

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

CTNE-70.2018.6530.00



EXECUÇÃO:



RELATÓRIO MENSAL DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUA – Módulo A



SETEMBRO, 2021

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

CTNE-70.2018.6530.00

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

EXECUÇÃO:



RECIFE, 2021

Equipe Executora

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

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

Eng. Sérgio Catunda Marcelino (CREA PE 030659)

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

Equipe de apoio

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

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	7
1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS.....	11
3. MONITORAMENTO DA QUALIDADE FÍSICA E QUÍMICA DA ÁGUA	11
3.1 RESULTADOS DE QUALIDADE DA ÁGUA.....	17
4. MONITORAMENTO DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA	57
4.1 RESULTADOS DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA.....	59
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
6. BIBLIOGRAFIA.....	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Localização das estações de monitoramento da qualidade da água.	13
Figura 2 – Variação diária da vazão média nos trechos submédio e baixo do Rio São Francisco durante o mês de setembro/2021, com indicação dos períodos de realização da 39^a e 40^a campanhas de monitoramento.	14
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/2021.	20
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/2021. As barras vermelhas indicam os limites inferior e superior de pH estabelecidos pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2.	20
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/2021.	21
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/2021. A barra vermelha indica o limite mínimo de oxigênio dissolvido estabelecido pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2.	21
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/2021.	22
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/2021.	22
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/2021.	23
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/2021.	23
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/2021.	30
Figura12 – 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/2021.	30
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/2021.	31
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/2021.	31
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/2021.	32
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/2021.	32
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/2021.	33



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/2021.	33
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/2021. As barras vermelhas indicam os limites para fósforo total estabelecidos pela Resolução no. 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2, respectivamente para ambientes lóticos (0,1 mg/L) e lênticos (0,030 mg/L).	34
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/2021. A barra vermelha indica o limite para clorofila-a estabelecido pela Resolução no. 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2.....	34
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/2021.	35
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/2021.	35
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/2021. A barra vermelha indica o limite máximo de DBO estabelecido pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2.	36
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/2021.	36
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/2021.....	39
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/2021.	39
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/2021.	40
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/2021.	53
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/2021.	54
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/2021.	55
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/2021.	56
Figura 32 - Abundância relativa da comunidade fitoplanctônica por classe registrada entre 01 e 06 de setembro de 2021 (1ª Campanha).	60
Figura 33 - Riqueza fitoplanctônica por classe registrada entre 01 e 06 de setembro de 2021 (1ª Campanha).	61
Figura 34 - Densidade fitoplanctônica por classe registrada entre 01 e 06 de setembro de 2021(1ª. Campanha).	61
Figura 35 - Abundância relativa da comunidade fitoplanctônica por classe registrada entre 07 e 10 de setembro de 2021 (2ª Campanha).	67



Figura 36- Riqueza fitoplânctônica por classe registrada entre 07 e 10 de setembro de 2021(2ª Campanha).....	68
Figura 37- Densidade fitoplânctônica por classe registrada entre 07 e 10 de setembro de 2021(2ª Campanha).....	68

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Localização das estações de Monitoramento da Qualidade da Água.	15
Tabela 2- Referência dos postos de medição hidrológicas das estações de monitoramento.....	16
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 1 ^a campanha de setembro/2021.....	18
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 2 ^a campanha de setembro/2021.....	19
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 1 ^a campanha de setembro/2021.....	28
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 2 ^a campanha de setembro/2021.....	29
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 1 ^a campanha de setembro/2021.....	37
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 2 ^a campanha de setembro/2021.....	38
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 1 ^a campanha de setembro/2021.....	49
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 1 ^a campanha de setembro/2021.....	49
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 1 ^a campanha de setembro/2021.	50
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 2 ^a campanha de setembro/2021.....	51
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 2 ^a campanha de setembro/2021.	52
Tabela 15 – Composição e densidade da comunidade fitoplancônica das estações de monitoramento durante a 1 ^a campanha de setembro/2021. Concentrações de cianofíceas > 50.000 cél/mL em vermelho.....	75
Tabela 16 – Composição e densidade da comunidade fitoplancônica das estações de monitoramento durante a 2 ^a campanha de setembro/2021. Concentrações de cianofíceas > 50.000 cél/mL em vermelho.....	77

APRESENTAÇÃO

A Fundação Apolônio Salles de Desenvolvimento Educacional - FADURPE, através deste documento, apresenta o 20º Relatório mensal de monitoramento da qualidade da água, referente ao mês de setembro de 2021, conforme Plano de Trabalho Consolidado em atendimento ao Termo de Referência TR – DEPA – 11 - 2018 elaborado pela CHESF, conforme o Contrato CTNE-70.2018.6530.00, em função da Autorização Especial nº. 12/2017, emitida pelo IBAMA em 07 de agosto de 2017.

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

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



1. INTRODUÇÃO

Este Relatório tem por objetivo o atendimento às condicionantes referentes à autorização concedida pelo IBAMA para reduzir, em caráter emergencial, a vazão em todo o vale do São Francisco a jusante das barragens de Sobradinho e de Xingó, referentes ao SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DA ÁGUA, que integra o PROGRAMA DE MONITORAMENTO DO RIO SÃO FRANCISCO DURANTE O PERÍODO DE VAZÃO REDUZIDA, em conformidade com o estipulado no Termo de Referência TR-DEPA-11-2018 que orienta a execução dos serviços e no Plano de Trabalho anteriormente apresentado e aprovado pela Contratante. Este Relatório abrange a 39^a e a 40^a Campanhas de Qualidade da Água - Módulo A, realizadas em setembro/2021.

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

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

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

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

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



Assim sendo, a citada Autorização seria suspensa quando o regime hídrico do rio São Francisco atingisse a vazão que permite as Usinas Hidrelétricas operarem com uma vazão residual mínima de 1.300m³/s. Tendo em vista que as condições meteorológicas na bacia do São Francisco se agravaram ao longo do ano de 2014 e início de 2015, não permitindo a recuperação da vazão a níveis superiores ao estabelecido, houve a necessidade de testes para a subsequente redução dos níveis de vazão a valores inferiores a 1.100 m³/s, levando a CHESF a requerer autorização para a prática destas vazões, conforme especificado na Autorização Especial nº 04/2014 do IBAMA e da Nota Técnica nº 02001.002124/2014-59 COHID-IBAMA. Após os testes realizados no período de 11/01 a 01/02, o IBAMA emitiu a Autorização Especial nº 01/2013 (1^ª. Retificação) com seu respectivo Parecer Técnico nº 02001.000890/2015-60, o qual estabeleceu novas condicionantes.

Em decorrência da seca continuada na região nordeste ao longo de 2015 e da necessidade de nova diminuição da vazão a ser operada nos reservatórios da CHESF, a empresa requereu ao IBAMA autorização para a implantação de um regime de decréscimo das vazões aos patamares constantes de 1000, 950 e 900 m³/s, escalonadas semanalmente ao longo do mês de junho/2015 e manutenção continuada da menor vazão enquanto perdurar a situação de déficit hídrico na bacia. Em razão disto, o IBAMA estabeleceu condicionantes adicionais incorporadas ao monitoramento até então em execução, em atendimento às Autorizações Especiais nº. 01/2013 – 2^ª Retificação e 005/2015.

A defluência mínima média diária autorizada é de 550 m³/s e instantânea de até 523 m³/s até 30 de novembro de 2017, conforme Resolução ANA nº 1291/2017. Em 7 de agosto, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), por meio da Autorização Especial nº 12/2017, também permitiu à CHESF realizar testes de redução da vazão defluente da hidrelétrica de Xingó até o limite mínimo de 550m³/s (ANA, 2017). Complementarmente, o mesmo atende ainda à Resolução ANA nº. 2081/2017 e o Ofício Circular 01/2019.

Com as fortes chuvas caídas na bacia do Rio São Francisco no inverno de 2019/2020, o cenário foi radicalmente modificado. A vazão média diária de Xingó foi elevada para 1.080 m³/s nos dias úteis e de 800 m³/s nos finais de semana e feriados durante os meses de janeiro, fevereiro e março de 2020. Em abril a vazão foi elevada para 1.300 m³/s e reduzida



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

Nos mais recentes comunicados através das Cartas Circulares SOO-001/2021, destaca-se que a partir de quinta-feira, 14/01/2021, a defluência média diária da UHE Sobradinho foi reduzida, da faixa de 1.100 m³/s para 900 m³/s, tendo permanecido neste valor até nova reavaliação. Com relação à defluência média diária da UHE Xingó, esta foi praticada de forma a atender a vazão média mensal de 1.000 m³/s. Conforme a SOO-002/2021 de 01/02/2021, a defluência da UHE Sobradinho permaneceu em 900 m³/s e a de Xingó passou a 1050 m³/s. Por sua vez, a carta circular SOO 003/2021 de 05 de fevereiro/2021 comunicou que a defluência média diária da UHE Sobradinho seria reduzida para a faixa de 800m³/s, a partir de 08/02/2021, devendo permanecer neste valor até nova reavaliação. Com relação à defluência média diária da UHE Xingó, a partir de 08/02/2021, foi mantida na faixa de 800 m³/s, valor que vem sendo praticado nos últimos fins de semana, podendo ser elevada, a depender da necessidade de atendimento ao Sistema Interligado Nacional – SIN. Nos últimos comunicados da CHESF através da carta circular SOO-012/2021 de 15/06/2021 cita que o ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico) definiu a necessidade de praticar a defluência média diária da UHE Sobradinho de 1.000 m³/s e a de Xingó 800 m³/s a partir de 17/06/2021. Enquanto que a SOO-013/2021 de 03/08/2021 comunica que nesta data a defluência média diária da UHE Xingó foi elevada do valor de 1.100 m³/s para 1.600 m³/s tendo em vista o equilíbrio eletroenergético do SIN. Para o mês de agosto a defluência de Sobradinho permanecerá na faixa de 1.000 m³/s e a defluência média diária da UHE Xingó será praticada de modo a respeitar o limite máximo médio mensal de 950 m³/s, podendo

variar a depender da necessidade de atendimento ao SIN. E, imediatamente anterior a este relatório, em um último comunicado através da SOO 014/2021 de 27/08/2021 comunica que a defluência média diária de Sobradinho a partir de 30/08/2021 será mantida na faixa de 1.300 m³/s até nova reavaliação. Com relação a média diária da UHE Xingó será praticada de modo a respeitar o limite máximo médio mensal para setembro de 1.500 m³/s solicitado pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico – NOS, podendo variar a depender da necessidade de atendimento ao SIN (Sistema Interligado Nacional).

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 (µS/cm), oxigênio dissolvido da água (mg/L e % Sat.), salinidade e sólidos totais dissolvidos (STD) (g/L), foram determinadas mediante o uso de um analisador multiparâmetros YSI Professional Plus. Nas estações SOB



19 Centro, SOB 19 Direita e SOB 19 Esquerda tais variáveis foram aferidas em perfil, a cada metro de profundidade até o fundo.

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

3.2. Determinação de variáveis em laboratório

A alcalinidade total (CaCO_3) e a dureza total (CaCO_3) foram determinadas segundo Goltermannet *al.* (1978). A concentração de nitrato (N-NO_3) e nitrito (N-NO_2), segundo Mackerethet *al.* (1978), de nitrogênio amoniacal total ($\text{N-NH}_3 + \text{N-NH}_4^+$), 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 Aquicultura 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).

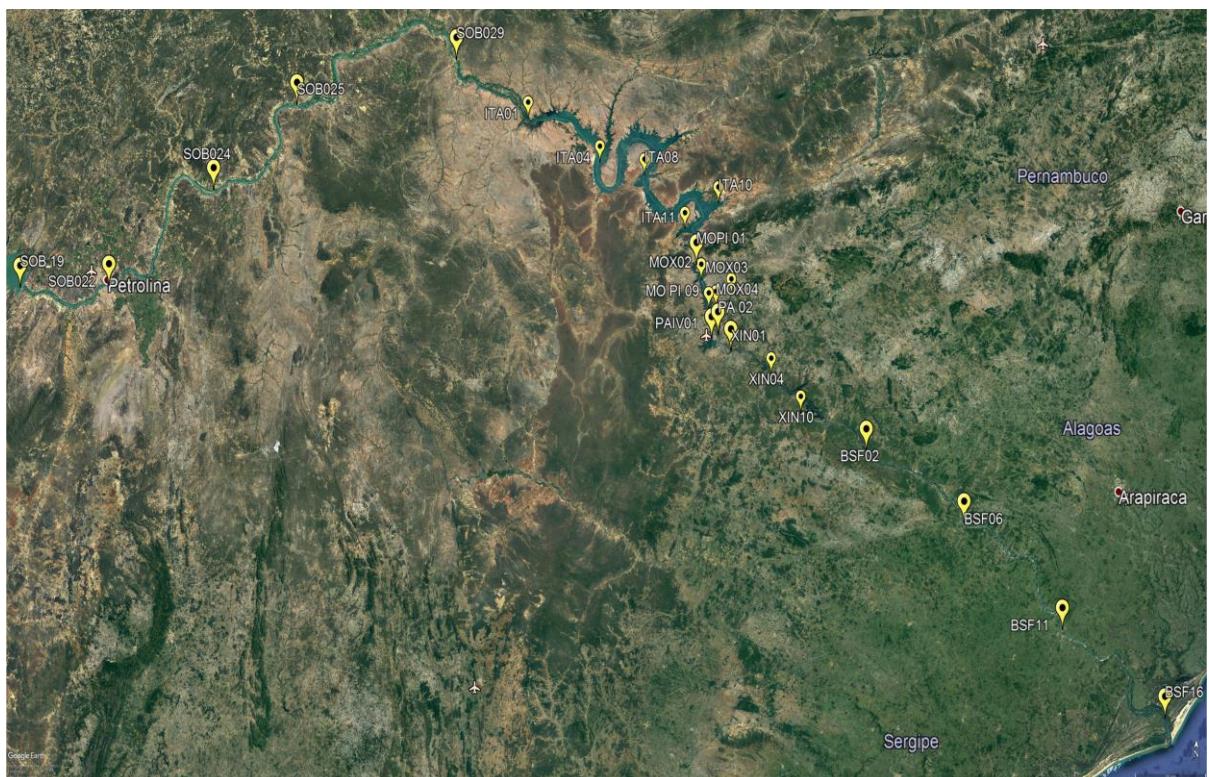


Figura 1 - Localização das estações de monitoramento da qualidade da água.

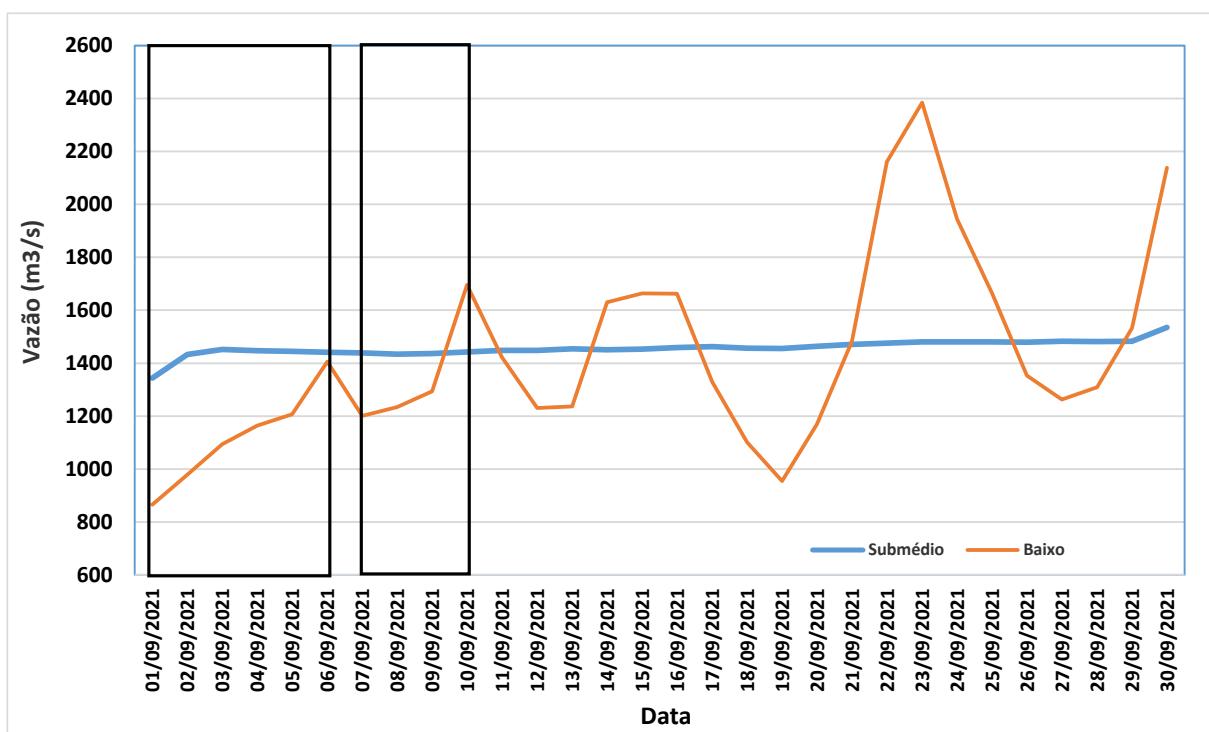


Figura 2 – Variação diária da vazão média nos trechos submédio e baixo do Rio São Francisco durante o mês de setembro/2021, com indicação dos períodos de realização da 39ª e 40ª campanhas de monitoramento.



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"
Reservatório de Itaparica	SOB 29	Ibó	08°37'54"	039°14'31"
	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"
Reservatório de Moxotó	ITA 11	Barragem	09°05'02"	038°21'14"
	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"
Reservatório Delmiro Gouveia	MO PI 09	Próximo a Pisciculturas	09°19'10"	038°14'49"
	PA 02	Paulo Afonso	09°23'31"	038°12'19"
	PAIV 01	Final do canal	09°24'31"	038°13'48"
Reservatório de Xingó	XIN 01	Paulo Afonso	09°26'26"	038°09'18"
	XIN 04	Corpo do Reservatório	09°29'57"	037°59'58"
	XIN 10	Canindé de São Francisco	09°36'22"	037°52'49"
Lótico, Baixo São Francisco	BSF 02	Entremontes	09°42'15"	037°37'34"
	BSF 06	Belo Monte	09°53'45"	037°14'28"
	BSF 11	Porto Real do Colégio	10°11'30"	036°50'30"
	BSF 16	Piaçabuçu	10°26'04"	036°25'28"



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

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

As coletas de campo foram realizadas em dois períodos, o primeiro de 01 a 06 de setembro e o segundo de 07 a 10 de setembro de 2021.



3.1 RESULTADOS DE QUALIDADE DA ÁGUA

Os resultados das variáveis físico-químicas monitoradas em campo e analisadas em laboratório nas estações de amostragem constam, respectivamente, das Tabelas 3 a 8. As Figuras 3 a 27 apresentam a variação espacial das variáveis nas diferentes estações de amostragem.

Os resultados dos perfis da estação SOB 19 constam das Tabelas 9 a 14 e podem ser visualizados nas Figuras 28 a 31.



Tabela 3- Valores de temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (OD), salinidade, transparência da água e sólidos totais dissolvidos (STD) da superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a 1ª campanha de setembro/2021.

Estação	Data da medição	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	Secchi (m)	STD (mg/L)
SOB 19	01/09/2021	23,70	7,85	72,30	7,44	87,50	0,03	7,50	48,10
SOB 19 D	01/09/2021	23,60	7,97	72,20	7,60	89,80	0,03	6,50	48,10
SOB 19 E	01/09/2021	23,70	7,14	72,20	7,62	90,00	0,03	7,80	48,10
SOB 22	01/09/2021	25,70	7,90	89,50	9,28	114,40	0,04	5,00 (f)	57,20
SOB 24	01/09/2021	25,30	7,74	76,40	7,67	93,50	0,03	1,50 (f)	49,40
SOB 25	01/09/2021	25,40	7,88	76,90	7,57	93,30	0,03	4,00 (f)	49,40
SOB 29	02/09/2021	24,30	7,84	76,30	7,02	84,10	0,03	4,00	50,05
ITA 01	02/09/2021	25,30	6,95	77,40	7,16	87,30	0,03	3,50	50,05
ITA 04	02/09/2021	24,90	7,90	78,00	7,38	88,80	0,04	6,40	50,70
ITA 08	02/09/2021	24,20	7,93	80,30	7,60	90,50	0,04	7,10	53,30
ITA 10	02/09/2021	24,50	7,93	82,20	7,85	94,30	0,04	7,80	53,95
ITA 11	02/09/2021	24,50	7,99	81,10	7,85	94,30	0,04	7,10	53,30
MOPI 01	02/09/2021	24,50	7,76	83,20	7,99	96,00	0,04	4,80	54,60
MOX 02	02/09/2021	24,30	7,86	82,00	7,88	94,10	0,04	4,60	53,95
MOX 03	03/09/2021	25,70	7,69	519,00	5,04	62,20	0,25	1,95	331,50
MOX 04	03/09/2021	24,60	7,97	92,20	7,32	88,00	0,04	5,20	60,45
MOPI 09	03/09/2021	24,50	8,02	83,50	7,42	88,90	0,04	5,00	54,60
PA 02	02/09/2021	25,20	8,17	86,50	8,43	102,20	0,04	3,50 (f)	55,90
PA IV 01	03/09/2021	24,80	8,20	84,50	7,94	95,70	0,04	5,00	55,25
XIN 01	03/09/2021	24,60	8,11	84,20	7,73	93,10	0,04	10,00	55,25
XIN 04	03/09/2021	26,40	8,16	98,40	7,98	98,60	0,04	2,90	62,40
XIN 10	03/09/2021	28,20	8,82	96,60	9,52	123,60	0,04	0,80	59,15
BSF 02	03/09/2021	25,20	8,25	90,50	6,58	80,00	0,04	6,00 (f)	58,50
BSF 06	05/09/2021	25,70	8,01	93,30	7,51	92,00	0,04	6,00	59,80
BSF 11	05/09/2021	26,90	8,16	95,50	7,81	97,50	0,04	2,00	59,80
BSF 16	06/09/2021	26,80	7,93	99,50	7,00	87,40	0,04	2,00	62,40

(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/2021.

Estação	Data da medição	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	Secchi (m)	STD (mg/L)
SOB 19	07/09/2021	23,90	8,05	72,70	7,77	92,10	0,03	8,00	48,10
SOB 19 D	07/09/2021	24,00	8,07	72,90	7,57	90,20	0,03	7,90	48,10
SOB 19 E	07/09/2021	23,90	7,99	72,70	7,33	86,90	0,03	9,00	48,10
SOB 22	07/09/2021	27,00	8,62	84,30	9,30	116,00	0,04	5,00 (f)	53,30
SOB 24	07/09/2021	26,80	8,21	78,30	6,88	85,30	0,03	1,50 (f)	49,40
SOB 25	07/09/2021	27,00	8,12	80,40	7,89	99,50	0,03	5,00 (f)	50,05
SOB 29	08/09/2021	25,30	8,10	77,40	6,68	81,90	0,03	5,00	50,05
ITA 01	08/09/2021	26,30	7,90	78,60	7,17	88,80	0,03	3,80	50,05
ITA 04	08/09/2021	25,80	8,03	79,00	7,10	87,40	0,04	6,30	50,70
ITA 08	08/09/2021	25,40	8,09	82,60	7,45	91,20	0,04	7,00	53,30
ITA 10	08/09/2021	24,90	8,06	82,50	7,72	93,30	0,04	9,30	53,95
ITA 11	08/09/2021	25,50	8,06	83,00	7,70	94,00	0,04	8,25	53,30
MOPI 01	08/09/2021	24,80	7,97	82,20	7,29	89,40	0,04	5,60	53,95
MOX 02	08/09/2021	25,00	8,00	83,10	7,66	92,50	0,04	5,80	53,95
MOX 03	09/09/2021	26,20	7,78	378,70	5,11	63,20	0,18	2,40	240,50
MOX 04	09/09/2021	25,10	8,00	94,80	7,29	88,30	0,04	4,90	61,75
MOPI 09	09/09/2021	25,00	8,10	83,50	7,55	91,50	0,04	4,80	54,60
PA 02	08/09/2021	25,90	8,11	86,60	7,95	96,60	0,04	4,00 (f)	55,25
PA IV 01	09/09/2021	25,10	8,20	84,20	7,72	95,10	0,04	6,00	54,60
XIN 01	09/09/2021	25,00	8,14	84,00	7,47	90,40	0,04	10,00	54,60
XIN 04	09/09/2021	28,10	8,72	102,30	8,45	108,10	0,04	3,50	60,45
XIN 10	09/09/2021	28,90	8,08	99,50	9,28	119,30	0,04	0,80	60,45
BSF 02	09/09/2021	25,40	8,43	90,60	6,69	81,60	0,04	7,00	58,50
BSF 06	10/09/2021	25,60	8,09	90,90	7,45	91,00	0,04	4,00	58,50
BSF 11	10/09/2021	27,00	8,05	100,00	7,60	95,30	0,05	4,00	62,40
BSF 16	10/09/2021	27,60	7,81	107,50	6,60	83,50	0,05	4,00	66,30

(f) Fundo

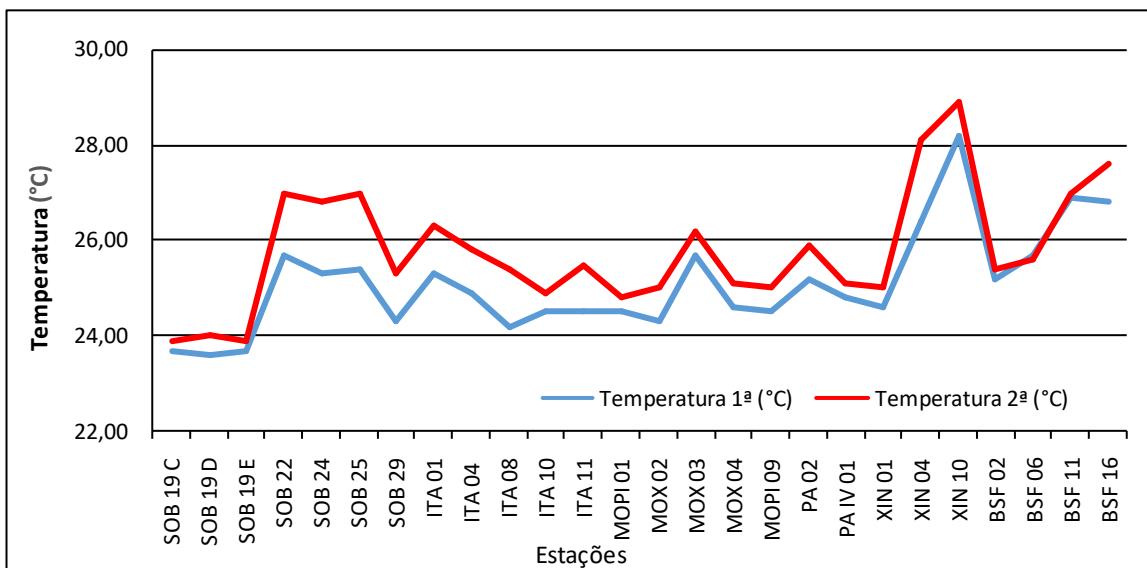


Figura 3– Variação da temperatura da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2021.

