

COMPANHIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO - CHESF
DIVISÃO DE MEIO AMBIENTE DE GERAÇÃO - DEMG

PROGRAMA DE MONITORAMENTO DO RIO SÃO FRANCISCO DURANTE O PERÍODO DE VAZÃO REDUZIDA E OPERAÇÃO COM DESCARREGADOR DE FUNDO

PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA
CTNE - 92.2015.3150.00



1º RELATÓRIO MENSAL

JANEIRO / 2016



CARUSO JR

ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA

FLORIANÓPOLIS /SC: Rua Dom Jaime Câmara, 170 - 12º andar

Centro - CEP: 88015-120 - Fone/Fax: (48) 3223-4620

E-mail: contato@carusojrea.com.br

Home page: www.carusojrea.com.br

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA

VERSÃO FINAL

Caruso Jr Estudos Ambientais e Engenharia Ltda.
Rua Dom Jaime Câmara 170, 12º Andar – Ed. Prime Tower – Centro
CEP: 88015-120 – Fone/Fax: (48) 3223-4620 - Florianópolis / SC
www.carusojrea.com.br - contato@carusojrea.com.br

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO.....	1
2. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA.....	2
2.1. INTRODUÇÃO	2
2.2. OBJETIVOS	4
2.3. MATERIAIS E MÉTODOS	4
2.3.1. Área de Abrangência do Monitoramento e Rotinas Metodológicas.....	4
2.3.2. Atividades de Campo	8
2.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
2.4.1. Avaliação da Comunidade Fitoplanctônica	18
2.4.2. Avaliação da Estratificação do ponto SOB19	18
2.4.3. Avaliação da qualidade da água	19
2.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
3. EQUIPE TÉCNICA	31
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
5. ANEXOS.....	34
5.1. ANEXO I – LAUDOS LABORATORIAIS – SENAI - PETROLINA	34

1. APRESENTAÇÃO

A CARUSO JR. ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA., contratada para realizar os Serviços do **Programa de Monitoramento do Rio São Francisco Durante o Período de Vazão Reduzida e Operação com Descarregador de Fundo**, que consiste em um conjunto de medidas destinadas a identificar, relatar e monitorar os eventos adversos relacionados a essa operação. A Chesf irá realizar o Monitoramento da Qualidade de Água, Monitoramento da Cunha Salina, Monitoramento de Macrófitas Aquáticas, Monitoramento dos Processos Erosivos, Monitoramento Qualitativo e Quantitativo dos Sedimentos, Pesca Artesanal e Resgate de Ictiofauna, a jusante da UHE Sobradinho.

Este relatório contempla o detalhamento dos serviços que serão executados pela equipe técnica da CARUSO JR ao longo do contrato, junto ao Departamento de Meio Ambiente de Geração da CHESF - DEMG/CHESF, e tem escopo as exigências apresentadas nas Especificações Técnicas ET-DEMG-12/2015.

2. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA

2.1. INTRODUÇÃO

Com 2.700km, o rio São Francisco nasce na Serra da Canastra, no estado de Minas Gerais, escoando 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 sua extensão e aos diferentes ambientes que percorre, a região está dividida em Alto, Médio, Submédio e Baixo São Francisco (ANA, 2016).

O rio está inserido na Região Hidrográfica do São Francisco que abrange 521 municípios em seis estados: Bahia, Minas Gerais, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Goiás, além do Distrito Federal (ANA, 2016).

A área de drenagem (638.576Km²) ocupa 8% do território nacional e sua 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 metros cúbicos por segundo, mas ao longo do ano pode variar entre 1.077m³/s e 5.290m³/s (ANA, 2016).

A agricultura é uma das mais importantes atividades econômicas, mas a região possui fortes contrastes socioeconômicos, com áreas de acentuada riqueza e alta densidade demográfica e áreas de pobreza crítica e população bastante dispersa ao longo de seu trajeto. Dos 456 municípios com sede na bacia, somente 93 possuem tratamento de esgoto (ANA, 2016).

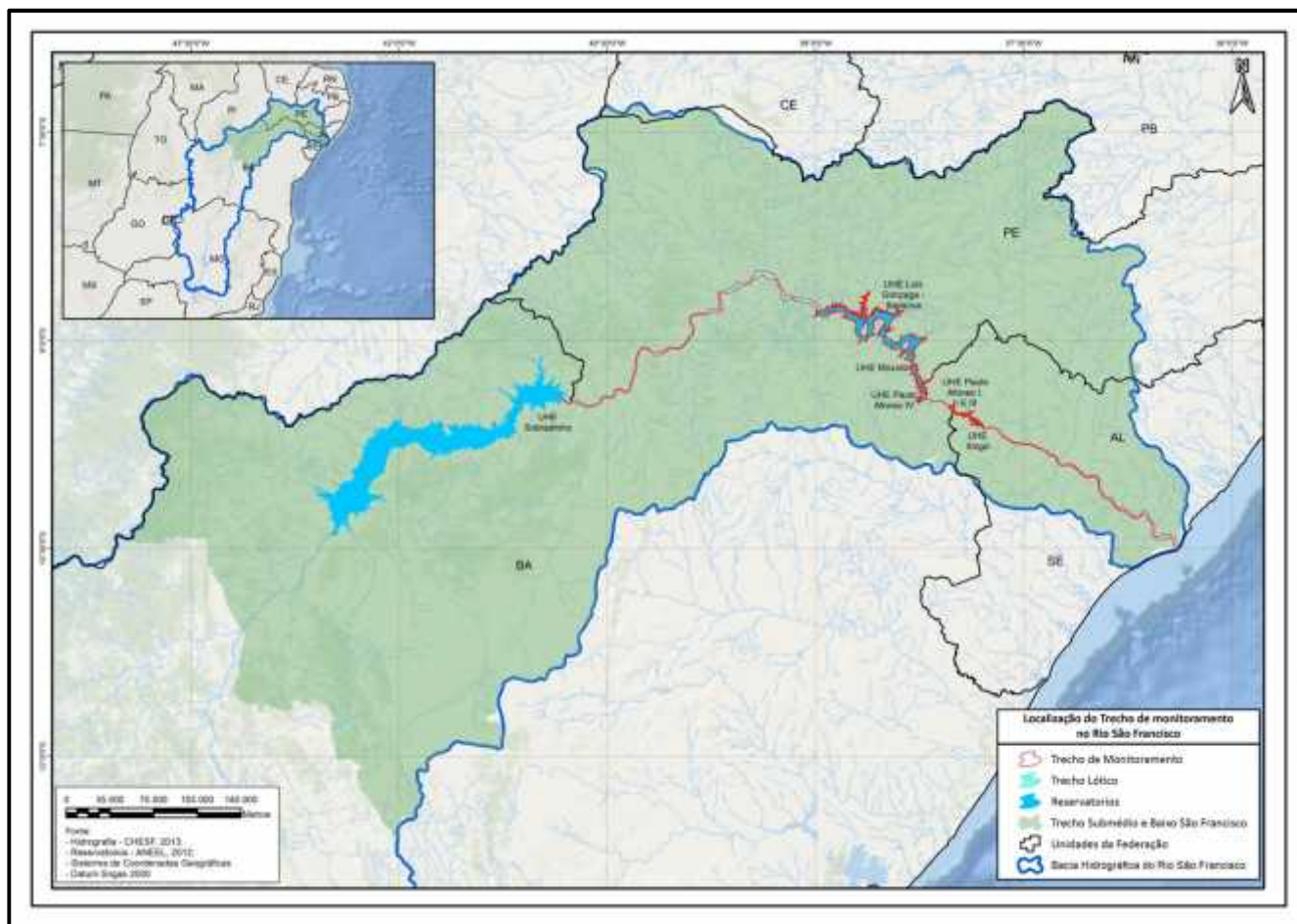


Figura 2.1. Localização da bacia hidrográfica do rio São Francisco, com destaque para o trecho foco do monitoramento de qualidade da água. Elaboração: CARUSO JR., 2016.

Tendo em vista a importância do rio São Francisco para o bioma em que está inserido, bem como para os municípios abrangidos em toda a área de drenagem de sua bacia hidrográfica, se faz necessária a verificação das variações de suas características físico-químicas a fim de monitorar a interferência das atividades antrópicas sobre a qualidade da água, em especial as variações que podem ocorrer durante o período de vazão reduzida e operação com descarregador de fundo das instalações da Companhia Hidrelétrica do Rio São Francisco - CHESF ao longo de seu curso.

Os poluentes em potencial podem ser classificados quanto a sua natureza, sendo eles: físicos (sólidos em suspensão, sedimentáveis, flutuantes, calor), químicos (compostos orgânicos, inorgânicos, radioativos) e biológicos (bactérias, protozoários, vírus, fungos, organismos patogênicos). Quanto a sua forma podem ser sólidos como areias, cascalhos, siltes, argilas, cinzas, escórias, lodo, lixos. A forma líquida

compreende esgotos sanitários, industriais, pluviais, lixiviados de áreas agrícolas, de aterros, já os gasosos são emitidos para a atmosfera, eventualmente retornando às coleções hídricas.

Os poluentes alteram as características físico-químicas das águas, interferindo também na atividade biológica presente no sistema. Assim, a avaliação dessas características através de análises laboratoriais subsidia a definição da qualidade do corpo hídrico, permitindo a proposição de medidas mitigadoras/corretivas a fim de garantir a preservação ambiental.

2.2. OBJETIVOS

Este monitoramento tem como objetivo identificar as possíveis interferências do período de vazão reduzida e operação com descarregadores de fundo da CHESF sobre a qualidade das águas do rio São Francisco por meio de medições de variáveis que permitam avaliar as características do corpo hídrico ao longo do tempo em toda sua extensão.

O monitoramento busca ainda correlacionar os resultados obtidos com as condições hidrológicas correspondentes ao período, sendo realizada nos trechos lóticos a correlação dos resultados com a vazão e/ou nível do rio registrado no dia e horário da coleta, e nos trechos lânticos, como reservatórios, a correlação dos resultados com a cota e vazões afluente e defluente registradas no dia e horário da coleta.

2.3. MATERIAIS E MÉTODOS

2.3.1. Área de Abrangência do Monitoramento e Rotinas Metodológicas

O presente monitoramento da qualidade da água abrange os trechos submédio e baixo do rio São Francisco, desde o reservatório de Sobradinho até sua foz. A divisão da área de abrangência do monitoramento se dá em 8 trechos distintos, a saber: reservatório de Sobradinho; trecho lótico entre Sobradinho e Itaparica; reservatório de Itaparica; reservatório de Moxotó; reservatório de PAIV; reservatório Delmiro Gouveia; reservatório de Xingó; e baixo São Francisco. O monitoramento de qualidade da água é realizado em dois módulos distintos, conforme detalhado a seguir.

Módulo A: corresponde à metodologia convencional e rotineira de monitoramento, a ser realizada em 25 pontos amostrais distribuídos nos trechos da área de abrangência (Quadro 2.1 e Figura 2.2), duas vezes por mês, de forma consecutiva ou intercalada. Para as campanhas de monitoramento referentes ao módulo A são analisados os seguintes parâmetros de qualidade da água:

- *In loco*: temperatura do ar; temperatura da água; pH; condutividade elétrica; oxigênio dissolvido (concentração e porcentagem de saturação); salinidade; turbidez; e transparência de Secchi.
- Em laboratório: amônia; nitrato; nitrogênio total; ortofosfato; fósforo total; DBO_{5/20}; Clorofila *alfa*; e análise da comunidade fitoplanctônica, aferida pelos métodos qualitativo e quantitativo.

As coletas no módulo A são realizadas uma vez por campanha em cada ponto amostral e nas profundidades indicadas anteriormente (superfície e subsuperfície), havendo exceção apenas para os pontos:

- SOB19 – Para este ponto são realizadas coletas de amostras em três pontos equidistantes, havendo além das coletas regulares em superfície e subsuperfície, coletas para os parâmetros nitrato e fósforo total nas profundidades correspondentes ao limite da zona fótica e ao fundo. Em cada um dos pontos equidistantes é também feita a aferição dos parâmetros *in loco* em perfil, a cada metro de profundidade até o fundo;
- SOB20, SOB21 e SOB22 – Para estes pontos as coletas são realizadas nas profundidades de superfície e fundo

Quadro 2.1. Localização dos pontos amostrais da rotina módulo A.

