



**Instituto Internacional de Ecologia
e Gerenciamento Ambiental**

Apêndice E-11b



**Avaliação das condições físicas, químicas, biológicas e
toxicológicas da Represa de Três Marias e do Rio São
Francisco (Trecho Represa Três Marias – Rio Abaeté)**



Foto IIEGA: Rio São Francisco

Prof. Dr. José Galizia Tundisi
Presidente Pesquisador AIIEGA
CRBio: 33693/01-D



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

Setembro/05

INDICE

1. INTRODUÇÃO

2. HISTÓRICOS E TERMOS DE REFERÊNCIA

3. OBJETIVOS

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Área de estudo: caracterização

4.2. Pontos de amostragem

4.3. Variáveis limnológicas da água

4.4. Variáveis limnológicas do sedimento

4.5. Metais pesados

4.6. Pesticidas e herbicidas

5. RESULTADOS

5.1 Variáveis limnológicas da água

5.1.1 Estrutura vertical de temperatura, condutividade, oxigênio dissolvido, pH, sólidos totais dissolvidos, turbidez e potencial de oxido redução nos vários pontos de amostragem.

5.1.2 Estudo comparado dos dados limnológicos acima nos 21 pontos de amostragem tomados na superfície e no fundo.

5.1.3 Estudo comparado da concentração de íons (cátions) nos 18 pontos de amostragem obtida na superfície e no fundo

5.1.4 Estudo comparado da concentração de íons (ânions) nos 18 pontos de amostragem obtida na superfície e no fundo

5.1.5 Estudo comparado da concentração de nutrientes, nitrogênio, fósforo e carbono nos 18 pontos de amostragem obtida na superfície e no fundo.

5.1.6 Estudo comparado do material em suspensão (orgânico e inorgânico) nos 18 pontos de amostragem, superfície e fundo

5.2 Variáveis limnológicas do sedimento

5.2.1 Cátions nas águas intersticiais dos 18 pontos de amostragem



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

5.2.2 Ânions nas águas intersticiais dos 18 pontos de amostragem

5.2.3 Nitrogênio e Fósforo nos 18 pontos de amostragem

5.3 Análise dos metais (Zn, Cd, Pb, Co, Cu, Cr e As)

5.3.1 Na água (Pontos P2, P4, P6, P9, P17)

5.3.2 No Sedimento (Pontos P2, P4, P6, P8, P17, P18)

5.3.3 Nas plantas aquáticas: *Eichhornia azurea* (macrófita 1) e planta submersa (macrófita 2)

5.4 Análise dos pesticidas e herbicidas na água e no sedimento nos pontos P2, P8, P14, P15, P17.

6. DISCUSSÃO

7. CONCLUSÕES

8. RECOMENDAÇÕES

9. BIBLIOGRAFIA

10. ANEXOS (Tabelas de 4 a 25)



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

1. INTRODUÇÃO

A toxicidade em ecossistemas aquáticos e nos organismos e redes alimentares, representa um sério risco para a sobrevivência das espécies e atinge, direta e indiretamente a espécie humana. Toxicidade em sistemas aquáticos pode ser produzida por inúmeros processos agroindustriais, agrícolas, industriais, biológicos e de despejos de esgotos domésticos.

O sumário do serviço de registro químico de produtos químicos, editado em 1990, registra mais de 9 milhões de produtos químicos dos quais 76.000 são utilizados diariamente (Matsui, Barret & Banerjee, 2002). O gerenciamento de substâncias tóxicas em rios, lagos e reservatórios, deve considerar a proteção da saúde humana, a manutenção da qualidade da água dentro dos padrões necessários à manutenção da vida aquática e da proteção da espécie humana e a manutenção da biodiversidade útil para a regulação e equilíbrio dos ciclos e para a sustentação da vida em geral. O controle de substâncias tóxicas em sistemas aquáticos, é uma tarefa extremamente complexa e importante que demanda basicamente os seguintes conhecimentos:

- identificação e controle das fontes dos tóxicos prioritários, fontes pontuais e difusas;
- determinação do destino de elementos e substâncias tóxicas nos diversos compartimentos (água, sedimento, biota aquática) dos ecossistemas aquáticos;
- abordagem da bacia hidrográfica para o controle e diagnóstico das fontes de contaminação e poluição.

A determinação das rotas de substâncias tóxicas em ecossistemas aquáticos deve, portanto, considerar toda a complexidade destes ecossistemas e o potencial acumulado nos diversos compartimentos.

Rios são ecossistemas aquáticos com gradientes especiais (verticais e horizontais) bastante acentuados e que interferem no transporte de sedimentos e organismos, substâncias e elementos tóxicos e comportamento de peixes, insetos aquáticos e outros organismos, tais como larvas de invertebrados.



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

O ambiente lótico, é portanto um ambiente extremamente variável e evidentemente esta variabilidade é transferida aos elementos e substâncias que estão dissolvidos na água e que tem origem na hidrogeoquímica regional ou nas atividades humanas. (Allan, 1995)

O substrato (sedimento ou pedras) em rio é extremamente importante pois ele contém todo o histórico de contaminação ou de preservação do sistema, podendo ser uma fonte importante, especialmente para organismos que vivem ou dependem do fundo como peixes de fundo ou animais bentônicos (Smits et al 2000).

Para o diagnóstico de toxicidade de rios e seus efeitos deve-se, portanto, considerar as fontes pontuais e fontes não pontuais, as características do corpo de água-velocidade, morfologia e os compartimentos – água, organismos e sedimentos.



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

2. HISTÓRICOS E TERMOS DE REFERÊNCIA

Este relatório foi organizado a partir de um conjunto de informações obtidas em trabalho de campo e de laboratório realizados no Rio São Francisco na região entre a Represa de Três Marias e a confluência do Rio Abaeté. Este trabalho de campo e as análises subsequentes foram desenvolvidos a partir de uma solicitação da Companhia Mineira de Metais com planta processadora de minério de zinco, localizada no município de Três Marias, no Rio São Francisco a jusante da barragem.

A solicitação foi feita com a finalidade de que a equipe do Instituto Internacional de Ecologia pudesse complementar, aprofundar e analisar o diagnóstico já realizado por três empresas a Sete Soluções e Tecnologia Ambiental Ltda, a Bioagri Ambiental e Acqua Consultoria e Recuperação de Ambientes Aquáticos. Também foi feita uma análise realizada pelo CETEC (Parecer técnico 401526) que levantou hipóteses sobre a mortalidade de peixes na região e sua possível causa produzida pelos rejeitos de lava terciária da Usina da Companhia Mineira de Metais.

A Companhia Mineira de Metais (CMM) empresa que integra a holding Votorantim Metais, fundada em 1956 é a maior produtora de Zinco da América Latina e é líder mundial na produção de zinco a partir de minério silicatado na planta de Três Marias.



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

Neste relatório foram, portanto, utilizadas as seguintes informações e documentos:

2.1- Caracterização de sedimentos de corrente do Rio São Francisco (2005) Sete Soluções e Tecnologia Ambiental Ltda.

2.2- BIOAGRI Ambiental – Boletim Analítico Nº 5005517

2.3- Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC. Certificado de Ensaio 616800. Laboratório de traços metálicos.

2.4- Análise de metais pesados em peixes coletados no Rio São Francisco na região da Companhia Mineira de Metais. ACQUA Consultoria e Recuperação de Ambientes Aquáticos Ltda.

2.5- Sato Y.; N. Bazzoli; E. Rizzo; M.B. Boschi & M.O.T. Miranda

2003. Impacto a jusante do reservatório de Três Marias sobre a reprodução do peixe neofílico curimatá-pacu (*Prochilodus argenteus*) p. 327-345. In: H.P. Godinho & A.L. Godinho (org). Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais. Belo Horizonte, PUC MINAS, 468pp.

2.6- Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – Laboratório de Ecotoxicologia – Parecer técnico, 401-526. Folha 01/04.

2.7- Votorantim – Três Marias

Protocolo de compromisso da ANA.

Compromisso da Votorantim Metais.

Monitoramento e Sedimentos.

Barragem Lavagem.

Sistema de Gerenciamento de Barragens – AI – IEF.

Histórico dos Fatos – Pareceres do CETEC e FEAM.

Exposição da Imagem da Empresa.



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

2.8- Sampaio E.V. Lopez C.M.

2003. Limnologias física, química e biológica da Represa de Três Marias e do São Francisco. p. 71-92. In: Godinho H.P. & A.L. Godinho (org). Água, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais. Belo Horizonte, PUC MINAS, 468pp.

2.9-CODEVASF

2005. Dados físicos e químicos de água dos rios São Francisco e Abaeté obtidos entre agosto de 2004 e fevereiro de 2005 na região de Três Marias (MG). (Relatório fornecido pelo Dr. Edison Vieira Sampaio).

2.10- Entrevista com Dr. Edison Vieira Sampaio (CODEVASF) em 12/09/2005 em Três Marias. Discussão sobre as condições limnológicas da represa de Três Marias e do Rio São Francisco. Apresentação de resultados não publicados de análises de qualidade da água dos rios São Francisco e Abaeté pela CODEVASF realizados dias 26 de outubro , 5 de novembro de 2004, 10 e 15 de fevereiro de 2005. Apresentação de dados de ciclo sazonal de temperatura e oxigênio dissolvido (perfis verticais) na represa de Três Marias. Discussão sobre possíveis causas de mortalidade de peixes no rio São Francisco.



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

3- OBJETIVOS DO RELATÓRIO

Os objetivos deste relatório são:

- 3.1- Apresentar e discutir os resultados das análises físicas químicas e biológicas realizadas em 10, 11 e 12 de agosto de 2005 no trecho do rio São Francisco entre a represa de Três Marias e a confluência do Rio Abaeté.
- 3.2- Discutir os resultados à luz das informações existentes e de documentação fornecida, além de bibliografia regional pertinente.
- 3.3- Apresentar conclusões e recomendações com base nas análises realizadas e nas informações consolidadas e avaliadas.
- 3.4- Apresentar proposta técnica para futuros trabalhos com a finalidade de avaliar possíveis impactos e suas causas na mortalidade de peixes da região e propor medidas para a resolução do problema.



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1- Área de Estudo: Caracterização

A área de estudo compreende a Represa de Três Marias, o Rio São Francisco, a jusante da Represa de Três Marias, o Rio Abaeté e um de seus afluentes o Córrego do Frade e os Córregos Barreiro Grande, Consciência e Espírito Santo. Os pontos de coleta estão caracterizados na Tabela 1. Estes pontos foram determinados em discussão com os técnicos da Companhia Mineira de Metais na preparação para o trabalho de campo.

Tabela 1 – Pontos de coleta, localização e caracterização

PONTO DE COLETA	LOCALIZAÇÃO	CARACTERIZAÇÃO
PTO 1 - Represa de Três Marias – Corpo Central	Lat: S18°14'27,8" Long: W45°16'11,8"	Represa de Três Marias a montante da barragem
PTO 2 – Represa de Três Marias	Lat: S18° 13' 03,2" Long: W45°15'44,0"	Represa de Três Marias a montante da barragem, próximo a saída de água
PTO 3 – Jusante da Represa Três Marias	Lat: S18° 12'45,3" Long: W45°15'43,4"	Jusante da Represa de Três Marias, saída das turbinas
PTO 4 – Córrego Barreiro Grande	Lat: S18°12'01,5" Long: W45°14'54,9"	Jusante da cidade de Três Marias e Votorantim, próximo Vila Operária
PTO 5 – Córrego Barreiro Grande	Lat: S18°11'36,5" Long: W45°14'00,6"	Jusante cidade, Montante Votorantim - HORTA
PTO 6 – Rio São Francisco	Lat: S18°11'11,5" Long: W45°15'00,9"	Jusante córrego Barreiro Grande, montante do efluente Votorantim
PTO 7 – Rio São Francisco	Lat: S18°10'52,6" Long: W45°14'24,9"	Jusante do efluente Votorantim
PTO 8 – Rio São Francisco	Lat: 18°09'57,5" Long: W 45°13'48,1"	Jusante córrego Retiro Velho
PTO 9 - Córrego Consciência	Lat: S18°10'46,2" Long: W45°14'14,9"	Córrego Consciência próximo confluência com S.Francisco
PTO 10 – Córrego Consciência	Lat: S18°11'07,3" Long: W45°12'58,4"	Córrego Consciência montante Votorantim
PTO 11 – Rio São Francisco	Lat: S18°07'29,0" Long: W45°15'02,3"	Jusante córrego Lucinda, montante Ilha do Periquito
PTO 12 – Córrego Espírito Santo	Lat: S18°07'36,4" Long: W45°10'52,3"	Córrego Espírito Santo, montante confluência São Francisco
PTO 13 – Rio São Francisco	Lat: S18°04'30,4" Long: W45°11'43,1"	Jusante córrego Espírito Santo



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

PTO 14 – Rio Abaeté	Lat: S18°07'01,9" Long: W45°28'04,6"	Rio Abaeté, montante BR040
PTO 15 – Rio Abaeté	Lat: S18°06'27,8" Long: W45°26'58,4"	Rio Abaeté, jusante BR040
PTO 15B – Rio Abaeté	Lat: S18°05'55,7" Long: W45°25'28,5"	Jusante fazenda Cachoeira Comprida
PTO 16 – Rio Abaeté	Lat: S18°02'11,1" Long: W45°11'25,5"	Confluência com São Francisco
PTO 17 – Rio São Francisco	Lat: S18°00'14,4" Long: W45°11'30,7"	Jusante confluência com o Rio Abaeté
PTO 18 – Córrego Lavagem	Lat: S18°09'21,8" Long: W45°11'18,34"	Foz com o córrego Espírito Santo
PA – Córrego do Frade	Lat: S18°05'58,7" Long: W45°27'15,8"	Montante confluência com o Rio Abaeté
PB – Barreiro Grande	Lat: S18°11'34,5" Long: 45°15'04,7"	Foz com o Rio São Francisco
PC – Efluentes	Lat: S18°10'52,9" Long: W45°14'25,2"	Efluentes Votorantim

4.2 Coletas e Determinação de variáveis limnológicas da água

Com a sonda multiparamétrica HORIBA U-22 obtiveram-se dados físicos e químicos representados por perfis verticais. Estes dados são: temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, turbidez, sólidos totais em suspensão, potencial redox.

Amostras de água para determinação de íons, nitrogênio e fósforo total, pesticidas, herbicidas e metais foram coletadas com garrafa quimicamente inerte “Van Dorn”. Estas amostras foram coletadas na superfície e no fundo. Amostras de sedimento foram coletadas com draga Echman-Binge, com 255 cm³ de volume.

A clorofila foi determinada com fluorímetro Aquafluor-Turn Designs. As amostras de água foram filtradas, preservadas a -20°C ou a 5°C e analisadas nos laboratórios do Instituto Internacional de Ecologia de São Carlos e nos laboratórios do Instituto de Química da USP São Carlos. Amostras de fitoplâncton e zooplâncton foram coletadas com rede de 35 µm e 68 µm respectivamente.

Plantas aquáticas emersas (*Eichchornea azurea*) e submersas (*Elodea* sp, *Maiaca* sp.) foram coletadas, secas, trituradas e em seguida analisadas para determinação de metais pesados.



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

As amostras de sedimento serão coletadas com pegador de fundo “Ekman” e o sedimento será conservado a 5°C.

A água intersticial será extraída do sedimento por centrifugação. As análises de extração e leituras espectrofotométricas serão em equipamentos de absorção atômica. No sedimento serão determinados cátions, anions, carbono total, nitrogênio total e fósforo total e metais: Cd, Zn, Pb, Co, Cu, As, Cr.

Abaixo segue a metodologia utilizada para todas as análises que serão realizadas:

- **Íons:** através de Cromatógrafo de Íons, marca Dionex DX-80
- **Fósforo Total:** de acordo com VALDERRAMA (1981)
- **Nitrogênio Total:** segundo GOLTERMAN et al. (1978)
- **Material em suspensão:** Técnica gravimétrica, segundo o procedimento descrito em TEIXEIRA et. al (1965).
- **Clorofila:** através de fluorímetro portátil modelo Aquafluor – Turner Systems
- **Carbono:** para a determinação das concentrações destes parâmetros e utilizado o método de análise de gás por infravermelho, onde a amostra de água é passada ao estado gasoso por combustão não dispersiva a 680° C, através do Analisador de Carbono Orgânico Total – SHIMADZU, modelo TOC-5000.
- **Herbicidas e organoclorados:** através de cromatografia gasosa.
- **Metais:** através de espectrofotometria de absorção atômica.

As amostras de fito e zooplâncton serão analisadas em microscópio ótico e microscópio binocular marca Leica com aumentos de 1000X e 400X. Técnicas de análises e determinação de espécies utilizarão manuais de identificação do IIE.



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

4.3 Variáveis Limnológicas do sedimento

Após coleta e armazenamento o sedimento teve a água intersticial extraída, foi seco e homogeneizado. O sedimento e a água intersticial foram analisados para a composição iônica, carbono orgânico e inorgânico dissolvido e total.

As técnicas para a determinação de variáveis limnológicas na água e no sedimento seguiram a seguinte metodologia: a água intersticial foi retirada através de centrifugação e analisada e as análises para íons foram determinadas através do cromatógrafo líquido marca DIONEX modelo DX-80. O sedimento foi seco e em seguida foram realizados fósforo total de acordo com Valderrama (1981) e nitrogênio total de acordo com Golterman et al (1978).

4.4 Metais pesados na água, no sedimento e nas plantas aquáticas

A determinação de metais pesados na água e no sedimento foi feita através de técnicas de extração e determinação em equipamentos de absorção atômica.

