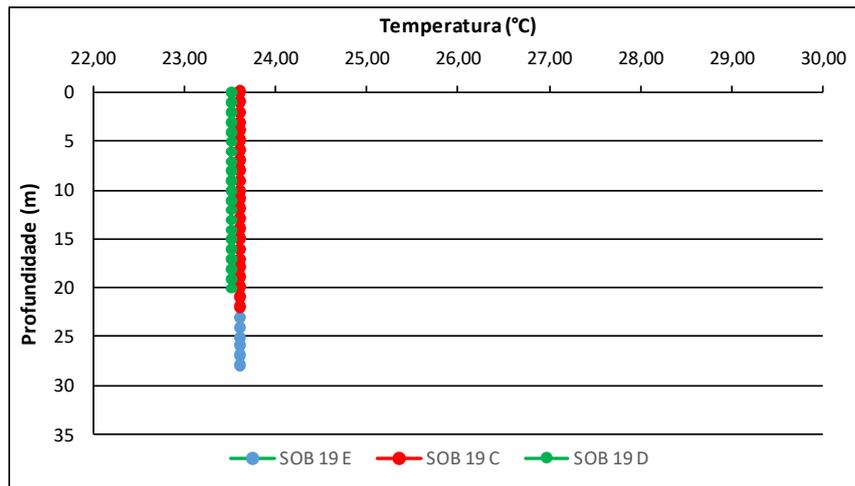


Figura 30 – Perfis verticais da temperatura, pH e concentração de oxigênio dissolvido da água na estação SOB 19 Centro, Esquerda e Direita, referentes à 2ª. campanha de monitoramento de julho/2021.

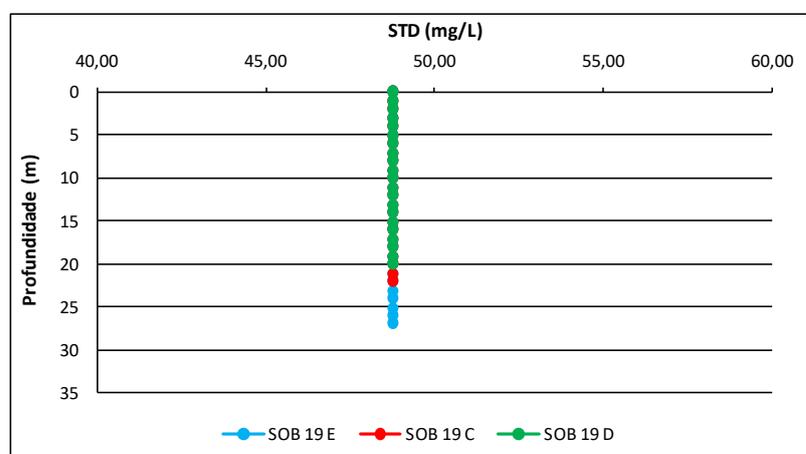
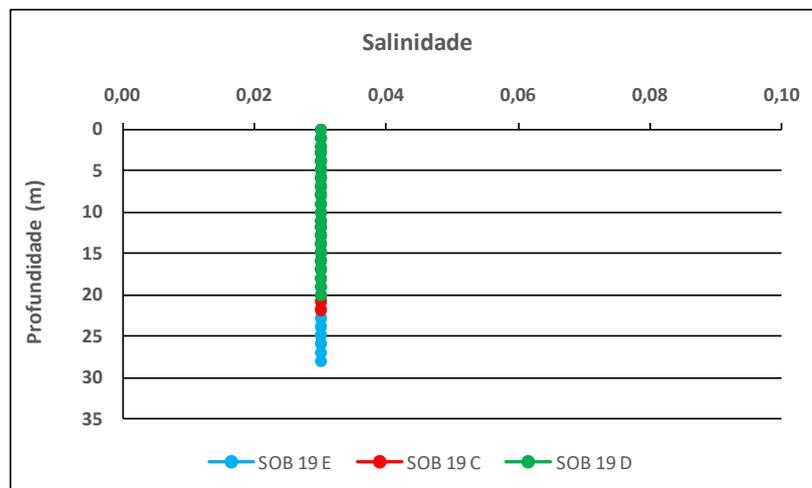
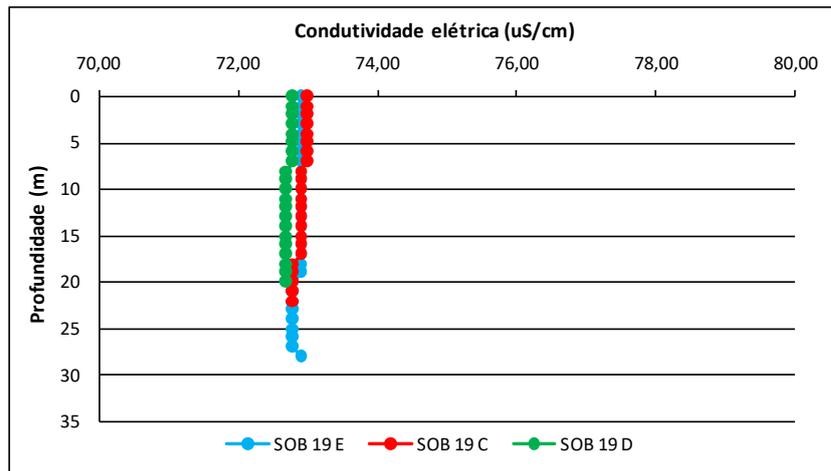


Figura 31 – Perfis verticais da condutividade elétrica, salinidade e dos sólidos totais dissolvidos (STD) da água na estação SOB 19 Centro, Esquerda e Direita, referentes à 2ª. campanha de monitoramento de julho/2021.

#### 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 m<sup>3</sup>/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 julho 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.