Trecho	Estação	Localização	Latitude (S)	Longitude (O)
Reservatório de Sobradinho	SOB19	Montante da UHE Sobradinho	09°26'01"	040°50'07"
Lótico entre Sobradinho e Itaparica	SOB20	Sobradinho	09°26'35"	040°48'21"
	SOB21	Tapera, Petrolina	09°28'33"	040°37'49"
	SOB22	Petrolina/Juazeiro	09°24'23"	040°29'47"
	SOB24	Vermelhos	09°05'19"	040°07'16"
	SOB25	Santa Maria da Boa Vista	08°48'32"	039°49'39"
	SOB29	Ibó	08°37'54"	039°14'31"
Reservatório de Itaparica	ITA01	Belém de São Francisco	08°47'30"	038°57'42"
	TAI04	Rodelas	08°54'21"	038°41'05"
	ITA08	Petrolândia	08°55'58"	038°31'00"

Trecho	Estação	Localização	Latitude (S)	Longitude (O)
	ITA10	Petrolândia	08°59'48"	038°14'09"
	ITA11	Barragem	09°05'02"	038°21'14"
Reservatório de Moxotó	MOX02	Jusante de Jatobá	9°14'5.39"	38°16'53.56"
	MOX03	Braço do rio Moxotó	09°16'16"	038°09'58"
	MOX04	Braço do rio Moxotó	09°18'45"	038°13'15"
	MOPI09	Próximo a pisciculturas	09°19'10"	038°14'49"
Reservatório de PAIV	PAIV01	Final do Canal	09°24'31"	038°13'48"
Reservatório Delmiro Gouveia	PA02	Paulo Afonso	9°23'31"	38°12'19"
Reservatório de Xingó	XIN01	Paulo Afonso	09°26'26"	038°09'18"
	XIN04	Corpo do reservatório	09°29'57"	037°59'58"
	XIN10	Canindé de São Francisco	09°36'22"	037°52'49"
Lótico, Baixo São Francisco	BSF02	Entremontes	09°42'15"	037°37'34"
	BSF06	Belo Monte	09°53'45"	037°14'28"
	BSF11	Porto Real do Colégio	10°11'30"	036°50'30"
	BSF16	Piaçabuçu	10°26'04"	036°25'28"

Elaboração: CARUSO JR., 2016.

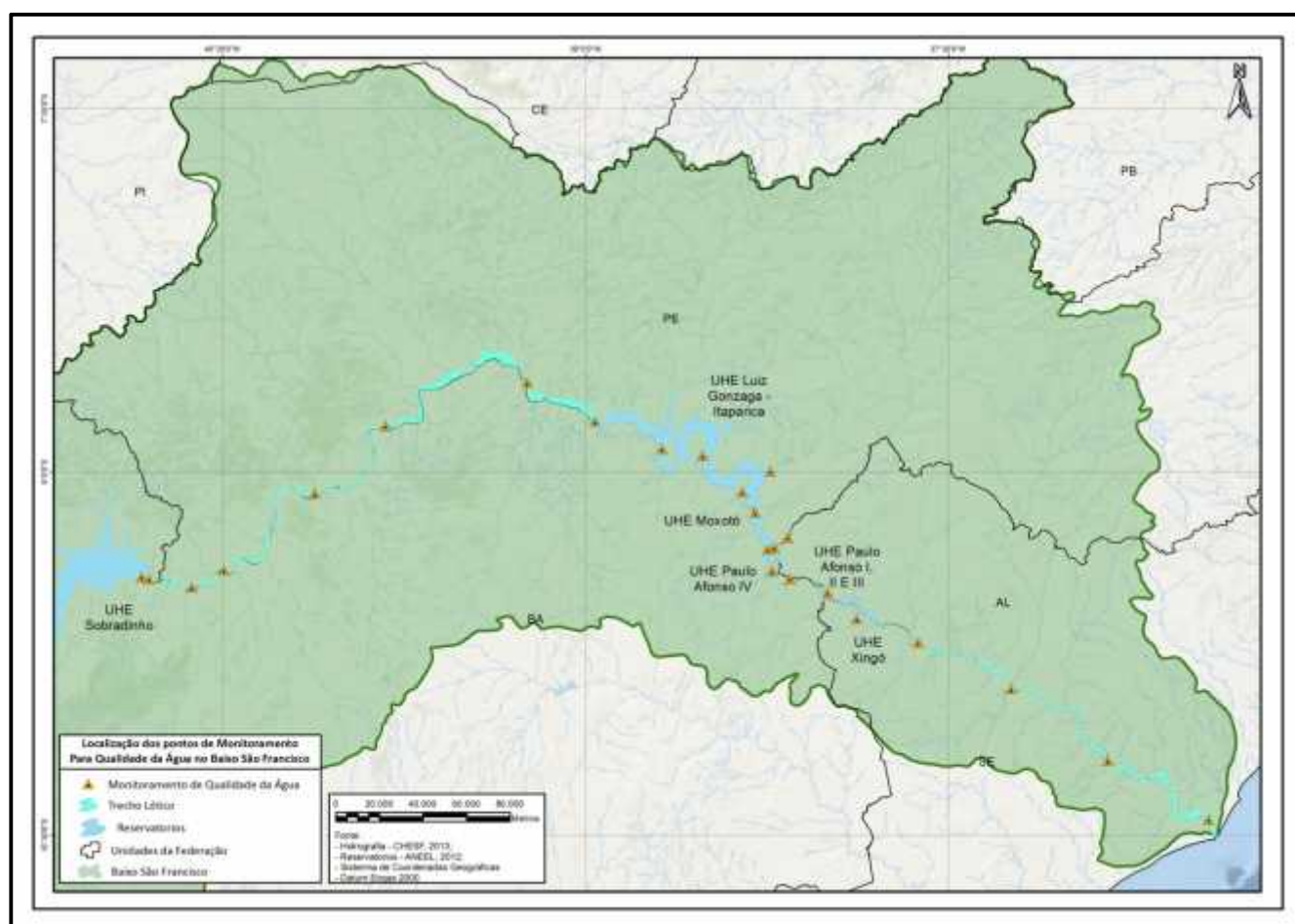


Figura 2.2 Localização das estações amostrais da rotina módulo A. Elaboração: CARUSO JR., 2016.

Os dados para a realização da correlação dos resultados com as condições do corpo hídrico, a saber, vazões e/ou nível do rio e cotas e vazões afluente e defluente, são obtidas a partir dos postos de medição hidrológica das estações de monitoramento. Para cada ponto monitorado há um posto correlato ao quais os resultados podem ser comparados, conforme apresentado no Quadro 2.2.

Quadro 2.2. Referência dos postos de medição hidrológica das estações de monitoramento.

Estação de Coleta	Posto de Medição Hidrológica
SOB19	Cota e vazões afluente e defluente do Reservatório de Sobradinho
SOB20, SOB21, SOB22 e SOB24	Vazão registrada no Posto Fluviométrico (PF) de Juazeiro
SOB25	Vazão registrada no PF de Santa Maria da Boa Vista
SOB29	Vazão registrada no PF de Ibó
ITA01	Nível registrado no PF de Belém de São Francisco
ITA04, ITA08, ITA10 e ITA11	Cota e vazões afluente e defluente do Reservatório de Itaparica
MOX02, MOX03, MOX04, MOPI09 e PAIV01	Cota e vazões afluente e defluente do Reservatório de Moxotó
PA02	Cota e vazões afluente e defluente do Reservatório Delmiro Gouveia
XIN01, XIN04 e XIN10	Cota e vazões afluentes e defluentes do Reservatório de Xingó
BSF02	Vazão registrada no PF de Piranhas
BSF06	Vazão registrada no PF de Pão de Açúcar
BSF11	Vazão registrada no PF de Propriá

Elaboração: CARUSO JR., 2016.

Módulo B: corresponde a uma rotina realizada sempre que evidenciada a necessidade, ocorrendo em paralelo à metodologia convencional (módulo A). Quando iniciado, este módulo ocorre pela proposição de unidade (s) amostral (is), composta(s) por cinco pontos de monitoramento cada, os quais devem ser realizados no mesmo dia. As coletas da rotina do módulo B devem ser realizadas em superfície, subsuperfície e fundo (à exceção do parâmetro $DBO_{5/20}$, coletado apenas em superfície e subsuperfície) em todos os pontos da unidade amostral. Para este módulo devem ser coletadas também amostras de sedimento, sendo aferidos os seguintes parâmetros:

- *In loco*: temperatura do ar; temperatura da água; pH; condutividade elétrica; oxigênio dissolvido (concentração e porcentagem de saturação); salinidade; turbidez; e transparência de Secchi.
- Em laboratório: sólidos sedimentáveis (total, fração orgânica e fração inorgânica); amônia; nitrato; nitrogênio total; ortofosfato; fósforo total; $DBO_{5/20}$; Clorofila *alfa*; e análise da comunidade fitoplanctônica, aferida pelos métodos qualitativo e quantitativo.

- Análises em sedimento: carbono orgânico total (COT), nitrogênio total e fósforo total;

Além das análises supracitadas, análises para cianotoxinas poderão ser realizadas atreladas às unidades do módulo B. Contudo, estas análises se dão quando constatada motivação técnica em campo, como pontos de floração algal, percepção visual de bloom, muito baixa transparência, odores característicos, etc., sendo definida a quantidade de coletas por unidade no momento da coleta.

2.3.2. Atividades de Campo

No mês de janeiro do ano de 2016, foram realizadas duas campanhas amostrais referentes ao módulo A do monitoramento da qualidade da água no período de vazão reduzida, conforme apresentado no Quadro 2.3. Neste mês não foi evidenciada a necessidade de realização da rotina descrita no módulo B, com também não houve monitoramento relacionado à operação com descarregador de fundo.

Quadro 2.3. Campanhas amostrais do monitoramento da qualidade da água do mês de janeiro/16.

Campanha Amostral	Módulo realizado	Início da coleta	Término da Coleta
1ª Campanha	A	08/01/2016	17/01/2016
2ª Campanha	A	19/01/2016	27/01/2016

Elaboração: CARUSO JR., 2016.

Foram coletadas amostras nos 25 pontos amostrais do módulo A, distribuídos ao longo do trecho submédio e baixo do rio São Francisco, conforme apontados anteriormente.

As coletas das amostras de água seguiram as diretrizes do Guia nacional de preservação e coleta de amostras da CETESB (2011) e NBR 9898:1987 (*Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – Procedimento*) da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

Em cada ponto de amostragem foi retirada uma amostra em 2 extratos de profundidade: superfície e sub-superfície (aproximadamente 1m), com exceção dos pontos SOB20, SOB21 e SOB22 que as profundidades de coleta são superfície e fundo (variando de acordo com a profundidade do local).

Para a coleta da água, foi utilizado um amostrador de profundidade (coluna d'água) de fluxo vertical do tipo garrafa de van Dorn com capacidade interna de 3 litros confeccionada por material de polímero (Figura 2.3).



Figura 2.3. Coleta das amostras de água com auxílio de amostrador de profundidade do tipo *van Dorn*. Fotos: CARUSO JR., 2016.

As amostras foram acondicionadas em frascos identificados, contendo os respectivos preservantes, adicionados pelo laboratório responsável pelas análises, para assegurar a eficácia dos ensaios (Figura 2.4).

Após a coleta, as amostras foram enviadas através de caixa termoisolante, assegurando a temperatura de preservação, para análise laboratorial dos parâmetros físico-químicos.