Os seguintes metais foram determinados: Cd, Zn, Co, Cu, Pb, Cr, As (água e sedimento) e nas plantas aquáticas.

4.5 Pesticidas e Herbicidas

As determinações de pesticidas e herbicidas na água e no sedimento foram feitas utilizando-se técnicas de cromatografia gasosa e padrões EPA Pesticida Mix e EPA 610 Polynuclear Aromatic Hydrocarbon Mix utilizando-se metodologia de extração descrita em Jaouen-Madoulet et al (2000).

Após extração, os compostos foram identificados e quantificados por cromatografia gasosa com detector de captura de elétrons com confirmação por cromatografia gasosa acoplável a detector de massas.



5 – RESULTADOS

5.1. Variáveis físicas e químicas da água

5.1.1 Estrutura vertical das variáveis físicas e químicas

Os dados das seguintes variáveis: temperatura, oxigênio dissolvido, pH, condutividade turbidez, sólidos totais suspensos e potencial de oxido redução foram obtidos no campo utilizando a sonda multisensor Horiba U-22 que permite a medição na coluna d'água obtendo-se assim o perfil vertical dessas variáveis. Nos pontos de amostragem cuja profundidade era rasa mediu-se apenas na superfície (Pontos: 4, 5, 10 14, 15, 15B, 18, Pt A – Córrego do Frade).

A Fig. 1 mostra os perfis verticais de turbidez, pH, condutividade, temperatura, potencial de oxido redução e concentração de oxigênio dissolvido registrados no Ponto 1 cuja profundidade local foi de 45,0m. (corpo central da represa de Três Marias). Até a profundidade de 15m, os valores do pH permanecem uniforme entre 6,42 a 6,31, a partir da qual começa a diminuir chegando a 5,49 no fundo; a turbidez na superfície apresentou um valor de 12,1 NTU, havendo uma diminuição até 8,8 nas camadas subseqüentes até a profundidade de 30,0m para aumentar novamente chegando a 28,7 NTU no fundo; a condutividade apresentou-se homogêneo até a profundidade de 30,0m com valores variando de 57-58 $\mu\text{S}/\text{cm}$, porém a partir desta profundidade houve um aumento atingindo um valor de 67 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 45m; quanto à temperatura a camada de epilimnio de espessura de 15m apresentou uma temperatura de 23,4° C, a partir da qual houve um declínio gradual até 21,6 ° C registrada no fundo; o potencial de oxido redução apresentou nas camadas de superfície 165mV aumentando-se gradativamente até 198mV no fundo; a concentração de oxigênio dissolvido foi alta até a camada de 20,0m com valores variando de 9,87 a 9,58 mg/L, a partir da qual teve um decréscimo gradual registrando-se 5,93 mg/L no fundo.

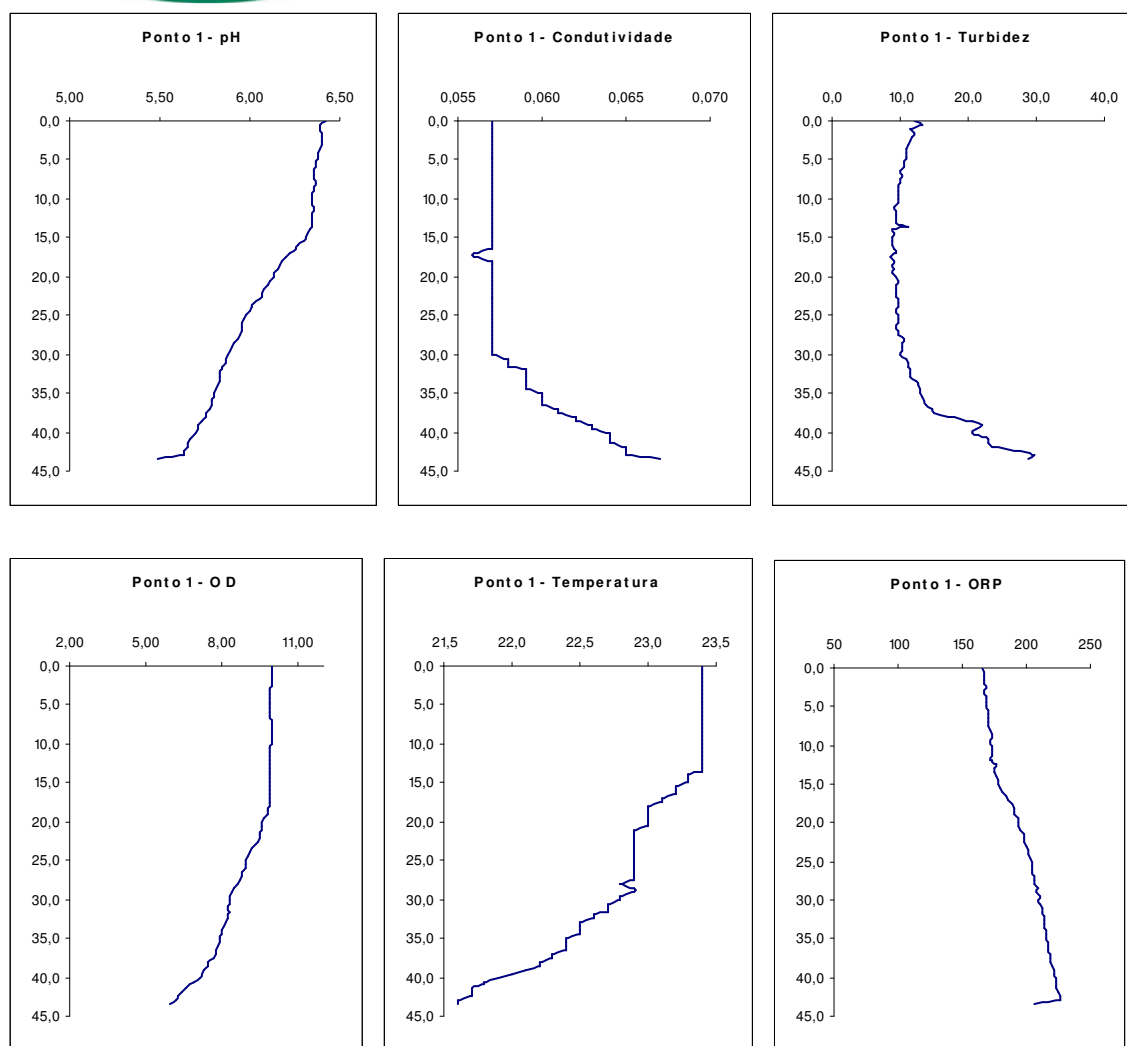


Fig 1 – Perfis verticais de pH, condutividade , turbidez, oxigênio dissolvido, temperatura e potencial de oxido redução no ponto P₁.

A Fig. 2 mostra os perfis verticais de turbidez, pH, condutividade, temperatura, potencial de oxido redução e concentração de oxigênio dissolvido registrados no Ponto 2 cuja profundidade local foi de 25,0m. (em um dos braços da represa de Três Marias). Nesse ponto o corpo de água se comportou de uma forma uniforme não havendo grandes diferenças que mostrem a formação de estratos. O pH variou da superfície ao fundo de 6,48 a 6,02 mostrando-se ligeiramente ácida; a turbidez variou de 9,4 a 5,9 NTU; a condutividade de 56 a 57 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

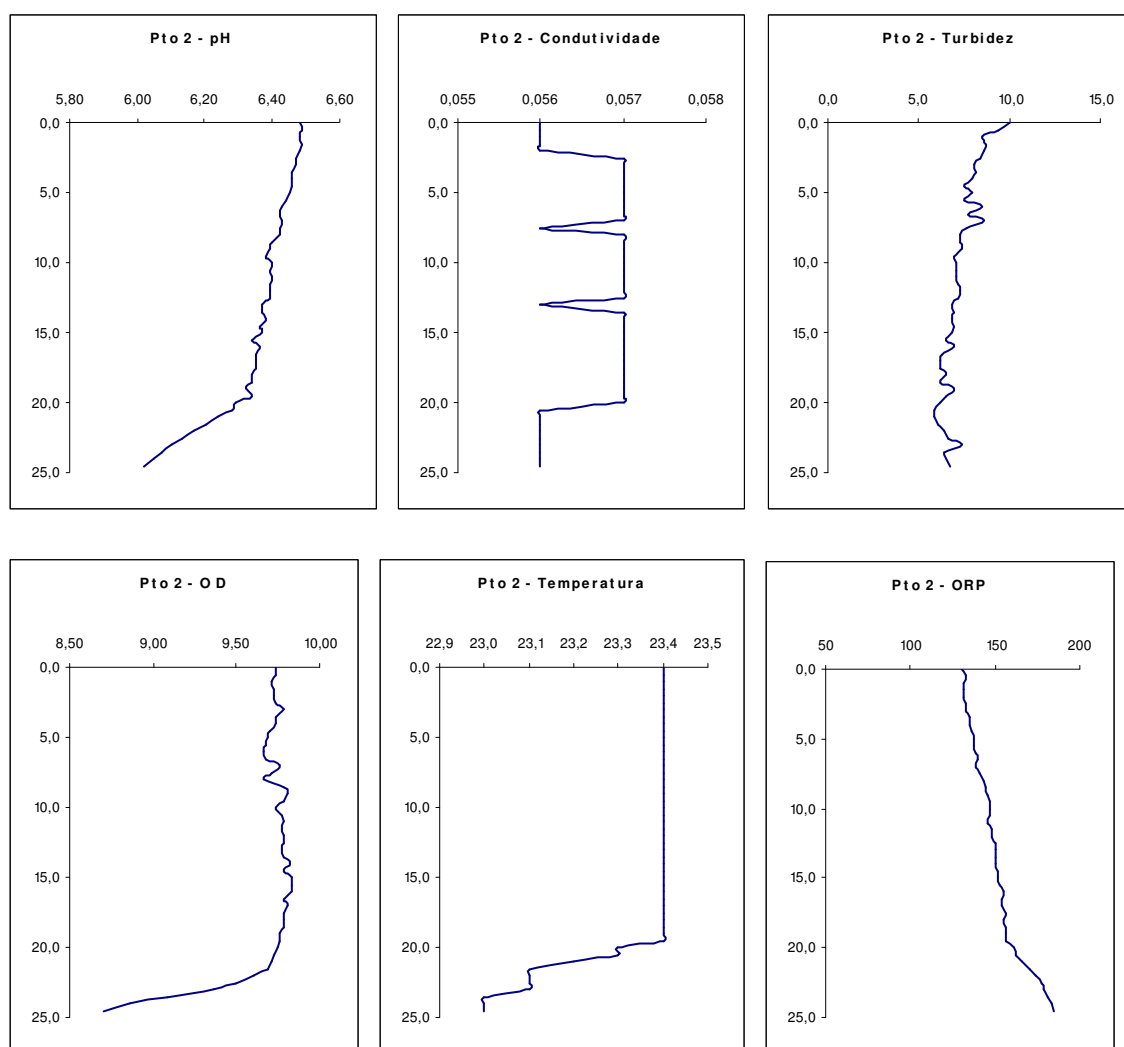


Fig 2. – Perfis verticais de pH, condutividade, turbidez, oxigênio dissolvido, temperatura e potencial de oxido redução no ponto P₂.

Quanto à temperatura, até a profundidade de 20m houve homogeneidade térmica a 23,4° C , a partir da qual houve um decréscimo atingindo 23,0° C a 25m no fundo; O potencial de oxido redução variou de 130 mV (superfície) a 166mV (no fundo); nesse ponto o corpo de água esteve bem oxigenado da superfície ao fundo com variação de 9,73mg/L (superfície) a 8,70mg/L no fundo a 25m.

A Fig 3 mostra a estrutura vertical das variáveis limnológicas medidas no ponto P3 com profundidade de 4,0m

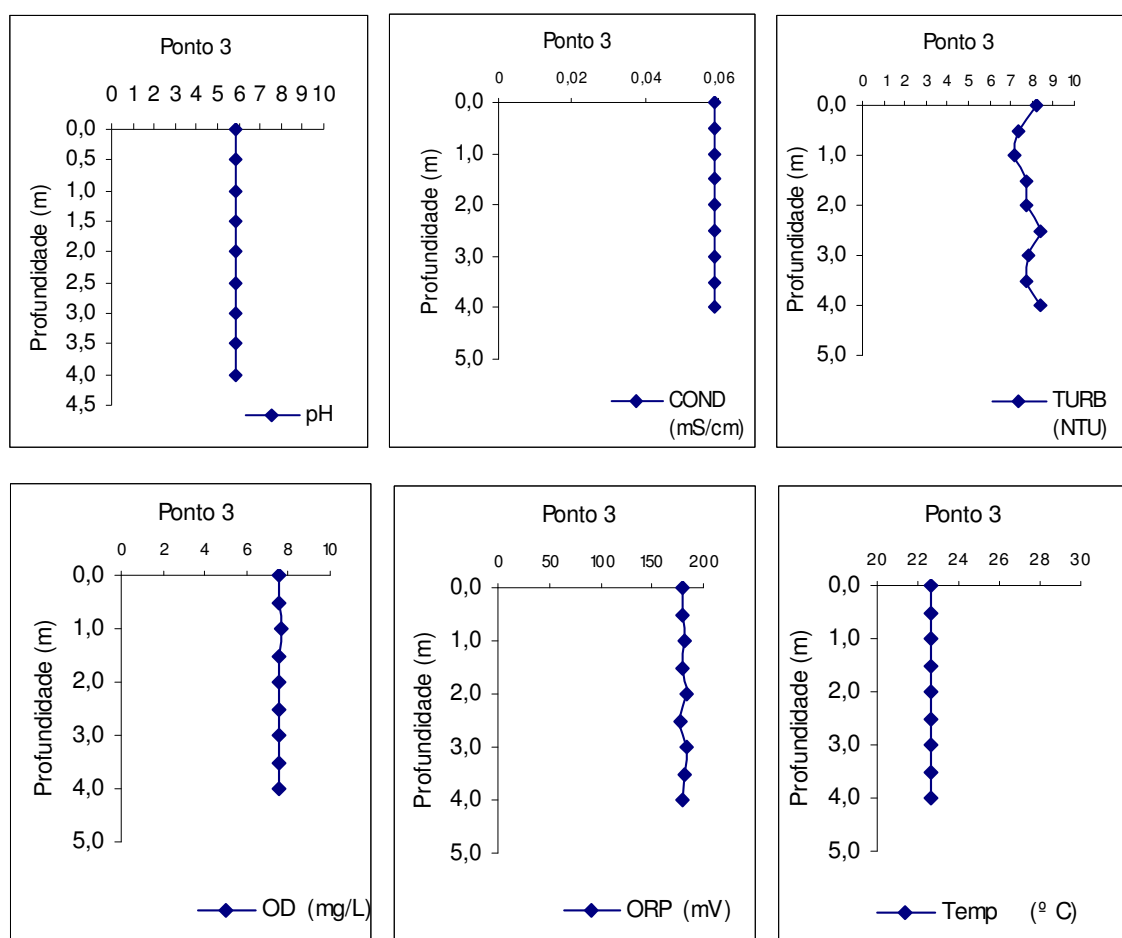


Fig 3 . Perfis de pH, condutividade, turbidez, oxigênio dissolvido, potencial de oxido redução e temperatura no ponto P3

Nesse ponto todos os parâmetros medidos apresentou uma distribuição vertical homogênea: o pH variou de 5,87 a 5,89 apresentando-se ligeiramente acida; a condutividade 59 $\mu\text{S}/\text{cm}$, turbidez 7,2 a 8,4; oxigênio dissolvido 7,56 mg/L e a ORP de 178 a 183 mV.