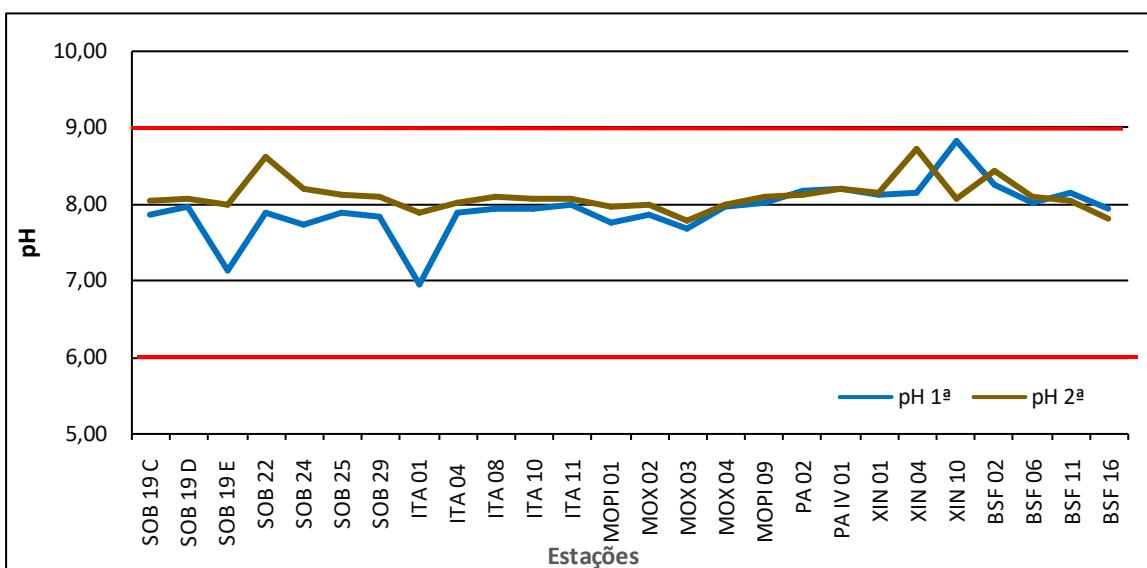


Figura 4– Variação do pH da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2021. As barras vermelhas indicam os limites inferior e superior de pH estabelecidos pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas da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

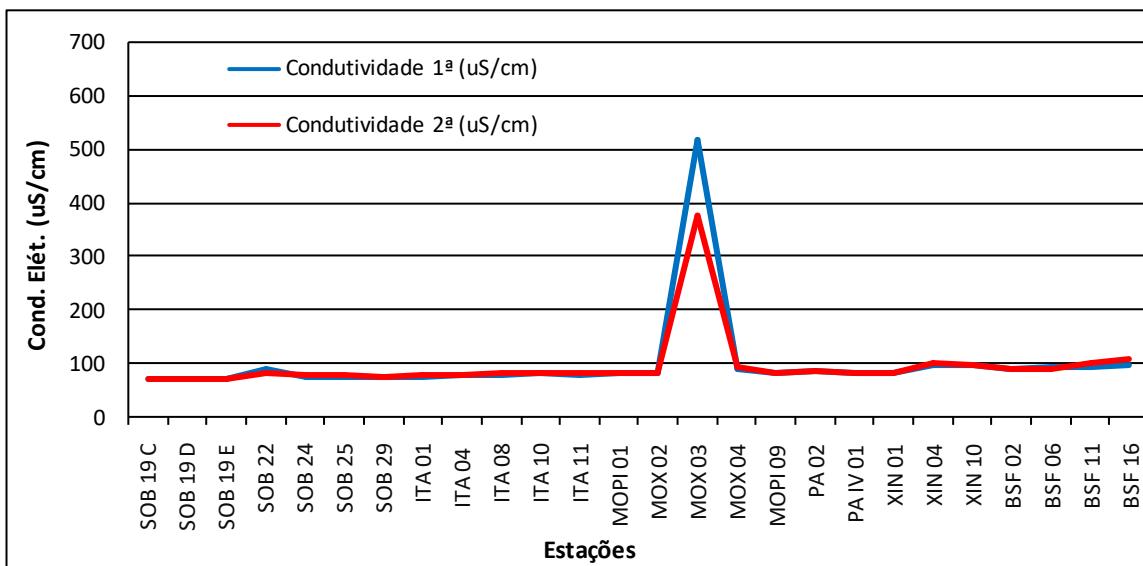


Figura 5– Variação da condutividade elétrica da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2021.

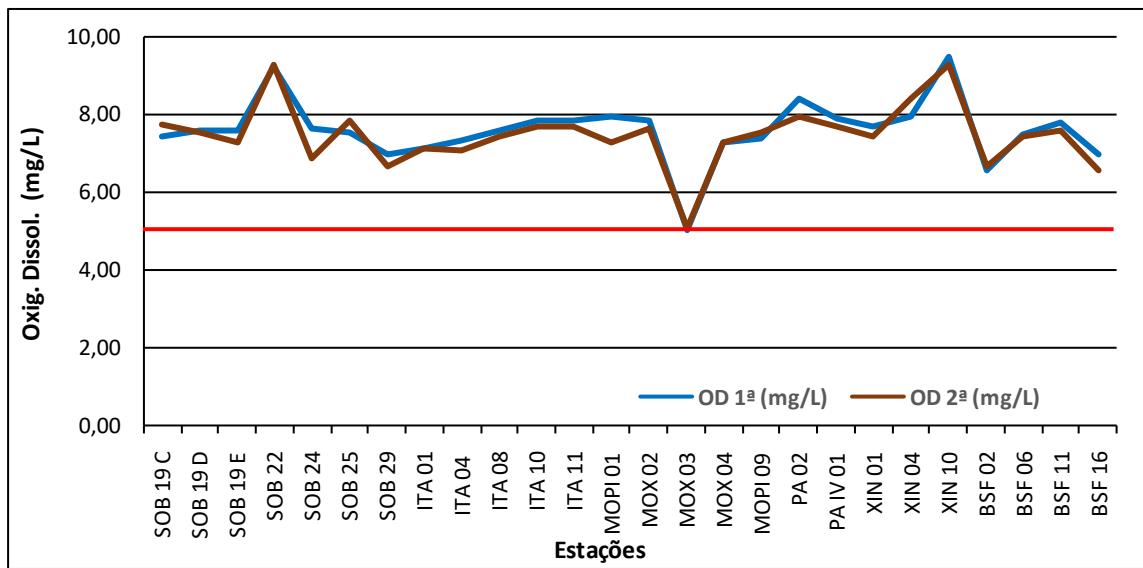


Figura 6– Variação da concentração do oxigênio dissolvido (mg/L) da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2021. A barra vermelha indica o limite mínimo de oxigênio dissolvido estabelecido pela Resolução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

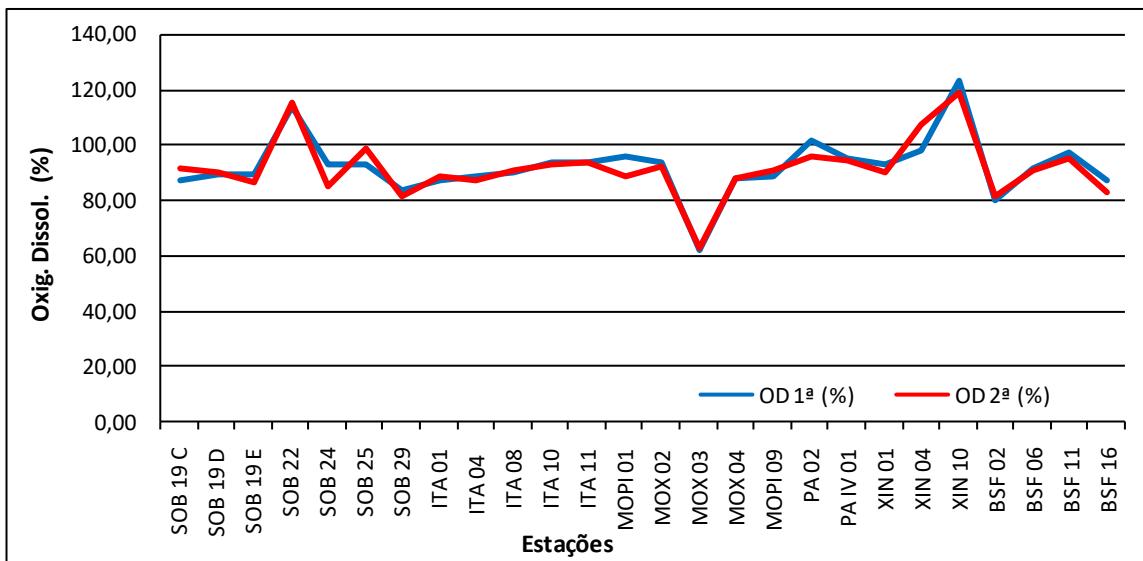


Figura 7– Variação da saturação de oxigênio dissolvido da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2021.

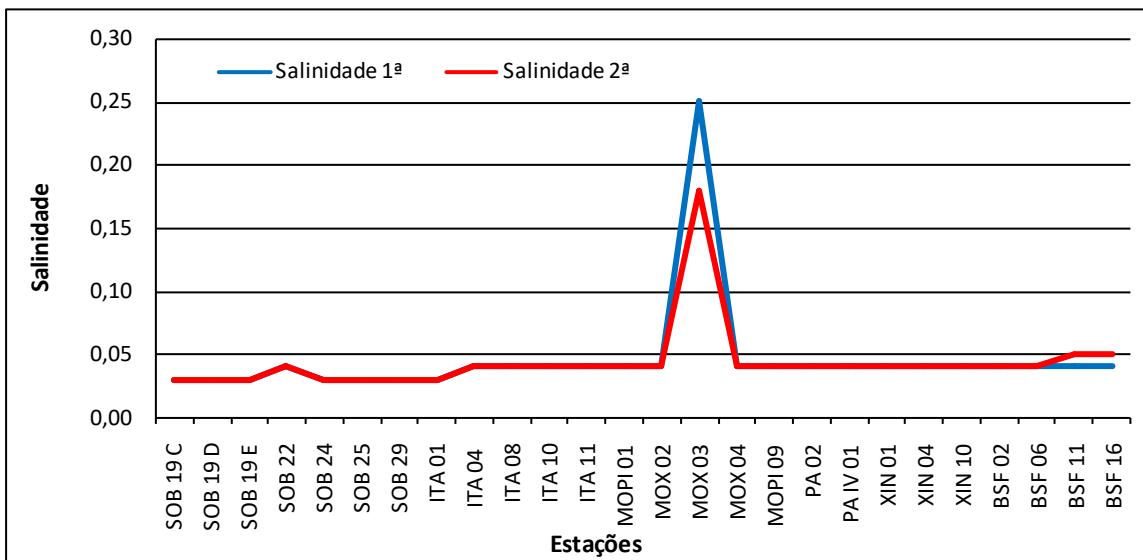


Figura 8 – Variação da salinidade da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2021.

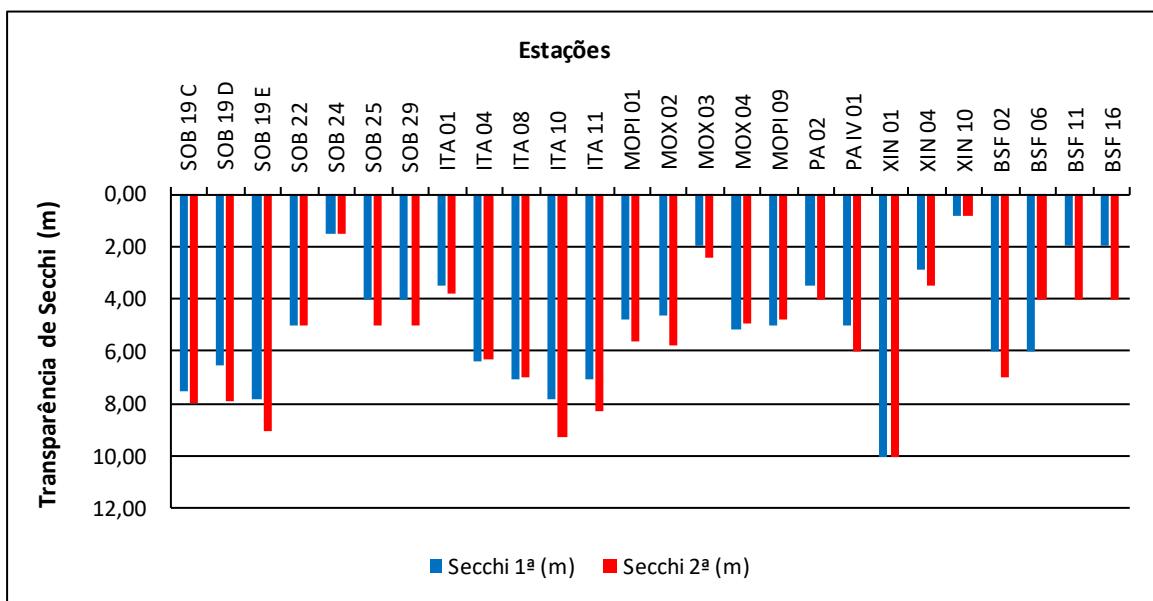


Figura 9- Variação da transparência da água nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2021.

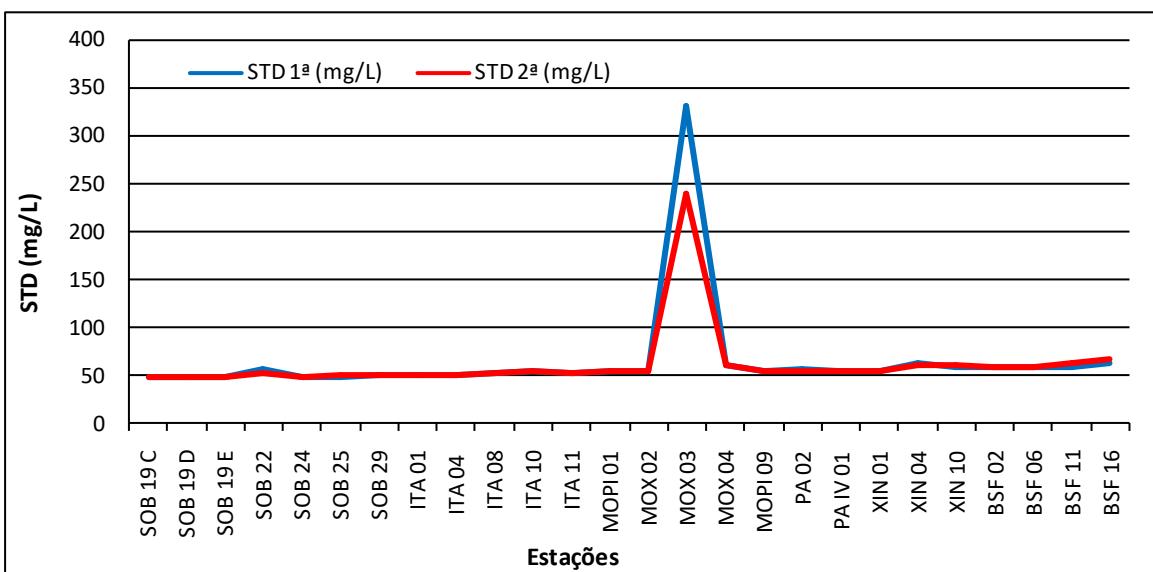


Figura 10- Variação da concentração de sólidos totais dissolvidos da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2021.



Temperatura

Os valores da temperatura da água registrados entre as estações refletem a temperatura do ar na região. Devido à estabilidade da temperatura entre a primeira e a segunda campanha em toda a região de monitoramento, a água acompanhou a mesma tendência. A temperatura mais baixa na primeira campanha ocorreu no reservatório de Sobradinho, na estação SOB 19 D, com 23,60°C e nas estações SOB 19C e SOB 19 E na segunda campanha, com 23,90°C. Enquanto que, as mais elevadas ocorreram no reservatório de Xingó em ambas as campanhas, na estação XIN 10, com 28,20°C na primeira campanha e com 28,90°C na segunda campanha (Tabelas 3 e 4 e Figura 3). Apresentou médias de temperatura para todas as estações de 25,10°C na primeira campanha e de 25,79°C na segunda. Na figura 3, ainda observamos a mesma tendência espacial de ambas as campanhas com valores superiores na segunda campanha. Analisando os dados médios por ambiente, o reservatório de Xingó apresentou a maior média em ambas às campanhas, com 26,40°C na primeira e 27,33°C para segunda campanha, enquanto que a menor média ficou com o reservatório de Sobradinho também em ambas as campanhas, com 23,67°C na primeira e 23,93°C na segunda campanha.

pH

Os valores de pH apresentaram-se predominantemente alcalinos ao longo de todas as estações amostradas, exceto apenas a estação ITA 01 na primeira campanha que se apresentou próximo a neutralidade, tendo variado de 6,95 em ITA 01 a 8,82 em XIN 10 na primeira campanha e de 7,78 em MOX 03 a 8,72 em XIN 04 na segunda campanha e uma média de pH para todas as estações de 7,93 e 8,11 para as duas campanhas respectivamente (Tabela 3 e 4 e Figura 4). Ainda na Figura 4, verificamos uma estabilidade entre as duas campanhas e que os valores mensurados são compatíveis com aqueles recomendados pela Resolução nº. 357/05 do CONAMA, cujo padrão para águas de classe 2 é de pH entre 6,0 e 9,0, em todas as estações de monitoramento. Analisando os dados por ambiente, a maior média ficou com o reservatório de Xingó em ambas as campanhas, com 8,36 na primeira e 8,31 para a segunda campanha, enquanto que a menor ficou com o reservatório de

Sobradinho na primeira campanha, com 7,65 e com o reservatório de Moxotó na segunda, com 7,97.

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 72,20 µS/cm em SOB 19 D e SOB 19 E na primeira campanha, no reservatório de Sobradinho, a 519,00 µS/cm em MOX 03, no reservatório de Moxotó. Na segunda campanha variou de 72,70 µS/cm em SOB 19 C e SOB 19 E a 378,70 µS/cm em MOX 03, enquanto que as médias se apresentaram relativamente altas, em função da estação MOX 03 e o trecho lótico final, de 100,91 µS/cm e 96,63 µS/cm para todas as estações de amostragem nas duas campanhas respectivamente (Tabelas 3 e 4 e Figura 5). Na Figura 5, ainda observamos uma condutividade crescente do início do trecho em direção à foz. Quanto à média dos valores de condutividade elétrica por ambiente, as mais elevadas ficaram com o reservatório de Moxotó em ambas as campanhas, com 171,98 µS/cm na primeira e 144,46 µS/cm na segunda campanha, enquanto que as mais baixas foram registradas no reservatório de Sobradinho, com 72,23 µS/cm na primeira e 72,77 µS/cm na segunda campanha. Os sólidos totais dissolvidos variaram de 48,10 mg/L nas estações SOB 19 C, SOB 19 D e SOB 19 E a 331,50 mg/L em MOX 03 na primeira campanha, enquanto que na segunda campanha variou de 48,10 mg/L nas estações SOB 19 C, SOB 19 D e SOB 19 E até 240,50 mg/L em MOX 03 e uma média para todas as estações e campanhas de 65,20 mg/L e 61,70 mg/L respectivamente (Tabelas 3 e 4 e Figura 10). Quanto às médias por ambiente, o reservatório de Moxotó apresentou as maiores em ambas às campanhas, com 111,02 mg/L na primeira e 92,95 mg/L na segunda campanha e as menores médias ocorreram no reservatório de Sobradinho com 48,10 mg/L para ambas as campanhas. A salinidade apresentou valor mínimo de 0,03 nas estações SOB 19 C, SOB 19 D, SOB 19 E, SOB 24, SOB 25, SOB 29 e ITA 01 e um máximo de 0,25 em MOX 03 na primeira campanha, enquanto que na segunda campanha apresentou um valor máximo de 0,18 também em



MOX 03 e um valor mínimo de 0,03 em SOB 19 C, SOB 19 D, SOB 19 E, SOB 24, SOB 25, SOB 29 e ITA 01 (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. Quanto às médias por ambiente, as menores ficaram com o reservatório de Sobradinho e o trecho lótico inicial, com 0,03 para a primeira e segunda campanha, enquanto que as maiores com o reservatório de Moxotó para a primeira com 0,08 e para a segunda campanha com 0,07.

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 5,04 mg/L e 62,20 %, e 5,11 mg/L e 63,20 %, respectivamente, enquanto que, os valores mais elevados ocorreram na estação XIN 10 na primeira campanha e SOB 22 na segunda, com 9,52 mg/L e 123,60 % e 9,30 mg/L e 116,00 % respectivamente. Apresentando ainda, uma média de concentração de oxigênio de 7,62 mg/L e 7,49 mg/L para todas as estações de amostragem para a primeira e segunda campanha respectivamente (Tabela 3 e 4 e Figuras 6 e 7). Nas médias de concentração por ambiente se destaca com os valores máximos de concentração o reservatório de Delmiro Gouveia na primeira e o reservatório de Xingó na segunda campanha com 8,43 mg/L e 8,40 mg/L respectivamente, enquanto que a média mais baixa ficou com o reservatório de Moxotó em ambas as campanhas, com 7,13 mg/L na primeira campanha e com 6,98 mg/L na segunda campanha.

Na Figura 6, observa-se uma estabilidade das concentrações de oxigênio dissolvido em ambas as campanhas e que nenhuma das estações de amostragem apresentou concentrações de oxigênio dissolvido abaixo do limite mínimo recomendado pela Resolução nº. 357 do CONAMA, segundo a qual o oxigênio dissolvido em qualquer amostra não pode ser inferior a 5,0 mg/L O₂ para águas da classe 2.

Transparência

A transparência da água, expressa através da leitura da profundidade do disco de Secchi, apresentou valor mínimo no reservatório de Xingó de 0,80 m de profundidade na estação



XIN 10 em ambas as campanhas. Enquanto que, o valor máximo ocorreu no reservatório de Xingó em XIN 01 com 10,00 m também em ambas as campanhas. A média para todas as estações por campanha foi de 4,92 m e 5,49 m, respectivamente. Na média por ambiente, o reservatório de Delmiro Gouveia em ambas as campanhas apresentou o valor mais baixo, com 3,50 m na primeira campanha e 4,00 m na segunda campanha, enquanto que, as maiores médias ocorreram no reservatório de Sobradinho em ambas as campanhas, com 7,27 m e 8,30 m respectivamente, (Tabela 3 e 4 e Figura 9). Deve-se ressaltar que as transparências das estações SOB 22, SOB 24, SOB 25, PA 02 e BSF 02 na primeira campanha e SOB 22, SOB 24, SOB 25 e PA 02 na segunda campanha foram até o fundo.

Tabela 5 – Valores da alcalinidade e dureza totais, concentração de nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, nitrogênio total, ortofosfato, fosfato total, fósforo total, clorofila a, feofitina, turbidez, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e do carbono orgânico total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a 1ª campanha de setembro/2021.

