

Subprograma de  
Monitoramento  
da Qualidade da Água  
Módulo A  
**RELATÓRIO 12**

Programa de Monitoramento  
do Rio São Francisco Durante  
o Período de Vazão Reduzida

Registros Fotográficos da Empresa  
Água & Terra obtidos no sítio da CHESF

CONTRATANTE:  
**Chesf**  
COMPANHIA HIDRO ELÉTRICA  
DO SÃO FRANCISCO

EMPRESA CONSULTORA:  
**AGROsig**  
Engenharia & Meio Ambiente

OSA 2015-088

Contrato  
CTNE N° 92.2015.3000.00

Maio de 2018

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

**SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE  
DA ÁGUA - MÓDULO A**

**RELATÓRIO 12**

*Preparado para:*  
**COMPANHIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO - CHESF**  
*Recife - PE*

*Preparado por:*  
**Agrosig Engenharia e Meio Ambiente Eireli - EPP**  
*Porto Alegre - RS*

Distribuição:

02 cópias impressas

Companhia Hidro Elétrica do São Francisco - CHESF

03 cópias digitais

01 cópia

Agrosig Engenharia e Meio Ambiente EIRELI - EPP

**NOTA**

Este Relatório foi preparado pela Agrosig Engenharia e Meio Ambiente Eireli EPP, a partir das normas técnicas recomendadas para trabalhos desta natureza, em estreita observação aos ditames da Legislação vigente e dos termos e condições firmados com o Cliente. Considerada esta premissa, a Agrosig se isenta de quaisquer responsabilidades perante o Cliente ou terceiros pela utilização dos dados e conteúdos contidos neste Relatório, ainda que parcialmente, fora do contexto citado no Contrato de Prestação de Serviços. Reitera-se, que todo o conteúdo é confidencial e destinado à utilização exclusiva do Cliente, de forma que a Agrosig não se responsabiliza pela utilização do material, ainda que parcialmente, por terceiros.

Cópias do conteúdo ou a utilização dos dados para outros fins somente poderão ser efetuadas a partir da obtenção da autorização formal do Cliente ou da Agrosig.

| Mês/Ano    | Ordem Serviço | Contrato                 | Código Documento                                      |
|------------|---------------|--------------------------|---|
| Maio, 2018 | OSA 2015-088  | CTNE-<br>92.2015.3000.00 | OSA2015-088-CHESF-MVR-QUALIDADE-AGUA-A-12-<br>R2.docx |

| Tipo de Relatório | Parcial   | ■                        | Nº 12                    | Controle Versões | Documento           |                          | Data Emissão |
|-------------------|-----------|--------------------------|--------------------------|------------------|---------------------|--------------------------|--------------|
|                   |           |                          |                          |                  | Minuta Para Análise | <input type="checkbox"/> | 29/08/2016   |
|                   | Revisão 1 | <input type="checkbox"/> | 10/09/2018               |                  |                     |                          |              |
|                   | Revisão 2 | ■                        | 12/09/2018               |                  |                     |                          |              |
|                   | Final     |                          | <input type="checkbox"/> |                  |                     |                          |              |

**Controle de Produção do Documento**

|            | Profissional               | Qualificação                    | Registro Profissional  | Assinatura  |
|------------|----------------------------|---------------------------------|------------------------|---|
| Elaborado  | Marina Habkost Schuh       | Bióloga Ms.                     | CRBIO RS<br>75990/03-D |  |
| Revisado   | Evandro Gottardo           | Geólogo Ms. Dr.                 | CREA RS<br>83699       |  |
| Aprovado   | Evandro Gottardo           | Geólogo Ms. Dr.                 | CREA RS<br>83699       |  |
| Autorizado | Jorge Vidal Olivera Duarte | Eng. Agrícola, Ms. Especialista | CREA RS<br>44141       |  |

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

### **SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA MÓDULO A**

#### **RELATÓRIO 12**

#### **ÍNDICE**

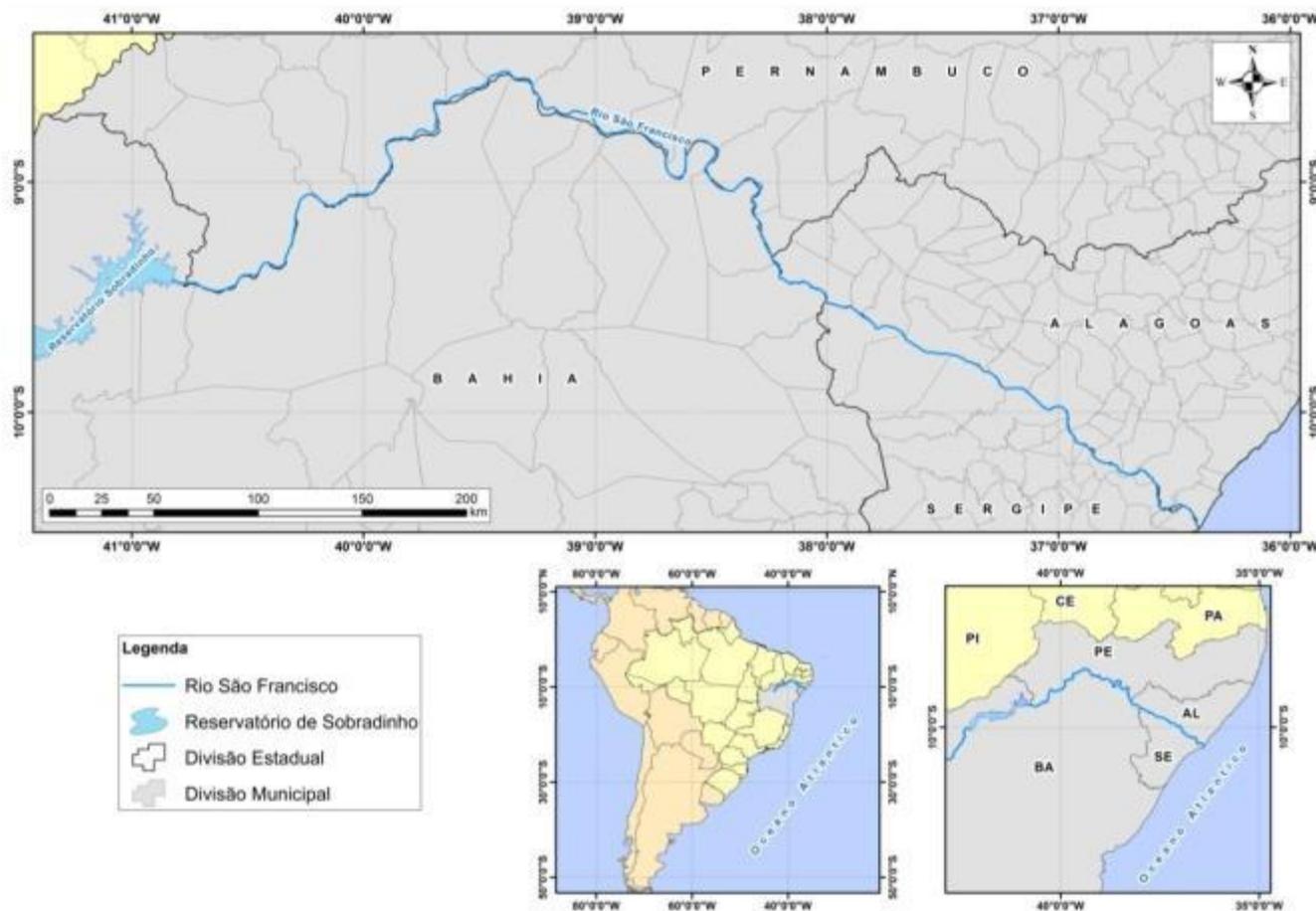
|  |    |
|--|----|
| 1 - APRESENTAÇÃO .....                                     | 4  |
| 2 - ÁREA DE ABRANGÊNCIA DOS SERVIÇOS .....                 | 4  |
| 3 - INTRODUÇÃO .....                                       | 5  |
| 4 - OBJETIVOS .....  | 6  |
| 5 - METODOLOGIA .....                                      | 7  |
| 5.1 - Malha Amostral .....                                 | 7  |
| 5.2 - Parâmetros Físico-Químicos da Água .....             | 9  |
| 5.3 - Comunidade Fitoplanctônica .....                     | 11 |
| 5.4 - Análise dos Resultados .....                         | 11 |
| 6 - RESULTADOS .....                                       | 11 |
| 6.1 - Caracterização Físico-Química .....                  | 11 |
| 6.2 - Comunidade Fitoplanctônica .....                     | 29 |
| 6.3 - Análise Hidrológica .....                            | 32 |
| 7 - CONSIDERAÇÕES GERAIS .....                             | 34 |
| 8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                       | 34 |
| 9 - EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO ..... | 35 |
| 10 - EQUIPE TÉCNICA .....                                  | 35 |

## 1 - APRESENTAÇÃO

O objetivo deste Relatório Técnico é atender aos preceitos estipulados pelo Contrato de Prestação de Serviços CTNE-92.2013.3500.00 firmado entre a empresa Contratada AGROSIG ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE EIRELI - EPP (doravante denominada AGROSIG) e a Contratante COMPANHIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO - CHESF (doravante denominada CHESF) referentes ao SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DA ÁGUA, que integra o 4º PROGRAMA DE MONITORAMENTO DO RIO SÃO FRANCISCO DURANTE O PERÍODO DE VAZÃO REDUZIDA, em conformidade com o estipulado na Especificação Técnica ET-DEMG-10/2015 que orienta a execução dos serviços e no Plano de Trabalho anteriormente apresentado e aprovado pela Contratante. Este Relatório abrange a 23ª Campanha e a 24ª Campanha de Qualidade da Água - Módulo A.

## 2 - ÁREA DE ABRANGÊNCIA DOS SERVIÇOS

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. A Figura 1 apresenta a área que compreende o objeto dos serviços correlatos ao Programa de Monitoramento em curso.



**Figura 1 - Situação e localização da área de abrangência do Projeto.**

### 3 - INTRODUÇÃO

A Região Hidrográfica do São Francisco abrange 521 municípios em seis estados: Bahia, Minas Gerais, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Goiás, além do Distrito Federal. Com 2.700km, o rio São Francisco nasce na Serra da Canastra, em Minas Gerais, e escoar no sentido Sul-Norte pela Bahia e Pernambuco, quando altera seu curso para o Sudeste, chegando ao Oceano Atlântico na divisa entre Alagoas e Sergipe. Devido à extensão e aos diferentes ambientes que percorre, a região está dividida em Alto, Médio, Sub-Médio e Baixo São Francisco (ANA, 2017).

A área de drenagem é de 638.576 Km<sup>2</sup>, que corresponde à 8% do território nacional e a cobertura vegetal contempla fragmentos de Cerrado no Alto e Médio, Caatinga no Médio e Submédio e de Mata Atlântica no Alto São Francisco, principalmente nas cabeceiras.

A bacia concentra a maior quantidade e diversidade de peixes de água doce da região

Nordeste. A vazão natural média anual do rio São Francisco é de 2.846 m<sup>3</sup>/s, mas ao longo do ano pode variar entre 1.077m<sup>3</sup>/s e 5.290m<sup>3</sup>/s (ANA, 2017).

A agricultura é uma das mais importantes atividades econômicas, é notório que na região ocorrem fortes contrastes socioeconômicos, com áreas de acentuada riqueza e alta densidade demográfica e áreas de pobreza crítica e população bastante dispersa. Dos 456 municípios com sede na bacia, somente 93 tratam os esgotos. Como reflexo das principais atividades econômicas da Bacia, há necessidade de recuperação ambiental das áreas degradadas para mitigar os impactos sobre os recursos hídricos (ANA, 2017).

A bacia do rio São Francisco vem enfrentando condições hidrológicas adversas, com vazões e precipitações abaixo da média desde 2013, com consequências nos níveis de armazenamento dos reservatórios instalados na Bacia. Para preservar os estoques de água disponíveis, diante da necessidade de atendimento a todos os usos na Bacia e, principalmente ao abastecimento de várias cidades, a ANA vem autorizando periodicamente a redução da vazão mínima defluente abaixo de 1.300 m<sup>3</sup>/s nos reservatórios de Sobradinho e Xingó (patamar mínimo em situações de normalidade) (ANA, 2017).

Essas reduções são autorizadas após reuniões semanais com representantes de setores interessados. Atualmente a defluência mínima média diária autorizada é de 550 m<sup>3</sup>/s e instantânea de até 523 m<sup>3</sup>/s até 30 de novembro de 2017, conforme Resolução ANA nº 1291/2017. Em 7 de agosto, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), por meio da Autorização Especial nº 12/2017, também permitiu à CHESF realizar testes de redução da vazão defluente da hidrelétrica de Xingó até o limite mínimo de 550m<sup>3</sup>/s (ANA, 2017).

#### **4 - 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;
- d) Relacionar os dados de qualidade de água à vazão praticada.

## 5 - METODOLOGIA

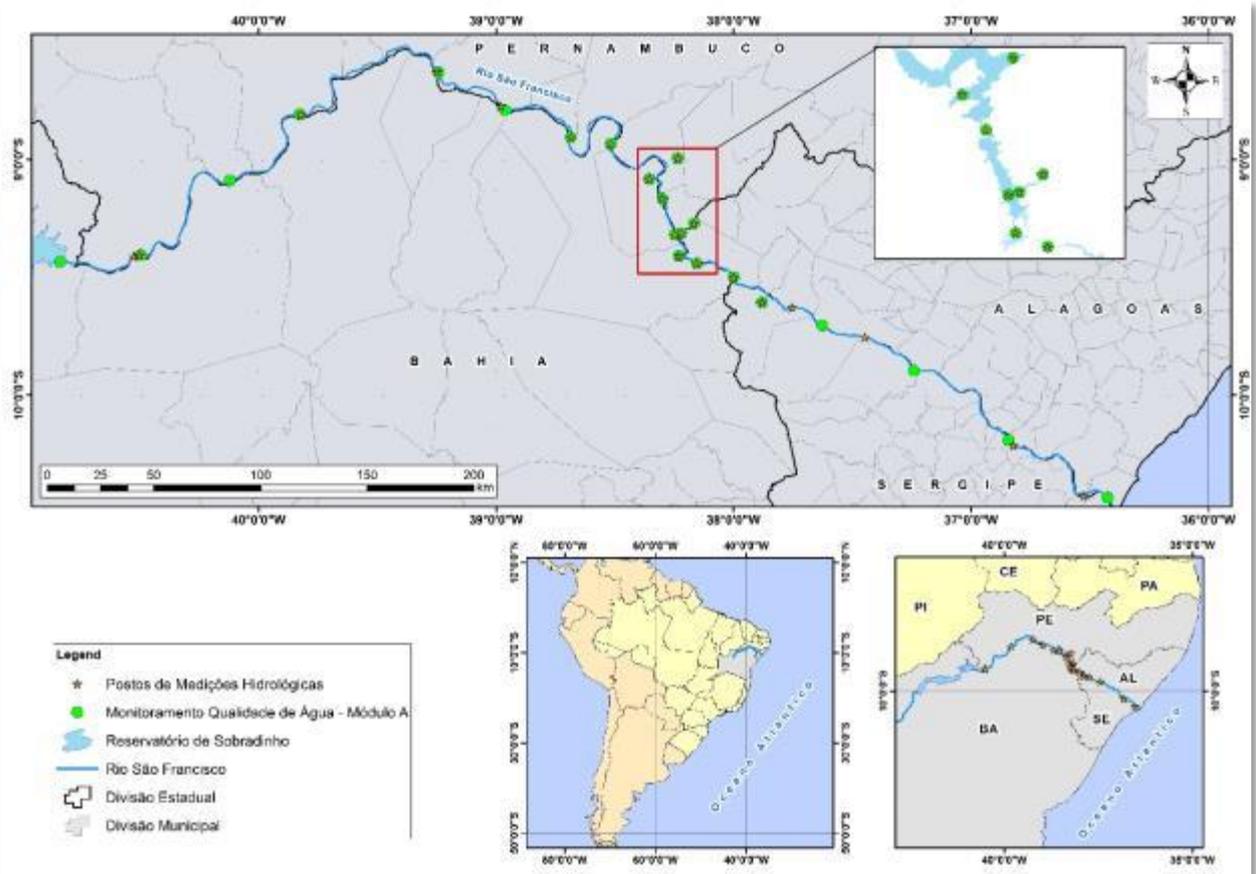
A 23ª Campanha de Qualidade da Água foi realizada entre os dias 03 e 09 de maio de 2018 a 24ª entre 10 e 17 de maio de 2018 (24ª Campanha). Em ambas as campanhas foram obtidas variáveis físico-químicas e da comunidade fitoplanctônica na superfície da água do rio São Francisco, na área de abrangência do estudo.