A Fig 4 mostra a estrutura vertical da variáveis limnológicas medidas no ponto P6 com profundidade de 4,0m

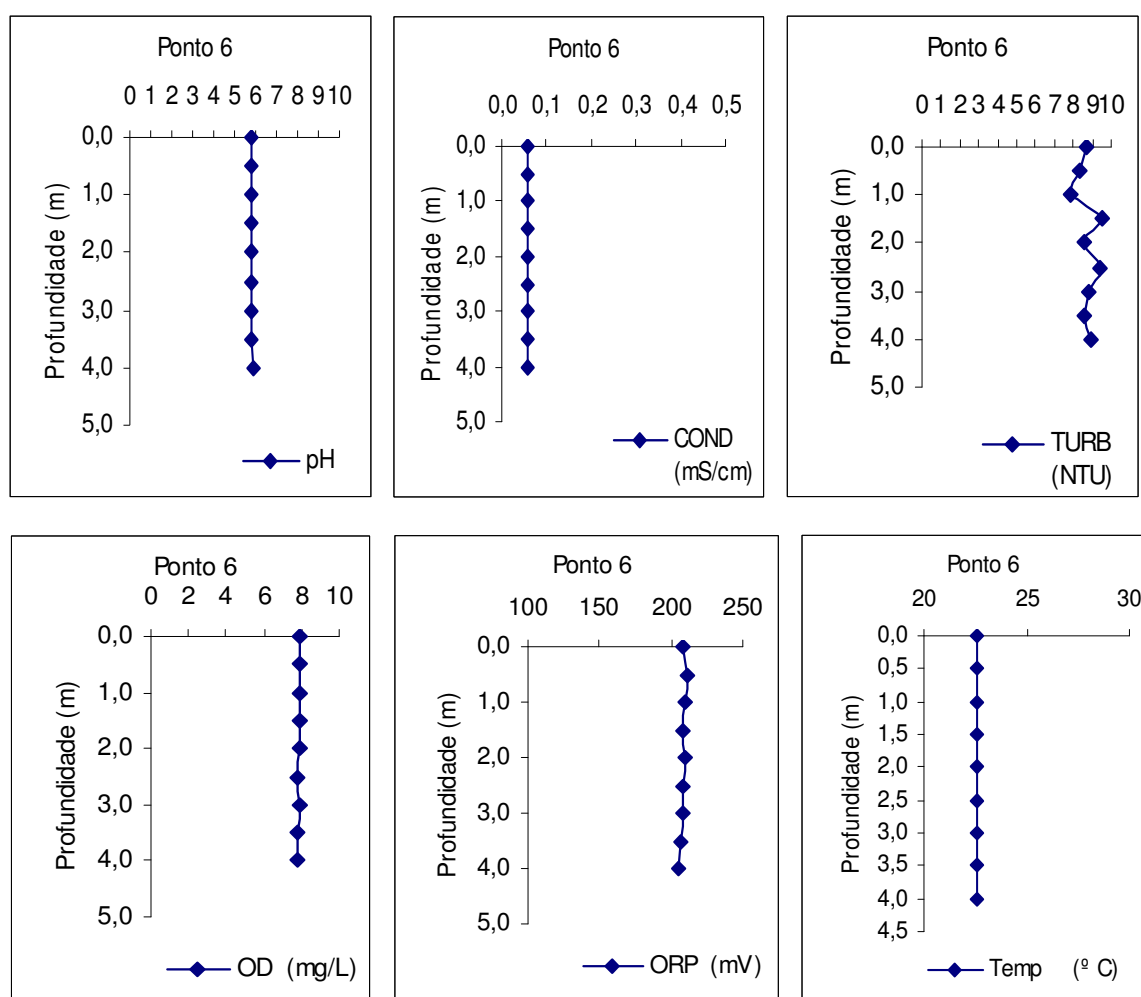


Fig 4. Perfis de pH, condutividade, turbidez, oxigênio dissolvido, potencial de oxido redução e temperatura no ponto P6.

Esse ponto foi muito semelhante ao ponto P3 com pH em torno de 5,8, condutividade 59 $\mu\text{S}/\text{cm}$, turbidez variando de 7,8 a 9,5, oxigênio dissolvido de 7,82 a 7,91 mg/L . A ORP foi um pouco maior variando de 205 a 210 mV.

A Fig 5 mostra a estrutura vertical das variáveis limnológicas medidas no ponto P7 com profundidade de 2,8m

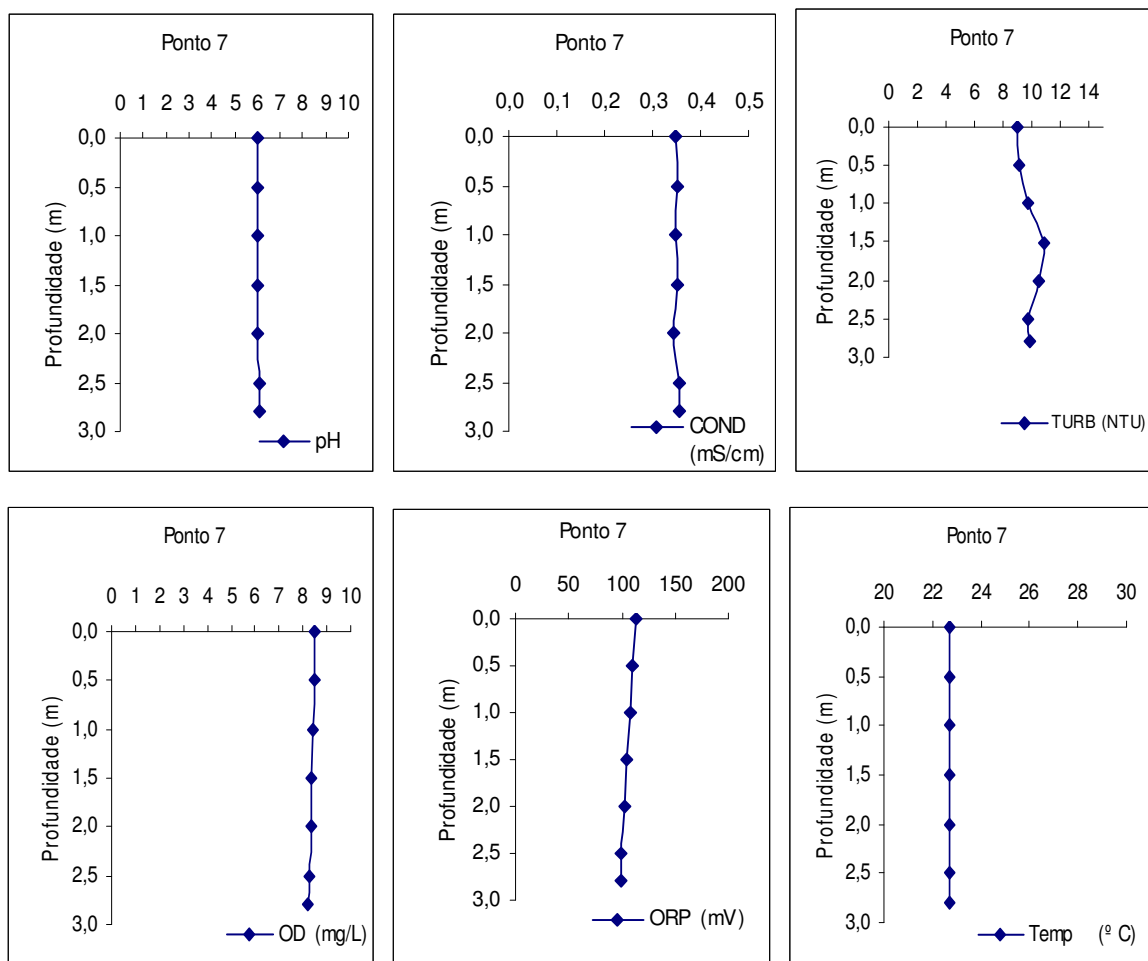


Fig 5. Perfis de pH, condutividade, turbidez, oxigênio dissolvido, potencial de oxido redução e temperatura no ponto P7.

Nesse ponto o pH foi um pouco mais elevado que o ponto P6 com 6,08, condutividade 350 $\mu\text{S}/\text{cm}$, turbidez entre 9,0 e 10,9; oxigênio dissolvido 8,52 na superfície e 8,23 no fundo estando bem oxigenado e a ORP de 114 na superfície a 99mV no fundo.

A Fig 6 mostra a estrutura vertical da variáveis limnológicas medidas no ponto P8 com profundidade de 3,5m

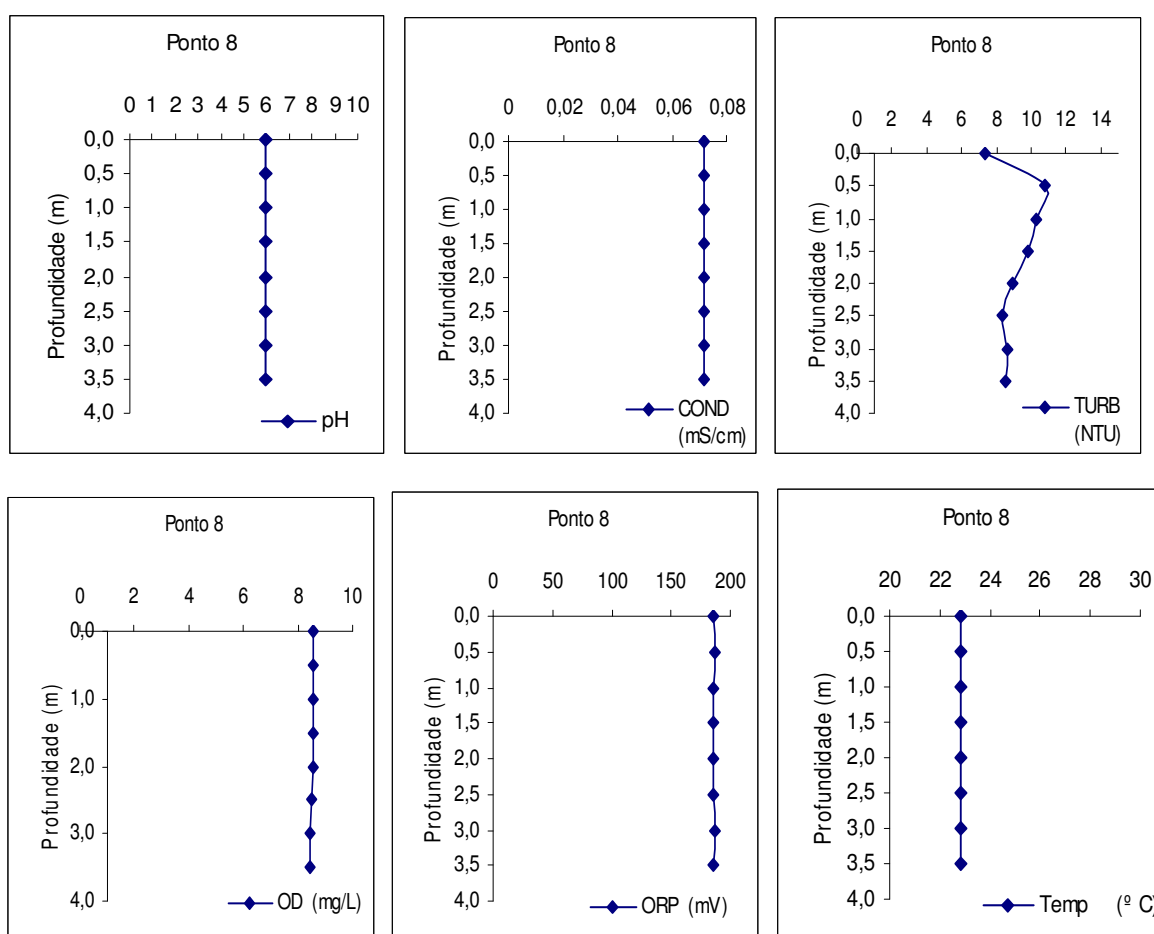


Fig 6. Perfis de pH, condutividade, turbidez, oxigênio dissolvido, potencial de oxido redução e temperatura no ponto P8

O pH desse ponto foi em torno de 5,97, condutividade 72 $\mu\text{S}/\text{cm}$, oxigênio dissolvido variando de 8,58 na superfície a 8,47 mg/L no fundo; a ORP 186mV.

A Fig 7 mostra a estrutura vertical da variáveis limnológicas medidas no ponto P9 com profundidade de 2,8m

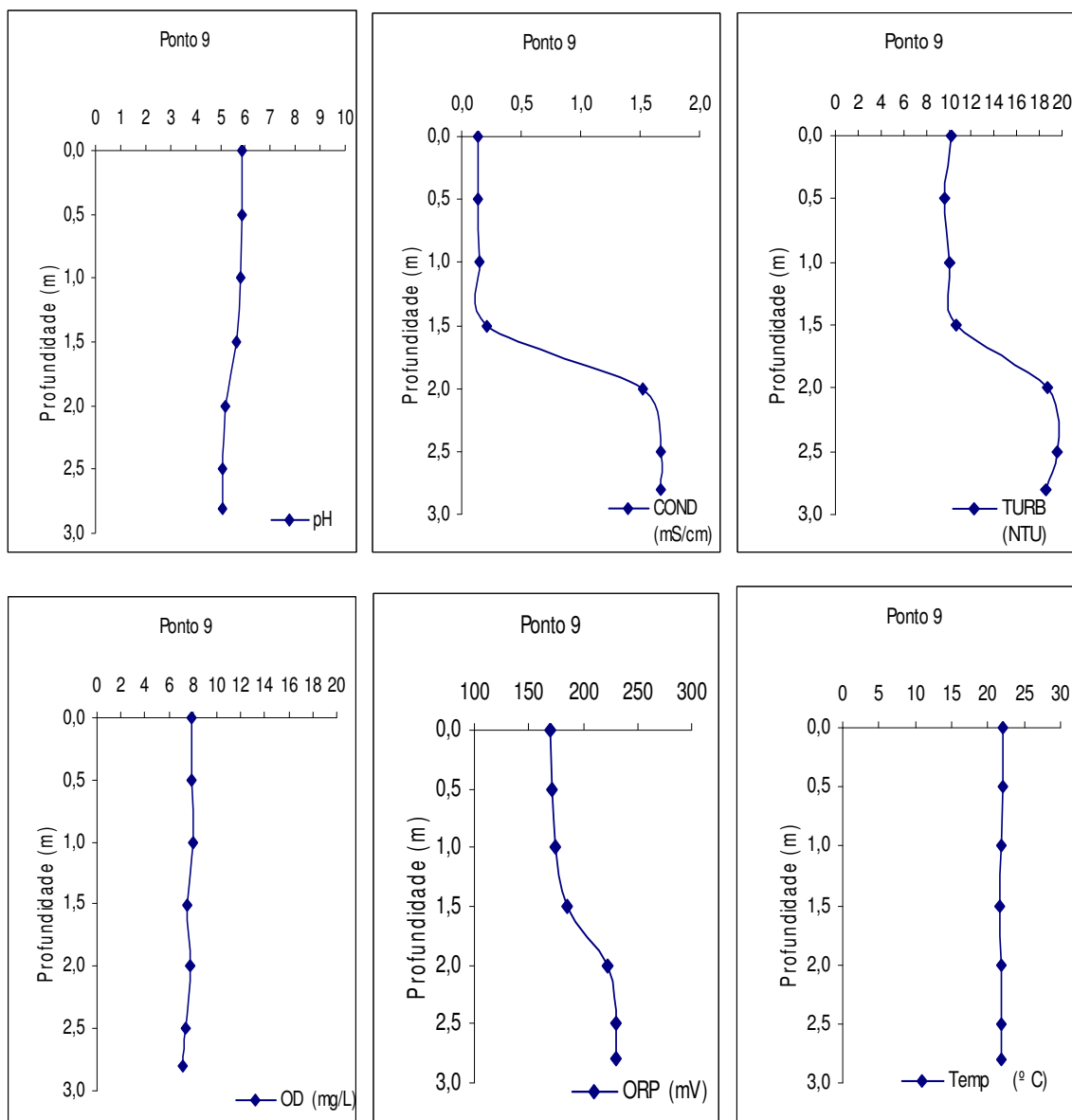


Fig 7. Perfis de pH, condutividade, turbidez, oxigênio dissolvido, potencial de oxido redução e temperatura no ponto P9.

Esse ponto com a profundidade de 2,8m apresentou uma forte mudança a partir de 2,0m. O pH passou de 5,86 (superfície) a 5,07 no fundo; condutividade de 138 $\mu\text{S}/\text{cm}$ passou para 1680 $\mu\text{S}/\text{cm}$; turbidez de 10,2 NTU para 19,5 NTU e a ORP 170 mV para 230 mV; a concentração de oxigênio no entanto não houve muita mudança: 7,95 a 7,20 mg/L.

A Fig 8 mostra a estrutura vertical das variáveis limnológicas medidas no ponto P11 com profundidade de 2,5m

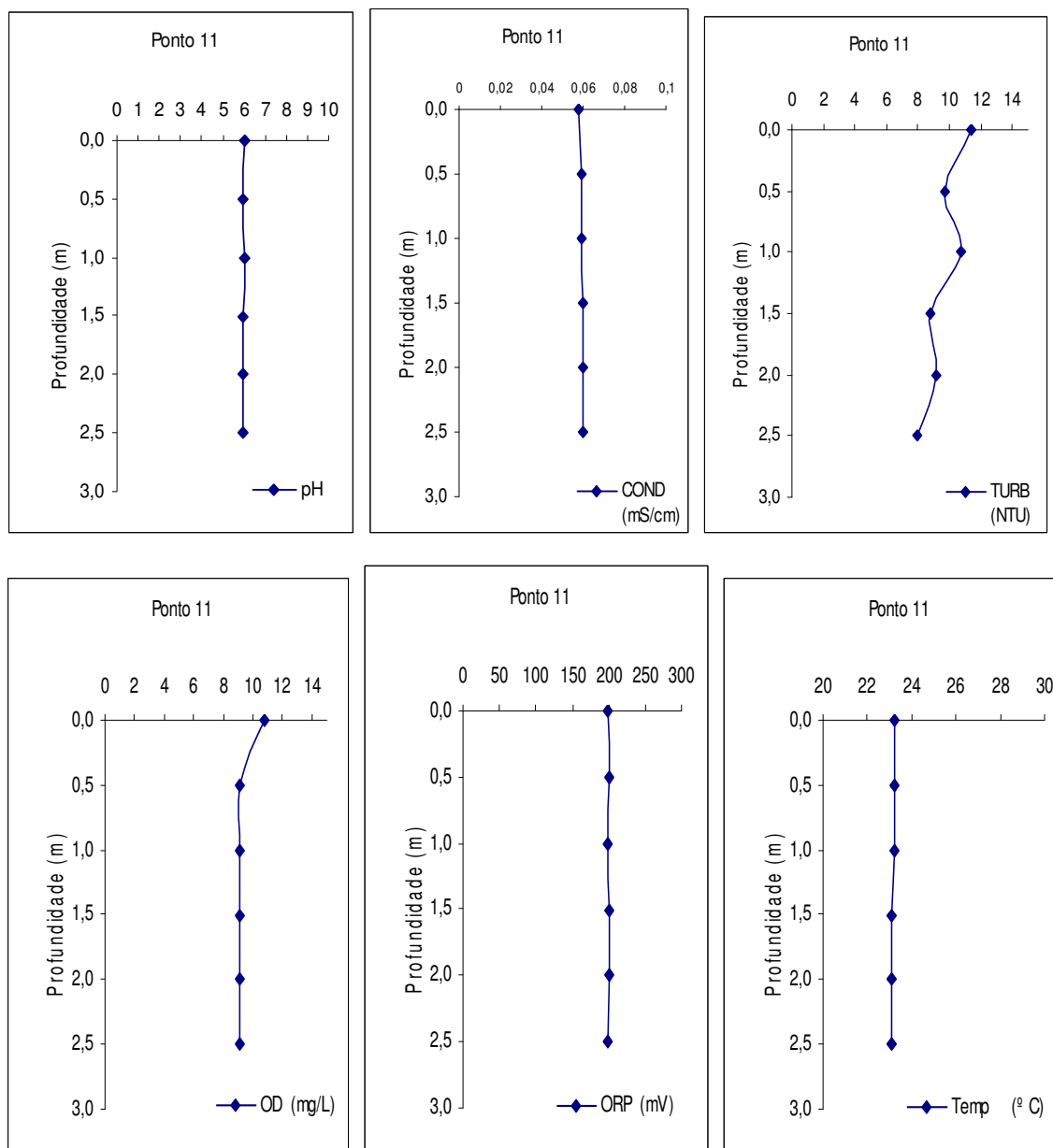


Fig 8. Perfis de pH, condutividade, turbidez, oxigênio dissolvido, potencial de oxidação-redução e temperatura no ponto P11.