Estações	Alcalinidade total	Dureza total	Nitrato	Nitrito	Nit. Ammoniacal	Nit. Total	Ortofosfato	Fosfato total	Fósforo total	Clorofila a	Feofitina	Turbidez	DBO	COT
	mg/L CaCO ₃	mg/L CaCO ₃	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	NTU	mg/L	mg/L
SOB 19 Sup	52,50	33,63	0,009	0,0023	0,086	12,266	0,008	0,021	0,073	2,232	6,696	2,15	2,10	5,78
SOB 19 Z. Euf.	-	-	0,016	-	-	-	-	-	0,063	-	-	-	-	-
SOB 19 Fun.	-	-	0,018	-	-	-	-	-	0,045	-	-	-	-	-
SOB 22	49,00	31,23	0,006	0,0026	0,036	7,018	0,013	0,020	0,079	3,348	6,696	3,80	1,77	5,39
SOB 24	48,00	33,43	0,012	0,0032	0,046	7,082	0,017	0,016	0,039	4,464	6,696	3,10	2,29	5,28
SOB 25	50,00	31,63	0,008	0,0023	0,090	7,018	0,008	0,018	0,027	2,232	4,464	2,00	1,94	5,50
SOB 29	48,50	33,63	0,007	0,0029	0,091	13,468	0,018	0,020	0,073	5,580	5,580	2,90	1,37	5,34
ITA 01	55,00	31,83	0,011	0,0017	0,066	10,369	0,005	0,016	0,045	2,232	2,232	4,70	1,77	6,05
ITA 04	50,00	31,23	0,009	0,0020	0,061	10,116	0,007	0,014	0,027	2,232	2,232	3,00	1,38	5,50
ITA 08	54,00	34,63	0,009	0,0017	0,044	11,697	0,005	0,012	0,051	3,348	2,232	2,00	1,53	5,94
ITA 10	57,50	33,23	0,010	0,0023	0,040	13,025	0,008	0,014	0,051	4,464	5,580	1,90	1,79	6,33
ITA 11	49,00	35,83	0,005	0,0014	0,054	13,468	0,010	0,021	0,042	1,116	0,000	2,00	1,54	5,39
MOPI 01	55,00	34,03	0,014	0,0000	0,089	6,955	0,013	0,028	0,057	4,464	6,696	2,30	1,52	6,05
MOX 02	49,00	30,63	0,003	0,0020	0,022	13,215	0,010	0,032	0,060	3,348	8,928	3,70	1,54	5,39
MOX 03	47,50	31,63	0,004	0,0023	0,024	12,077	0,008	0,023	0,073	6,696	4,464	4,90	2,93	5,23
MOX 04	50,00	31,63	0,005	0,0023	0,038	7,334	0,010	0,018	0,027	2,232	5,580	3,80	1,85	5,50
MOPI 09	51,50	29,63	0,005	0,0020	0,036	7,208	0,012	0,027	0,054	2,232	5,580	1,90	2,22	5,67
PA 02	56,50	34,23	0,005	0,0020	0,023	7,271	0,017	0,018	0,027	4,464	7,812	1,90	2,33	6,22
PA IV 01	47,50	30,23	0,013	0,0023	0,040	9,105	0,005	0,027	0,054	1,116	3,348	2,00	1,46	5,23
XIN 01	55,00	34,23	0,003	0,0023	0,026	7,082	0,012	0,025	0,079	4,464	7,812	2,40	1,44	6,05
XIN 04	48,50	31,63	0,010	0,0026	0,052	7,271	0,013	0,032	0,070	5,580	8,928	6,70	2,22	5,34
XIN 10	49,00	34,23	0,019	0,0026	0,041	7,145	0,013	0,032	0,048	3,348	3,348	2,10	3,07	5,39
BSF 02	51,50	33,03	0,011	0,0026	0,032	6,955	0,010	0,025	0,073	4,464	6,696	5,00	2,22	5,67
BSF 06	55,00	34,23	0,012	0,0029	0,043	7,145	0,012	0,032	0,067	3,348	2,232	6,00	1,99	6,05
BSF 11	47,50	34,43	0,008	0,0023	0,025	9,042	0,015	0,030	0,063	2,232	4,464	4,80	2,48	5,23
BSF 16	45,00	29,63	0,015	0,0029	0,084	6,955	0,012	0,023	0,048	3,348	4,464	3,00	1,99	4,95

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/2021.

Estações	Alcalinidade total	Dureza total	Nitrato	Nitrito	Nit. Ammoniacal	Nit. Total	Ortofosfato	Fosfato total	Fósforo total	Clorofila a	Feofitina	Turbidez	DBO	COT
	mg/L CaCO ₃	mg/L CaCO ₃	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	NTU	mg/L	mg/L
SOB 19 Sup	50,00	31,23	0,025	0,0020	0,052	14,795	0,017	0,037	0,027	2,232	1,116	2,10	2,13	5,50
SOB 19 Z. Euf.	-	-	0,017	-	-	-	-	-	0,051	-	-	-	-	-
SOB 19 Fun.	-	-	0,010	-	-	-	-	-	0,045	-	-	-	-	-
SOB 22	49,00	34,83	0,007	0,0026	0,050	7,714	0,015	0,041	0,033	2,232	2,232	3,50	2,07	5,39
SOB 24	47,50	30,63	0,006	0,0020	0,065	8,536	0,020	0,043	0,039	2,232	3,348	2,10	2,50	5,23
SOB 25	49,00	34,83	0,005	0,0023	0,066	7,651	0,017	0,043	0,030	4,464	1,116	2,40	2,12	5,39
SOB 29	51,00	34,63	0,008	0,0017	0,065	15,554	0,018	0,035	0,042	5,580	2,232	3,00	1,24	5,61
ITA 01	50,00	30,63	0,021	0,0012	0,035	13,025	0,012	0,028	0,036	2,232	2,232	2,30	1,64	5,50
ITA 04	48,00	34,23	0,026	0,0017	0,028	10,686	0,008	0,035	0,054	2,232	4,464	2,00	1,63	5,28
ITA 08	55,00	31,83	0,021	0,0014	0,032	14,163	0,013	0,032	0,048	3,348	2,232	2,50	2,26	6,05
ITA 10	47,50	32,23	0,025	0,0020	0,029	14,795	0,010	0,030	0,036	2,232	2,232	2,00	1,79	5,23
ITA 11	49,00	30,23	0,017	0,0012	0,033	14,985	0,017	0,028	0,051	2,232	1,116	2,11	1,78	5,39
MOPI 01	55,00	36,03	0,021	0,0020	0,060	7,967	0,015	0,043	0,048	2,232	2,232	3,00	1,81	6,05
MOX 02	48,00	29,23	0,012	0,0020	0,033	12,835	0,015	0,041	0,057	2,232	2,232	2,30	2,67	5,28
MOX 03	47,00	30,63	0,020	0,0023	0,057	12,582	0,013	0,043	0,063	2,232	2,232	6,40	2,82	5,17
MOX 04	50,00	31,43	0,004	0,0014	0,142	9,105	0,018	0,041	0,033	3,348	4,464	2,80	1,94	5,50
MOPI 09	52,50	31,43	0,020	0,0017	0,141	8,346	0,018	0,041	0,051	1,116	7,812	2,10	2,13	5,78
PA 02	46,50	29,63	0,011	0,0023	0,054	8,283	0,018	0,039	0,033	4,464	2,232	4,00	2,14	5,12
PA IV 01	45,50	31,03	0,019	0,0017	0,062	9,737	0,018	0,039	0,045	2,232	2,232	2,70	1,55	5,01
XIN 01	49,00	29,03	0,010	0,0012	0,065	8,156	0,032	0,039	0,033	2,232	2,232	2,80	1,93	5,39
XIN 04	47,50	31,23	0,012	0,0012	0,059	7,271	0,017	0,039	0,033	6,696	5,580	3,50	2,09	5,23
XIN 10	46,50	30,03	0,018	0,0014	0,049	7,587	0,022	0,043	0,039	11,160	3,348	5,90	3,17	5,12
BSF 02	48,50	31,43	0,015	0,0023	0,033	7,967	0,015	0,039	0,048	3,348	2,232	2,10	2,04	5,34
BSF 06	50,00	34,83	0,010	0,0026	0,045	8,346	0,022	0,041	0,033	3,348	2,232	4,10	1,84	5,50
BSF 11	52,50	35,63	0,013	0,0032	0,066	9,674	0,018	0,043	0,033	3,348	4,464	5,90	2,11	5,78
BSF 16	50,00	31,23	0,012	0,0017	0,044	8,093	0,022	0,039	0,036	2,232	2,232	4,15	1,33	5,50

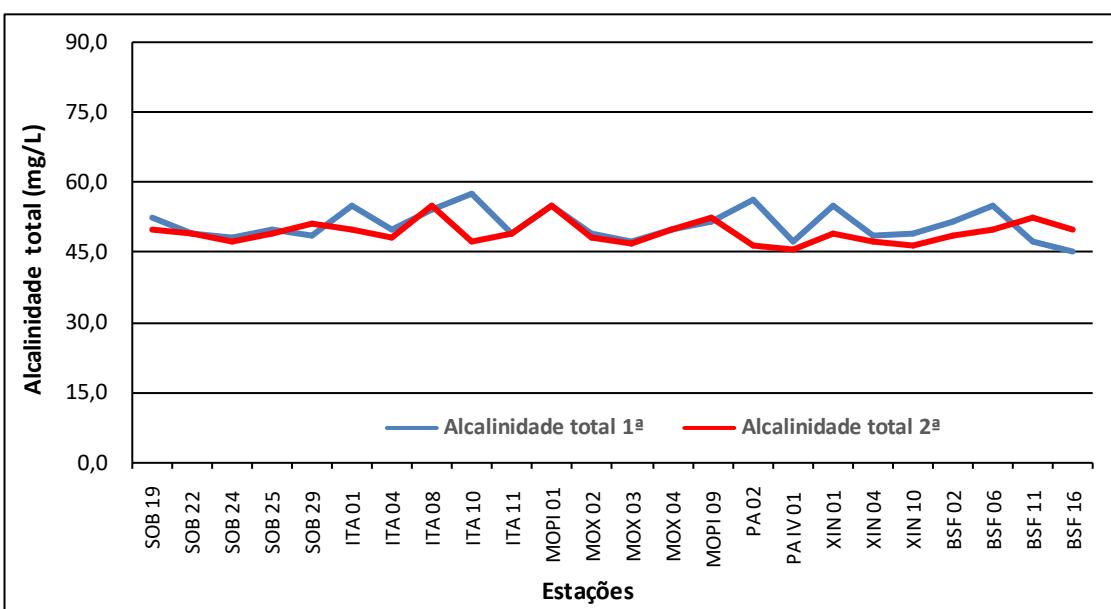


Figura 11 – Variação da alcalinidade total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2021.

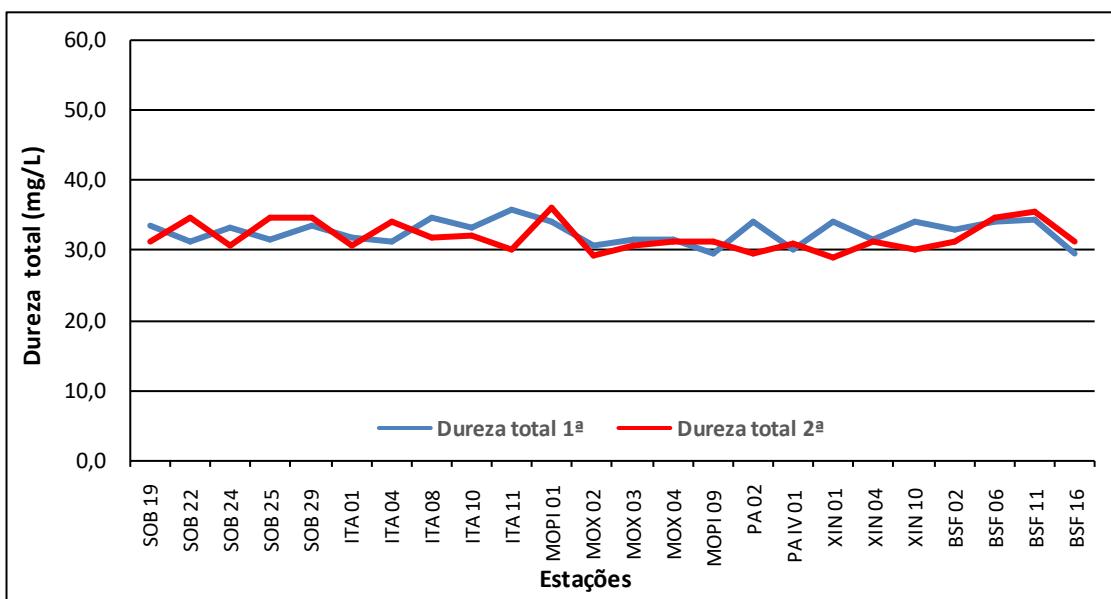


Figura12 – Variação da dureza total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2021.

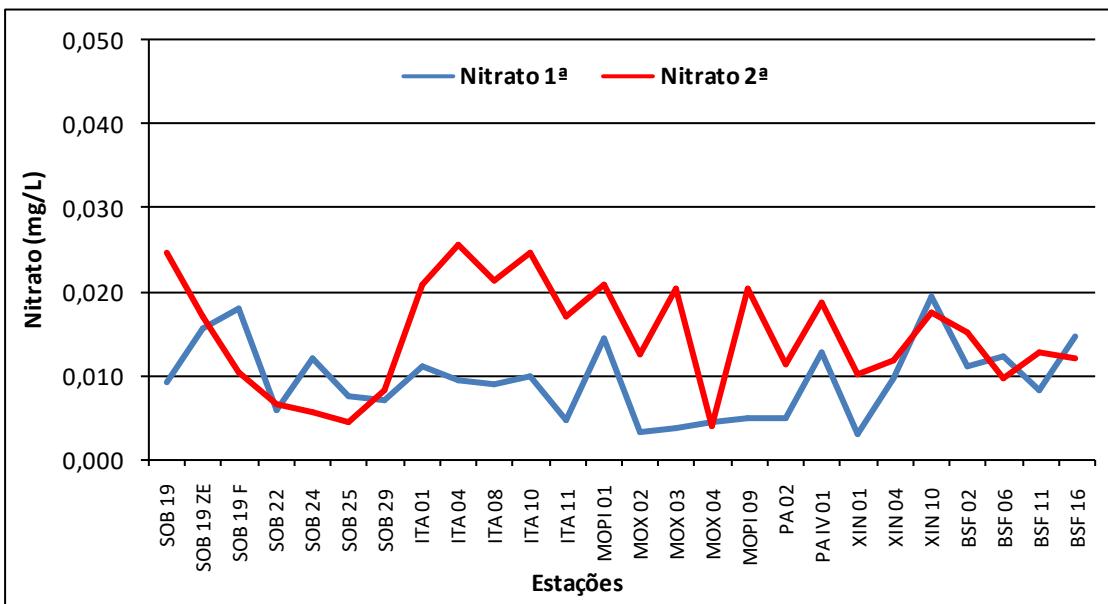


Figura 13 – Variação da concentração de nitrato da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2021.

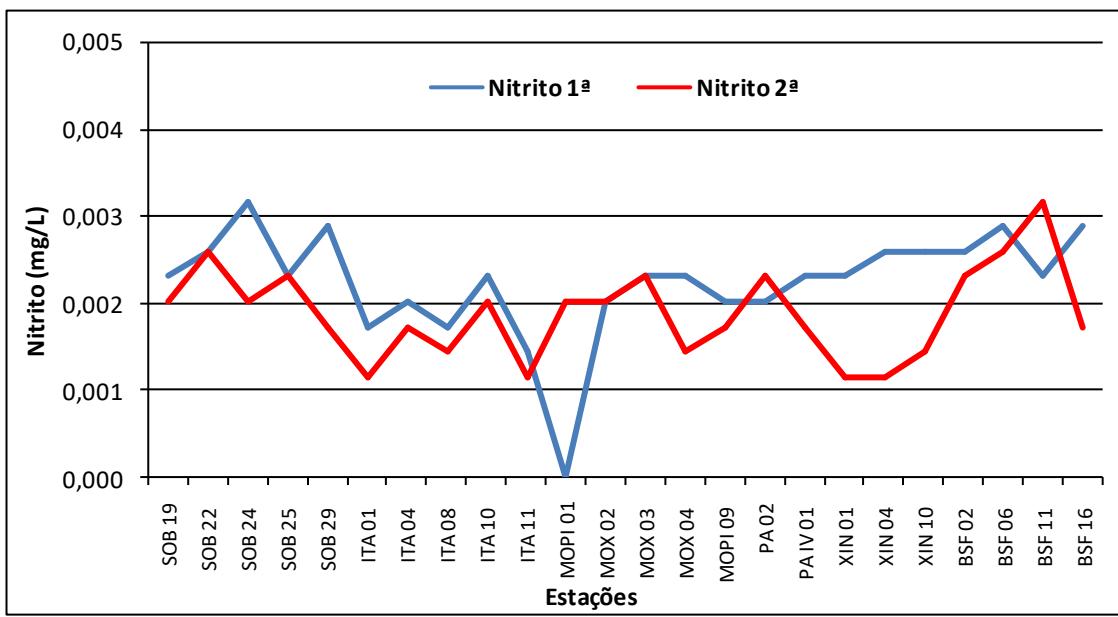


Figura 14 – Variação da concentração de nitrito da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2021.

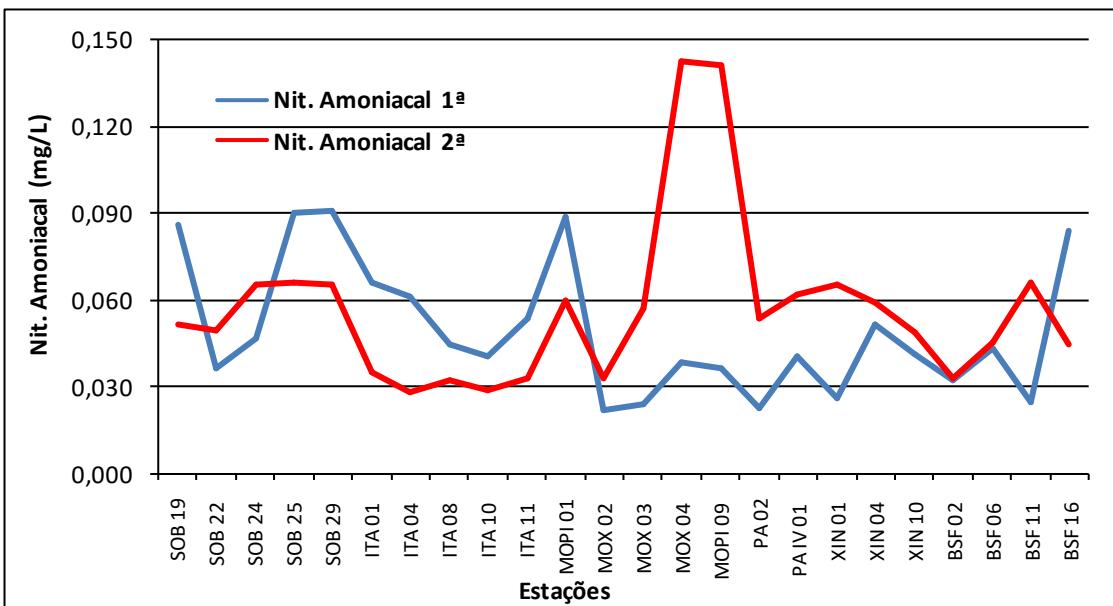


Figura 15– Variação da concentração do nitrogênio amoniacal da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2021.

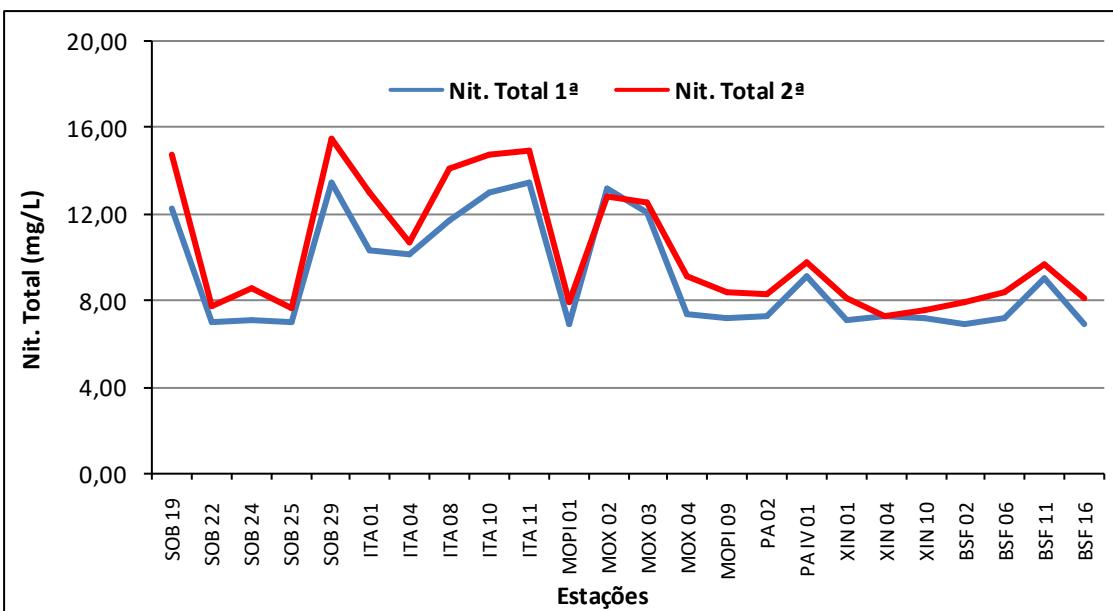


Figura 16 – Variação da concentração do nitrogênio total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2021.

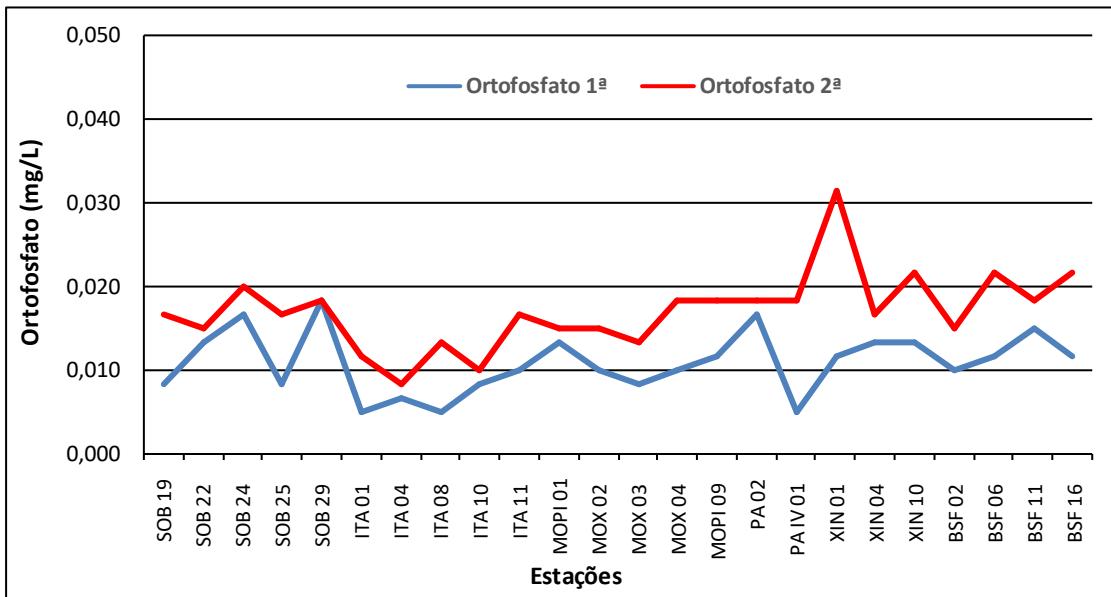


Figura 17 – Variação da concentração do ortofosfato da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2021.