### 5.1 - MALHA AMOSTRAL

No Quadro 1 estão listados os 22 pontos de coleta de qualidade da água, a caracterização do trecho e a localização de cada ponto. Os pontos podem ser visualizados na Figura 2. Cada estação de monitoramento de qualidade da água estará vinculada a um posto de medição hidrológica, conforme disposto no Quadro 2.

**Quadro 1 - Localização das estações de Monitoramento da Qualidade de Água - Módulo A.**

| Item | Trecho                               | Estação                     | Localização                | Latitude (Sul)         | Longitude (Oeste) |
|------|--------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------|-------------------|
| 1    | Reservatório de Sobradinho           | SOB 19                      | Montante da UHE Sobradinho | 09°26'01"              | 040°50'07"        |
| 2    | Lótico, entre Sobradinho e Itaparica | SOB 22                      | Petrolina/Juazeiro         | 09°24'23"              | 040°29'47"        |
| 3    |                                      | SOB 24                      | Vermelhos                  | 09°05'19"              | 040°07'16"        |
| 4    |                                      | SOB 25                      | Santa Maria da Boa Vista   | 08°48'32"              | 039°49'39"        |
| 5    |                                      | SOB 29                      | Ibó                        | 08°37'54"              | 039°14'31"        |
| 6    |                                      | Reservatório de Itaparica   | ITA 01                     | Belém de São Francisco | 08°47'30"         |
| 7    | ITA 04                               |                             | Rodelas                    | 08°54'21"              | 038°41'05"        |
| 8    | ITA 08                               |                             | Petrolândia                | 08°55'58"              | 038°31'00"        |
| 9    | ITA 10                               |                             | Petrolândia                | 08°59'48"              | 038°14'09"        |
| 10   | ITA 11                               |                             | Barragem                   | 09°05'02"              | 038°21'14"        |
| 11   | Reservatório de Moxotó               | MOX 02                      | Jusante de Jatobá          | 09°09'59"              | 038°17'58"        |
| 12   |                                      | MOX 03                      | Braço do Rio Moxotó        | 09°16'16"              | 038°09'58"        |
| 13   |                                      | MOX 04                      | Braço do Rio Moxotó        | 09°18'45"              | 038°13'15"        |
| 14   |                                      | MO PI 09                    | Próximo a Pisciculturas    | 09°19'10"              | 038°14'49"        |
| 15   | Reservatório de PAIV                 | PAIV 01                     | Final do canal             | 09°24'31"              | 038°13'48"        |
| 16   | Reservatório de Xingó                | XIN 01                      | Paulo Afonso               | 09°26'26"              | 038°09'18"        |
| 17   |                                      | XIN 04                      | Corpo do Reservatório      | 09°29'57"              | 037°59'58"        |
| 18   |                                      | XIN 10                      | Canindé de São Francisco   | 09°36'22"              | 037°52'49"        |
| 19   |                                      | Lótico, Baixo São Francisco | BSF 02                     | Entremontes            | 09°42'15"         |
| 20   | BSF 06                               |                             | Belo Monte                 | 09°53'45"              | 037°14'28"        |
| 21   | BSF 11                               |                             | Porto Real do Colégio      | 10°11'30"              | 036°50'30"        |
| 22   | BSF 16                               |                             | Piaçabuçu                  | 10°26'04"              | 036°25'28"        |



**Figura 2 - Distribuição geográfica das estações de amostragem de qualidade da água, Módulo A.**

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

| <b>Estação</b>                             | <b>Posto de medição Hidrológica</b>  |
|--|--|
| SOB 22                                     | Vazão registrada no PF* de Juazeiro, aprox. 600 m a montante desta estação               |
| SOB 24                                     | Vazão registrada no PF de Juazeiro, aprox. 76 km a montante desta estação                |
| SOB 25                                     | Vazão registrada no PF de Santa Maria da Boa Vista, aprox. 670 m a jusante desta estação |
| SOB 29                                     | Vazão registrada no PF de Ibó, aprox. 680 m a montante desta estação                     |
| ITA 01                                     | Nível registrado no PF de Belém de São Francisco, aprox. 2,9 km a montante desta estação |
| ITA 04, ITA 08, ITA 10 e ITA 11            | Cota e vazões afluente e defluente do Reservatório de Itaparica                          |
| MOX 02, MOX 03, MOX 04, MO PI 09 e PAIV 01 | Cota e vazões afluente e defluente do Reservatório de Moxotó                             |

| Estação                 | Posto de Medição Hidrológica   |
|-------------------------|--|
| 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 desta estação      |
| BSF 06                  | Vazão registrada no PF de Pão de Açúcar, aprox. 28,9 km a montante desta estação |
| BSF 11                  | Vazão registrada no PF de Propriá, aprox. 3,2 km a jusante desta estação         |
| BSF 16                  | Nível registrado no PF de Piaçabuçu, aprox. 4,2 km a montante desta estação      |

\* PF = posto fluviométrico.

## 5.2 - PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA

A coleta de amostras de água foi realizada na superfície dos 22 pontos com Garrafa de Van Dorn. A obtenção das variáveis físico-químicas *in situ* se deu por meio de sonda multiparâmetro, enquanto que os ensaios laboratoriais foram realizados pelo LABORATÓRIO ÁGUA E TERRA. No Quadro 3 consta a relação de variáveis físico-químicas obtidas em cada amostra e informações referentes ao método de coleta, análise e preservação. A clorofila-a foi considerada no conjunto da caracterização físico-química por ter sido amostrada e analisada nos mesmos pontos de coleta e em razão de sua integração com estas variáveis.

Na estação SOB 19, as variáveis de campo temperatura (°C), pH, condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), oxigênio dissolvido (mg/L e %Sat.) e salinidade foram aferidas em perfil, a cada metro de profundidade até o fundo; enquanto que as variáveis de laboratório nitrato (mg/L) e fósforo total (mg/L) foram mensuradas também nas profundidades correspondentes ao limite da zona fótica e ao fundo.

**Quadro 3 - Parâmetros físico-químicos do Programa de Monitoramento da Qualidade da Água**

| Variáveis                            | Unidade | Equipamento de Coleta | Preservação  | Local da Análise | Método de Análise    | Prazo Para Resultados  |
|--------------------------------------|---------|-----------------------|--|------------------|----------------------|--|
| Transparência da Água                | M       | Disco de Secchi       | -  | <i>In situ</i>   | -                    | Análise imediata   |
| Temperatura da Água                  | °C      | Sonda AKSO AK88       | -  | <i>In situ</i>   | Sensor óptico        | Análise imediata   |
| Oxigênio Dissolvido (OD)             | mg/L    | Sonda AKSO AK88       | -  | <i>In situ</i>   | Sensor óptico        | Análise imediata   |
| Oxigênio Dissolvido (Sat %)          | %       | Sonda AKSO AK88       | -  | <i>In situ</i>   | Sensor óptico        | Análise imediata   |
| pH                                   |         | Sonda AKSO AK88       | -  | <i>In situ</i>   | Sensor óptico        | Análise imediata   |
| Condutividade Elétrica               | µS/cm   | Sonda AKSO AK88       | -  | <i>In situ</i>   | Sensor óptico        | Análise imediata   |
| Salinidade                           | ppt     | Sonda AKSO AK88       | -  | <i>In situ</i>   | SMEWW 2520 B         | Análise imediata   |
| Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) | mg/L    | Garrafa de Van Dorn   | Refrigerar a 4°C no escuro e realização da leitura em 24 horas   | Laboratorial     | SMEWW 5210B          | 48 horas   |
| Fósforo Total                        | mg/L    | Garrafa de Van Dorn   | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> até pH<2. Refrigerar a 4°C.       | Laboratorial     | SMEWW 4500B/E/P      | 10 dias refrigerada  |
| Fosfato Solúvel (Ortofosfato)        | mg/L    | Garrafa de Van Dorn   | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> até pH<2. Refrigerar a 4°C.       | Laboratorial     | SMEWW 4500B/E/P      | Filtragem da amostra com membrana de 45µm<br>10 dias refrigerada |
| Nitrogênio Total                     | mg/L    | Garrafa de Van Dorn   | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> até pH<2. Refrigerar a 4°C.       | Laboratorial     | SMEWW 4500 N         | 10 dias refrigerada  |
| Amônia                               | mg/L    | Garrafa de van Dorn   | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> até pH<2. Refrigerar a 4°C. -     | Laboratorial     | SMEWW 4500 NH3 D     | 10 dias refrigerada  |
| Nitrato                              | mg/L    | Garrafa de van Dorn   | Adição de 2ml de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Refrigerar a 4°C | Laboratorial     | SMEWW 4500 NO3-D     | 10 dias refrigerada  |
| Alcalinidade                         | mg/L    | Garrafa de Van Dorn   | Refrigerar a 4°C   | Laboratorial     | SMEWW 2320 B         | 10 dias  |
| Dureza Total                         | mg/L    | Garrafa de Van Dorn   | HNO <sub>3</sub> até pH<2. Refrigerar a 4°C                      | Laboratorial     | SMEWW 2340 C         | 10 dias  |
| Turbidez                             | NTU     | Garrafa de Van Dorn   | -  | Laboratorial     | SMEWW 2130 B         | 10 dias  |
| Carbono Orgânico Total               | mg/L    | Garrafa de Van Dorn   | -  | Laboratorial     | INTERNA IT 111 REV - | 10 dias  |
| Clorofila-a                          | µg/L    | Garrafa de Van Dorn   | -  | Laboratorial     | 10200H               | 10 dias  |

### 5.3 - COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA

Na superfície da água dos 22 pontos da malha amostral, foram filtrados 100 litros de água com auxílio de rede de fitoplâncton malha 20 µm. Amostras de 250 mL foram fixadas com solução de Lugol Acético.

### 5.4 - ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos nos monitoramentos realizados nos trechos lóticos foram correlacionados com a vazão e/ou nível do rio registrado no dia e horário das coletas nos postos de medição hidrológica.

Os resultados obtidos nos monitoramentos realizados nos trechos lênticos (reservatórios) foram correlacionados com a cota e vazões afluente e defluente registradas no dia e horário das coletas por meio de dados de vazão do Rio São Francisco e cota dos reservatórios de Itaparica, Complexo de Paulo Afonso e Xingó disponibilizados pela CHESF referentes ao período de monitoramento. Os resultados gerais do monitoramento da qualidade da água foram comparados aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais. A partir da confluência com o rio Mombaça, em Minas Gerais, até sua foz (trecho que abrange a área de estudo do presente monitoramento), o rio São Francisco é enquadrado na classe 2 de águas doces. Assim, os valores máximos permitidos descritos na legislação a serem utilizados na comparação com os resultados analíticos são os correspondentes à classe 2 de águas doces, determinados no art. 15 da Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005.

## 6 - RESULTADOS

A seguir constam os resultados obtidos na 23ª Campanha e na 24ª Campanha de Qualidade da Água.

### 6.1 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

A relação dos parâmetros físico-químicos obtidos na 23ª Campanha, na superfície da água dos pontos de monitoramento consta no Quadro 4. Os dados da 24ª Campanha estão relacionados no Quadro 5. Em seguida, consta a descrição dos resultados.

