

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

CTNE-70.2018.6530.00



EXECUÇÃO:



**FUNDAÇÃO APOLÔNIO SALLES**  
F A D U R P E

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



SETEMBRO, 2020

**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, 2020**

### **Equipe Executora**

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

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

Eng. Sérgio Catunda Marcelino (CREA PE 030659)

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

### **Equipe de apoio**

Rodrigo Gomes da Silva

## SUMÁRIO

<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>55</b>
<b>4.1 RESULTADOS DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA.....</b>	<b>55</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>76</b>
<b>6. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>77</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 setembro/2020, com indicação dos períodos de realização da 21ª e 22ª 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 setembro/2020. ....	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 setembro/2020. As barras vermelhas indicam os limites inferior e superior 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 setembro/2020. ....	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 setembro/2020. A barra vermelha indica o limite mínimo 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 setembro/2020. ....	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 setembro/2020. ....	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 setembro/2020. ....	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 setembro/2020. ....	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 setembro/2020. ....	28
<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 setembro/2020. ....	28
<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 setembro/2020. ....	29
<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 setembro/2020. ....	29
<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 setembro/2020. ....	30
<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 setembro/2020. ....	30
<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 setembro/2020. ....	31

<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 setembro/2020. ....	31
<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 setembro/2020. As barras vermelhas indicam os limites estabelecidos pela Resolução no. 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2, respectivamente para ambientes lóticos (0,1 mg/L) e lênticos (0,030 mg/L). ....	32
<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 setembro/2020. ....	32
<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 setembro/2020. ....	33
<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 setembro/2020. ....	33
<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 setembro/2020. A barra vermelha indica o limite máximo estabelecido pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2. ....	34
<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 setembro/2020. ....	34
<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 setembro/2020. ....	37
<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 setembro/2020. ....	37
<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 setembro/2020. ....	38
<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 setembro/2020. ....	51
<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 setembro/2020. ....	52
<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 setembro/2020. ....	53
<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 setembro/2020. ....	54
<b>Figura 32</b> - Abundância relativa da comunidade fitoplanctônica registrada entre 01 e 06 de setembro de 2020 (1ª Campanha). ....	58
<b>Figura 33</b> - Riqueza fitoplanctônica registrada entre 01 e 06 de setembro de 2020 (1ª. Campanha). ....	59
<b>Figura 34</b> - Densidade fitoplanctônica registrada entre 01 e 06 de setembro de 2020 (1ª. Campanha). ....	59
<b>Figura 35</b> - Abundância relativa da comunidade fitoplanctônica registrada entre 08 e 12 de setembro de 2020 (2ª Campanha). ....	64
<b>Figura 36</b> - Riqueza fitoplanctônica registrada entre 08 e 12 de setembro de 2020 (2ª. Campanha). ....	65
<b>Figura 37</b> - Densidade fitoplanctônica registrada entre 08 e 12 de setembro de 2020 (2ª. Campanha). ....	66

## 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 setembro/2020. ....	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 setembro/2020. ....	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 setembro/2020. ....	26
Tabela 6 – Valores da alcalinidade e dureza totais, concentração de nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, nitrogênio total, ortofosfato, fosfato total, fósforo total, clorofila a, feofitina, turbidez, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e do carbono orgânico total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a 2ª campanha de setembro/2020. ....	27
Tabela 7 – Valores de sólidos totais, fração orgânica, fração inorgânica e sólidos sedimentáveis da superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a 1ª campanha de setembro/2020. ....	35
Tabela 8 – Valores de sólidos totais, fração orgânica, fração inorgânica e sólidos sedimentáveis da superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a 2ª campanha de setembro/2020. ....	36
Tabela 9 – Valores de temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio (OD), salinidade e sólidos totais dissolvidos (STD), do perfil da coluna da água da estação de monitoramento SOB 19 Centro no reservatório de Sobradinho, durante a 1ª campanha de setembro/2020. ....	47
Tabela 10– Valores de temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio (OD), salinidade e sólidos totais dissolvidos (STD), do perfil da coluna da água da estação de monitoramento SOB 19 Direita no reservatório de Sobradinho, durante a 1ª campanha de setembro/2020. ....	47
Tabela 11 – Valores de temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio (OD), salinidade e sólidos totais dissolvidos (STD), do perfil da coluna da água da estação de monitoramento SOB 19 Esquerda no reservatório de Sobradinho, durante a 1ª campanha de setembro/2020. ....	48
Tabela 12 – Valores de temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio (OD), salinidade e sólidos totais dissolvidos (STD), do perfil da coluna da água da estação de monitoramento SOB 19 Centro no reservatório de Sobradinho, durante a 2ª campanha de setembro/2020. ....	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 setembro/2020. ....	49
Tabela 14 – Valores de temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio (OD), salinidade e sólidos totais dissolvidos (STD), do perfil da coluna da água da estação de monitoramento SOB 19 Esquerda no reservatório de Sobradinho, durante a 2ª campanha de setembro/2020. ....	50

Tabela 15 – Composição e densidade da comunidade fitoplanctônica das estações de monitoramento durante a 1ª campanha de setembro/2020.....	71
Tabela 16 – Composição e densidade da comunidade fitoplanctônica das estações de monitoramento durante a 2ª campanha de setembro/2020.....	73



## **APRESENTAÇÃO**

A Fundação Apolônio Salles de Desenvolvimento Educacional - FADURPE, através deste documento, apresenta o 11º Relatório mensal de monitoramento da qualidade da água, referente ao mês de setembro de 2020, 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 21ª e a 22ª Campanhas de Qualidade da Água - Módulo A, realizadas em setembro/2020.

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 550m<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 1.600m<sup>3</sup>/s (Cartas Circulares CHESF/2020). No mais recente 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.

## 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 ( $\text{N-NO}_3$ ) e nitrito ( $\text{N-NO}_2$ ), segundo

Mackereth *et al.* (1978), de nitrogênio amoniacal total ( $N-NH_3 + N-NH_4^+$ ), segundo Koroleff (1976), e de nitrogênio total e carbono orgânico total (COT) (mg/L), segundo APHA (2006). O ortofosfato (ou fósforo inorgânico dissolvido -  $P-PO_4$ ) e o fósforo total (P) foram determinados segundo Strickland & Parsons (1960). A Demanda Bioquímica de Oxigênio ( $DBO_{5/20}$  mg/L) foi analisada segundo APHA (1995). O material em suspensão foi analisado pelo método gravimétrico (APHA, 1995), determinando-se a concentração de sólidos totais (SST) e frações orgânicas (SSO) e inorgânicas (SSI). A turbidez foi analisada através de turbidímetro de bancada OBERCO-HELLIGE, modelo 966. O volume dos sólidos sedimentáveis (SS) foi analisado em amostras de superfície, provenientes das estações de monitoramento limnológico (SOB), conforme APHA (1995). Todas as análises mencionadas foram realizadas no Laboratório de Limnologia, do Departamento de Pesca e Aqüicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), em Recife (PE). As concentrações de clorofila-*a* e feofitina foram determinadas através do método proposto por Nusch (1980) e recomendações de Wetzel & Likens (2000), empregando-se membrana filtrante HAWP da Millipore™ para filtração das amostras de água e posterior extração com etanol.

### 3.3 Estações de Monitoramento

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

A variação diária da vazão média do rio São Francisco nos trechos submédio e baixo consta da Figura 2. Os valores para os dois trechos foram estimados com base nos dados diários de vazão das estações Juazeiro, Santa Maria da Boa Vista e Ibó para o submédio e de

Piranhas, Pão de Açúcar e Propriá para o baixo São Francisco (dados fornecidos pelo Departamento de Recursos Hídricos – CHESF).

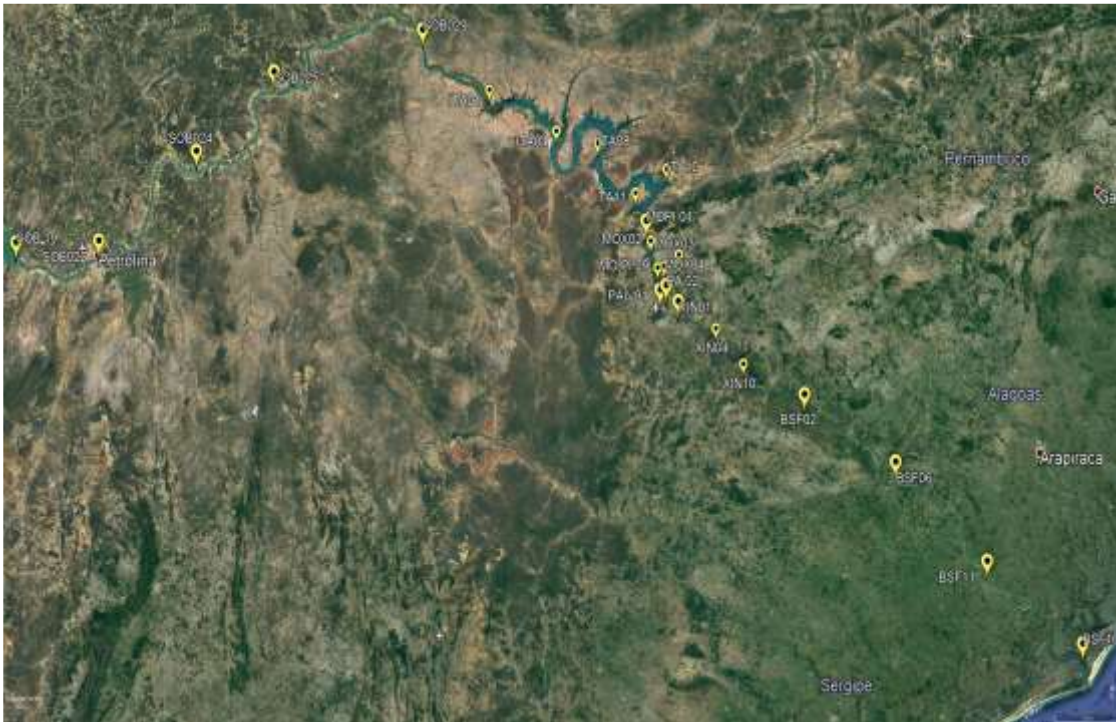


Figura 1 - Localização das estações de monitoramento da qualidade da água.

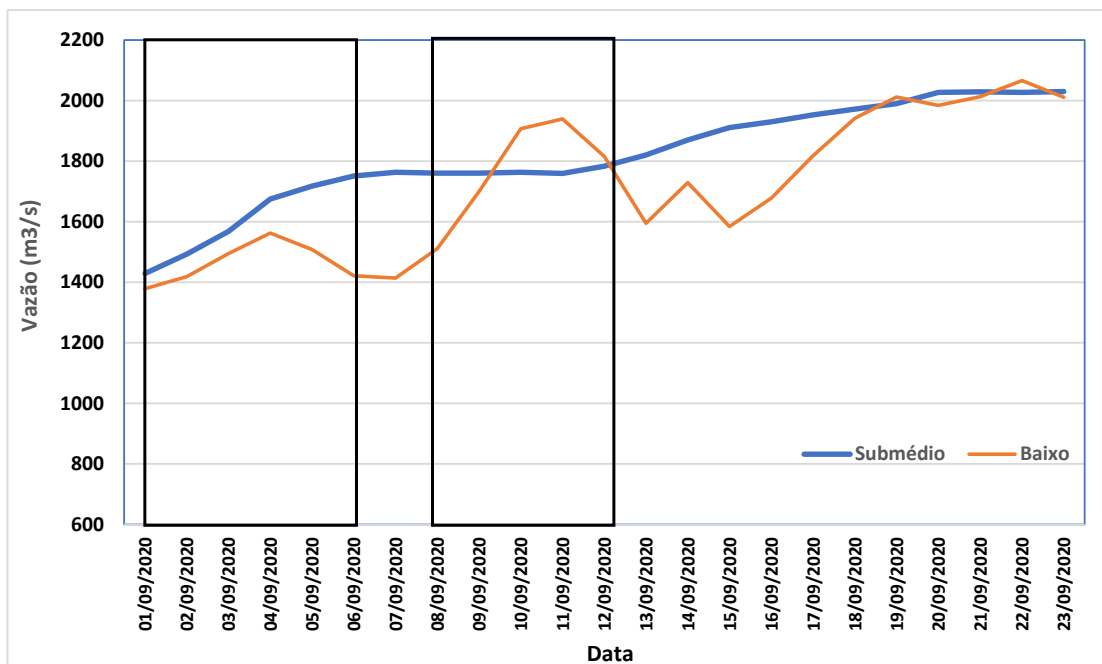


Figura 2 – Variação diária da vazão média nos trechos submédio e baixo do Rio São Francisco durante o mês de setembro/2020, com indicação dos períodos de realização da 21ª e 22ª campanhas de monitoramento.

**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 afluentes e defluentes do Reservatório de Itaparica
MO PI 01, MOX 02, MOX 03, MOX 04, MO PI 09 e PAIV 01	Cota e vazões afluentes e defluentes do Reservatório de Moxotó
PA 02	Cota e vazões afluentes e defluentes 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 01 a 06 de setembro e o segundo de 08 a 12 de setembro de 2020.

### **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 setembro/2020.

Estação	Data da medição	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	Secchi (m)	STD (mg/L)
SOB 19	04/09/2020	23,60	8,10	75,80	8,28	97,40	0,04	4,50	50,70
SOB 19 D	04/09/2020	23,50	8,13	75,60	8,08	95,00	0,04	4,50	50,70
SOB 19 E	04/09/2020	23,60	8,16	75,80	7,91	93,40	0,04	4,50	50,70
SOB 22	04/09/2020	25,90	8,23	86,40	11,34	140,10	0,04	6,00 (f)	55,25
SOB 24	04/09/2020	24,80	7,82	78,90	9,25	113,40	0,04	1,50 (f)	51,35
SOB 25	04/09/2020	24,70	8,06	78,40	8,71	107,70	0,04	5,50 (f)	51,35
SOB 29	05/09/2020	23,70	8,46	77,40	7,45	88,00	0,04	3,50	51,35
ITA 01	05/09/2020	24,10	8,05	78,20	7,59	90,50	0,04	3,00	52,00
ITA 04	05/09/2020	24,70	8,05	80,00	8,03	97,10	0,04	5,20	52,65
ITA 08	05/09/2020	24,60	8,03	80,10	8,49	102,30	0,04	6,00	52,65
ITA 10	06/09/2020	24,40	7,84	81,60	8,23	98,50	0,04	7,80	53,95
ITA 11	05/09/2020	24,40	8,05	79,70	8,20	98,50	0,04	6,00	52,65
MOPI 01	05/09/2020	24,60	7,42	81,10	8,10	97,80	0,04	8,00	53,30
MOX 02	05/09/2020	24,50	7,88	81,10	8,06	97,00	0,04	6,00	53,30
MOX 03	06/09/2020	26,00	8,20	355,60	6,17	76,20	0,17	0,90	226,85
MOX 04	06/09/2020	24,60	8,32	91,50	7,84	94,40	0,04	5,20	69,80
MOPI 09	06/09/2020	24,30	8,34	80,90	7,89	94,10	0,04	6,00	53,30
PA 02	05/09/2020	25,00	8,17	89,28	7,45	90,70	0,04	5,00	58,00
PA IV 01	02/09/2020	24,50	8,05	82,90	7,94	96,00	0,04	7,00	54,50
XIN 01	06/09/2020	24,40	8,73	82,40	6,92	83,00	0,04	10,00	53,95
XIN 04	02/09/2020	27,00	8,05	102,20	9,18	118,20	0,04	0,80	63,70
XIN 10	02/09/2020	27,50	8,04	106,80	8,75	109,90	0,05	0,80	66,30
BSF 02	02/09/2020	25,40	7,31	93,10	7,74	93,10	0,04	8,00	69,80
BSF 06	02/09/2020	25,00	7,52	113,00	7,60	91,90	0,05	5,00	73,45
BSF 11	01/09/2020	26,00	7,42	98,50	8,18	101,50	0,04	1,80	63,05
BSF 16	01/09/2020	26,30	7,31	109,30	7,16	88,70	0,05	0,80	69,55

(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 setembro/2020.

Estação	Data da medição	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	Secchi (m)	STD (mg/L)
SOB 19	08/09/2020	23,60	8,30	75,80	8,19	97,10	0,04	6,80	50,70
SOB 19 D	08/09/2020	23,70	8,24	75,80	8,29	97,60	0,04	6,80	50,70
SOB 19 E	08/09/2020	23,60	9,14	75,90	8,18	96,50	0,04	6,80	50,70
SOB 22	08/09/2020	25,50	8,20	82,60	10,30	126,00	0,04	6,00 (f)	53,30
SOB 24	08/09/2020	24,90	8,40	79,30	7,68	93,50	0,04	2,50 (f)	51,35
SOB 25	08/09/2020	24,80	8,09	79,00	7,80	95,50	0,04	5,00 (f)	61,35
SOB 29	09/09/2020	24,00	8,56	77,60	7,22	86,10	0,04	4,50	51,35
ITA 01	08/09/2020	24,30	8,83	78,20	7,75	92,90	0,04	3,00	51,35
ITA 04	09/09/2020	24,60	8,26	79,70	7,74	92,90	0,04	5,00	52,00
ITA 08	09/09/2020	24,80	8,04	80,40	8,16	98,70	0,04	8,20	52,65
ITA 10	09/09/2020	25,30	7,87	82,90	7,96	96,40	0,04	7,00	53,30
ITA 11	09/09/2020	24,60	8,24	80,10	8,13	97,90	0,04	7,00	52,65
MOPI 01	09/09/2020	24,70	7,84	81,30	7,76	93,90	0,04	6,50	53,30
MOX 02	09/09/2020	24,50	8,17	80,90	7,87	94,60	0,04	6,25	53,30
MOX 03	10/09/2020	26,50	8,24	350,80	4,97	61,70	0,16	1,00	221,00
MOX 04	10/09/2020	24,90	8,39	89,00	8,04	97,10	0,04	4,00	57,85
MOPI 09	10/09/2020	24,80	8,15	81,30	8,26	99,80	0,04	5,20	53,30
PA 02	10/09/2020	25,10	8,39	83,20	7,66	93,20	0,04	6,00	53,95
PA IV 01	11/09/2020	24,50	9,09	82,00	7,82	96,10	0,04	6,00	53,95
XIN 01	10/09/2020	24,40	9,14	81,70	7,50	90,00	0,04	10,00	53,90
XIN 04	10/09/2020	26,30	8,73	97,80	8,50	105,20	0,04	1,50	62,40
XIN 10	10/09/2020	27,90	9,08	102,00	9,39	120,00	0,04	0,70	63,05
BSF 02	10/09/2020	25,10	8,35	90,40	6,99	84,60	0,04	7,00	57,20
BSF 06	11/09/2020	25,40	8,48	102,60	7,78	98,40	0,05	3,50	66,30
BSF 11	11/09/2020	26,10	8,33	91,80	7,59	93,70	0,04	0,80	58,50
BSF 16	12/09/2020	25,60	8,27	98,90	7,07	86,50	0,04	0,80	63,70

(f) Fundo

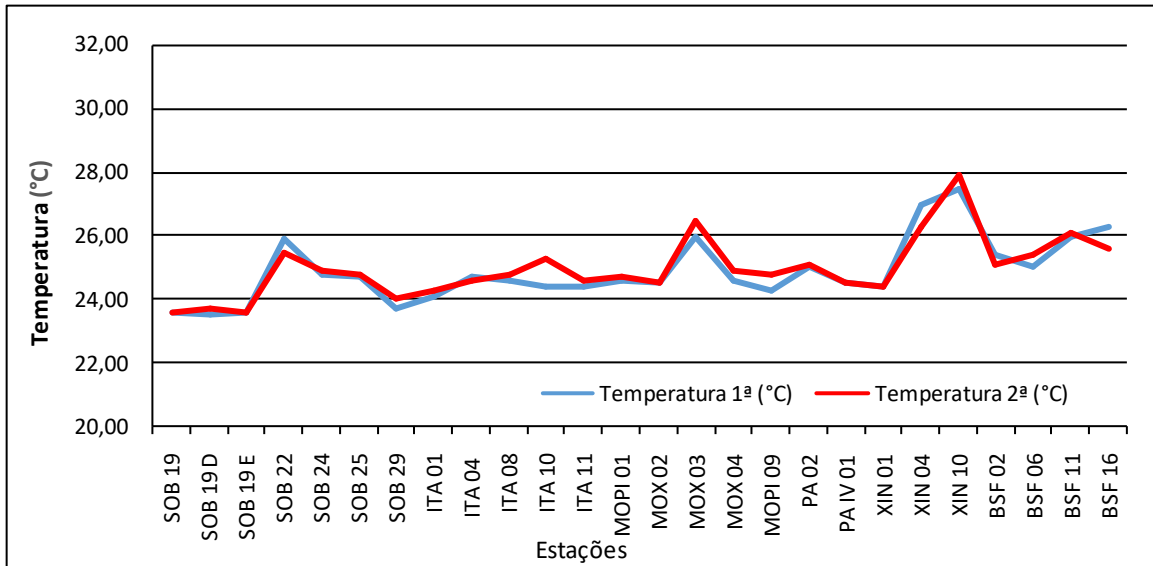


Figura 3 – Variação da temperatura da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2020.