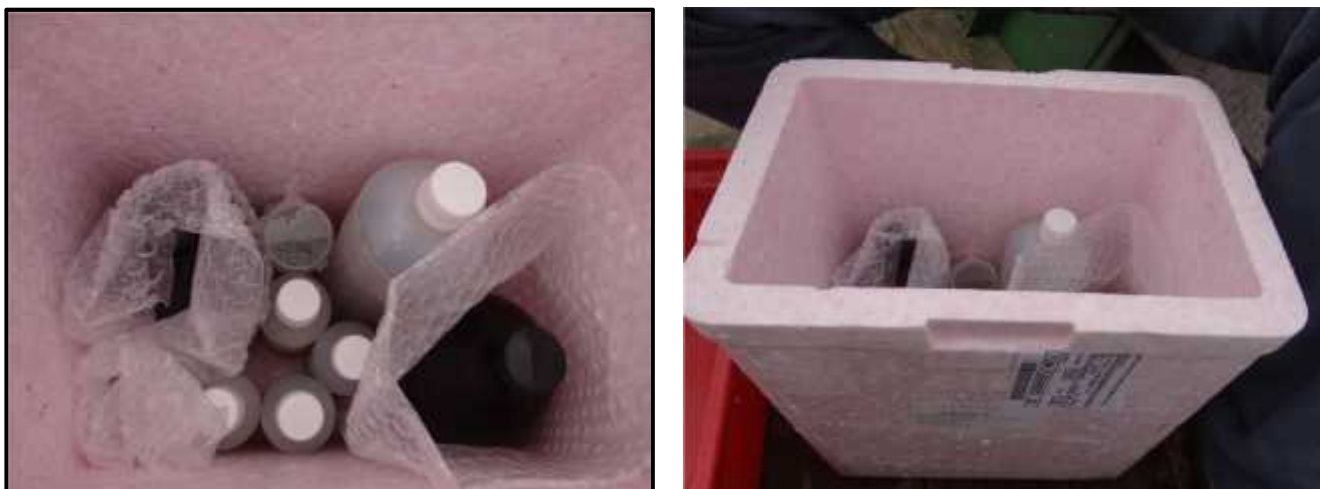


Figura 2.4. Preservação das amostras para envio a laboratório responsável pelas análises químicas. Fotos: CARUSO JR., 2016.

As análises físico-químicas foram realizadas pelo laboratório LAABMA – Laboratório de Análise de Alimentos, Bebidas e Meio Ambiente do SENAI, localizado na Avenida Monsenhor Ângelo Sampaio, nº 267, Petrolina/PE. Os laudos emitidos pelo laboratório podem ser visualizados no ANEXO I. O laboratório está com a formalização do pedido de acreditação junto ao INMETRO em andamento através do Processo Orquestra No.550332 e em fase de auditoria pela Rede Metrológica de Pernambuco – REMEPE. Os ensaios laboratoriais foram realizados conforme a norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005.

Conforme detalhado na metodologia, as variáveis físico-químicas da água mais sensíveis à reações normais que ocorrem no próprio frasco de coleta, estando sujeitos a variações significativas de suas concentrações mesmo que em curtos períodos de tempo (pH, condutividade, temperatura, oxigênio dissolvido, turbidez, salinidade e transparência) foram realizados no momento da coleta.

Estes parâmetros foram obtidos em campo através de sonda multiparâmetros HORIBA U10, oxímetro Lutron DO – 5510, e Disco de Secchi. Toda a realização das atividades foi acompanhada de registro fotográfico (Figura 2.5)



Figura 2.5. Medição *in situ* das variáveis de pH, condutividade, temperatura, oxigênio dissolvido, turbidez, salinidade e transparência com o auxílio de equipamento mutiparâmetro. Fotos: CARUSO JR., 2016.

Os resultados analíticos das amostras de água foram avaliados com base na Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais. Os resultados também apresentam uma correlação com as

características hidrológicas do rio São Francisco nos momentos de coleta, para fins de avaliação das implicações do período de vazão reduzida e operação com os descarregadores de fundo.

As amostras para análise quantitativa dos organismos fitoplanctônicos foram obtidas através da coleta de 1 litro de água do rio que posteriormente foi transferido para um frasco âmbar com auxílio de funil, sendo o material coletado preservado em solução de lugol com concentração final na amostra de 1%. A amostragem para o estudo qualitativo do fitoplâncton foi realizada através de arrastos horizontais de duração de 5 minutos na sub-superfície da coluna de água, através de rede do tipo cilindro-cônica, com abertura de malha de 20 μ m. O material coletado foi armazenado em frasco âmbar e, para a preservação do microfitoplâncton, as amostras foram fixadas com solução de formaldeído com concentração final na amostra de 4%. As coletas de campo podem ser observadas através da Figura 2.6.



Figura 2.6. Coleta de amostras qualitativas e quantitativas de fitoplâncton. Fotos: CARUSO JR., 2016.

2.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A consolidação dos resultados das coletas do monitoramento da qualidade da água, das campanhas realizadas no mês de janeiro do ano de 2016, é apresentada nas tabelas a seguir.

A Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, estabelece o enquadramento dos cursos d'água como um de seus instrumentos para a melhor gestão dos recursos hídricos. Assim, previamente à análise dos resultados, é necessário se ter definido o enquadramento do rio São Francisco, ou de cada um de seus trechos, na respectiva classe da tipologia de suas águas, a fim de determinar quais os valores máximos aceitáveis para cada elemento analisado de acordo com a legislação.

Devido a sua extensão, com sua bacia hidrográfica abrangendo sete unidades da federação (Minas Gerais, Goiás, Distrito Federal, Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe) o rio São Francisco é considerado de domínio da União, tendo o enquadramento de suas águas e das águas de seus tributários definido em âmbito federal pela Portaria nº 715/MINTER/IBAMA, de 20 de setembro de 1989. De acordo com a portaria, 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. Contudo, esse enquadramento é feito a partir das classes de qualidade da água definidas pela Resolução CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986, tendo esta sido revogada no ato da publicação da Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 e suas alterações pelas Resoluções CONAMA nº 410/09 e CONAMA nº 430/11, atualmente em vigor.

Sendo o enquadramento oficial do trecho do rio São Francisco baseado em uma resolução atualmente revogada, para o enquadramento no âmbito do presente monitoramento, opta-se por recorrer à própria CONAMA nº 357/05. A referida resolução dita em seu art. 42 que: *“Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente”*, assim, considerando o curso d’água como de águas doces (vide resultados de salinidade), os valores máximos permitidos (VMP) 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 mesma resolução.

Neste primeiro relatório de monitoramento da qualidade da água, serão apresentados os resultados das análises laboratoriais, junto com o levantamento das variáveis *in situ* das campanhas realizadas durante o mês de janeiro de 2016 (Tabela 2.1 e a Tabela 2.2).

A discussão dos resultados será em cima das variáveis que registraram valores acima do permitido (VMP), para o seu enquadramento, conforme estabelecido pela Resolução CONAMA Nº 357/2005, em comparação com as concentrações obtidas nas duas campanhas amostradas.

Tabela 2.1 Resultados da primeira campanha do monitoramento da qualidade da água. Em vermelho: valores que ultrapassaram os respectivos valores máximos permitidos (VMP) perante legislação. Em verde: pontos localizados em ambiente lótico.