**Quadro 4 - Parâmetros físico-químicos obtidos na 23ª Campanha de Monitoramento da Qualidade da Água.**

| Estação de Monitoramento | Data       | Hora  | Profundidade (m) | Transparência (m) | Temperatura (°C) | Oxigênio Dissolvido (mg/L) | Oxigênio Dissolvido (%Sat) | pH   | Condutividade Elétrica (uS/cm) | Salinidade (ppt) | DBO (mg/L) | Fósforo Total (mg/L) | Ortofosfato (mg/L) | Nitrogênio Total (mg/L) | Amônia (mg/L) | Nitrato (mg/L) | Alcalinidade Total (mg/L) | Dureza Total (mg/L) | Turbidez (NTU) | COT (mg/L) | Clorofila-a (µg/L) |
|--------------------------|------------|-------|------------------|-------------------|------------------|----------------------------|----------------------------|------|--------------------------------|------------------|------------|----------------------|--------------------|-------------------------|---------------|----------------|---------------------------|---------------------|----------------|------------|--------------------|
| SOB 19                   | 08/05/2018 | 08:20 | 19,0             | 0,7               | 31,7             | 12,9                       | 97,7                       | 8,69 | 65,7                           | 0,04             | <2,0       | 0,037                | 0,018              | <1,36                   | 0,18          | <0,136         | 18,0                      | 28,0                | 11,70          | 12,87      | <1,34              |
| SOB 22                   | 08/05/2018 | 10:15 | 5,0              | 1,0               | 28,1             | 11,0                       | 133,3                      | 9,26 | 63,7                           | 0,04             | <2,0       | 0,029                | <0,011             | <1,36                   | <0,10         | <0,136         | 19,0                      | 26,0                | 13,50          | 16,96      | <1,34              |
| SOB 24                   | 08/05/2018 | 12:00 | 1,5              | 1,0               | 29,5             | 13,7                       | 79,9                       | 8,27 | 62,5                           | 0,04             | <2,0       | 0,016                | <0,011             | <1,36                   | <0,10         | 0,137          | 18,0                      | 28,0                | 9,50           | 17,84      | <1,34              |
| SOB 25                   | 08/05/2018 | 13:15 | 5,0              | 1,0               | 31,7             | 11,5                       | 58,9                       | 7,84 | 67,7                           | 0,04             | <2,0       | 0,021                | <0,011             | 1,85                    | <0,10         | 0,268          | 18,0                      | 27,0                | 9,30           | 25,73      | <1,34              |
| SOB 29                   | 07/05/2018 | 15:55 | 8,5              | 3,0               | 29,5             | 10,9                       | 109,1                      | 7,61 | 68,9                           | 0,04             | <2,0       | 0,020                | 0,020              | <1,36                   | <0,10         | 0,243          | 16,0                      | 28,0                | 8,10           | 18,42      | <1,34              |
| ITA 01                   | 07/05/2018 | 17:00 | 29,0             | 5,0               | 31,7             | 10,1                       | 100,5                      | 7,88 | 70,0                           | 0,04             | <2,0       | 0,019                | <0,011             | 2,48                    | <0,10         | 0,235          | 21,0                      | 29,0                | 6,90           | 14,91      | <1,34              |
| ITA 04                   | 09/05/2018 | 05:50 | 33,0             | 5,0               | 32,1             | 9,7                        | 93,7                       | 7,91 | 71,5                           | 0,04             | <2,0       | 0,012                | <0,011             | <1,36                   | <0,10         | 0,200          | 22,0                      | 29,0                | 1,60           | 31,29      | <1,34              |
| ITA 08                   | 09/05/2018 | 06:12 | 7,0              | 5,0               | 32,0             | 8,9                        | 88,9                       | 7,80 | 69,5                           | 0,04             | <2,0       | 0,011                | <0,011             | 2,28                    | <0,10         | 0,191          | 21,0                      | 29,0                | 1,60           | 17,54      | <1,34              |
| ITA 10                   | 09/05/2018 | 08:00 | 10,0             | 3,0               | 32,6             | 8,1                        | 90,5                       | 7,66 | 62,3                           | 0,04             | <2,0       | 0,018                | <0,011             | <1,36                   | <0,10         | 0,151          | 22,0                      | 27,0                | <1,00          | 15,20      | <1,34              |
| ITA 11                   | 08/05/2018 | 11:00 | 24,0             | 5,0               | 31,7             | 11,0                       | 103,3                      | 7,60 | 62,9                           | 0,04             | <2,0       | 0,021                | <0,011             | 2,57                    | <0,10         | 0,140          | 21,0                      | 28,0                | <1,00          | 15,79      | <1,34              |
| MOX 02                   | 09/05/2018 | 12:25 | 3,0              | 5,0               | 31,5             | 9,5                        | 129,9                      | 7,81 | 63,9                           | 0,04             | <2,0       | 0,019                | <0,011             | <1,36                   | <0,10         | <0,136         | 20,0                      | 28,0                | <1,00          | 57,02      | <1,34              |
| MOX 03                   | 09/05/2018 | 13:50 | 12,0             | 3,0               | 32,7             | 7,3                        | 158,7                      | 7,42 | 65,6                           | 0,04             | <2,0       | 0,019                | <0,011             | <1,36                   | <0,10         | <0,136         | 27,0                      | 42,0                | <1,00          | 19,30      | <1,34              |
| MOX 04                   | 09/05/2018 | 14:45 | 13,0             | 0,7               | 31,3             | 12,7                       | 155,7                      | 7,55 | 63,5                           | 0,04             | <2,0       | 0,016                | <0,011             | <1,36                   | <0,10         | <0,136         | 20,0                      | 30,0                | 2,00           | 16,37      | <1,34              |
| MO PI 09                 | 09/05/2018 | 16:00 | 16,0             | 5,0               | 29,9             | 11,5                       | 103,7                      | 8,52 | 65,7                           | 0,04             | <2,0       | 0,017                | <0,011             | 2,82                    | <0,10         | <0,136         | 20,0                      | 26,0                | <1,00          | 21,35      | <1,34              |
| PAIV 01                  | 09/05/2018 | 09:15 | 5,0              | 5,0               | 30,1             | 10,2                       | 91,7                       | 8,64 | 72,9                           | 0,04             | <2,0       | 0,018                | <0,011             | 2,05                    | <0,10         | <0,136         | 21,0                      | 28,0                | <1,00          | 22,81      | <1,34              |
| XIN 01                   | 03/05/2018 | 06:00 | -                | -                 | 31,7             | 11,8                       | 103,1                      | 7,45 | 73,7                           | 0,04             | <2,0       | 0,017                | <0,011             | 2,62                    | <0,10         | <0,136         | <10,0                     | 28,0                | <1,00          | 21,05      | <1,34              |
| XIN 04                   | 03/05/2018 | 08:30 | -                | -                 | 33,0             | 10,9                       | 99,5                       | 7,47 | 72,5                           | 0,03             | <2,0       | 0,016                | <0,011             | 3,36                    | <0,10         | <0,136         | 21,0                      | 29,0                | 1,30           | 15,20      | <1,34              |

**Programa de Monitoramento do Rio São Francisco Durante o Período de Vazão Reduzida**

| Estação de Monitoramento | Data       | Hora  | Profundidade (m) | Transparência (m) | Temperatura (°C) | Oxigênio Dissolvido (mg/L) | Oxigênio Dissolvido (%Sat) | pH   | Condutividade Elétrica (uS/cm) | Salinidade (ppt) | DBO (mg/L) | Fósforo Total (mg/L) | Ortofosfato (mg/L) | Nitrogênio Total (mg/L) | Amônia (mg/L) | Nitrato (mg/L) | Alcalinidade Total (mg/L) | Dureza Total (mg/L) | Turbidez (NTU) | COT (mg/L) | Clorofila-a (µg/L) |
|--------------------------|------------|-------|------------------|-------------------|------------------|----------------------------|----------------------------|------|--------------------------------|------------------|------------|----------------------|--------------------|-------------------------|---------------|----------------|---------------------------|---------------------|----------------|------------|--------------------|
| XIN 10                   | 03/05/2018 | 11:30 | 17,0             | 0,9               | 32,1             | 9,3                        | 98,7                       | 7,38 | 73,5                           | 0,04             | <2,0       | 0,019                | <0,011             | 3,88                    | <0,10         | <0,136         | 22,0                      | 28,0                | 1,20           | 22,51      | <1,34              |
| BSF 02                   | 04/05/2018 | 05:50 | 3,0              | 2,0               | 31,0             | 12,7                       | 109,3                      | 7,38 | 73,3                           | 0,04             | <2,0       | 0,018                | <0,011             | 1,78                    | <0,10         | <0,136         | 22,0                      | 29,0                | 1,70           | 24,27      | <1,34              |
| BSF 06                   | 04/05/2018 | 08:10 | 7,0              | 1,5               | 29,6             | 10,9                       | 111,3                      | 7,40 | 71,0                           | 0,04             | <2,0       | 0,016                | <0,011             | 4,49                    | <0,10         | <0,136         | 21,0                      | 27,0                | <1,00          | 23,39      | <1,34              |
| BSF 11                   | 04/05/2018 | 12:15 | 2,0              | 2,0               | 29,1             | 11,6                       | 126,2                      | 7,65 | 75,7                           | 0,05             | <2,0       | 0,016                | <0,011             | 2,03                    | <0,10         | <0,136         | 21,0                      | 35,0                | <1,00          | 26,61      | <1,34              |
| BSF 16                   | 04/05/2018 | 14:30 | 6,0              | 2,0               | 31,7             | 17,1                       | 195,3                      | 7,3  | 151,7                          | 4,00             | <2,0       | 0,013                | <0,011             | 5,2                     | <0,10         | <0,136         | 20,0                      | 72,0                | <1,00          | 27,78      | <1,34              |

**Quadro 5 - Parâmetros físico-químicos obtidos na 24ª Campanha de Monitoramento da Qualidade da Água.**

| Estação de Monitoramento | Data       | Hora  | Profundidade (m) | Transparência (m) | Temperatura (°C) | Oxigênio Dissolvido (mg/L) | Oxigênio Dissolvido (%Sat) | pH   | Condutividade Elétrica (mS/cm) | Salinidade (ppt) | DBO (mg/L) | Fósforo Total (mg/L) | Ortofosfato (mg/L) | Nitrogênio Total (mg/L) | Amônia (mg/L) | Nitrato (mg/L) | Alcalinidade Total (mg/L) | Dureza Total (mg/L) | Turbidez (NTU) | COT (mg/L) | Clorofila-a (µg/L) |
|--------------------------|------------|-------|------------------|-------------------|------------------|----------------------------|----------------------------|------|--------------------------------|------------------|------------|----------------------|--------------------|-------------------------|---------------|----------------|---------------------------|---------------------|----------------|------------|--------------------|
| SOB 19                   | 15/05/2018 | 08:00 | 18,0             | 1,0               | 33,2             | 9,7                        | 88,3                       | 8,73 | 64,5                           | 0,04             | <2,0       | 0,031                | 0,014              | 6,64                    | 0,190         | <0,136         | 29,2                      | 27,0                | 9,7            | 16,08      | <1,34              |
| SOB 22                   | 15/05/2018 | 10:10 | 4,0              | 1,0               | 33,0             | 12,5                       | 102,3                      | 9,15 | 63,9                           | 0,04             | <2,0       | 0,027                | <0,011             | <1,36                   | 0,110         | <0,136         | 26,2                      | 27,0                | 19,9           | 20,18      | <1,34              |
| SOB 24                   | 15/05/2018 | 13:00 | 1,5              | 1,0               | 31,8             | 7,2                        | 87,9                       | 8,35 | 65,9                           | 0,04             | <2,0       | 0,017                | <0,011             | 3,77                    | 0,110         | <0,136         | 26,2                      | 26,0                | 1,9            | 20,47      | <1,34              |
| SOB 25                   | 15/05/2018 | 14:45 | 4,0              | 2,0               | 31,3             | 7,0                        | 79,9                       | 7,73 | 65,0                           | 0,04             | <2,0       | 0,033                | 0,012              | 4,22                    | 0,190         | <0,136         | 27,2                      | 25,0                | 5,1            | 28,36      | <1,34              |
| SOB 29                   | 15/05/2018 | 15:30 | 9,0              | 3,0               | 29,9             | 7,5                        | 97,6                       | 7,58 | 67,3                           | 0,04             | <2,0       | 0,017                | <0,011             | 8,92                    | 0,140         | <0,136         | 27,2                      | 28,0                | <1,0           | 26,32      | <1,34              |
| ITA 01                   | 14/05/2018 | 05:50 | 8,0              | 4,0               | 30,2             | 8,2                        | 84,7                       | 7,93 | 76,1                           | 0,04             | <2,0       | 0,016                | <0,011             | 3,25                    | 0,140         | <0,136         | 28,2                      | 27,0                | 3,2            | 18,13      | <1,34              |
| ITA 04                   | 14/05/2018 | 06:45 | 28,0             | 4,0               | 32,4             | 10,3                       | 100,2                      | 7,98 | 76,0                           | 0,04             | <2,0       | <0,011               | <0,011             | 9,69                    | 0,130         | <0,136         | 28,2                      | 27,0                | 1,00           | 34,80      | <1,34              |
| ITA 08                   | 14/05/2018 | 08:15 | 26,0             | 3,0               | 33,0             | 7,8                        | 105,3                      | 7,75 | 76,4                           | 0,04             | <2,0       | <0,011               | <0,011             | 13,59                   | 0,120         | <0,136         | 27,2                      | 30,0                | 1,8            | 21,35      | <1,34              |
| ITA 10                   | 16/05/2018 | 11:00 | 7,0              | 5,0               | 33,7             | 7,6                        | 102,9                      | 7,56 | 75,9                           | 0,04             | <2,0       | 0,017                | <0,011             | 16,57                   | 1,000         | <0,136         | 27,2                      | 27,0                | 1,5            | 15,20      | <1,34              |
| ITA 11                   | 16/05/2018 | 12:25 | 14,0             | 5,0               | 33,3             | 8,1                        | 98,6                       | 7,69 | 74,2                           | 0,04             | <2,0       | 0,016                | <0,011             | 8,81                    | 0,480         | <0,136         | 30,2                      | 27,0                | <1,0           | 15,20      | <1,34              |
| MOX 02                   | 16/05/2018 | 13:50 | 22,0             | 0,5               | 32,9             | 7,9                        | 115,7                      | 7,92 | 76,3                           | 0,04             | <2,0       | 0,016                | <0,011             | 15,40                   | 0,540         | <0,136         | 29,2                      | 26,0                | <1,0           | 15,40      | <1,34              |
| MOX 03                   | 17/05/2018 | 08:00 | 2,0              | 0,5               | 33,5             | 13,9                       | 173,5                      | 7,33 | 102,3                          | 0,04             | <2,0       | 0,019                | <0,011             | 13,21                   | 0,380         | <0,136         | 30,2                      | 36,0                | <1,0           | 23,98      | <1,34              |
| MOX 04                   | 17/05/2018 | 08:50 | 13,0             | 0,5               | 32,5             | 11,5                       | 133,3                      | 7,19 | 115,2                          | 0,04             | <2,0       | 0,014                | <0,011             | 14,56                   | 0,230         | <0,136         | 29,2                      | 26,0                | <1,0           | 13,45      | <1,34              |
| MO PI 09                 | 16/05/2018 | 14:00 | 19,0             | 5,0               | 33,1             | 8,7                        | 101,3                      | 8,15 | 69,3                           | 0,04             | <2,0       | 0,017                | <0,011             | 13,23                   | 0,270         | <0,136         | 28,2                      | 28,0                | <1,0           | 22,81      | <1,34              |
| PAIV 01                  | 16/05/2018 | 15:10 | 10,0             | 5,0               | 32,3             | 10,1                       | 115,3                      | 8,25 | 73,2                           | 0,04             | <2,0       | 0,014                | <0,011             | 14,07                   | 0,200         | <0,136         | 28,2                      | 27,0                | <1,0           | 25,73      | <1,34              |
| XIN 01                   | 16/05/2018 | 16:00 | -                | 5,0               | 33,1             | 10,3                       | 112,7                      | 7,79 | 74,5                           | 0,04             | <2,0       | 0,017                | <0,011             | 11,85                   | 0,170         | <0,136         | 28,2                      | 26,0                | 1,5            | 14,33      | <1,34              |
| XIN 04                   | 16/05/2018 | 16:50 | -                | 5,0               | 33,7             | 9,7                        | 103,5                      | 7,19 | 74,3                           | 0,04             | <2,0       | 0,014                | <0,011             | 12,71                   | 0,390         | <0,136         | 29,2                      | 29,0                | <1,0           | 13,45      | <1,34              |