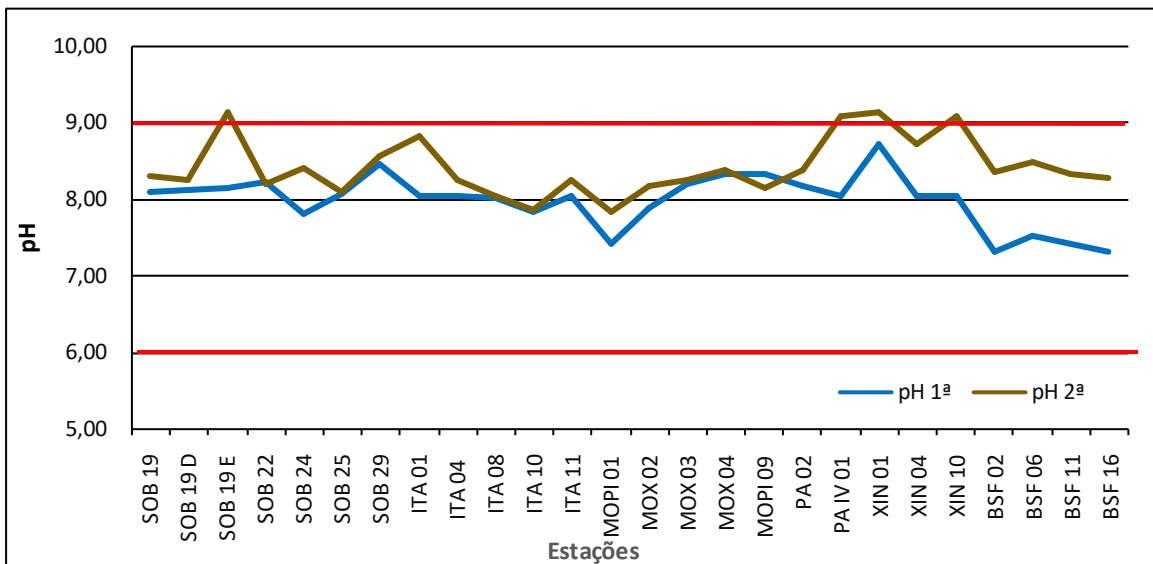
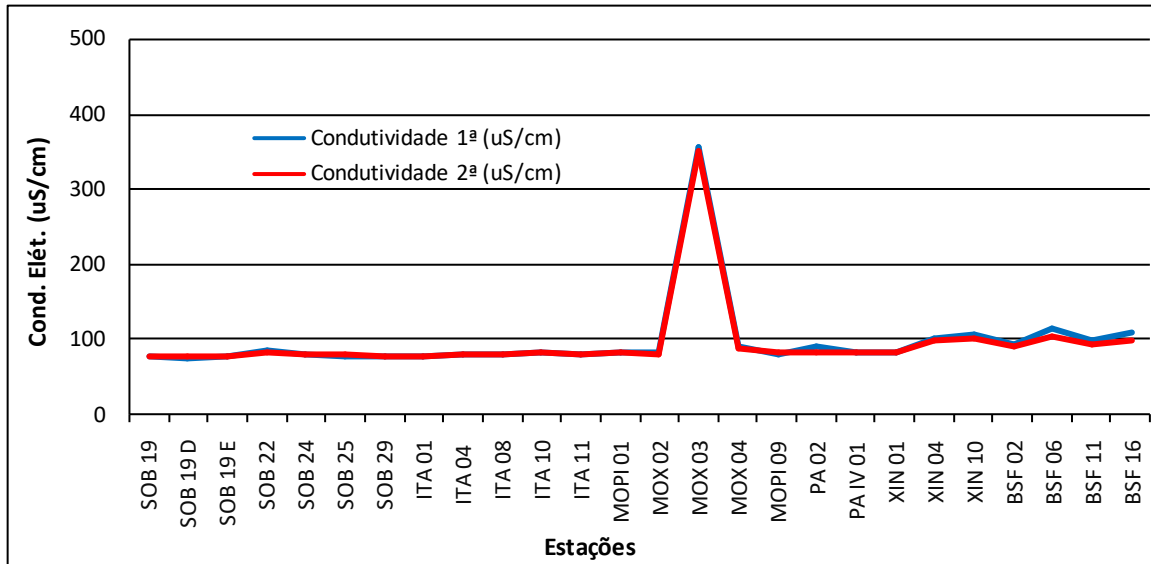
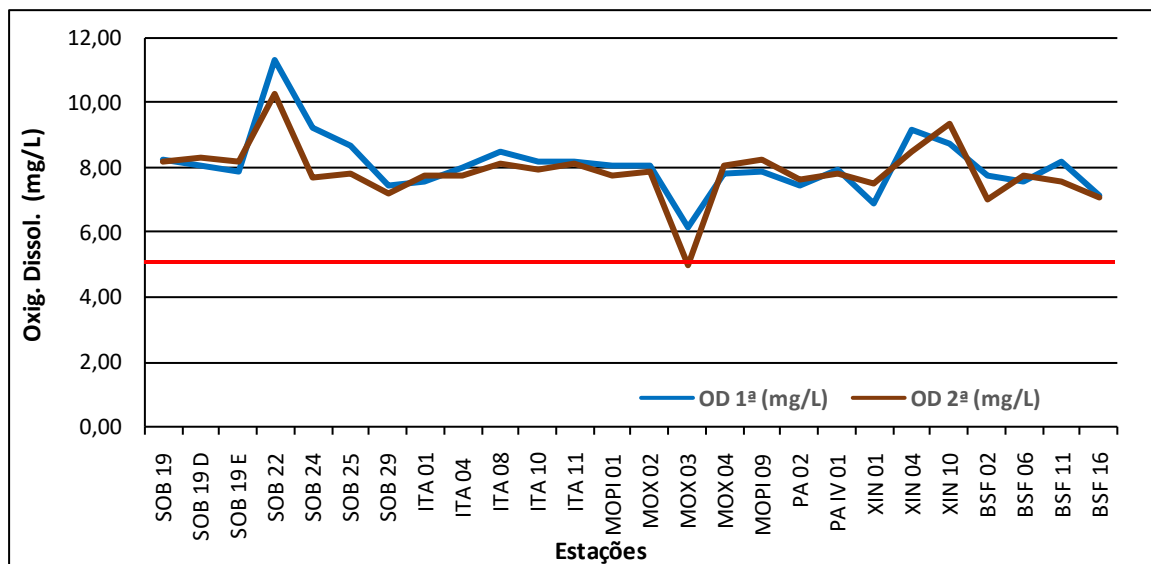


Figura 4 – Variação do pH da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2020. As barras vermelhas indicam os limites inferior e superior estabelecidos pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas da Classe 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 setembro/2020.



**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 setembro/2020. A barra vermelha indica o limite mínimo estabelecido pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2.

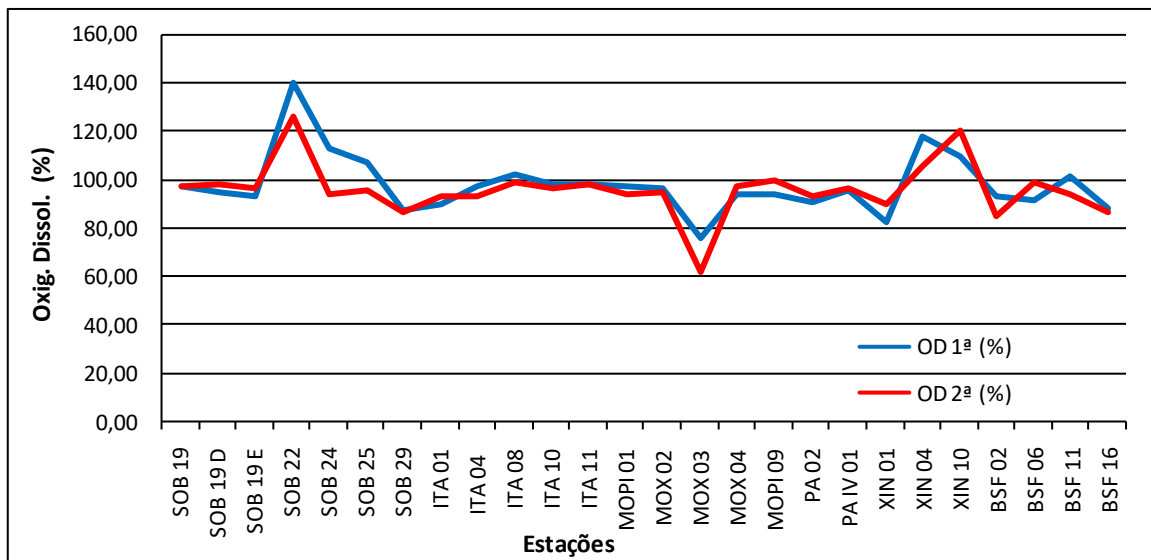


Figura 7 – Variação da saturação de oxigênio dissolvido da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2020.

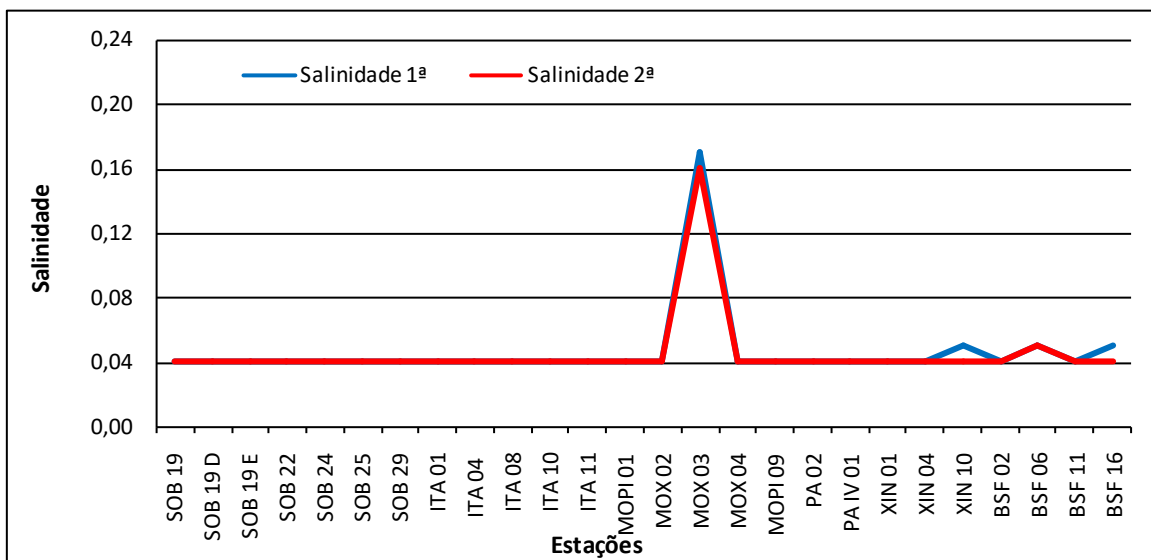


Figura 8 – Variação da salinidade da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2020.

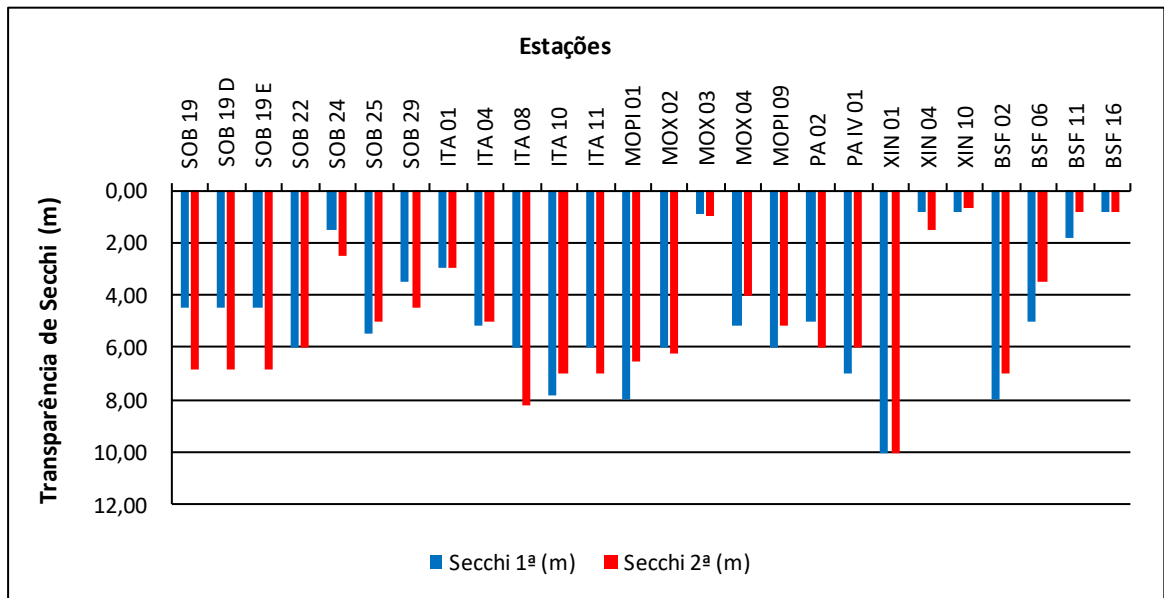


Figura 9 – Variação da transparência da água nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2020.

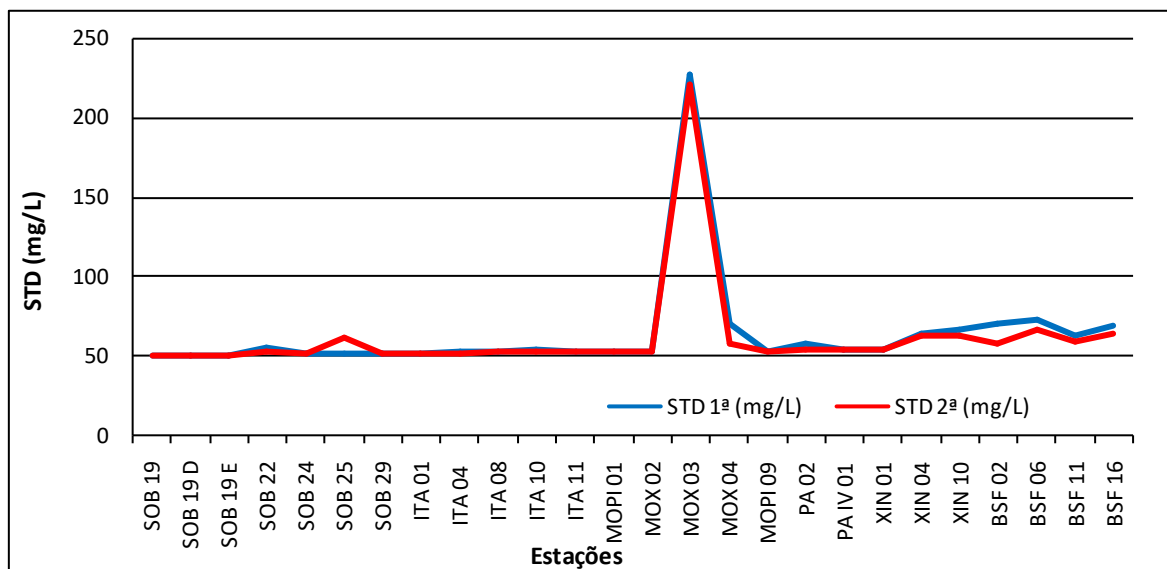


Figura 10 - Variação da concentração de sólidos totais dissolvidos da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2020.



## Temperatura

Os valores das baixas temperaturas 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. As temperaturas mais baixas nas campanhas ocorreram no reservatório de Sobradinho, na estação SOB 19 D com 23,50°C na primeira campanha e nas estações SOB 19 C e SOB 19 E na segunda campanha, com 23,60°C, enquanto que as mais elevadas ocorreram no reservatório de Xingó em ambas as campanhas na estação XIN 10, com 27,50°C e 27,90°C respectivamente (Tabelas 3 e 4 e Figura 3). Analisando os dados médios por ambiente, o reservatório de Xingó apresentou as maiores médias em ambas às campanhas, com 26,30°C e 26,20°C respectivamente, enquanto que a menor média ficou com o reservatório de Sobradinho em ambas as campanhas com 23,57°C e 23,63°C, respectivamente.

## pH

Os valores de pH apresentaram-se predominantemente alcalinos ao longo de todas as estações amostradas, tendo variado de 7,31 em BSF 02 e BSF 16 a 8,73 em XIN 01 na primeira campanha e de 7,84 em MOPI 01 a 9,14 em SOB 19 E e XIN 01 na segunda campanha e uma média de pH para todas as estações de 7,99 e 8,42 para as duas campanhas respectivamente (Tabela 3 e 4 e Figura 4). Analisando os dados por ambiente, na primeira campanha a maior média ficou com o reservatório de Xingó, com 8,27, enquanto que a menor ficou com o trecho lótico final, com 7,39, enquanto que na segunda campanha a menor média ocorreu no reservatório de Moxotó com 8,16 e a maior no reservatório de PAIV, com 9,09. Deste modo, os valores mensurados são compatíveis com aqueles recomendados pela Resolução nº. 357/05 do CONAMA, cujo padrão para águas de classe 2 é de pH entre 6,0 e 9,0, na maioria das estações de monitoramento, enquanto que as exceções ficaram por conta das estações SOB 19 E com 9,14, PAIV com 9,09, XIN 01 com 9,14 e XIN 10 com 9,08.

## 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 75,60  $\mu\text{S}/\text{cm}$  em SOB 19 D na primeira campanha, no reservatório de Sobradinho, a 355,60  $\mu\text{S}/\text{cm}$  em MOX 03, no reservatório de Moxotó também na primeira campanha. Na segunda campanha variou de 75,80  $\mu\text{S}/\text{cm}$  em SOB 19 C e SOB 19 D a 350,80  $\mu\text{S}/\text{cm}$  em MOX 03 e médias de 96,75  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e 94,65  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para todas as estações de amostragem nas duas campanhas respectivamente (Tabelas 3 e 4 e Figura 5). Quanto à média dos valores de condutividade elétrica por ambiente, as mais elevadas ficaram com o reservatório de Moxotó para a primeira e segunda campanha, com 138,04  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e 136,66  $\mu\text{S}/\text{cm}$  respectivamente, enquanto que as mais baixas foram registradas no reservatório de Sobradinho com 75,73  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e 75,83  $\mu\text{S}/\text{cm}$  nas duas campanhas respectivamente. Os sólidos totais dissolvidos variaram de 50,70 mg/L nas estações SOB 19 C, SOB 19 D e SOB 19 E a 226,85 mg/L em MOX 03 na primeira campanha, enquanto que na segunda campanha variou de 50,70 mg/L nas estações SOB 19 C, SOB 19 D e SOB 19 E até 221,00 mg/L em MOX 03 e uma média para todas as estações e campanhas de 63,62 mg/L e 61,66 mg/L respectivamente (Tabelas 3 e 4 e Figura 10). Quanto às médias por ambiente, o reservatório de Moxotó em ambas as campanhas apresentou-se com valores mais elevados de 91,31 mg/L e 87,75 mg/L respectivamente e o menor no reservatório de Sobradinho com 50,70 mg/L para ambas as campanhas, enquanto que a salinidade apresentou valor mínimo de 0,04 na maioria das estações em ambas as campanhas, e um valor máximo de 0,17 em MOX 03 para a primeira campanha e 0,16 também em MOX 03 na segunda campanha (Tabela 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.

### **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 6,17 mg/L e 76,20 %, e 4,97 mg/L e 61,70%, respectivamente, enquanto que, os valores mais elevados ocorreram nas estações SOB 22 também em ambas as campanhas, com 11,34 mg/L e 140,10 % e 10,30 mg/L e 126,00% respectivamente. Apresentando ainda, uma média de concentração de oxigênio de 8,10 mg/L e 7,87 mg/L para todas as estações de amostragem em ambas as campanhas respectivamente (Tabela 3 e 4 e Figuras 6 e 7). Nas médias de concentração por ambiente se destaca o trecho lótico inicial e o reservatório de Xingó na primeira e segunda campanha com 9,19 mg/L e 8,46 mg/L respectivamente, enquanto que a média mais baixa ficou com o reservatório de Delmiro Gouveia na primeira campanha com 7,45 mg/L e o trecho lótico final na segunda com 7,36 mg/L.

Na Figura 6, observa-se que apenas uma estação de amostragem em ambas as campanhas, apresentou concentração de oxigênio dissolvido abaixo do limite mínimo recomendado pela Resolução nº. 357 do CONAMA, segundo a qual o oxigênio dissolvido em qualquer amostra não pode ser inferior a 5,0 mg/L 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 e no trecho lótico final de 0,80 m de profundidade nas estações XIN 04, XIN 10 e BSF 16 na primeira campanha respectivamente e 0,70 m na estação XIN 10 no reservatório de Xingó na segunda. Enquanto que, o valor máximo ocorreu no reservatório de Xingó, em XIN 01 na primeira e segunda campanha com 10,00 m. A média para todas as estações foi de 4,74 m na primeira campanha e de 4,92 m na segunda. Na média por ambiente, o reservatório de Xingó na primeira campanha e o trecho lótico final apresentou o valor mais baixo, com 3,87 m e 3,03 m, enquanto que, as maiores médias foram no reservatório de PAIV na primeira campanha e o reservatório de Sobradinho na segunda, com 7,00 m e 6,80 m, respectivamente (Tabela 3 e 4 e Figura 9). Deve-se ressaltar que as transparências das estações SOB 22, SOB 24 e SOB 25 em ambas as campanhas vão até o fundo.

**Tabela 5** – Valores da alcalinidade e dureza totais, concentração de nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, nitrogênio total, ortofosfato, fosfato total, fósforo total, clorofila a, feofitina, turbidez, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e do carbono orgânico total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a 1ª campanha de setembro/2020.