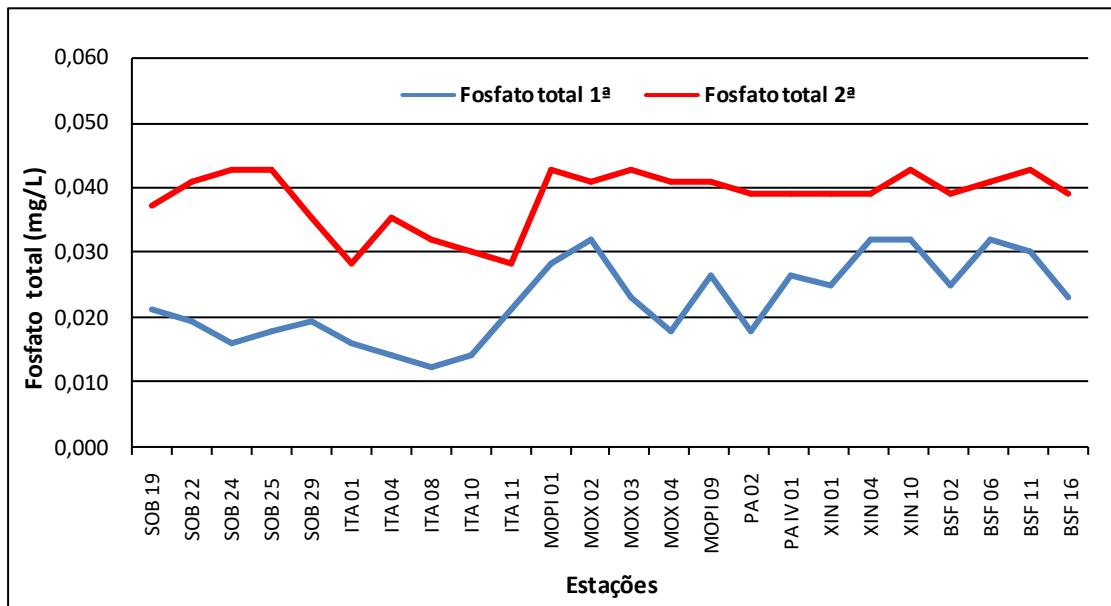


Figura 18 – Variação da concentração do fosfato total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2021.

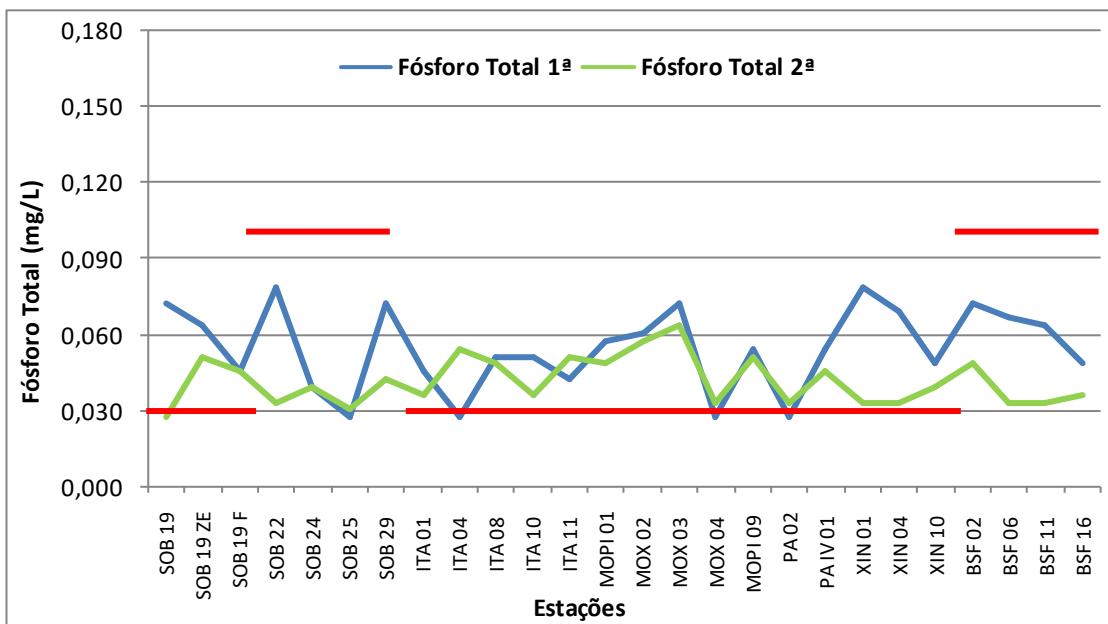


Figura 19– Variação da concentração de fósforo total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2021. As barras vermelhas indicam os limites para fósforo total estabelecidos pela Resolução no. 357/2005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

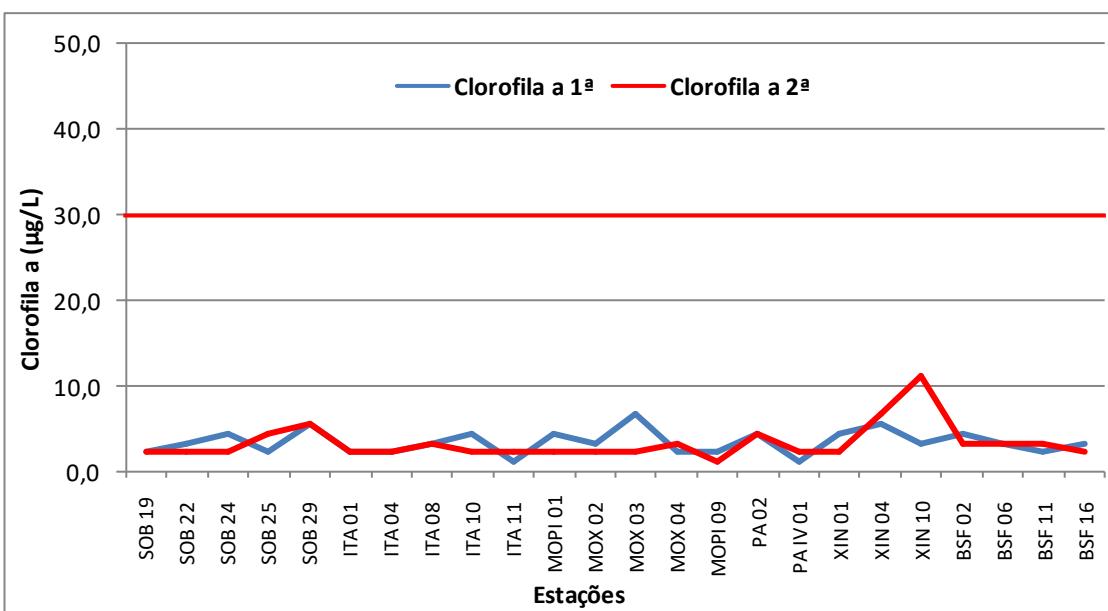


Figura 20 - Variação da concentração da clorofila a da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2021. A barra vermelha indica o limite para clorofila-a estabelecido pela Resolução no. 357/2005 CONAMA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

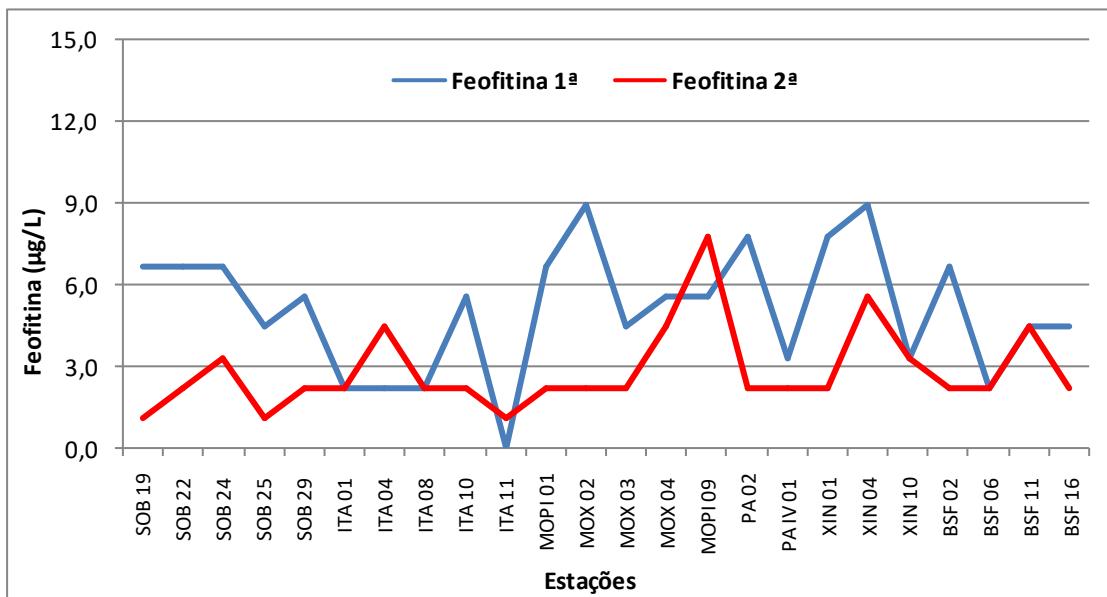


Figura 21 - Variação da concentração da feofitina da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2021.

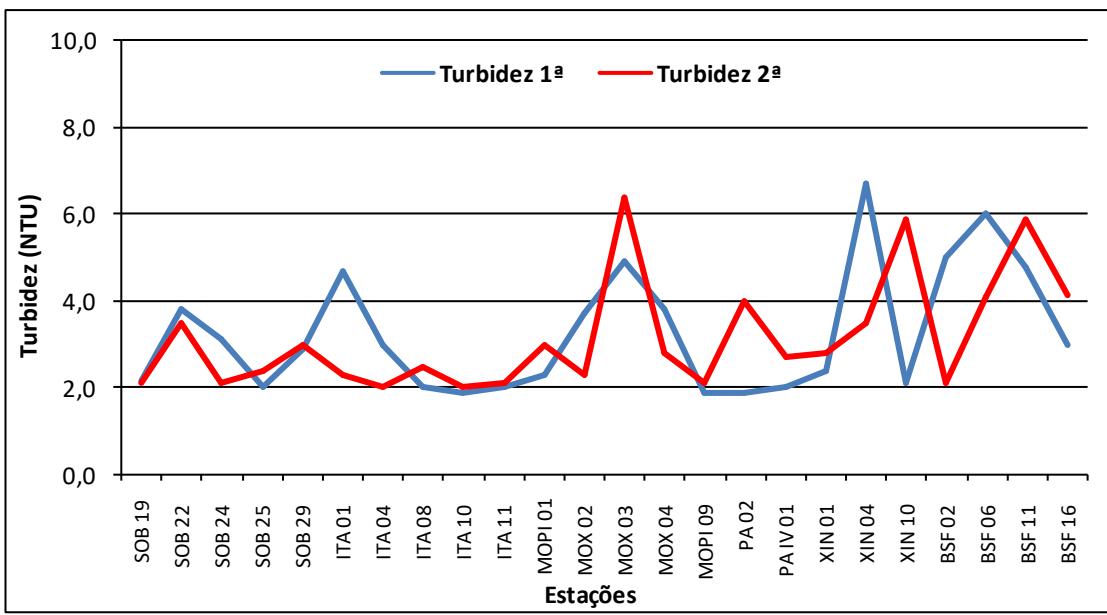


Figura 22- Variação da turbidez da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2021.

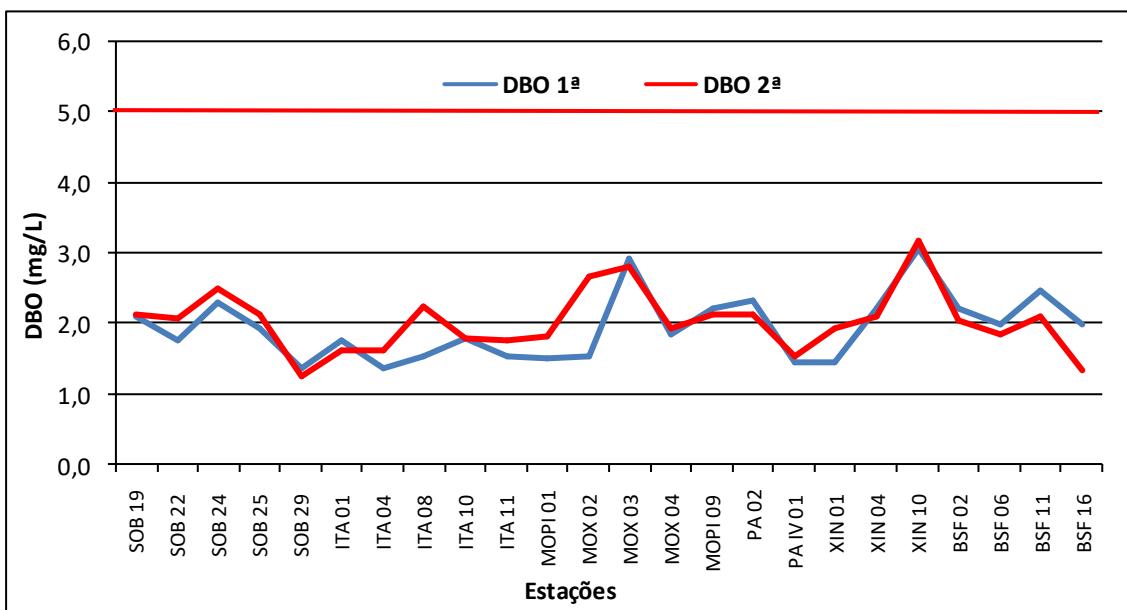


Figura 23 - Variação da demanda bioquímica de oxigênio da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2021. A barra vermelha indica o limite máximo de DBO estabelecido pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para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

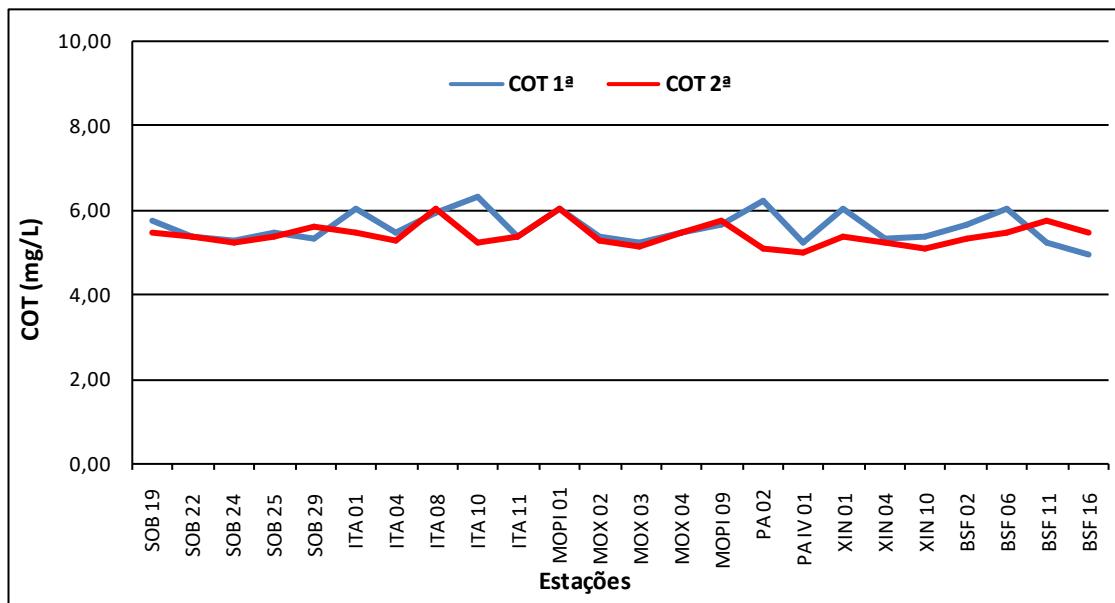


Figura 24 - Variação da concentração do carbono orgânico total (COT) da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2021.

Tabela 7 – Valores de sólidos totais, fração orgânica, fração inorgânica e sólidos sedimentáveis da superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a 1ª campanha de setembro/2021.

Estações	Sólidos totais	Fração Orgânica	Fração inorgânica	Sól. Sedimentáveis
	g/L	g/L	g/L	mL/L
SOB 19	0,0019	0,0005	0,0014	<0,1
SOB 22	0,0011	0,0007	0,0004	<0,1
SOB 24	0,0020	0,0014	0,0006	<0,1
SOB 25	0,0019	0,0014	0,0005	<0,1
SOB 29	0,0012	0,0006	0,0006	<0,1
ITA 01	0,0012	0,0007	0,0005	<0,1
ITA 04	0,0005	0,0003	0,0002	<0,1
ITA 08	0,0006	0,0004	0,0002	<0,1
ITA 10	0,0013	0,0011	0,0002	<0,1
ITA 11	0,0007	0,0004	0,0003	<0,1
MOPI 01	0,0015	0,0010	0,0005	<0,1
MOX 02	0,0013	0,0009	0,0004	<0,1
MOX 03	0,0024	0,0021	0,0003	<0,1
MOX 04	0,0013	0,0011	0,0002	<0,1
MOPI 09	0,0016	0,0011	0,0005	<0,1
PA 02	0,0017	0,0011	0,0006	<0,1
PA IV 01	0,0013	0,0009	0,0004	<0,1
XIN 01	0,0033	0,0029	0,0004	<0,1
XIN 04	0,0047	0,0039	0,0008	<0,1
XIN 10	0,0019	0,0012	0,0007	<0,1
BSF 02	0,0018	0,0010	0,0008	<0,1
BSF 06	0,0006	0,0003	0,0003	<0,1
BSF 11	0,0006	0,0003	0,0003	<0,1
BSF 16	0,0013	0,0009	0,0004	<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/2021.

Estações	Sólidos totais	Fração Orgânica	Fração inorgânica	Sól. Sedimentáveis
	g/L	g/L	g/L	ml/L
SOB 19	0,0008	0,0003	0,0005	<0,1
SOB 22	0,0008	0,0003	0,0005	<0,1
SOB 24	0,0006	0,0003	0,0003	<0,1
SOB 25	0,0012	0,0009	0,0003	<0,1
SOB 29	0,0007	0,0003	0,0004	<0,1
ITA 01	0,0008	0,0003	0,0005	<0,1
ITA 04	0,0006	0,0003	0,0003	<0,1
ITA 08	0,0007	0,0003	0,0004	<0,1
ITA 10	0,0005	0,0002	0,0003	<0,1
ITA 11	0,0008	0,0005	0,0003	<0,1
MOPI 01	0,0012	0,0008	0,0004	<0,1
MOX 02	0,0008	0,0005	0,0003	<0,1
MOX 03	0,0013	0,0007	0,0006	<0,1
MOX 04	0,0008	0,0004	0,0004	<0,1
MOPI 09	0,0016	0,0006	0,0010	<0,1
PA 02	0,0025	0,0006	0,0019	<0,1
PA IV 01	0,0009	0,0003	0,0006	<0,1
XIN 01	0,0011	0,0008	0,0003	<0,1
XIN 04	0,0016	0,0010	0,0006	<0,1
XIN 10	0,0013	0,0009	0,0004	<0,1
BSF 02	0,0019	0,0009	0,0010	<0,1
BSF 06	0,0009	0,0006	0,0003	<0,1
BSF 11	0,0009	0,0005	0,0004	<0,1
BSF 16	0,0007	0,0002	0,0005	<0,1

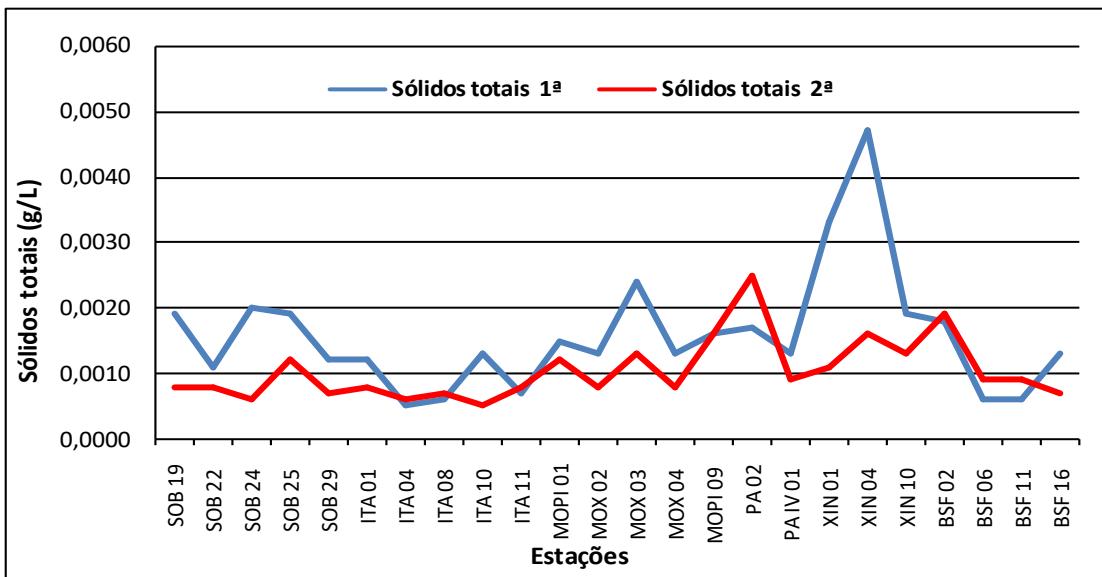


Figura 25 - Variação dos sólidos totais da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2021.

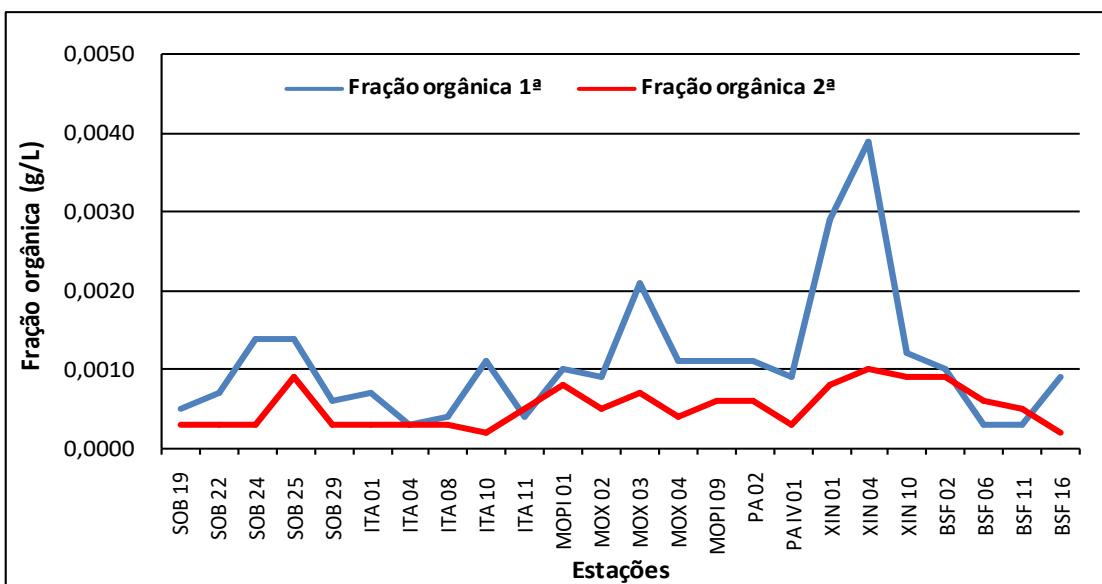


Figura 26 - Variação da fração orgânica dos sólidos totais da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2021.

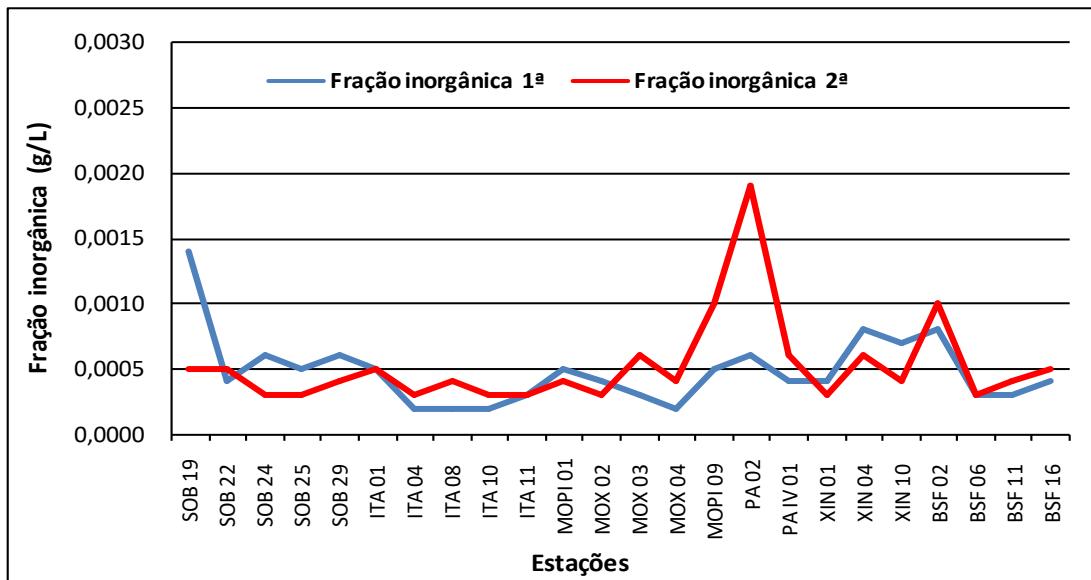


Figura 27 - Variação da fração inorgânica dos sólidos totais da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante as campanhas de setembro/2021.