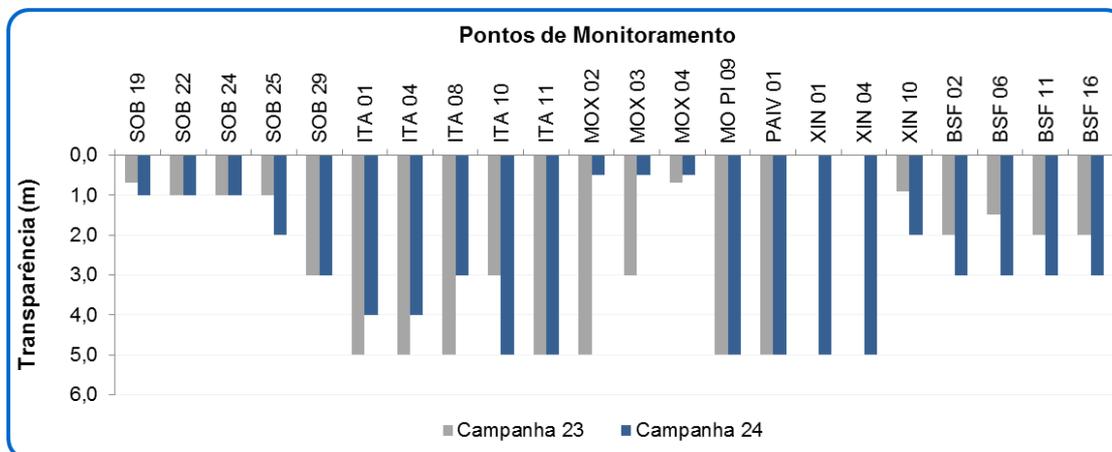
**Programa de Monitoramento do Rio São Francisco Durante o Período de Vazão Reduzida**



|               |            |       |      |     |      |      |       |      |      |      |      |       |        |       |       |        |      |       |      |       |       |
|---------------|------------|-------|------|-----|------|------|-------|------|------|------|------|-------|--------|-------|-------|--------|------|-------|------|-------|-------|
| <b>XIN 10</b> | 10/05/2018 | 11:30 | 14,0 | 2,0 | 32,0 | 8,5  | 98,7  | 7,21 | 71,2 | 0,04 | <2,0 | 0,018 | <0,011 | 10,05 | 0,310 | <0,136 | 30,2 | 29,0  | <1,0 | 27,78 | <1,34 |
| <b>BSF 02</b> | 10/05/2018 | 14:00 | 3,0  | 3,0 | 33,1 | 13,7 | 128,3 | 7,26 | 73,7 | 0,04 | <2,0 | 0,015 | <0,011 | 16,91 | 0,190 | <0,136 | 30,2 | 26,0  | <1,0 | 19,01 | <1,34 |
| <b>BSF 06</b> | 11/05/2018 | 09:30 | 8,0  | 3,0 | 32,7 | 15,2 | 94,7  | 7,01 | 72,0 | 0,04 | <2,0 | 0,013 | <0,011 | 11,38 | 0,170 | <0,136 | 27,2 | 25,0  | 1,5  | 20,47 | <1,34 |
| <b>BSF 11</b> | 11/05/2018 | 11:10 | 4,0  | 3,0 | 32,9 | 14,3 | 88,1  | 7,42 | 73,5 | 0,05 | <2,0 | 0,015 | <0,011 | 16,01 | 0,150 | <0,136 | 28,2 | 26,0  | 1,9  | 19,30 | <1,34 |
| <b>BSF 16</b> | 11/05/2018 | 12:20 | 7,0  | 3,0 | 33,1 | 12,1 | 44,9  | 7,55 | 74,0 | 1,37 | <2,0 | 0,024 | 0,012  | 35,9  | 0,160 | 0,373  | 36,2 | 258,0 | 1,4  | 32,46 | <1,34 |

### TRANSPARÊNCIA

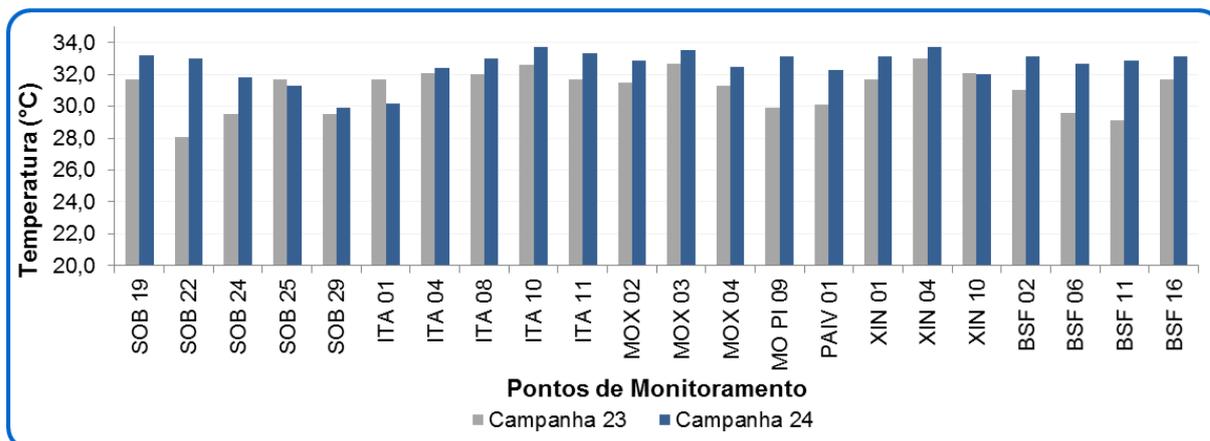
A transparência da água variou de 0,7 até 5 m na 23ª Campanha, e de 0,5 a 5 m na 24ª Campanha. Os valores registrados para este parâmetro constam na Figura 3.



**Figura 3 - Valores de transparência da água (m) registrados entre 03 e 09 de maio de 2018 (23ª Campanha) e entre 10 e 17 de maio de 2018 (24ª Campanha).**

### TEMPERATURA

A temperatura da água variou entre 28,1°C e 33°C na 23ª Campanha, e entre 29,9°C e 33,7°C na 24ª Campanha. Os dados de temperatura estão expostos na Figura 4.

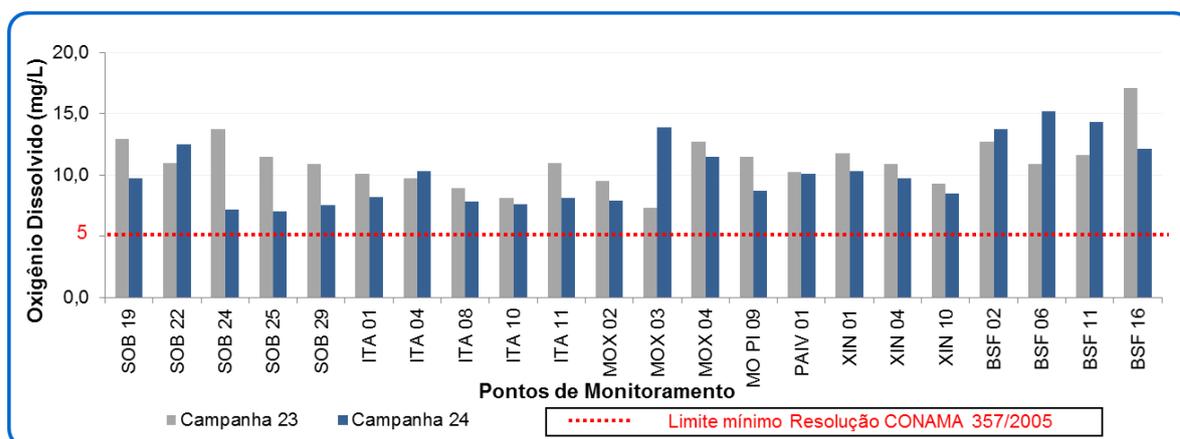


**Figura 4 - Valores de temperatura da água (°C) registrados entre 03 e 09 de maio de 2018 (23ª Campanha) e entre 10 e 17 de maio de 2018 (24ª Campanha).**

### OXIGÊNIO DISSOLVIDO

As concentrações de oxigênio dissolvido nos pontos de monitoramento variaram de 7,3 a 17,1 mg/L na 23ª Campanha, e de 7 a 15,2 mg/L na 24ª Campanha. Não foram registradas concentrações abaixo do limite mínimo preconizado pela Resolução CONAMA 357/2005 para águas classe 2 (5 mg/L). Concentrações de oxigênio superiores a 10 mg/L, verificadas em grande parte dos pontos monitorados, indicam uma situação de supersaturação, típica de águas eutrofizadas. Isto ocorre principalmente em lagos e represas em que o excessivo crescimento das algas faz com que durante o dia, devido à fotossíntese, os valores de oxigênio fiquem mais elevados. As concentrações de oxigênio dissolvido obtidas constam na

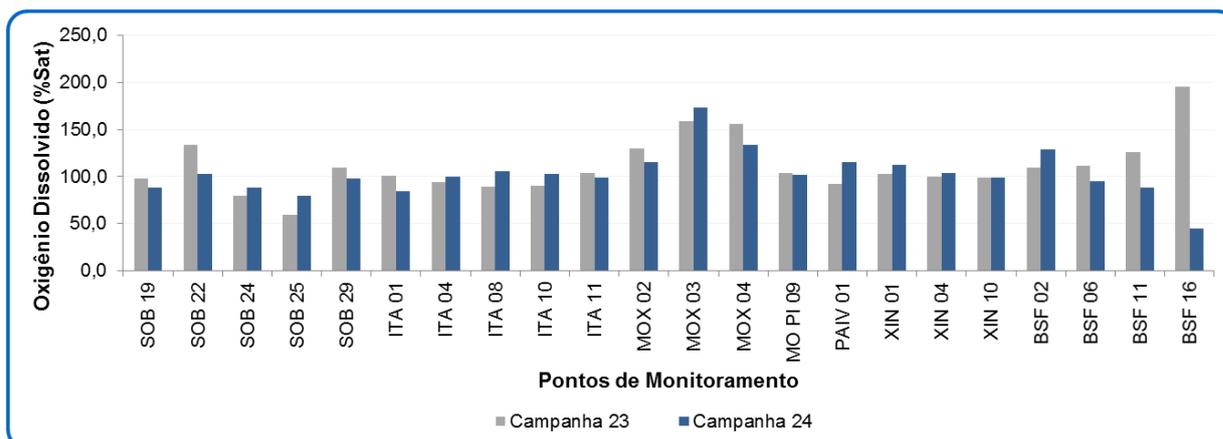
**Erro! Fonte de referência não encontrada..**



**Figura 5 - Valores de oxigênio dissolvido (mg/L) registrados entre 03 e 09 de maio de 2018 (23ª Campanha) e entre 10 e 17 de maio de 2018 (24ª Campanha).**

### OXIGÊNIO DISSOLVIDO (SATURAÇÃO)

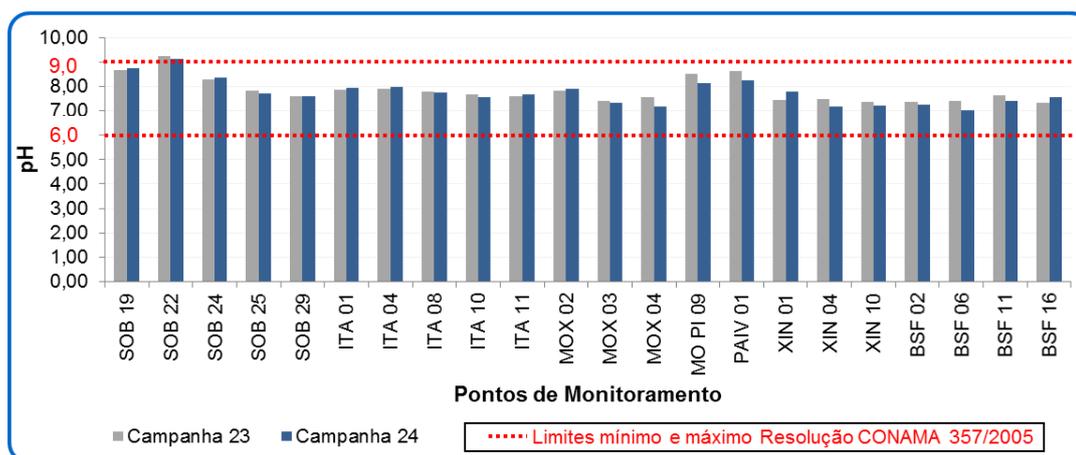
A saturação do oxigênio variou de 58,9 a 195,3% na 23ª Campanha, e de 44,9 a 173,5% na 24ª Campanha, conforme exposto na Figura 6. No entanto, foi constatado que o sensor da sonda para este parâmetro estava descalibrado, e estes não são considerados dados confiáveis.



**Figura 6 - Valores de saturação do oxigênio dissolvido (%Sat) registrados entre 03 e 09 de maio de 2018 (23ª Campanha) e entre 10 e 17 de maio de 2018 (24ª Campanha).**

**PH**

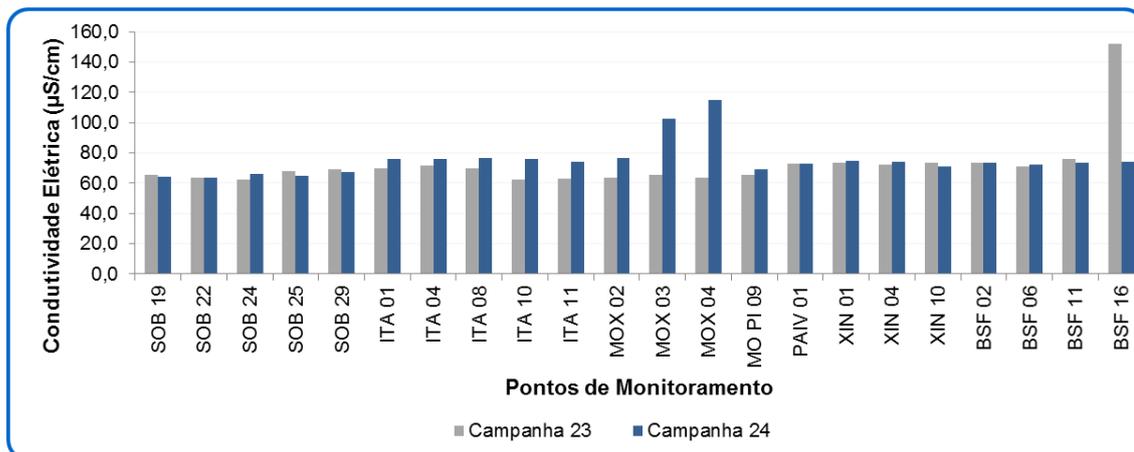
Os valores de pH obtidos se inseriram de modo geral, dentro do intervalo estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 para águas classe 2, de pH 6 a 9, com exceção do ponto SOB 22, em ambas campanhas em que foram observados dados de pH de 9,26 e 9,15 respectivamente. Nos demais pontos, na Campanha 23, foi observada uma variação de pH 7,33 a 9,26. Na 24ª Campanha o pH variou de 7,01 a 9,15. Os valores de pH podem ser visualizados na Figura 7.