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	mg/L	mg/L	NTU	mg/L	mg/L
SOB 19 Sup	55,50	35,83	0,013	0,003	0,023	12,329	0,007	0,016	0,027	2,232	2,232	3,60	1,25	1,80
SOB 19 Z. Euf.	-	-	0,010	-	-	-	-	-	0,048	-	-	-	-	-
SOB 19 Fun.	-	-	0,013	-	-	-	-	-	0,030	-	-	-	-	-
SOB 22	57,50	34,03	0,013	0,003	0,034	5,058	0,015	0,007	0,033	2,232	2,232	3,10	1,60	0,43
SOB 24	50,00	33,83	0,015	0,004	0,056	5,564	0,018	0,012	0,048	1,116	4,464	3,70	1,03	5,56
SOB 25	52,50	33,03	0,012	0,003	0,072	6,512	0,013	0,014	0,033	4,464	1,116	2,20	1,49	3,85
SOB 29	46,50	33,23	0,011	0,003	0,062	3,604	0,017	0,011	0,033	5,580	2,232	5,30	1,13	7,95
ITA 01	52,50	32,63	0,004	0,003	0,030	11,381	0,007	0,007	0,024	3,348	2,232	3,20	2,05	3,85
ITA 04	41,00	32,63	0,008	0,002	0,041	10,116	0,005	0,009	0,018	7,812	3,348	1,40	3,04	11,72
ITA 08	46,50	31,43	0,010	0,003	0,039	5,754	0,008	0,009	0,015	4,464	2,232	0,90	1,17	7,95
ITA 10	55,00	32,23	0,007	0,003	0,029	10,622	0,012	0,005	0,021	4,464	5,580	1,20	2,00	2,14
ITA 11	40,50	32,83	0,010	0,004	0,036	12,266	0,015	0,007	0,024	6,696	2,232	1,80	0,94	12,06
MOPI 01	47,50	33,03	0,018	0,004	0,036	12,203	0,012	0,005	0,027	2,232	4,464	2,40	1,31	7,27
MOX 02	52,50	34,43	0,013	0,003	0,028	4,616	0,017	0,016	0,030	4,464	2,232	0,80	2,73	3,85
MOX 03	46,00	33,43	0,008	0,003	0,031	2,403	0,013	0,012	0,021	6,696	1,116	16,90	2,38	1,30
MOX 04	50,00	33,43	0,007	0,002	0,080	5,943	0,018	0,014	0,051	4,464	4,464	1,70	1,26	5,56
MOPI 09	55,00	32,63	0,009	0,003	0,034	5,754	0,018	0,018	0,021	7,812	5,580	1,60	1,67	2,14
PA 02	42,50	33,83	0,010	0,004	0,054	6,512	0,022	0,007	0,015	2,232	5,580	11,60	1,58	10,69
PA IV 01	49,50	32,43	0,013	0,002	0,031	12,203	0,020	0,007	0,015	6,696	2,232	3,50	0,99	5,90
XIN 01	50,00	33,63	0,011	0,004	0,061	7,271	0,005	0,011	0,024	8,928	5,580	1,30	5,99	5,56
XIN 04	48,50	33,63	0,014	0,003	0,052	6,449	0,008	0,009	0,021	6,696	3,348	10,40	3,40	6,59
XIN 10	49,00	34,43	0,010	0,003	0,030	10,938	0,022	0,021	0,039	8,928	8,928	10,80	0,98	6,24
BSF 02	55,00	33,63	0,016	0,003	0,039	12,203	0,025	0,025	0,030	3,348	5,58	1,10	1,17	2,14
BSF 06	44,50	35,03	0,020	0,002	0,036	12,203	0,018	0,012	0,018	3,348	5,58	3,20	1,18	9,32
BSF 11	50,00	33,63	0,017	0,004	0,065	5,754	0,023	0,018	0,045	2,232	3,348	10,40	2,18	5,56
BSF 16	50,00	33,43	0,012	0,003	0,041	7,398	0,020	0,011	0,018	3,348	5,580	6,90	1,89	5,56

**Tabela 6** – Valores da alcalinidade e dureza totais, concentração de nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, nitrogênio total, ortofosfato, fosfato total, fósforo total, clorofila a, feofitina, turbidez, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e do carbono orgânico total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a 2ª campanha de setembro/2020.

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	38,43	0,013	0,001	0,064	10,116	0,015	0,023	0,048	4,464	3,348	3,40	1,49	6,24
SOB 19 Z. Euf.	-	-	0,017	-	-	-	-	-	0,039	-	-	-	-	-
SOB 19 Fun.	-	-	0,028	-	-	-	-	-	0,045	-	-	-	-	-
SOB 22	47,50	35,83	0,010	0,002	0,024	3,225	0,023	0,041	0,112	3,348	6,696	4,90	1,42	7,27
SOB 24	43,50	33,83	0,019	0,001	0,026	6,070	0,015	0,032	0,103	2,232	3,348	9,80	1,72	10,01
SOB 25	55,00	32,03	0,011	0,001	0,092	2,972	0,018	0,032	0,106	21,204	5,580	2,50	1,57	2,14
SOB 29	46,50	33,23	0,014	0,001	0,069	0,000	0,015	0,030	0,112	2,232	6,696	3,70	1,71	7,95
ITA 01	57,50	28,62	0,016	0,001	0,042	10,749	0,008	0,021	0,024	5,580	7,812	3,50	2,06	0,43
ITA 04	44,50	30,83	0,012	0,001	0,049	9,168	0,010	0,018	0,021	3,348	8,928	1,30	2,09	9,32
ITA 08	43,50	27,62	0,017	0,001	0,044	5,691	0,010	0,018	0,024	2,232	5,580	1,70	2,21	10,01
ITA 10	50,00	30,23	0,009	0,001	0,022	12,962	0,010	0,014	0,024	2,232	3,348	0,90	2,19	5,56
ITA 11	50,00	34,03	0,015	0,001	0,025	6,639	0,012	0,014	0,021	1,116	5,580	1,00	2,54	5,56
MOPI 01	50,00	32,03	0,019	0,001	0,082	7,777	0,010	0,020	0,112	2,232	4,464	3,60	1,39	5,56
MOX 02	48,00	32,83	0,013	0,001	0,051	7,904	0,010	0,020	0,085	2,232	5,580	3,20	1,48	6,93
MOX 03	60,00	70,26	0,020	0,001	0,021	6,007	0,015	0,044	0,094	11,160	11,160	13,90	4,93	1,30
MOX 04	54,00	30,83	0,008	0,001	0,043	13,594	0,012	0,028	0,060	7,812	6,696	1,50	2,08	2,82
MOPI 09	49,00	31,63	0,009	0,002	0,019	13,278	0,012	0,025	0,106	6,696	5,580	1,50	1,11	6,24
PA 02	57,50	33,03	0,007	0,001	0,070	13,784	0,015	0,028	0,097	1,116	4,464	1,20	3,00	0,43
PA IV 01	44,00	30,23	0,019	0,001	0,023	13,278	0,010	0,023	0,051	3,348	4,464	4,60	1,35	1,30
XIN 01	44,00	31,83	0,007	0,002	0,024	12,646	0,013	0,023	0,051	1,116	4,464	4,20	1,16	9,66
XIN 04	48,50	36,63	0,017	0,002	0,064	14,416	0,013	0,028	0,042	12,276	12,276	2,40	1,34	6,59
XIN 10	50,00	34,43	0,030	0,002	0,080	13,468	0,015	0,066	0,106	17,856	14,508	13,40	8,34	5,56
BSF 02	45,00	37,23	0,019	0,001	0,045	13,215	0,012	0,025	0,112	2,232	4,464	2,00	1,58	8,98
BSF 06	55,00	36,03	0,016	0,002	0,032	13,657	0,018	0,037	0,100	1,116	6,696	5,80	0,93	2,14
BSF 11	49,00	34,43	0,012	0,002	0,038	13,784	0,020	0,062	0,106	1,116	5,580	23,30	1,10	6,24
BSF 16	52,50	34,43	0,026	0,003	0,040	13,278	0,018	0,043	0,106	2,232	4,464	12,10	1,31	3,85

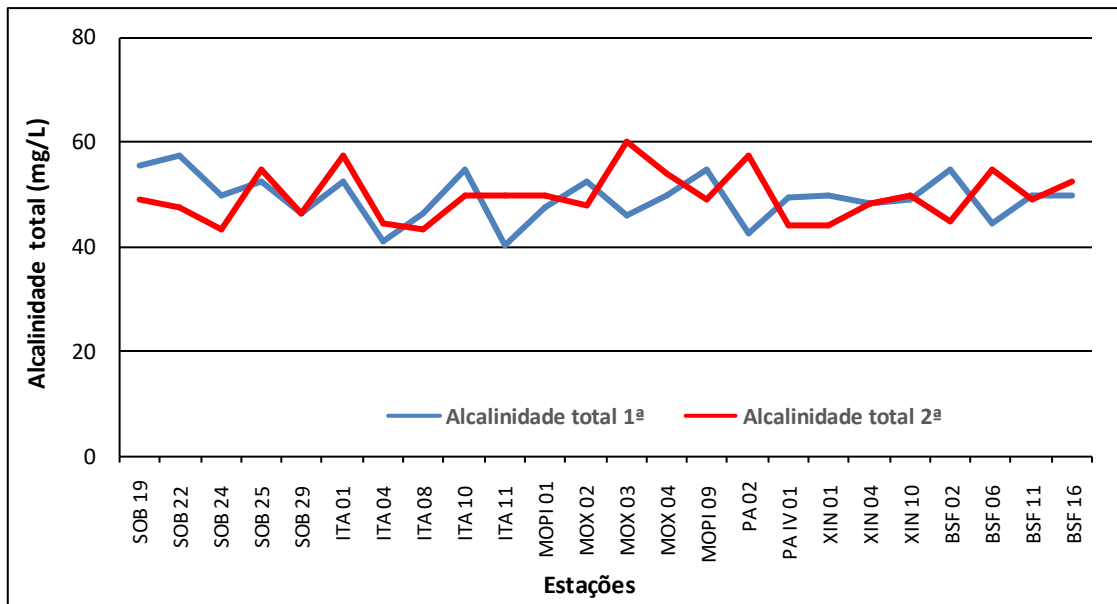


Figura 11 – Variação da alcalinidade total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2020.

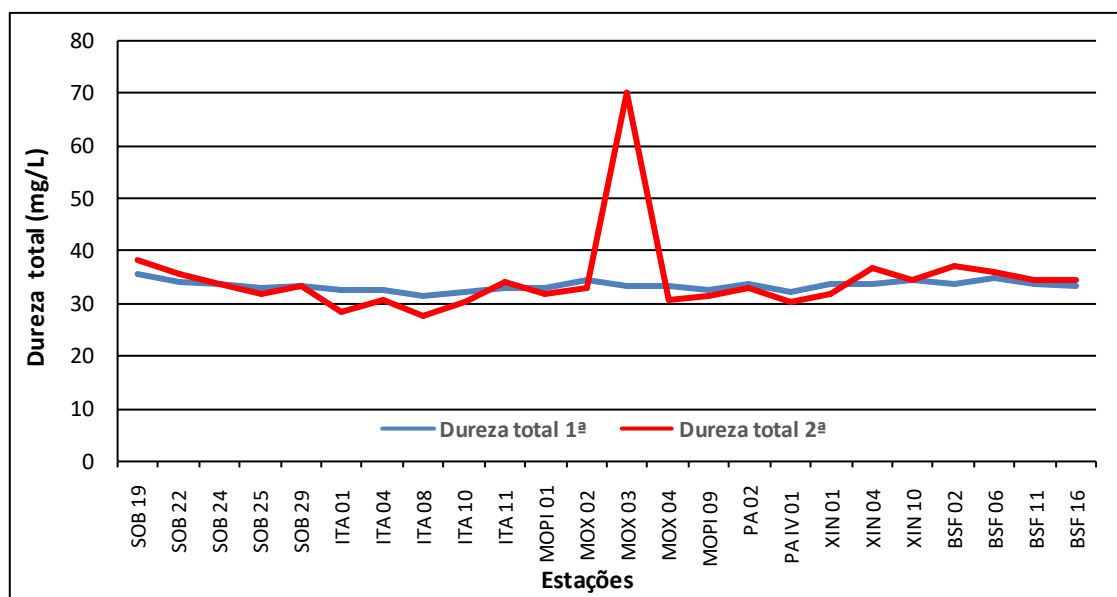


Figura 12 – Variação da dureza total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2020.

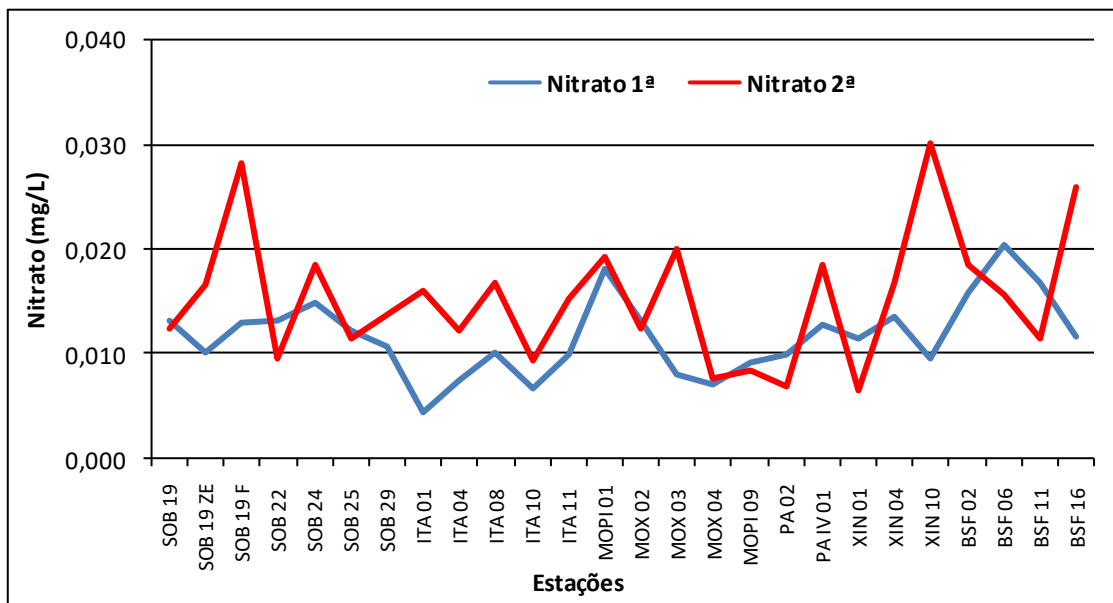


Figura 13 – Variação da concentração de nitrato da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2020.

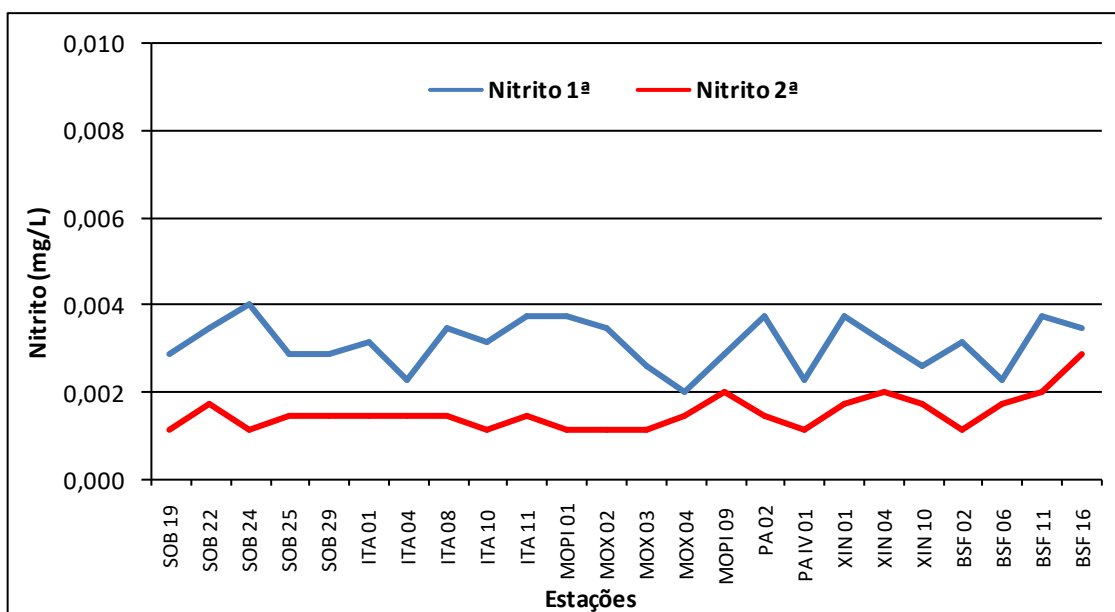
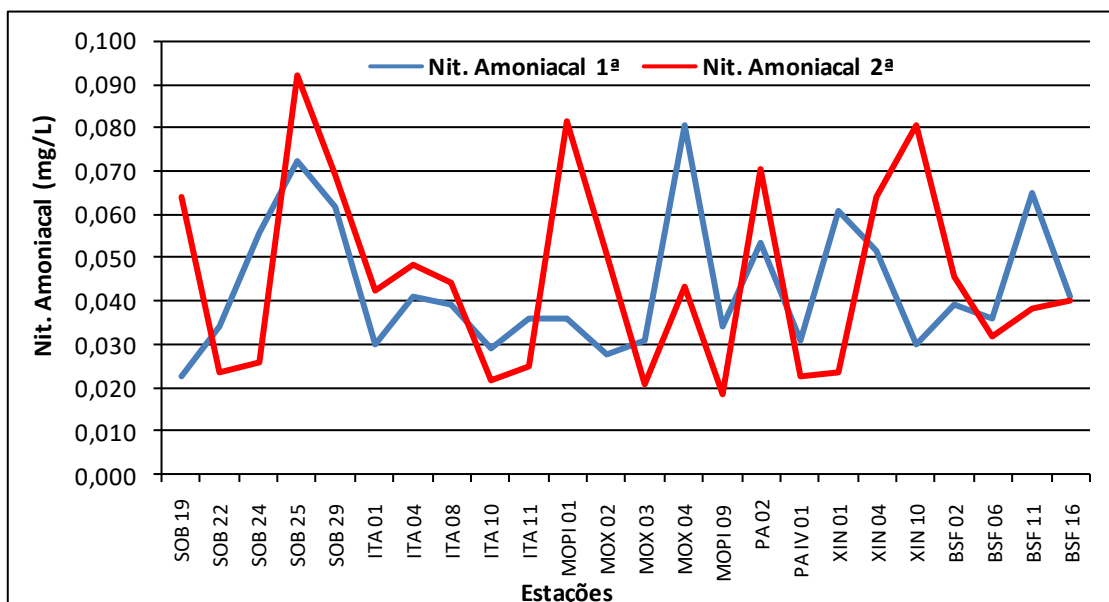
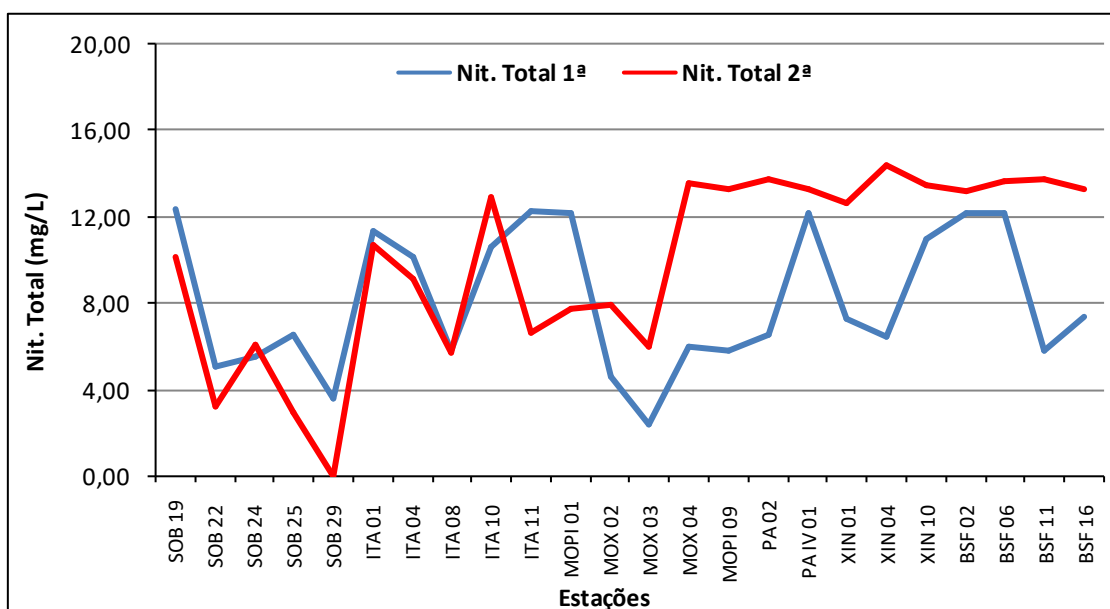


Figura 14 – Variação da concentração de nitrito da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2020.



**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 setembro/2020.



**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 setembro/2020.



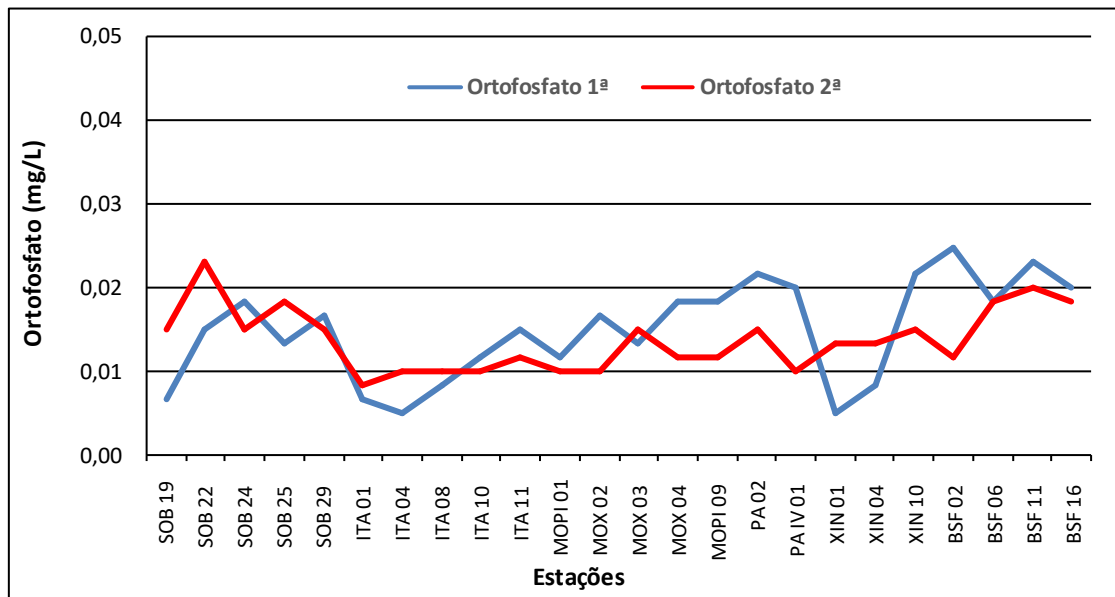


Figura 17 – Variação da concentração do ortofosfato da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2020.