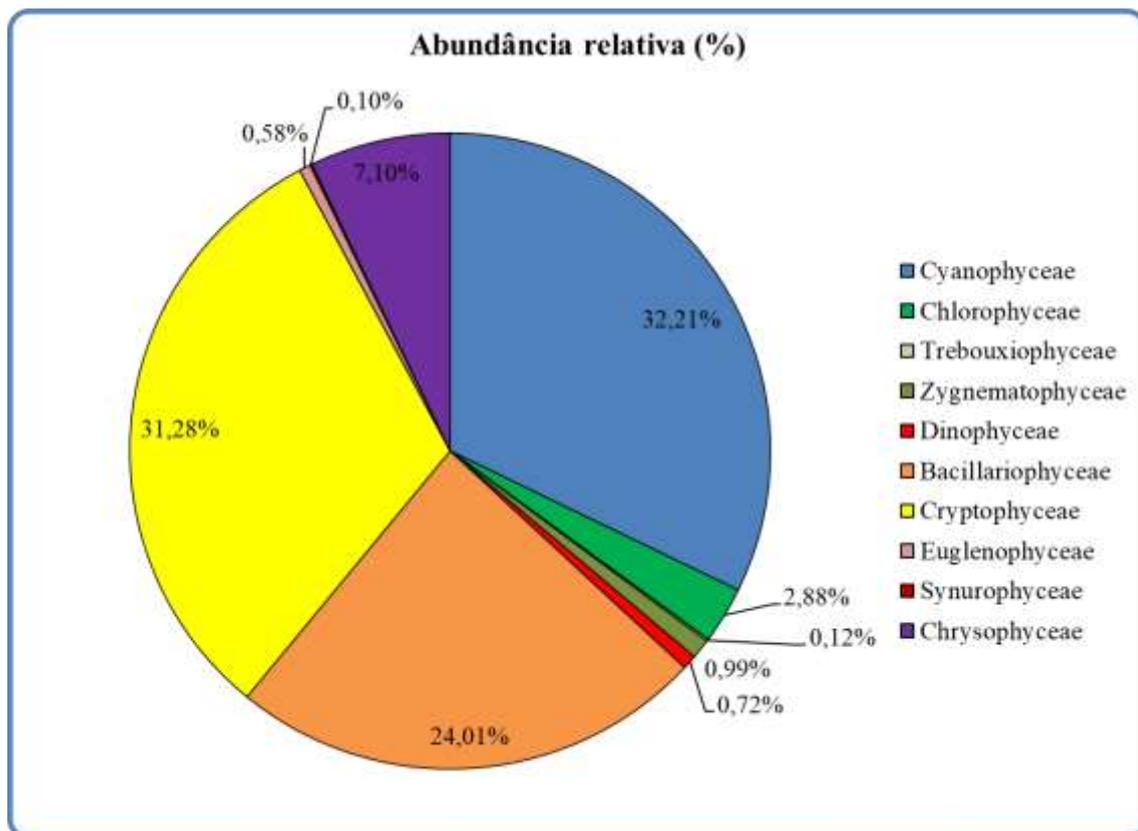
A quantificação das algas foi realizada utilizando microscópio invertido triocular XDS-1B (400×), de acordo com Utermöhl (1958). O tempo de sedimentação da amostra foi de acordo com Lund *et al.* (1958) e a contagem foi realizada em transectos e o limite de contagem estabelecido pela curva de rarefação 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,

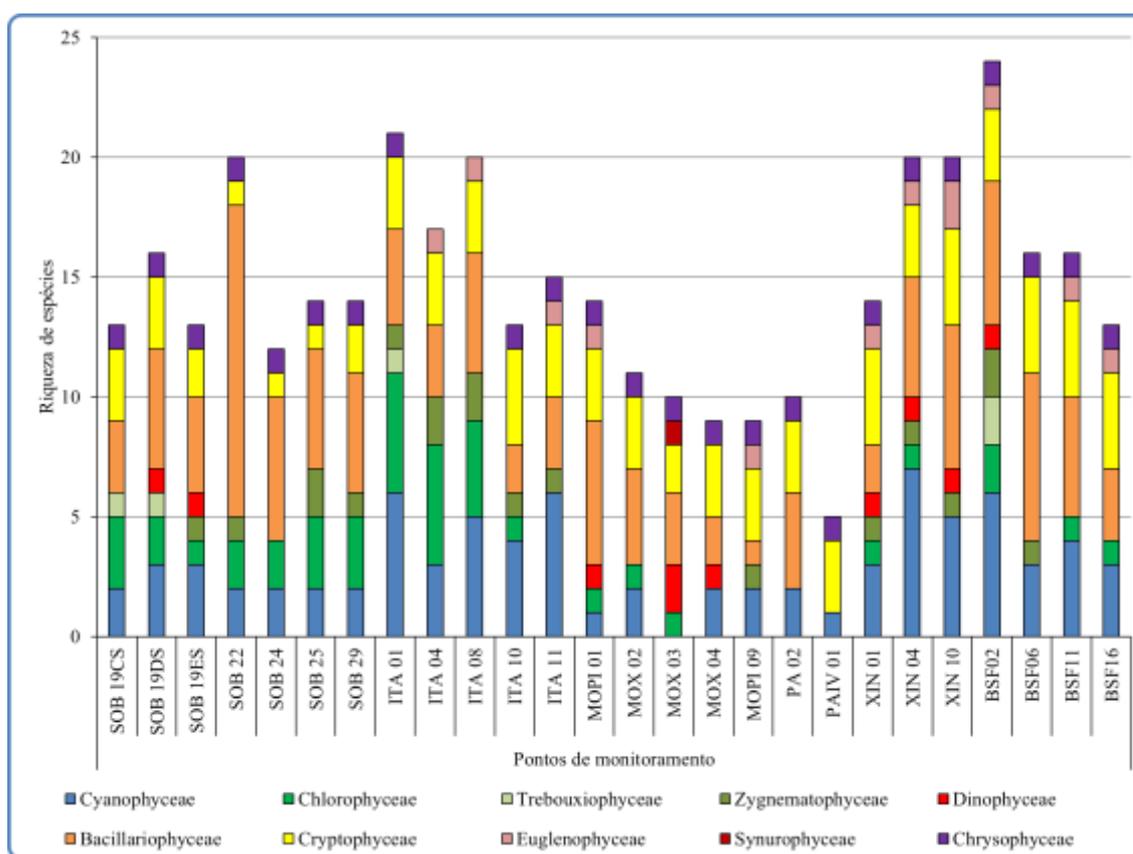
Itaparica, Moxotó, Paulo Afonso e Xingó, e no Baixo São Francisco na 1ª campanha de monitoramento, realizada no período de 04 a 08 de julho de 2021, foi representada por 72 táxons, os quais estiveram distribuídos em 7 Divisões: Chlorophyta (23), Bacillariophyta (23), Cyanobacteria (15), Cryptophyta (4), Dinophyta (3), Chrysophyta (2) e Euglenophyta (2) (ver Sinopse da 1ª Campanha). Nesta campanha, a classe do fitoplâncton com maior abundância relativa no total de amostras foi Cyanophyceae, representando 32,21% da comunidade fitoplanctônica total, seguida de Cryptophyceae (31,28%) e Bacillariophyceae (24,01%) (Figura 32).



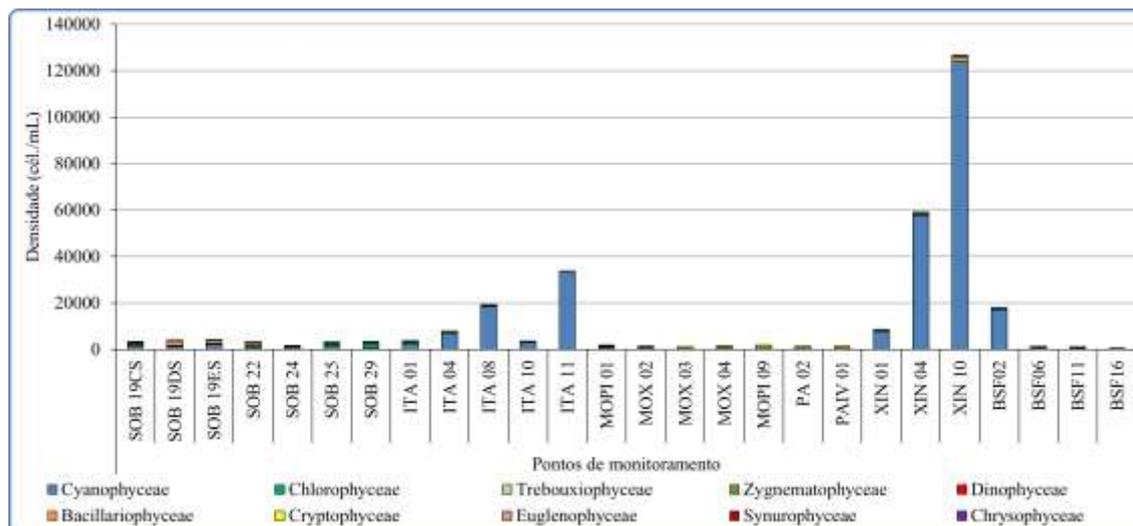
**Figura 32-** Abundância relativa da comunidade fitoplanctônica, por classe, registrada entre 04 e 08 de julho de 2021 (1ª Campanha).