**Figura 7 - Valores de pH registrados entre 03 e 09 de maio de 2018 (23ª Campanha) e entre 03 e 09 de maio de 2018 (23ª Campanha) e entre 10 e 17 de maio de 2018 (24ª Campanha).**

**CONDUTIVIDADE ELÉTRICA**

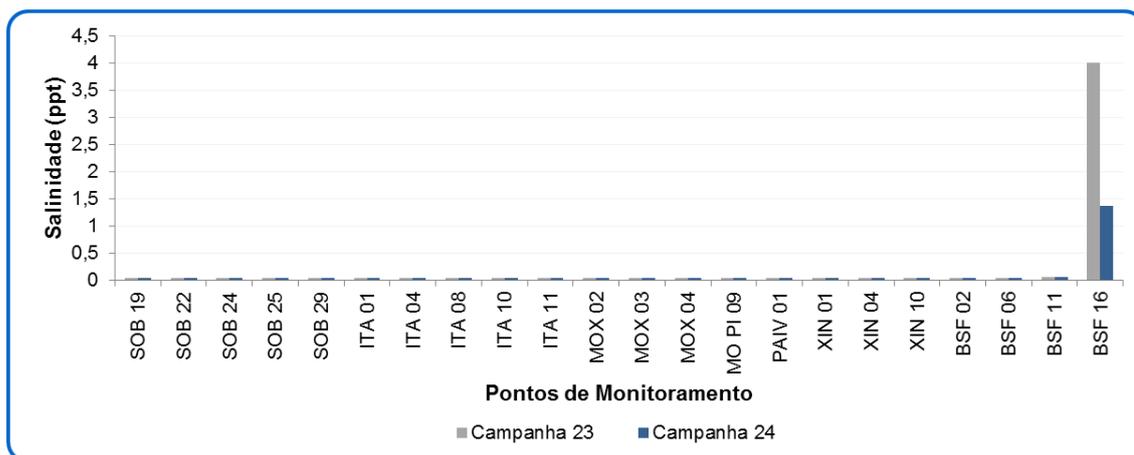
A condutividade elétrica na 23ª Campanha variou de 62,3  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (ITA 10) a 151,7  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (BSF 16). Na 24ª Campanha, a condutividade se manteve entre 63,9 (SOB 22) e 115,2  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (MOX 04). Os dados obtidos constam na Figura 8.



**Figura 8 - Valores de condutividade elétrica (µS/cm) registrados entre 03 e 09 de maio de 2018 (23ª Campanha) e entre 10 e 17 de maio de 2018 (24ª Campanha).**

**SALINIDADE**

Na 23ª Campanha, a salinidade registrada ao longo do trecho da barragem de Sobradinho até a foz do rio São Francisco variou entre 0,03 e 4 ppt. Na 24ª Campanha a variação foi de 0,04 a 1,37 ppt. Os valores mais elevados de salinidade são registrados no ponto BSF 16, inserido na região da foz do rio São Francisco. Os dados de salinidade podem ser visualizados na Figura 9.



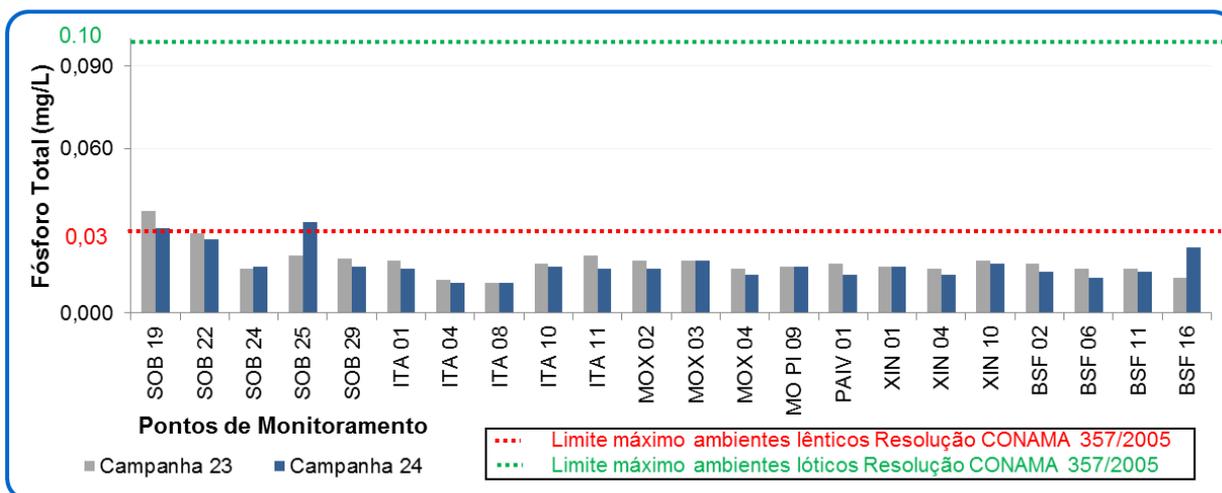
**Figura 9 - Valores de salinidade (ppt) registrados entre 03 e 09 de maio de 2018 (23ª Campanha) e entre 10 e 17 de maio de 2018 (24ª Campanha).**

**DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO**

A DBO ficou abaixo do limite de detecção do método (2 mg/L) em todos os pontos de monitoramento em ambas as campanhas, se mantendo em acordo com o limite máximo de 5 mg/L preconizado pela Resolução CONAMA 357/2005 para águas classe 2.

### FÓSFORO TOTAL

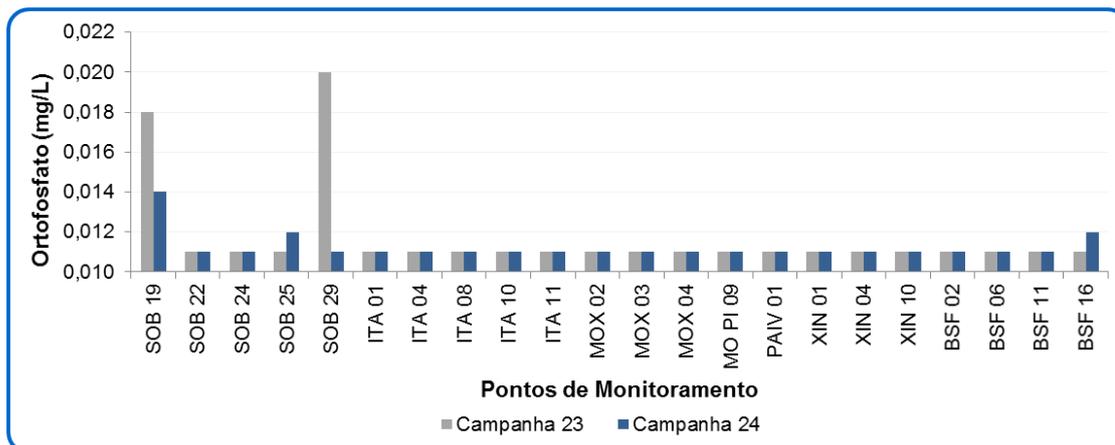
As concentrações de fósforo variaram de abaixo do limite de detecção do método (0,011 mg/L) até valores máximos de 0,037 mg/L na 23ª Campanha, e até 0,031 mg/L na 24ª Campanha. Foram registradas concentrações acima do limite estipulado pela Resolução CONAMA 357/2005 para águas classe 2 em ambientes lênticos no ponto SOB 19. Os resultados para o parâmetro fósforo total estão dispostos na Figura 10.



**Figura 10 - Valores de fósforo total (mg/L) registrados entre 03 e 09 de maio de 2018 (23ª Campanha) e entre 10 e 17 de maio de 2018 (24ª Campanha).**

### ORTOFOSFATO

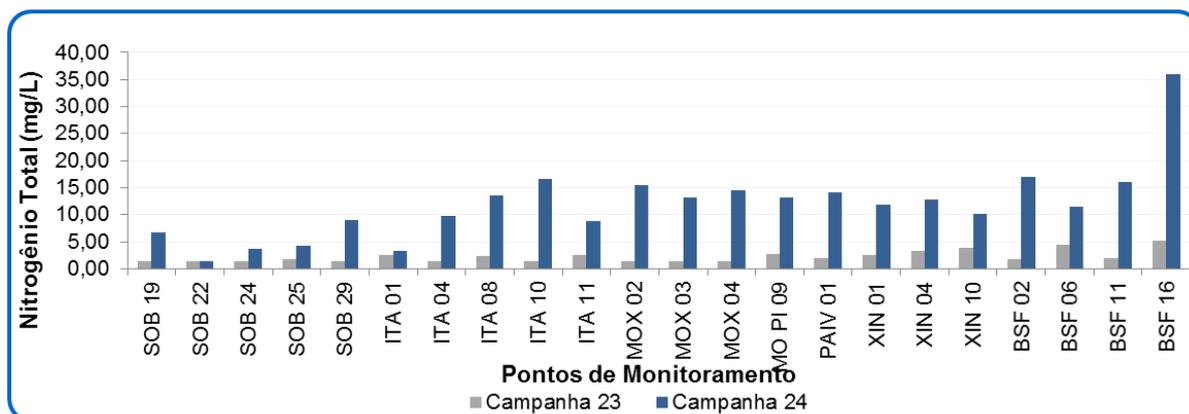
As concentrações de ortofosfato variaram de abaixo do limite de detecção do método (0,011 mg/L) até um máximo de 0,020 mg/L na 23ª Campanha, e de 0,014 mg/L na 24ª Campanha. Os resultados estão dispostos na Figura 11.



**Figura 11 - Valores de ortofosfato (mg/L) registrados entre 03 e 09 de maio de 2018 (23ª Campanha) e entre 10 e 17 de maio de 2018 (24ª Campanha).**

### NITROGÊNIO TOTAL

As concentrações de nitrogênio total obtidas variaram de <1,36 mg/L até 5,17 mg/L na 23ª Campanha e de <1,36 mg/L a 35,96 mg/L na 24ª Campanha. Houve uma maior amplitude de variação das concentrações na Campanha 24. As concentrações de nitrogênio total registradas em ambas as campanhas estão representadas na Figura 12.

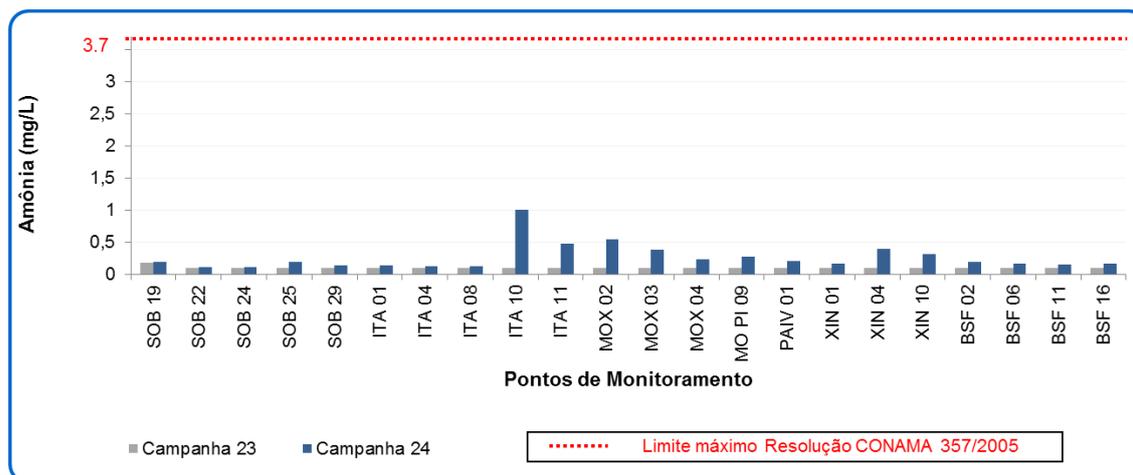


**Figura 12 - Valores de nitrogênio total (mg/L) registrados entre 03 e 09 de maio de 2018 (23ª Campanha) e entre 10 e 17 de maio de 2018 (24ª Campanha).**

### AMÔNIA

As concentrações de amônia obtidas na 23ª Campanha variaram de abaixo do limite de detecção do método, de 0,1 mg/L até 0,18 mg/L. Na Campanha 24 esta variação foi de 0,11 até 1,0 mg/L. Em todos os pontos de monitoramento em ambas as campanhas, os resultados de amônia ficaram em conformidade com o padrão estabelecido pela Resolução

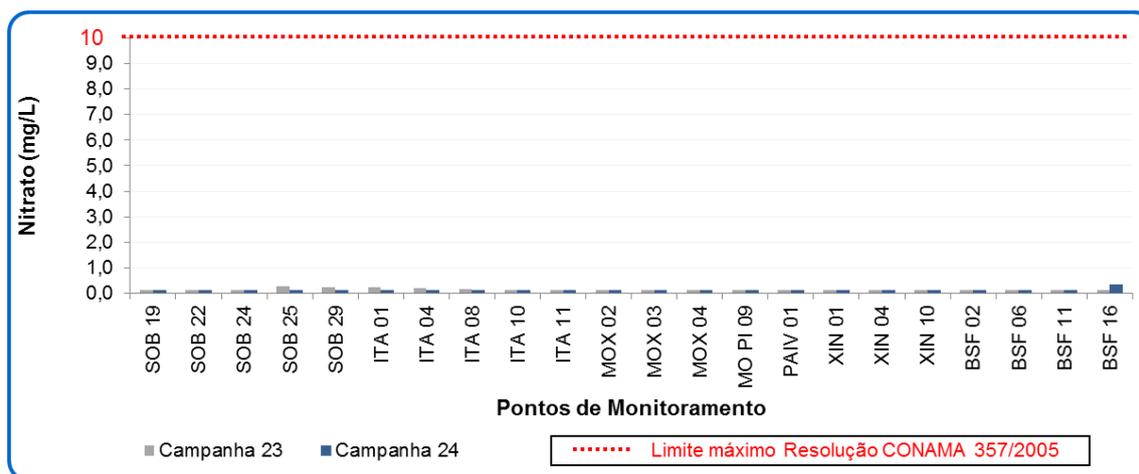
CONAMA 357/2005, de 3,7 mg/L para águas com pH igual ou menor a 7,5.



**Figura 13 - Valores de Amônia (mg/L) registrados entre 03 e 09 de maio de 2018 (23ª Campanha) e entre 10 e 17 de maio de 2018 (24ª Campanha).**

### NITRATO

As concentrações de nitrato variaram de abaixo do limite de detecção do método, de 0,136 mg/L, até 0,268 mg/L (23ª Campanha) e 0,373 mg/L (24ª Campanha). Em todos os pontos de monitoramento em ambas as campanhas, os dados se mantiveram em acordo com o limite máximo de 10 mg/L preconizado pela Resolução CONAMA 357/2005.