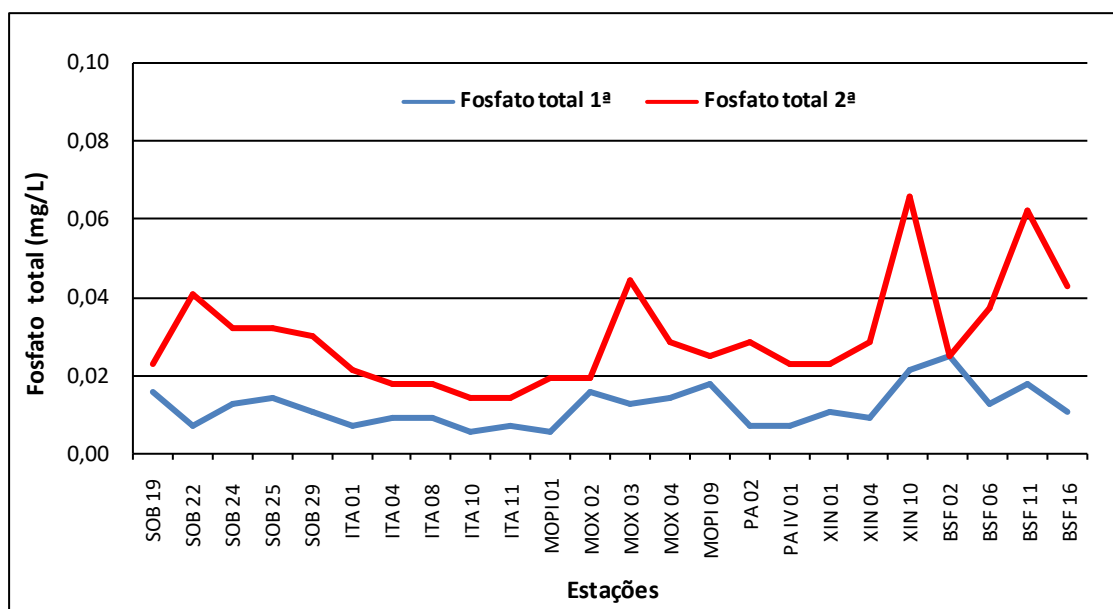
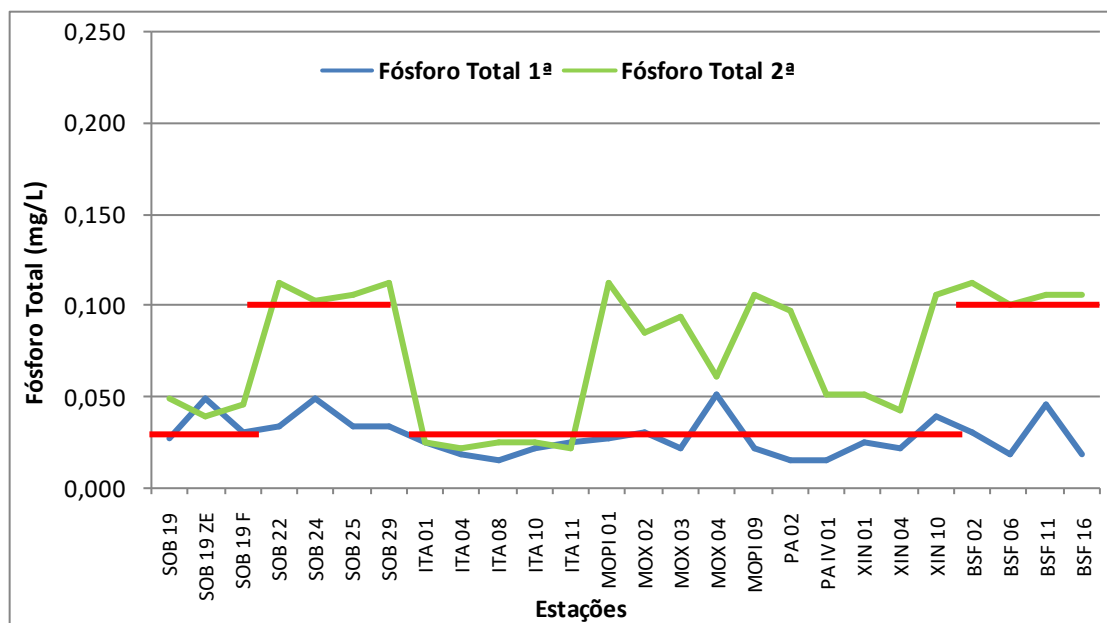
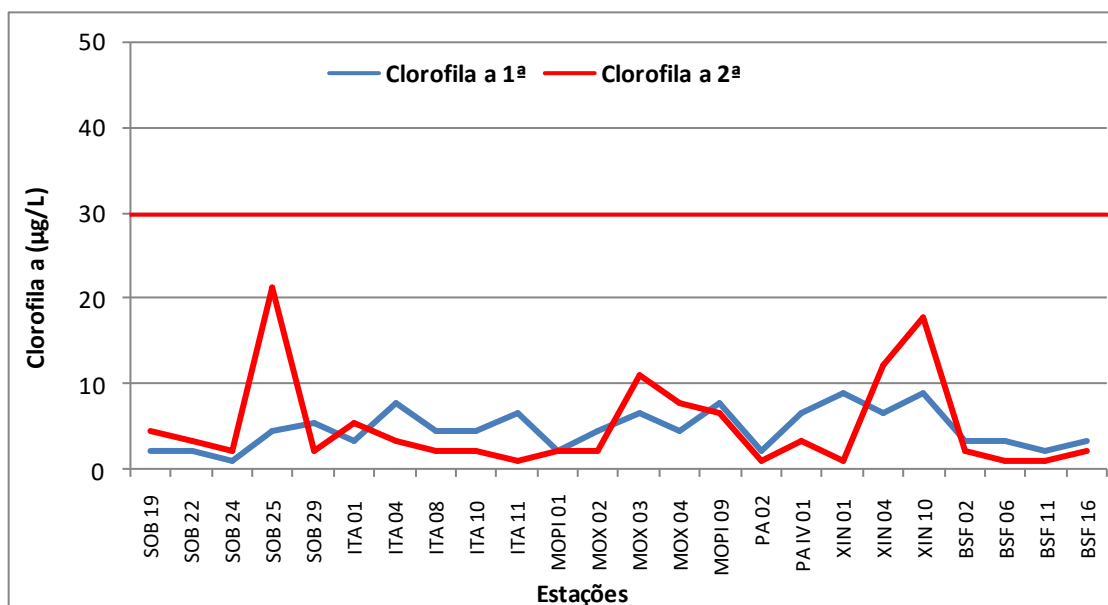


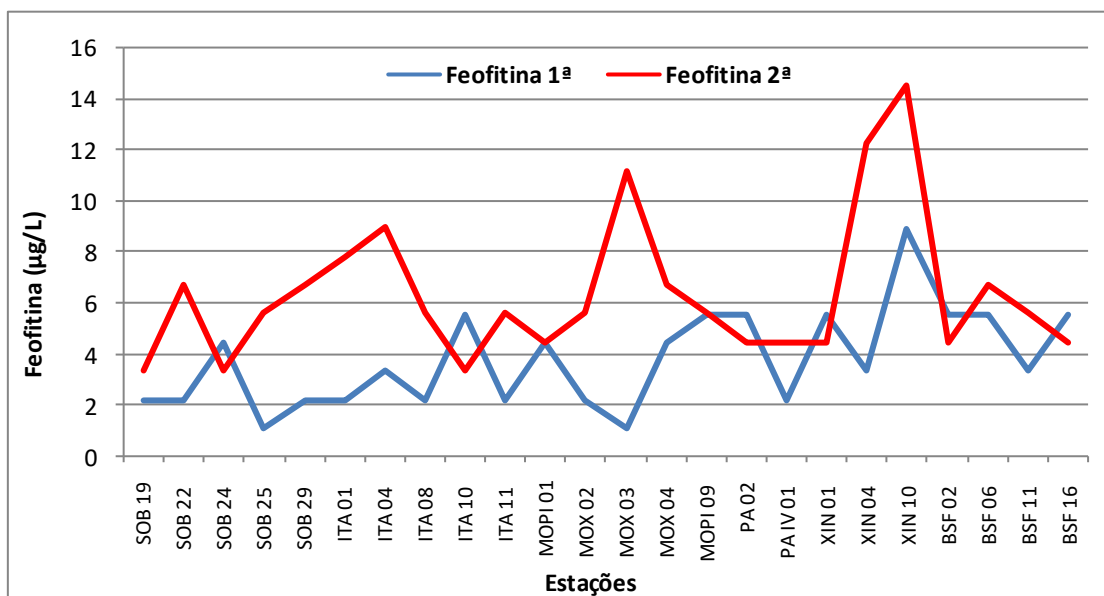
Figura 18 – Variação da concentração do fosfato total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2020.



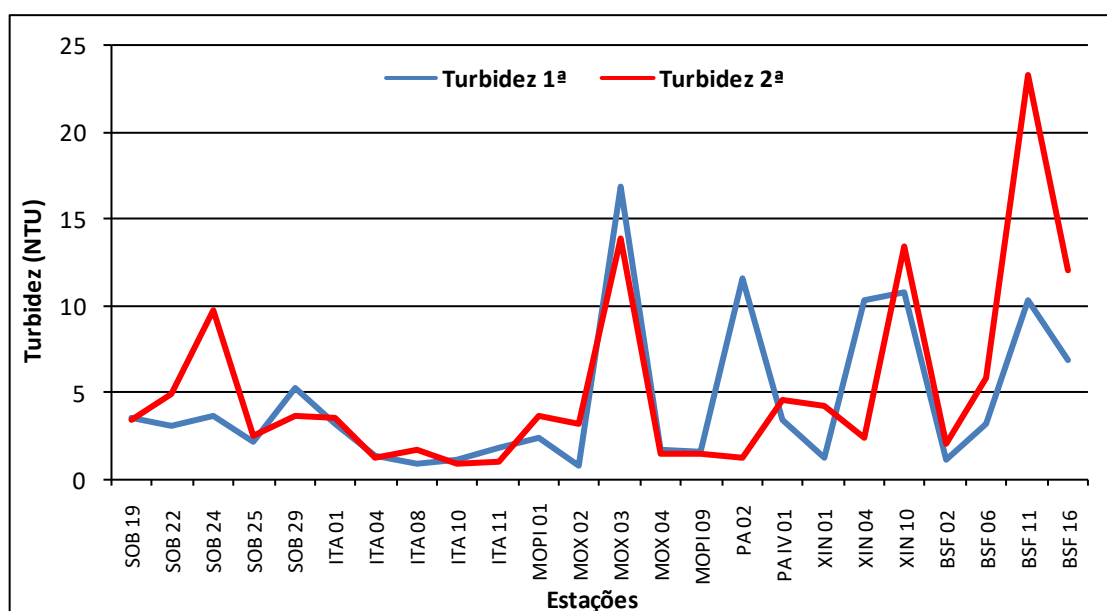
**Figura 19** – Variação da concentração de fósforo total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2020. As barras vermelhas indicam os limites estabelecidos pela Resolução no. 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2, respectivamente para ambientes lóticos (0,1 mg/L) e lênticos (0,030 mg/L).



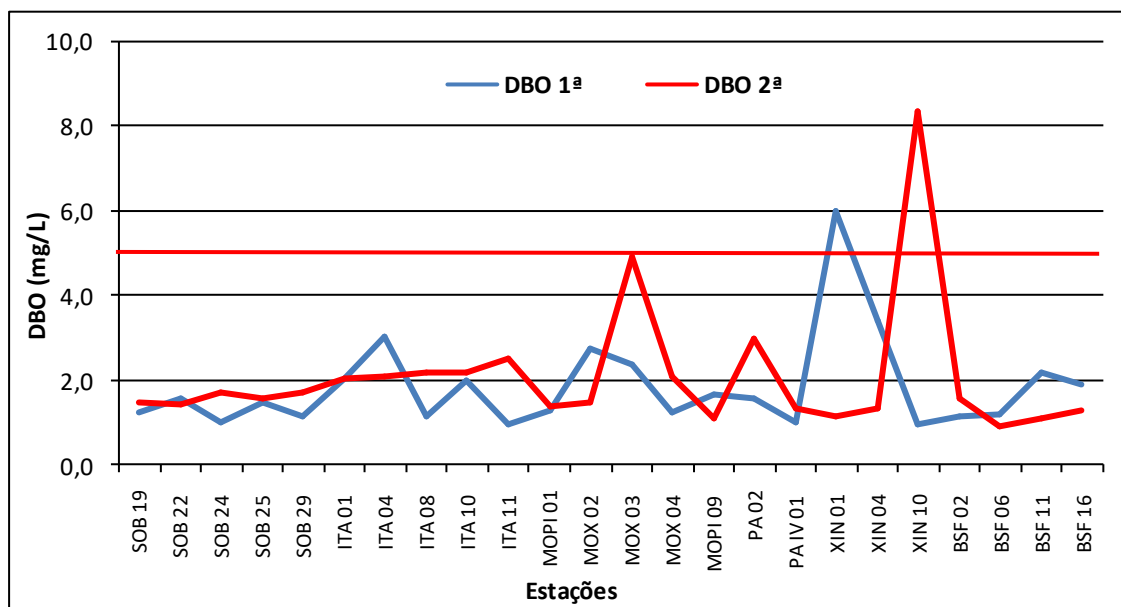
**Figura 20** - Variação da concentração da clorofila a da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2020.



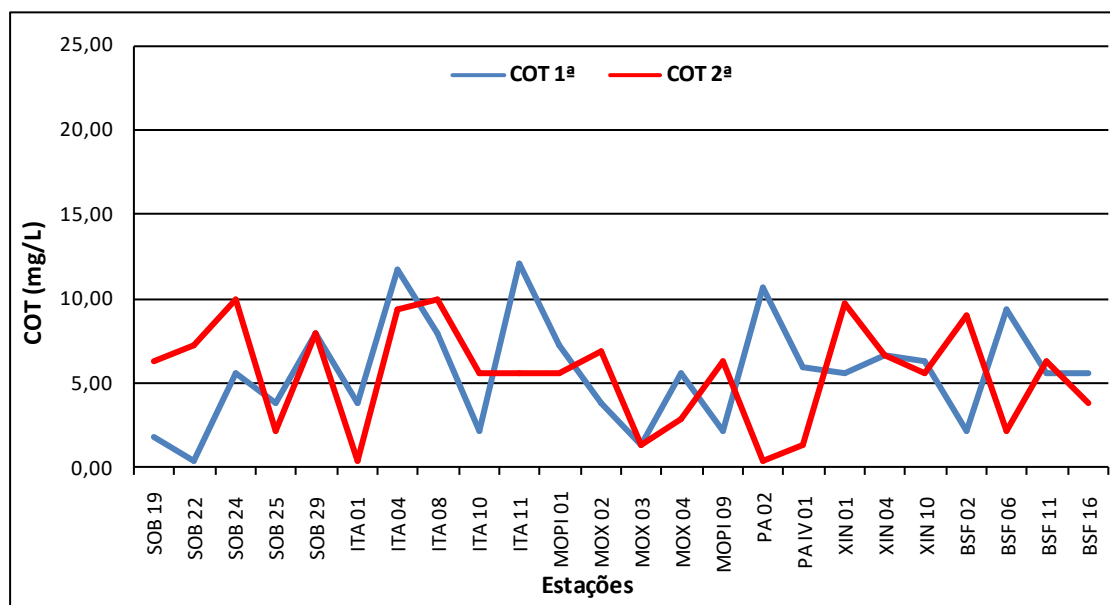
**Figura 21** - Variação da concentração da feofitina da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2020.



**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 setembro/2020.



**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 setembro/2020. A barra vermelha indica o limite máximo 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 setembro/2020.

**Tabela 7** – Valores de sólidos totais, fração orgânica, fração inorgânica e sólidos sedimentáveis da superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a 1ª campanha de setembro/2020.

Estações	Sólidos totais	Fração Orgânica	Fração inorgânica	Sól. Sedimentáveis
	g/L	g/L	g/L	mL/L
SOB 19	0,0010	0,0009	0,0001	<0,1
SOB 22	0,0006	0,0002	0,0004	<0,1
SOB 24	0,0007	0,0007	0,0000	<0,1
SOB 25	0,0010	0,0010	0,0000	<0,1
SOB 29	0,0034	0,0012	0,0022	<0,1
ITA 01	0,0019	0,0009	0,0010	<0,1
ITA 04	0,0004	0,0002	0,0002	<0,1
ITA 08	0,0001	0,0001	0,0000	<0,1
ITA 10	0,0005	0,0005	0,0000	<0,1
ITA 11	0,0003	0,0002	0,0001	<0,1
MOPI 01	0,0016	0,0014	0,0002	<0,1
MOX 02	0,0007	0,0007	0,0000	<0,1
MOX 03	0,0038	0,0018	0,0020	<0,1
MOX 04	0,0010	0,0010	0,0000	<0,1
MOPI 09	0,0019	0,0018	0,0001	<0,1
PA 02	0,0046	0,0025	0,0021	<0,1
PA IV 01	0,0012	0,0011	0,0001	<0,1
XIN 01	0,0021	0,0021	0,0000	<0,1
XIN 04	0,0063	0,0017	0,0046	<0,1
XIN 10	0,0023	0,0014	0,0009	<0,1
BSF 02	0,0007	0,0006	0,0001	<0,1
BSF 06	0,0020	0,0016	0,0004	<0,1
BSF 11	0,0031	0,0012	0,0019	<0,1
BSF 16	0,0002	0,0002	0,0000	<0,1

**Tabela 8** – Valores de sólidos totais, fração orgânica, fração inorgânica e sólidos sedimentáveis da superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a 2ª campanha de setembro/2020.

Estações	Sólidos totais	Fração Orgânica	Fração inorgânica	Sól. Sedimentáveis
	g/L	g/L	g/L	mL/L
SOB 19	0,0003	0,0003	0,0000	<0,1
SOB 22	0,0013	0,0010	0,0003	<0,1
SOB 24	0,0027	0,0008	0,0019	<0,1
SOB 25	0,0005	0,0005	0,0000	<0,1
SOB 29	0,0021	0,0012	0,0009	<0,1
ITA 01	0,0017	0,0016	0,0001	<0,1
ITA 04	0,0005	0,0005	0,0000	<0,1
ITA 08	0,0007	0,0007	0,0000	<0,1
ITA 10	0,0013	0,0006	0,0007	<0,1
ITA 11	0,0005	0,0005	0,0000	<0,1
MOPI 01	0,0010	0,0007	0,0003	<0,1
MOX 02	0,0010	0,0006	0,0004	<0,1
MOX 03	0,0042	0,0008	0,0034	<0,1
MOX 04	0,0023	0,0003	0,0020	<0,1
MOPI 09	0,0005	0,0004	0,0001	<0,1
PA 02	0,0005	0,0002	0,0003	<0,1
PA IV 01	0,0012	0,0012	0,0000	<0,1
XIN 01	0,0009	0,0003	0,0006	<0,1
XIN 04	0,0009	0,0009	0,0000	<0,1
XIN 10	0,0031	0,0026	0,0005	<0,1
BSF 02	0,0007	0,0005	0,0002	<0,1
BSF 06	0,0005	0,0003	0,0002	<0,1
BSF 11	0,0122	0,0012	0,0110	<0,1
BSF 16	0,0058	0,0009	0,0049	<0,1

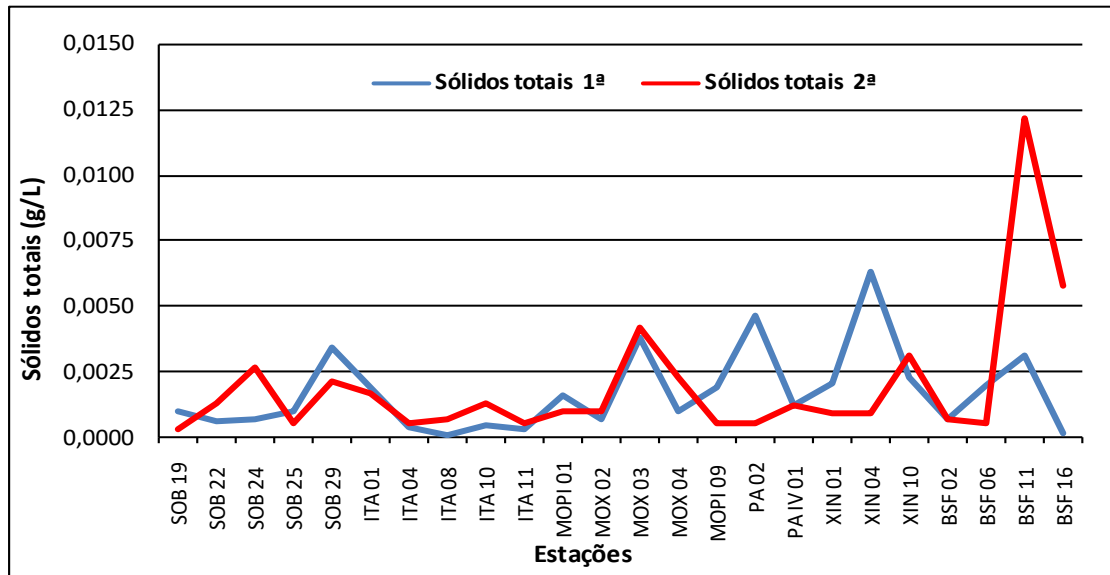


Figura 25 - Variação dos sólidos totais da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2020.