Os pontos com os maiores valores de riqueza foram BSF02 com 24 espécies, ITA01 com 21 espécies, e SOB22, ITA08, XIN04 e XIN10 com 20 espécies cada (Figura 33). As maiores densidades totais ocorreram em Xingó (XIN10 e XIN04) com 123.889 cel/mL e 57.712 cel/mL, respectivamente, seguido de Itaparica (ITA11) com 33.535 cel/mL (Figura 34). Nos pontos XIN10 e XIN04, ocorreram elevadas densidades da classe Cyanophyceae,

representada principalmente por *Raphidiopsis raciborskii*, que contribuiu com 95 e 78% da densidade total do fitoplâncton, respectivamente, além da Cyanophyceae *Aphanocapsa elachista* em ITA11 e XIN04, que contribuiu com 98 e 11% da densidade total do fitoplâncton, respectivamente. Todos os demais pontos, com exceção de ITA08 e BSF02, apresentaram densidades menores que 10.000 cel/mL. A Tabela 15 apresenta a composição específica e os valores de densidade da comunidade fitoplanctônica nas diferentes estações na 1a. campanha de julho/2021.



**Figura 33-** Riqueza fitoplanctônica, por classe, registrada entre 04 e 08 de julho de 2021 (1ª Campanha).



**Figura 34-** Densidade fitoplanctônica por classe registrada entre 04 e 08 de julho de 2021 (1ª. Campanha).

Na primeira campanha, foi registrada a presença das Cyanophyceae potencialmente tóxicas *Microcystis aeruginosa* (Sobradinho e Moxotó), *Microcystis wesenbergii* (Itaparica), *Dolichospermum* sp. (Sobradinho, Baixo São Francisco e Xingó), *Raphidiopsis raciborskii* (Xingó e Baixo São Francisco), *Anagnostidinema amphibium* (Xingó e Baixo São Francisco), *Planktothrix isothrix* (Paulo Afonso), *Merismopedia tenuissima* (Sobradinho), *Synechocystis aquatilis* (Itaparica, Xingó e Baixo São Francisco) e *Pseudanabaena catenata* (Itaparica e Moxotó) (ver Sinopse da 1ª Campanha).

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

**Primeira campanha – Julho de 2021**

**CYANOBACTERIA**

Cyanophyceae

Chroococcales

Chroococcaceae

*Chroococcus minutus* (Keissler) Lemmermann

*Dactylococcopsis* sp.\*

Microcystaceae

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

***Microcystis wesenbergii* (Komárek) Komárek ex Komárek W.B.Crow**

Nostocales

Aphanizomenonaceae

***Dolichospermum* sp.\*\***

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

Oscillatoriales

Coleofasciculaceae

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

Microcoleaceae

***Planktothrix isothrix* (Skuja) Komárek & Komárková**

Synechococcales

Leptolyngbyaceae

*Planktolyngbya limnetica* (Lemmermann) Komárková-Legnerová & Cronberg

Merismopediaceae

*Aphanocapsa delicatissima* West & G.S.West

*Aphanocapsa elachista* West & G. S. West

*Limnococcus limneticus* (Lemmermann) Komárková, Jezberová, O.Komárek & Zapomelová

***Merismopedia tenuissima* Lemmermann**

***Synechocystis aquatilis* Sauvageau**

Pseudanabaenaceae

***Pseudanabaena catenata* Lauterborn**

CHLOROPHYTA

Chlorophyceae

Chlamydomonadales

Chlamydomonadaceae

*Chlamydomonas ehrenbergii* Gorozhankin

Sphaeropleales

Hidrodictyaceae

*Monactinus simplex* (Meyen) Corda

*Pediastrum duplex* Meyen

*Tetraëdron minimum* (A. Braun) Hansgirg

Radiococcaceae

*Coenococcus planctonicus* Korshikov

Scenedesmaceae

*Coelastrum indicum* W.B.Turner

*Coelastrum cruciatum* Schmidle

*Scenedesmus ecornis* (Ehrenberg) Chodat

Schizochlamydeae

*Planktosphaeria gelatinosa* G.M.Smith

Selenastraceae

*Kirchneriella irregularis* (G. M. Smith) Korshinov

*Kirchneriella obesa* (West) West & G.S.West

*Monoraphidium arcuatum* (Korshikov) Hindák

*Monoraphidium contortum* (Thuret) Komárková-Legnerová in Fott

*Monoraphidium griffithii* (Berkeley) Komárková-Legnerová

- Treubariaceae
  - Treubaria setigera* (W.Archer) G.M.Smith
- Trebouxiophyceae
  - Chlorellales
    - Chlorellaceae
      - Mucidosphaerium pulchellum* (H.C.Wood) C.Bock, Proschold & Krienitz
    - Oocystaceae
      - Oocystis borgei* J.W.Snow
      - Willea crucifera* (Wolle) D.M.John, M.J.Wynne & P.M.Tsarenko
- Zygnematophyceae
  - Desmidiales
    - Closteriaceae
      - Closterium arcuatum* Brébisson ex Ralfs
      - Closterium setaceum* Ehrenberg ex Ralfs
    - Desmidiaceae
      - Cosmarium* sp.
      - Staurastrum tetracerum* Ralfs ex Ralfs
  - Zygnematales
    - Zygnemataceae
      - Mougeotia* sp.
- BACILLARIOPHYTA
  - Bacillariophyceae
    - Bacillariales
      - Bacillariaceae
        - Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith
    - Cocconeidales
      - Achnanthidiaceae
        - Achnantheidium minutissimum* (Kützing) Czarnecki
      - Cocconeidaceae
        - Cocconeis placentula* Ehrenberg
      - Gomphonemataceae
        - Gomphonema augur* Ehrenberg
        - Gomphonema gracile* Ehrenberg
    - Cymbellales
      - Gomphonemataceae
        - Encyonema silesiacum* (Bleisch) D.G.Mann
    - Eunotiales
      - Eunotiaceae
        - Eunotia pectinalis* (Kützing) Rabenhorst
    - Fragilariales
      - Fragilariaceae
        - Fragilaria capucina* Desmazières
        - Fragilaria crotonensis* Kitton
    - Licmophorales
      - Ulnariaceae

- Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère
- Mastogloiales
  - Achnanthaceae
    - Achnanthes* sp.
  - Naviculales
    - Naviculaceae
      - Gyrosigma subtile* (Brébisson ex Kützing) G.Reid in Reid & Williams
      - Navicula* sp.
    - Pinnulariaceae
      - Pinnularia major* (Kützing) Rabenhorst
    - Stauroneidaceae
      - Stauroneis* sp.
  - Rhabdonematales
    - Tabellariaceae
      - Diatoma* sp.
  - Rhopalodiales
    - Rhopalodiaceae
      - Epithemia adnata* (Kützing) Brébisson
  - Surirellales
    - Surirellaceae
      - Surirella robusta* Ehrenberg
  - Thalassiophysales
    - Catenulaceae
      - Amphora ovalis* (Kützing) Kützing
  - Coccinodiscophyceae
    - Aulacoseirales
      - Aulacoseiraceae
        - Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen
        - Aulacoseira granulata* var. *angustissima* (O.Müller) Simonsen
    - Rhizosoleniales
      - Rhizosoleniaceae
        - Urosolenia longiseta* (O.Zacharias) Edlund & Stoermer
  - Mediophyceae
    - Stephanodiscales
      - Stephanodiscaceae
        - Cyclotella meneghiniana* Kützing
  - DINOPHYTA
    - Dinophyceae
      - Gymnodiniales
        - Gymnodiniaceae
          - Gymnodinium* sp.
      - Gonyaulacales
        - Ceratiaceae
          - Ceratium furcoides* (Levander) Langhans
      - Peridinales

Peridiniaceae

*Peridinium gatunense* Nygaard in Ostefeld & Nygaard

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 ovata* Ehrenberg

Hemiselmidaceae

*Chroomonas* sp.

Pyrenomonadales

Geminigeraceae

*Plagioselmis lacustris* (Pascher & Ruttner) Javornicky

CHRYSOPHYTA

Chrysophyceae

Chromulinales

Chromulinaceae

*Ochromonas* sp.

Synurophyceae

Synurales

Mallomonadaceae

*Mallomonas caudata* Iwanoff [Ivanov]

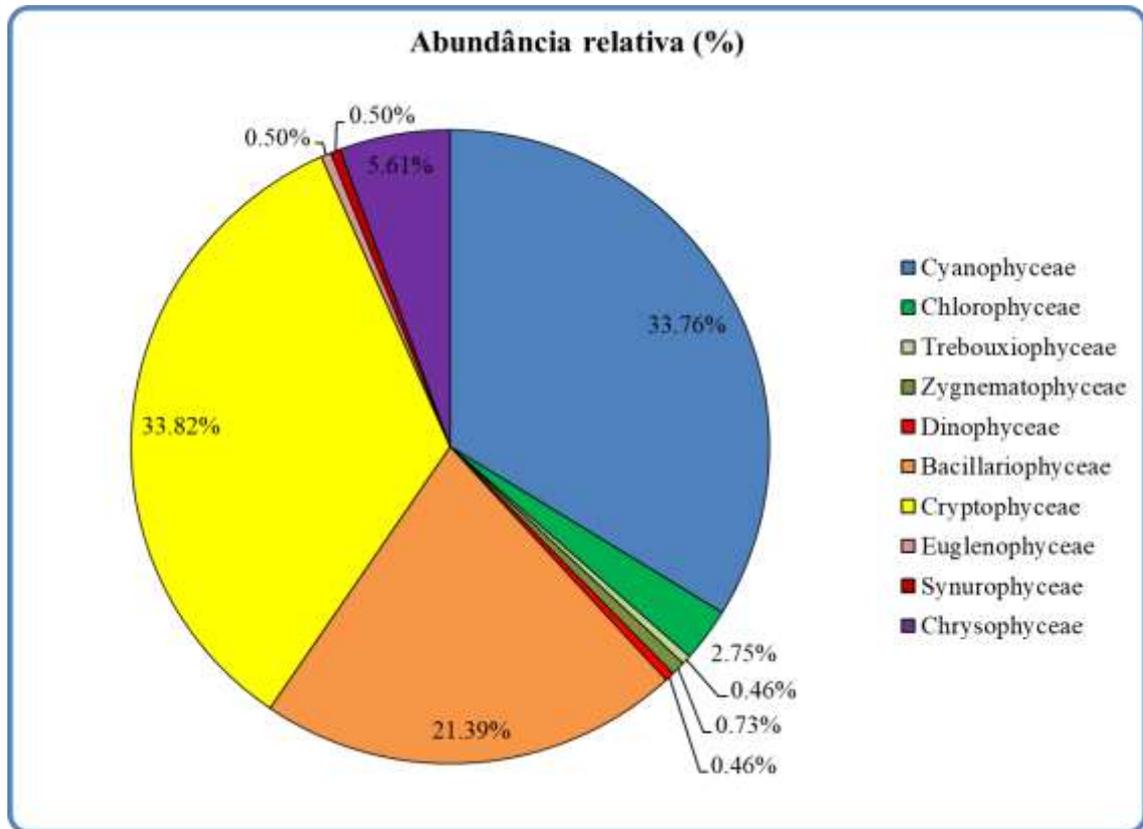
---

\**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 09 a 12 de julho de 2021, nos reservatórios de Sobradinho, Itaparica, Moxotó, Paulo Afonso e Xingó, e no Baixo São Francisco, a comunidade fitoplanctônica foi representada por 75 táxons distribuídos em 7 Divisões: Bacillariophyta (24), Chlorophyta (23), Cyanobacteria (17), Cryptophyta (5), Dinophyta (3), Chrysophyta (2) e Euglenophyta (1) (ver Sinopse da 2ª Campanha). O grupo com maior abundância relativa nesta campanha foi a classe Cryptophyceae, representando

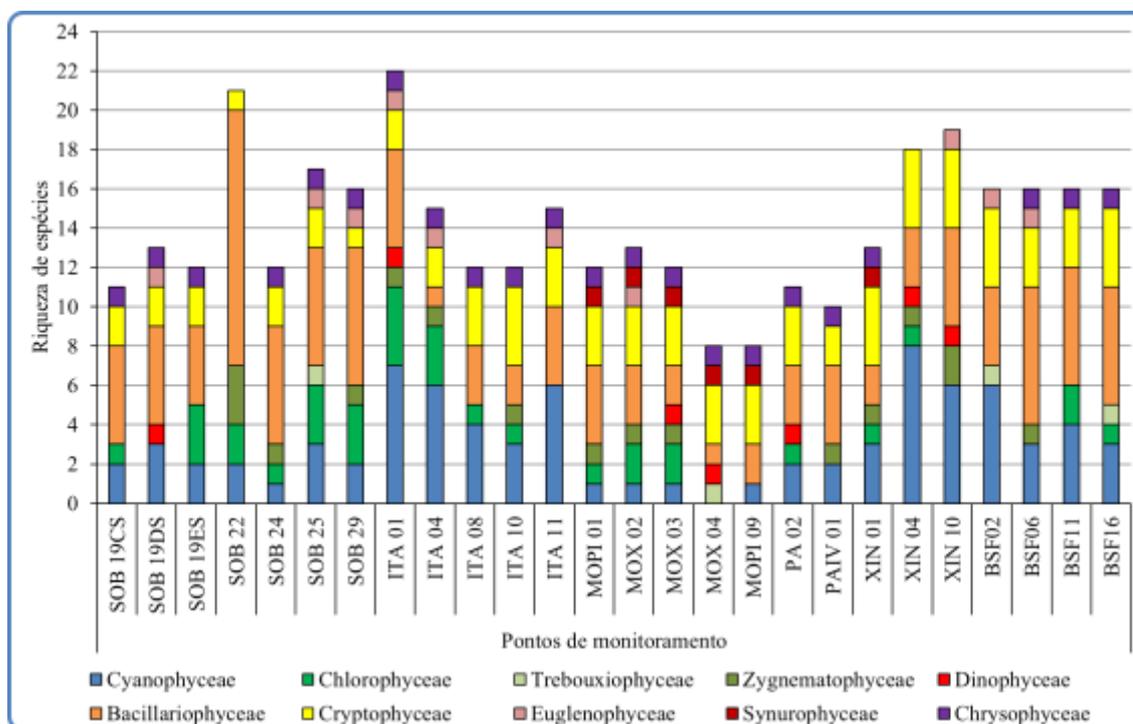
33,82% da comunidade fitoplanctônica total, seguida de Cyanophyceae (33,76%) e Bacillariophyceae (21,39%) (Figura 35).