Nesse ponto a distribuição vertical dos parâmetros limnológicos foi uniforme.

A Fig 9 mostra a estrutura vertical das variáveis limnológicas medidas no ponto P12 com profundidade de 2,8m

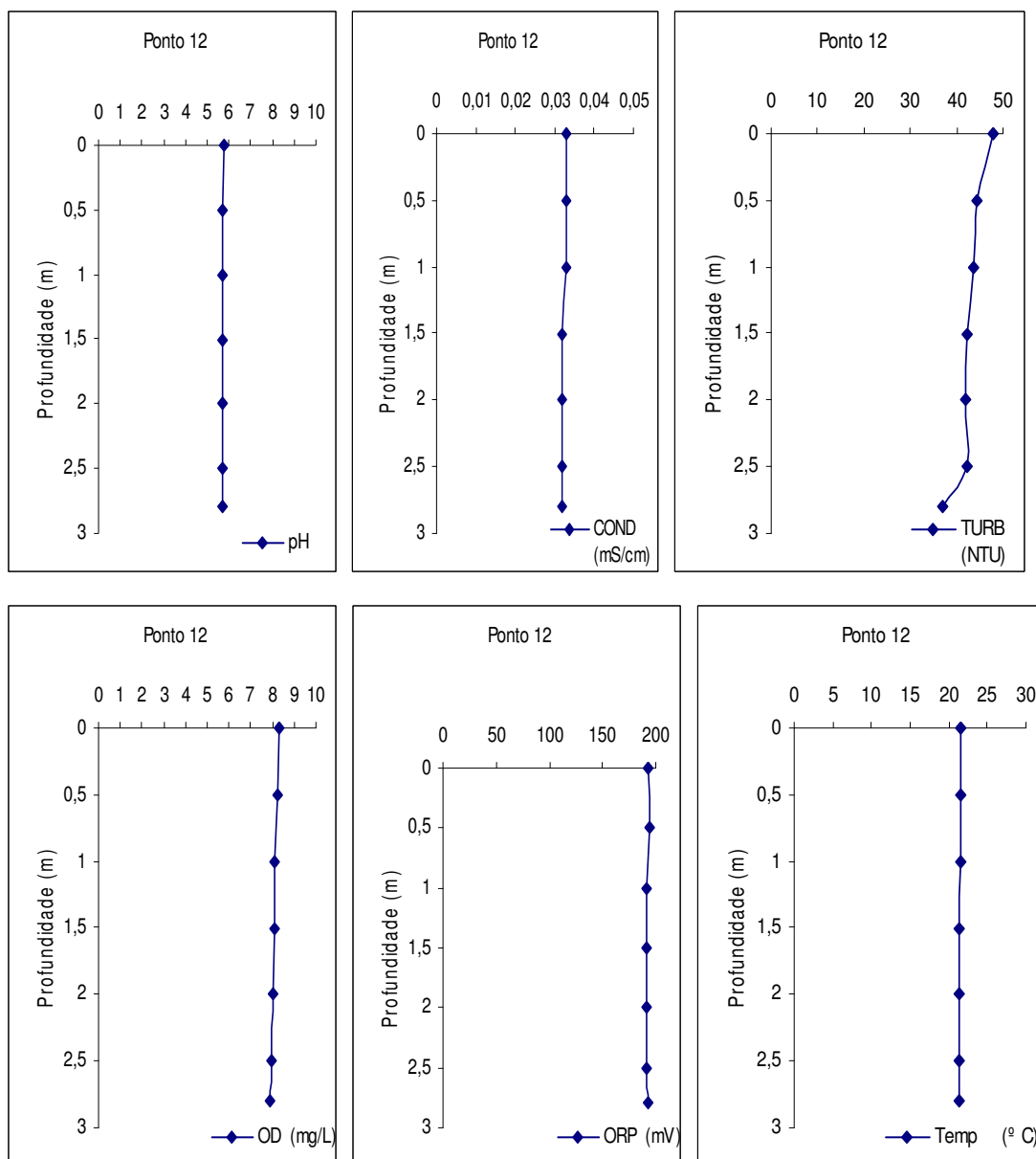


Fig 9. Perfis de pH, condutividade, turbidez, oxigênio dissolvido, potencial de oxido redução e temperatura no ponto P12.

A Fig 10 mostra a estrutura vertical da variáveis limnológicas medidas no ponto P13 com profundidade de 2,6m

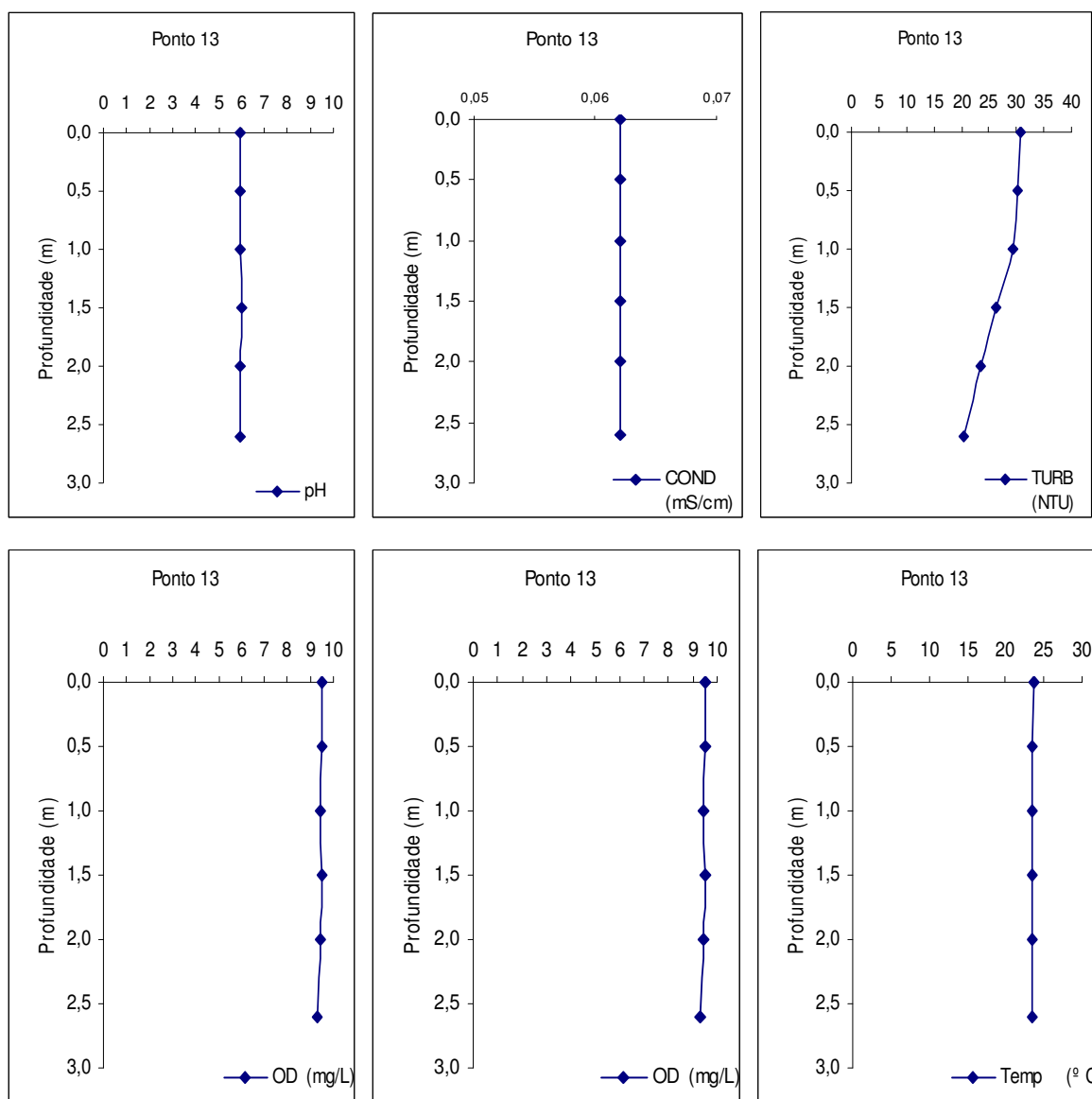


Fig 10. Perfis de pH, condutividade, turbidez, oxigênio dissolvido, potencial de oxido redução e temperatura no ponto P13.

A Fig 11 mostra a estrutura vertical da variáveis limnológicas medidas no ponto P16 com profundidade de 1,5m

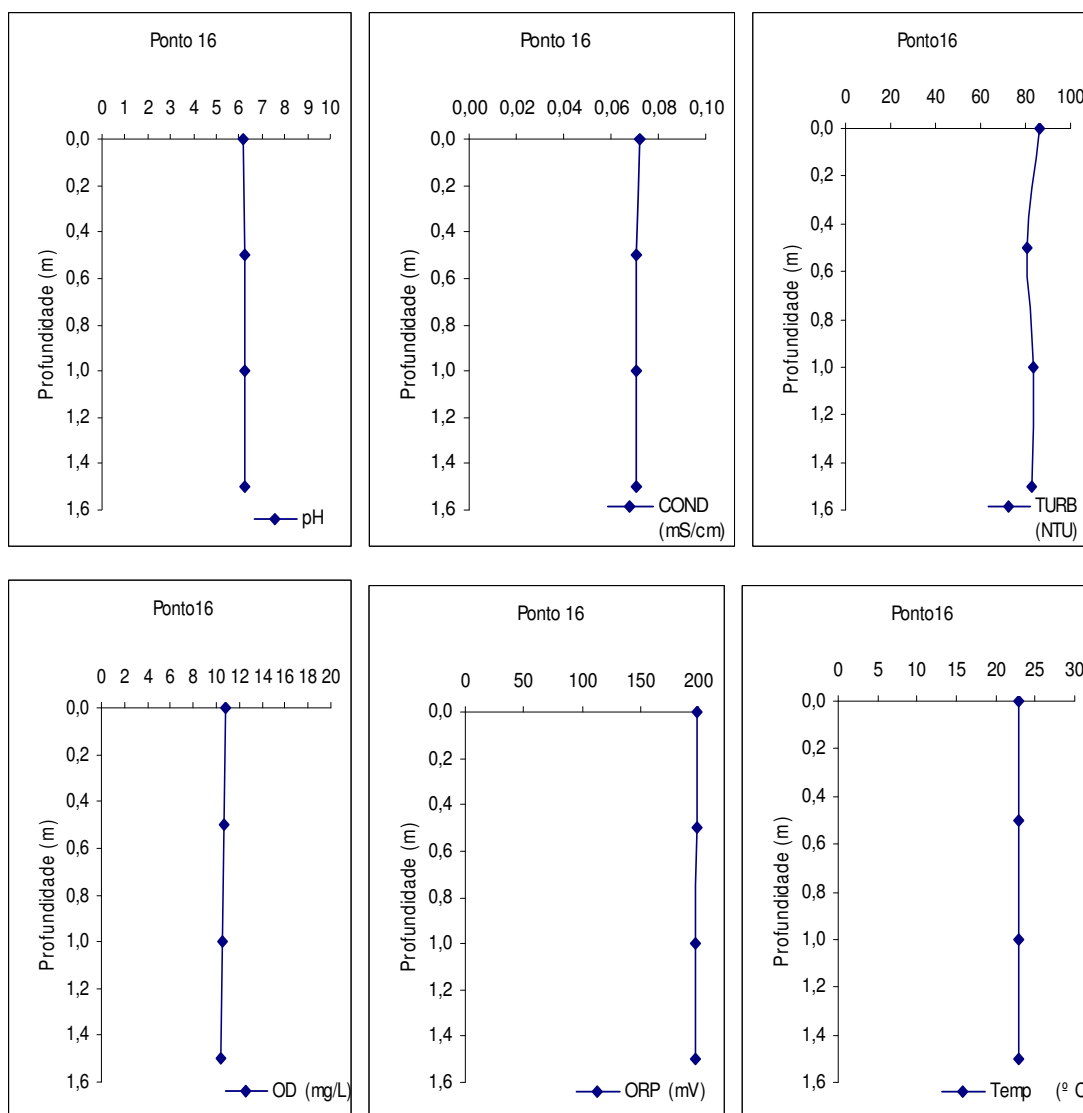


Fig 11. Perfis verticais de pH, condutividade, turbidez, oxigênio dissolvido, potencial redox e temperatura no ponto P16.

A Fig 12 mostra a estrutura vertical da variáveis limnológicas medidas no ponto P17 com profundidade de 5,0m

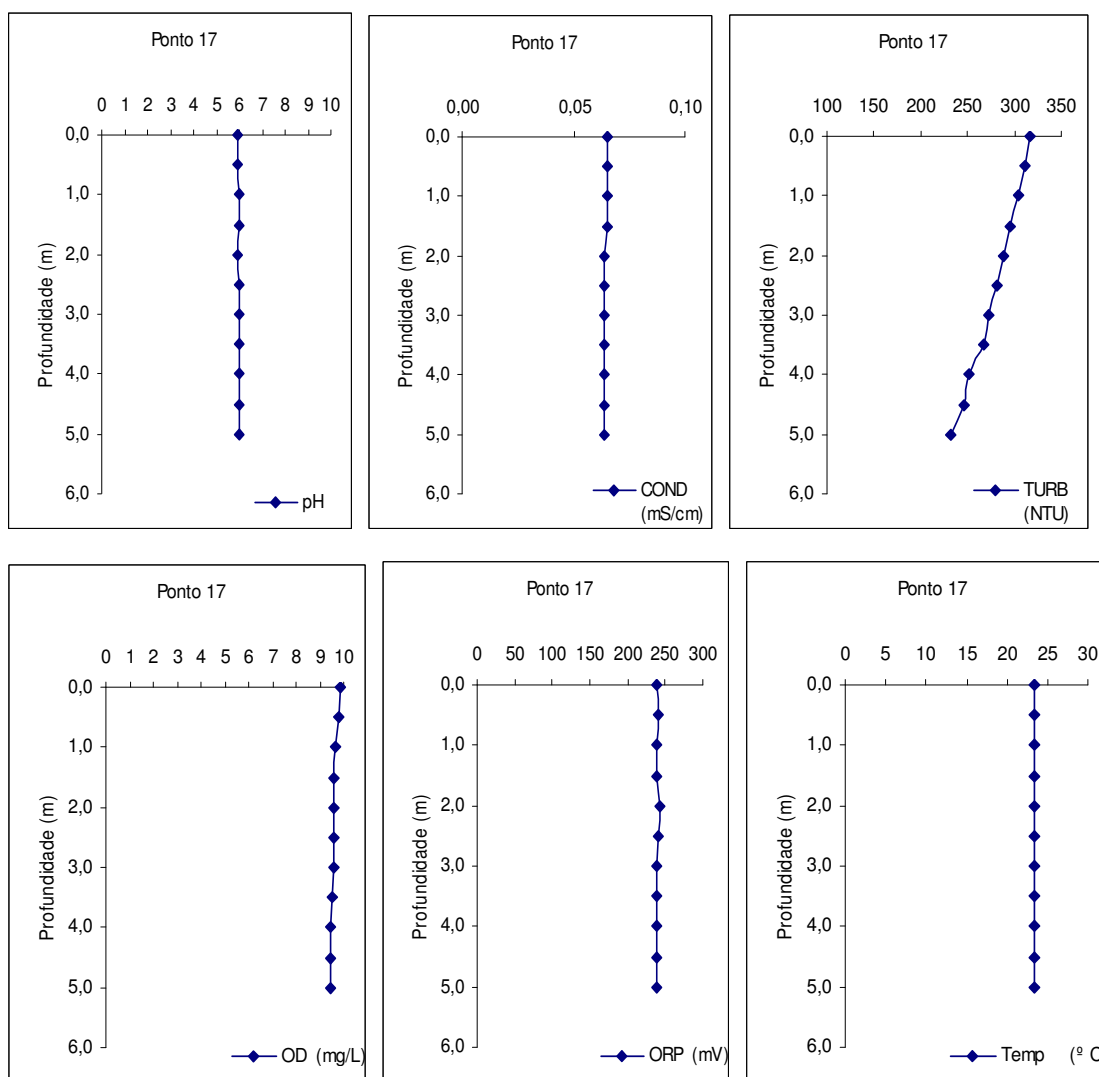


Fig 12. Perfis verticais de pH, condutividade, turbidez, oxigênio dissolvido, potencial redox e temperatura no ponto P17.