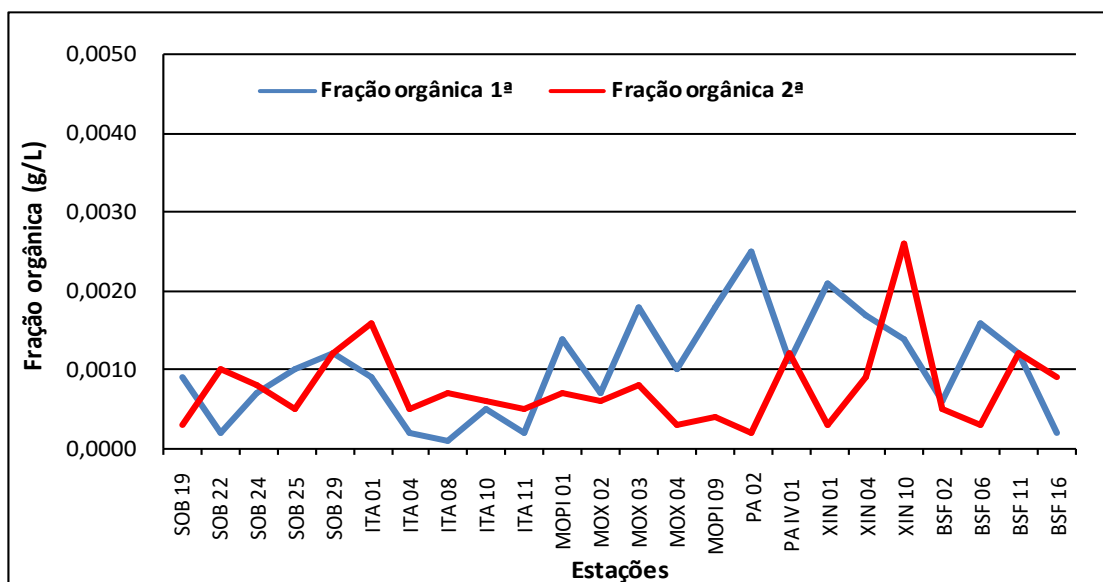
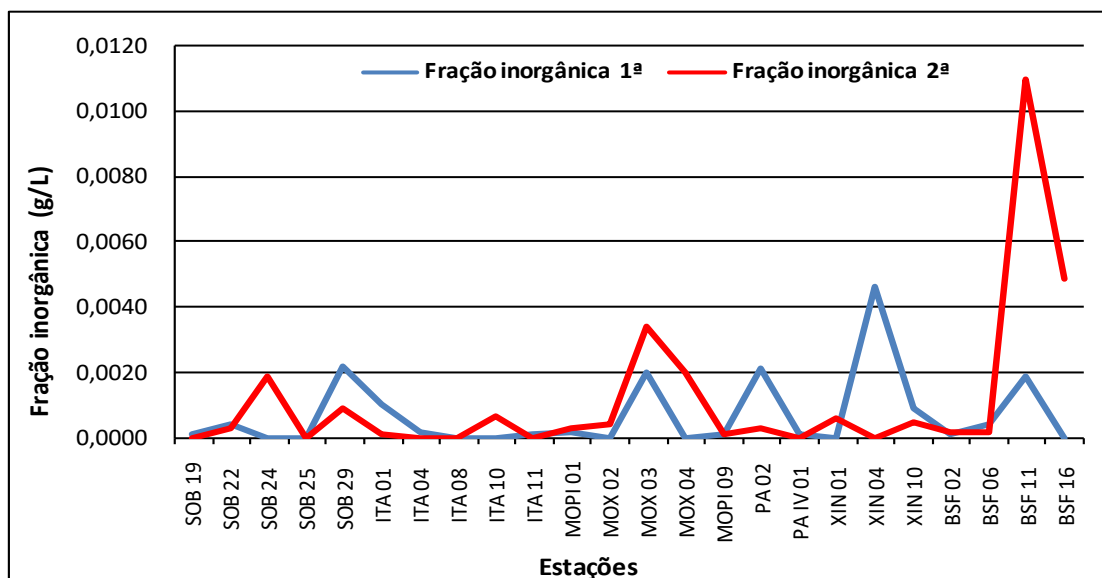


Figura 26 - Variação da fração orgânica dos sólidos totais da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2020.



**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 setembro/2020.

#### Alcalinidade total e Dureza total

Os valores de alcalinidade variaram entre 40,50 mg/L na estação ITA 11 a 57,50 mg/L em SOB 22 na 1ª campanha e de 43,50 mg/L em SOB 24 e ITA 08 a 60,00 mg/L em MOX 03 na 2ª campanha, apresentando ainda médias de 49,48 mg/L e 49,73 mg/L para ambas as campanhas respectivamente. Enquanto que a dureza variou entre 31,43 mg/L em ITA 08 e 35,83 mg/L em SOB 19 na 1ª campanha e entre 27,62 mg/L em ITA 08 e 70,26 mg/L em MOX 03 na 2ª campanha e médias de 33,43 mg/L e 34,61 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 e o de PAIV apresentaram a menor média de alcalinidade em ambas as campanhas, com 42,50 mg/L e 44,00 mg/L respectivamente e os reservatórios de Sobradinho na primeira campanha e o de Delmiro Gouveia na segunda as maiores, com 55,50 mg/L e 57,50 mg/L respectivamente. Quanto à dureza total, as menores médias



ocorreram no reservatório de Itaparica na primeira campanha e no de PAIV na segunda, com 32,35 mg/L e 30,23 mg/L respectivamente e a maior no reservatório de Sobradinho, com 35,83 mg/L na primeira campanha, enquanto que na segunda campanha a maior média ocorreu no reservatório de Moxotó, com 39,52 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 0,004 mg/L na estação ITA 01 a 0,020 mg/L em BSF 06 na 1ª campanha (Figura 13 e Tabelas 5 e 6) e na 2ª campanha variou de 0,007 mg/L em PA 02 e XIN 01 a 0,030 mg/L em XIN 10. Em termos de concentrações médias, os valores obtidos foram de 0,012 mg/L na 1ª campanha e 0,015 mg/L na 2ª. Quanto aos valores médios por ambiente, na primeira campanha o reservatório de Itaparica apresentou a menor média, com 0,008 mg/L e a maior ocorreu no trecho lótico final com 0,016 mg/L, enquanto que, na segunda campanha a menor média ocorreu no reservatório de Delmiro Gouveia com 0,007 mg/L e a maior nos reservatórios de Sobradinho e PAIV, com 0,019 mg/L. Os valores mensurados de concentrações de nitrato para o período de setembro/2020 estão dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução 357/05 do CONAMA, que é de 10,0 mg/L.

Quanto às concentrações do nitrito, estas se apresentaram com a mesma tendência espacial, porém mais elevadas na primeira campanha. O nitrito variou de 0,0020 mg/L em MOX 04 a 0,0040 mg/L em SOB 24 na primeira campanha e de 0,0012 mg/L em SOB 19, SOB 24, ITA 10, MOPI 01, MOX 02, MOX 03 PAIV 01 e BSF 02 a 0,0029 em BSF 16 na segunda campanha. A média para as duas campanhas ficou em 0,0031 mg/L e 0,0015 mg/L respectivamente (Figura 14). Quanto às médias por ambiente, as maiores ocorreram no reservatório de Delmiro Gouveia, com 0,0040 mg/L na primeira campanha e no trecho lótico final, com 0,0019 mg/L, enquanto que a menor, no reservatório de PAIV, com 0,002 mg/L na primeira campanha, enquanto que na segunda campanha a menor média ficou a cargo dos reservatórios de Sobradinho, Delmiro Gouveia e PAIV, com 0,0010mg/L.

As concentrações médias do nitrogênio amoniacal foram inferiores a 0,100 mg/L nas duas campanhas (Tabelas 5 e 6), com registros de picos de concentração no trecho lótico inicial de 0,072 mg/L em SOB 25 e no reservatório de Moxotó de 0,080 mg/L em MOX 04 na primeira campanha e no trecho lótico inicial de 0,092 mg/L em SOB 25 e nos reservatórios de Moxotó, Delmiro Gouveia e Xingó de 0,082 mg/L em MOPI 01, 0,070 mg/L em PA 02 e 0,080 mg/L em XIN 10 na segunda campanha. As concentrações variaram de 0,023 mg/L em SOB 19 a 0,080 mg/L em MOX 04 e uma média de 0,043 mg/L na primeira campanha. Enquanto que na segunda campanha variou de 0,019 mg/L em MOPI 09 a 0,092 em SOB 25 e uma média de 0,045 mg/L. Quanto às médias por ambiente, o reservatório de Sobradinho apresentou a média mais baixa na primeira campanha, com 0,023 mg/L e a mais elevada ocorreu no trecho lótico inicial, com 0,056 mg/L, enquanto que na segunda campanha a mais baixa ocorreu no reservatório de PAIV, com 0,023 mg/L e a mais elevada no reservatório de Delmiro Gouveia, com 0,070 mg/L.

Os valores mensurados de concentrações de nitrogênio amoniacal para o período de setembro/2020 estão dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução 357/05 do CONAMA, que é de 2,00 mg/L (Figura 15).

A média de concentração de nitrogênio total foi levemente superior na segunda campanha (Tabelas 5 e 6 e Figura 16). As concentrações variaram de 2,403 mg/L em MOX 03 a 12,329 mg/L em SOB 19 e uma média de 8,127 mg/L na primeira campanha e de concentração nula em SOB 29 a 14,416 mg/L em XIN 04 e uma média de 9,903 mg/L na segunda campanha. Quanto as médias por ambiente, o trecho lótico inicial apresentou a mais baixa, com 5,185 mg/L e mais elevada foi no reservatório de Sobradinho com 12,329 mg/L na primeira campanha, enquanto que na segunda campanha a média mais baixa também ocorreu no trecho lótico inicial com 3,067 mg/L e a mais alta no reservatório de Delmiro Gouveia com 13,784mg/L.

### **Ortofosfato, fosfato total e fósforo total**

As concentrações de ortofosfato mantiveram-se abaixo de 0,030 mg/L nas estações em ambas as campanhas de setembro/2020, com valores equilibrados entre as campanhas. Em ambas as campanhas, apenas quatro picos se sobressaíram na primeira campanha, em PA 02

e XIN 10, ambas com 0,022 mg/L, em BSF 02 com 0,025 mg/L e em BSF 11, com 0,023 mg/L, enquanto que na segunda campanha apenas um pico se sobressaiu, em SOB 22, com 0,023 mg/L. As concentrações variaram de 0,005 mg/L a 0,025 e média de 0,015 mg/L na primeira campanha e de 0,008 mg/L a 0,023 mg/L e média de 0,014 mg/L na segunda (Tabelas 5 e 6 e Figura 17). Analisando por ambiente, o reservatório de Sobradinho apresentou a menor concentração média na primeira campanha, com 0,007 mg/L, enquanto que o reservatório de Delmiro Gouveia e o trecho lótico final apresentou a maior, com 0,022 mg/L. Na segunda campanha a menor média foi registrada nos reservatórios de Itaparica e PAIV com 0,010 mg/L e a maior no trecho lótico inicial, com 0,018 mg/L.

O fosfato total apresentou-se com concentrações superiores na segunda campanha. As concentrações variaram de 0,005 mg/L em ITA 10 e MOPI 01 a 0,025 mg/L em BSF 02 e média de 0,012 mg/L para todas as estações na primeira campanha e de 0,014 mg/L em ITA 10 e ITA 11 a 0,066 em XIN 10 e média de 0,030 mg/L na segunda campanha. Quanto as médias por ambiente, os reservatórios de Delmiro Gouveia e PAIV registraram a mais baixa de 0,007 mg/L na primeira campanha e o reservatório de Itaparica registrou 0,017 mg/L na segunda campanha, o trecho lótico final registrou a média mais alta em ambas as campanhas com 0,016 mg/L e 0,042 mg/L, respectivamente.

As concentrações de fósforo total mensuradas no período variaram de 0,015 mg/L em ITA 08, PA 02 e PAIV 01 na primeira campanha a 0,112 mg/L em SOB 22, SOB 29, MOPI 01 e BSF 02 (Tabelas 5 e 6) na segunda campanha (Figura 19). Na primeira campanha variou de 0,015 mg/L em ITA 08, PA 02 e PAIV 01 a 0,051 mg/L em MOX 04, enquanto que na segunda variou de 0,021 mg/L em ITA 04 e ITA 11 a 0,112 mg/L em SOB 22, SOB 29, MOPI 01 e BSF 02, apresentando ainda médias de 0,028 mg/L e 0,073 mg/L para ambas as campanhas, respectivamente. As concentrações de fósforo total nos trechos lóticos, cujo limite estabelecido pelo CONAMA é de 0,1 mg/L P, não foi ultrapassado por nenhuma das estações na primeira campanha. Nos trechos lênticos, cujo limite é de 0,030 mg/L P, apenas as estações SOB 19 ZE, MOX 04 e XIN 10 tiveram valores superiores a este limite na primeira campanha, enquanto que na segunda campanha as estações ITA 01, ITA 04, ITA 08, ITA 10, ITA 11 e BSF 06 não ultrapassaram os limites recomendados. Quanto as médias por ambiente, os reservatórios de Delmiro Gouveia e PAIV apresentaram as médias mais baixas

na primeira campanha, com 0,015 mg/L e o reservatório de Itaparica na segunda com 0,023 mg/L. As médias mais elevadas ocorreram no trecho lótico inicial em ambas as campanhas, com 0,037 mg/L e 0,108 mg/L, respectivamente.

### **Clorofila a e feofitina**

As concentrações de clorofila a mensuradas no período variaram de 1,116 µg/L em SOB 24 a 8,928 µg/L em XIN 01 e XIN 10 e média de 4,743 µg/L na primeira campanha e entre 1,116 µg/L em ITA 11, PA 02, XIN 01, BSF 06 e BSF 11 a 21,204 µg/L em SOB 25 e média de 5,022 µg/L na segunda campanha (Tabelas 5 e 6). Os valores mensurados de concentrações de clorofila para o mês de setembro/2020 estão dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução 357/05 do CONAMA, que é de 30,00 µg/L (Figura 20). Comparativamente entre os trechos e ambientes, observou-se uma estabilidade de concentrações com apenas dois picos na segunda campanha, em SOB 25 e XIN 10. Quanto as médias por ambiente, a menor registrada ficou com os reservatórios de Sobradinho e Delmiro Gouveia na primeira campanha, com 2,232 µg/L e a maior com o reservatório de Xingó, com 8,184 µg/L, enquanto que na segunda campanha a menor média foi registrada no reservatório de Delmiro Gouveia, com 1,116 µg/L e a maior também com o reservatório de Xingó, com 10,416 µg/L.

A feofitina apresentou picos de concentrações mais elevadas na segunda campanha (Figura 21 e Tabelas 5 e 6). As concentrações variaram de 1,116 µg/L em SOB 25 e MOX 03 a 8,928 µg/L, em XIN 10 com média de 3,813 µg/L na primeira campanha e de 3,348 µg/L em SOB 19, SOB 24 e ITA 10 a 14,508 µg/L em XIN 10 e média de 6,324 µg/L na segunda. Quanto às médias por ambiente, a menor ocorreu nos reservatórios de Sobradinho e PAIV com 2,232 µg/L e a maior no reservatório de Xingó com 5,952 µg/L na primeira campanha, enquanto que na segunda a menor ocorreu no reservatório de Sobradinho com 3,348 µg/L e a maior também no reservatório de Xingó com 10,416 µg/L.

### **Turbidez**

A turbidez nas estações de amostragem variou entre 0,80 NTU em MOX 02 a 16,90 NTU em MOX 03 e média de 4,54 NTU na primeira campanha, enquanto que na segunda campanha, variou de 0,90 NTU em ITA 10 a 23,30 NTU em BSF 11 e média de 5,23 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 reservatório de Delmiro Gouveia para a primeira campanha, com 11,60 NTU e para o trecho lótico final na segunda campanha, com 10,80 NTU. Enquanto que os menores valores médios registrados ocorreram no reservatório de Itaparica, na primeira campanha e no reservatório de Delmiro Gouveia na segunda campanha, ambos com 1,70 NTU e 1,20 NTU, respectivamente. Os valores mensurados de turbidez para o período de setembro/2020 estão dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução 357/05 do CONAMA, que é de 100,00 NTU (Figura 22).

### **Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)**

A demanda bioquímica de oxigênio nas estações de amostragem variou entre 0,94 mg/L em ITA 11 a 5,99 mg/L em XIN 01 e uma média para todas as estações de 1,85 mg/L na primeira campanha e entre 0,93 mg/L em BSF 06 a 8,34 mg/L em XIN 10 e média de 2,09 mg/L na segunda campanha (Tabelas 5 e 6, Figura 23). Os valores médios de DBO foram mais elevados no reservatório de Xingó, com 3,45 mg/L, na primeira campanha e 3,62 mg/L, na segunda campanha, enquanto que os mais baixos foram registrados no reservatório de PAIV na primeira campanha e o trecho lótico final na segunda, com 0,99 mg/L e 1,23 mg/L respectivamente. Os valores mensurados de DBO para o período de setembro/2020 estão dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução 357/05 do CONAMA, que é de 5,00 mg/L (Figura 22), exceto as estações XIN 01 na primeira campanha e XIN 10 na segunda campanha que ultrapassaram o limite recomendado.

### **Carbono Orgânico Total (COT)**

A concentração de carbono orgânico total dentre as estações de amostragem variou entre 0,43 mg/L em SOB 22 e 12,06 mg/L em ITA 11 na primeira campanha e entre 0,43 mg/L em ITA 01 e PA 02 e 10,01 mg/L em SOB 24 e ITA 08 e médias para ambas as campanhas de 5,62 mg/L e 5,50 mg/L na segunda campanha (Tabelas 5 e 6, Figura 24). Analisando os valores médios por ambiente, nos mostram que os menores valores ocorreram no reservatório de Sobradinho na primeira campanha, com 1,80 mg/L e no reservatório de Delmiro Gouveia na segunda campanha, com 0,43 mg/L, enquanto que o maior ocorreu no reservatório de Delmiro Gouveia na primeira campanha e no reservatório de Xingó na segunda campanha, com 10,69 mg/L e 7,27 mg/L, respectivamente.

### **Sólidos totais e sedimentáveis**

A concentração de sólidos totais na água dentre as estações de amostragem teve um valor mínimo de 0,0001 g/L na estação ITA 08 e um valor máximo de 0,063 g/L em XIN 04 e uma média para todas as estações de 0,0017 g/L na primeira campanha. Na segunda campanha apresentou um mínimo de 0,0003 g/L em SOB 19 e um máximo de 0,0122 g/L em BSF 11, apresentando ainda uma média para todas as estações de 0,0019 g/L. Ao analisarmos as médias por ambiente, encontramos para a primeira e segunda campanha um valor mínimo de 0,0006 g/L para o reservatório de Itaparica e 0,0003 g/L no reservatório de Sobradinho e valores máximos de 0,0046 g/L e de 0,0048 g/L para o reservatório de Delmiro Gouveia e o trecho lótico final em ambas as campanhas respectivamente (Tabelas 7 e 8 e Figura 25).

Quanto a fração orgânica, foi registrado na primeira campanha uma concentração mínima de 0,0001 g/L nas estações ITA 08 e uma máxima de 0,0025 g/L em PA 02 e uma média de 0,0010 g/L. Na segunda campanha registrou-se concentrações mínima de 0,0002 g/L em PA 02 e uma máxima de 0,0026 g/L em XIN 10 e uma média de 0,0008 g/L para todas as estações. Quanto as médias por ambiente, a mais baixa ocorreu no reservatório de Itaparica na primeira campanha de 0,0003 g/L e a mais alta no reservatório de Delmiro Gouveia, com 0,0025 g/L, na segunda campanha a mais alta ocorreu no reservatório de

Xingó, com 0,0013 g/L e a mais baixa no reservatório de Delmiro Gouveia, com 0,0002 g/L (Tabelas 7 e 8 e Figura 26). Quanto a fração inorgânica foi registrado valores nulos em SOB 24, SOB 25, ITA 08, ITA 10, MOX 02, MOX 04, XIN 01 e BSF 16, um valor máximo de 0,0046 g/L em XIN 04 e uma média para todas as estações de 0,0007 g/L na primeira campanha, enquanto que na segunda campanha os valores de concentração nula ocorreram nas estações SOB 19, SOB 25, ITA 04, ITA 08, ITA 11, PAIV 01 e XIN 04, o valor máximo ocorreu na estação BSF 11 com 0,0110 g/L e um valor médio de 0,0012 g/L. Os valores médios por ambiente mostram que os reservatórios de Sobradinho e PAIV em ambas as campanhas registrou o valor mais baixo, com 0,0001 g/L e valor nulo, respectivamente. Enquanto que o reservatório de Delmiro Gouveia na primeira campanha foi o mais alto, com 0,0021 g/L e o trecho lótico final registrou a média mais alta na segunda campanha com valor de 0,0041 g/L, (Tabelas 7 e 8 e Figura 27).

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

### **Perfil da Estação SOB 19**

Os dados relativos às variáveis ambientais de campo, monitoradas na estação SOB 19 Centro, Esquerda e Direita, do reservatório de Sobradinho, constam das Tabelas 9 a 14, referentes à 1ª. e 2ª. campanhas de setembro/2020. As Figuras 28 a 31 apresentam os perfis verticais das variáveis das duas campanhas do mês.

Os valores de temperatura, condutividade elétrica, salinidade e STD foram iguais ou com pequenas oscilações nas três estações e nas profundidades durante as campanhas. Na primeira, a temperatura oscilou entre 23,30 °C a 23,60 °C, a condutividade variou de 75,60 uS/cm a 75,80 uS/cm, a salinidade ficou estável em 0,04 e os sólidos totais dissolvidos também ficou estável em 50,70 mg/L. O mesmo ocorreu com o oxigênio dissolvido com médias variando 7,69, 7,74 e 7,84 mg/L para SOB 19E, SOB 19C e SOB 19D, respectivamente, enquanto que o pH oscilou entre 7,97 a 8,19. Na segunda campanha, a temperatura da água variou de 23,40°C a 23,70°C, o pH manteve-se alcalino, com medidas entre 8,14 a 9,14 para as estações. A condutividade elétrica variou de 75,30 uS/cm a 75,90 uS/cm e os sólidos totais dissolvidos apresentaram-se estáveis em 50,70 mg/L, enquanto que a salinidade ficou

constante em 0,04, o oxigênio dissolvido apresentou médias levemente inferiores das obtidas na primeira campanha, com 7,57, 7,69 e 7,74 mg/L para SOB 19E, SOB 19C e SOB 19D, respectivamente.

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



**Tabela 9** – Valores de temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio (OD), salinidade e sólidos totais dissolvidos (STD), do perfil da coluna da água da estação de monitoramento SOB 19 Centro no reservatório de Sobradinho, durante a 1ª campanha de setembro/2020.

Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	STD (mg/L)
Sup	23,60	8,10	75,80	8,28	97,40	0,04	50,70
1	23,50	8,15	75,80	8,04	95,00	0,04	50,70
2	23,60	8,10	75,80	7,98	94,10	0,04	50,70
3	23,50	8,15	75,80	7,90	93,40	0,04	50,70
4	23,50	8,14	75,80	7,95	94,20	0,04	50,70
5	23,50	8,15	75,80	7,75	92,70	0,04	50,70
6	23,50	8,12	75,80	7,88	92,80	0,04	50,70
7	23,50	8,14	75,80	7,84	92,60	0,04	50,70
8	23,50	8,12	75,80	7,67	91,60	0,04	50,70
9	23,50	8,12	75,80	7,80	91,70	0,04	50,70
10	23,50	8,11	75,80	7,68	90,50	0,04	50,70
11	23,50	8,13	75,80	7,78	91,60	0,04	50,70
12	23,50	8,11	75,80	7,66	90,40	0,04	50,70
13	23,50	8,13	75,80	7,55	90,40	0,04	50,70
14	23,50	8,12	75,80	7,72	89,00	0,04	50,70
15	23,50	8,13	75,80	7,60	89,60	0,04	50,70
16	23,50	8,12	75,80	7,70	90,50	0,04	50,70
17	23,50	8,09	75,80	7,60	89,50	0,04	50,70
18	23,50	8,11	75,80	7,61	89,90	0,04	50,70
19	23,40	8,12	75,80	7,62	89,70	0,04	50,70
20	23,40	8,09	75,80	7,50	88,20	0,04	50,70
21	23,40	8,09	75,80	7,50	88,20	0,04	50,70
22	23,40	8,09	75,80	7,50	88,20	0,04	50,70
23	23,40	8,00	75,80	7,50	88,20	0,04	50,70
24	23,40	7,97	75,80	7,90	93,00	0,04	50,70

**Tabela 10**– Valores de temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio (OD), salinidade e sólidos totais dissolvidos (STD), do perfil da coluna da água da estação de monitoramento SOB 19 Direita no reservatório de Sobradinho, durante a 1ª campanha de setembro/2020.

Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	STD (mg/L)
Superfície	23,50	8,13	75,60	8,08	95,00	0,04	50,70
1	23,50	8,14	75,60	7,91	94,30	0,04	50,70
2	23,50	8,10	75,60	7,97	93,80	0,04	50,70
3	23,50	8,13	75,60	7,94	97,50	0,04	50,70
4	23,50	8,14	75,60	7,92	93,20	0,04	50,70
5	23,40	8,15	75,60	7,85	92,40	0,04	50,70
6	23,40	8,13	75,60	7,95	92,20	0,04	50,70
7	23,40	8,15	75,60	7,83	92,30	0,04	50,70
8	23,40	8,14	75,60	7,81	91,80	0,04	50,70
9	23,40	8,11	75,60	7,85	92,10	0,04	50,70
10	23,40	8,12	75,60	7,77	89,70	0,04	50,70
11	23,40	8,12	75,60	7,83	92,20	0,04	50,70
12	23,40	8,11	75,60	7,70	90,30	0,04	50,70
13	23,40	8,11	75,60	7,74	91,50	0,04	50,70
14	23,30	8,08	75,60	7,90	90,90	0,04	50,70
15	23,30	8,11	75,60	7,83	91,70	0,04	50,70
16	23,30	8,09	75,60	7,80	91,50	0,04	50,70
17	23,30	8,11	75,60	7,72	90,90	0,04	50,70
18	23,30	8,10	75,60	7,81	91,50	0,04	50,70
19	23,30	8,10	75,60	7,74	91,00	0,04	50,70
20	23,30	8,11	75,60	7,65	89,80	0,04	50,70

**Tabela 11** – Valores de temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio (OD), salinidade e sólidos totais dissolvidos (STD), do perfil da coluna da água da estação de monitoramento SOB 19 Esquerda no reservatório de Sobradinho, durante a 1ª campanha de setembro/2020.

Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	STD (mg/L)
Superfície	23,60	8,16	75,80	7,91	93,40	0,04	50,70
1	23,60	8,07	75,80	7,70	92,60	0,04	50,70
2	23,60	8,14	75,80	7,86	92,80	0,04	50,70
3	23,50	8,13	75,80	7,84	92,50	0,04	50,70
4	23,50	8,11	75,80	7,83	92,50	0,04	50,70
5	23,50	8,18	75,80	7,78	92,20	0,04	50,70
6	23,50	8,13	75,80	7,81	91,30	0,04	50,70
7	23,50	8,18	75,80	7,70	92,30	0,04	50,70
8	23,50	8,18	75,60	7,74	91,70	0,04	50,70
9	23,50	8,14	75,70	7,72	91,00	0,04	50,70
10	23,50	8,19	75,70	7,61	91,90	0,04	50,70
11	23,50	8,16	75,70	7,74	91,90	0,04	50,70
12	23,50	8,18	75,70	7,72	91,00	0,04	50,70
13	23,50	8,16	75,70	7,64	90,50	0,04	50,70
14	23,50	8,18	75,70	7,69	89,90	0,04	50,70
15	23,50	8,17	75,70	7,71	91,10	0,04	50,70
16	23,50	8,15	75,70	7,73	90,70	0,04	50,70
17	23,50	8,15	75,70	7,55	90,20	0,04	50,70
18	23,50	8,16	75,70	7,70	90,50	0,04	50,70
19	23,50	8,15	75,70	7,73	91,10	0,04	50,70
20	23,50	8,13	75,70	7,62	90,00	0,04	50,70
21	23,50	8,13	75,70	7,62	90,00	0,04	50,70
22	23,50	8,13	75,70	7,62	90,00	0,04	50,70
23	23,50	8,13	75,70	7,62	90,00	0,04	50,70
24	23,50	8,13	75,70	7,62	90,00	0,04	50,70
25	23,50	8,13	75,70	7,62	90,00	0,04	50,70
26	23,50	8,13	75,70	7,62	90,00	0,04	50,70
27	23,50	8,13	75,70	7,62	90,00	0,04	50,70
28	23,50	8,13	75,70	7,62	90,00	0,04	50,70
29	23,50	8,13	75,70	7,62	90,00	0,04	50,70
30	23,40	8,05	75,70	7,63	81,00	0,04	50,70

**Tabela 12** – Valores de temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio (OD), salinidade e sólidos totais dissolvidos (STD), do perfil da coluna da água da estação de monitoramento SOB 19 Centro no reservatório de Sobradinho, durante a 2ª campanha de setembro/2020.

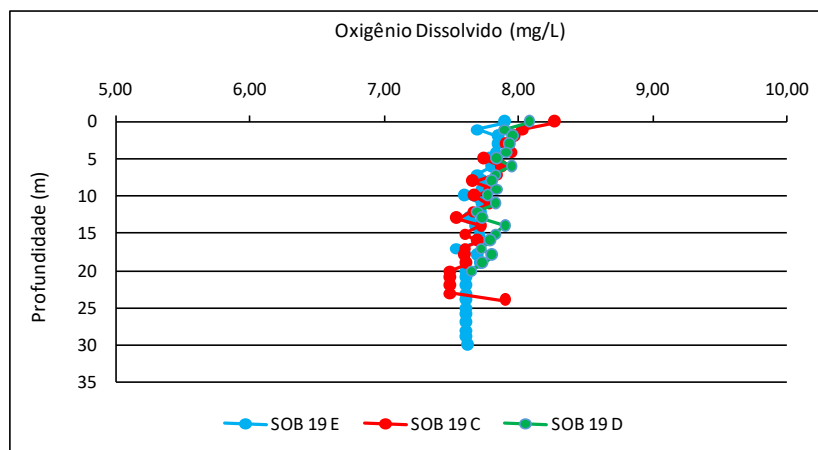
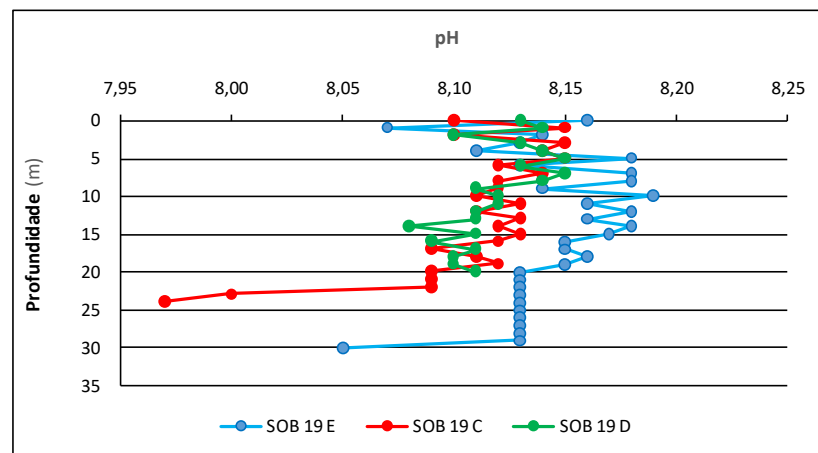
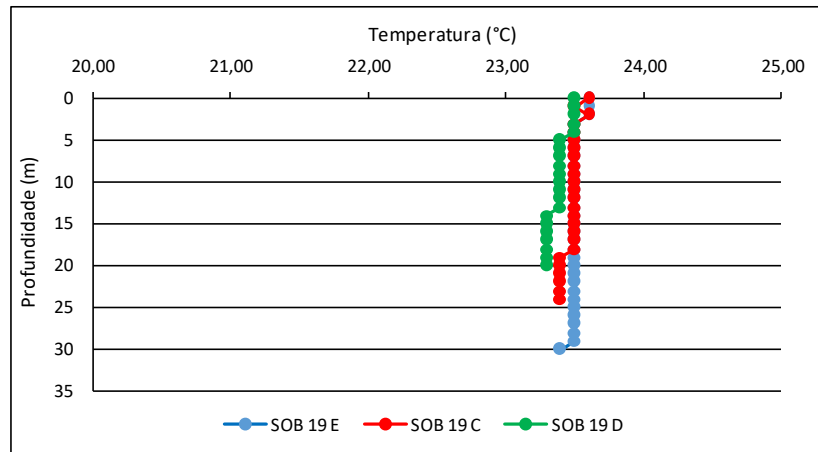
Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	STD (mg/L)
Superfície	23,60	8,30	75,80	8,19	97,10	0,04	50,70
1	23,60	8,38	75,80	7,77	90,90	0,04	50,70
2	23,60	8,34	75,80	7,67	91,00	0,04	50,70
3	23,60	8,33	75,80	7,90	93,10	0,04	50,70
4	23,50	8,32	75,80	7,75	91,30	0,04	50,70
5	23,50	8,32	75,80	7,82	92,10	0,04	50,70
6	23,50	8,33	75,80	7,68	90,50	0,04	50,70
7	23,50	8,35	75,80	7,84	92,50	0,04	50,70
8	23,50	8,33	75,80	7,83	92,10	0,04	50,70
9	23,50	8,31	75,80	7,74	91,20	0,04	50,70
10	23,50	8,32	75,80	7,66	90,40	0,04	50,70
11	23,50	8,31	75,80	7,61	89,70	0,04	50,70
12	23,50	8,33	75,80	7,74	91,20	0,04	50,70
13	23,50	8,29	75,80	7,78	91,70	0,04	50,70
14	23,50	8,28	75,80	7,79	91,70	0,04	50,70
15	23,50	8,27	75,80	7,69	90,70	0,04	50,70
16	23,50	8,29	75,80	7,74	91,30	0,04	50,70
17	23,50	8,28	75,80	7,73	91,20	0,04	50,70
18	23,50	8,29	75,80	7,53	89,50	0,04	50,70
19	23,50	8,28	75,30	7,48	88,60	0,04	50,70
20	23,40	8,27	75,30	7,46	87,70	0,04	50,70
21	23,40	8,27	75,30	7,46	87,70	0,04	50,70
22	23,40	8,27	75,30	7,46	87,70	0,04	50,70
23	23,40	8,27	75,30	7,46	87,70	0,04	50,70
24	23,60	8,29	75,80	7,49	89,10	0,04	50,70

**Tabela 13** – Valores de temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio (OD), salinidade e sólidos totais dissolvidos (STD), do perfil da coluna da água da estação de monitoramento SOB 19 Direita no reservatório de Sobradinho, durante a 2ª campanha de setembro/2020.

Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	STD (mg/L)
Superfície	23,70	8,24	75,80	8,29	97,60	0,04	50,70
1	23,60	8,22	75,80	8,14	96,10	0,04	50,70
2	23,60	8,28	75,80	7,85	94,10	0,04	50,70
3	23,60	8,24	75,80	8,00	94,40	0,04	50,70
4	23,60	8,28	75,80	8,03	94,60	0,04	50,70
5	23,60	8,26	75,80	7,86	92,80	0,04	50,70
6	23,60	8,26	75,80	7,97	94,00	0,04	50,70
7	23,60	8,24	75,80	7,88	92,70	0,04	50,70
8	23,60	8,27	75,80	7,87	92,70	0,04	50,70
9	23,60	8,24	75,80	7,91	93,20	0,04	50,70
10	23,50	8,25	75,80	7,74	91,10	0,04	50,70
11	23,50	8,23	75,80	7,87	92,70	0,04	50,70
12	23,50	8,26	75,80	7,79	91,80	0,04	50,70
13	23,50	8,25	75,80	7,76	92,00	0,04	50,70
14	23,50	8,24	75,80	7,73	89,90	0,04	50,70
15	23,50	8,22	75,80	7,70	90,80	0,04	50,70
16	23,40	8,23	75,80	7,53	89,00	0,04	50,70
17	23,40	8,23	75,80	7,52	88,30	0,04	50,70
18	23,40	8,22	75,40	7,17	84,30	0,04	50,70
19	23,40	8,17	75,40	7,25	85,00	0,04	50,70
20	23,40	8,14	75,40	7,21	84,50	0,04	50,70
21	23,40	8,14	75,40	7,21	84,50	0,04	50,70

**Tabela 14** – Valores de temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio (OD), salinidade e sólidos totais dissolvidos (STD), do perfil da coluna da água da estação de monitoramento SOB 19 Esquerda no reservatório de Sobradinho, durante a 2ª campanha de setembro/2020.

Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	STD (mg/L)
Superfície	23,60	9,14	75,90	8,18	96,50	0,04	50,70
1	23,60	8,68	75,90	7,92	93,40	0,04	50,70
2	23,60	8,59	75,90	7,87	92,80	0,04	50,70
3	23,60	8,56	75,90	7,83	92,30	0,04	50,70
4	23,60	8,49	75,90	7,87	92,90	0,04	50,70
5	23,60	8,49	75,90	7,74	92,50	0,04	50,70
6	23,60	8,47	75,90	7,35	87,20	0,04	50,70
7	23,60	8,47	75,90	7,65	90,50	0,04	50,70
8	23,60	8,47	75,90	7,42	89,50	0,04	50,70
9	23,60	8,47	75,90	7,62	90,00	0,04	50,70
10	23,60	8,41	75,90	7,57	89,20	0,04	50,70
11	23,60	8,44	75,90	7,51	89,10	0,04	50,70
12	23,60	8,43	75,90	7,60	89,90	0,04	50,70
13	23,60	8,42	75,90	7,50	88,40	0,04	50,70
14	23,60	8,41	75,90	7,60	89,60	0,04	50,70
15	23,60	8,40	75,90	7,33	86,50	0,04	50,70
16	23,60	8,38	75,90	7,61	90,50	0,04	50,70
17	23,60	8,40	75,90	7,42	87,40	0,04	50,70
18	23,60	8,39	75,90	7,38	86,80	0,04	50,70
19	23,50	8,38	75,90	7,45	87,80	0,04	50,70
20	23,50	8,36	75,90	7,49	88,60	0,04	50,70
21	23,50	8,36	75,90	7,49	88,60	0,04	50,70
22	23,50	8,36	75,90	7,49	88,60	0,04	50,70
23	23,50	8,36	75,90	7,49	88,60	0,04	50,70
24	23,50	8,36	75,90	7,49	88,60	0,04	50,70
25	23,50	8,36	75,90	7,49	88,60	0,04	50,70
26	23,50	8,36	75,90	7,49	88,60	0,04	50,70
27	23,50	8,36	75,90	7,49	88,60	0,04	50,70
28	23,50	8,36	75,90	7,49	88,60	0,04	50,70
29	23,50	8,36	75,90	7,49	88,60	0,04	50,70
30	23,50	8,22	75,80	7,23	88,50	0,04	50,70



**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 setembro/2020.

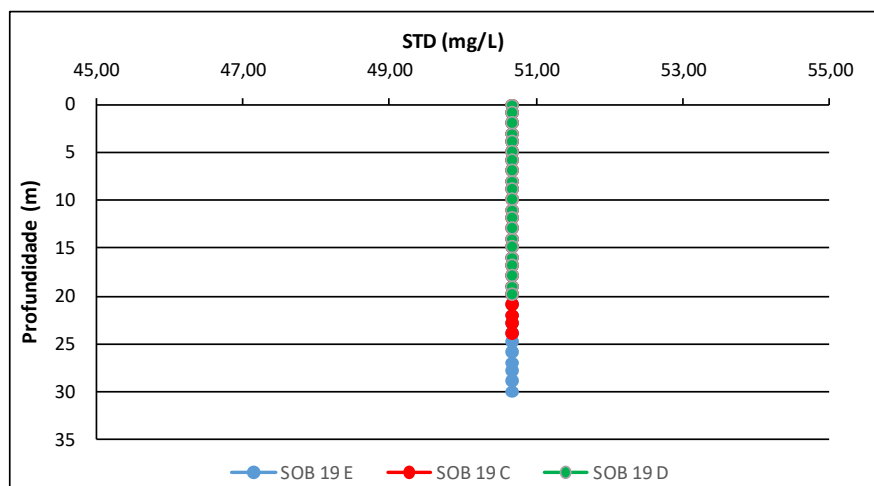
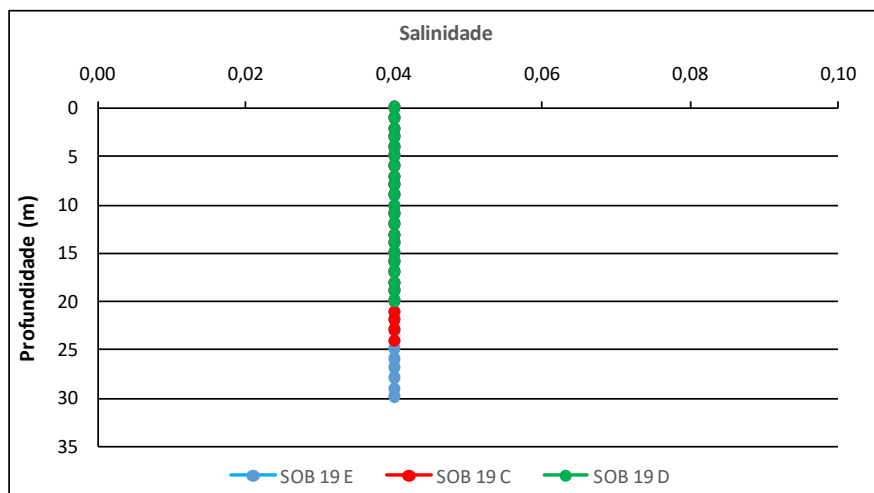
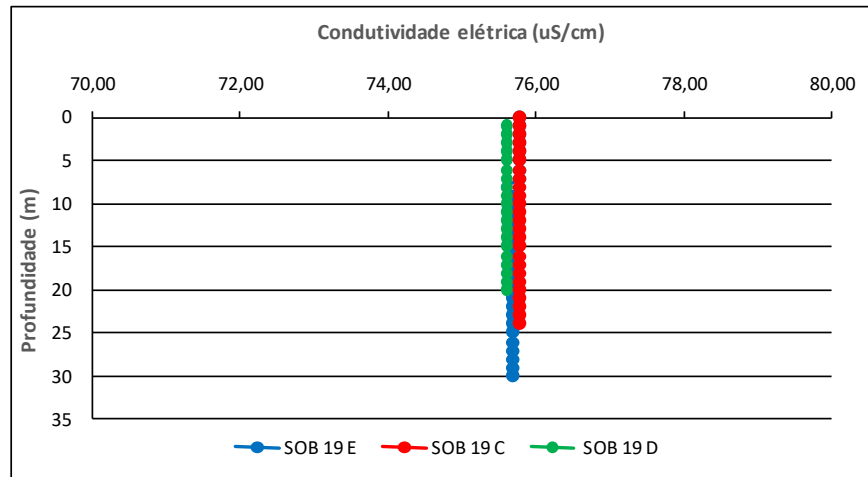


Figura 29 – Perfis verticais da condutividade, salinidade e dos sólidos totais dissolvidos (STD) da água na estação SOB 19 Centro, Esquerda e Direita, referentes à 1ª. campanha de monitoramento de setembro/2020.