**Figura 35-** Abundância relativa da comunidade fitoplanctônica, por classe, registrada entre 09 e 12 de julho de 2021 (2ª Campanha).

Os pontos com maiores valores de riqueza foram ITA01 com 22 espécies, SOB22 com 21 espécies, XIN10 com 19 espécies e XIN04 com 18 espécies (Figura 36). As maiores densidades foram verificadas em Xingó (XIN10 e XIN04), seguido de Itaparica (ITA11). Em XIN10, a densidade total foi de 209.299 cel/mL, e em XIN04 foi de 73.003 cel/mL, enquanto em ITA11 a densidade foi de 25.847 cel/mL (Figura 37). Nos pontos XIN10 e XIN04 ocorreram elevadas densidades da classe Cyanophyceae, representada principalmente por *Raphidiopsis raciborskii*, que contribuiu com 95 e 92% da densidade total do fitoplâncton, respectivamente, enquanto em ITA11, ocorreram elevadas densidade da Cyanophyceae *Aphanocapsa elachista*, que contribuiu com 94% da densidade total do fitoplâncton. Todos

os demais pontos, com exceção de ITA04, ITA08, ITA10, XIN01 e BSF02, apresentaram densidades menores que 10.000 cel/mL. A Tabela 16 apresenta a composição específica e os valores de densidade da comunidade fitoplanctônica nas diferentes estações na 2ª. campanha de julho/2021.



**Figura 36-** Riqueza fitoplanctônica por classe registrada entre 09 e 12 de julho de 2021 (2ª. Campanha).

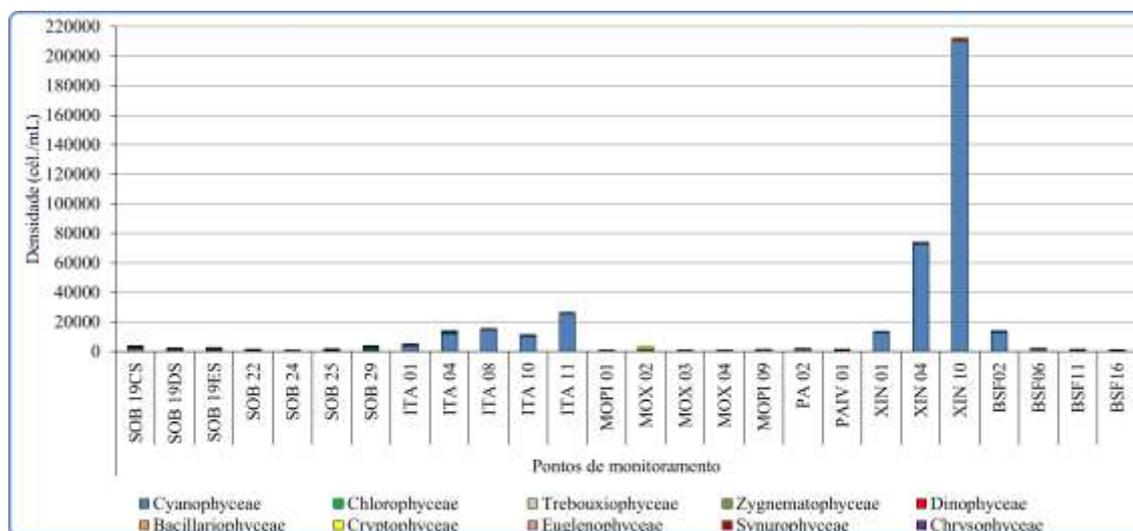


Figura 37- Densidade fitoplanctônica por classe registrada entre 09 e 12 de julho de 2021 (2ª. Campanha).

Na segunda campanha foi registrada a presença das Cyanophyceae potencialmente tóxicas *Microcystis aeruginosa* (Sobradinho), *Microcystis protocystis* (Itaparica), *Microcystis wesenbergii* (Itaparica), *Dolichospermum* sp. (Sobradinho e Xingó), *Raphidiopsis raciborskii* (Paulo Afonso, Xingó e Baixo São Francisco), *Sphaerospermopsis aphanizomenoides* (Moxotó), *Planktothrix agardhii* (Xingó), *Anagnostidinema amphibium* (Sobradinho, Paulo Afonso, Xingó e Baixo São Francisco), *Synechocystis aquatilis* (Itaparica, Xingó e Baixo São Francisco), *Pseudanabaena catenata* (Xingó) e *Pseudanabaena mucicola* (Itaparica) (ver Sinopse da 2ª Campanha).

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

**Segunda campanha – Julho de 2021**

CYANOBACTERIA

Cyanophyceae

Chroococcales

Chroococcaceae

*Chroococcus minutus* (Keissler) Lemmermann

*Dactylococcopsis* sp.\*

Microcystaceae

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

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

***Microcystis wesenbergii* (Komárek) Komárek ex Komárek in Joosen**

Nostocales

Aphanizomenonaceae

***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**

Microcoleaceae

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

Synechococcales

Leptolyngbyaceae

***Planktolyngbya limnetica* (Lemmermann) Komárková-Legnerová & Cronberg**

Merismopediaceae

*Aphanocapsa delicatissima* West & G.S.West

*Aphanocapsa elachista* West & G. S. West

*Limnococcus limneticus* (Lemmermann) Komárková, Jezberová, O.Komárek & Zapomelová

***Synechocystis aquatilis* Sauvageau**

Pseudanabaenaceae

***Pseudanabaena catenata* Lauterborn**

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

CHLOROPHYTA

Chlorophyceae

Sphaeropleales

Hidrodictyaceae

*Monactinus simplex* (Meyen) Corda

*Pediastrum duplex* Meyen

*Stauridium tetras* (Ehrenberg) E.Hegewald

*Tetraëdron minimum* (A.Braun) Hansgirg

*Tetraëdron trigonum* (Nägeli) Hansgirg

Neochloridaceae

*Golenkinia radiata* Chodat

Radiococcaceae

*Coenococcus nygaardii* (Komárek) Hindárek

*Coenococcus planctonicus* Korshikov

Scenedesmaceae

*Coelastrum indicum* WBTurner

*Desmodesmus* sp.