5.1.2. Variação dos dados de pH, condutividade, turbidez, oxigênio dissolvido, temperatura, sólidos totais dissolvidos e potencial de oxido redução nos 21 pontos de amostragem: dados da superfície e do fundo.

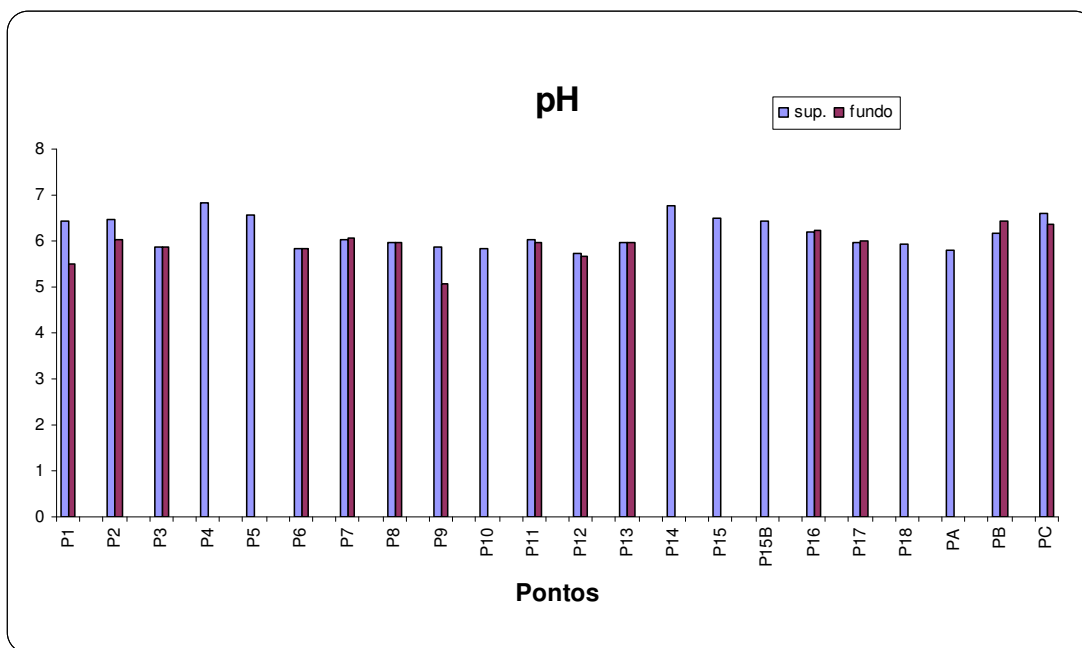


Fig 13. Variação do pH na superfície e no fundo dos 21 pontos amostrados

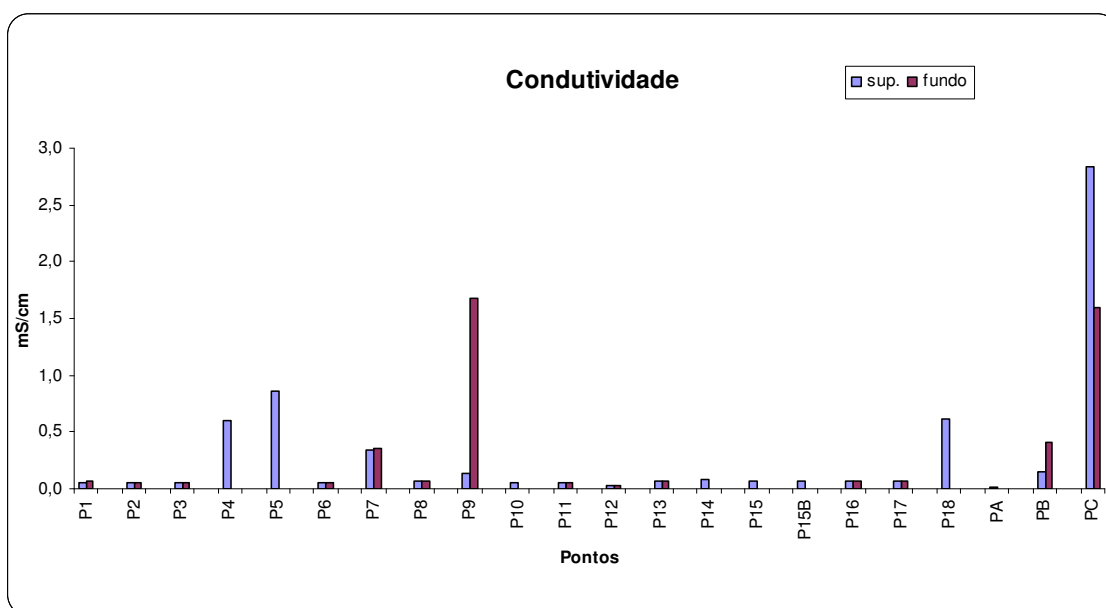


Fig 14. Variação da condutividade na superfície e no fundo dos 21 pontos amostrados

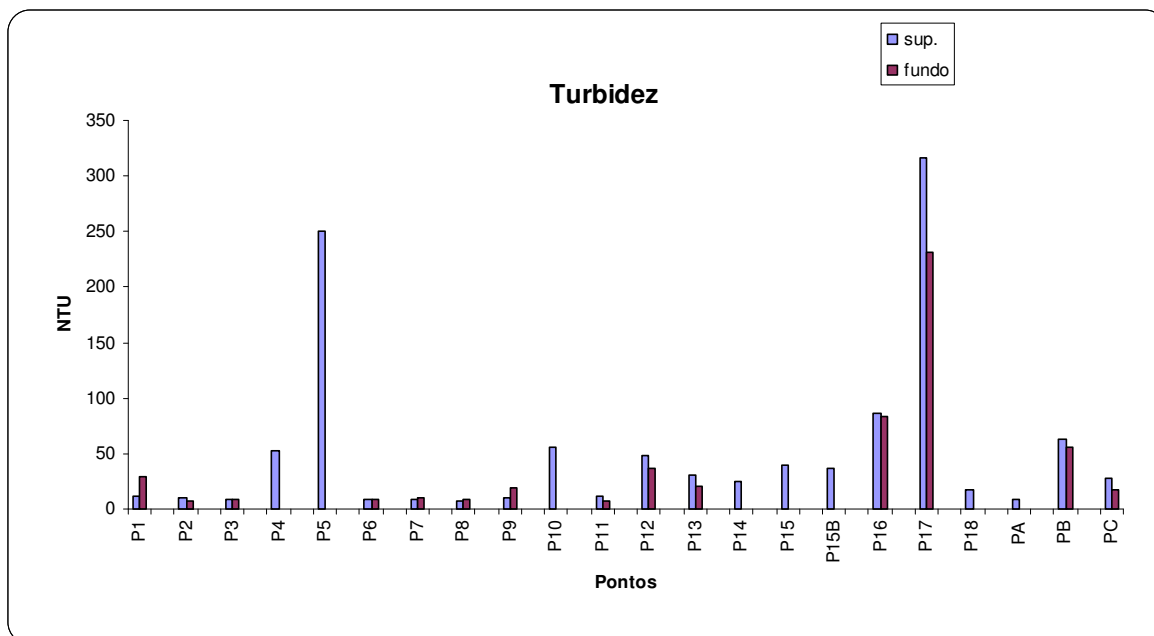


Fig 15 . Variação da turbidez na superfície e no fundo dos 21 pontos amostrados

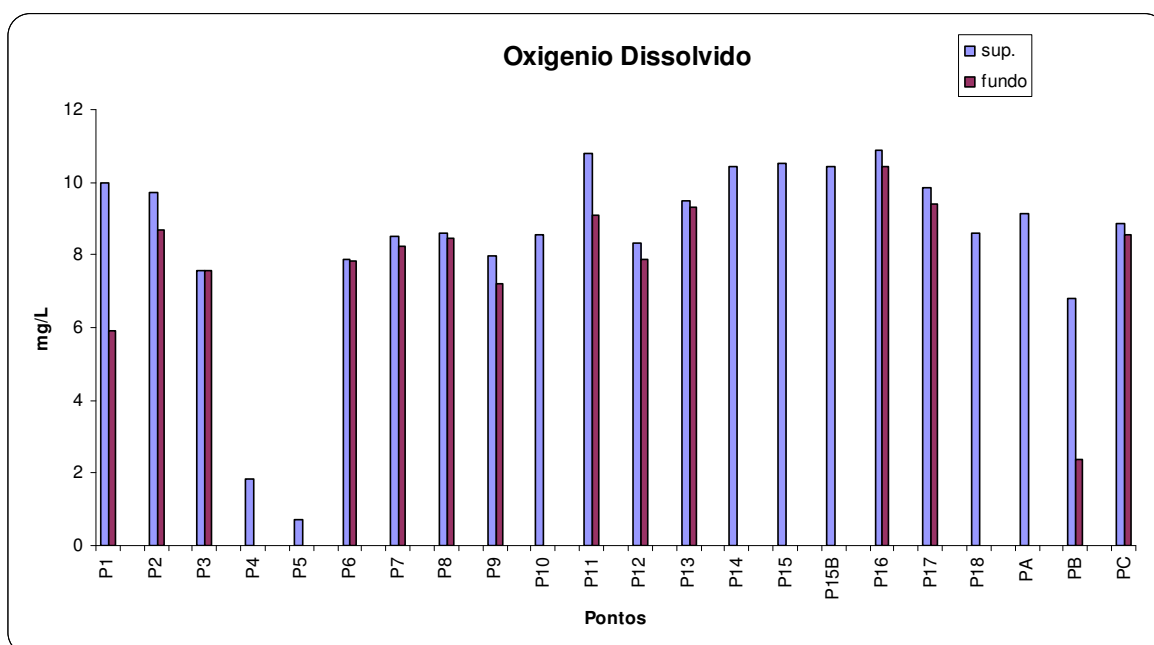


Fig 16. Variação do oxigênio dissolvido na superfície e no fundo dos 21 pontos amostrados

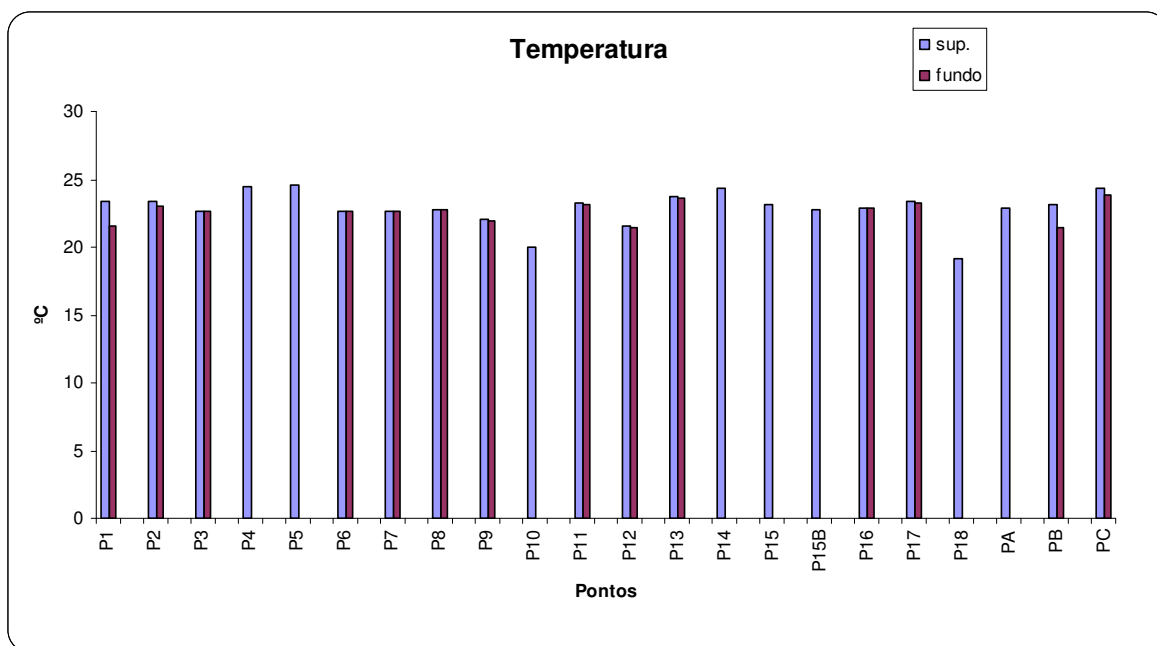


Fig 17. Variação da temperatura na superfície e no fundo dos 21 pontos amostrados

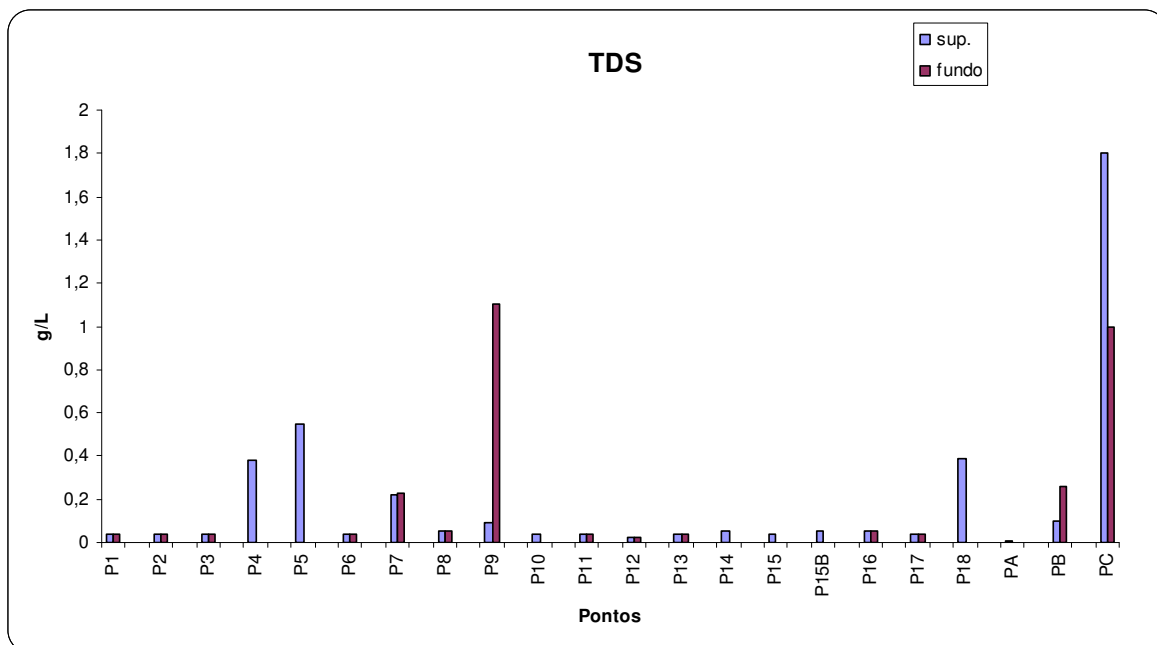


Fig 18. Variação dos sólidos totais dissolvidos na superfície e no fundo dos 21 pontos amostrados

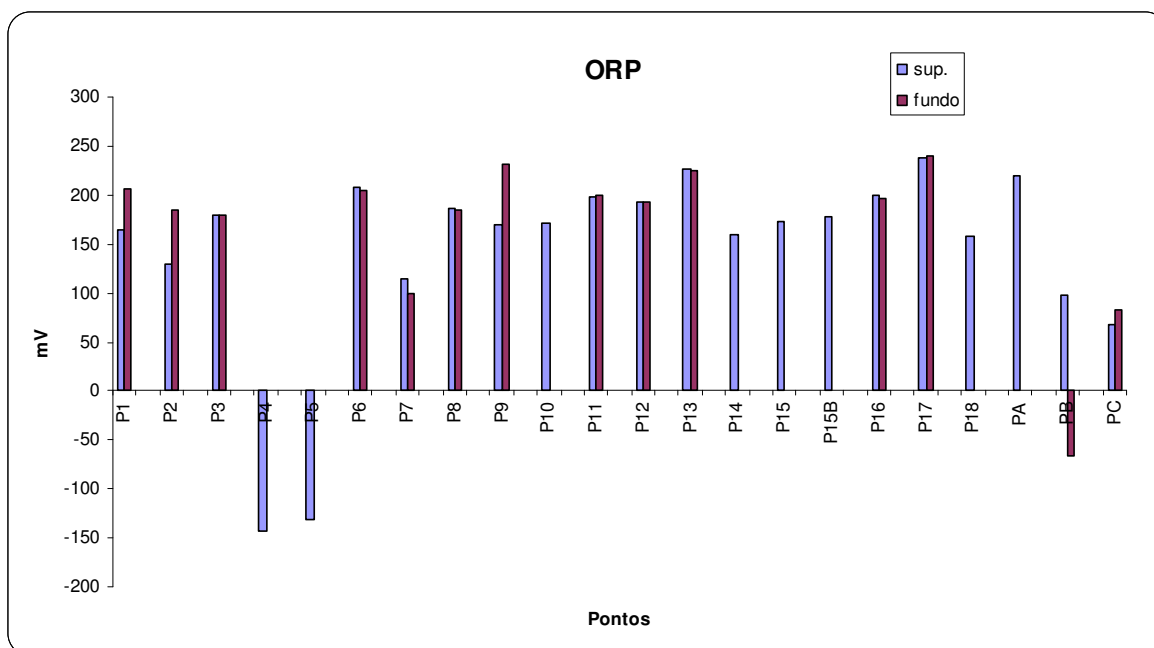


Fig 19. Variação do potencial de oxido redução na superfície e no fundo dos 21 pontos amostrados

Pontos críticos:

P4 e P5 - condutividade aumentada, turbidez aumentada, concentração baixa de oxigênio, sólidos totais aumentados e valores de ORP negativos.