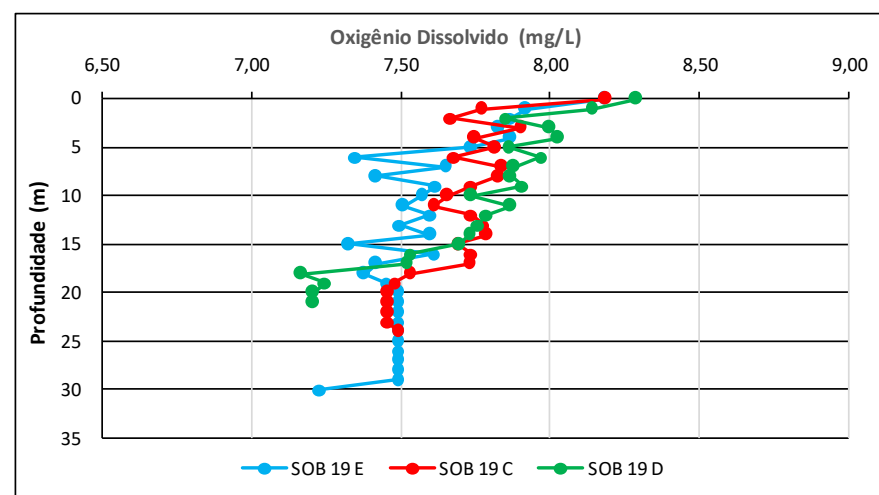
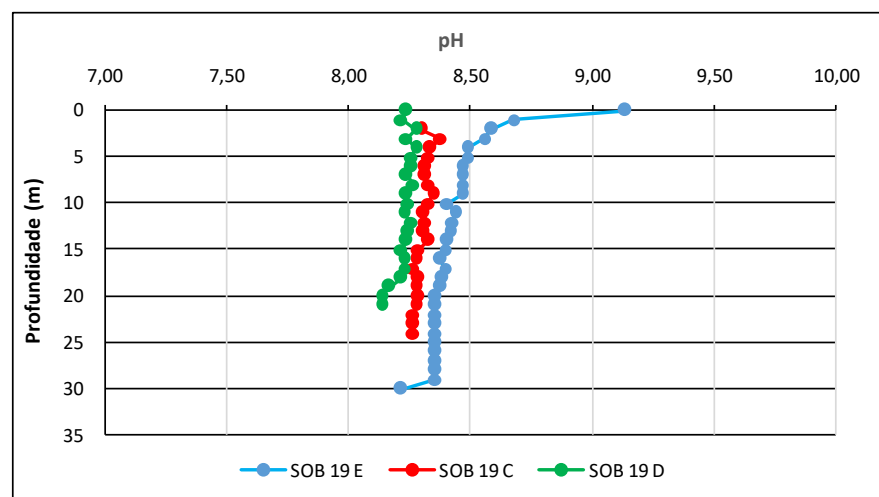
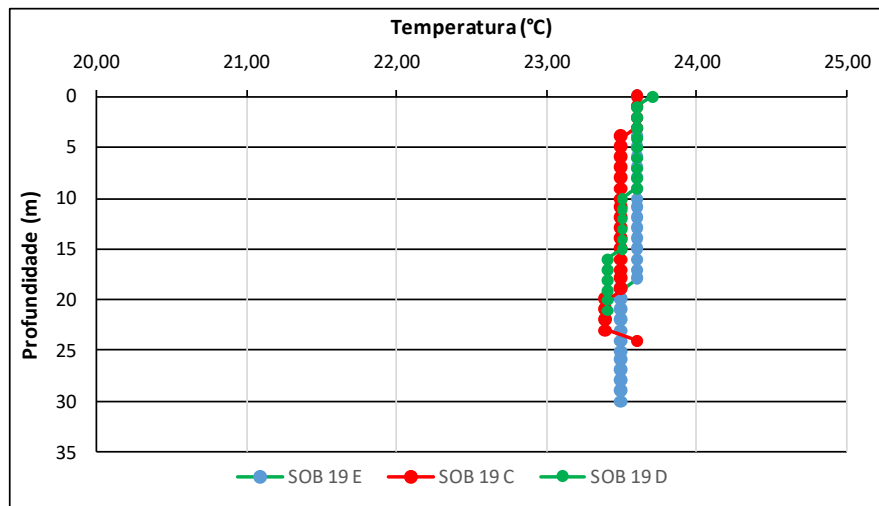
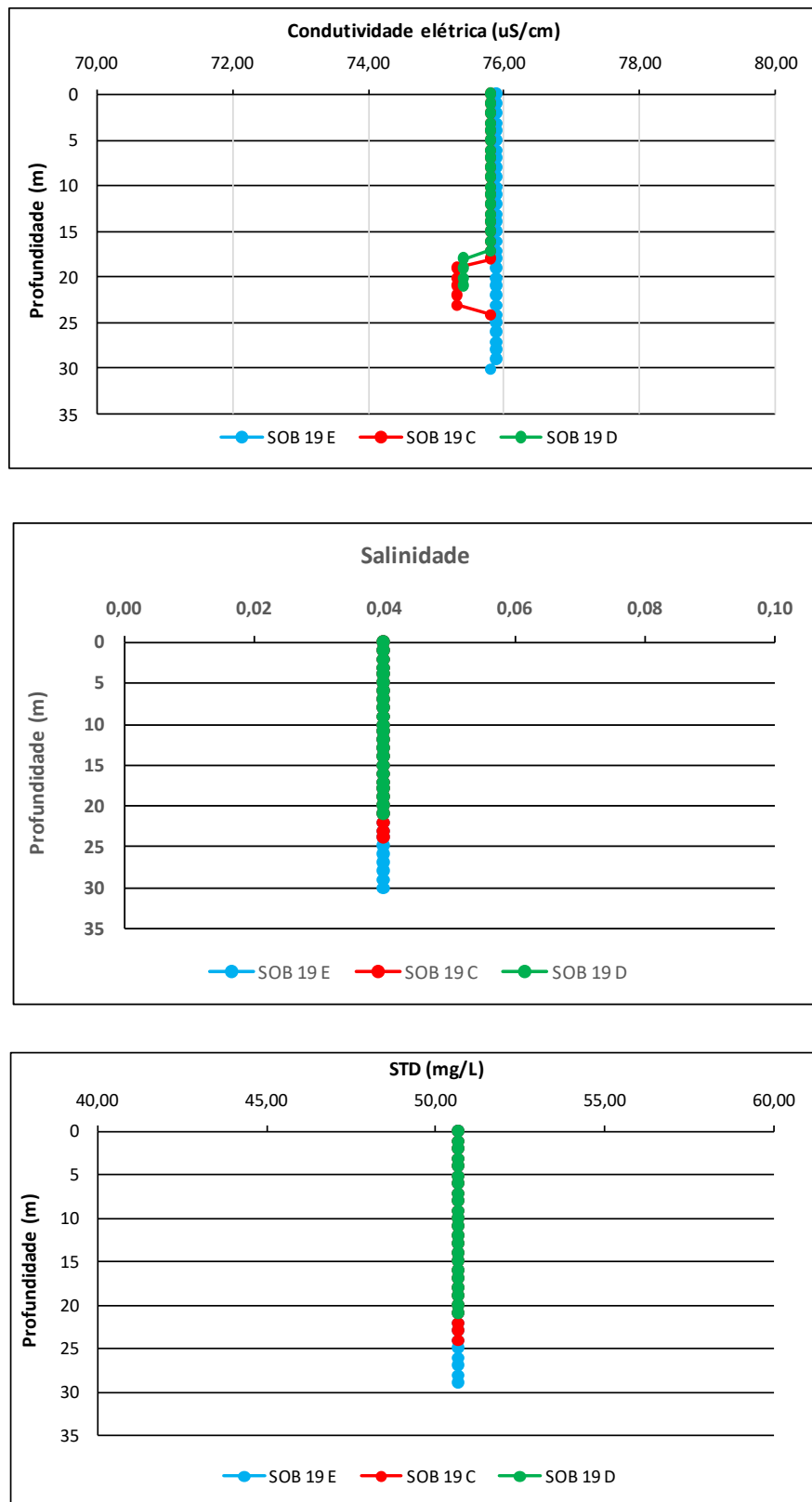


Figura 30 – Perfis verticais da temperatura, pH e concentração de oxigênio dissolvido da água na estação SOB 19 Centro, Esquerda e Direita, referentes à 2ª. campanha de monitoramento de setembro/2020.



**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 setembro/2020.



#### 4. MONITORAMENTO DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA

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

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

Portanto, conhecer a distribuição e diversidade de espécies fitoplanctônicas é de grande importância para compreender o funcionamento do ecossistema, melhorar as práticas de gerenciamento do ambiente aquático em relação aos programas de conservação e exploração de recursos. Para isto, o estudo das comunidades fitoplanctônicas auxilia na compreensão da dinâmica dos ecossistemas aquáticos e na manutenção da qualidade da

água, pois atuam como bioindicadores de poluição (Maznah e Makhrough, 2015; El-Kassas e Gharib, 2016).

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

## Metodologia

As amostras foram coletadas em vinte e seis (26) estações limnológicas, com duas coletas quinzenais no mês de setembro de 2020 utilizando rede de plâncton (20  $\mu$ m) na subsuperfície da água. Em cada estação de amostragem foram filtrados 100 litros da água e concentrado em 250 mL. Em campo, as amostras foram fixadas com solução de lugol acético a 1% para posteriores análises qualitativas e quantitativas.

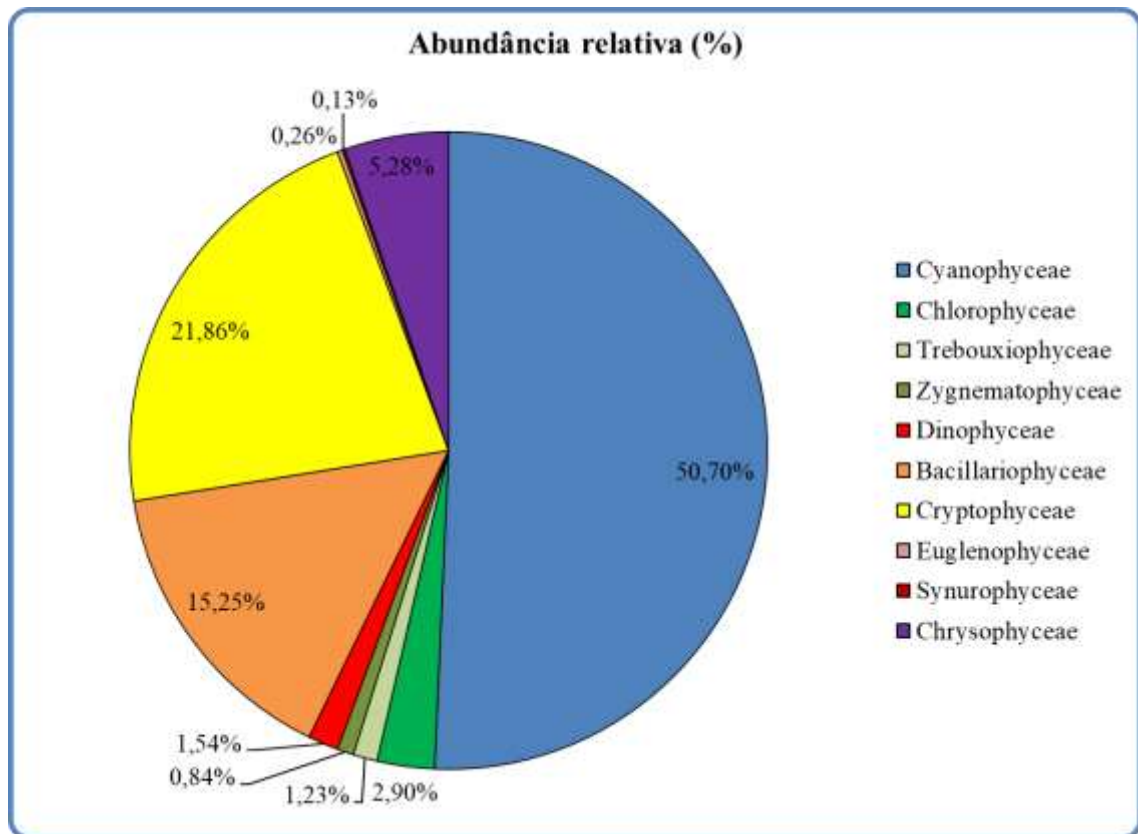
Os táxons foram identificados a partir de observações das características morfológicas dos organismos com uso de bibliografias específicas, tais como: Prescott e Vinyard (1982) para as clorófitas, John *et al.* (2002), para as euglenófitas e outros fitoflagelados, Ettl (1978) para as xantófitas, (Komárek e Cronberg, 2001; Komárek e Anagnostidis, 2005); Komarek (2013) para cianobactérias, Popovsky e Pfiester (1990) para os dinoflagelados, Krammer e Lange-Bertalot (1991b); (Krammer e Lange-Bertalot, 1991a) para as diatomáceas, além de trabalhos recentes dos diferentes grupos de diatomáceas. Lâminas permanentes foram preparadas segundo Carr *et al.* (1986) para identificação das diatomáceas.

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

#### 4.1 RESULTADOS DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA

Os resultados referentes às análises fitoplanctônicas constam das Figuras 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 01 a 06 de setembro de 2020 foi representada por 76 táxons distribuídos em 7 Divisões: Chlorophyta (25), Bacillariophyta (21), Cyanobacteria (14), Euglenophyta (5), Cryptophyta (4), Dinophyta (4) e Chrysophyta (3) (Sinopse 1ª Campanha). Nesta campanha, a classe fitoplanctônica com maior abundância relativa no total de amostras foi Cyanophyceae, representando 50,70% (Figura 32).



**Figura 32-** Abundância relativa da comunidade fitoplanctônica registrada entre 01 e 06 de setembro de 2020 (1ª Campanha).

Os pontos com as maiores riquezas foram XIN01 com 24 espécies, SOB19CS, SOB22, MOX02 e MOX03 com 20 espécies (Figura 33). As maiores densidades totais ocorreram em XIN10 e XIN04 com 516.666,67 cél/mL e 222.076,72 cél/mL, respectivamente (Figura 34). No ponto XIN10 foi onde ocorreram elevadas populações da classe Cyanophyceae, representada por *Raphidiopsis raciborskii*, seguida de *Dactylococcopsis* sp. A Tabela 15 apresenta a composição específica e os valores de densidade da comunidade fitoplanctônica nas diferentes estações na 1a. campanha de setembro/2020.

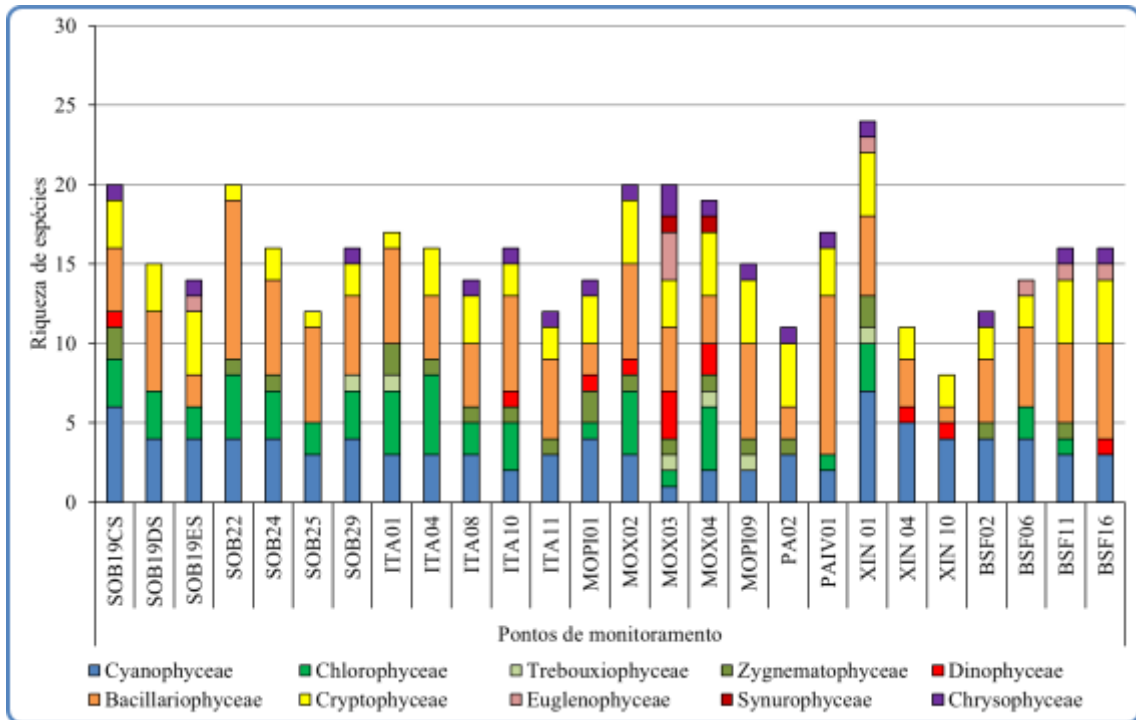


Figura 33- Riqueza fitoplanctônica registrada entre 01 e 06 de setembro de 2020 (1ª. Campanha).

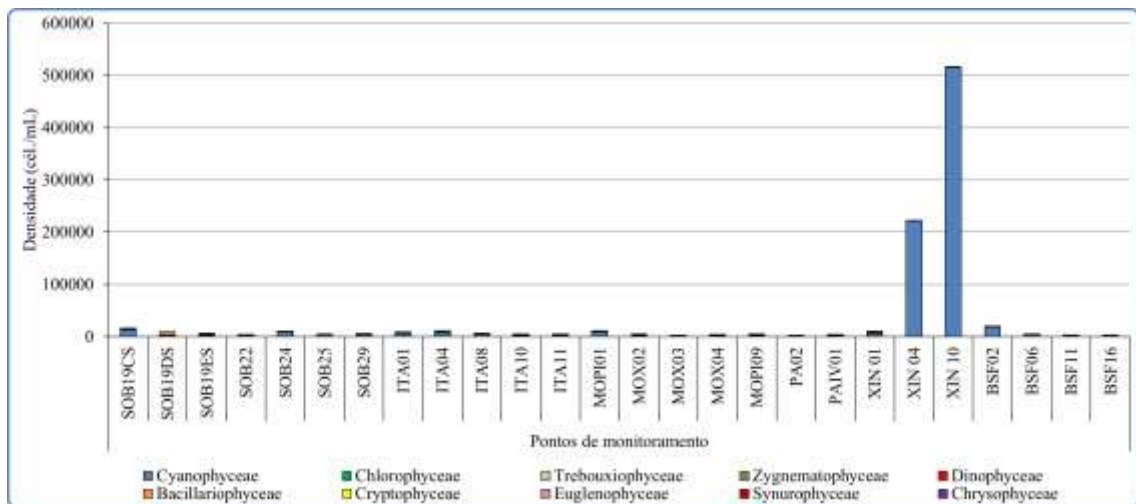


Figura 34- Densidade fitoplanctônica registrada entre 01 e 06 de setembro de 2020 (1ª. Campanha).

Na primeira campanha foi registrada a presença das Cyanophyceae potencialmente tóxicas *Dolichospermum sp.*, *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis protocystis*, *Microcystis wesenbergii*, *Raphidiopsis raciborskii* e *Sphaerospermopsis aphanizomenoides* (Sinopse 1ª Campanha).

Sinopse da composição algal ao longo do trecho monitorado na primeira campanha de setembro/2020. Espécies em negrito são potencialmente tóxicas.

---

Primeira campanha – Setembro de 2020

---

CYANOBACTERIA

Cyanophyceae

Chroococcales

Chroococcaceae

*Chroococcus minutus* (Keissler) Lemmermann

*Dactylococcopsis* sp.\*

Microcystaceae

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

***Microcystis protocystis* Crow**

***Microcystis wesenbergii* (Komárek) Komárek ex Komárek**

Nostocales

Aphanizomenonaceae

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

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

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

Oscillatoriales

Coleofasciculaceae

*Geitlerinema amphibium* (Agardh ex Gomont) Anagnostidis

Oscillatoriaceae

*Oscillatoria curviceps* Agardh ex Gomont

Synechococcales

Merismopediaceae

*Aphanocapsa elachista* West & West

*Merismopedia minima* Beck

*Merismopedia tenuissima* Lemmermann

Pseudanabaenaceae

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

CHLOROPHYTA

Chlorophyceae

Chlamydomonadales

Volvocaceae

*Volvox* sp.

Sphaeropleales

Hydrodictyaceae

*Pediastrum duplex* Meyen

*Pediastrum simplex* Meyen

*Tetraëdron minimum* (Braun) Hansgirg

Neochloridaceae

- Golenkinia radiata* Chodat
- Radiococcaceae
  - Eutetramorus planctonicus* (Korshikov) Burrelly
- Scenedesmaceae
  - Coelastrum microporum* Nägeli
  - Desmodesmus quadricauda* (Turpin) Brébisson
  - Scenedesmus obliquus* (Turpin) Kützing
  - Scenedesmus obtusus* Meyen
- Selenastraceae
  - Ankistrodesmus fusiformis* Corda
  - Kirchneriella irregularis* (Smith) Korshinov
  - Kirchneriella lunaris* (Kirchner) Möbius
  - Monoraphidium arcuatum* (Korshikov) Hindák
  - Monoraphidium contortum* (Thuret) Komárková-Legnerová
  - Monoraphidium griffithii* (Berkeley) Komárková-Legnerová
- Treubariaceae
  - Treubaria* sp.
- Trebouxiophyceae
  - Chlorellales
    - Chlorellaceae
      - Actinastrum hantzschii* Lagerheim
      - Chlorella* sp.
  - Trebouxiales
    - Botryococcaceae
      - Botryococcus braunii* Kützing
- Zygnematophyceae
  - Desmidiiales
    - Closteriaceae
      - Closterium arcuatum* Brébisson ex Ralfs
    - Desmidiaceae
      - Cosmarium* sp.
      - Staurastrum leptocladum* Nordstedt
    - Gonatozygaceae
      - Gonatozygon* sp.
  - Zygnematales
    - Zygnemataceae
      - Mougeotia* sp.
- DINOPHYTA
  - Dinophyceae
    - Gymnodiniales
      - Gymnodiniaceae
        - Gymnodinium* spp.
    - Gonyaulacales
      - Ceratiaceae
        - Ceratium furcoides* (Levander) Langhans

Peridinales

Peridiniaceae

*Peridinium gatunense* Nygaard

*Peridinium* sp.

BACILLARIOPHYTA

Bacillariophyceae

Bacillariales

Bacillariaceae

*Nitzschia palea* (Kützing) Smith

Cocconeidales

Cocconeidaceae

*Cocconeis placentula* Ehrenberg

Cymbellales

Cymbellaceae

*Cymbella* sp.

Gomphonemataceae

*Encyonema* sp.

*Gomphonema augur* Ehrenberg

*Gomphonema gracile* Ehrenberg

*Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing

Eunotiales

Eunotiaceae

*Eunotia pectinalis* (Kützing) Rabenhorst

Fragilariales

Fragilariaceae

*Fragilaria crotonensis* Kitton

*Fragilaria* sp.

*Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg

Mastogloiales

Achnanthaceae

*Achnanthes* sp.

Naviculales

Naviculaceae

*Navicula* spp.

Pinnulariaceae

*Pinnularia major* (Kützing) Rabenhorst

Stauroneidaceae

*Stauroneis* sp.

Rhopalodiales

Rhopalodiaceae

*Epithemia adnata* (Kützing) Brébisson

Tabellariales

Tabellariaceae

*Diatoma* sp.