Alcalinidade total e Dureza total

Os valores de alcalinidade variaram entre 45,00 mg/L na estação BSF 16 a 57,50 mg/L na estação ITA 10 na 1^a campanha e de 45,50 mg/L em PAIV 01 a 55,00 mg/L em ITA 08 e MOPI 01 na 2^a campanha, apresentando ainda médias de 50,92 mg/L e 49,35 mg/L para ambas as campanhas respectivamente. Enquanto que a dureza variou entre 29,63 mg/L em MOPI 09 e BSF 16 a 35,83 mg/L em ITA 11 na 1^a campanha e entre 29,03 mg/L em XIN 01 a 36,03 mg/L em MOPI 01 na segunda campanha e médias de 32,65 mg/L e 32,00 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 PAIV apresentou a menor média de alcalinidade em ambas às campanhas, na primeira com 47,50 mg/L e na segunda com 45,50 mg/L, enquanto que o reservatório de Delmiro Gouveia na primeira campanha, com 56,50 mg/L e o de Moxotó na segunda com 50,50 mg/L apresentaram as maiores. Quanto à dureza total, as menores médias ocorreram no reservatório de PAIV na primeira campanha e no de Delmiro Gouveia



na segunda, com 30,23 mg/L e 29,63 mg/L, respectivamente e as maiores no reservatório de Delmiro Gouveia na primeira campanha, com 34,23 mg/L e no trecho lótico inicial na segunda campanha, com 33,73 mg/L.

Nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal e nitrogênio total

As concentrações das formas nitrogenadas dissolvidas (amônia, nitrito e nitrato) e nitrogênio total apresentaram uma ampla variação entre as estações, sem um padrão definido, independentemente do trecho ou ambiente amostrado.

As concentrações de nitrato variaram desde 0,003 mg/L nas estações MOX 02 e XIN 01 a 0,019 mg/L em XIN 10 na primeira campanha (Figura 13 e Tabelas 5 e 6) e na segunda campanha variou de 0,004 mg/L em MOX 04 a 0,026 mg/L em ITA 04. Em termos de concentrações médias, os valores obtidos foram de 0,009 mg/L na primeira campanha e 0,015 mg/L na segunda. Quanto aos valores médios por ambiente, na primeira campanha o reservatório de Delmiro Gouveia apresentou a menor média, com 0,002 mg/L e a maior ocorreu no reservatório de Sobradinho, com 0,014 mg/L, enquanto que, na segunda campanha a menor média ocorreu no trecho lótico inicial, com 0,006 mg/L e a maior no reservatório de Itaparica, com 0,022 mg/L. Os valores mensurados de concentrações de nitrato para o período de setembro/2021 estão dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução 357/05 do CONAMA, que é de 10,0 mg/L.

Quanto às concentrações do nitrito variaram de concentração nula em MOPI 01 a 0,0032 mg/L em SOB 24 na primeira campanha e de 0,0012 mg/L em ITA 01, ITA 11, XIN 01 e XIN 04 a 0,0032 em BSF 11 na segunda campanha. A média para as duas campanhas ficou em 0,0022 mg/L e 0,0019 mg/L respectivamente (Figura 14 e Tabelas 5 e 6). Quanto às médias por ambiente, as maiores ocorreram nos trechos lóticos inicial e final na primeira campanha, com 0,0027 mg/L e no trecho lótico final na segunda campanha, com 0,0025 mg/L, enquanto que as menores ocorreram no reservatório de Moxotó na primeira campanha e no reservatório de Xingó na segunda, com concentrações de 0,0017 mg/L e 0,0013 mg/L respectivamente.

As concentrações médias do nitrogênio amoniacal foram iguais ou inferiores a 0,150 mg/L nas duas campanhas (Tabelas 5 e 6), com registros de picos de concentração na primeira



campanha no reservatório de Sobradinho de 0,086 em SOB 19, no trecho lótico inicial de 0,090 mg/L em SOB 25 e de 0,091 mg/L em SOB 29, no reservatório de Moxotó de 0,089 mg/L em MOPI 01 e no trecho lótico final de 0,084 mg/L, em BSF 16, enquanto que na segunda campanha os maiores picos ocorreram no reservatório de Moxotó em MOX 04, com 0,142 mg/L e em MOPI 09, com 0,141 mg/L. As concentrações variaram de 0,022 mg/L em MOX 02 a 0,091 mg/L em SOB 29 e uma média de 0,049 mg/L na primeira campanha. Enquanto que na segunda campanha variou de 0,028 mg/L em ITA 04 a 0,142 em MOX 04 e uma média de 0,057 mg/L. Quanto às médias por ambiente, o reservatório de Delmiro Gouveia apresentou a média mais baixa na primeira campanha, com 0,023 mg/L e o reservatório de Itaparica na segunda campanha com 0,031 mg/L. Enquanto que as mais elevadas ocorreram no reservatório de Sobradinho, com 0,086 mg/L na primeira campanha e no reservatório de Moxotó com 0,087 mg/L, na segunda.

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

As concentrações de nitrogênio total variaram de 6,955 mg/L em MOPI 01, BSF 02 e BSF 16 a 13,468 mg/L em SOB 29 e ITA 11 e uma média de 9,179 mg/L na primeira campanha e de 7,271 mg/L em XIN 04 a 15,554 mg/L em SOB 29 e uma média de 10,327 mg/L na segunda campanha (Tabelas 5 e 6 e Figura 16). A figura 16 mostra a mesma tendência espacial em ambas às campanhas, notadamente com concentrações superiores na segunda campanha em todas as estações amostrais. Quanto às médias por ambiente, o reservatório de Xingó apresentou a mais baixa em ambas as campanhas, com 7,166 mg/L na primeira e 7,672 mg/L na segunda campanha, e as mais elevadas ocorreram no reservatório de Sobradinho também em ambas as campanhas, com 12,266 mg/L na primeira e 14,795 mg/L na segunda campanha.

Ortofosfato, fosfato total e fósforo total

As concentrações de ortofosfato foram superiores na segunda campanha em todas as estações e mantiveram-se abaixo de 0,035 mg/L em ambas as campanhas de setembro/2021 (Figura 17). As concentrações variaram de 0,005 mg/L em ITA 01, ITA 08 e PAIV 01 a 0,018 mg/L em SOB 29 e média de 0,011 mg/L na primeira campanha e de 0,008 mg/L em ITA 04 a 0,032 mg/L em XIN 01 e média de 0,017 mg/L na segunda (Tabelas 5 e 6 e Figura 17). Analisando por ambiente, o reservatório de PAIV apresentou a menor concentração média na primeira campanha, com 0,005 mg/L e o reservatório de Itaparica na segunda campanha, com 0,012 mg/L, enquanto que o reservatório de Delmiro Gouveia apresentou a maior, com 0,017 mg/L na primeira campanha e o reservatório de Xingó, com 0,023 mg/L na segunda. O fosfato total apresentou-se com concentrações variando de 0,012 mg/L em ITA 08 a 0,032 mg/L em MOX 02, XIN 04, XIN 10 e BSF 06 e média de 0,023 mg/L para todas as estações na primeira campanha e de 0,028 mg/L em ITA 01 e ITA 11 a 0,043 mg/L em SOB 24, SOB 25, MOPI 01, MOX 03, XIN 10 e BSF 11 e média de 0,038 mg/L na segunda campanha. Notadamente na figura 18, mostra-se que as concentrações foram superiores na segunda campanha em todas as estações de monitoramento. Quanto às médias por ambiente, o reservatório de Itaparica registrou a mais baixa em ambas as campanhas, com 0,016 mg/L na primeira campanha e 0,031 mg/L na segunda campanha. O reservatório de Xingó registrou a média mais alta na primeira campanha, com 0,030 mg/L na primeira e o reservatório de Moxotó na segunda campanha com 0,042 mg/L.

As concentrações de fósforo total mensuradas no período variaram de 0,027 mg/L em SOB 25, ITA 04, MOX 04 e PA 02 a 0,079 mg/L em SOB 22 e XIN 01 na primeira campanha e de 0,027 mg/L em SOB 19 a 0,063 mg/L em MOX 03 na segunda campanha (Tabelas 5 e 6 e Figura 19), apresentando ainda, médias de 0,055 mg/L e 0,042 mg/L para primeira e segunda campanha, respectivamente. As concentrações de fósforo total nos trechos lóticos, cujo limite estabelecido pelo CONAMA é de 0,1 mg/L, não foi ultrapassado por nenhuma das estações em ambas as campanhas. Nos trechos lênticos, cujo limite é de 0,030 mg/L, apenas as estações ITA 04, MOX 04 e PA 02 tiveram valores inferiores a este limite na primeira campanha, enquanto que na segunda campanha apenas a estação SOB 19 ficou abaixo do limite recomendado. Quanto às médias por ambiente, o reservatório de Delmiro Gouveia



apresentou à média mais baixa em ambas as campanhas, com 0,027 mg/L na primeira e 0,033 mg/L na segunda campanha. As médias mais elevadas ocorreram no reservatório de Xingó na primeira campanha, com 0,065 mg/L e no reservatório de Moxotó na segunda, com 0,051 mg/L.

Clorofila a e feofitina

As concentrações de clorofila **a** mensuradas no período ficaram abaixo de 12,000 µg/L e apresentando uma estabilidade em todo trecho monitorado. Variou de 1,116 µg/L em ITA 11 e PAIV 01 a 6,696 µg/L em MOX 03 e uma média de 3,441 µg/L na primeira campanha e entre 1,116 µg/L em MOPI 09 a 11,160 µg/L em XIN 10 e média de 3,302 µg/L na segunda campanha (Tabelas 5 e 6 e Figura 20). Os valores mensurados de concentrações de clorofila para o mês de setembro/2021 estão dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução 357/05 do CONAMA, que é de 30,00 µg/L (Figura 20). Quanto às médias por ambiente, a menor registrada ficou com o reservatório de PAIV na primeira campanha, com 1,116 µg/L e a maior com os reservatórios de Delmiro Gouveia e de Xingó, com 4,464 µg/L, enquanto que na segunda campanha a menor média foi registrada nos reservatórios de Sobradinho, Moxotó e PAIV, com 2,232 µg/L e a maior com o reservatório de Xingó, com 6,696 µg/L.

A feofitina apresentou cinco picos de concentração acima de 7,000 µg/L, quatro na primeira campanha em MOX 02, PA 02, XIN 01 e XIN 04 e apenas um na segunda em MOPI 09 (Figura 21 e Tabelas 5 e 6). As concentrações variaram de nula em ITA 11 a 8,928 µg/L, em MOX 02 e XIN 04 com média de 5,115 µg/L na primeira campanha e de 1,116 µg/L em SOB 19, SOB 25 e ITA 11 a 7,812 µg/L em MOPI 09 e média de 2,837 µg/L na segunda. Quanto às médias por ambiente, as menores ocorreram nos reservatórios de Itaparica, com 2,455 µg/L na primeira campanha e no de Sobradinho com 1,116 µg/L na segunda campanha, enquanto que as maiores, nos reservatórios de Delmiro Gouveia, com 7,812 µg/L na primeira campanha e no reservatório de Moxotó, com 3,794 µg/L na segunda campanha.



Turbidez

A turbidez nas estações de amostragem variou entre 1,90 NTU em ITA 10, MOPI 09 e PA 02 a 6,70 NTU em XIN 04 e média de 3,25 NTU na primeira campanha, enquanto que na segunda campanha, variou de 2,00 NTU em ITA 04 e ITA 10 a 6,40 NTU em MOX 03 e média de 3,16 NTU, (Tabelas 5 e 6 e Figura 22). Avaliando-se por trecho ou ambiente da área monitorada, os valores médios mais elevados de turbidez foram registrados no trecho lótico final na primeira campanha, com 4,70 NTU e no reservatório de Xingó na segunda campanha, com 4,07 NTU. Enquanto que os menores valores médios registrados ocorreram no reservatório de Delmiro Gouveia, com 1,90 NTU na primeira campanha e no reservatório de Sobradinho na segunda campanha, com 2,10 NTU. Os valores mensurados de turbidez para o período de setembro/2021 estão dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução 357/05 do CONAMA, que é de 100,00 NTU (Figura 22).

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A demanda bioquímica de oxigênio nas estações de amostragem apresentou padrões espaciais semelhantes em ambas as campanhas. Variando entre 1,37 mg/L em SOB 29 a 3,07 mg/L em XIN 10 e uma média para todas as estações de 1,95 mg/L na primeira campanha e entre 1,24 mg/L em SOB 29 a 3,17 mg/L em XIN 10 e média de 2,03 mg/L na segunda campanha (Tabelas 5 e 6, Figura 23). Os valores médios de DBO foram mais elevados no reservatório de Delmiro Gouveia, com 2,33 mg/L, na primeira campanha e no reservatório de Xingó, com 2,40 mg/L na segunda, enquanto que os mais baixos foram registrados no reservatório de PAIV em ambas as campanhas, com 1,46 mg/L na primeira e 1,55 mg/L na segunda campanha. Os valores mensurados de DBO para o período de setembro/2021 estão dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução 357/05 do CONAMA, que é de 5,00 mg/L (Figura 22).

Carbono Orgânico Total (COT)

A concentração de carbono orgânico total dentre as estações de amostragem variou entre 4,95 mg/L em BSF 16 a 6,33 mg/L em ITA 10 na primeira campanha e entre 5,01 mg/L em PAIV 01 a 6,05 mg/L em ITA 08 e MOPI 01 e médias para ambas as campanhas de 5,60 mg/L



e 5,43 mg/L, respectivamente (Tabelas 5 e 6, Figura 24). Ainda na figura 24, observa-se um equilíbrio entre as duas campanhas quanto às concentrações de carbono. Analisando os valores médios por ambiente, nos mostram que os menores valores ocorreram no reservatório de PAIV em ambas as campanhas, com 5,23 mg/L na primeira campanha e 5,01 mg/L na segunda, enquanto que os maiores ocorreram nos reservatórios de Delmiro Gouveia, com 6,22 mg/L na primeira campanha e no de Moxotó na segunda campanha, com 5,56 mg/L.

Sólidos totais e sedimentáveis

A concentração de sólidos totais na água dentre as estações de amostragem teve um valor mínimo de 0,0005 g/L na estação ITA 04 e um valor máximo de 0,0047 g/L em XIN 04 e uma média para todas as estações de 0,0016 g/L na primeira campanha. Na segunda campanha apresentou um mínimo de 0,0005 g/L em ITA 10 e um máximo de 0,0025 g/L em PA 02, apresentando ainda uma média para todas as estações de 0,0010 g/L. Ao analisarmos as médias por ambiente, encontramos para a primeira campanha um valor mínimo de 0,0009 g/L para o reservatório de Itaparica e um valor máximo de 0,0033 g/L para o reservatório de Xingó e para a segunda campanha um valor mínimo de 0,0007 g/L também para o reservatório de Itaparica e um valor máximo de 0,0025 g/L para o reservatório de Delmiro Gouveia (Tabelas 7 e 8 e Figura 25).

Quanto à fração orgânica, foi registrada na primeira campanha uma concentração mínima de 0,0003 g/L nas estações ITA 04, BSF 06 e BSF 11 e uma máxima de 0,0039 g/L em XIN 04 e uma média de 0,0011 g/L. Na segunda campanha registrou-se concentração de 0,0002 g/L em ITA 10 e BSF 16 e uma máxima de 0,0010 g/L em XIN 04 e uma média de 0,0005 g/L para todas as estações. A figura 26 mostra a predominância da primeira campanha nas concentrações de sólidos orgânicos. Quanto às médias por ambiente, a mais baixa ocorreu no reservatório de Sobradinho na primeira campanha com concentração de 0,0005 g/L e a mais alta no reservatório de Xingó, com 0,0027 g/L, enquanto que na segunda campanha, a mais alta ocorreu também no reservatório de Xingó, com 0,0009 g/L e a mais baixa nos reservatórios de Sobradinho, Itaparica e PAIV, com 0,0003 g/L (Tabelas 7 e 8 e Figura 26). Quanto à fração inorgânica foi registrado valor mínimo de 0,0002 g/L na estações ITA 04, ITA

08, ITA 10 e MOX 04 e um valor máximo de 0,0014 g/L em SOB 19 e uma média para todas as estações de 0,0005 g/L na primeira campanha, enquanto que na segunda campanha os valores de concentração mínima de 0,0003 g/L ocorreram nas estações SOB 24, SOB 25, ITA 04, ITA 10, ITA 11, MOX 02, XIN 01 e BSF 06 e o valor máximo ocorreu na estação PA 02 com 0,0019 g/L e um valor médio de 0,0005 g/L. Os valores médios por ambiente mostram que o reservatório de Itaparica na primeira campanha apresentou o valor mais baixo, com 0,0003 g/L e o valor mais elevado ocorreu no reservatório de Sobradinho, com 0,0014 g/L, enquanto que na segunda campanha o reservatório de Delmiro Gouveia apresentou média mais alta, com 0,0019 g/L e o trecho lótico inicial e os reservatórios de Itaparica e de Xingó apresentaram a mais baixa, com concentração de 0,0004 g/L (Tabelas 7 e 8 e Figura 27). Os sólidos sedimentáveis não atingiram o limite de detecção do método (<0,1mL/L) (Tabelas 7 e 8).

Perfil da Estação SOB 19

Os dados relativos às variáveis ambientais de campo, monitoradas na estação SOB 19 Centro, Direita e Esquerda, do reservatório de Sobradinho, constam das Tabelas 9 a 14, referentes à 1^a e 2^a campanhas de setembro/2021. As Figuras 28 a 31 apresentam os perfis verticais das variáveis das duas campanhas do mês.

Os valores de temperatura, condutividade elétrica, salinidade e STD foram iguais ou com pequenas oscilações nas três estações e nas profundidades durante as campanhas. Na primeira campanha, a temperatura oscilou entre 23,30 °C a 23,70 °C, com médias de 23,55°C, 23,47°C e 23,54°C para as estações Centro, Direita e Esquerda, respectivamente, e uma média geral para as três estações de 23,52°C. A condutividade variou de 71,60 uS/cm a 72,90 uS/cm, com médias de 72,04 uS/cm , 71,98 uS/cm e 72,06 uS/cm para as estações Centro, Direita e Esquerda, respectivamente, e média geral para as três estações de 72,03 uS/cm. A salinidade ficou constante em 0,03 e os sólidos totais dissolvidos variaram de 48,10 mg/L a 48,75 mg/L, com médias de 48,10 mg/L, 48,13 mg/L e 48,10 mg/L e média geral de 48,11 mg/L. O oxigênio dissolvido teve médias variando 7,18 mg/L, 7,23 mg/L e 7,23 mg/L para SOB 19C, SOB 19D e SOB 19E, respectivamente, variando de 6,62 mg/L e 77,50 % a 7,62 mg/L e 90,00 % e uma média geral de 7,22 mg/L, enquanto que o pH oscilou entre 7,14 a 8,03, com médias por estação de 7,94, 8,00 e 7,67 para SOB 19C, SOB 19D e SOB 19E



respectivamente. Na segunda campanha, a temperatura oscilou entre 23,70 °C a 24,00 °C, com médias de 23,83°C, 23,91°C e 23,83°C nas três estações respectivamente e uma média geral 23,85°C. A condutividade variou de 72,20 uS/cm a 72,90 uS/cm, com médias de 72,59 uS/cm, 72,68 uS/cm e 72,58 uS/cm para as estações Centro, Direita e Esquerda, respectivamente, e média geral para as três estações de 72,61 uS/cm. A salinidade ficou constante em 0,03 e os sólidos totais dissolvidos também ficou estável em 48,10 mg/L. O oxigênio dissolvido teve médias variando 7,23 mg/L, 7,29 mg/L e 7,01 mg/L para SOB 19C, SOB 19D e SOB 19E, respectivamente, variando de 6,81 mg/L a 80,60 % a 7,77 mg/L e 92,10 % e uma média geral de 7,15 mg/L, enquanto que o pH oscilou entre 7,97 a 8,12, com médias por estação de 8,06, 8,09 e 8,00 para SOB 19C, SOB 19D e SOB 19E respectivamente. Os dados obtidos durante o período de monitoramento apontam características de um ambiente homogêneo, sem diferenças significativas entre as estações e profundidades 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/2021.

Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	STD (mg/L)
Sup	23,70	7,85	72,30	7,44	87,50	0,03	48,10
1	23,70	7,86	72,30	7,40	86,90	0,03	48,10
2	23,70	7,87	72,30	7,35	86,40	0,03	48,10
3	23,70	7,89	72,30	7,33	86,20	0,03	48,10
4	23,60	7,90	72,20	7,31	86,50	0,03	48,10
5	23,60	7,93	72,20	7,20	84,60	0,03	48,10
6	23,50	7,95	72,00	7,14	82,80	0,03	48,10
7	23,50	7,94	72,00	7,24	83,90	0,03	48,10
8	23,50	7,94	72,00	7,28	85,70	0,03	48,10
9	23,50	7,94	72,00	7,27	85,60	0,03	48,10
10	23,50	7,95	72,00	7,29	85,80	0,03	48,10
11	23,50	7,95	72,00	7,25	85,30	0,03	48,10
12	23,50	7,94	72,00	7,22	85,00	0,03	48,10
13	23,50	7,95	72,00	7,13	83,90	0,03	48,10
14	23,50	7,97	71,90	7,03	82,60	0,03	48,10
15	23,50	7,96	71,90	7,08	83,20	0,03	48,10
16	23,50	7,95	71,90	7,11	83,70	0,03	48,10
17	23,50	7,96	71,90	7,05	82,90	0,03	48,10
18	23,50	7,98	71,90	6,99	82,20	0,03	48,10
19	23,50	7,97	71,90	6,96	81,80	0,03	48,10
20	23,50	7,97	71,90	6,91	81,20	0,03	48,10
21	23,50	7,97	71,90	6,91	81,20	0,03	48,10

Tabela 10– Valores de temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio (OD), salinidade e sólidos totais dissolvidos (STD), do perfil da coluna da água da estação de monitoramento SOB 19 Direita no reservatório de Sobradinho, durante a 1ª campanha de setembro/2021.

Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	STD (mg/L)
Superfície	23,60	7,97	72,20	7,60	89,80	0,03	48,10
1	23,60	7,98	72,20	7,55	89,20	0,03	48,10
2	23,60	7,99	72,10	7,47	82,10	0,03	48,10
3	23,60	7,99	72,10	7,35	80,80	0,03	48,10
4	23,60	7,99	72,10	7,22	85,10	0,03	48,10
5	23,60	8,00	72,10	7,25	85,20	0,03	48,10
6	23,50	8,01	72,00	7,29	86,30	0,03	48,10
7	23,50	8,01	72,00	7,27	86,00	0,03	48,10
8	23,50	8,01	71,90	7,25	85,50	0,03	48,10
9	23,50	8,02	71,90	7,18	84,70	0,03	48,10
10	23,40	8,02	71,90	7,07	83,60	0,03	48,10
11	23,40	8,02	71,90	7,16	84,60	0,03	48,10
12	23,40	8,01	71,90	7,21	84,90	0,03	48,10
13	23,40	8,01	71,90	7,23	85,10	0,03	48,10
14	23,40	8,02	71,70	7,25	85,20	0,03	48,10
15	23,40	8,02	71,70	7,22	85,00	0,03	48,10
16	23,30	8,03	71,60	7,20	84,40	0,03	48,10
17	23,30	8,03	71,60	7,00	82,10	0,03	48,10
18	23,30	7,93	72,90	6,62	77,50	0,03	48,75



Tabela 11– Valores de temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio (OD), salinidade e sólidos totais dissolvidos (STD), do perfil da coluna da água da estação de monitoramento SOB 19 Esquerda no reservatório de Sobradinho, durante a 1ª campanha de setembro/2021.

Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	STD (mg/L)
Superfície	23,70	7,14	72,20	7,62	90,00	0,03	48,10
1	23,70	7,21	72,20	7,50	88,60	0,03	48,10
2	23,60	7,29	72,20	7,42	87,50	0,03	48,10
3	23,60	7,35	72,20	7,38	87,00	0,03	48,10
4	23,60	7,42	72,10	7,34	86,30	0,03	48,10
5	23,60	7,44	72,10	7,38	86,80	0,03	48,10
6	23,60	7,47	72,10	7,43	87,60	0,03	48,10
7	23,60	7,52	72,10	7,38	86,80	0,03	48,10
8	23,60	7,56	72,10	7,33	86,40	0,03	48,10
9	23,60	7,60	72,10	7,20	84,70	0,03	48,10
10	23,50	7,62	72,10	7,01	82,70	0,03	48,10
11	23,50	7,64	72,10	7,08	83,50	0,03	48,10
12	23,50	7,65	72,00	7,15	84,40	0,03	48,10
13	23,50	7,74	72,00	7,15	84,40	0,03	48,10
14	23,50	7,83	72,00	7,16	84,80	0,03	48,10
15	23,50	7,83	72,00	7,10	84,10	0,03	48,10
16	23,50	7,84	72,00	7,08	83,30	0,03	48,10
17	23,50	7,85	72,00	7,12	83,80	0,03	48,10
18	23,50	7,86	72,00	7,14	84,10	0,03	48,10
19	23,50	7,86	72,00	7,08	83,50	0,03	48,10
20	23,50	7,86	72,00	6,98	81,70	0,03	48,10
21	23,50	7,86	72,00	7,20	84,70	0,03	48,10
22	23,50	7,86	72,00	7,20	84,70	0,03	48,10
23	23,50	7,86	72,00	7,20	84,70	0,03	48,10
24	23,50	7,86	72,00	7,20	84,70	0,03	48,10
25	23,50	7,86	72,00	7,20	84,70	0,03	48,10
26	23,50	7,86	72,00	7,20	84,70	0,03	48,10
27	23,50	7,91	72,00	7,33	86,20	0,03	48,10



Tabela 12– Valores de temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio (OD), salinidade e sólidos totais dissolvidos (STD), do perfil da coluna da água da estação de monitoramento SOB 19 Centro no reservatório de Sobradinho, durante a 2^a campanha de setembro/2021.

Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	STD (mg/L)
Superfície	23,90	8,05	72,70	7,77	92,10	0,03	48,10
1	23,90	8,05	72,70	7,55	89,50	0,03	48,10
2	23,90	8,06	72,60	7,34	87,20	0,03	48,10
3	23,90	8,06	72,60	7,17	85,20	0,03	48,10
4	23,90	8,07	72,60	6,96	82,50	0,03	48,10
5	23,90	8,06	72,60	7,22	85,60	0,03	48,10
6	23,80	8,06	72,60	7,41	87,70	0,03	48,10
7	23,80	8,06	72,60	7,28	86,20	0,03	48,10
8	23,80	8,08	72,60	7,14	84,50	0,03	48,10
9	23,80	8,08	72,60	7,18	84,00	0,03	48,10
10	23,80	8,08	72,60	7,20	85,30	0,03	48,10
11	23,80	8,06	72,60	7,20	85,30	0,03	48,10
12	23,80	8,05	72,60	7,21	85,40	0,03	48,10
13	23,80	8,05	72,60	7,17	85,20	0,03	48,10
14	23,80	8,06	72,50	7,14	83,90	0,03	48,10
15	23,80	8,06	72,50	7,10	83,40	0,03	48,10
16	23,70	8,02	72,40	6,92	82,70	0,03	48,10

Tabela 13 – Valores de temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio (OD), salinidade e sólidos totais dissolvidos (STD), do perfil da coluna da água da estação de monitoramento SOB 19 Direita no reservatório de Sobradinho, durante a 2^a campanha de setembro/2021.

Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	STD (mg/L)
Superfície	24,00	8,07	72,90	7,57	90,20	0,03	48,10
1	24,00	8,08	72,90	7,45	88,80	0,03	48,10
2	24,00	8,09	72,80	7,37	87,70	0,03	48,10
3	24,00	8,10	72,80	7,50	89,20	0,03	48,10
4	24,00	8,11	72,80	7,51	89,30	0,03	48,10
5	24,00	8,11	72,80	7,47	88,90	0,03	48,10
6	24,00	8,12	72,80	7,39	87,60	0,03	48,10
7	24,00	8,11	72,80	7,35	87,10	0,03	48,10
8	24,00	8,11	72,80	7,34	87,10	0,03	48,10
9	24,00	8,10	72,80	7,36	87,20	0,03	48,10
10	23,90	8,09	72,70	7,38	87,50	0,03	48,10
11	23,90	8,09	72,70	7,20	85,30	0,03	48,10
12	23,80	8,10	72,60	7,03	83,10	0,03	48,10
13	23,80	8,08	72,60	7,10	83,90	0,03	48,10
14	23,70	8,06	72,30	7,13	84,50	0,03	48,10
15	23,70	8,04	72,30	7,00	83,00	0,03	48,10
16	23,70	8,02	72,20	6,81	80,60	0,03	48,10



Tabela 14 –Valores de temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio (OD), salinidade e sólidos totais dissolvidos (STD), do perfil da coluna da água da estação de monitoramento SOB 19 Esquerda no reservatório de Sobradinho, durante a 2^a campanha de setembro/2021.

Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	OD (%)	Salinidade	STD (mg/L)
Superfície	23,90	7,99	72,70	7,33	86,90	0,03	48,10
1	23,90	7,98	72,70	7,20	85,40	0,03	48,10
2	23,90	7,97	72,70	7,09	84,10	0,03	48,10
3	23,90	7,99	72,70	7,10	84,20	0,03	48,10
4	23,90	8,00	72,70	7,11	83,90	0,03	48,10
5	23,90	8,01	72,70	7,14	84,30	0,03	48,10
6	23,90	8,02	72,70	7,17	85,10	0,03	48,10
7	23,90	8,03	72,70	7,05	83,70	0,03	48,10
8	23,90	8,04	72,70	6,98	82,50	0,03	48,10
9	23,90	8,02	72,70	6,96	82,30	0,03	48,10
10	23,90	8,01	72,70	6,95	82,30	0,03	48,10
11	23,90	8,01	72,70	7,04	83,60	0,03	48,10
12	23,90	8,01	72,60	7,07	83,80	0,03	48,10
13	23,90	8,01	72,60	7,13	84,50	0,03	48,10
14	23,90	8,01	72,60	7,22	85,50	0,03	48,10
15	23,90	8,01	72,60	7,00	82,90	0,03	48,10
16	23,80	8,01	72,60	6,94	82,10	0,03	48,10
17	23,80	8,01	72,60	6,94	82,10	0,03	48,10
18	23,80	7,99	72,50	6,95	82,20	0,03	48,10
19	23,80	7,99	72,50	6,91	81,70	0,03	48,10
20	23,70	7,98	72,40	6,87	81,20	0,03	48,10
21	23,70	7,98	72,40	6,87	81,20	0,03	48,10
22	23,70	7,98	72,40	6,87	81,20	0,03	48,10
23	23,70	7,98	72,40	6,87	81,20	0,03	48,10
24	23,70	7,98	72,40	6,87	81,20	0,03	48,10
25	23,70	7,98	72,40	6,87	81,20	0,03	48,10
26	23,70	7,98	72,40	6,87	81,20	0,03	48,10
27	23,70	7,99	72,40	6,88	80,90	0,03	48,10

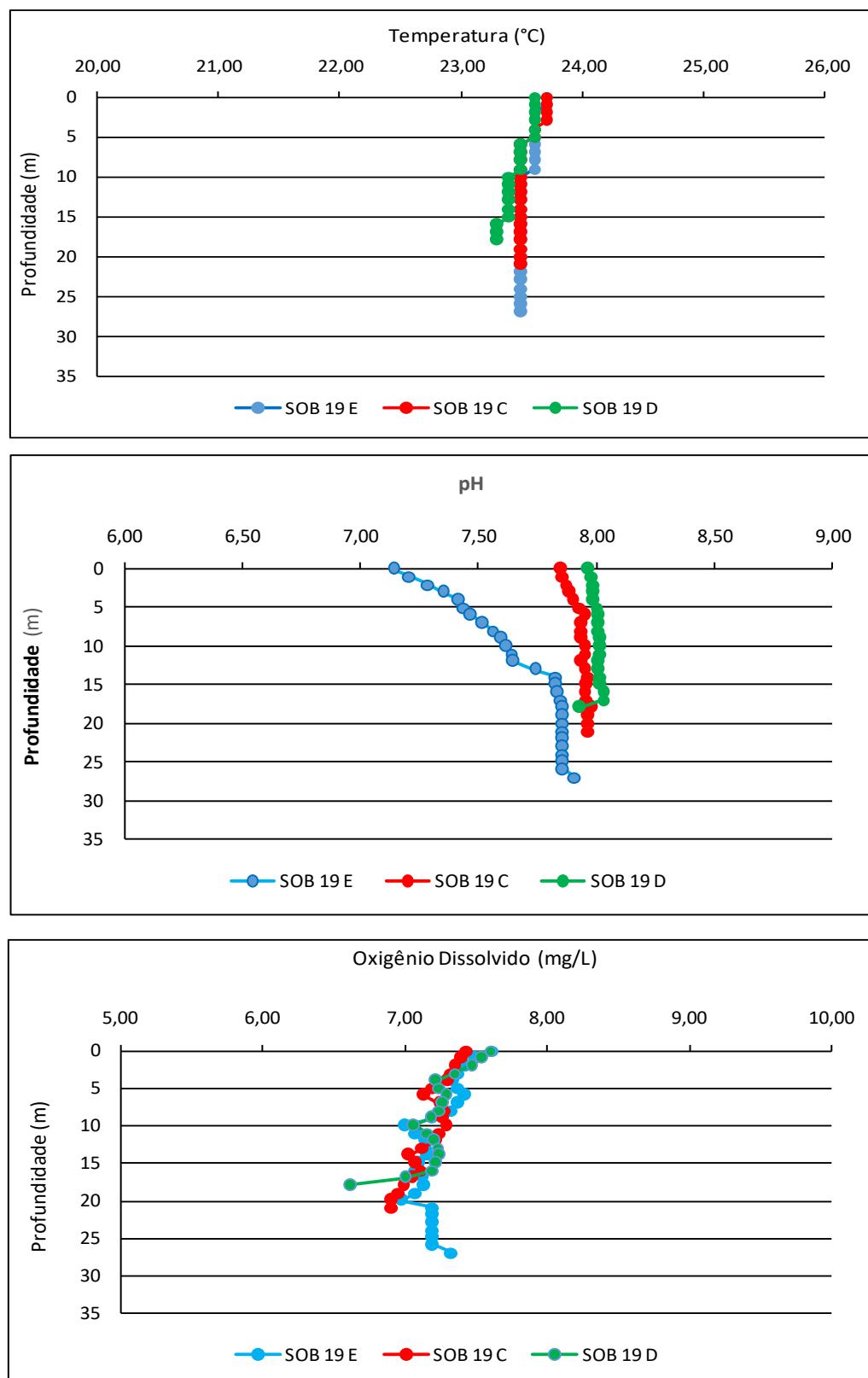


Figura 28 – Perfis verticais da temperatura, pH e concentração de oxigênio dissolvido da água na estação SOB 19 Centro, Esquerda e Direita, referentes à 1^a. campanha de monitoramento de setembro/2021.

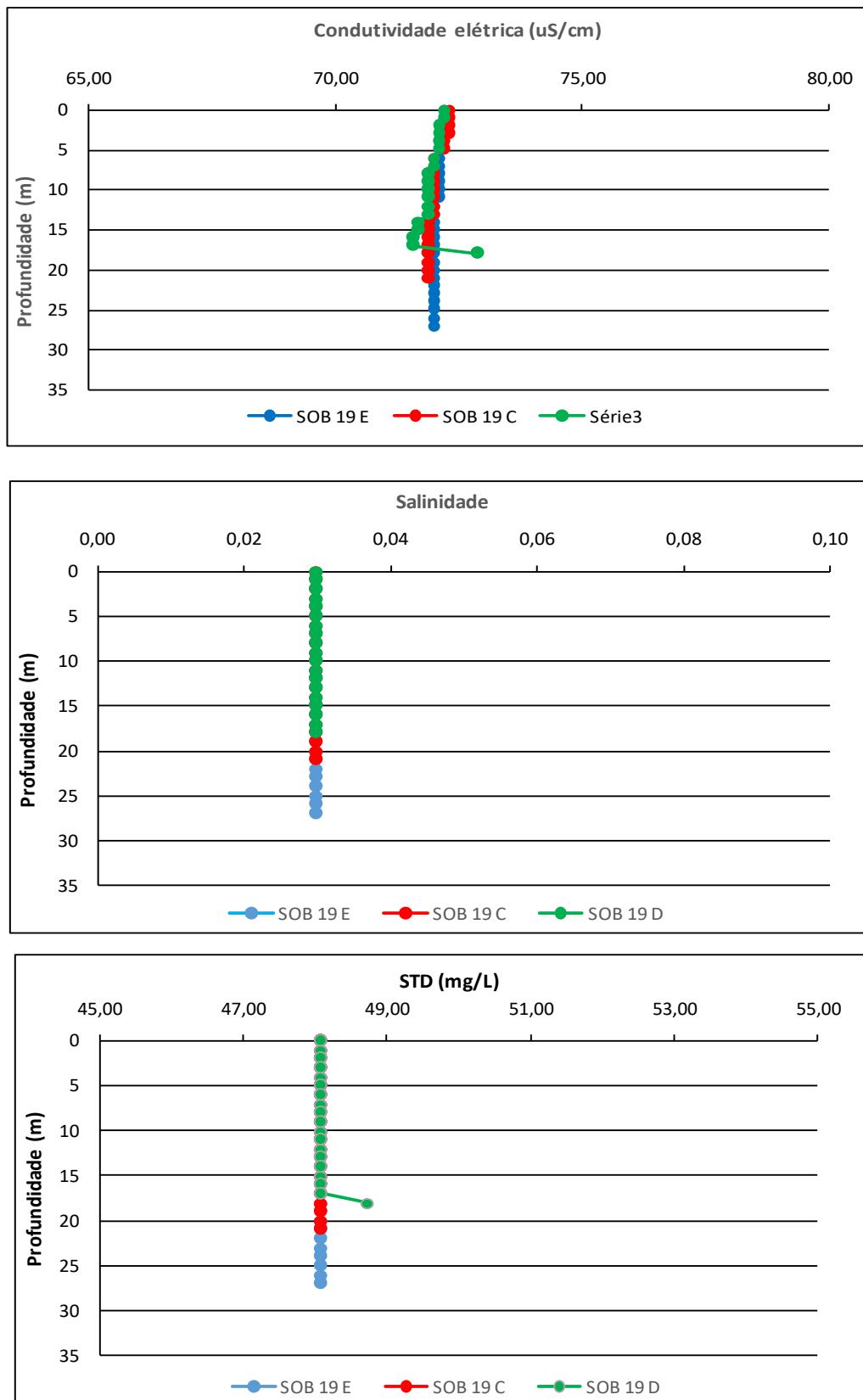


Figura 29– Perfis verticais da condutividade, salinidade e dos sólidos totais dissolvidos (STD) da água na estação SOB 19 Centro, Esquerda e Direita, referentes à 1^a. campanha de monitoramento de setembro/2021.

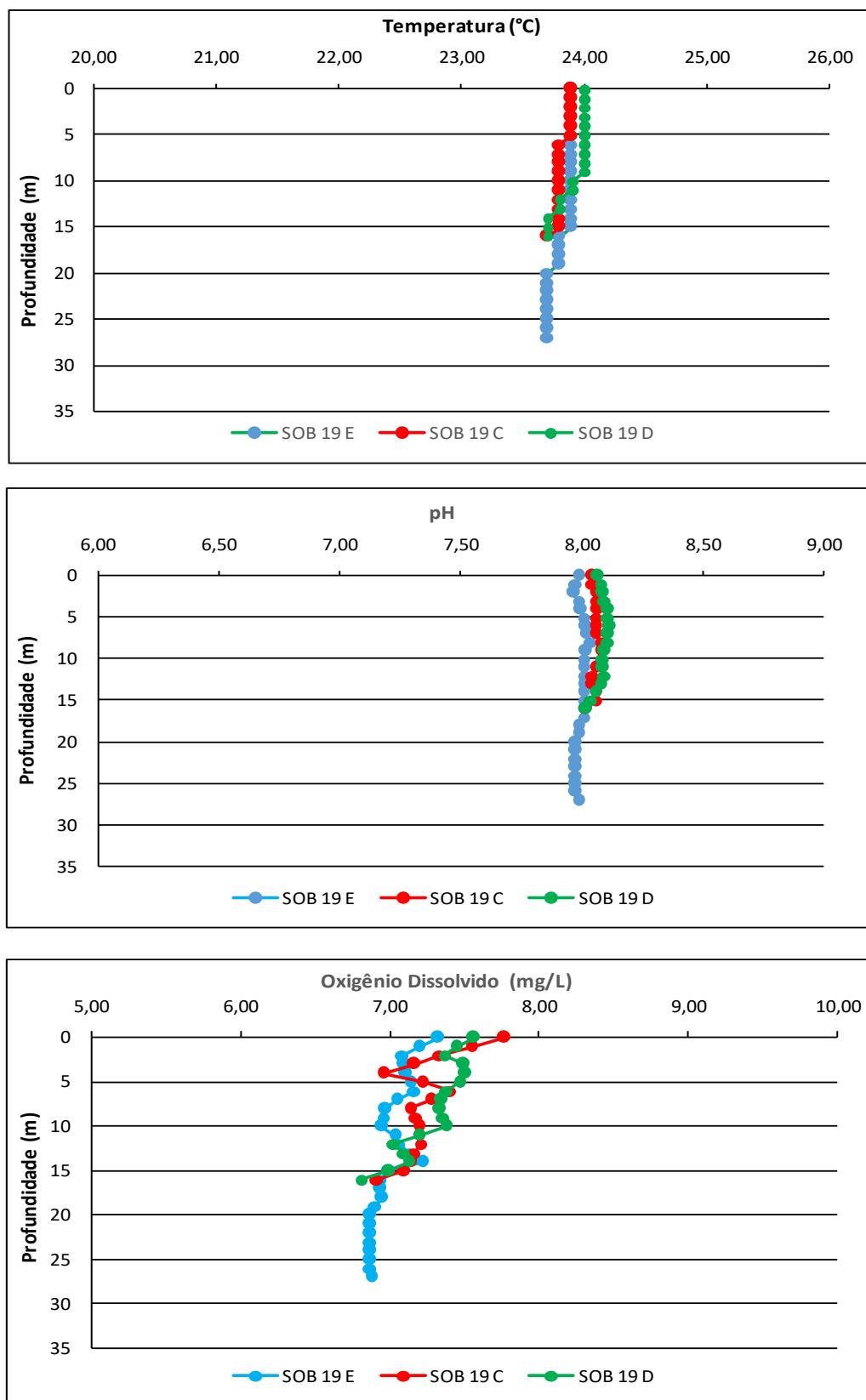


Figura 30– Perfis verticais da temperatura, pH e concentração de oxigênio dissolvido da água na estação SOB 19 Centro, Esquerda e Direita, referentes à 2^a. campanha de monitoramento de setembro/2021.

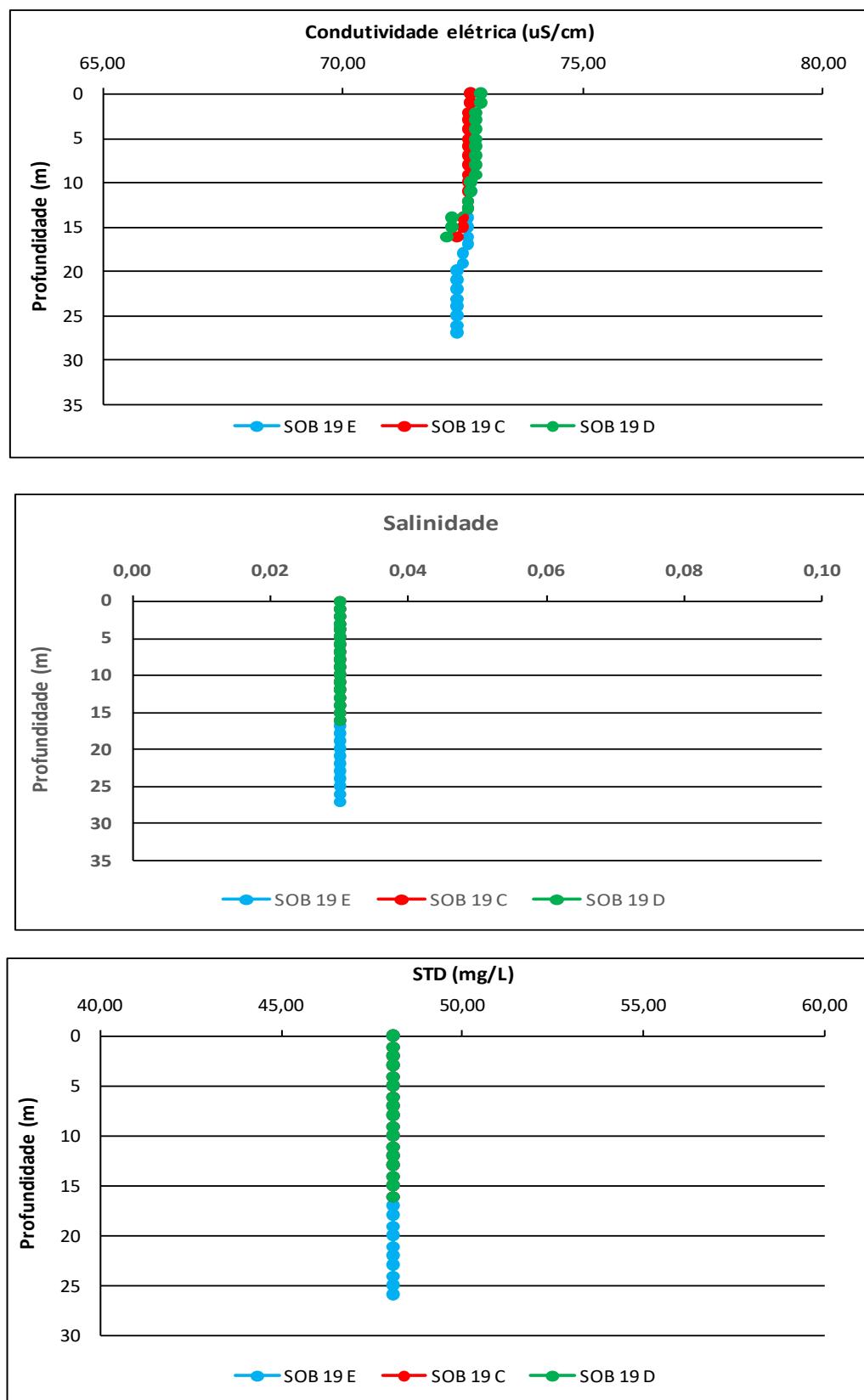


Figura 31– Perfis verticais da condutividade elétrica, salinidade e dos sólidos totais dissolvidos (STD) da água na estação SOB 19 Centro, Esquerda e Direita, referentes à 2^a. campanha de monitoramento de setembro/2021.

4. MONITORAMENTO DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA

Introdução

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

Metodologia

As amostras foram coletadas em 26 estações limnológicas, com duas coletas quinzenais no mês de setembro de 2021, diretamente da subsuperfície da água. Em campo, as amostras foram fixadas com solução de lugol acético a 1% para posteriores análises qualitativas e quantitativas.

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

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

4.1 RESULTADOS DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA

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

A comunidade fitoplancônica inventariada nos reservatórios de Sobradinho,

Itaparica, Moxotó, Paulo Afonso e Xingó, e Baixo São Francisco na 1^a campanha de monitoramento, realizada no período de 01 e 06 de setembro de 2021, foi representada por 79 táxons. Estes estiveram distribuídos em 7 Divisões: Chlorophyta (26), Bacillariophyta (24), Cyanobacteria (15), Cryptophyta (5), Dinophyta (4), Chrysophyta (3) e Euglenophyta (2) (ver Sinopse da 1^a Campanha). Nesta campanha, a classe do fitoplâncton com maior abundância relativa no total de amostras foi Cyanophyceae, representando 54,87% da comunidade fitoplanctônica total, seguida de Cryptophyceae (20,18%) e Bacillariophyceae (16,33%) (Figura 32).

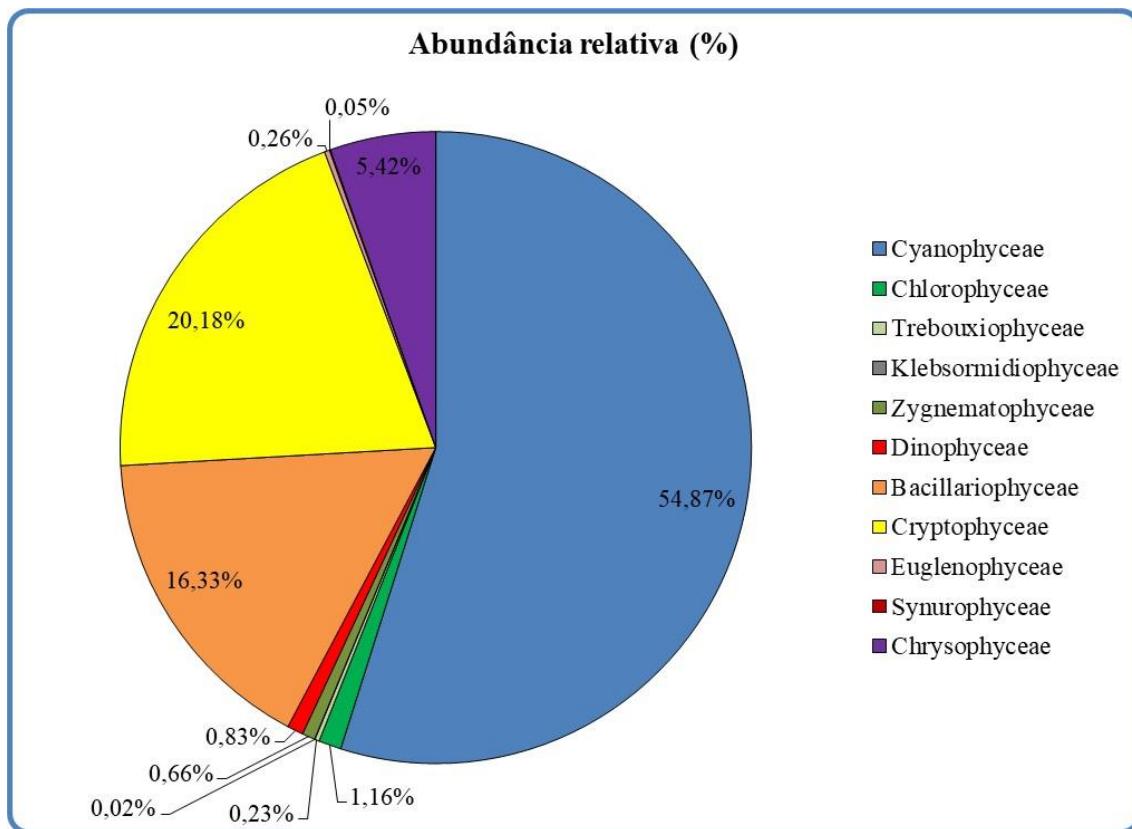


Figura 32- Abundância relativa da comunidade fitoplantônica por classe registrada entre 01 e 06 de setembro de 2021 (1^a Campanha).