Estação	Profundidade	Data de Coleta	Parâmetros <i>in loco</i>									Parâmetros Laboratoriais						
			Temp. Ar (°C)	Temp. Água (°C)	pH	Condutividade (µs/cm)	O.D. (mg/L)	O.D. (%Sat)	Salinidade (‰)	Turbidez (NTU)	Transparência (m)	Fósforo Total (mg/L)	Nitrogênio Total (mg/L N)	Clorofila a (µg/L)	DBO (mg/L)	Amônia (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Ortofosfato (mg/L)
					6,0 à 9,0	-	>5	-	0,0	100,0	-	0,03 - Ambiente Lótico 0,05 - Ambiente Lótico	-	30,0	5,0	3,7 - para pH 7,5 2,0 - para 7,5 < pH 8,0 1,0 - para 8, < pH 8,5 0,5 - para pH > 8,5	10,0	-
VMP Classe 2 - Águas Doces CONAMA 357/05	-	-	-	-	6,0 à 9,0	-	>5	-	0,0	100,0	-	0,03 - Ambiente Lótico 0,05 - Ambiente Lótico	-	30,0	5,0	3,7 - para pH 7,5 2,0 - para 7,5 < pH 8,0 1,0 - para 8, < pH 8,5 0,5 - para pH > 8,5	10,0	-
SOB19	Superfície	08/01/2016	25,8	27,30	7,91	0,052	7,5	100,0	0,0	60,0	1,25	0,043	0,42	n.d.	3,0	0,056	0,35	0,014
	Subsuperfície		25,8	27,30	7,95	0,052	7,1	94,9	0,0	9,0	n.m.	0,049	0,29	n.d.	2,0	0,075	0,20	0,010
	Zona Fótica		n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0,032	n.m.	n.m.	n.m.	0,36	n.m.
	Fundo		n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.
SOB20	Superfície	09/01/2016	26,7	27,90	7,98	0,054	7,1	95,6	0,0	169,0	1,20	0,057	0,33	n.d.	1,0	0,056	0,26	n.d.
	Fundo		26,7	28,80	7,98	0,054	7,4	101,8	0,0	206,0	n.m.	0,059	0,43	n.d.	1,0	0,065	0,36	n.d.
SOB21	Superfície	09/01/2016	27,6	28,60	8,05	0,054	7,0	95,6	0,0	96,0	1,36	0,039	0,46	n.d.	1,0	0,056	0,39	n.d.
	Fundo		27,6	28,60	8,06	0,054	6,8	92,9	0,0	123,0	n.m.	0,52	0,41	n.d.	1,0	0,047	0,35	n.d.
SOB22	Superfície	09/01/2016	28,0	30,10	8,05	0,054	7,2	101,2	0,0	55,0	1,50	0,065	0,41	n.d.	1,0	0,075	0,32	n.d.
	Fundo		28,0	28,70	7,98	0,055	7,0	95,8	0,0	131,0	n.m.	0,061	0,45	n.d.	1,0	0,056	0,38	n.d.
SOB24	Superfície	10/01/2016	33,0	31,10	8,10	0,064	6,0	85,9	0,0	303,0	2,00	0,05	0,38	n.d.	2,4	0,150	0,22	0,008
	Subsuperfície		33,0	29,10	8,05	0,063	6,7	92,3	0,0	453,0	n.m.	0,027	0,30	n.d.	n.d.	0,056	0,24	0,007
SOB25	Superfície	10/01/2016	32,2	31,50	8,04	0,058	6,8	98,0	0,0	223,0	2,00	0,019	0,29	n.d.	4,9	0,084	0,20	0,007
	Subsuperfície		32,8	29,90	8,03	0,058	6,5	90,8	0,0	398,0	n.m.	0,031	0,35	n.d.	3,5	0,094	0,25	0,011
SOB29	Superfície	10/01/2016	32,9	32,40	8,05	0,055	6,3	92,0	0,0	183,0	2,30	0,033	0,30	n.d.	2,4	0,120	0,18	0,010
	Subsuperfície		32,5	29,90	8,02	0,055	6,7	93,3	0,0	413,0	n.m.	0,016	0,27	n.d.	1,9	0,110	0,15	0,008
ITA01	Superfície	10/01/2016	28,3	29,90	8,09	0,055	7,4	103,0	0,0	95,0	2,07	0,028	0,38	n.d.	n.d.	0,200	0,16	0,002
	Subsuperfície		26,8	28,40	8,00	0,055	6,4	86,6	0,0	463,0	n.m.	0,024	0,30	n.d.	n.d.	0,130	0,16	0,001
ITA04	Superfície	11/01/2016	29,9	30,10	8,04	0,054	6,1	85,8	0,0	268,0	4,20	0,021	0,31	n.d.	n.d.	0,094	0,21	0,001
	Subsuperfície		28,8	30,90	8,06	0,054	6,6	93,9	0,0	317,0	n.m.	0,017	0,35	n.d.	n.d.	0,110	0,24	0,001
ITA08	Superfície	17/01/2016	32,0	29,57	8,08	0,021	6,5	89,9	0,0	88,1	3,00	0,151	0,29	n.d.	n.d.	0,075	0,02	0,007
	Subsuperfície		32,0	29,52	7,93	0,021	6,4	88,4	0,0	87,7	n.m.	0,028	0,25	n.d.	n.d.	0,100	0,15	0,008
ITA10	Superfície	11/01/2016	29,5	29,60	8,13	0,056	6,7	92,7	0,0	406,0	4,30	0,028	0,14	n.d.	n.d.	0,047	0,10	0,002
	Subsuperfície		28,8	30,90	8,60	0,054	6,6	93,6	0,0	317,0	n.m.	0,027	0,24	n.d.	n.d.	0,140	0,09	0,002
ITA11	Superfície	12/01/2016	36,4	33,00	8,07	0,054	6,2	91,6	0,0	168,0	4,05	0,024	0,23	n.d.	n.d.	0,047	0,19	0,005
	Subsuperfície		36,8	30,40	8,15	0,054	5,5	77,3	0,0	780,0	n.m.	0,011	0,11	n.d.	n.d.	0,028	0,09	0,005
MOX02	Superfície	13/01/2016	30,5	30,10	8,28	0,055	6,6	91,8	0,0	46,0	4,80	0,033	0,71	n.d.	n.d.	0,580	0,12	0,010
	Subsuperfície		30,5	29,60	8,22	0,054	6,9	94,8	0,0	181,0	n.m.	0,026	0,23	n.d.	1,1	0,140	0,09	0,008
MOX03	Superfície	13/01/2016	33,7	33,50	7,76	0,085	6,5	96,4	0,0	74,0	1,20	0,063	0,64	n.d.	n.d.	0,130	0,50	0,013
	Subsuperfície		33,5	31,90	7,54	0,085	6,6	94,9	0,0	191,0	n.m.	0,291	0,77	5,60	1,1	0,094	0,66	0,006
MOX04	Superfície	13/01/2016	32,5	32,30	7,55	0,057	6,5	94,2	0,0	70,0	3,35	0,04	0,22	n.d.	n.d.	0,075	0,14	0,007
	Subsuperfície		33,5	29,90	7,75	0,057	6,7	92,7	0,0	97,0	n.m.	0,043	0,16	n.d.	n.d.	0,037	0,12	0,001
MOPI09	Superfície	13/01/2016	29,7	29,80	8,19	0,054	7,2	99,4	0,0	36,0	4,30	0,022	0,34	n.d.	3,7	0,150	0,19	0,002
	Subsuperfície		29,7	29,90	8,17	0,054	6,9	95,5	0,0	102,0	n.m.	0,055	0,25	n.d.	n.d.	0,094	0,15	0,008
PAIV01	Superfície	13/01/2016	31,3	28,60	7,99	0,053	6,9	93,2	0,0	212,0	6,40	0,026	0,23	n.d.	n.d.	0,131	0,10	0,004
	Subsuperfície		29,0	29,00	7,96	0,054	6,6	89,8	0,0	149,0	n.m.	0,032	0,32	n.d.	n.d.	0,080	0,24	0,001
PA02	Superfície	17/01/2016	35,0	30,15	7,65	0,021	6,2	86,0	0,0	99,6	4,00	0,028	0,26	n.d.	n.d.	0,028	0,24	0,004
	Subsuperfície		37,0	29,56	7,73	0,021	5,9	80,9	0,0	89,2	n.m.	0,03	0,26	n.d.	1,2	0,100	0,15	0,009
XIN01	Superfície	17/01/2016	36,0	28,92	8,03	0,021	6,4	85,9	0,0	88,2	4,50	0,071	0,20	n.d.	3,3	0,094	0,11	0,010
	Subsuperfície		36,0	28,83	7,73	0,021	5,4	72,3	0,0	89,1	n.m.	0,047	0,21	n.d.	n.d.	0,100	0,10	0,007
XIN04	Superfície	16/01/2016	36,0	31,33	8,11	0,022	5,9	82,9	0,0	92,5	2,40	0,027	0,21	11,21	n.d.	0,100	0,10	0,006
	Subsuperfície		36,0	30,92	8,09	0,022	5,2	72,5	0,0	92,5	n.m.	0,027	0,18	12,28	1,5	0,070	0,10	0,006
XIN10	Superfície	16/01/2016	38,8	32,35	7,79	0,022	6,4	91,7	0,0	92,8	2,40	0,012	0,32	n.d.	n.d.	0,160	0,14	0,004
	Subsuperfície		38,8	31,90	8,08	0,022	5,9	83,8	0,0	92,2	n.m.	0,018	3,33	n.d.	n.d.	0,075	0,25	0,001
BSF02	Superfície	16/01/2016	32,0	28,67	7,48	0,022	6,5	85,6	0,0	88,6	3,50	0,02	0,21	n.d.	n.d.	0,110	0,10	0,001
	Subsuperfície		32,0	28,76	6,80	0,022	5,7	75,2	0,0	89,3	n.m.	0,035	0,37	n.d.	2,5	0,190	0,17	0,003
BSF06	Superfície	15/01/2016	30,1	30,08	7,50	0,039	6,0	81,2	0,0	739,0	0,10	0,618	1,39	n.d.	7,9	0,450	0,91	0,064
	Subsuperfície		30,0	30,04	6,50	0,042	5,6	75,7	0,0	879,0	n.m.	0,422	1,08	n.d.	3,9	0,240	0,80	0,076
BSF11	Superfície	15/01/2016	29,6	29,59	7,52	0,024	7,0	93,7	0,0	91,5	2,10	0,061	0,37	n.d.	n.d.	0,210	0,16	0,008
	Subsuperfície		29,6	29,60	6,91	0,024	6,0	80,4	0,0	91,4	n.m.	0,044	0,18	n.d.	n.d.	0,065	0,11	0,007
BSF16	Superfície	14/01/2016	28,5	30,50	6,70	0,313	7,4	100,8	0,1	92,6	1,80	0,046	0,14	n.d.	n.d.	0,028	0,11	0,002
	Subsuperfície		28,5	30,51	6,29	0,325	6,4	87,2	0,2	92,5	n.m.	0,049	0,24	n.d.	2,3	0,084	0,16	0,007

n.d.: Não detectado
n.m.: Não mensurado
Elaboração: CARUSO JR., 2016.

Tabela 2.2 Resultados da segunda campanha do monitoramento da qualidade da água.

2ª campanha - 19/01/2016																		
Estação	Profundidade	Data da Coleta	Parâmetros in loco									Parâmetros Laboratoriais						
			Temp. Ar (°C)	Temp. Água (°C)	pH	Condutividade (µs/cm)	O.D. (mg/L)	O.D. (%Sat)	Salinidade (‰)	Turbidez (NTU)	Transparência (m)	Fósforo Total (mg/L)	Nitrogênio Total (mg/L N)	Clorofila a (µg/L)	DBO (mg/L)	Amônia (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Ortofosfato (mg/L)
VMP Classe 2 - Águas Doces CONAMA 357/05	-	-	-	-	6,0 à 9,0	-	>5	-	0	100	-	0,03 - Ambiente Léntico 0,05 - Ambiente Lótico	-	30	5	3,7 - para pH < 7,5 2,0 - para 7,5 < pH < 8,0 1,0 - para 8, < pH < 8,5 0,5 - para pH > 8,5	10	-
SOB19	Superfície	19/01/2016	32,0	28,35	7,10	0,021	6,0	0,0	0,0	93,4	0,90	0,119	0,67	ND	1,0	0,037	0,6	0,040
	Subsuperfície		32,0	28,29	6,85	0,210	6,2	100,0	0,0	93,2	0,90	0,087	0,43	ND	1,0	0,037	0,4	0,032
	Zona Fótica		n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	94,9	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0,071	n.m.	n.m.	n.m.	0,5	n.m.
	Fundo		n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	0,490	n.m.	n.m.	n.m.	0,4	n.m.
SOB20	Superfície	19/01/2016	31,8	28,21	8,00	0,021	6,8	n.m.	0,0	91,6	0,90	0,074	0,43	ND	1,0	0,084	0,3	0,019
	Fundo		31,8	28,14	7,30	0,021	6,4	95,6	0,0	92,4	0,90	0,069	0,36	ND	1,0	0,028	0,3	0,031
SOB21	Superfície	19/01/2016	32,0	28,44	7,35	0,021	6,8	101,8	0,0	91,0	0,90	0,056	0,46	ND	1,0	0,075	0,4	0,020
	Fundo		32,0	28,43	7,36	0,021	6,7	95,6	0,0	90,4	0,90	0,053	0,44	ND	1,0	0,065	0,4	0,023
SOB22	Superfície	19/01/2016	32,0	28,20	8,00	0,024	6,7	92,9	0,0	90,6	1,05	0,086	0,45	ND	1,0	0,130	0,3	0,032
	Fundo		32,0	28,16	7,80	0,024	6,5	101,2	0,0	90,1	1,05	0,073	0,58	ND	1,0	0,140	0,4	0,041
SOB24	Superfície	20/01/2016	32,0	28,31	7,37	0,024	6,6	95,8	0,0	87,6	1,30	0,034	1,05	ND	2,4	0,08	0,97	0,009
	Subsuperfície		32,0	28,33	7,19	0,024	6,6	85,9	0,0	87,7	1,30	0,028	1,17	ND	< 1,1	0,04	1,13	0,019
SOB25	Superfície	20/01/2016	32,0	28,81	7,51	0,024	6,9	92,3	0,0	146,0	0,05	0,009	0,37	ND	2,8	0,02	0,35	0,003
	Subsuperfície		32,0	28,83	7,30	0,024	6,8	98,0	0,0	148,0	0,05	0,023	0,43	ND	2,1	0,06	0,37	0,001
SOB29	Superfície	20/01/2016	21,8	28,78	7,76	0,025	7,2	90,8	0,0	99,4	0,90	0,038	0,49	ND	2,2	0,06	0,43	0,009
	Subsuperfície		21,8	28,77	7,56	0,025	7,0	92,0	0,0	100,0	0,90	0,043	0,5	ND	1,9	0,05	0,45	0,014
ITA01	Superfície	21/01/2016	22,0	28,85	7,38	0,025	7,7	93,3	0,0	200,0	0,64	0,064	0,54	ND	2,4	0,03	0,51	0,048
	Subsuperfície		22,0	28,85	7,26	0,025	7,7	103,0	0,0	264,0	0,64	0,051	0,39	ND	1,9	0,02	0,37	0,012
ITA04	Superfície	21/01/2016	28,0	29,10	8,06	0,021	7,2	86,6	0,0	82,0	4,00	0,039	0,09	ND	1,7	ND	0,09	0,007
	Subsuperfície		28,0	29,11	8,05	0,021	7,4	85,8	0,0	82,1	4,00	0,058	0,09	ND	5,7	ND	0,09	0,001
ITA08	Superfície	21/01/2016	22,0	28,98	7,25	0,021	7,8	93,9	0,0	81,8	5,00	0,016	0,2	ND	1,3	0,02	0,18	0,013
	Subsuperfície		22,0	29,09	6,96	0,021	7,7	89,9	0,0	82,1	5,00	0,026	0,2	ND	1,5	0,05	0,15	0,001
ITA10	Superfície	22/01/2016	25,0	28,78	7,86	0,022	7,6	88,4	0,0	83,7	3,50	0,009	0,12	ND	< 1,1	0,04	0,08	0,001
	Subsuperfície		25,0	28,80	7,83	0,022	7,6	92,7	0,0	83,2	3,50	0,018	0,16	ND	< 1,1	0,05	0,11	0,001
ITA11	Superfície	22/01/2016	23,0	29,46	7,33	0,021	7,9	93,6	0,0	93,0	4,55	0,047	0,17	ND	2,6	0,03	0,14	0,004
	Subsuperfície		23,0	29,47	7,38	0,021	7,7	91,6	0,0	84,9	4,55	0,025	0,25	ND	12,1	0,07	0,18	0,003
MOX02	Superfície	22/01/2016	23,5	28,73	7,71	0,022	7,5	77,3	0,0	83,5	4,00	0,028	0,14	ND	1,3	ND	0,14	0,006
	Subsuperfície		23,5	28,73	7,65	0,022	7,5	91,8	0,0	83,5	4,00	0,010	0,17	ND	14,6	0,02	0,15	0,001
MOX03	Superfície	23/01/2016	26,8	26,93	7,34	0,188	7,5	94,8	0,1	719,0	0,00	0,977	7,25	ND	< 1,1	0,28	6,97	0,924
	Subsuperfície		26,8	26,86	7,34	0,198	7,9	96,4	0,1	758,0	0,00	1,143	7,59	ND	1,6	0,29	7,3	0,69
MOX04	Superfície	23/01/2016	28,5	29,16	8,34	0,022	6,4	94,9	0,0	82,6	5,10	0,06	0,57	ND	2,5	0,03	0,54	0,001
	Subsuperfície		28,5	28,89	8,26	0,022	6,5	94,2	0,0	84,5	5,10	0,029	0,39	ND	1,9	0,03	0,36	0,012
MOPI09	Superfície	23/01/2016	26,0	28,98	7,52	0,021	6,3	92,7	0,0	82,6	5,50	0,061	0,24	ND	< 1,1	0,13	0,11	0,002
	Subsuperfície		26,0	28,88	7,43	0,021	6,6	99,4	0,0	82,6	5,50	0,047	0,15	ND	1,6	0,05	0,1	0,005
PAIV01	Superfície	23/01/2016	39,0	29,68	7,12	0,021	5,9	95,5	0,0	81,8	4,40	0,031	0,26	ND	2,1	0,05	0,21	0,007
	Subsuperfície		39,0	29,17	7,15	0,021	5,7	93,2	0,0	81,1	4,40	0,048	0,31	ND	4,9	0,05	0,26	0,021
PA02	Superfície	23/01/2016	35,0	29,98	7,18	0,021	6,5	89,8	0,0	81,2	5,70	0,035	0,2	1,6	1,7	0,03	0,17	ND
	Subsuperfície		35,0	29,18	7,17	0,021	6,3	86,0	0,0	82,0	5,70	0,034	0,21	ND	< 1,1	0,03	0,15	0,001
XIN01	Superfície	25/01/2016	35,0	30,60	7,55	0,068	6,5	80,9	0,0	28,0	1,70	0,04	0,11	2,4	3,4	ND	0,11	0,015
	Subsuperfície		35,0	29,40	7,35	0,073	6,6	85,9	0,0	9,0	1,70	0,067	0,26	3,2	< 1,1	0,03	0,23	0,006
XIN04	Superfície	25/01/2016	34,0	29,00	8,30	0,058	6,6	72,3	0,0	122,0	1,80	0,041	0,21	ND	< 1,1	0,07	0,14	0,005
	Subsuperfície		34,0	28,50	8,32	0,058	6,6	82,9	0,0	120,0	1,80	0,038	0,12	ND	2,5	0,03	0,09	0,005
XIN10	Superfície	25/01/2016	36,0	30,60	8,07	0,058	6,4	72,5	0,0	82,0	1,95	0,034	0,21	ND	2,8	0,16	0,051	0,004
	Subsuperfície		36,0	32,50	8,23	0,058	5,3	91,7	0,0	17,0	1,95	0,056	0,28	ND	2,2	0,11	0,17	0,004
BSF02	Superfície	25/01/2016	35,0	29,30	7,73	0,081	6,7	83,8	0,0	57,0	0,90	0,023	0,4	ND	4,8	0,02	0,38	0,016
	Subsuperfície		35,0	29,10	7,63	0,081	6,2	85,6	0,0	68,0	0,90	0,061	0,48	ND	< 1,1	0,06	0,42	0,037
BSF06	Superfície	27/01/2016	34,0	28,50	6,97	0,100	6,7	75,2	0,0	278,0	0,50	0,057	0,55	ND	1,7	0,05	0,5	0,043
	Subsuperfície		34,0	28,50	6,89	0,100	6,8	81,2	0,0	101,0	0,50	0,068	0,51	ND	< 1,1	0,03	0,48	0,056
BSF11	Superfície	27/01/2016	34,0	29,80	6,66	0,015	6,7	75,7	0,0	115,0	0,50	0,086	0,83	ND	3	0,14	0,69	0,066
	Subsuperfície		34,0	29,70	6,58	0,015	6,8	93,7	0,0	117,0	0,50	0,107	0,73	ND	1,2	0,07	0,66	0,07
BSF16	Superfície	27/01/2016	34,0	29,56	6,37	0,672	6,8	80,4	0,3	114,0	1,30	0,057	0,62	ND	2,9	0,08	0,54	ND
	Subsuperfície		34,0	29,80	7,70	2,040	6,1	100,8	1,0	115,0	1,30	0,046	0,58	ND	1,6	0,04	0,54	ND