Coccinodiscophyceae



- Aulacoseirales
  - Aulacoseiraceae
    - Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen
- Rhizosoleniales
  - Rhizosoleniaceae
    - Rhizosolenia longiseta* Zacharias
    - Urosolenia longiseta* (Zacharias) Edlund & Stoermer
- Mediophyceae
  - Stephanodiscales
    - Stephanodiscaceae
      - Cyclotella meneghiniana* Kützing
- CRYPTOPHYTA
  - Cryptophyceae
    - Cryptomonadales
      - Cryptomonadaceae
        - Cryptomonas brasiliensis* Castro, Bicudo & Bicudo
        - Cryptomonas ovata* Ehrenberg
      - Hemiselmidae
        - Chroomonas* sp.
      - Pyrenomonadales
        - Pyrenomonadaceae
          - Rhodomonas lacustris* Pascher & Ruttner
- EUGLENOPHYTA
  - Euglenophyceae
    - Euglenales
      - Euglenaceae
        - Euglena* sp.
        - Trachelomonas volvocina* (Ehrenberg) Ehrenberg
      - Phacaceae
        - Lepocinclis acus* (Müller) Marin & Melkonian
        - Lepocinclis* sp.
        - Phacus curvicauda* Svirenko
- CHRYSOPHYTA
  - Chrysophyceae
    - Chromulinales
      - Chromulinaceae
        - Ochroomonas* sp.
      - Dinobryaceae
        - Dinobryon bavaricum* Imhof
    - Synurophyceae
      - Synurales
        - Mallomonadaceae
          - Mallomonas caudata* Iwanoff [Ivanov]

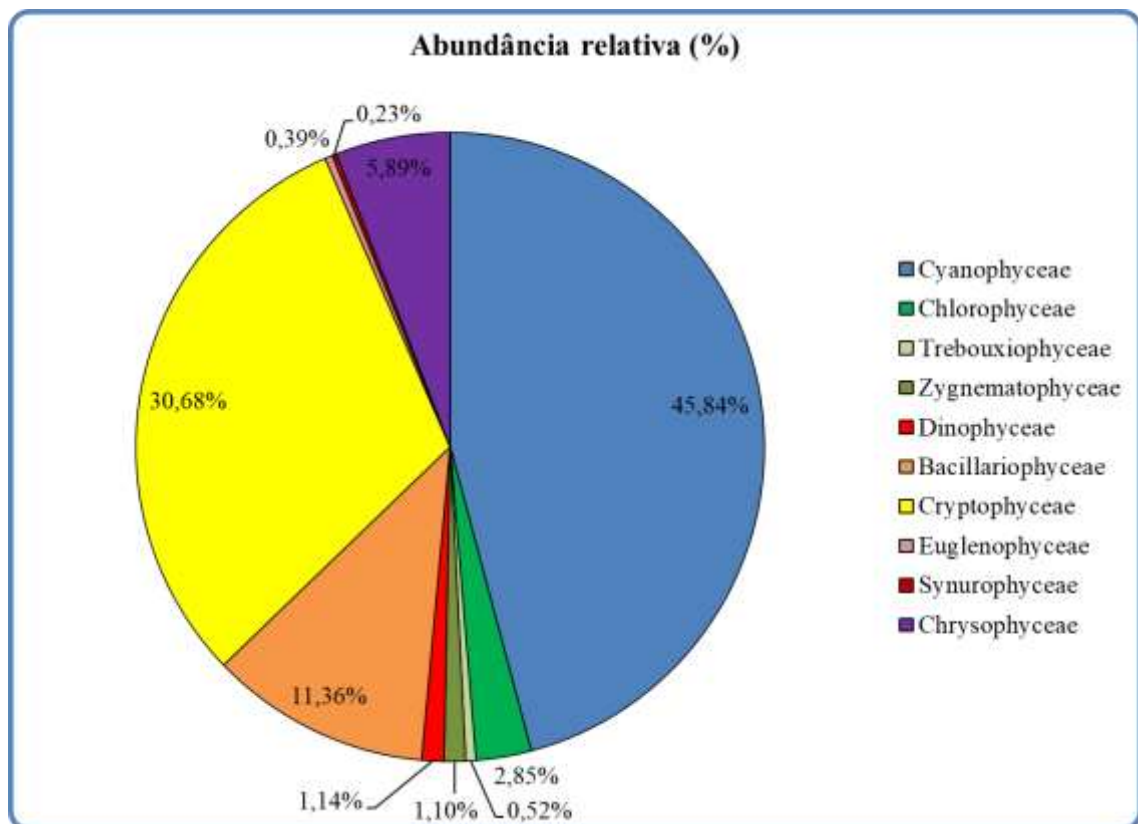
---

\* A espécie *Dactylococcopsis* sp. que também apresentou biomassa elevada não foi

identificada, pois tem uma ampla variação morfométrica e ainda é necessário um estudo mais amplo de sua morfologia.

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

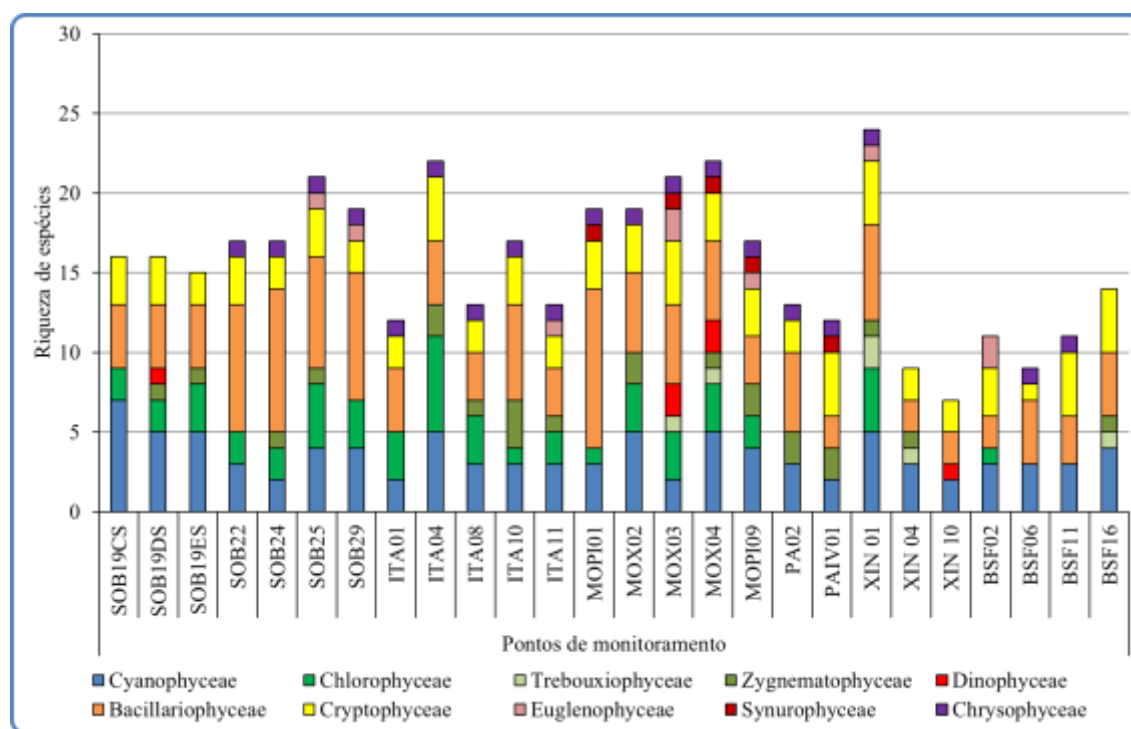
Na 2ª Campanha de monitoramento realizada no período de 08 a 12 de setembro de 2020, nos reservatórios de Sobradinho, Itaparica, Moxotó, Paulo Afonso e Xingó, e no Baixo São Francisco, a comunidade fitoplanctônica foi representada por 72 táxons distribuídos em 7 Divisões: Chlorophyta (24), Bacillariophyta (21), Cyanobacteria (14), Cryptophyta (4), Dinophyta (4), Euglenophyta (3) e Chrysophyta (2) (Sinopse 2). O grupo com maior abundância relativa nesta campanha foi a classe Cyanophyceae, representando 45,84% (Figura 35).



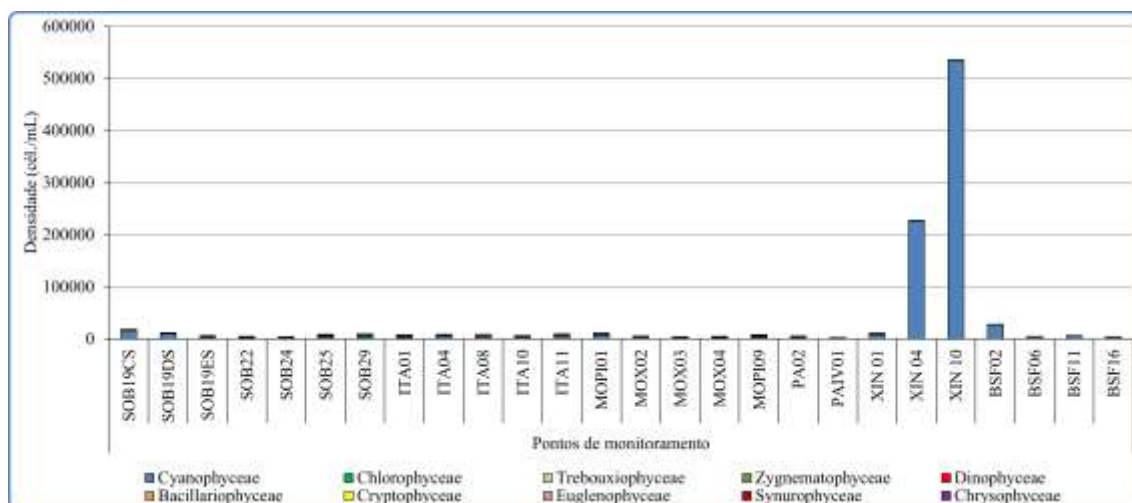
**Figura 35-** Abundância relativa da comunidade fitoplanctônica registrada entre 08 e 12 de setembro de 2020 (2ª Campanha).

Os pontos com as maiores riquezas foram XIN01 com 24 espécies, MOX04 e ITA04

com 22 espécies e MOX03 e SOB25 com 21 espécies (Figura 36). As maiores densidades foram verificadas em Xingó (XIN10 e XIN04) e BSF02. Em XIN10 a densidade total foi de 535.052,91 cél/mL e XIN04 foi de 226.587,30 cél/mL, em BSF02 foi de 27.605,82 cél/mL (Figura 37). No ponto XIN10 foi onde ocorreram elevadas populações da classe Cyanophyceae, representada por *Raphidiopsis raciborskii* e *Dactylococcopsis* sp.. Tabela 16 apresenta a composição específica e os valores de densidade da comunidade fitoplanctônica nas diferentes estações na 2a. campanha de setembro/2020.



**Figura 36-** Riqueza fitoplanctônica registrada entre 08 e 12 de setembro de 2020 (2ª. Campanha).



**Figura 37-** Densidade fitoplanctônica registrada entre 08 e 12 de setembro de 2020 (2ª. Campanha).

Na segunda campanha foi registrada a presença das Cyanobacteria potencialmente tóxicas *Dolichospermum sp.*, *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis panniformis*, *Microcystis protocystis*, *Microcystis wesenbergii*, *Raphidiopsis raciborskii* e *Sphaerospermopsis aphanizomenoides* (Sinopse 2ª Campanha).

**Sinopse da composição algal ao longo do trecho monitorado na segunda campanha de setembro/2020. Espécies em negrito são potencialmente tóxicas.**

---

### Segunda campanha – Setembro de 2020

---

#### CYANOBACTERIA

##### Cyanophyceae

##### Chroococcales

##### Chroococcaceae

*Chroococcus minutus* (Keissler) Lemmermann

*Chroococcus turgidus* (Kützing) Nägeli

*Dactylococcopsis sp.\**

##### Microcystaceae

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

***Microcystis panniformis* Komárek, Komárková-Legnerová, Sant'Anna, Azevedo, & Senna**

***Microcystis protocystis* Crow**

***Microcystis wesenbergii* (Komárek) Komárek ex Komárek**

##### Nostocales

##### Aphanizomenonaceae

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

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

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

Oscillatoriales

Coleofasciculaceae

*Geitlerinema amphibium* (Agardh ex Gomont) Anagnostidis

Oscillatoriaceae

*Phormidium* sp.

Merismopediaceae

*Aphanocapsa elachista* West & West

Pseudanabaenaceae

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

CHLOROPHYTA

Chlorophyceae

Chlamydomonadales

Volvocaceae

*Volvox* sp.

Sphaeropleales

Hidrodictyaceae

*Pediastrum duplex* Meyen

*Pediastrum simplex* Meyen

Oedogoniales

Oedogoniaceae

*Oedogonium* sp.

Scenedesmaceae

*Coelastrum indicum* Turner

*Coelastrum microporum* Nägeli

*Desmodesmus communis* (Hegewald) Hegewald

*Scenedesmus obtusus* Meyen

Selenastraceae

*Kirchneriella lunaris* (Kirchner) Möbius

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

*Monoraphidium arcuatum* (Korshikov) Hindák

*Monoraphidium contortum* (Thuret) Komárková-Legnerová

*Monoraphidium griffithii* (Berkeley) Komárková-Legnerová

Treubariaceae

*Treubaria setigera* (Archer) Smith

Trebouxiophyceae

Chlorellales

Chlorellaceae

*Actinastrum hantzschii* Lagerheim

*Chlorella* sp.

*Dictyosphaerium pulchellum* H. C. Wood

Zygnematophyceae

Desmidiáles

Closteriaceae

*Closterium arcuatum* Brébisson ex Ralfs

Desmidiaceae

*Cosmarium* sp.

*Staurastrum leptocladum* Nordstedt

*Staurastrum tetracerum* Ralfs ex Ralfs

Gonatozygaceae

*Gonatozygon* sp.

Zygnematales

Zygnemataceae

*Mougeotia* sp.

*Spirogyra* sp.

DINOPHYTA

Dinophyceae

Gymnodiniales

Gymnodiniaceae

*Gymnodinium* sp.

Gonyaulacales

Ceratiaceae

*Ceratium furcoides* (Levander) Langhans

Peridinales

Peridiniaceae

*Peridinium gatunense* Nygaard

*Peridinium* sp.

BACILLARIOPHYTA

Bacillariophyceae

Bacillariales

Bacillariaceae

*Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith

Cocconeidales

Cocconeidaceae

*Cocconeis placentula* Ehrenberg

Cymbellales

Cymbellaceae

*Cymbella* sp.

Gomphonemataceae

*Gomphonema augur* Ehrenberg

*Gomphonema gracile* Ehrenberg

*Gomphonema lagenula* Kützing

*Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing

Eunotiales

Eunotiaceae

*Eunotia pectinalis* (Kützing) Rabenhorst

Fragilariales

- Fragilariaceae
  - Fragilaria crotonensis* Kitton
  - Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg
- Mastogloiales
  - Achnanthaceae
    - Achnanthes* sp.
- Naviculales
  - Naviculaceae
    - Navicula* sp.
  - Pinnulariaceae
    - Pinnularia major* (Kützing) Rabenhorst
  - Stauroneidaceae
    - Stauroneis* sp.
- Rhopalodiales
  - Rhopalodiaceae
    - Epithemia adnata* (Kützing) Brébisson
- Tabellariales
  - Tabellariaceae
    - Diatoma* sp.
- Coccinodiscophyceae
  - Aulacoseirales
    - Aulacoseiraceae
      - Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen
      - Aulacoseira granulata* var. *angustissima* (O. Müller) Simonsen
- Rhizosoleniales
  - Rhizosoleniaceae
    - Urosolenia longiseta* (Zacharias) Edlund & Stoermer
- Mediophyceae
  - Biddulphiales
    - Biddulphiaceae
      - Biddulphia* sp.
  - Stephanodiscales
    - Stephanodiscaceae
      - Cyclotella meneghiniana* Kützing
- CRYPTOPHYTA
  - Cryptophyceae
    - Cryptomonadales
      - Cryptomonadaceae
        - Cryptomonas brasiliensis* A. Castro, C. Bicudo & D. Bicudo
        - Cryptomonas ovata* Ehrenberg
      - Hemiselmidaceae
        - Chroomonas* sp.
    - Pyrenomonadales
      - Pyrenomonadaceae
        - Rhodomonas lacustris* Pascher & Ruttner

EUGLENOPHYTA

Euglenophyceae

Euglenales

Euglenaceae

*Trachelomonas hispida* (Perty) F. Stein

*Trachelomonas volvocina* (Ehrenberg) Ehrenberg

Phacaceae

*Lepocinclis acus* (O. F. Müller) B. Marin & Melkonian

CHRYSOPHYTA

Chrysophyceae

Chromulinales

Chromulinaceae

*Ochromonas* sp.

Synurophceae

Synurales

Mallomonadaceae

*Mallomonas caudata* Iwanoff [Ivanov]

---

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

\*\*Não foi identificada a espécie de *Dolichospermum*, pois os espécimes encontrados 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 setembro de 2020. 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 setembro de 2020. Aragão-Tavares et al. (2015) verificou a presença de *R. raciborskii* nos reservatórios Itaparica e Xingó ao longo de um ano de estudo. *R. raciborskii* é uma das principais espécies de cianobactérias responsáveis pelas intensas florações nos reservatórios da região semiárida do nordeste do Brasil (Moura et al., 2018), como também em lagos, reservatórios e rios de todo o mundo (Sinha et al., 2012; Burford et al., 2016).

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., 2015). 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 a saúde humana e animais aquáticos (Azevedo et al., 2002; Puerto et al., 2011).

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

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As variáveis limnológicas monitoradas, associadas à avaliação da qualidade da água, apresentaram valores dentro dos limites recomendados pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2, na maioria das estações nas duas campanhas de setembro/2020, com exceção dos níveis de pH (> 9,0) nas estações SOB 19E, PA IV01 e XIN 10 na 2ª. campanha, da concentração de oxigênio dissolvido em MOX 03 (4,97 mg/L) na 2ª. campanha, na concentração de DBO (>5,0 mg/L) em XIN 01 na 1ª. campanha e XIN 10 na 2ª. campanha, além das concentrações de fósforo total em Sobradinho (SOB 19) nas 2 campanhas, entre as estações SOB 22 e SOB 29 na 2ª. campanha, ao longo das estações nos demais reservatórios e no trecho do Baixo São Francisco na 2ª. campanha, bem como em MOX 04 e XIN 10 na 1ª. campanha.

No trecho submédio, a vazão do rio São Francisco sofreu uma ligeira elevação durante a 1ª. Campanha, de 1429 para 1751 m<sup>3</sup>/s (média no período de 1605,6 m<sup>3</sup>/s), tendo se mantido praticamente estável durante a 2ª. Campanha, com média de 1765 m<sup>3</sup>/s. No Baixo São Francisco, a vazão sofreu uma oscilação na 1ª. campanha, tendo variado de 1378 a 1562 m<sup>3</sup>/s (média de 1463 m<sup>3</sup>/s) e variou mais intensamente durante a 2ª. campanha, de 1511 para 1939 m<sup>3</sup>/s (média de 1774 m<sup>3</sup>/s). Esta elevação da vazão entre as duas campanhas de setembro/2020 nos dois trechos possivelmente teve correlação com as diferenças entre as campanhas para algumas variáveis, refletindo em valores mais elevados de pH, fosfato total e fósforo total, de nitrato, amônia e nitrogênio total (este, principalmente no BSF), concentrações ligeiramente mais baixas de OD e mais elevadas de DBO em algumas estações, durante a 2ª. campanha.

No que concerne à comunidade fitoplanctônica, as cianofíceas continuam representando o grupo algal dominante (com abundâncias relativas totais entre 50,7 e 45,8%, respectivamente na 1ª. e 2ª. campanhas), com registro de florações com densidades superiores ao limite estabelecido pelo CONAMA (50.000 cél/mL), nas estações XIN 04 (221.706 e 225.966 cél/mL, respectivamente na 1ª. e 2ª. Campanhas) e XIN 10 (514.947 e 533.333 cél/mL). O segundo e terceiro grupos dominantes em ambas as campanhas foram 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.

ARAGÃO-TAVARES, N. K. C.; SEVERIANO, J. S.; MOURA, A. N. Phytoplankton composition of the Itaparica and Xingó reservoirs, São Francisco River, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, n. 3, p. 616-627, 2015.

AZEVEDO, S. M.; CARMICHAEL, W. W.; JOCHIMSEN, E. M.; RINEHART, K. L.; LAU, S.; SHAW, G. R.; EAGLESHAM, G. K. Human intoxication by microcystins during renal dialysis treatment in Caruaru-Brazil. **Toxicology**, v. 181, p. 441-446, 2002.

BURFORD, M. A.; MCNEALE, K. L.; MCKENZIE-SMITH, F. J. The role of nitrogen in promoting the toxic cyanophyte *Cylindrospermopsis raciborskii* in a subtropical water reservoir. **Freshwater Biology**, v. 51, n. 11, p. 2143-2153, 2006.

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.

FRANCA, L. M. D. B.; COIMBRA, M. M. D. L. Fitoplâncton coletado num período de 24 horas no Reservatório de Itaparica (PE/BA). **Caderno Ômega**, v. 4, p. 69-83, 1998.

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.

KEHOE, M.; O'BRIEN, K. R.; GRINHAM, A.; BURFORD, M. A. Primary production of lake phytoplankton, dominated by the cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii*, in response to irradiance and temperature. **Inland Waters**, v. 5, n. 2, p. 93-100, 2015.

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

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.

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.



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.). **Susswasser 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.). **Süßwasserflora 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.

MELO-MAGALHÃES, E. M.; LIRA, M. C. A.; COSTA, F. J. C. B.; SILVA, V. B. Diversidade e variação espaço-temporal do fitoplâncton no reservatório da Usina Hidroelétrica de Xingó. **Boletim de Estudos de Ciências do Mar**, v. 11, p. 1-14, 2000.

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.) Süßwasser 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.

PUERTO, M.; CAMPOS, A.; PRIETO, A.; CAMEÁN, A.; DE ALMEIDA, A. M.; COELHO, A. V.; VASCONCELOS, V. Differential protein expression in two bivalve species; *Mytilus galloprovincialis* and *Corbicula fluminea*; exposed to *Cylindrospermopsis raciborskii* cells. **Aquatic toxicology**, v. 101, n. 1, p. 109-116, 2011.

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.

SINHA, R.; PEARSON, L. A.; DAVIS, T. W.; BURFORD, M. A.; ORR, P. T.; NEILAN, B. A. Increased incidence of *Cylindrospermopsis raciborskii* in temperate zones—is climate change responsible? **Water research**, v. 46, n. 5, p. 1408-1419, 2012.

SOARES, M. C. S.; HUSZAR, V. L.; MIRANDA, M. N.; MELLO, M. M.; ROLAND, F.; LÜRLING, M. Cyanobacterial dominance in Brazil: distribution and environmental preferences. **Hydrobiologia**, v. 717, n. 1, p. 1-12, 2013.

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.