Os pontos com os maiores valores de riqueza foram XIN01, XIN04 e BSF02 com 24 espécies cada, XIN10 e BSF06 com 22 espécies cada e BSF11 20 espécies (Figura 33). As maiores densidades totais ocorreram em Xingó (XIN10, XIN01 e XIN04) com 487.473 cél/mL, 162.037 cél/mL e 129.497 cél/mL, respectivamente, seguido de Itaparica (ITA04, ITA08, ITA10 e ITA11) com 42.567 cél/mL, 41.941 cél/mL, 34.726 cél/mL e 26.171 cél/mL,

respectivamente, e Baixo São Francisco (BSF02) com 23.685 cél/mL (Figura 34). Nos pontos XIN04, XIN10 e BSF02 ocorreram elevadas densidades da classe Cyanophyceae, representada principalmente por *Raphidiopsis raciborskii*, que contribuiu com mais de 80% da densidade total do fitoplâncton, além da Cyanophyceae *Aphanocapsa elachista* em ITA04, ITA08, ITA10, ITA11 e XIN01, que contribuiu com mais de 95% da densidade total do fitoplâncton. Todos os demais pontos apresentaram densidades menores que 10.000 cél/mL. A Tabela 15 apresenta a composição específica e os valores de densidade da comunidade fitoplanctônica nas diferentes estações na 1a. campanha de setembro/2021.

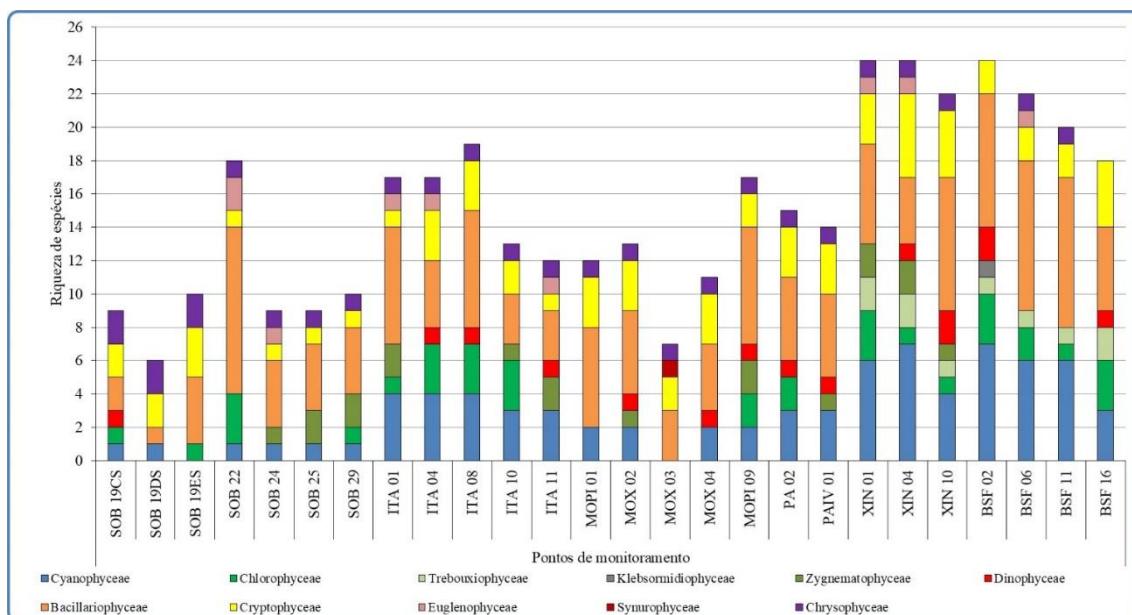


Figura 33- Riqueza fitoplanctônica por classe registrada entre 01 e 06 de setembro de 2021 (1ª Campanha).

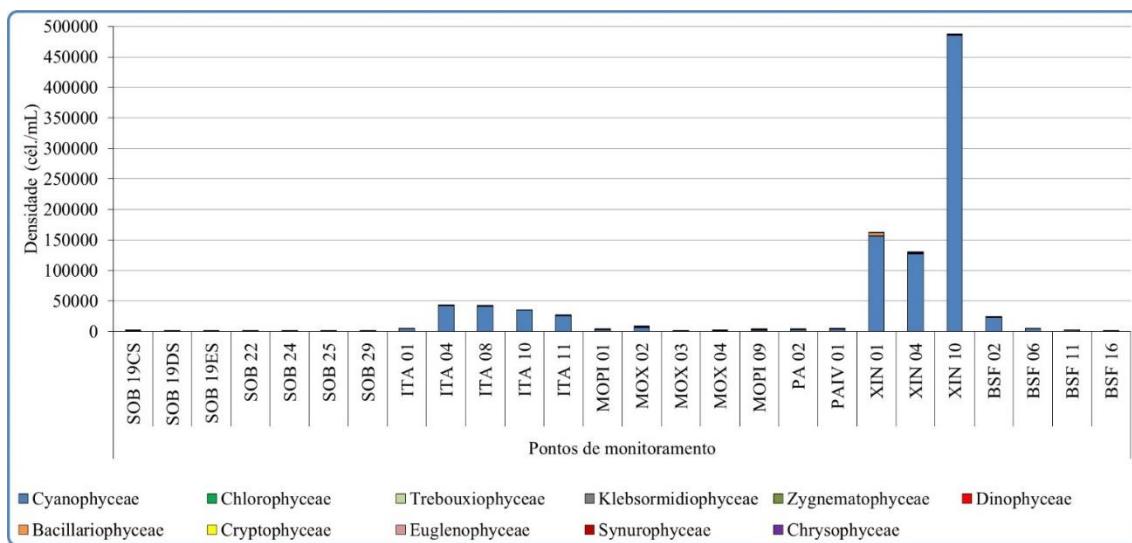


Figura 34- Densidade fitoplancônica por classe registrada entre 01 e 06 de setembro de 2021(1ª. Campanha).

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

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

Primeira campanha – Setembro de 2021

CYANOBACTERIA

Cyanophyceae

Chroococcales

Chroococcaceae

Chroococcus minutus (Keissler) Lemmermann

Dactylococcopsis sp.*

Microcystaceae

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

***Microcystis panniformis* Komárek, Komárková-Legnerová, Sant'Anna,**

M.T.P.Azevedo, & P.A.C.Senna

***Microcystis protocystis* WBCrow**

Nostocales

Aphanizomenonaceae

Dolichospermum* sp.*

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

Oscillatoriales

Coleofasciculaceae

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

Synechococcales

Leptolyngbyaceae

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

Merismopediaceae

***Aphanocapsa elachista* West & G. S. West**

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



Synechocystis aquatilis Sauvageau

Merismopedia tenuissima Lemmermann

Pseudanabaenaceae

Pseudanabaena catenata Lauterborn

Pseudanabaena mucicola (Naumann & Huber-Pestalozzi) Schwabe

CHLOROPHYTA

Chlorophyceae

Chlamydomonadales

Volvocaceae

Eudorina sp.

Volvox sp.

Sphaeropleales

Hidrodictyaceae

Monactinus simplex (Meyen) Corda

Stauridium tetras (Ehrenberg) E.Hegewald

Tetraëdon minimum (A.Braun) Hansgirg

Radiococcaceae

Coenococcus nygaardii (Komárek) Hindák

Coenococcus planctonicus Korshikov

Scenedesmaceae

Ankistrodesmus fusiformis Corda

Desmodesmus communis (E.Hegewald) E.Hegewald

Scenedesmus ecornis (Ehrenberg) Chodat

Selenastraceae

Kirchneriella irregularis (G. M. Smith) Korshinov

Kirchneriella lunaris (Kirchner) Möbius

Monoraphidium arcuatum (Korshikov) Hindák

Trebubriaceae

Trebaria setigera (W.Archer) G.M.Smith

Trebouxiophyceae

Chlorellales

Chlorellaceae

Micractinium pusillum Fresenius

Mucidospaerium pulchellum (H.C.Wood) C.Bock, Proschold & Krienitz

Oocystaceae

Oocystis borgei J.W.Snow

Trebouxiales

Botryococcaceae

Botryococcus braunii Kützing

Klebsormidiophyceae

Klebsormidiales

Elakatotrichaceae

Elakatothrix gelatinosa Wille

Zygnematophyceae

Desmidiales

Closteriaceae

Closterium arcuatum Brébisson ex Ralfs

Desmidiaceae

Cosmarium sp.

Staurastrum leptocladum Nordstedt

Staurastrum tetracerum Ralfs ex Ralfs

Spondylosium sp.

Zygnematales

Zygnemataceae

Mougeotia sp.

Spirogyra sp.

BACILLARIOPHYTA

Bacillariophyceae

Bacillariales

Bacillariaceae

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

Nitzschia palea (Kützing) W. Smith

Coccoidales

Achnanthidiaceae

Achnanthidium minutissimum (Kützing) Czarnecki

Cocconeidaceae

Cocconeis placentula Ehrenberg

Gomphonemataceae

Encyonema silesiacum (Bleisch) D.G.Mann

Gomphonema augur Ehrenberg

Gomphonema gracile Ehrenberg

Gomphonema lagenula

Gomphonema parvulum

Cymbellales

Cymbellaceae

Cymbella sp.

Gomphonemataceae

Encyonema silesiacum (Bleisch) D.G.Mann

Eunotiales

Eunotiaceae

Eunotia pectinalis (Kützing) Rabenhorst

Fragilariales

Fragilariaceae

Fragilaria capucina Desmazières

Fragilaria crotensis Kitton

Synedra goulardii Brébisson ex Cleve & Grunow

Naviculales

Naviculaceae

Navicula sp.

Pinnulariaceae

- Pinnularia major* (Kützing) Rabenhorst
- Stauroneidaceae
- Stauroneis* sp. Ehrenberg
- Rhopalodiales
- Rhopalodiaceae
 - Epithemia adnata* (Kützing) Brébisson
 - Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) O.Müller
- Licmophorales
- Ulnariaceae
 - Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère
- Coscinodiscophyceae
- Aulacoseirales
 - Aulacoseiraceae
 - Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen
 - Aulacoseira granulata* var. *angustissima* (O.Müller) Simonsen
- Rhizosoleniales
 - Rhizosoleniaceae
 - Urosolenia longiseta* (O.Zacharias) Edlund & Stoermer
- Mediophyceae
 - Stephanodiscales
 - Stephanodiscaceae
 - Cyclotella meneghiniana* Kützing
- DINOPHYTA
 - Dinophyceae
 - Gymnodiniales
 - Gymnodiniaceae
 - Gymnodinium* sp.
 - Gonyaulacales
 - Ceratiaceae
 - Ceratium furcoides* (Levander) Langhans
 - Peridiniales
 - Peridiniaceae
 - Peridinium gatunense* Nygaard in Ostenfeld & Nygaard
 - Peridinium* sp.
- EUGLENOPHYTA
 - Euglenophyceae
 - Euglenales
 - Euglenaceae
 - Trachelomonas volvocina* (Ehrenberg) Ehrenberg
 - Euglena* sp.
- CRYPTOPHYTA
 - Cryptophyceae
 - Cryptomonadales
 - Cryptomonadaceae
 - Cryptomonas brasiliensis* A.Castro, C.Bicudo & D.Bicudo

Cryptomonas erosa Ehrenberg
Cryptomonas ovata Ehrenberg
Hemiselmidaceae
Chroomonas sp.
Pyrenomonadales
Pyrenomonadaceae
Plagioselmis lacustris (Pascher & Ruttner) Javornicky

CHRYSPHYTA

Chrysophyceae
Chromulinales
Chromulinaceae
Ochromonas sp.
Dinobryaceae
Dinobryon bavaricum Imhof

Synurophyceae
Synurales
Mallomonadaceae
Mallomonas caudata Iwanoff [Ivanov]

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

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

Na 2ª Campanha de monitoramento, realizada no período de 07 a 10 de setembro de 2021, nos reservatórios de Sobradinho, Itaparica, Moxotó, Paulo Afonso e Xingó, e no Baixo São Francisco, a comunidade fitoplanctônica foi representada por 80 táxons distribuídos em 7 Divisões: Chlorophyta (28), Bacillariophyta (23), Cyanobacteria (15), Cryptophyta (5), Dinophyta (4), Chrysophyta (3) e Euglenophyta (2) (ver Sinopse da 2ª Campanha). O grupo com maior abundância relativa nesta campanha foi a classe Cyanophyceae, representando 40,72% da comunidade fitoplanctônica total, seguida de Cryptophyceae (26,76%) e Bacillariophyceae (19,03%) (Figura 35).

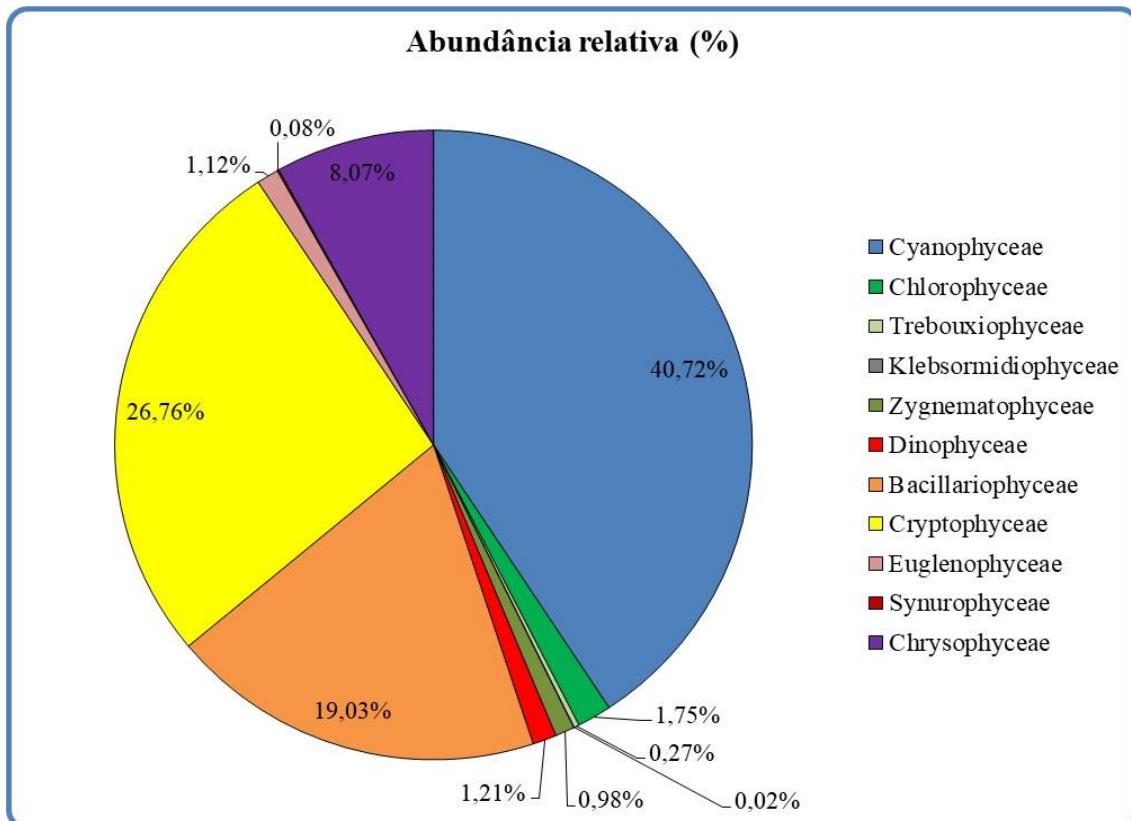


Figura 35- Abundância relativa da comunidade fitoplânctonica por classe registrada entre 07 e 10 de setembro de 2021 (2ª Campanha).

O ponto com maior valor de riqueza foi XIN01 com 31 espécies, seguido de BSF11 com 25 espécies, BSF16 com 23 espécies, BSF02 com 21, e SOB22 e ITA08 com 20 espécies cada (Figura 36). As maiores densidades foram verificadas em Xingó (XIN10, XIN01 e XIN04), seguido de Itaparica (ITA04). Em XIN10, a densidade total foi de 308.201 cél/mL, em XIN01 foi de 179.563 cél/mL, e em XIN04 foi de 77.698 cél/mL, enquanto em ITA04 a densidade foi de 29.559 cél/mL (Figura 37). Nos pontos XIN10 e XIN04 ocorreram elevadas densidades da classe Cyanophyceae, representada principalmente por *Raphidiopsis raciborskii*, que contribuiu com 92 e 85% da densidade total do fitoplâncton, respectivamente, enquanto em XIN01 e ITA04 ocorreram elevadas densidades da Cyanophyceae *Aphanocapsa elachista*, que contribuiu com 91 e 97% da densidade total do fitoplâncton, respectivamente. Todos os demais pontos, com exceção de ITA01, ITA08, ITA10, ITA11 e BSF02, apresentaram densidades inferiores a 10.000 cél/mL. A Tabela 16 apresenta a composição específica e os valores de densidade da comunidade fitoplânctônica nas diferentes estações na 2a.

campanha de setembro/2021.

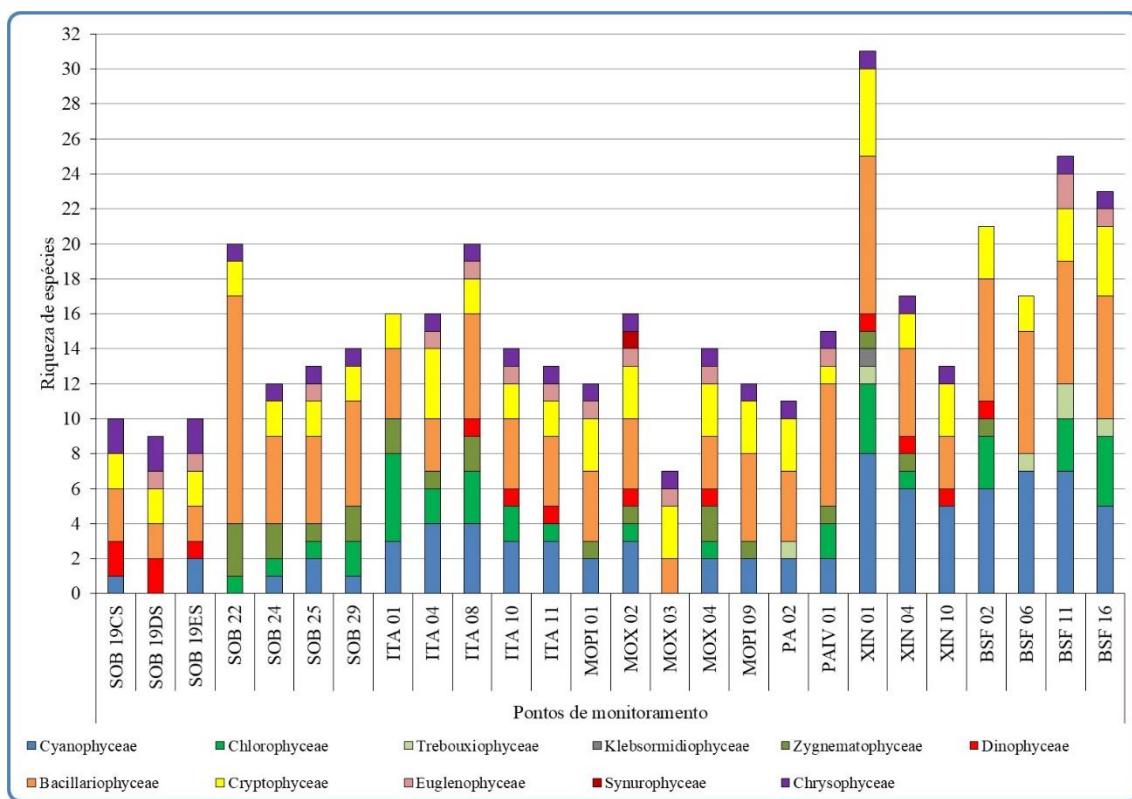


Figura 36- Riqueza fitoplânctonica por classe registrada entre 07 e 10 de setembro de 2021(2ª. Campanha).

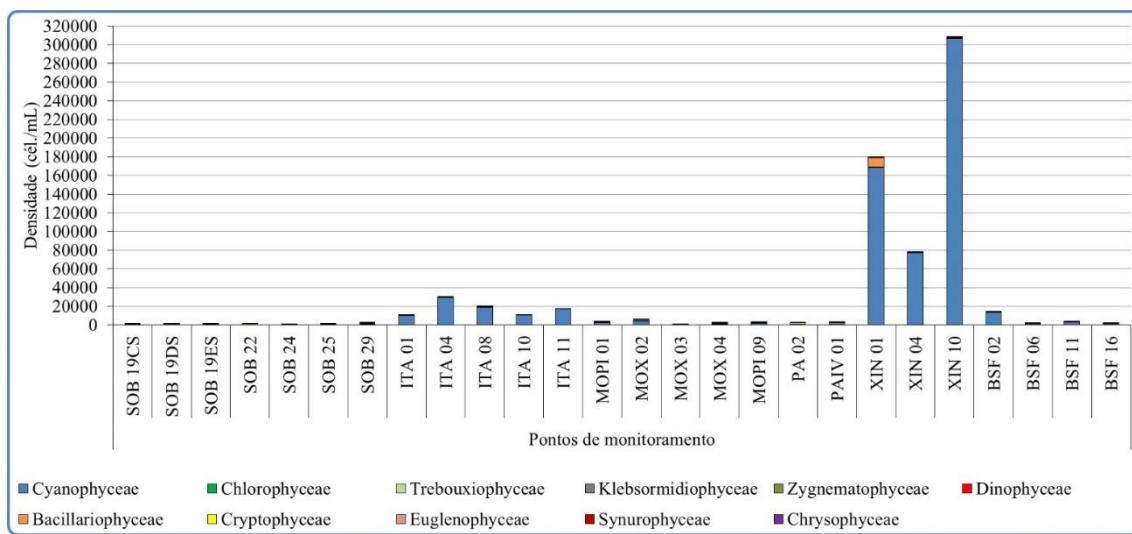


Figura 37- Densidade fitoplânctonica por classe registrada entre 07 e 10 de setembro de 2021(2ª. Campanha).

Na segunda campanha, foi registrada a presença das Cyanophyceae potencialmente

tóxicas *Microcystis aeruginosa* (Sobradinho, Moxotó, Paulo Afonso e Xingó), *Microcystis panniformis* (Moxotó), *Dolichospermum* sp. (Itaparica, Moxotó, Paulo Afonso e Xingó), *Raphidiopsis raciborskii* (Xingó e Baixo São Francisco), *Anagnostidinema amphibium* (Xingó e Baixo São Francisco), *Sphaerospermopsis aphanizomenoides* (Xingó), *Anabaenopsis* sp. (Baixo São Francisco), *Merismopedia tenuissima* (Baixo São Francisco), *Synechocystis aquatilis* (Itaparica, Xingó e Baixo São Francisco), *Pseudanabaena catenata* (Itaparica e Baixo São Francisco) e *Pseudanabaena mucicola* (Itaparica, Xingó e Baixo São Francisco) (ver Sinopse da 2ª Campanha).

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

Segunda campanha – Setembro de 2021

CYANOBACTERIA

Cyanophyceae

Chroococcales

Chroococcaceae

Chroococcus minutus (Keissler) Lemmermann

Dactylococcopsis sp.*

Microcystaceae

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

***Microcystis panniformis* Komárek, Komárová-Legnerová, Sant'Anna,**

M.T.P.Azevedo, & P.A.C.Senna

Nostocales

Aphanizomenonaceae

Anabaenopsis sp.

Dolichospermum sp.**

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

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

Oscillatoriales

Coleofasciculaceae

***Anagnostidinema amphibium* (C.Agardh ex Gomont) Strunecký, Bohunická,**

J.R.Johansen & J.Komárek

Synechococcales

Leptolyngbyaceae

Planktolyngbya limnetica (Lemmermann) Komárová-Legnerová & Cronberg

Merismopediaceae

Aphanocapsa elachista West & G. S. West

***Synechocystis aquatilis* Sauvageau**

***Merismopedia tenuissima* Lemmermann**

Pseudanabaenaceae

***Pseudanabaena catenata* Lauterborn**

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

CHLOROPHYTA

Chlorophyceae

Chlamydomonadales

Volvocaceae

Chlamydomonas ehrenbergii Gorozhankin

Volvox sp.