n.d.: Não detectado
n.m.: Não mensurado
Elaboração: CARUSO JR., 2016.

Para o ponto SOB19, realizado em triplicata em pontos equidistantes, os parâmetros medidos *in loco* foram aferidos em perfil, metro a metro, até o fundo. Os resultados são apresentados a seguir na Tabela 2.3 e Tabela 2.4.

Tabela 2.3 Resultados da primeira campanha amostral para a aferição dos parâmetros *in loco* em perfil no ponto SOB19.

Estação	Data de Coleta	Profundidade (m)	Parâmetros <i>in loco</i>						
			Temp. Ar (°C)	Temp. Água (°C)	pH	Condutividade (µs/cm)	O.D. (mg/L)	Salinidade (‰)	Turbidez (NTU)
SOB19	08/01	Superfície	25,8	27,3	7,91	0,052	7,48	0	60
		1	25,8	27,3	7,95	0,052	7,12	0	9
		2	25,8	27,3	7,95	0,052	7,10	0	9
		3	25,8	27,2	7,89	0,053	6,57	0	13
		4	26,0	27,2	7,90	0,053	6,92	0	11
		5	26,0	27,1	7,86	0,530	6,60	0	5
		6	26,0	27,0	7,87	0,053	6,71	0	5
		7	26,0	27,1	7,85	0,053	7,02	0	8
		8	26,0	27,1	7,85	0,053	7,02	0	8
		9	26,0	27,1	7,85	0,053	7,02	0	8
	Fundo	26,0	27,1	7,85	0,053	6,97	0	7	
SOB19 eq01	08/01	Superfície	25,4	27,7	7,95	0,053	7,54	0	60
		1	25,8	27,3	7,95	0,052	7,50	0	9
		2	25,6	27,4	7,93	0,054	6,01	0	9
		3	25,8	27,2	7,89	0,053	6,57	0	13
		4	26,0	27,2	7,90	0,053	6,92	0	11
		5	26,0	27,1	7,86	0,530	6,60	0	5
		6	26,0	27,0	7,87	0,053	6,71	0	5
		7	26,0	27,1	7,85	0,053	7,02	0	8
		Fundo	26,0	27,1	7,85	0,053	6,97	0	7
SOB19 eq02	08/01	Superfície	25,7	27,2	7,48	0,052	6,12	0	47
		1	25,6	27,4	7,93	0,054	6,01	0	30
		2	25,7	27,2	7,69	0,520	6,90	0	58
		3	25,4	27,2	7,91	0,054	6,75	0	58
		4	25,4	27,2	7,91	0,054	6,75	0	58
		5	25,4	27,0	7,91	0,053	6,85	0	38
		Fundo	25,8	26,9	7,87	0,053	6,77	0	40

Elaboração: CARUSO JR., 2016.

Tabela 2.4 Resultados da segunda campanha amostral para a aferição dos parâmetros *in loco* em perfil no ponto SOB19.

2ª Campanha									
Estação	Data de Coleta	Profundidade (m)	Parâmetros <i>in loco</i>						
			Temp. Ar (°C)	Temp. Água (°C)	pH	Condutividade (µs/cm)	O.D. (mg/L)	Salinidade (‰)	Turbidez (NTU)
SOB19	19/01/2016	Superfície	32	28,35	7,1	0,021	6	0	93,4
		1	32	28,16	7,86	0,021	6,16	0	93,6
		2	32	28,29	6,85	0,021	6,2	0	93,2
		3	32	28,14	7,92	0,021	6,03	0	93,6
		4	32	27,92	7,57	0,021	5,8	0	92,6
		5	32	27,88	7,47	0,021	5,89	0	92,5
		6	32	27,87	7,48	0,021	5,91	0	92
		7	32	27,82	7,6	0,021	5,83	0	91,7
		8	32	27,8	7,54	0,021	6,05	0	92
		9	32	27,99	7,47	0,021	6,02	0	92,1
		10	32	27,78	7,49	0,021	5,97	0	92,1
		11	32	27,73	8,08	0,021	6,4	0	95,6
		Fundo	32	27,72	8,01	0,021	6,48	0	99,8
SOB19 eq01	19/01/2016	Superfície	32	27,88	7,80	0,021	6,05	0	93,4
		1	32	28,36	7,93	0,021	6,02	0	94
		2	32	28,11	7,96	0,021	6	0	93,5
		3	32	27,93	7,93	0,021	6,03	0	93,6
		4	32	27,88	7,91	0,021	6,01	0	93,5
		5	32	27,84	7,17	0,021	5,87	0	92,7
		6	32	27,83	8,16	0,021	5,87	0	92,5
		7	32	27,81	8,08	0,021	5,91	0	92,5
		8	32	27,8	8,07	0,021	5,92	0	92,6
		9	32	27,78	8,03	0,021	5,95	0	92,2
		10	32	27,74	7,27	0,021	5,85	0	93
		11	32	27,83	7,58	0,021	6,39	0	101
		Fundo	32	27,65	7,58	0,021	6,41	0	94,6
SOB19 eq02	19/01/2016	Superfície	32	27,99	7,28	0,021	6,08	0	92,28
		1	32	28,36	7,25	0,021	6,11	0	93,1
		2	32	28,05	7,27	0,021	6,11	0	92,7
		3	32	27,91	7,29	0,021	6,09	0	92,3
		4	32	27,86	7,29	0,021	6,08	0	91,9
		Fundo	32	27,78	7,31	0,021	6,05	0	91,4

Elaboração: CARUSO JR., 2016.

Os dados dos parâmetros hidrológicos nas datas de coleta são obtidos a partir dos postos correlatos às estações amostrais, sendo apresentados nas tabelas a seguir.

Tabela 2.5 Parâmetros hidrológicos referentes à primeira e segunda campanha do monitoramento de qualidade da água.

Primeira campanha (08/01/2016)							
Estação	Data	Posto	Parâmetros Hidrológicos				
			Trechos Lóticos		Trechos Lênticos		
			Vazão (m³/s)	Nível do rio (m)	Cota	Afluência Total (m³/s)	Defluência Total (m³/s)
SOB20, SOB21 e SOB22	09/01/2016	PF Juazeiro	1106	1,26	-	-	-
SOB24	10/01/2016	PF Juazeiro	1098	1,25	-	-	-
SOB25	10/01/2016	PF Santa Maria da Boa Vista	1142	0,8	-	-	-
SOB29	10/01/2016	PF Ibó	1166	1,44	-	-	-
ITA01	10/01/2016	PF Belém de São Francisco	-	300,25	-	-	-
ITA04 e ITA10	11/01/2016	Reservatório Itaparica	-	-	299,91	550	846
ITA08	17/01/2016	Reservatório Itaparica	-	-	300,01	1110	818
ITA11	12/01/2016	Reservatório Itaparica	-	-	299,94	1060	839
MOX02, MOX03, MOX04, MOPI09 e PAIV01	13/01/2016	Reservatório Moxotó**	-	-	251,41	1049	32
PA02 e XIN01	17/01/2016	Reservatório Xingó	-	-	137,75	723	815
XIN04 e XIN10	16/01/2016	Reservatório Xingó	-	-	137,79	726	852
BSF02	16/01/2016	PF Piranhas	-0,52	S/CRV*	-	-	-
BSF06	15/01/2016	PF Pão de Açúcar	0,38	881	-	-	-
BSF11	15/01/2016	PF Propriá	0,56	875	-	-	-
Segunda campanha (19/01/2016)							
Estação	Data	Posto	Parâmetros Hidrológicos				
			Trechos Lóticos		Trechos Lênticos		
			Vazão (m³/s)	Nível do rio (m)	Cota	Afluência Total (m³/s)	Defluência Total (m³/s)
SOB20, SOB21 e SOB22	19/01/2016	PF Juazeiro	1068	1,22	-	-	-
SOB24	20/01/2016	PF Juazeiro	1046	1,19	-	-	-
SOB25	20/01/2016	PF Santa Maria da Boa Vista	1142	0,8	-	-	-
SOB29	20/01/2016	PF Ibó	1139	1,41	-	-	-
ITA01	21/01/2016	PF Belém de São Francisco	-	300,47	-	-	-
ITA04 e ITA08	21/01/2016	Reservatório Itaparica	-	-	300,27	1570	666
ITA10 e ITA11	22/01/2016	Reservatório Itaparica	-	-	300,48	2020	412
MOX02	22/01/2016	Reservatório Moxotó**	-	-	251,53	77	19
MOX03, MOX04, MOPI09 e PAIV01	23/01/2016	Reservatório Moxotó**	-	-	251,46	0	0
PA02, XIN01, XIN04 e XIN10	25/01/2016	Reservatório Xingó	-	-	137,63	727	815
BSF02	25/01/2016	PF Piranhas	-0,49	S/SCRV*	-	-	-
BSF06	27/01/2016	PF Pão de Açúcar	0,37	875	-	-	-
BSF11	27/01/2016	PF Propriá	0,58	885	-	-	-

*S/CRV. = Sem curva cota x descarga

** Para a realização de estudos que utilizem a afluência ao Reservatório de Moxotó e Paulo Afonso IV, recomenda-se a utilização da defluência de Itaparica como vazão afluente, devido à defluência de Itaparica aportar diretamente dentro de um único Reservatório, que atende as Usinas de Apolônio Sales (Moxotó) e Paulo Afonso IV, além da inexistência de rios contribuintes e de retiradas expressivas no trecho, que alterem significativamente a vazão.