*Scenedesmus ecornis* (Ehrenberg) Chodat

Selenastraceae

*Kirchneriella irregularis* (G. M. Smith) Korshinov

*Kirchneriella lunaris* (Kirchner) Möbius

*Monoraphidium arcuatum* (Korshikov) Hindák

*Monoraphidium griffithii* (Berkeley) Komárková-Legnerová

Treubariaceae

*Treubaria setigera* (W.Archer) G.M.Smith

Trebouxiophyceae

Chlorellales

Chlorellaceae

*Actinastrum hantzschii* Lagerheim

*Micractinium pusillum* Fresenius

Zygnematophyceae

Desmidiiales

Closteriaceae

*Closterium arcuatum* Brébisson ex Ralfs

Desmidiaceae

*Cosmarium* sp.

*Staurastrum leptocladum* Nordstedt  
*Staurastrum tetracerum* Ralfs ex Ralfs

Zygnematales  
Zygnemataceae  
*Mougeotia* sp.

BACILLARIOPHYTA

Bacillariophyceae

Bacillariales

Bacillariaceae

*Cylindrotheca closterium* (Ehrenberg) Reimann & J.C.Lewin  
*Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith  
*Nitzschia* sp.

Cocconeidales

Achnanthidiaceae

*Achnantheidium minutissimum* (Kützing) Czarnecki

Cocconeidaceae

*Cocconeis placentula* Ehrenberg

Gomphonemataceae

*Encyonema silesiacum* (Bleisch) D.G.Mann

*Gomphonema augur* Ehrenberg

*Gomphonema gracile* Ehrenberg

*Gomphonema lagenula* Kützing

*Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing

Cymbellales

Cymbellaceae

*Cymbella* sp.

Eunotiales

Eunotiaceae

*Eunotia pectinalis* (Kützing) Rabenhorst

Fragilariales

Fragilariaceae

*Fragilaria capucina* Desmazières

*Fragilaria crotonensis* Kitton

Licmophorales

Ulnariaceae

*Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère

Mastogloiales

Achnanthaceae

*Achnanthes* sp.

Naviculales

Naviculaceae

*Gyrosigma subtile* (Brébisson) G.Reid

*Navicula* sp.

Pinnulariaceae

*Pinnularia major* (Kützing) Rabenhorst

- Rhopalodiales
  - Rhopalodiaceae
    - Epithemia adnata* (Kützing) Brébisson
- 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
  - Peridiniales
    - Peridiniaceae
      - Peridinium gatunense* Nygaard in Ostefeld & Nygaard
- EUGLENOPHYTA
  - Euglenophyceae
    - Euglenales
      - Euglenaceae
        - 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
      - Geminigeraceae
        - Plagioselmis lacustris* (Pascher & Ruttner) Javornicky

CHRYSTOPHYTA

Chrysophyceae

Chromulinales

Chromulinaceae

*Ochromonas* sp.

Synurophyceae

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 julho 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 julho 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,

essa 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 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.

**Tabela 15** – Composição e densidade da comunidade fitoplantônica das estações de monitoramento durante a 1ª campanha de julho/2021. Concentrações de cianofíceas > 50.000 cel/ml em vermelho.

Classes	JULHO/2021-1																										
	SOB 19CS	SOB 19DS	SOB 19ES	SOB 22	SOB 24	SOB 25	SOB 29	ITA 01	ITA 04	ITA 08	ITA 10	ITA 11	MOP1 01	MOX 02	MOX 03	MOX 04	MOP1 09	PA 02	PAIV 01	XIN 01	XIN 04	XIN 10	BSF02	BSF06	BSF11	BSF16	
<b>Cyanophyceae</b>																											
<i>Anagnostidinema amphibium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	952	0	0	0	135	0
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1346	72	248	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aphanocapsa elachista</i>	536	344	119	0	192	317	228	258	6884	16957	2754	33023	728	317	0	0	205	179	317	7671	6253	952	93	0	0	83	
<i>Chroococcus minutus</i>	0	0	0	0	0	0	0	93	52	21	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dactylococcopsis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1636	1534	419	131	83	9
<i>Dolichospermum</i> sp.	0	46	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	0	404	0	0	0	0
<i>Limnococcus limneticus</i>	0	0	0	0	0	0	0	146	0	197	0	114	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Merismopedia tenuissima</i>	0	0	0	423	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Microcystis aeruginosa</i>	972	873	2196	337	741	1071	417	0	0	0	0	0	251	0	351	311	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Microcystis wesenbergii</i>	0	0	0	0	0	0	0	1587	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Planktolynghya limnetica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	109	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2609	833	543	0	0	0
<i>Planktothrix isothrix</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	218	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pseudanabaena catenata</i>	0	0	0	0	0	0	0	66	0	0	129	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Raphidiopsis raciborskii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46170	120556	15652	656	414	0
<i>Synechocystis aquatilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	218	47	41	26	21	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10	13	21	5	21	23
<b>Sub-total</b>	<b>1508</b>	<b>1263</b>	<b>2348</b>	<b>761</b>	<b>933</b>	<b>1389</b>	<b>645</b>	<b>2368</b>	<b>6982</b>	<b>18561</b>	<b>2981</b>	<b>33535</b>	<b>728</b>	<b>569</b>	<b>0</b>	<b>410</b>	<b>516</b>	<b>397</b>	<b>317</b>	<b>7681</b>	<b>57712</b>	<b>123889</b>	<b>17133</b>	<b>793</b>	<b>652</b>	<b>115</b>	
<b>Chlorophyceae</b>																											
<i>Chlamydomonas ehrenbergii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0
<i>Coelastrum indicum</i>	0	0	0	0	0	238	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Coelastrum cruciatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	172	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Coenococcus planctonicus</i>	0	0	0	0	0	0	0	265	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	0
<i>Kirchneriella irregularis</i>	0	60	0	0	0	0	893	93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104	0	0	0	0	0	
<i>Kirchneriella obesa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	233	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Monactinus simplex</i>	0	0	0	0	0	0	0	251	21	171	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Monoraphidium arcuatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	72	5	62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	0	0	0	0	0	0	18
<i>Monoraphidium contortum</i>	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Monoraphidium griffithii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pediastrum duplex</i>	317	423	212	847	212	635	952	0	0	0	0	0	212	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0
<i>Scenedesmus cornis</i>	198	0	0	79	79	132	159	79	41	0	0	0	0	79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tetraëdron minimum</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	0
<i>Treubaria setigera</i>	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	0	0
<b>Sub-total</b>	<b>536</b>	<b>483</b>	<b>212</b>	<b>926</b>	<b>291</b>	<b>1005</b>	<b>2004</b>	<b>860</b>	<b>223</b>	<b>414</b>	<b>62</b>	<b>0</b>	<b>212</b>	<b>79</b>	<b>40</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>62</b>	<b>104</b>	<b>0</b>	<b>41</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	
<b>Trebouxiophyceae</b>																											
<i>Mucidosphaerium pulchellum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0
<i>Oocystis borgei</i>	60	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0
<i>Willea crucifera</i>	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Sub-total</b>	<b>60</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>31</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
<b>Zygnematophyceae</b>																											
<i>Closterium arcuatum</i>	0	0	0	0	0	7	0	0	10	5	10	31	0	0	0	0	26	0	0	5	0	13	5	0	0	0	0
<i>Closterium setaceum</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	0
<i>Cosmarium</i> sp.	0	0	0	0	0	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0
<i>Mougeotia</i> sp.	0	0	40	476	0	0	0	165	0	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Staurastrum tetracerum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	10	0	0	0
<b>Sub-total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>40</b>	<b>476</b>	<b>0</b>	<b>26</b>	<b>20</b>	<b>165</b>	<b>16</b>	<b>52</b>	<b>10</b>	<b>31</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>26</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>31</b>	<b>13</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	