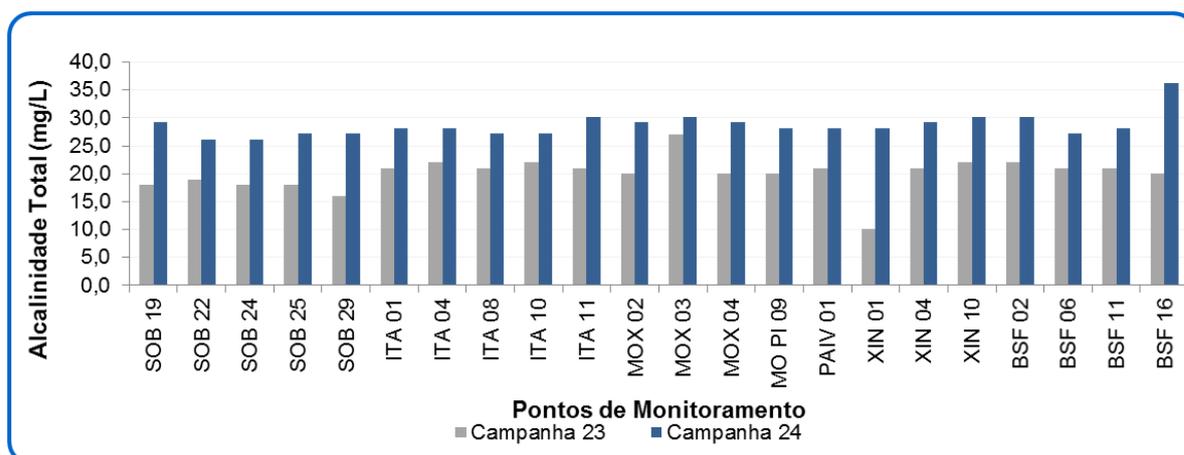


**Figura 14 - Valores de Nitrato (mg/L) registrados entre 03 e 09 de maio de 2018 (23ª Campanha) e entre 10 e 17 de maio de 2018 (24ª Campanha).**

### ALCALINIDADE TOTAL

Os valores de alcalinidade variaram dentro do intervalo de <10,0 a 27,0 mg/L na 23ª Campanha, e de 26,2 a 36,2 mg/L na 24ª Campanha. A Figura 15 contém as concentrações

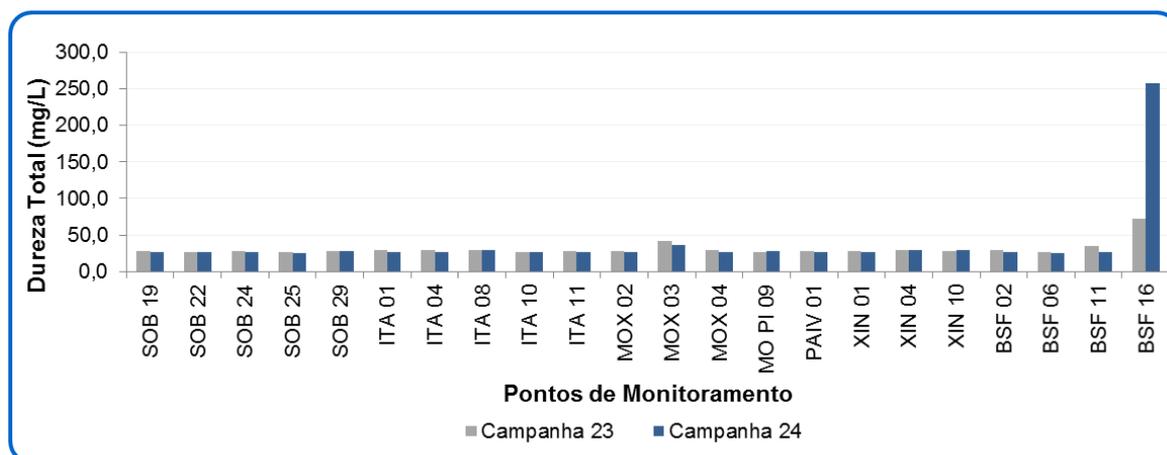
de alcalinidade total obtidas por ponto de monitoramento.



**Figura 15 - Valores de alcalinidade total (mg/L) registrados entre 03 e 09 de maio de 2018 (23ª Campanha) e entre 10 e 17 de maio de 2018 (24ª Campanha).**

### DUREZA TOTAL

Os valores de dureza total obtidos nos pontos de monitoramento na 23ª Campanha variaram entre 26,0 mg/L até 72 mg/L, enquanto que na 24ª Campanha, a variação do parâmetro foi de 25 a 258 mg/L. Na Figura 16 podem ser visualizados os resultados para o parâmetro.

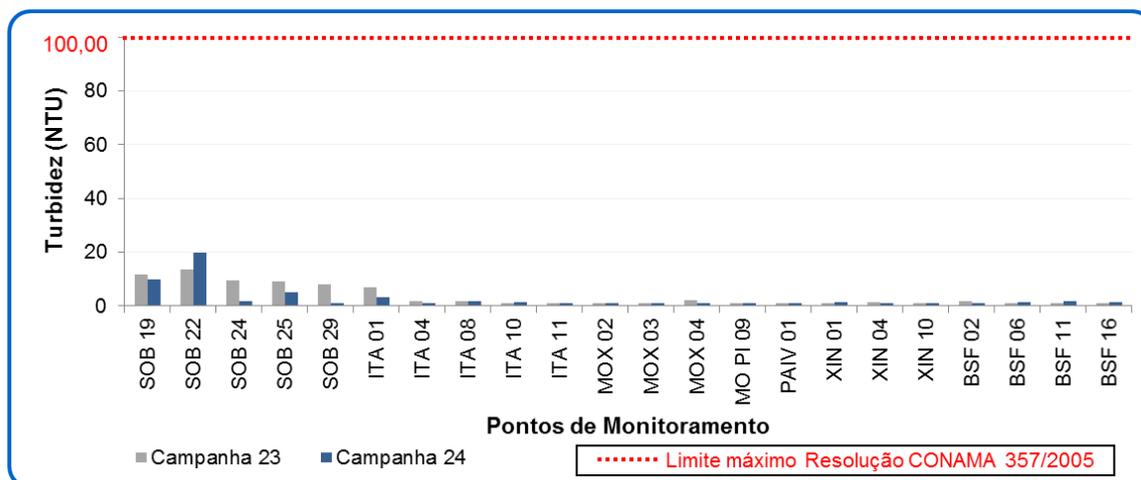


**Figura 16 - Valores de dureza total (mg/L) registrados entre 03 e 09 de maio de 2018 (23ª Campanha) e entre 10 e 17 de maio de 2018 (24ª Campanha).**

### TURBIDEZ

Os dados obtidos de turbidez para ambas as campanhas não apontam infrações ao valor orientador regido pela Resolução CONAMA 357/2005 para águas classe 2 (<100 NTU). Houve variação de valores desde abaixo do limite de detecção do método, de 1 NTU até 13,50 NTU na 23ª Campanha, e até 19,90 NTU na 24ª Campanha. Os resultados de turbidez

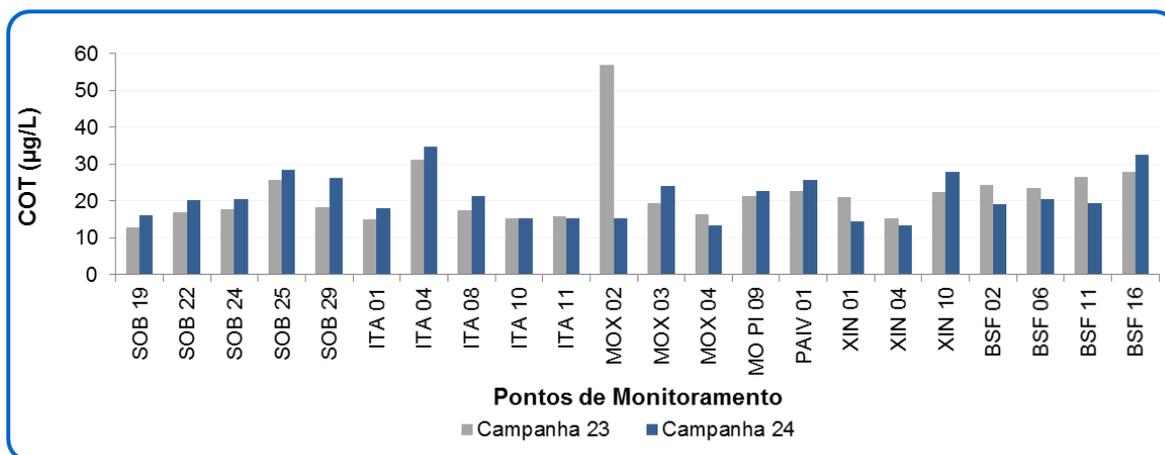
encontram-se dispostos na Figura 17.



**Figura 17 - Valores de turbidez (NTU) registrados entre 03 e 09 de maio de 2018 (23ª Campanha) e entre 10 e 17 de maio de 2018 (24ª Campanha).**

### CARBONO ORGÂNICO TOTAL

As concentrações de carbono orgânico total variaram de 12,87 até 57,02 mg/L na 23ª Campanha, e de 13,45 até 34,80 mg/L na 24ª Campanha. As concentrações obtidas de carbono orgânico total constam na Figura 18.



**Figura 18 - Valores de carbono orgânico total (mg/L) registrados entre 03 e 09 de maio de 2018 (23ª Campanha) e entre 10 e 17 de maio de 2018 (24ª Campanha).**

### CLOROFILA-A

As concentrações de clorofila-a obtidas se mantiveram abaixo do limite de detecção do método, de 1,34 µg/L, em todos os pontos de monitoramento em ambas as campanhas, estando em conformidade com o padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 para águas classe 2 (<30 µg/L).

### ANÁLISES DE PERFIL NO PONTO SOB 19

No que se refere às coletas realizadas na zona fótica e fundo do ponto SOB 19, localizado no reservatório de Sobradinho, próximo à barragem, foram constatados valores de pH dentro do intervalo recomendado pela Resolução CONAMA 357/2005 para ambas as campanhas.

Os dados obtidos para o parâmetro de fósforo total se inseriram em uma faixa de variação de próxima ao limite máximo de 0,03 mg/L preconizado pela Resolução CONAMA 357/2005 para águas classe 2 de ambientes lênticos. Na 23ª Campanha, foi registrado o valor de 0,037 mg/L no ponto de superfície e na campanha 24 o maior valor foi registrado na zona fótica, com 0,033 mg/L.

Os demais parâmetros analisados mantiveram-se dentro dos limites estipulados para águas de classe 2. De modo geral, não foram verificadas variações bruscas ou significativas entre as diferentes profundidades amostradas. Os valores obtidos para os parâmetros de monitoramento nas profundidades de superfície, zona fótica e fundo para o ponto SOB 19 encontram-se no Quadro 6 (23ª Campanha) e

Quadro 7 (24ª Campanha).

**Quadro 6 - Parâmetros de monitoramento obtidos na superfície, zona fótica e fundo do ponto SOB 19 entre 03 e 09 de maio de 2018 (23ª Campanha)**

| Parâmetros                | SOB 19 S | SOB 19 ZF | SOB 19 F |
|---------------------------|----------|-----------|----------|
| pH                        | 8,69     | 8,87      | 8,98     |
| Fósforo total (mg/L)      | 0,037    | 0,030     | 0,031    |
| Ortofosfato (mg/L)        | 0,018    | 0,012     | 0,012    |
| Nitrogênio Total (mg/L)   | <1,36    | 3,93      | <1,36    |
| Amônia (mg/L)             | 0,180    | <0,100    | <0,100   |
| Nitrato (mg/L)            | <0,1360  | 0,2480    | 0,217    |
| Alcalinidade Total (mg/L) | 18,0     | 17,0      | 18       |
| Dureza Total (mg/L)       | 28,0     | 29,0      | 27       |
| Turbidez (NTU)            | 11,7     | 12,8      | 12,5     |
| Carbono org. total (mg/L) | 12,87    | 26,90     | 26,61    |
| Clorofila-a (µg/L)        | <1,34    | <1,34     | <1,34    |

**Quadro 7 - Parâmetros de monitoramento obtidos na superfície, zona fótica e fundo do ponto SOB 19 entre 10 e 17 de maio de 2018 (24ª Campanha).**

| Parâmetros                | SOB 19 S | SOB 19 ZF | SOB 19 F |
|---------------------------|----------|-----------|----------|
| pH                        | 8,73     | 8,45      | 8,49     |
| Fósforo total (mg/L)      | 0,031    | 0,033     | 0,022    |
| Ortofosfato (mg/L)        | 0,014    | 0,013     | <0,011   |
| Nitrogênio Total (mg/L)   | 6,64     | <1,36     | 3,61     |
| Amônia (mg/L)             | 0,19     | 0,15      | 0,13     |
| Nitrato (mg/L)            | <0,136   | <0,136    | <0,136   |
| Alcalinidade Total (mg/L) | 29,2     | 25,2      | 25,2     |
| Dureza Total (mg/L)       | 27       | 27        | 27       |
| Turbidez (NTU)            | 9,7      | 10,9      | 18,3     |
| Carbono org. total (mg/L) | 16,08    | 26,32     | 25,15    |
| Clorofila-a (µg/L)        | <1,34    | <1,34     | <1,34    |

As análises de perfil de temperatura nesse mesmo ponto demonstraram uma variação de 29 a 31,7 °C na 23ª Campanha e 29,9 a 33,2 °C na 24ª Campanha. As concentrações de oxigênio variaram de 6,0 a 10,3 mg/L ao longo da coluna d'água na 23ª Campanha, enquanto que na 24ª Campanha a variação vertical foi de 9,3 a 10,7 mg/L. A saturação do oxigênio dissolvido esteve entre 98,7 e 151% na 23ª Campanha. Na 24ª Campanha, a saturação do oxigênio ao longo da coluna d'água oscilou entre 88,3 e 131,1%. As variações de temperatura e oxigênio na coluna d'água do ponto SOB 19 podem ser visualizadas na Figura 19 (23ª Campanha) e na Figura 21 (24ª Campanha).

A condutividade elétrica se manteve relativamente constante, variando de 60,7 a 62,7 µS/cm na 23ª Campanha e de 61,2 a 68,1 µS/cm na 24ª Campanha. A salinidade se manteve completamente homogênea em ambas campanhas, com concentração de 0,04 ppt ao longo de toda a coluna d'água. Os perfis de ambas as variáveis podem ser visualizados na Figura 20 (23ª Campanha) e na Figura 22 (24ª Campanha).