Elaboração: CARUSO JR., 2016.

2.4.1. Avaliação da Comunidade Fitoplanctônica

Para este relatório não foi possível a apresentação dos resultados quali-quantitativos obtidos no monitoramento da comunidade fitoplanctônica. Tais resultados serão apresentados no próximo relatório mensal.

2.4.2. Avaliação da Estratificação do ponto SOB19

É denominada estratificação hídrica, a tendência que os corpos d'água tem em acomodar a água em camadas cada uma com características próprias como a salinidade, oxigenação, temperatura, pH, turbidez e diversos outros fatores, assim, apresentando uma fauna e uma flora diversificada em cada camada. (WATANABE, 2007).

O perfil vertical de temperatura em lagos e reservatórios varia com as estações do ano. Esta variação de temperatura afeta a densidade da água e, em decorrência, a capacidade de mistura e estratificação do corpo d'água (VON SPERLING, 2005).

Von Sperling (2005) afirma que durante o período de verão (diversificado em cada região do Brasil) e os meses mais quentes do ano, a temperatura da camada superficial é bem mais elevada que a temperatura do fundo, devido à influência da radiação solar. Devido a este fato, a densidade da água superficial torna-se inferior à densidade da camada do fundo, fazendo com que haja camadas distintas no corpo d'água:

- **Epilímnio:** camada superior, mais quente, menos densa, com maior circulação;
- **Termoclina:** camada de transição; e
- **Hipolímnio:** camada inferior, mais fria, mais densa, com maior estagnação.

A diferença de densidades pode ser tal, que cause uma completa estratificação no corpo d'água, com as três camadas não se misturando entre si. Esta estratificação tem uma grande influência na qualidade da água. Dependendo do grau de trofia do corpo d'água, poderá haver uma ausência completa de oxigênio

dissolvido no hipolímnio. Em decorrência, nesta camada tem-se a predominância de compostos reduzidos de ferro, manganês e outros (VON SPERLING, 2005).

Nas campanhas do Módulo A aonde a coleta do ponto SOB19 é realizada em três pontos equidistantes com o levantamento das variáveis de: temperatura da água, pH, salinidade, turbidez, oxigênio dissolvido e condutividade a cada metro de profundidade até o fundo, os dados obtidos nestas primeira e segunda campanhas amostrais (08/01/2016 e 19/01/2016) não apresentaram discrepância nos resultados entre as profundidades (Tabela 2.3 e Tabela 2.4), assim, indicando uma homogeneidade entre as camadas, não ocorrendo a estratificação hídrica no local.

2.4.3. Avaliação da qualidade da água

a) Variáveis medidas em campo

Das variáveis analisadas em campo (*in situ*) apenas a variável de turbidez apresentou valores acima do permitido pela Resolução CONAMA Nº 357/2005. O valor de 100 NTU, considerado padrão em águas doce de classe II, foi ultrapassado em diversos pontos ao longo do percurso do rio São Francisco e nos demais pontos (considerando também as profundidades de mensuração) registraram valores próximos ao VMP. A ocorrência destes valores pode ser explicada pelas condições climáticas e hidrológicas nos períodos de coleta, aonde foi registrada forte chuva e, por conseguinte, elevações de vazões em alguns pontos ao longo do rio (Figura 2.7, Figura 2.8 e Tabela 2.5).



Figura 2.7. Imagem aérea do rio São Francisco indicando trechos com água turva devido as condições climáticas durante o período de coleta. Fotos: CHESF, 2016.



Figura 2.8. Imagem aérea do rio São Francisco indicando trechos com água turva devido as condições climáticas durante o período de coleta. Fotos: CHESF, 2016

Dentre as 96 análises de turbidez realizadas nas duas campanhas do mês de janeiro de 2016, 39 apresentaram valores acima do permitido, equivalendo a 41% dos dados. De modo geral, os valores de turbidez registraram valores menores na segunda campanha, independentemente da profundidade coletada (Figura 2.9, Figura 2.10 e Figura 2.11).

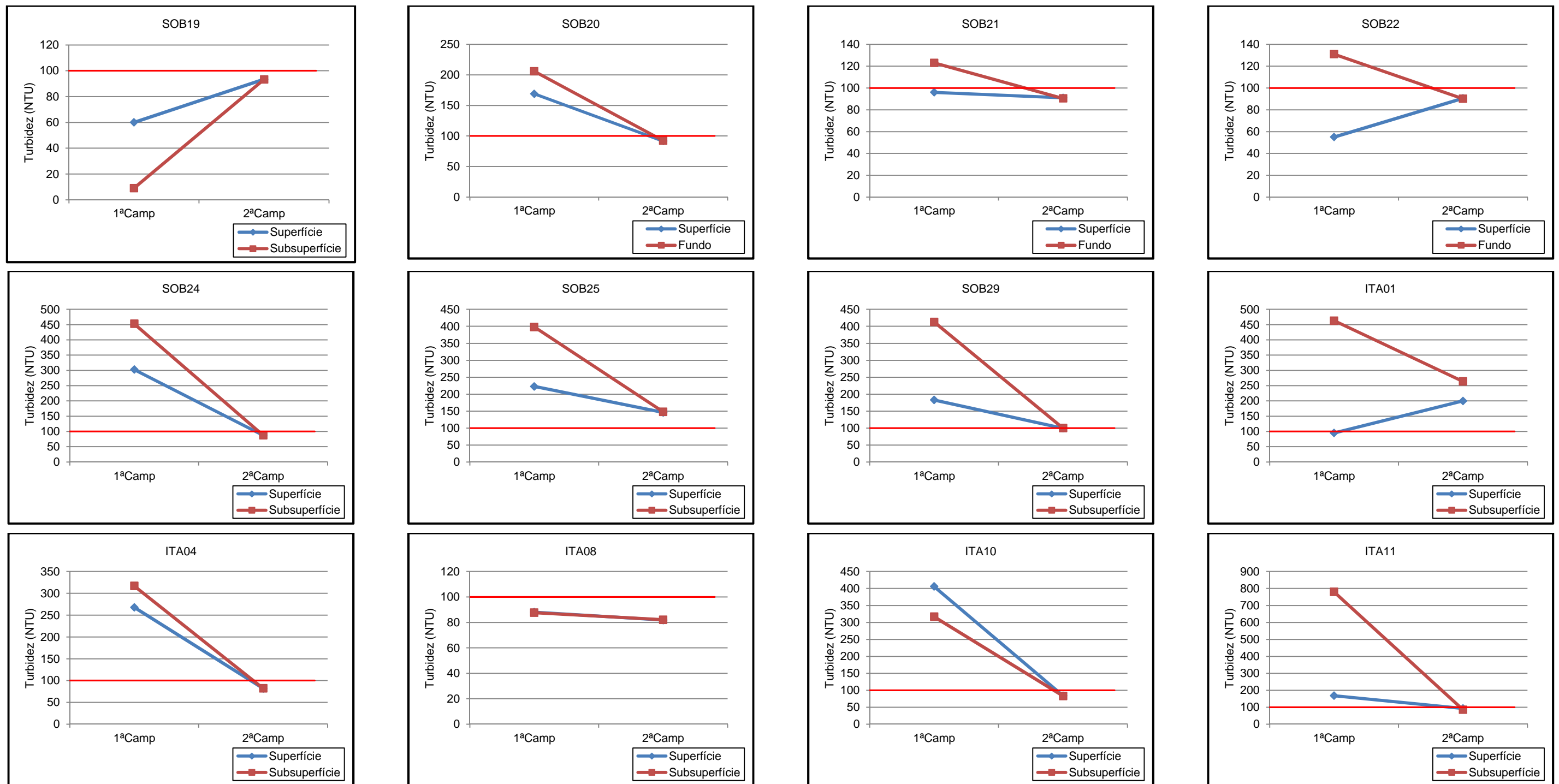


Figura 2.9. Gráfico dos resultados da variável de turbidez nos pontos amostrais. Linha vermelha: Valor Máximo Permitido (VMP) conforme CONAMA Nº 357/2005. Elaboração: CARUSO JR.

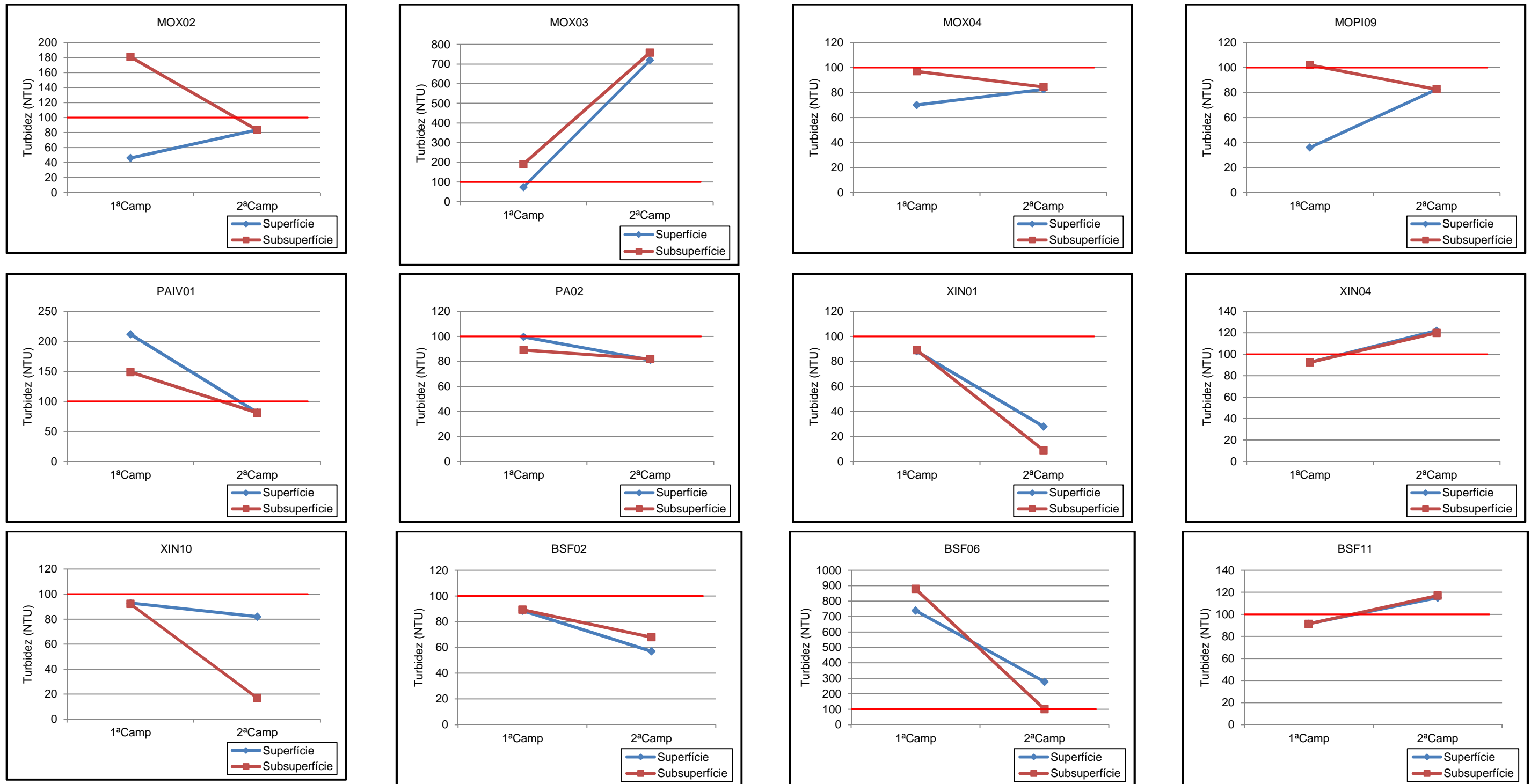


Figura 2.10. Gráfico dos resultados da variável de turbidez nos pontos amostrais. Linha vermelha: Valor Máximo Permitido (VMP) conforme CONAMA Nº 357/2005. Elaboração: CARUSO JR.