5.1.3. Variação dos valores dos íons: cálcio, sódio, potássio, lítio, magnésio e amônio nos 18 pontos de amostragem

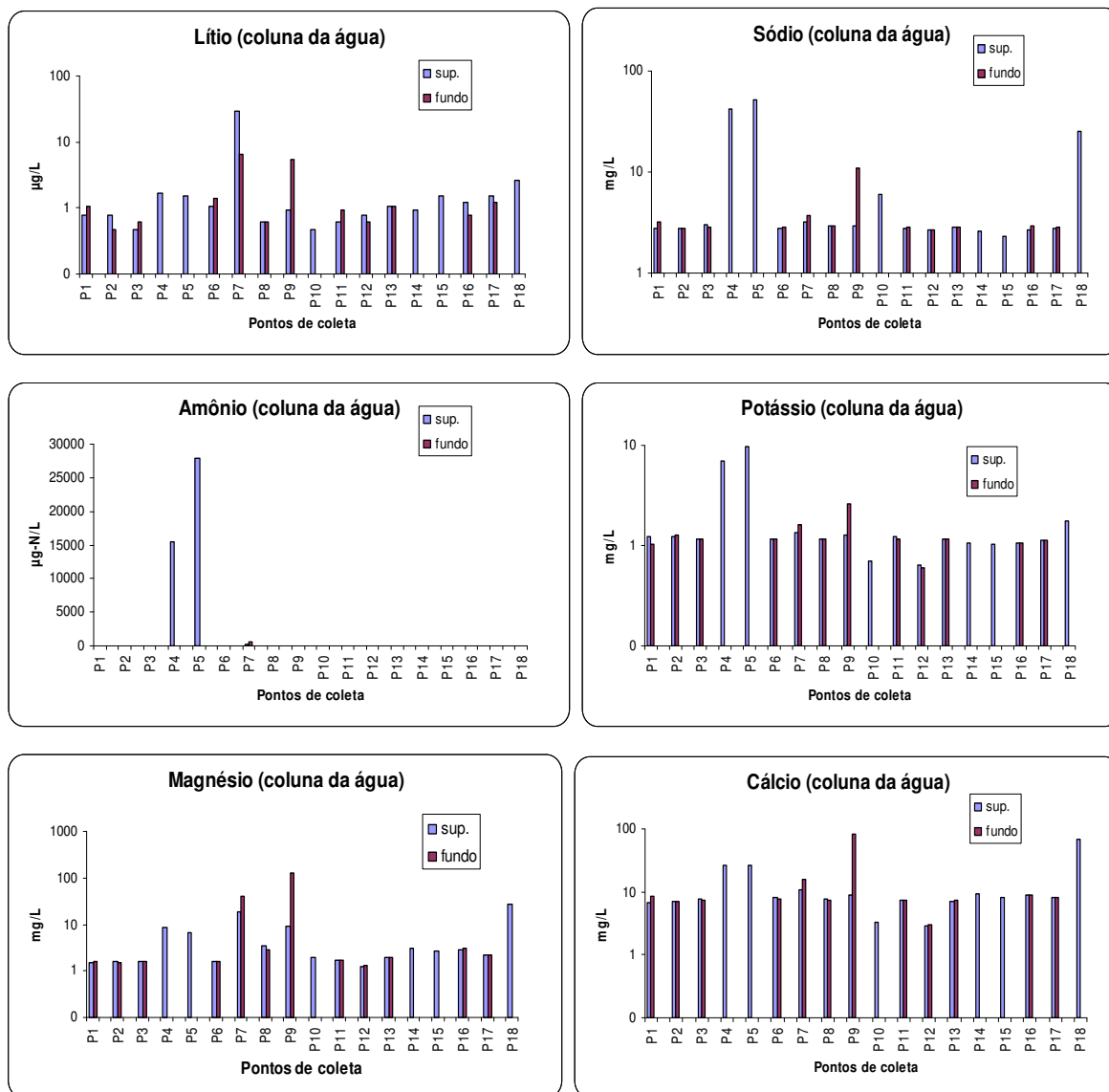


Fig 20. Concentração dos íons Ca , Na , K , Li , Mg e NH_4^+ na superfície e no fundo dos 18 pontos de amostragem. Devido a grande variação dos valores foi utilizada a escala logarítmica para a maioria dos elementos.

- NH_4^+ apresentou valores altíssimos nos pontos P4 e P5

5.1.4. Variação dos valores dos ânions: fluoreto, cloreto, nitrito, brometo, nitrato, fosfato e sulfato.

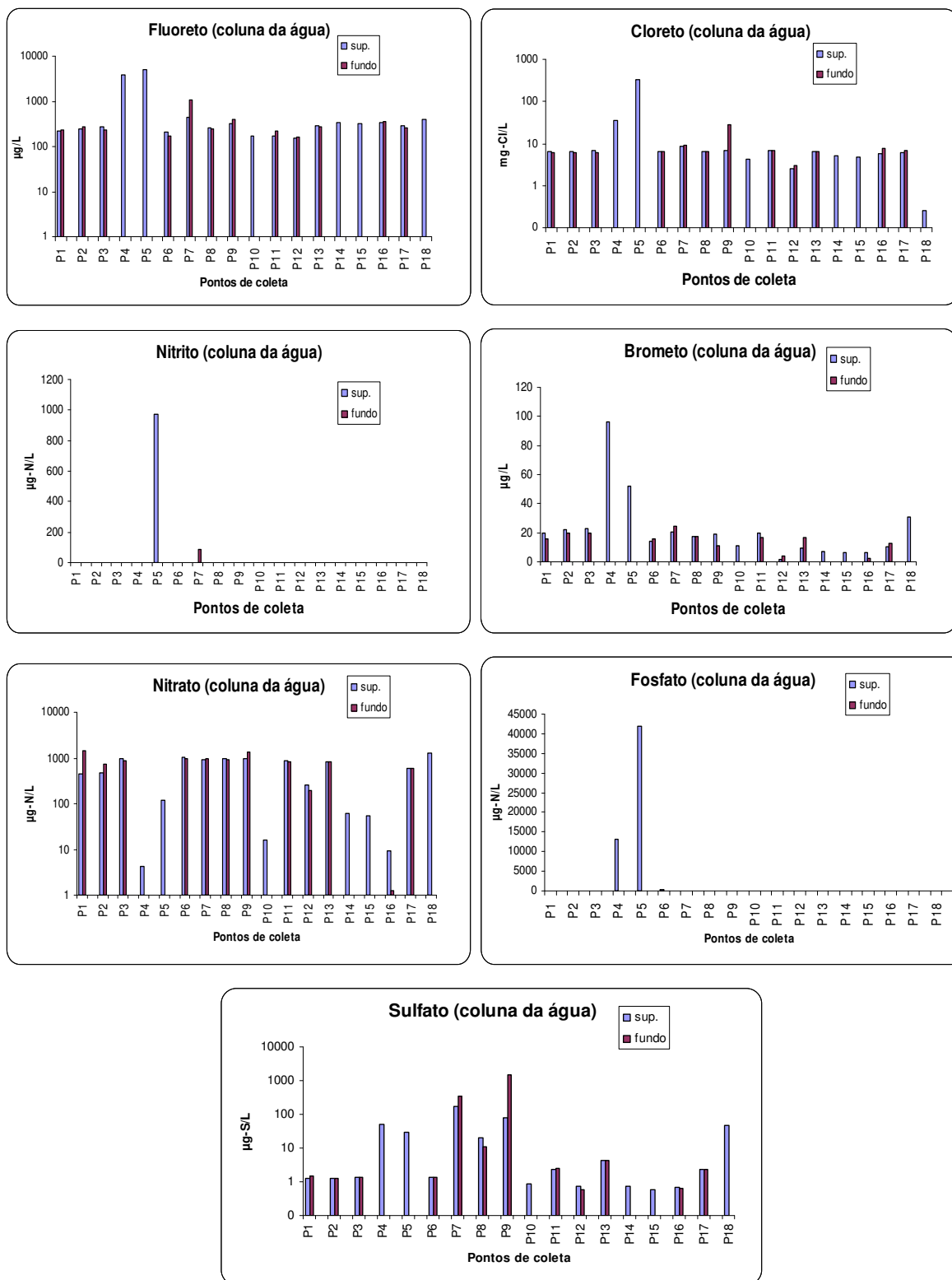


Fig 21. Concentração dos ânions analisados nos 18 pontos de amostragem na superfície e no fundo.

5.1.5. Estudo comparado da concentração de nutrientes , nitrogênio, fósforo e carbono nos 18 pontos de amostragem obtida na superfície e no fundo.

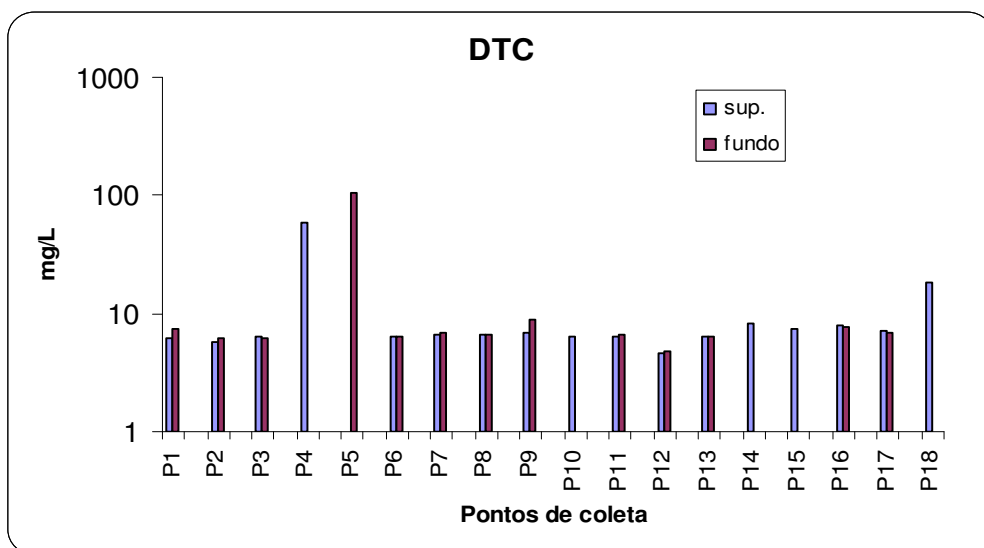


Fig 22 A

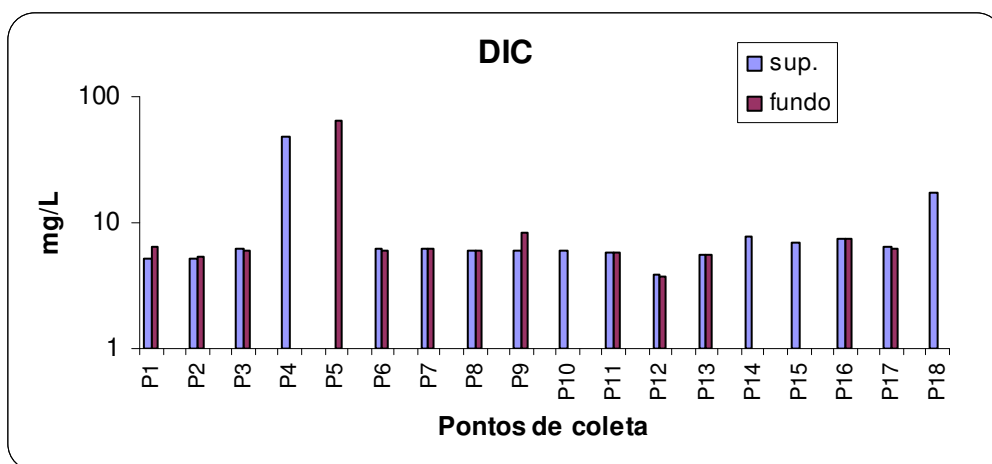


Fig 22 B

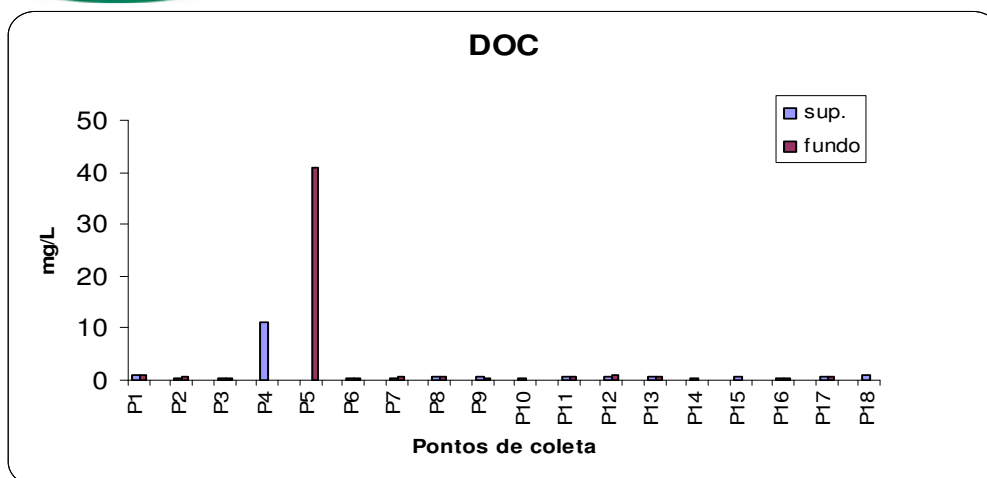


Fig 22 C Referem-se aos dados de carbono dissolvido (total, inorgânico e orgânico nos 18 pontos de amostragem na superfície e no fundo

Os pontos P4 e P5 novamente se destacam pelo alto valor de carbono total apresentado.

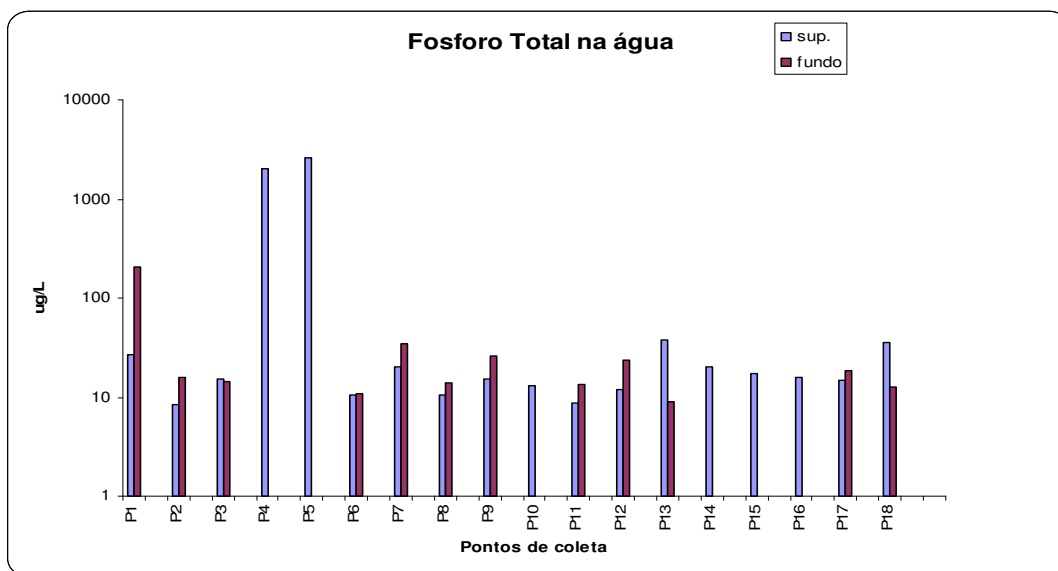


Fig 23. Concentração de fósforo total nos 18 pontos de amostragem, na superfície e no fundo. (a ordenada está na escala logarítmica)

Os pontos P4 e P5 apresentaram altos valores.