Sphaeropleales

Hidrodictyaceae

Monactinus simplex (Meyen) Corda

Radiococcaceae

Coenococcus nygaardii

Coenococcus plantonicus

Radiococcus planktonicus JWGLund

Scenedesmaceae

Desmodesmus communis (E.Hegewald) E.Hegewald

Desmodesmus bicaudatus (Dedusenko) P.M.Tsarenko

Scenedesmus acuminatus (Lagerheim) Chodat

Scenedesmus ecornis (Ehrenberg) Chodat

Selenastraceae

Kirchneriella irregularis (G. M. Smith) Korshinov

Monoraphidium arcuatum (Korshikov) Hindák

Monoraphidium contortum (Thuret) Komárková-Legnerová in Fott

Monoraphidium griffithii (Berkeley) Komárková-Legnerová

Trebouxiophyceae

Chlorellales

Chlorellaceae

Chlorella sp.

Crucigenia crucifera (Wolle) Kuntze

Micractinium pusillum Fresenius

Mucidosphaerium pulchellum (H.C.Wood) C.Bock, Proschold & Krienitz

Oocystaceae

Oocystis borgei J.W.Snow

Klebsormidiophyceae

Klebsormidiales

Elakatotrichaceae

Elakatothrix gelatinosa Wille

Zygnematophyceae

Desmidiales

Closteriaceae

Closterium arcuatum Brébisson ex Ralfs

Desmidiaceae

- Cosmarium* sp.
- Cosmarium orbiculatum* Ralfs ex Ralfs
- Staurastrum leptocladum* Nordstedt
- Staurastrum orbiculare* Meneghini ex Ralfs
- Staurastrum tetracerum* Ralfs ex Ralfs
- Zygnematales
 - Zygnemataceae
 - Mougeotia* sp.
 - Spirogyra* sp.
- BACILLARIOPHYTA
 - Bacillariophyceae
 - Bacillariales
 - Bacillariaceae
 - Cylindrotheca closterium* (Ehrenberg) Reimann & J. C. Lewin
 - Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith
 - Coccconeidales
 - Achnanthidiaceae
 - Achnanthidium minutissimum* (Kützing) Czarnecki
 - Coccconeidaceae
 - Cocconeis placentula* Ehrenberg
 - Gomphonemataceae
 - Encyonema silesiacum* (Bleisch) D.G.Mann
 - Gomphonema augur* Ehrenberg
 - Gomphonema gracile* Ehrenberg
 - Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing
 - Cymbellales
 - Cymbellaceae
 - Cymbella* sp.
 - Eunotiales
 - Eunotiaceae
 - Eunotia pectinalis* (Kützing) Rabenhorst
 - Fragilariales
 - Fragilariaeae
 - Fragilaria capucina* Desmazières
 - Fragilaria crotensis* Kitton
 - Synedra goulardii* Brébisson ex Cleve & Grunow
 - Licmophorales
 - Ulnariaceae
 - Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère
 - Mastogloiales
 - Achnanthaceae
 - Achnanthes* sp.
 - Naviculales
 - Naviculaceae
 - Navicula* sp.

- Pinnulariaceae
 - Pinnularia major* (Kützing) Rabenhorst
- Rhopalodiales
 - Rhopalodiaceae
 - Epithemia adnata* (Kützing) Brébisson
- Coscinodiscophyceae
- Aulacoseirales
 - Aulacoseiraceae
 - Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen
 - Aulacoseira granulata* var. *angustissima* (O.Müller) Simonsen
- Rhabdonematales
 - Tabellariaceae
 - Tabellaria* sp.
- Rhizosoleniales
 - Rhizosoleniaceae
 - Urosolenia longiseta* (O.Zacharias) Edlund & Stoermer
- Mediophyceae
 - Stephanodiscales
 - Stephanodiscaceae
 - Cyclotella meneghiniana* Kützing
- DINOPHYTA
 - Dinophyceae
 - Gymnodiniales
 - Gymnodiniaceae
 - Gymnodinium* sp.
 - Gonyaulacales
 - Ceratiaceae
 - Ceratium furcoides* (Levander) Langhans
 - Peridiniales
 - Peridiniaceae
 - Peridinium gatunense* Nygaard in Ostenfeld & Nygaard
 - Peridinium* sp.
- EUGLENOPHYTA
 - Euglenophyceae
 - Euglenales
 - Euglenaceae
 - Trachelomonas volvocina* (Ehrenberg) Ehrenberg
 - Trachelomonas* sp.
- CRYPTOPHYTA
 - Cryptophyceae
 - Cryptomonadales
 - Cryptomonadaceae
 - Cryptomonas brasiliensis* A.Castro, C.Bicudo & D.Bicudo
 - Cryptomonas* sp.
 - Cryptomonas ovata* Ehrenberg

Hemiselmidaceae
Chroomonas sp.

Pyrenomonadales
Pyrenomonadaceae
Plagioselmis lacustris (Pascher & Ruttner) Javornicky

CHRYSTOPHYTA

Chrysophyceae
Chromulinales
Chromulinaceae
Ochromonas sp.

Dinobryaceae
Dinobryon bavaricum Imhof

Synurophyceae
Synurales
Mallomonadaceae
Mallomonas caudata Iwanoff [Ivanov]

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

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

Comentários

Os grupos fitoplanctônicos mais representativos em termos de riqueza de espécies foram as diatomáceas, clorófitas e cianobactérias em todos os pontos amostrais na primeira e segunda campanha de setembro de 2021. Esses resultados foram semelhantes aos encontrados por Aragão-Tavares et al. (2015), Melo-Magalhães et al. (2000) e Franca e Coimbra (1998) nos reservatórios Itaparica e Xingó. No reservatório Xingó foram observados elevados picos de densidade de cianobactérias, representados, principalmente, pela espécie *Raphidiopsis raciborskii* nas duas campanhas de setembro de 2021. Aragão-Tavares et al. (2015) verificaram a presença de *R. raciborskii* nos reservatórios Itaparica e Xingó ao longo de um ano de estudo. A espécie *R. raciborskii* é uma das principais cianobactérias responsáveis pelas intensas florações nos reservatórios da região semiárida do nordeste do Brasil (MOURA; ARAGÃO-TAVARES; AMORIM, 2018), como também em lagos, reservatórios e rios de todo o mundo (SINHA et al., 2012; BURFORD et al., 2006).

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

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

Tabela 15 – Composição e densidade da comunidade fitoplânctonica das estações de monitoramento durante a 1ª campanha de setembro/2021. Concentrações de cianofíceas > 50.000 cél/mL em vermelho.

Classe	SETEMBRO/2021-1																										
	SOB 19CS	SOB 19DS	SOB 19ES	SOB 22	SOB 24	SOB 25	SOB 29	ITA 01	ITA 04	ITA 08	ITA 10	ITA 11	MOP1 01	MOX 02	MOX 03	MOX 04	MOP1 09	PA 02	PAIV 01	XIN 01	XIN 04	XIN 10	BSF02	BSF06	BSF11	BSF16	
Cyanophyceae																											
<i>Anagostidinema amphibium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10582	0	963	1242	0	0	
<i>Aphanocapsa elachista</i>	847	0	0	0	450	516	205	3835	41594	40652	33478	25417	2222	3839	0	481	1052	725	2873	15537	1587	1587	1149	181	171	0	
<i>Chroococcus minutus</i>	0	0	0	0	0	0	0	21	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	10	0	0	
<i>Dactylococcopsis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3836	5820	430	57	36	16	
<i>Dolichospermum</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	305	833	186	238	628	1587	0	264	0	0
<i>Limnococcus limneticus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	185	0	0	0	0	0	0	
<i>Merismopedia tenuissima</i>	0	0	0	212	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Microcystis aeruginosa</i>	0	218	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	487	0	0	0	0	0	0	
<i>Microcystis panniformis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Microcystis protoxysts</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	238	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Planktonlyngbya limnetica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3968	2646	414	52	0	0	
<i>Pseudanabaena catenata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	0	
<i>Pseudanabaena mucicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	171	497	890	503	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Raphidiopsis raciborskii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105291	474762	19752	2619	1258	202
<i>Synechocystis aquatilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	62	83	26	41	46	0	0	0	0	0	0	79	53	0	16	16	16	5	
Sub-total	847	218	0	212	450	516	205	4156	41858	41434	34410	25966	2242	6161	0	787	1885	2308	3597	156554	126905	484815	22987	4167	1553	223	
Chlorophyceae																											
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	
<i>Coenococcus nygaardii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Coenococcus planctonicus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1257	172	217	0	62	67
<i>Desmodesmus communis</i>	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Eudorina</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Kirchneriella irregularis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	104	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	57	0	0	
<i>Kirchneriella lunaris</i>	0	0	139	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Monactinus simplex</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93	0	0	0	0	0	0	
<i>Monoraphidium arcuatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Scenedesmus ecornis</i>	106	0	0	53	0	0	53	124	124	21	21	0	0	0	0	0	53	83	0	53	0	0	0	0	0	62	
<i>Stauridium tetras</i>	0	0	0	106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Tetraedron minimum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
<i>Trebularia setigera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Volvox</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sub-total	106	0	139	185	0	0	53	124	166	264	114	0	0	0	0	0	238	176	0	271	1257	172	243	78	62	135	
Trebouxiophyceae																											
<i>Botryococcus braunii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Micractinium pusillum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	
<i>Mucidosphaerium puchellum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78	21
<i>Oocystis borgei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sub-total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Klebsormidiophyceae																											
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sub-total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Zygnematophyceae																											
<i>Cladophora arcuatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	13	0	20	0	0	20	0	10	7	13	0	0	0	0	
<i>Cosmarium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Mougeotia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	79	0	0	40	0	0	0	
<i>Spirogyra</i> sp.	0	0	0	0	66	106	265	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Spondylosium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Staurastrum leptocladum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Staurastrum tetracerum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sub-total	0	0	0	0	66	112	271	140	0	0	10	20	0	20	0	0	99	0	10	46</							

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

Bacillariophyceae																												
<i>Achnanthidium minutissimum</i>	0	0	0	0	0	0	0	78	5	62	5	20	0	0	0	0	0	0	0	60	331	159	104	78	72	36		
<i>Aulacoseira granulata</i>	0	0	179	26	0	0	0	0	0	0	0	0	635	972	52	745	364	580	652	4266	0	79	16	0	0	5		
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	106	0	10	0	0	0	0	
<i>Cocconeis placenta</i>	0	0	53	26	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	0	0	0	26	57	0		
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	0	0	60	0	0	0	0	10	10	10	10	7	20	30	0	31	0	0	0	13	26	13	26	21	10	26		
<i>Cylindrotheca closterium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	
<i>Cymbella</i> sp.	0	0	0	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	
<i>Encyonema silesiacum</i>	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Epihemia adnata</i>	0	0	0	7	33	0	0	0	0	5	0	0	20	10	5	0	7	5	5	20	0	0	0	5	0	0		
<i>Eunotia pectinalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	10	0	52	5	0	0		
<i>Fragilaria capucina</i>	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Fragilaria crotonensis</i>	331	450	575	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	0	197	291	0	0	83	31	0	0	
<i>Gomphonema argur</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	
<i>Gomphonema gracile</i>	0	0	0	119	86	79	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	7	0	0	0	0	0	5	0	0	0	
<i>Gomphonema lagenula</i>	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Gomphonema parvulum</i>	0	0	0	0	0	0	0	16	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Navicula</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	10	26	0
<i>Nitzschia palea</i>	26	0	0	46	0	0	73	0	0	0	0	0	20	30	16	0	20	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pinnularia major</i>	0	0	0	40	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	20	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhopalodia gibba</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stautoneis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	16	0	0
<i>Synedra gouldardii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	
<i>Ulnaria ulna</i>	0	0	13	99	53	40	132	5	21	16	26	0	20	60	0	0	0	52	26	0	344	198	41	31	26	16	0	0
<i>Urosolenia longiseta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	40	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sub-total	357	450	827	489	198	179	278	129	47	119	41	33	754	1101	72	833	470	694	890	4656	728	622	290	217	280	88		
Dinophyceae																												
<i>Ceratium furcosides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	225	5	0	0	0	0	0	0
<i>Gymnodinium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	79	0	10	13	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Peridinium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5	0	0	0
<i>Peridinium gatunense</i>	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	13	0	0	0	0	0	0	0
Sub-total	46	0	5	5	0	13	0	79	0	10	13	21	5	0	13	238	10	0	0	5								
Euglenophyceae																												
<i>Euglena</i> sp.	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trachelomonas volvocina</i>	0	0	0	7	20	0	0	10	16	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	7	26	0	0	5	0	0	0	
Sub-total	0	0	0	13	20	0	0	10	16	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	7	26	0	0	5	0	0		
Chrysophyceae																												
<i>Dinobryon bavaricum</i>	66	132	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ochromonas</i> sp.	146	139	205	66	165	198	126	10	16	5	5	46	99	179	52	67	93	57	124	26	106	13	0	5	10	0	0	
Sub-total	212	271	271	66	165	198	126	10	16	5	5	46	99	179	52	67	93	57	124	26	106	13	0	5	10	0		
Synurophyceae																												
<i>Mallomonas caudata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sub-total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
Cryptophyceae																												
<i>Chroomonas</i> sp.	265	225	218	205	205	205	205	129	424	104	135	79	575	486	321	280	496	305	135	159	212	767	26	93	119	197		
<i>Cryptomonas brasiliensis</i>	33	60	46	0	0	0	0	0	26	5	10	0	159	79	124	67	20	129	47	7	119	608	5	5	16	47		
<i>Cryptomonas erosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	
<i>Cryptomonas ovata</i>	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	79	0	31	0	83	26	0	13	66	0	0	0	0	0	
<i>Plagioselmis lacustris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	10	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	13	53	0	0	0	0	16	
Sub-total	298	284	278	205	205	205	129	461	114	145	79	784	645	445	378	516	518	207	172	370	1495	31	98	135	269			
Densidade Total	1865	1224	1515	1171	1104	1210	1138	4700	42567	41941	34726	26171	3879	8185	585	2076	3313	3773	4834	162037	129497	487474	23685	4612				

Tabela 16 – Composição e densidade da comunidade fitoplânctonica das estações de monitoramento durante a 2ª campanha de setembro/2021. Concentrações de cianofíceas > 50.000 cél/mL em vermelho.

Classes	SETEMBRO/2021-2																										
	SOB 19CS	SOB 19DS	SOB 19ES	SOB 22	SOB 24	SOB 25	SOB 29	ITA 01	ITA 04	ITA 08	ITA 10	ITA 11	MOP1 01	MOX 02	MOX 03	MOX 04	MOP1 09	PA 02	PAIV 01	XIN 01	XIN 04	XIN 10	BSF02	BSF06	BSF11	BSF16	
Cyanophyceae																											
<i>Anagnostidinema amphibium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	556	2447	683	0	606	160		
<i>Anabaenopsis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	0		
<i>Aphanocapsa elachista</i>	129	0	424	0	280	207	714	9826	28726	18254	10111	16369	2110	2391	0	621	1607	675	529	163704	0	9590	388	360	217	99	
<i>Chroococcus minutus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	0	0	0	0	0	0	
<i>Dactylococcopsis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3981	5357	606	50	83	5		
<i>Dolichospermum</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Merismopedia tenuissima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	228	0	
<i>Microcystis aeruginosa</i>	0	0	264	0	0	192	0	0	0	0	0	0	0	212	0	0	0	0	0	410	2599	0	0	0	0	0	0
<i>Microcystis panniformis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Planktolyngbya limnetica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	5688	5291	621	90	0	0	
<i>Pseudanabaena catenata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68	0	0	
<i>Pseudanabaena mucicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	19	58	344	381	344	0	0	0	0	0	0	1085	0	0	0	27	0	0	
<i>Raphidiopsis raciborskii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	205	66019	283995	11087	810	1682	791	
<i>Sphaerospermopsis aphanizomenoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	132	0	0	0	0	0	0	
<i>Synechocystis aquatilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	69	123	79	32	13	0	0	0	0	0	0	73	0	0	26	9	16	24	
Sub-total	129	0	688	0	280	399	714	9914	28971	18955	10524	16726	2321	3804	0	839	1667	886	939	168585	76971	306680	13411	1413	2893	1078	
Chlorophyceae																											
<i>Chlamydomonas ehrenbergii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Coenococcus nygaardii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	0	0	0	114	0	0	0	
<i>Coenococcus planctonicus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	185	0	0	0	0	0	0	
<i>Desmodesmus communis</i>	0	0	0	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Desmodesmus bicaudatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0		
<i>Kirchneriella irregularis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	104		
<i>Monactinus simplex</i>	0	0	0	0	0	0	0	476	202	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Monoraphidium arcuatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	47	
<i>Monoraphidium contortum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Monoraphidium griffithii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	5	0	0	
<i>Radiococcus planktonicus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	124	0	0	75	
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	
<i>Scenedesmus ecornis</i>	0	0	0	0	62	62	159	57	77	0	21	26	0	41	0	0	0	0	0	53	53	0	0	0	0	0	
<i>Volvox</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	79	0	0	0	0	0	0	
Sub-total	0	0	0	41	62	62	635	290	90	112	42	26	0	41	0	10	0	0	86	245	185	0	243	0	93	231	
Trebouxiophyceae																											
<i>Chlorella</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	
<i>Crucigenta crucifera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0		
<i>Micracanthium pusillum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	141		
<i>Mucidospherium pulchellum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	104	
<i>Oocystis borgei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Sub-total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0		
Klebsormidiophyceae																											
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Sub-total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Zygnematophyceae																											
<i>Closterium arcutum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	21	0	21	40	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0
<i>Cosmarium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Cosmarium orbiculatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Mougeotia</i> sp.	0	0	0	72	31	0	179	76	0	0	0	0	0	165	0	0	72	0	0	119	13	0	0	0	0	0	
<i>Spirogyra</i> sp.	0	0	0	62	72	0	159	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Staurastrum leptocladum</i>	0	0	0	10	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Staurastrum orbiculare</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Staurastrum tetracerum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Sub-total	0	0	0	145	104	5	337	88	6	13	0	0	0	165	21	0	93	40	0	119	13	13	0	5	0	0	

SEDE: Campus da UFPE

Rua Dom Manoel de Medeiros, s/nº - Dois Irmãos - Recife/PE - CEP: 52.171-030 CNPJ: 08.961.997/0001-58

Fone:

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

Bacillariophyceae																											
<i>Achnanthes</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	0	0	0		
<i>Achnanthidium minutissimum</i>	0	0	0	0	0	0	0	50	13	112	11	7	0	0	0	0	0	0	0	152	159	0	104	63	31	14	
<i>Aulacoseira granulata</i>	0	0	0	41	0	0	149	0	0	0	0	0	278	543	52	590	397	317	1091	9365	0	0	10	0	0	0	
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106	0	0	0	0	0	0	52	
<i>Cocconeis placentula</i>	0	0	0	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	13	0	0	0	36	26	0	
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	0	50	10	16	0	0	0	6	19	7	16	13	60	16	0	26	20	0	13	26	13	0	5	0	10	24	
<i>Cylindrotheca closterium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	0	0	0	5	
<i>Cymbella</i> sp.	0	0	0	36	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Encyonema silesiacum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
<i>Epithemia adnata</i>	0	0	0	31	31	0	30	0	0	0	0	0	20	0	0	0	40	40	0	0	0	0	0	5	5	0	14
<i>Eunotia pectinalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	26	0	0	9	0	0	
<i>Fragilaria capucina</i>	0	0	0	36	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Fragilaria crotonensis</i>	248	99	440	150	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	53	575	0	0	0	0	0	0	
<i>Gomphonema auriger</i>	0	0	0	16	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	
<i>Gomphonema gracile</i>	40	0	0	109	36	26	109	0	0	0	0	0	0	47	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Gomphonema parvulum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	5	0	0	0		
<i>Navicula</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	6	0	13	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	9	0	14	
<i>Nitzschia palea</i>	0	0	0	47	41	26	30	0	0	0	0	0	21	0	0	0	26	0	13	0	0	0	0	0	5	0	
<i>Pinnularia major</i>	0	0	0	57	21	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Synedra gouldardii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	5	
<i>Tabellaria</i> sp.	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Ulnaria ulna</i>	40	0	0	176	26	36	109	0	19	60	5	0	79	21	31	0	40	93	13	26	132	66	26	14	16	0	
<i>Urosolenia longiseta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sub-total	327	149	450	766	155	166	446	76	52	218	53	33	437	600	83	663	522	489	1243	10278	357	198	166	144	104	127	
Dinophyceae																											
<i>Ceratium furcoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	529	5	0	0	0	0	
<i>Gymnodinium</i> sp.	69	79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Peridinium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	11	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Peridinium guttulense</i>	20	20	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	
Sub-total	89	99	26	0	0	0	0	0	7	11	13	0	41	0	36	0	0	0	26	13	529	5	0	0	0		
Euglenophyceae																											
<i>Trachelomonas volvocina</i>	0	79	26	0	0	10	0	0	26	7	5	13	40	41	10	16	0	0	26	0	0	0	0	0	31	5	
<i>Trachelomonas</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0		
Sub-total	0	79	26	0	0	10	0	0	26	7	5	13	40	41	10	16	0	0	26	0	0	0	0	36	5		
Chrysophyceae																											
<i>Dinobryon bavaricum</i>	169	456	88	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Ochromonas</i> sp.	198	298	93	0	104	78	288	0	19	26	16	60	99	114	93	88	119	86	132	106	40	66	0	0	5	19	
Sub-total	367	754	181	47	104	78	288	0	19	26	16	60	99	114	93	88	119	86	132	106	40	66	0	0	5	19	
Synurophyceae																											
<i>Mallomonas caudata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sub-total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Cryptophyceae																											
<i>Chroomonas</i> sp.	298	288	160	72	104	145	308	25	342	265	11	179	410	994	305	404	397	450	198	165	79	463	135	90	124	216	
<i>Cryptomonas brasiliensis</i>	69	89	47	16	47	67	10	13	26	7	0	13	46	83	104	62	60	106	0	40	40	132	36	9	57	28	
<i>Cryptomonas</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Cryptomonas ovata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	20	72	78	41	46	112	0	26	0	132	5	0	0	33	
<i>Plagioselmis lacustris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	38	
Sub-total	367	377	207	88	150	212	317	38	394	271	16	192	476	1149	487	507	503	668	198	258	119	728	176	99	197	315	
Densidade Total																											
Densidade Total	1280	1458	1579	1087	854	932	2738	10406	29559	19610	10667	17063	3538	5833	673	2252	2851	2183	2745	179563	77698	308201	14006	1661	3452	1915	

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As variáveis limnológicas utilizadas para a avaliação da qualidade da água monitoradas apresentaram valores dentro dos limites recomendados pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2 para a maioria delas, com exceção da concentração de fósforo total em praticamente todas as estações localizadas nos reservatórios de Sobradinho, Itaparica, Moxotó, Paulo Afonso e Xingó em ambas as campanhas. Nos trechos lóticos do submédio e baixo São Francisco, os valores de fósforo estiveram abaixo do limite estabelecido pelo CONAMA.

No trecho submédio, a vazão do rio São Francisco se manteve praticamente estável durante a 1^a. (entre 1344 e 1451 m³/s) e a 2^a. (entre 1434 e 1442 m³/s) campanhas, com médias respectivas de 1443,0 e 1437,3 m³/s. No Baixo São Francisco, a vazão apresentou um padrão de elevação da vazão entre o início e o fim do período de cada campanha, tendo variado de 864 a 1406 m³/s (média de 1128,8 m³/s) na 1^a. Campanha e de 1201 para 1696 m³/s (média de 1264,0 m³/s) na 2^a. campanha. A amplitude de variação da vazão entre as duas campanhas de setembro/2021, foi menor no submédio (107,3 e 7,7 m³/s) que no Baixo (541,3 e 495,3 m³/s).

Em relação à comunidade fitoplanctônica, as cianofíceas continuam representando o grupo algal dominante (com abundâncias relativas totais entre 54,8 e 40,7%, respectivamente na 1^a. e 2^a. campanhas), seguidas pelas Cryptophyceae (20,2 e 26,8%) e Bacillariophyceae (16,3 e 19,0%). Conforme registrado em meses anteriores ao longo de 2021, foram registradas florações de cianofíceas com densidades superiores ao limite estabelecido pelo CONAMA (50.000 cél/mL), nas estações XIN 01 (156.554 e 168.585 cél/mL), XIN 04 (126.905 e 76.971 cél/mL) e XIN 10 (484.815 e 306.680 cél/mL, respectivamente na 1^a. e 2^a. Campanhas. O segundo e terceiro grupos dominantes em ambas as campanhas, continuam sendo as criptofíceas e bacilariofíceas (diatomáceas), sem registro de florações destes grupos em qualquer das estações nas duas campanhas.

6. BIBLIOGRAFIA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

KRAMMER, K.; LANGE-BERTALOT, H.. Bacillariophyceae. 4. Achnanthaceae; kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema; Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1-4. In: Ettl, H.;GERLOFF, J., et al (Ed.). **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.

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. Ergeb. 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.

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

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

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

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

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

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