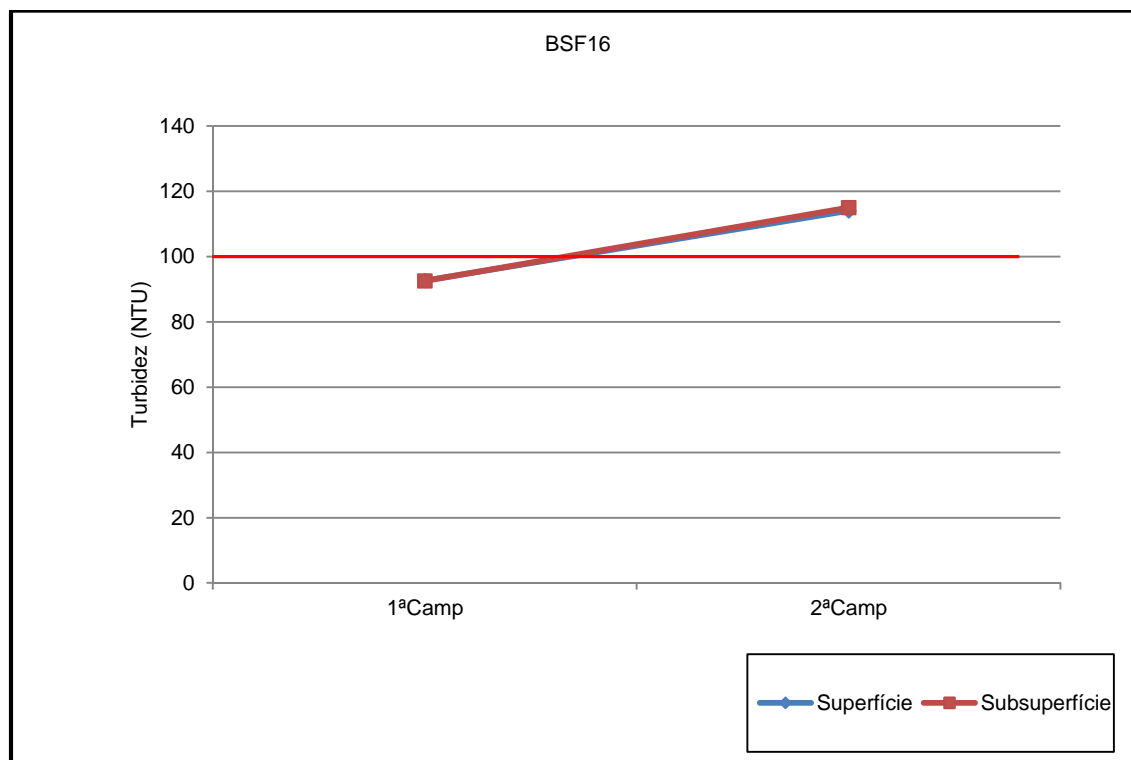


Figura 2.11. Gráfico dos resultados da variável de turbidez nos pontos amostrais. Linha vermelha: Valor Máximo Permitido (VMP) conforme CONAMA Nº 357/2005. Elaboração: CARUSO JR.

A turbidez é causada por partículas sólidas em suspensão, como argila e matéria orgânica, que formam colóides e interferem na propagação da luz pela água. Entretanto, não se pode relacionar unicamente a turbidez à sujeira da água, pois são numerosos os fatores que interferem na absorção e na reflexão da luz, como o tamanho das partículas, sua forma geométrica dispersiva da luz e sua coloração. Pode-se apenas mencionar a turbidez total da água, em uma testagem quantitativa (RUSSELL, 1994).

As águas de lagos, lagoas, açudes e represas apresentam, em geral, baixa turbidez, porém variável em função dos ventos e das ondas que, nas rasas, podem revolver os sedimentos do fundo. Após uma chuva forte, as águas dos mananciais de superfície ficam turvas, graças ao carreamento dos sedimentos das margens pela enxurrada. Assim, os solos argilosos e as águas em movimentação, ocasionam turbidez (MARTINS, 2008).

As demais variáveis levantadas (temperatura da água, pH, condutividade, salinidade, transparência e oxigênio dissolvido) apresentaram valores em conformidade com os respectivos padrões estabelecido pela Resolução CONAMA Nº 357/2005 para o enquadramento de água doce classe II.

b) Variáveis medidas em laboratório

Entre as variáveis analisadas em laboratório parceiro, o fósforo total e a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) registraram valores acima dos respectivos padrões determinados pela Resolução CONAMA Nº 357/2005.

Dentre as 104 análises de fósforo realizadas nas duas campanhas do mês de janeiro de 2016, 57 apresentaram valores acima do permitido pela Resolução CONAMA Nº 357/2005, equivalendo a 55% dos dados. De modo geral, os valores de fósforo registraram valores maiores na segunda campanha, independentemente da profundidade coletada (Figura 2.12, Figura 2.13, Figura 2.14). Vale ressaltar que o valor limite é diferente para ambientes lóticos e lênticos.

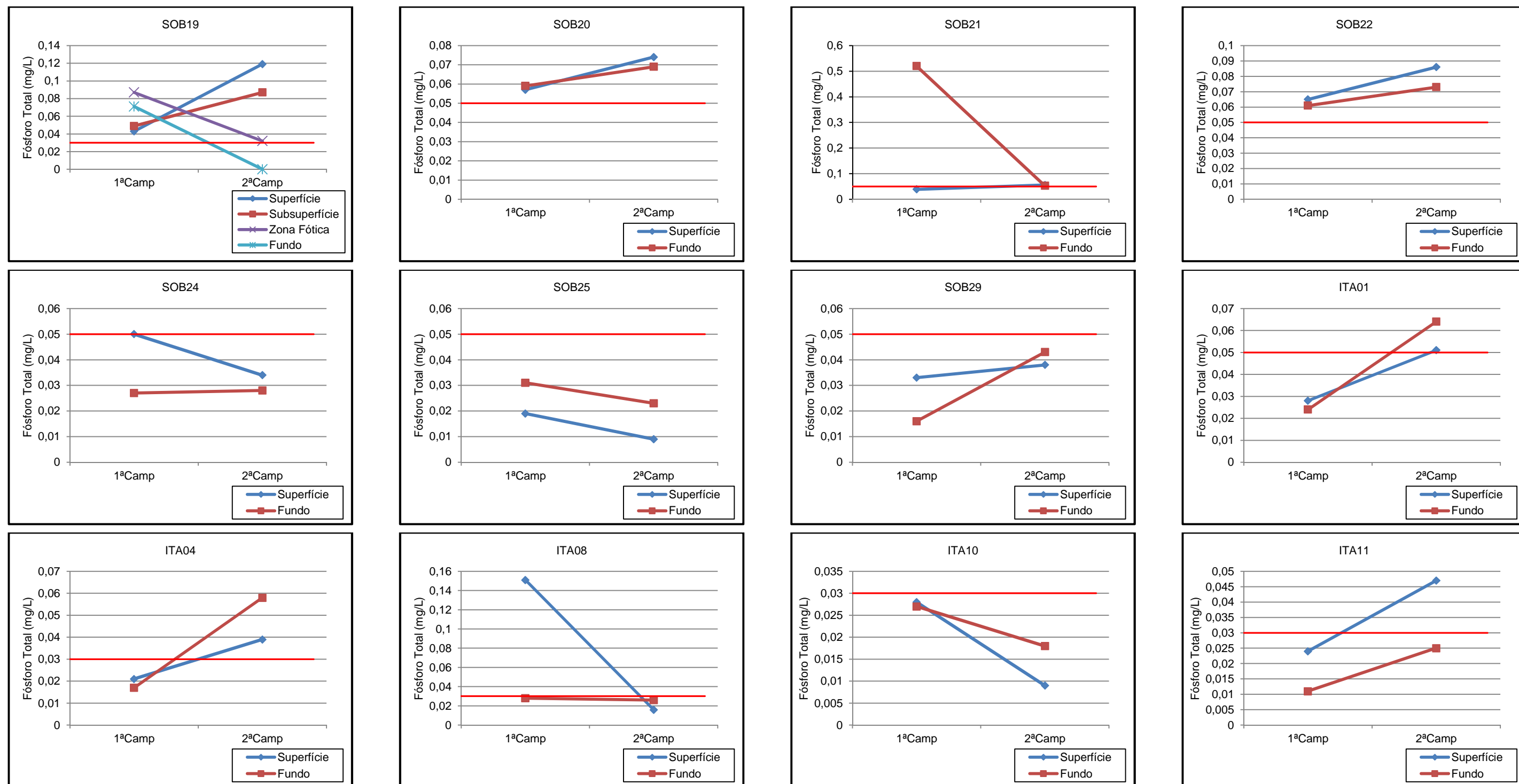


Figura 2.12. Gráfico dos resultados da variável de fósforo nos pontos amostrais. Linha vermelha: Valor Máximo Permitido (VMP) conforme CONAMA Nº 357/2005. Elaboração: CARUSO JR.