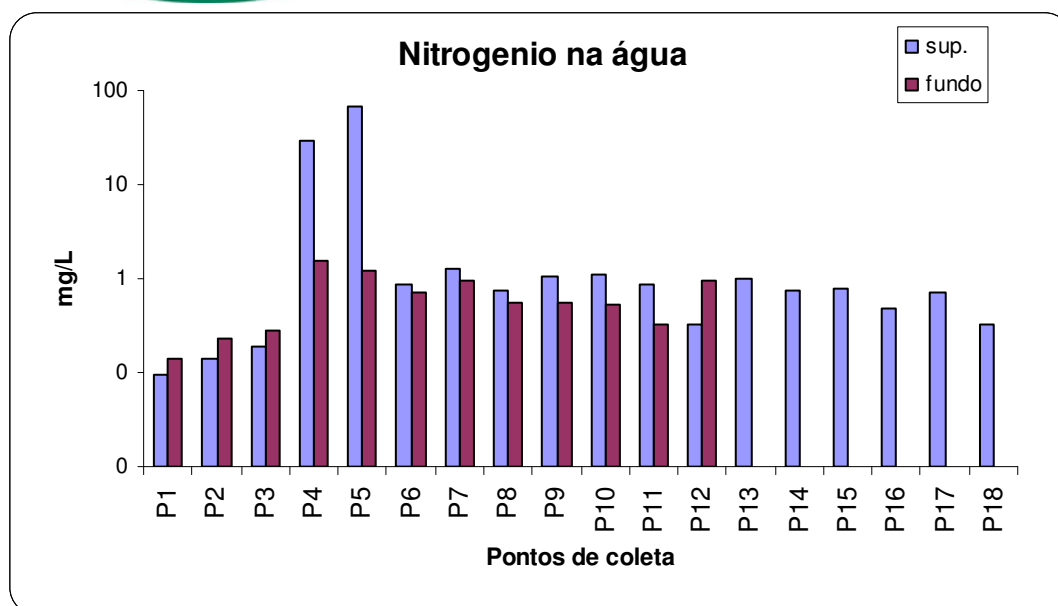
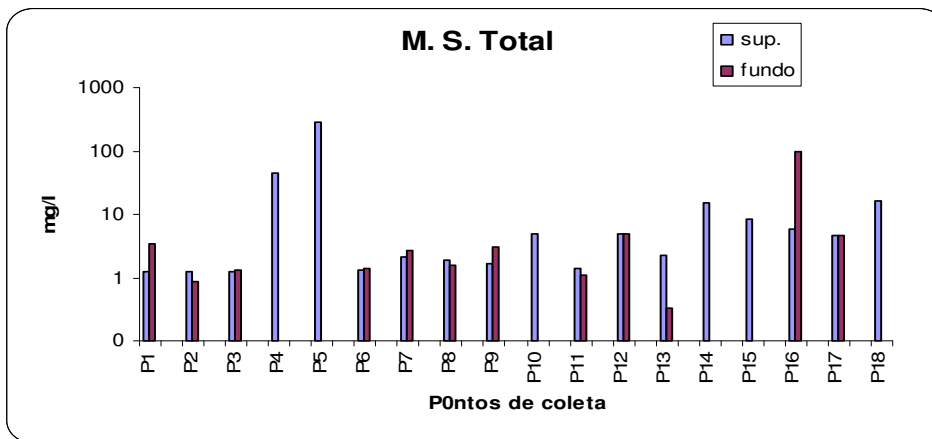
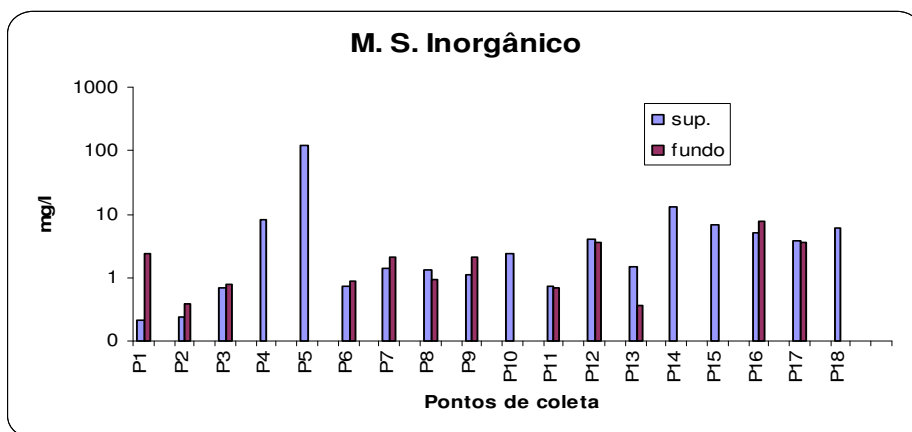


Fig 24. Concentração de nitrogênio total nos 18 pontos de amostragem na superfície e no fundo

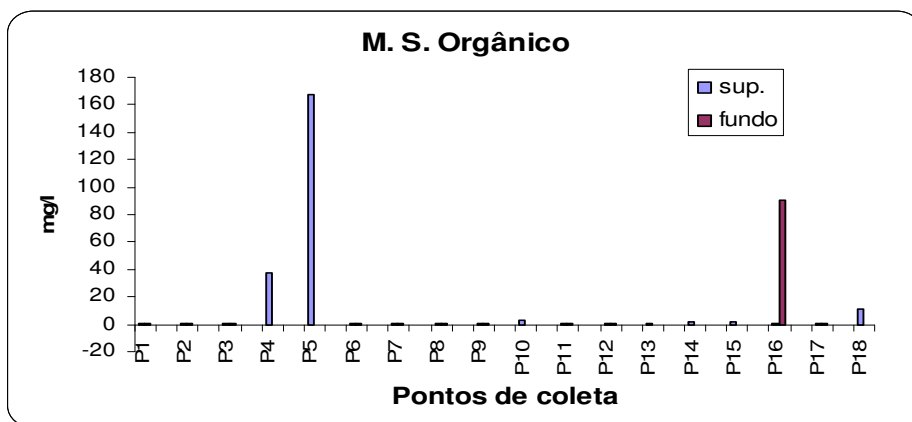
**5.1.6 Estudo comparado do material em suspensão (orgânico e inorgânico) nos
18 pontos de amostragem, superfície e fundo**



A



B



C

Fig 25. Material em suspensão total (A), inorgânico (B) e orgânico(C) nos 18 pontos de amostragem.

Novamente os pontos P4 e P5 se destacam pelo alto valor e também o P16.

5.2 Variáveis limnológicas do sedimento

5.2.1 Cátions nas águas intersticiais dos 18 pontos de amostragem

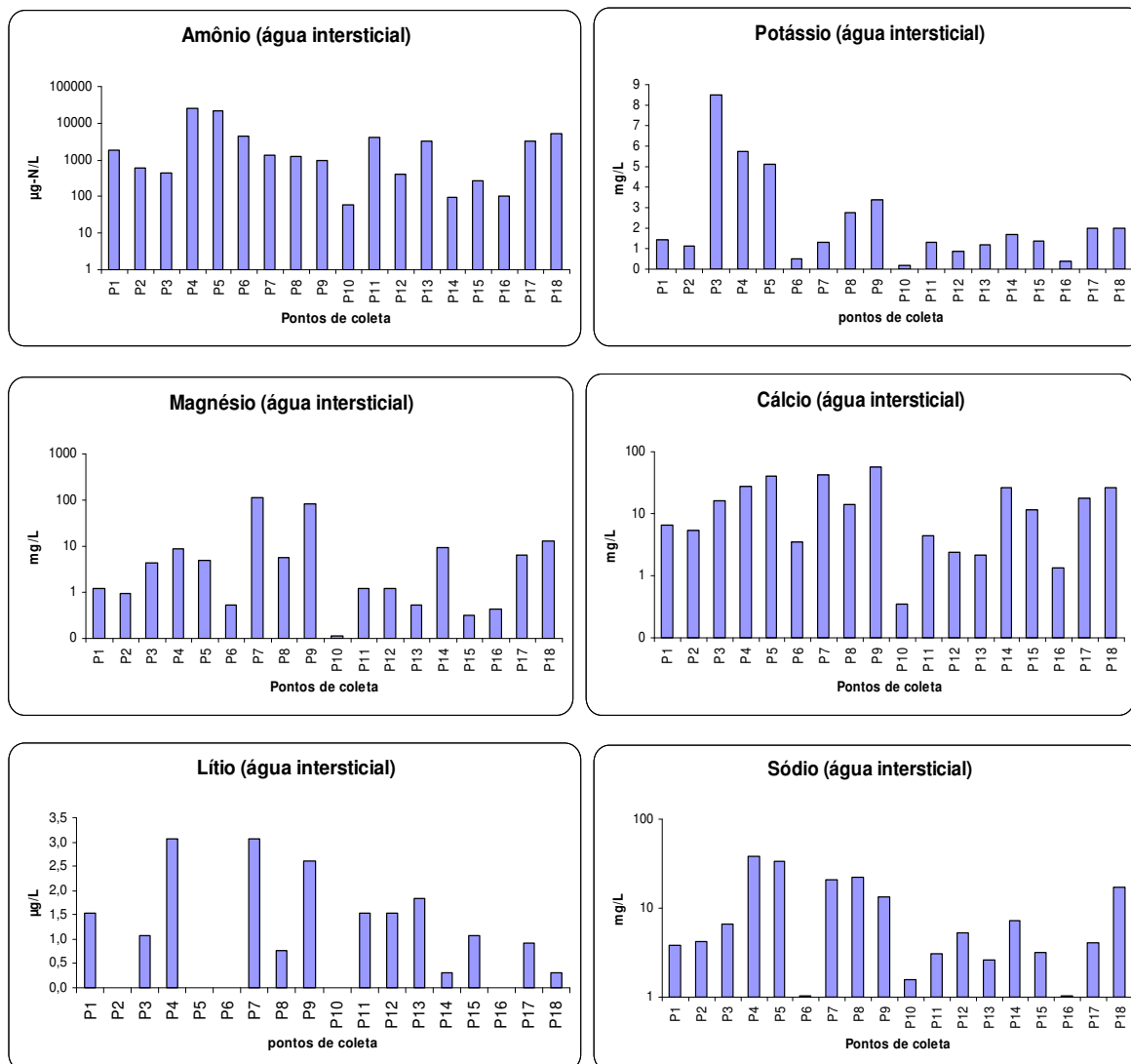


Fig 26. Concentração de íons catiônicos nas águas intersticiais do sedimento sendo que o amônio foi encontrado em grande quantidade na maioria dos pontos, porém em especial nos pontos P4 e P5.

5.2.2 Ânions nas águas intersticiais

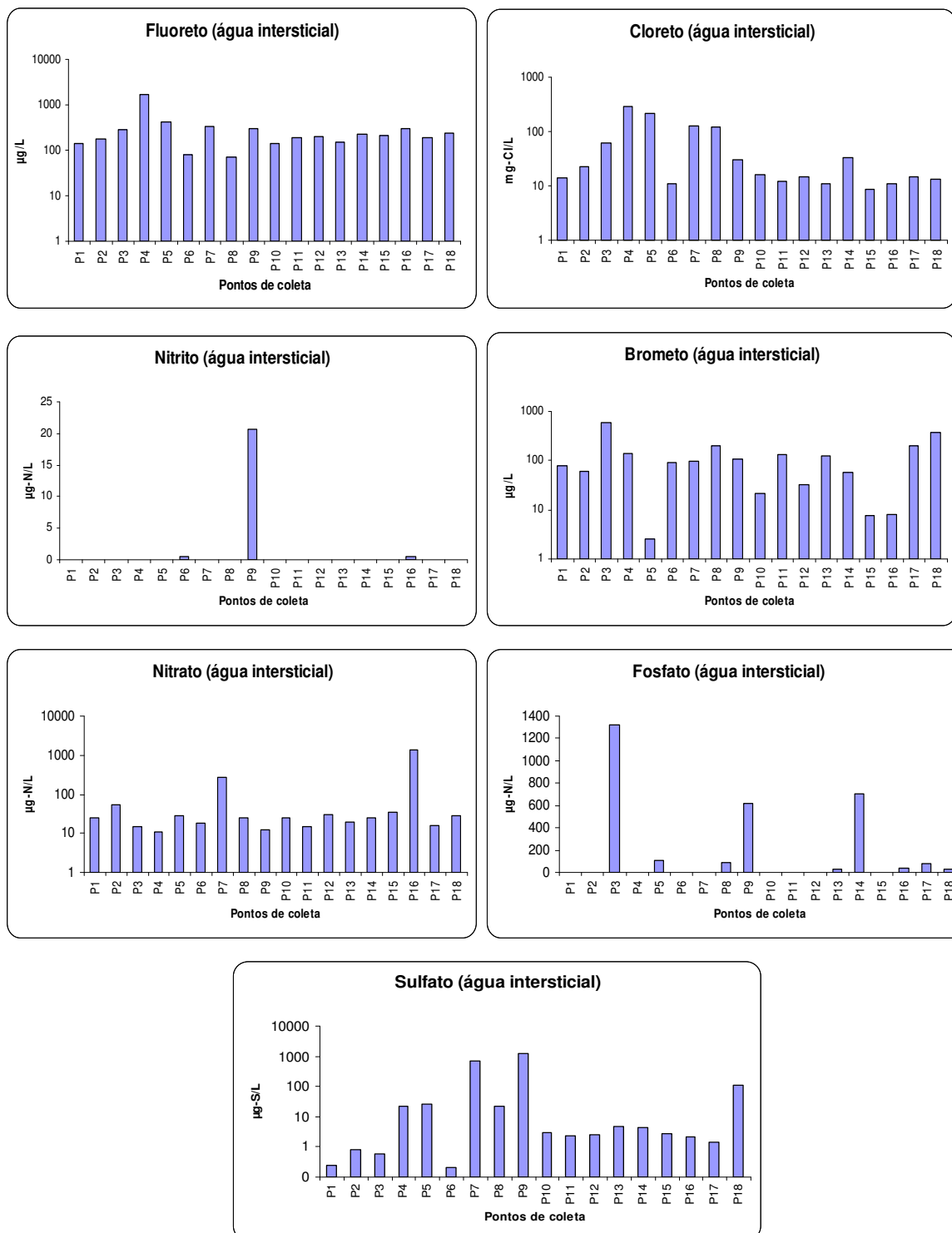


Fig 27. Concentração dos íons (ânions) nas águas intersticiais do sedimento nos 18 pontos de amostragem destacando-se o pontos P8 e P9 para sulfato; P3 para fosfato e P4 eP5 para fluoreto e cloreto.

5.2.3 Nitrogênio e Fósforo no sedimento

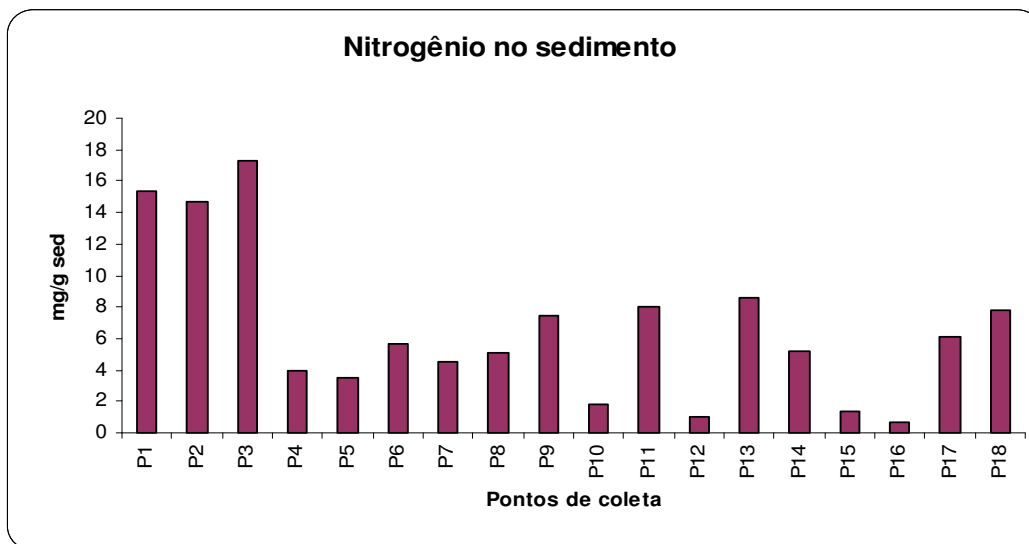


Fig 28. Concentração de nitrogênio total no sedimento. Os primeiros pontos P1,P2 e P3 apresentaram maior concentração de nitrogênio.