**Tabela 16** – Composição e densidade da comunidade fitoplanctônica das estações de monitoramento durante a 2ª campanha de julho/2021. Concentrações de cianofíceas > 50.000 cel/ml em vermelho.

Classes	JULHO/2021-2																											
	SOB 19CS	SOB 19DS	SOB 19ES	SOB 22	SOB 24	SOB 25	SOB 29	ITA 01	ITA 04	ITA 08	ITA 10	ITA 11	MOPI 01	MOX 02	MOX 03	MOX 04	MOPI 09	PA 02	PAIV 01	XIN 01	XIN 04	XIN 10	BSF02	BSF06	BSF11	BSF16		
<b>Cyanophyceae</b>																												
<i>Anagnostidinema amphibium</i>	0	0	0	0	0	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	86	0	0	503	1587	278	320	295	111		
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>	0	0	0	0	0	0	0	1630	344	1680	0	595	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Aphanocapsa elachista</i>	774	57	0	0	0	373	188	1273	11409	13214	10317	24405	0	794	0	0	152	794	351	12717	2513	1667	245	0	137	0		
<i>Chroococcus minutus</i>	0	0	0	0	0	0	0	21	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Dactylococcopsis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	1415	2698	205	80	51	58		
<i>Dolichospermum</i> sp.	0	129	274	166	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93	0	0	0	0	0		
<i>Limnococcus limneticus</i>	0	0	0	0	0	0	0	155	0	26	0	159	0	0	0	0	0	0	0	248	344	0	40	0	0	0		
<i>Microcystis aeruginosa</i>	1012	942	430	274	192	274	1151	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Microcystis protocystis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	212	0	0	119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Microcystis wesenbergii</i>	0	0	0	0	0	0	0	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Planktolyngbya limnetica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	661	0	0	0	0		
<i>Planktothrix agardhii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	0	635	0	0	0	0		
<i>Pseudanabaena catenata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	370	0	0	0	0	0		
<i>Pseudanabaena mucicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	259	53	0	53	496	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Raphidiopsis raciborskii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	179	0	67751	202050	12368	1034	407	169		
<i>Sphaerospermopsis aphanizomenoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Synechocystis aquatilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	109	99	53	40	73	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	7	0	0	0		
<b>Sub-total</b>	<b>1786</b>	<b>1128</b>	<b>704</b>	<b>440</b>	<b>192</b>	<b>714</b>	<b>1339</b>	<b>4048</b>	<b>12130</b>	<b>14974</b>	<b>10410</b>	<b>25847</b>	<b>26</b>	<b>794</b>	<b>119</b>	<b>0</b>	<b>152</b>	<b>880</b>	<b>529</b>	<b>13049</b>	<b>73003</b>	<b>209299</b>	<b>13142</b>	<b>1433</b>	<b>890</b>	<b>339</b>		
<b>Chlorophyceae</b>																												
<i>Coelastrum indicum</i>	0	0	93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Coenococcus nygaardii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85		
<i>Coenococcus planctonicus</i>	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Desmodesmus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0		
<i>Golenkinia radiata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Kirchneriella irregularis</i>	0	0	0	0	0	186	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	0	0	0	0	0		
<i>Kirchneriella lunaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Monactinus simplex</i>	0	0	0	0	0	0	166	853	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Monoraphidium arcuatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	26	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93	0	0	0	0	0	0		
<i>Monoraphidium griffithii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	21	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Pediastrum duplex</i>	317	0	166	0	0	166	635	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Scenedesmus ecornis</i>	0	0	104	83	104	145	397	207	53	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Stauridium tetras</i>	0	0	0	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Tetraëdron minimum</i>	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Tetraëdron trigonum</i>	0	0	0	0	0	0	79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Treubaria setigera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0		
<b>Sub-total</b>	<b>317</b>	<b>0</b>	<b>362</b>	<b>124</b>	<b>104</b>	<b>497</b>	<b>1111</b>	<b>419</b>	<b>933</b>	<b>53</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>21</b>	<b>46</b>	<b>47</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>60</b>	<b>0</b>	<b>93</b>	<b>53</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>31</b>	<b>85</b>		
<b>Trebouxiophyceae</b>																												
<i>Actinastrum hantzschii</i>	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Micractinium pusillum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	95		
<b>Sub-total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>21</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>83</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>95</b>			
<b>Zygnematophyceae</b>																												
<i>Closterium arcuatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	7	0	7	0	16	26	10	0	0	0	0	20	10	0	13	0	0	0	0		
<i>Cosmarium</i> sp.	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Mougeotia</i> sp.	0	0	0	57	47	0	327	129	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Staurastrum leptocladum</i>	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	12	0	0		
<i>Staurastrum tetracerum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0		
<b>Sub-total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>72</b>	<b>47</b>	<b>0</b>	<b>327</b>	<b>129</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>26</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>53</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		

**Tabela 16 – Composição e densidade da comunidade fitoplanctônica das estações de monitoramento durante a 2ª campanha de julho/2021 (continuação).**