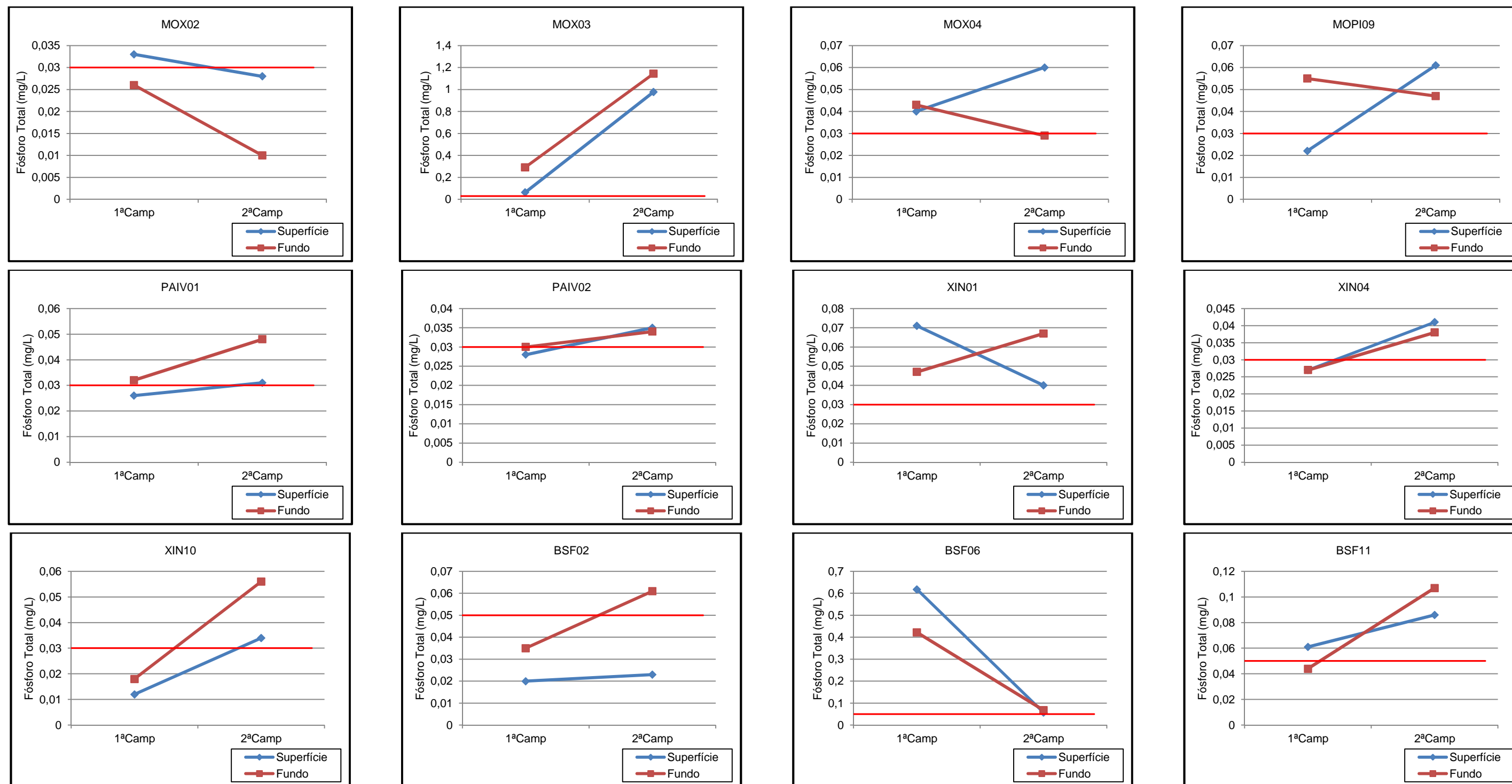


Figura 2.13. Gráfico dos resultados da variável de fósforo nos pontos amostrais. Linha vermelha: Valor Máximo Permitido (VMP) conforme CONAMA Nº 357/2005. Elaboração: CARUSO JR.

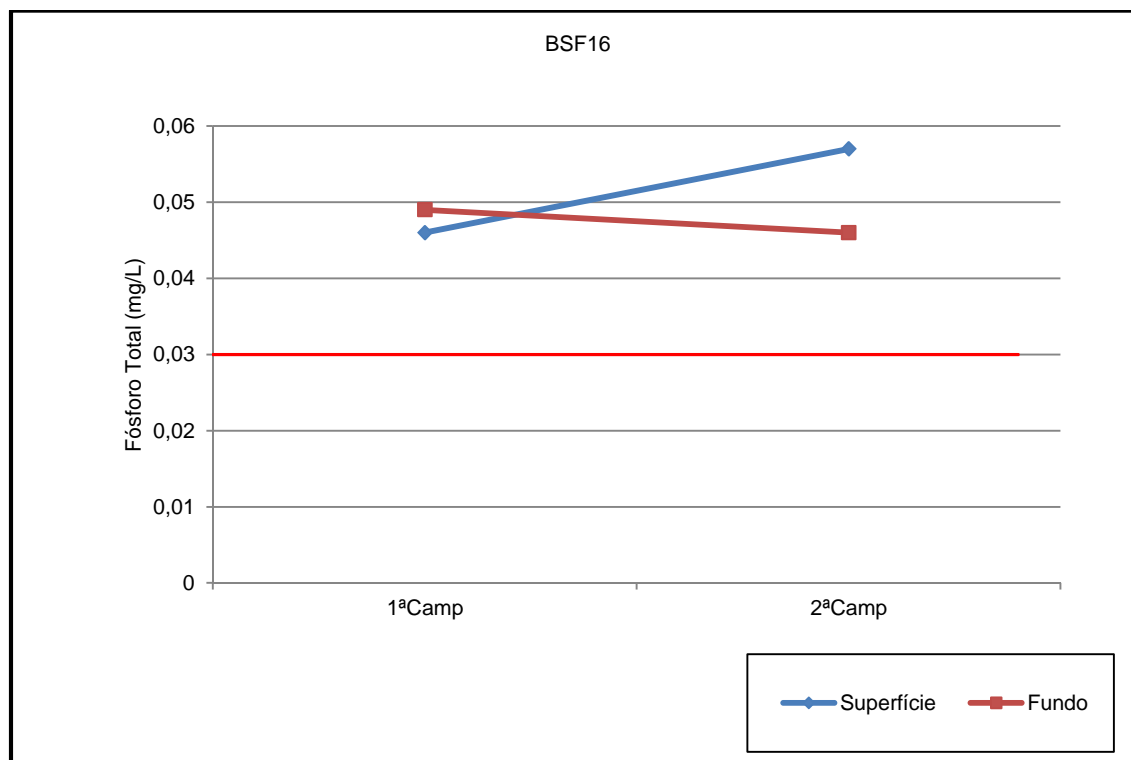


Figura 2.14. Gráfico dos resultados da variável de fósforo nos pontos amostrais. Linha vermelha: Valor Máximo Permitido (VMP) conforme CONAMA Nº 357/2005. Elaboração: CARUSO JR.

O elemento fósforo é essencial para a vida dos organismos, sendo considerado como um dos principais limitantes da produtividade primária do sistema de água doce. A produção do fitoplâncton em ecossistemas de água doce é comumente limitada pelo fósforo e menos comumente pelo nitrogênio e sílica (OLIVEIRA, 2010).

A interação qualitativa e quantitativa entre os sedimentos e a água é o fator que determina a disponibilidade do fósforo na água. As quantidades e formas de fósforo presente no escoamento e no deflúvio superficial são dependentes, das fontes de poluição, dos mecanismos de transferência de sedimentos e fósforo, das transformações que ocorrem durante a sua trajetória.

O fósforo no sistema aquático está sob a forma de fosfato, sendo o ortofosfato a forma mais comum e a mais utilizada pelos vegetais. Tais compostos estão em quantidades muito pequenas na água, porém constituindo um importante elemento componente da substância viva (nucleoproteínas), além de estar ligado ao metabolismo respiratório e fotossintético (OLIVEIRA, 2010).

Oliveira (2010) informa que as fontes geradoras de fósforo, podem tanto ser de ordem natural, artificiais e antropogênicas, aonde as principais fontes são: minerais fosfáticos, (apatitas); despejos domésticos, industriais, fezes de animais, decomposição da matéria orgânica, entre outros.

Também conhecida pela sigla DBO, a Demanda Bioquímica de Oxigênio corresponde à quantidade de oxigênio necessária para ocorrer a oxidação da matéria orgânica biodegradável sob condições aeróbicas. Essa unidade de medida tem a capacidade de avaliar a quantidade de oxigênio dissolvido (OD) em miligramas (mg), equivalente à quantidade que será consumida pelos organismos aeróbicos ao degradarem a matéria orgânica. Dessa forma, a redução do oxigênio dissolvido implica na produção de subprodutos poluidores (como o metano – CH₄), prejudicando a qualidade da água (ALVES, 2010).

A matéria orgânica da água é necessária aos seres heterótrofos, na sua nutrição, e aos autótrofos, como fonte de sais nutrientes e gás carbônico. Em elevadas concentrações podem causar alguns problemas, como cor, odor, turbidez e consumo do oxigênio dissolvido pelos organismos decompositores. O consumo de oxigênio é um dos problemas mais sérios do aumento do teor de matéria orgânica, pois provoca desequilíbrios ecológicos, podendo causar a extinção dos organismos aeróbicos (FUNASA, 2014).

A variável de DBO teve ocorrência pontual neste primeiro mês de monitoramento, sendo registrados valores elevados em apenas um ponto na primeira campanha (BSF06 – amostra superficial) e três pontos na segunda campanha (ITA01 – amostra de Subsuperfície; ITA11 – amostra de Subsuperfície e MOX02 – Subsuperfície).

A ocorrência de níveis elevados de turbidez representa uma situação crítica para casos de concentrações de DBO elevadas, uma vez que a produção primária de oxigênio pode se apresentar comprometida pela baixa incidência de luminosidade sobre os organismos fotossintetizantes.

2.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste primeiro mês de monitoramento foi possível observar que as condições climáticas e hidrológicas da região do rio São Francisco influenciaram nas condições de qualidade da água (variáveis levantadas em campo), aonde a variável turbidez registrou em diversos pontos ao longo de todo o trecho

monitorado valores acima do permitido pela legislação vigente, possivelmente em decorrência de chuvas locais.

A variável fósforo total foi registrada em valores superiores aos limites estabelecidos na legislação em inúmeros pontos de monitoramento ao longo da área, o que também pode estar relacionado à ocorrência de chuvas e carreamentos para o corpo hídrico principal.

Em análise a estratificação hídrica, as coletadas das variáveis de pH, salinidade, turbidez, oxigênio dissolvido e condutividade, registraram valores homogêneos entre os extratos da coluna d'água dos três pontos equidistantes medidos no ponto S0B19, assim, indicando que este fenômeno não ocorreu neste primeiro mês de monitoramento.

Neste período, não houve monitoramento relacionado ao Módulo B (floração algal) ou à operação com descarregador de fundo.

3. EQUIPE TÉCNICA

Nome	Função	Registro Profissional	CTF/IBAMA
Representante Legal			
Alexandre Caruso Gomes	Engenheiro Ambiental	096715-0 CREA/SC	4598869
Francisco Caruso Gomes Junior	Geólogo	026850-0 CREA/SC	163516
Coordenação Técnica			
Felipe Vivian Smozinski	Engenheiro Ambiental	19543/D CREA-DF	474889
Equipe Técnica			
Bernardo Bresola de Alencastro	Engenheiro Ambiental	CREA/SC 119914-9	971660
Eduardo Pereira Maes	Engenheiro Ambiental	CREA/SC 127943-9	823219
Rodrigo Macedo	Oceanógrafo	AOCEANO 1824	567850
Equipe de Campo			
Hilton Satilino de Oliveira	Técnico Ambiental	--	--
Flávio Barbosa Batista	Técnico Ambiental	--	--

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, L. **Demanda Bioquímica de Oxigênio. Brasil Escola.** São Paulo: UNESP/Melhoramentos, 2001. 584 p. Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/demanda-bioquimica-oxigenio.htm>> Acesso em: 01 fev. 2016.

ANA – Agencia Nacional de águas. **Região Hidrográfica do São Francisco: Águas que contribuem para o desenvolvimento de 521 municípios.** Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/portais/bacias/SaoFrancisco.aspx>>. Acesso em: 16 fev. 2016.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Gui nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos.** São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011.

FUNASA – Fundação Nacional da Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS.** Brasília: Funasa, 2014. 112 p. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manualcont_quali_agua_tecnicos_trab_emetas.pdf>. Acesso em: 08 fev. 2016.

WATANABE, R. M. **Estrato hídrico: Estudo da formação de camadas em um corpo d'água.** 2007. Disponível em: <<http://www.ebanataw.com.br/estratohidrico/estratohidrico.htm>>. Acesso em: 17 fev. 2016.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 3.ed. Belo Horizonte: UFMG. 2005.

RUSSELL, J. B. **Química geral.** São Paulo: Makron Books, 1994. Vol.1.

MARTINS, J.R.S. **Decaimento e mistura de poluentes no meio ambiente: processos em lagos e reservatórios.** São Paulo EPUSP – PHD, 2008. Apostila.

OLIVEIRA. P. S. A Dinâmica dos nutrientes na água e a sua influência no processo de eutrofização do canal do mangue. In: ENCONTRO NACIONAL DOS GEOGRAFOS, 16., 2010, Porto Alegre. **Anais...**São Paulo: AGB., 2010. Disponível em: <file:///C:/Users/bernardo.alencastro/Downloads/download(1873).PDF> Acesso em: 26 fev. 2016.

5. ANEXOS

5.1. ANEXO I – Laudos laboratoriais – SENAI - PETROLINA