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

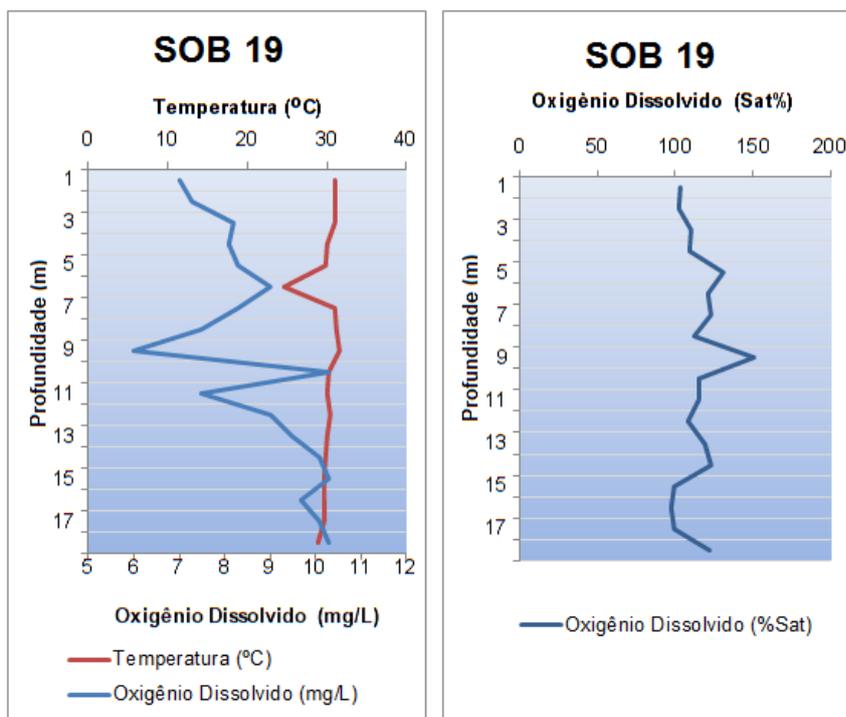


Figura 19 - Perfil de temperatura (°C) e oxigênio dissolvido (mg/L e %Sat) no ponto SOB 19 entre 03 e 09 de maio de 2018 (23ª Campanha).

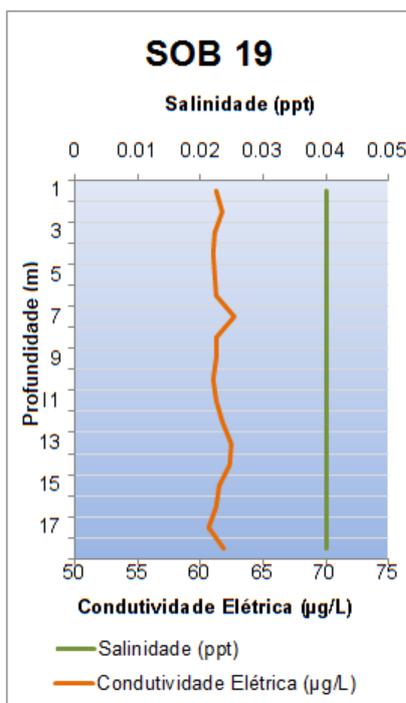


Figura 20 - Perfis de salinidade (ppt) e condutividade elétrica (µS/cm) no ponto SOB 19 entre 03 e 09 de maio de 2018 (23ª Campanha).

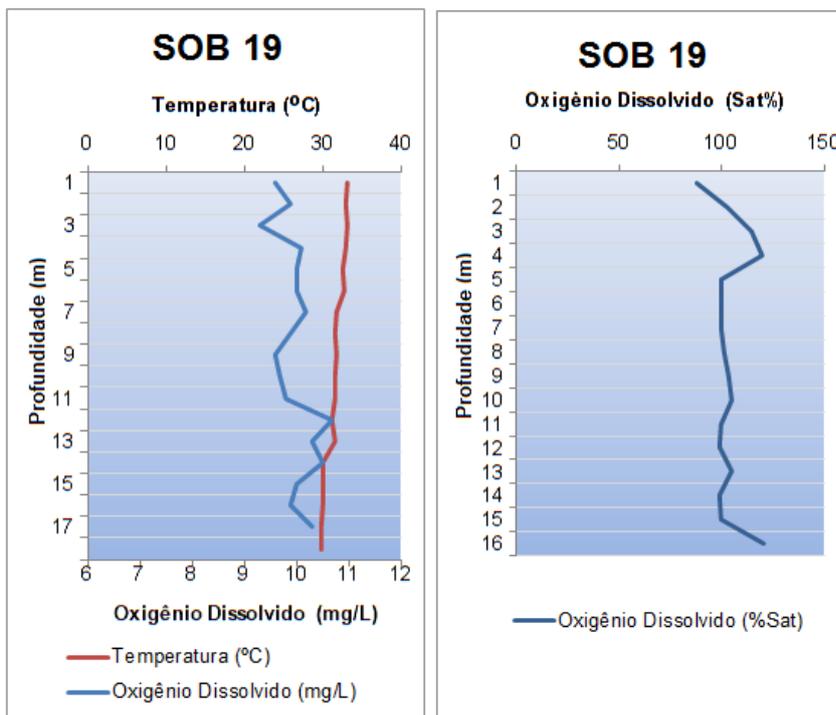


Figura 21 - Perfis de temperatura (°C) e oxigênio dissolvido (mg/L e %Sat) no ponto SOB 19 entre 10 e 17 de maio de 2018 (24ª Campanha).

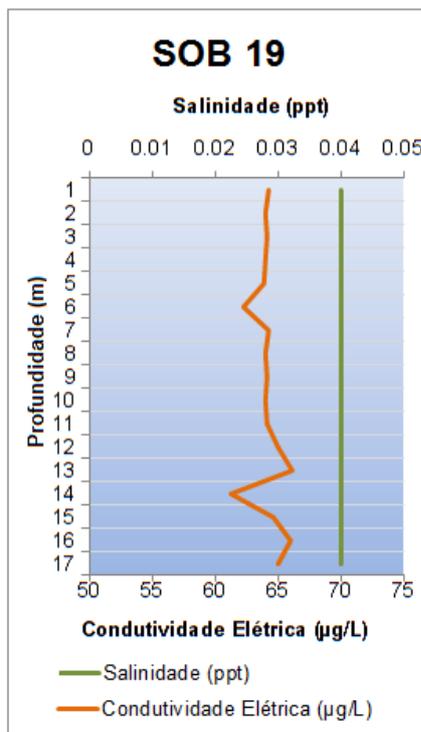


Figura 22 - Perfis de salinidade (ppt) e condutividade elétrica (µS/cm) no ponto SOB 19 entre 10 e 17 de maio de 2018 (24ª Campanha).

## 6.2 - COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA

A comunidade fitoplanctônica inventariada nos trechos Submédio e Baixo do Rio São Francisco foi representada na 23ª Campanha por 31 táxons distribuídos em 6 grupos: Chlorophyta (11), Bacillariophyta (10), Cyanophyta (6), Euglenophyta (2), Chryptophyta (1) e Dinophyta (1). O grupo com maior abundância relativa no total de amostras foi Cyanophyta, representando 98% do total da comunidade fitoplanctônica. As abundâncias relativas de cada grupo no total de amostras obtidas na 23ª campanha podem ser visualizadas na Figura 23.

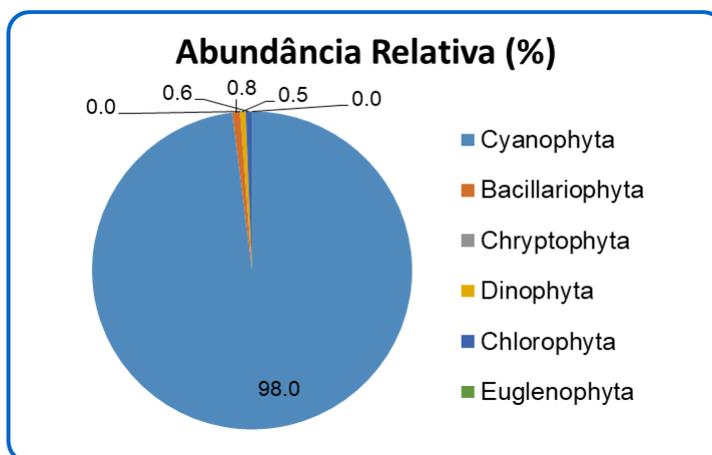
O ponto com a maior riqueza observada foi SOB 19, com 8 espécies. A maior densidade foi obtida no ponto XIN 10, com 905.213 org/mL. Neste ponto, as populações elevadas são principalmente da cianobactéria *Cylindrospermopsis raciborskii*. Na Figura 24 e Figura 25 são visualizadas, respectivamente, as riquezas e densidades fitoplanctônicas de cada ponto de monitoramento na 23ª Campanha.

Na 24ª Campanha, a comunidade fitoplanctônica foi representada por 37 táxons distribuídos em 6 grupos: Chlorophyta (17), Bacillariophyta (10), Cyanophyta (5), Dinophyta (2), Euglenophyta (2) e Chrysophyta (1). O grupo com maior abundância relativa no total de amostras foi Cyanophyta, representando 88,5% do total da comunidade fitoplanctônica. As abundâncias relativas de cada grupo no total de amostras obtidas na 20ª campanha podem ser visualizadas na Figura 26.

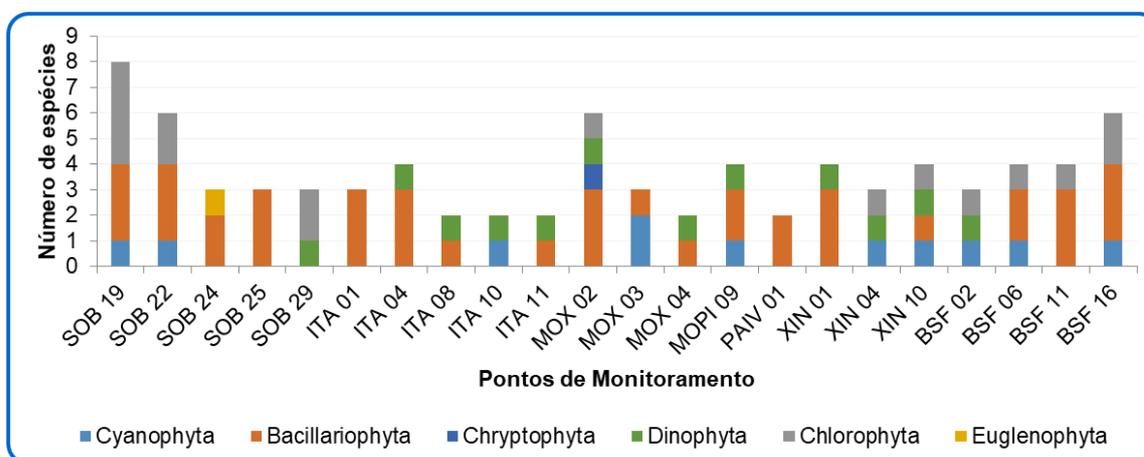
Os pontos com as maiores riquezas registradas foram SOB 24 e MOX 04 com 7 espécies. As maiores densidades foram obtidas nos pontos inseridos no reservatório de Xingó, apresentando densidades entre 462.085 e 611.374 org./mL, todos dominados pela espécie *Cylindrospermopsis raciborskii*. Na Figura 27 e Figura 28 são visualizadas, respectivamente, as riquezas e densidades fitoplanctônicas de cada ponto de monitoramento na 24ª Campanha.

A cianobactéria filamentosa *Cylindrospermopsis raciborskii* tem sido mencionada como espécie bem sucedida em lagos eutróficos de todo o mundo, formando densas florações. Essa espécie possui tolerância à mistura da coluna d'água, alta capacidade de estocar o fósforo, resistência ao afundamento e tolerância ao sombreamento. Ao acompanharem a variação sazonal de *C. raciborskii* no Rio Pequeno, braço da Represa Billings, SP, SOUZA et al. (1998) concluíram que o desenvolvimento da espécie foi favorecido por valores elevados de temperatura da água, do pH e da concentração de oxigênio dissolvido, condições

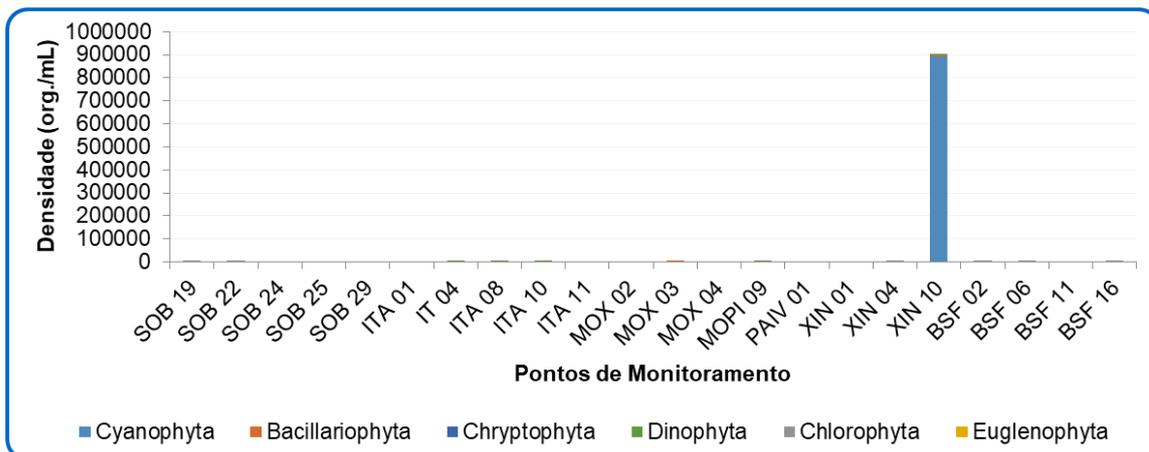
presentes nesta campanha. Condições semelhantes também foram observadas por TUCCI & SANT'ANNA (2003) no Lago das Garças durante o desenvolvimento da floração de *C. raciborskii*.