Bacillariophyceae																										
<i>Achnanthes</i> sp.	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>Achnantheidium minutissimum</i>	0	0	0	0	0	0	0	57	7	20	13	7	0	0	0	0	0	0	0	0	212	675	112	62	51	16
<i>Amphora ovalis</i>	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aulacoseira granulata</i>	308	0	72	0	0	0	0	0	0	0	20	21	132	0	0	172	0	13	0	53	0	0	0	36	0	
<i>Cocconeis placentula</i>	0	0	0	52	21	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	31	10	0	
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	79	31	93	0	36	83	79	0	0	13	0	20	5	0	0	0	40	0	40	0	0	0	0	15	32	
<i>Cylindrotheca closterium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	
<i>Cymbella</i> sp.	0	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Encyonema silesiacum</i>	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>Ephemia adnata</i>	0	0	0	21	36	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	10	0	13	0	0	0	13	0	0	0	
<i>Eunotia pectinalis</i>	0	0	0	10	0	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	18	0	5	
<i>Fragilaria capuccina</i>	0	0	0	31	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	
<i>Fragilaria crotonensis</i>	456	699	994	78	0	36	188	47	0	0	0	0	0	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Gomphonema argur</i>	0	0	0	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Gomphonema gracile</i>	0	0	0	124	31	16	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Gomphonema lagenula</i>	0	0	0	41	0	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	
<i>Gyrosigma subtile</i>	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Navicula</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	7	31	25	5
<i>Nitzschia palea</i>	0	0	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	
<i>Nitzschia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	
<i>Pinnularia major</i>	20	21	21	83	52	41	40	0	0	0	0	16	0	0	0	0	46	40	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Ulnaria ulna</i>	0	5	0	119	78	21	20	0	0	20	7	26	0	0	16	0	53	0	0	0	1071	66	25	0	5	
<i>Urosolenia longiseta</i>	30	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	
<b>Sub-total</b>	<b>893</b>	<b>766</b>	<b>1180</b>	<b>694</b>	<b>254</b>	<b>202</b>	<b>387</b>	<b>145</b>	<b>7</b>	<b>53</b>	<b>20</b>	<b>73</b>	<b>47</b>	<b>212</b>	<b>31</b>	<b>10</b>	<b>212</b>	<b>112</b>	<b>126</b>	<b>10</b>	<b>304</b>	<b>1812</b>	<b>198</b>	<b>178</b>	<b>142</b>	<b>74</b>
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	119	0	0	0	0
<i>Gymnodinium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	16	16	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Peridinium gatunense</i>	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0
<b>Sub-total</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>26</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>26</b>	<b>119</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Euglenophyceae																										
<i>Trachelomonas volvocina</i>	0	5	0	0	0	36	10	31	13	0	0	7	0	13	0	0	0	0	0	0	26	13	6	0	0	0
<b>Sub-total</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>36</b>	<b>10</b>	<b>31</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>26</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Cryptophyceae																										
<i>Ochromonas</i> sp.	327	192	124	0	140	109	308	10	33	40	26	7	72	106	41	47	79	33	73	36	0	0	0	12	5	11
<b>Sub-total</b>	<b>327</b>	<b>192</b>	<b>124</b>	<b>0</b>	<b>140</b>	<b>109</b>	<b>308</b>	<b>10</b>	<b>33</b>	<b>40</b>	<b>26</b>	<b>7</b>	<b>72</b>	<b>106</b>	<b>41</b>	<b>47</b>	<b>79</b>	<b>33</b>	<b>73</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>11</b>
Synurophyceae																										
<i>Mallomonas caudata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	26	47	26	20	0	0	5	0	0	0	0	0	0
<b>Sub-total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>26</b>	<b>47</b>	<b>26</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Cryptophyceae																										
<i>Chroomonas</i> sp.	456	217	150	57	129	140	327	114	489	139	608	126	321	1124	176	342	608	423	304	238	357	278	198	142	127	148
<i>Cryptomonas brasiliensis</i>	50	47	62	0	47	5	0	0	53	40	20	7	31	456	192	150	146	364	152	62	93	79	46	25	10	63
<i>Cryptomonas erosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	5	16	
<i>Cryptomonas ovata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	146	88	114	231	79	0	21	26	13	0	0	0	0
<i>Plagioselmis lacustris</i>	0	0	0	0	0	0	0	5	0	33	7	7	0	0	0	0	0	0	31	13	26	13	6	0	16	
<b>Sub-total</b>	<b>506</b>	<b>264</b>	<b>212</b>	<b>57</b>	<b>176</b>	<b>145</b>	<b>327</b>	<b>119</b>	<b>542</b>	<b>212</b>	<b>642</b>	<b>139</b>	<b>404</b>	<b>1726</b>	<b>455</b>	<b>606</b>	<b>985</b>	<b>866</b>	<b>456</b>	<b>352</b>	<b>489</b>	<b>397</b>	<b>271</b>	<b>172</b>	<b>142</b>	<b>243</b>
<b>Densidade Total</b>	<b>3829</b>	<b>2360</b>	<b>2583</b>	<b>1387</b>	<b>911</b>	<b>1724</b>	<b>3810</b>	<b>4907</b>	<b>13664</b>	<b>15331</b>	<b>11124</b>	<b>26071</b>	<b>600</b>	<b>2950</b>	<b>766</b>	<b>787</b>	<b>1448</b>	<b>1978</b>	<b>1204</b>	<b>13556</b>	<b>73889</b>	<b>211706</b>	<b>13644</b>	<b>1815</b>	<b>1211</b>	<b>847</b>

## 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 (4,97 mg/L em MOX 03 na 1ª. campanha) e de fósforo total (SOB 19 nas duas campanhas, SOB 22 a SOB 29 na 2ª. campanha, ITA 01, ITA 04 e ITA 10 nas duas campanhas, todas as demais estações localizadas em Itaparica, Moxotó, Paulo Afonso e Xingó em ambas as campanhas e em BSF 06 e BSF 11 na 2ª. campanha). Nos trechos lóticos do submédio e baixo São Francisco, os valores de fósforo estiveram acima do limite estabelecido pelo CONAMA durante a 2ª. campanha de julho/2021.

No trecho do Submédio São Francisco, a vazão do rio se manteve praticamente estável durante a 1ª. (entre 1091,7 e 1100,3 m<sup>3</sup>/s) e a 2ª. (entre 1100,7 e 1114,7 m<sup>3</sup>/s) campanhas, com médias respectivas de 1099,0 e 1108,2 m<sup>3</sup>/s. No Baixo São Francisco, a vazão apresentou uma variação entre as duas campanhas, com registro de um pico durante a 2ª. campanha, tendo variado de 777,7 a 804,3 m<sup>3</sup>/s (média de 796,0 m<sup>3</sup>/s) na 1ª. campanha e de 776,7 para 603,3 m<sup>3</sup>/s (média de 795,7 m<sup>3</sup>/s) durante a 2ª. campanha. A amplitude de variação da vazão entre as duas campanhas de julho/2021, foi menor do Submédio (8,7 e 14,0 m<sup>3</sup>/s) que no Baixo (26,7 e 126,7 m<sup>3</sup>/s). Em decorrência disto, notadamente durante a 2ª. campanha, algumas variáveis apresentaram valores excedendo os limites estabelecidos pelo CONAMA e em pontos com registro em períodos anteriores. Ressalta-se que nos trechos lóticos, durante a 2ª. campanha, foram registrados valores de fósforo total acima do limite máximo estabelecido pelo CONAMA.

Em relação à comunidade fitoplanctônica, as cianofíceas continuam representando o grupo algal dominante (com abundâncias relativas totais entre 32,2 e 33,8%, respectivamente na 1ª. e 2ª. campanhas), seguidas pelas Cryptophyceae (31,3 e 33,8%) e Bacillariophyceae (24,0 e 21,4%). Conforme registrado em meses anteriores ao longo de 2021, foram registradas florações de cianofíceas com densidades superiores ao limite estabelecido pelo CONAMA (50.000 cél/mL), nas estações XIN 04 (57.712 e 73.003 cél/mL, respectivamente na 1ª. e 2ª. Campanhas) e XIN 10 (123.889 e 209.299 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<sup>a</sup> 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.