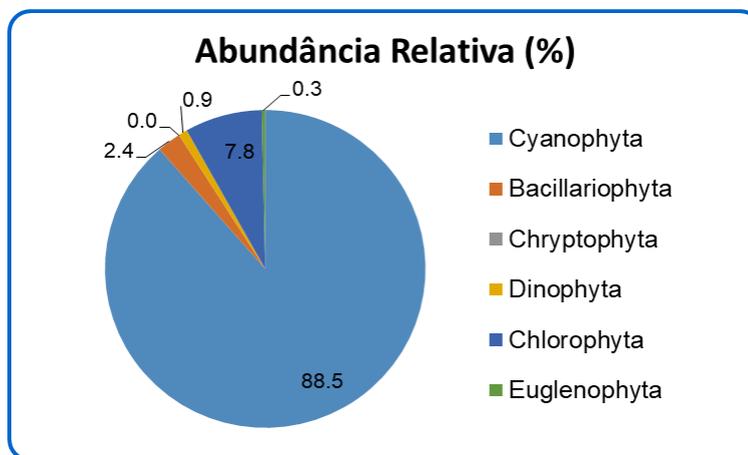
**Figura 23 - Abundância relativa da comunidade fitoplânctônica registradas entre entre 03 e 09 de maio de 2018 (23ª Campanha).**



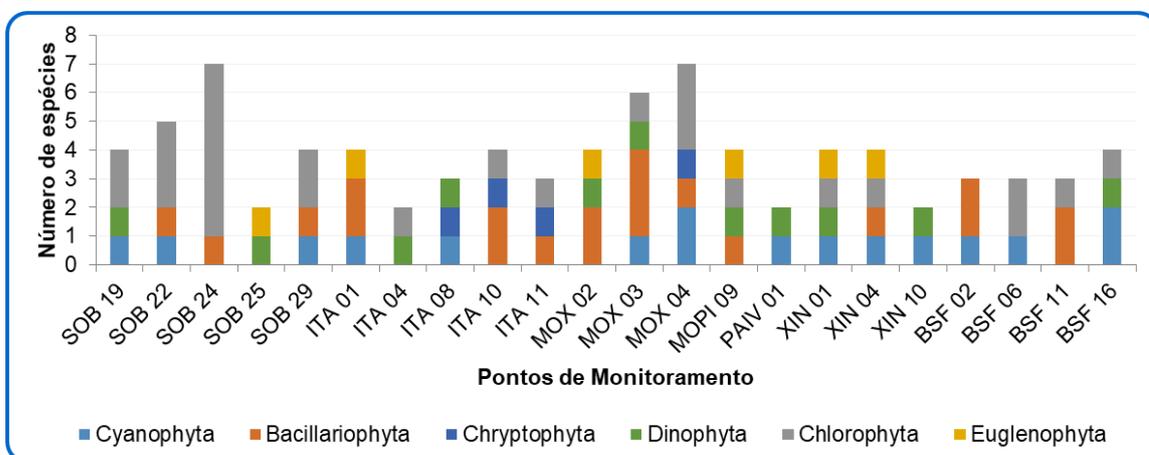
**Figura 24 - Riqueza fitoplânctônica registrada entre entre 03 e 09 de maio de 2018 (23ª Campanha).**



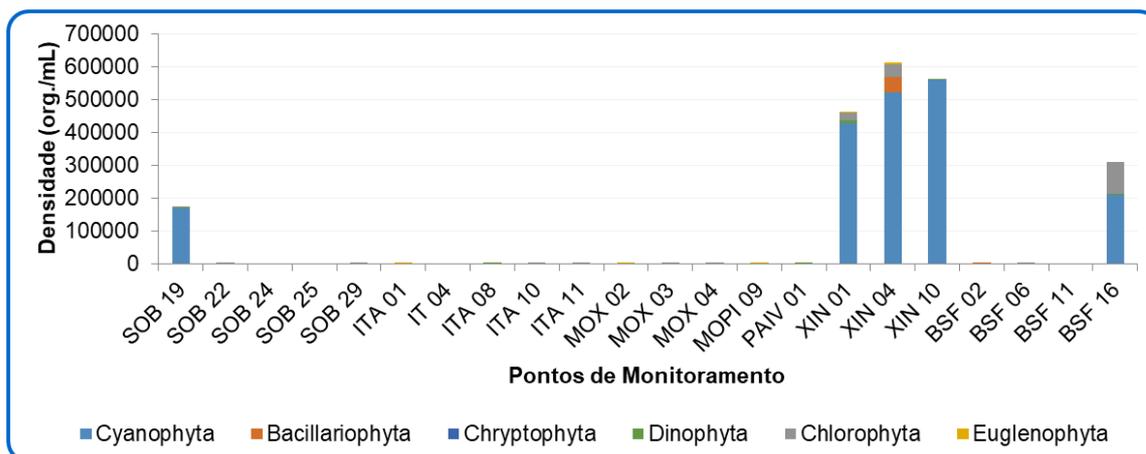
**Figura 25 - Densidade fitoplanctônica registrada entre 03 e 09 de maio de 2018 (23ª Campanha).**



**Figura 26 - Abundâncias relativas da comunidade fitoplanctônica registradas entre 10 e 17 de maio de 2018 (24ª Campanha).**



**Figura 27 - Riquezas fitoplanctônicas registradas entre 10 e 17 de maio de 2018 (24ª Campanha).**



**Figura 28 - Densidades fitoplanctônicas registradas entre 10 e 17 de maio de 2018 (24ª Campanha).**

### 6.3 - ANÁLISE HIDROLÓGICA

Os dados hidrológicos registrados na 23ª Campanha, entre 03 e 09 de maio de 2018, constam no Quadro 8, enquanto que os dados da 24ª Campanha, registrados entre 10 e 17 de maio de 2018, estão dispostos no Quadro 9.

**Quadro 8 - Dados hidrológicos registrados entre 03 e 09 de maio de 2018 (23ª Campanha).**

| Ponto de Monitoramento                  | Posto                       | Data       | Vazão (m³/s) | Cota (m) | Afluência Total (m³/s) | Defluência Total (m³/s) |
|---|-----------------------------|------------|--------------|----------|------------------------|-------------------------|
| <b>SOB 22 e SOB 24</b>                  | PF Juazeiro                 | 08/05/2018 | 644          | 0,9      |                        |                         |
| <b>SOB 25</b>                           | PF Santa Maria da Boa Vista | 08/05/2018 | 645          | 0,34     |                        |                         |
| <b>SOB 29</b>                           | PF Ibó                      | 07/05/2018 | 758          | 1,06     |                        |                         |
| <b>ITA 01</b>                           | PF Belém de São Francisco   | 07/05/2018 |              | 300,36   |                        |                         |
| <b>ITA 04, ITA 08, ITA 10</b>           | Reservatório de Itaparica   | 09/05/2018 |              | 300,31   | 300                    | 531                     |
| <b>ITA 11</b>                           | Reservatório de Itaparica   | 08/05/2018 |              | 300,34   | 640                    | 721                     |
| <b>MOX 02, MOX 03, MOX 04 e MOPI 09</b> | Reservatório de Moxotó      | 09/05/2018 |              | 251,38   | 524                    | 0                       |
| <b>PAIV 01</b>                          | Reservatório de PAIV        | 09/05/2018 |              | 251,23   |                        | 512                     |
| <b>XIN 01, XIN 04 e XIN 10</b>          | Reservatório de Xingó       | 03/05/2018 |              | 137,45   | 620                    | 627                     |
| <b>BSF 02</b>                           | PF Piranhas                 | 04/05/2018 | 631          | -1,16    |                        |                         |

| Ponto de Monitoramento | Posto            | Data       | Vazão (m <sup>3</sup> /s) | Cota (m) | Afluência Total (m <sup>3</sup> /s) | Defluência Total (m <sup>3</sup> /s) |
|------------------------|------------------|------------|---------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| BSF 06                 | PF Pão de Açúcar | 04/05/2018 | 655                       | 0,04     |                                     |                                      |
| BSF 11                 | PF Propriá       | 04/05/2018 | 655                       | 0,18     |                                     |                                      |

Quadro 9 - Dados hidrológicos registrados entre 11 e 17 de maio de 2018 (24<sup>a</sup> Campanha).

| Ponto de Monitoramento | Posto                       | Data       | Vazão (m <sup>3</sup> /s) | Cota (m) | Afluência Total (m <sup>3</sup> /s) | Defluência Total (m <sup>3</sup> /s) |
|------------------------|-----------------------------|------------|---------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| SOB 22 e SOB 24        | PF Juazeiro                 | 15/05/2018 | 653                       | 0,91     |                                     |                                      |
| SOB 25                 | PF Santa Maria da Boa Vista | 15/05/2018 | 621                       | 0,32     |                                     |                                      |
| SOB 29                 | PF Ibó                      | 15/05/2018 | 748                       | 1,05     |                                     |                                      |
| ITA 01                 | PF Belém de São Francisco   | 14/05/2018 |                           | 300,32   |                                     |                                      |
| ITA 04 e ITA 08        | Reservatório de Itaparica   | 14/05/2018 |                           | 300,26   | 570                                 | 419                                  |
| ITA 10 e ITA 11        | Reservatório de Itaparica   | 16/05/2018 |                           | 300,28   | 540                                 | 692                                  |
| MOX 02                 | Reservatório de Moxotó      | 16/05/2018 |                           | 251,59   | 654                                 | 0                                    |
| MOX 03 e MOX 04        | Reservatório de Moxotó      | 17/05/2018 |                           | 251,64   | 778                                 | 0                                    |
| MO PI 09               | Reservatório de Moxotó      | 16/05/2018 |                           | 251,59   | 654                                 | 0                                    |
| PAIV 01                | Reservatório de PAIV        | 16/05/2018 |                           | 251,34   |                                     | 595                                  |
| XIN 01 e XIN 04        | Reservatório de Xingó       | 16/05/2018 |                           | 137,38   | 640                                 | 625                                  |
| XIN 10                 | Reservatório de Xingó       | 10/05/2018 |                           | 137,58   | 760                                 | 617                                  |
| BSF 02                 | PF Piranhas                 | 10/05/2018 | 632                       | -1,08    |                                     |                                      |
| BSF 06                 | PF Pão de Açúcar            | 11/05/2018 | 655                       | 0,04     |                                     |                                      |
| BSF 11                 | PF Propriá                  | 11/05/2018 | 696                       | 0,26     |                                     |                                      |

O percentual de variação da vazão entre a 23<sup>a</sup> e a 24<sup>a</sup> Campanhas, assim como a variação das concentrações de fósforo total entre ambas as campanhas podem ser visualizados no **Erro! Fonte de referência não encontrada.** As concentrações do fósforo são observadas com maior detalhe, dado que este é considerado o parâmetro mais determinante nos processos de eutrofização.

Entre a 23ª e a 24ª Campanhas, a maior variação da vazão hídrica foi observada nos pontos de Itaparica, com uma variação de 21,1%. As concentrações de fósforo total variaram de uma redução de 57,1% em SOB 25 até um acréscimo de 18,8% em BSF 06 entre as duas campanhas.

**Quadro 10 - Variação da vazão e das concentrações de fósforo total entre a 23ª e 24ª campanha**

| Pontos de Monitoramento | Vazão (m³/s) |              | Variação (%) | Fósforo Total (mg/L) |              | Variação (%) |
|-------------------------|--------------|--------------|--------------|----------------------|--------------|--------------|
|                         | 23ª Campanha | 24ª Campanha |              | 23ª Campanha         | 24ª Campanha |              |
| <b>SOB 22</b>           | 644          | 653          | +1.4         | 0.029                | 0.027        | -6.9         |
| <b>SOB 24</b>           | 644          | 653          | +1.4         | 0.016                | 0.017        | +6.3         |
| <b>SOB 25</b>           | 645          | 621          | -3.7         | 0.021                | 0.033        | +57.1        |
| <b>SOB 29</b>           | 758          | 748          | -1.3         | 0.020                | 0.017        | -15.0        |
| <b>Itaparica</b>        | 531          | 419          | -21.1        | 0.016                | 0.016        | +0.8         |
| <b>Moxotó e PAIV 01</b> | 512          | 595          | +16.2        | 0.018                | 0.016        | -10.1        |
| <b>Xingó</b>            | 627          | 625          | -0.3         | 0.017                | 0.016        | -5.8         |
| <b>BSF 02</b>           | 631          | 632          | +0.2         | 0.018                | 0.015        | -16.7        |
| <b>BSF 06</b>           | 655          | 655          | 0.0          | 0.016                | 0.013        | -18.8        |
| <b>BSF 11</b>           | 655          | 696          | +6.3         | 0.0                  | 0.0          | -6.3         |

## 7 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

De modo geral, a qualidade da água dos trechos Submédio e Baixo do Rio São Francisco enquadrou-se como classe 2 de acordo com o preconizado pela Resolução CONAMA 357/2005 durante a 23ª e 24ª Campanhas. Estão sendo verificadas nas últimas campanhas realizadas neste monitoramento, *blooms* de algas principalmente nos reservatórios de Moxotó e Xingó, onde superpopulações de cianobactérias alternam sua dominância com outros grupos, mas geralmente apresentam as maiores densidades, sendo *Cylindrospermopsis raciborskii* uma das espécies que mais se destacam. As densidades elevadas de cianobactérias merecem atenção devido às possíveis florações tóxicas decorrentes das superpopulações deste grupo.

## 8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

RESOLUÇÃO 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.

SOUZA, R.C.R., CARVALHO, M.C. & TRUZZI, A.C. 1998. *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz.) Seenaya and a contribution to the knowledge of Rio Pequeno arm, Billings Reservoir, Brazil. Environmental Toxicology and Water Quality 13:73-81.

TUCCI, A., & SANT'ANNA, C. L. 2003. *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju(Cyanobacteria): variação semanal e relações com fatores ambientais em um reservatório eutrófico, São Paulo, SP, Brasil. Brazilian Journal of Botany, 26(1), 97-112.

## 9 - EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO

Os principais dados de identificação da empresa responsável pela elaboração do Relatório constam do Quadro 11.

**Quadro 11 - Dados gerais da empresa consultora.**

| Dados Gerais da Empresa Consultora   |                     |                            |
|--|---------------------|----------------------------|
| Razão Social: Agrosig Engenharia e Meio Ambiente EIRELI – EPP  |                     |                            |
| CNPJ/M.F: 05.848.147/0001-50   | CREA RS: 171.356    | CTF/IBAMA: 5473920         |
| Endereço Correspondência: Rua Hilário Ribeiro, nº 294, Conj. 201 e 202 - Bairro Moinhos de Vento, Porto Alegre - RS CEP 90510-040  |                     |                            |
| Bairro: Moinhos de Vento   | CEP: 90430-181      | Município: Porto Alegre/RS |
| Telefone: (51) 3072-6563   | FAX: (51) 3072-6863 |                            |
| Contato: Engenheiro Jorge Vidal Olivera Duarte   |                     |                            |
| Endereço eletrônico: <a href="mailto:jorge.vidal@agrosigeng.com.br">jorge.vidal@agrosigeng.com.br</a> ; <a href="mailto:agrosig@agrosigeng.com.br">agrosig@agrosigeng.com.br</a> |                     |                            |

## 10 - EQUIPE TÉCNICA

No Quadro 12 está relacionada a equipe técnica da empresa consultora responsável pela execução dos estudos que compõem o Relatório em questão.

**Quadro 12 - Equipe responsável pela elaboração do Relatório.**

| Profissional               | Qualificação  | Registro Profissional |
|----------------------------|---|-----------------------|
| Jorge Vidal Olivera Duarte | Eng. Agrícola, Ms. em Engenharia, Esp. Saneamento Ambiental | CREA RS 44141         |
| Marina Habkost Schuh       | Bióloga Mestre  | CRBIO RS 75990/03-D   |
| Evandro Gottardo           | Geólogo, Ms. Dr. em Engenharia                              | CREA RS 83699         |
| Carlos Eduardo Simão       | Engenheiro Ambiental Mestre em Engenharia Oceânica          | CREA RS174611         |
| Romelito Regginato         | Geógrafo, Graduando em Geologia                             | CREA RS 191059        |
| Guilherme Querotti e Silva | Técnico em Hidrologia, Graduando em Engenharia Civil        | CREA RS 213833        |
| Joana Postal Pasqualini    | Engenheira Ambiental Mestranda                              | CREA RS 230409        |

**Programa de Monitoramento do Rio São Francisco Durante o Período de Vazão Reduzida**



| Profissional                | Qualificação                      | Registro Profissional |
|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| Ana Carolyne Graf Markowicz | Graduanda em Engenharia Ambiental | -----                 |