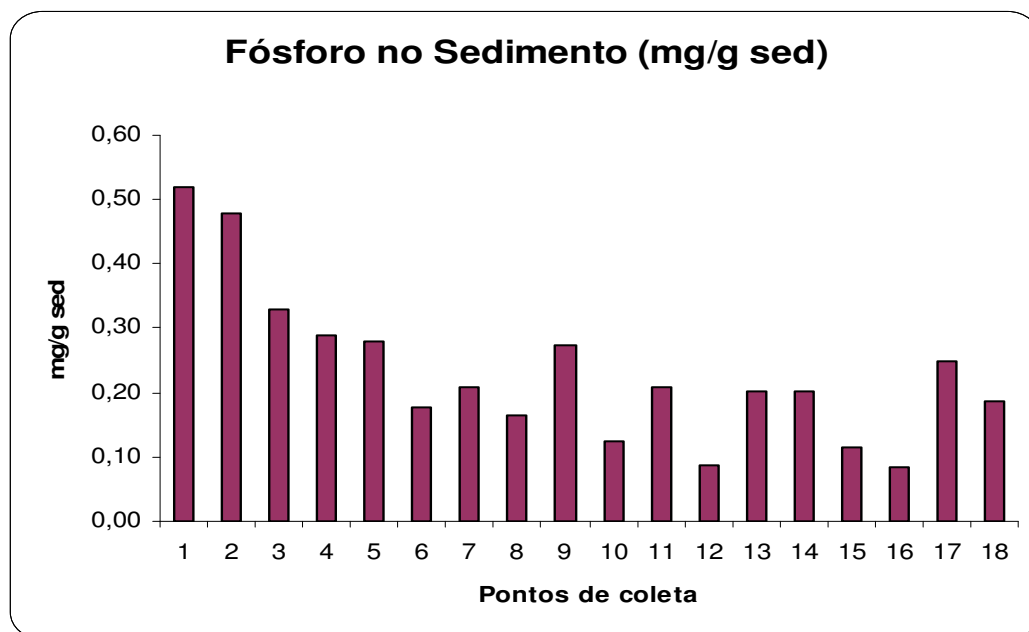


Fig 29. Concentração de Fósforo no sedimento. Valores altos foram encontrados nos pontos P1,P2, P3, P4, P5, P9 e P17

5.3 Análise dos metais Zn, Cd, Pb, Co, Cr e As na água e no sedimento

5.3.1. Na água e no sedimento:

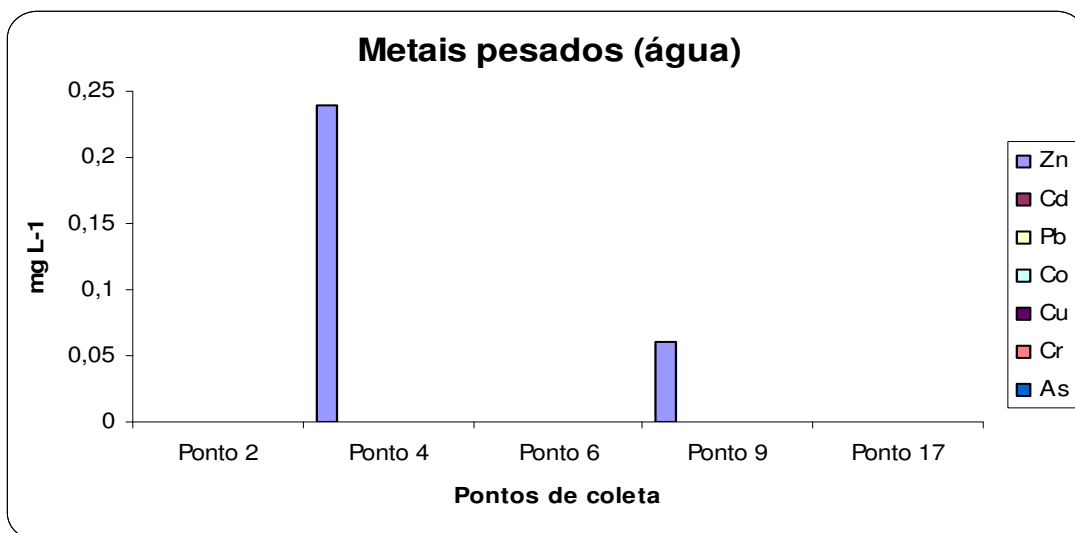


Fig 30. Análise dos metais pesados determinados na água nos pontos P2, P4, P6 e P17

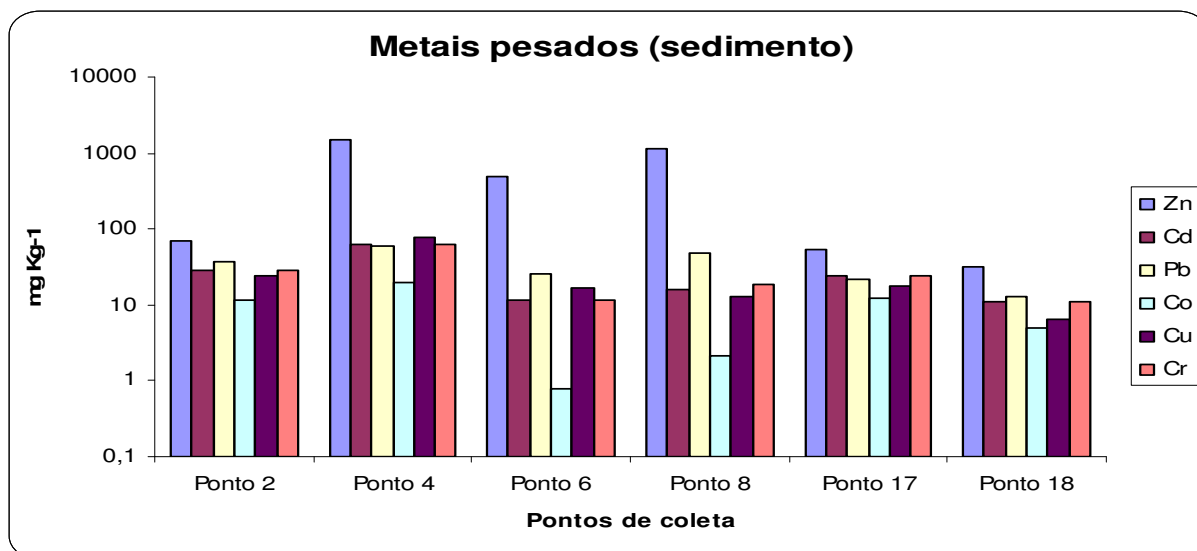


Fig 31. Análise dos metais pesados determinados nos pontos P2,P4, P6, P8, P17 e P18

Na água detectou apenas o Zn , porém em quantidade pequena, porém no sedimento todos os metais estiveram presentes superior a 10mg kg⁻¹ e especialmente o Zn esteve presente em quantidades altíssimas nos pontos P4, P6 e P8 (superior a 1000mg kg⁻¹).

5.3.2 Análise dos metais nas plantas aquáticas

As plantas recolhidas foram: *Eichhornia azurea* (macrófita 1) e planta submersa (macrófita 2)

Tabela 2 – Metais nas plantas aquáticas submersas e emersas do Rio São Francisco

AMOSTRAS / METAIS	Ag	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
MACROFITAS 1	373,65	<0,02	<0,02	<0,1	39,33	9995,08	2497,54	4,92	<0,1	884,96
MACROFITAS 2	386,52	<0,02	<0,02	<0,1	34,69	6972,25	3954,41	<0,01	<0,1	1010,90

Como se pode verificar, tanto as plantas emersas, como as submersas concentram metais, especialmente Cu, Ag, Fe, Mn e Zn.

5.4 Pesticidas e herbicidas

Tabela 3 – Pesticidas e Herbicidas na água e no sedimento

Parâmetros (µg L ⁻¹)	Ponto 2 Água	Ponto 8 Água	Ponto 15 Água	Ponto 17 Água	Ponto 2 Sed.	Ponto 8 Sed.	Ponto 14 Sed.	Ponto 15 Sed.	Ponto 17 Sed.	Limite de Quantificação (µg L ⁻¹)	VMP ^(*)
Alaclor	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	20
Aldrin e Dieldrin	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001		<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,03
Clordano (isômeros)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,2
DDT (isômeros)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	2
Endossulfan	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,654	<0,001	<0,001	0,001	20
Endrin	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,044	0,032	0,045	0,175	0,033	0,001	0,6
Heptacloro epóxido	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,017	0,024	<0,001	0,019	0,056	0,002	0,03
Heptacloro	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,035	0,018	0,010	<0,001	0,041	0,001	0,03
Hexaclorobenzeno	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	1
Lindano (δ-BHC)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	2
Metalocloro	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	10
Metoxcloro	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	20

Como se pode observar pela tabela 3, há concentração de pesticidas e herbicidas no sedimento nos pontos 2 (Represa de Três Marias), ponto 8 (Rio São Francisco), ponto 14 (Rio Abaeté) e ponto 17 (Jusante da confluência do Rio Abaeté com Rio São Francisco)



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

6. DISCUSSÃO

Os níveis de toxicidade dos ambientes aquáticos apresentam variabilidade espacial e temporal que depende de fatores climatológicos e hidrológicos, da composição e comportamento de substâncias tóxicas e elementos na água e no sedimento e das diferentes condições físicas e químicas de contorno (temperatura da água, pH, potencial redox, concentração de oxigênio dissolvido) (Boudon & Ribeyae, 1989).

De um modo geral em rios, devido à sua hidrodinâmica e seus mecanismos de transporte, metais e substâncias tóxicas como pesticidas e herbicidas são arrastados para jusante, acumulando-se no sedimento em condições de baixa circulação e em remansos. No sedimento, os metais passam por um processo de especiação que pode torná-los biodisponíveis ou não. (Murphy & Guo, 2003). Toxicidade crônica e aguda dependem da capacidade de concentração de sedimentos e da especiação de metais ou da disponibilidade de pesticidas no sedimento ou na água intersticial. (Espindola et al, 2002)

Os resultados analisados mostra a seguinte situação: a Represa de Três Marias apresenta períodos de circulação efetiva durante o inverno (seca) e períodos de intensa estratificação com baixas concentrações de oxigênio no fundo, o que pode resultar em água menos oxigenada a jusante na saídas das turbinas.

Há também concentrações elevadas de nitrogênio, fósforo, pesticidas e herbicidas no sedimento confirmando o papel das represas como concentrador de matéria orgânica, carbono, fósforo e nitrogênio (Straskraba & Tundisi, 2000). A represa, pode, portanto, ser um dos fatores de contaminação do Rio São Francisco uma vez que também foram detectadas concentrações elevadas de pesticidas em alguns de seus tributários e há notoriamente atividades de mineração de ouro a montante da represa (Sampaio, 2004 e informações pessoal).

O Rio Abaeté apresenta altíssima turbidez e concentrações elevadas de pesticidas e herbicidas na região da sua confluência com o Rio São Francisco. Este Rio devido às atividades agrícolas e de mineração é intensamente impactado, e, portanto, pode ser um dos concentradores de material tóxico, especialmente pesticidas e organoclorados que causam mortalidade de peixes.



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

Nos outros pontos estudados, verificam-se que os esgotos do Córrego Barreiro Grande tem elevadíssimo grau de contaminação e podem contribuir com amônio, sulfetos, e água de alta condutividade para o Rio São Francisco.

O efluente da CMM revelou alta condutividade elétrica e os córregos e afluentes próximos da planta industrial apresentam concentrações de metais no sedimento que são altas, mas pouco solubilizados de acordo com os relatórios apresentados pela SETE Soluções e Tecnologia Ambiental. De acordo com este relatório, o sedimento apesar de concentrar metais não está alterando a qualidade das águas superficiais e provavelmente contaminando a comunidade de peixes. Ficou demonstrado neste trabalho que a água não está com níveis elevados de metais, muitos deles abaixo dos limites de detecção. Isto evidentemente, pode ser devido à capacidade de transporte do Rio (Allan, 1995) e sua capacidade de diluição e re-oxigenação que é elevada.

Peixes, tem capacidade de deslocamento de vários quilômetros em pouco tempo e migrações extensas de peixes de fundo foram relatadas por vários autores.

O fato de que a mortalidade ocorra em determinadas regiões pode não ser indicativo de efeitos nessas regiões e portanto deve-se ficar atento a estas migrações e deslocamentos da fauna do fundo. O fato de uma única espécie ser afetada, indivíduos adultos de surubim, mostra que efeitos originados a partir do sedimento provavelmente podem estar ocorrendo. Deve-se entretanto, ressaltar que outras espécies de fundo, que ocorrem na região não são afetadas. Portanto, a causa destas mortalidades ainda não pode ser completamente evidenciada. Considerando-se os resultados existentes, os resultados deste trabalho e as análises realizadas, mortalidade é um efeito de alta toxicidade aguda – toxicidade aguda é definida como aquela causada por uma exposição aguda, única ou múltipla dentro de um curto período de tempo. Em testes de toxicidade aquática um efeito tóxico observado em até 96 horas é considerado agudo (Matsui et al, 2002).

É possível que vários fatores estejam atuando sinergicamente para produzir esta toxicidade aguda e no momento é difícil identificar esta sinergia. Portanto é necessário atacar o problema em várias frentes para obter resultados que produzam esclarecimentos mais substanciais e permitir efetivo gerenciamento das causas e efeitos.



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

7. CONCLUSÕES

- 7.1 Os resultados evidenciam que as águas do São Francisco, em sua calha principal e no trecho da jusante da represa de Três Marias até a confluência do rio Abaeté apresentou-se condutividade relativamente baixa, a não ser em alguns pontos críticos, como a jusante do córrego Barreiro Grande (ponto PB), lançamento de efluentes da Votorantim (ponto PC) e a jusante da confluência com o rio Abaeté (ponto 17).
- 7.2 Na maioria dos pontos de coleta a concentração de oxigênio dissolvido, a turbidez, o pH e o Potencial redox apresentaram-se em condições moderadamente boas evidenciando baixo efeito de atividades antrópicas. Exceção ocorre nas profundidades acima de 30 metros na represa de Três Marias, (pontos 1 e 2) e nos pontos 10 (Córrego Consciência), 12 (Córrego Espírito Santo), 16 (Rio Abaeté foz com Rio São Francisco) e 17 (Rio São Francisco jusante do Rio Abaeté). O córrego Barreiro Grande (pontos 4 e 5) apresentou alta condutividade, baixíssima concentração de oxigênio dissolvido, potencial redox negativo evidenciando tratar-se de esgoto doméstico não tratado cujo o despejo impacta o Rio São Francisco (ponto PB).
- 7.3 Em todos os pontos no Rio São Francisco evidenciou-se a enorme capacidade de auto depuração e de recuperação do rio em função da re-oxigenação, velocidade da corrente e diluição de efluentes.
- 7.4 Alta condutividade e turbidez nos rios Abaeté e São Francisco a jusante do rio Abaeté são consequência de concentrações elevadas de material em suspensão como resultado de garimpos e atividade antropicas intensivas na bacia hidrográfica do rio Abaeté. Esta é uma bacia coletora de atividades antropicas intensivas a montante da confluência com o rio São Francisco.
- 7.5 Em todos os pontos estudados (2, 8, 15 e 17) verificou-se baixas concentrações de pesticidas e herbicidas na água da represa (ponto 2), do Rio Abaeté (pontos 15 e 17) e do Rio São Francisco (ponto 8). Porém os sedimentos destes pontos de coleta apresentaram altas concentrações de endrin (pontos 2, 8, 14, 15 e 17), endossulfan (ponto 14), Heptacloro epóxido (pontos 2, 8, 14, 17), evidenciando acúmulo destas substancias tóxicas no sedimento destes rios e na represa de Três Marias.



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

7.6 As concentrações de metais na água apresentaram-se geralmente abaixo de 0,05 mg/L com exceção do ponto 6 onde ocorreu concentração de Zn (0,24 mg/L) no córrego Barreiro Grande e no ponto 9 -Córrego Consciência (0,06 mg/L). (Zn, Cu, Pb, Co, Cu, Cr, As).

7.7 As concentrações destes metais nos sedimentos mostraram-se elevadas nos pontos coletados (2, 4, 6, 8, 17 e 18) com exceção de As abaixo dos limites de detecção. Destes metais, Zn apresentou as concentrações mais elevadas no ponto 4 (Córrego Barreiro Grande) e 8 (Rio São Francisco a jusante Córrego Retiro Velho). Estes resultados confirmam as análises realizadas no sedimento pela Sete Soluções em Tecnologias Ambientais Ltda. E informa como era de se esperar que o sedimento é um concentrador importante de alguns metais. Como já foi comentado no relatório apresentado pela Sete Soluções em Tecnologias Ambientais estes valores estão acima dos valores orientadores adotados pela NOAA-USA, especialmente para Zn, Pb e Cd. Entretanto os baixos valores de solubilização verificados explicam a concentração baixa nas águas do Rio São Francisco. A água intersticial do sedimento apresenta valores relativamente elevados de sulfato, amônio; sulfato nos pontos 7 e 9 e amônio nos pontos 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 17 e 18.

7.8 As concentrações de alguns metais especialmente Zn, Fe nas plantas aquáticas emersas e submersas evidenciam o acúmulo destes metais nos tecidos das plantas.

7.9 A Represa de Três Marias, como ocorre com qualquer reservatório, é um concentrador de sedimento, matéria orgânica, fósforo, nitrogênio e substâncias tóxicas.

7.10 Quanto às concentrações iônicas, a concentração de amônio, elevadíssima nos pontos 4 e 5 (Córrego Barreiro Grande) e muito elevada no ponto 7 (jusante lançamento Votorantim) evidenciam processos de decomposição ou contribuição por fontes externas. Sulfato também apresentou-se elevado nos pontos 7 (jusante lançamento Votorantim) e 9 (Córrego Consciência). Elevadíssimas concentrações de fosfato, fluoreto, nitrato, nitrito foram medidos nos pontos 3 (jusante da Represa) e 4 e 5 (Barreiro Grande).



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

7.11 Os resultados obtidos, e os resultados das observações, sobrevôo e avaliação das informações existentes mostram que há quatro regiões de potencial impacto neste trecho do Rio São Francisco que vai da Represa de Três Marias à confluência do Rio Abaeté. Estas regiões são:

- a) A Represa de Três Marias que concentra material da montante (atividades agrícolas e mineração) fósforo e nitrogênio.
- b) O despejo de efluentes domésticos não tratados como é o caso dos esgotos da cidade de Três Marias.
- c) O despejo de efluentes industriais da CMM
- d) O Rio Abaeté cujo resultado de atividades de mineração e atividades agrícolas é evidente.

O sedimento e a água intersticial desses componentes espaciais concentram matéria orgânica, metais e pesticidas.

7.12 O Córrego do Frade mostrou-se totalmente isento de influências antrópicas e portanto deverá ser utilizado como referencia em trabalhos posteriores. Isso ficou evidente pelos resultados obtidos com turbidez, oxigênio dissolvido, condutividade da água e potencial redox, todos dentro de ótimos padrões de qualidade

7.13 Em face dos resultados obtidos com o trabalho de campo e as análises realizadas com a comparação dos resultados de outros trabalhos e avaliações realizadas é difícil atribuir-se uma única causa da mortalidade dos peixes nesta região do Rio São Francisco. Deve-se considerar impactos acumulativos, efeitos simérgicos e investigar de forma mais profunda e consistente a causa e suas conseqüências.



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

8. RECOMENDAÇÕES

Em função do que foi apresentado e do conjunto de estudos realizados recomenda-se:

- 1- Um amplo trabalho de pesquisa e monitoramento ao longo do prazo (1 ano), monitorando-se intensivamente as condições limnológicas, a qualidade da água, a biota aquática e os sedimentos com a finalidade de identificar decisivamente as causas da mortalidade de surubim na região. É importante também a coleta de dados climatológicos e hidrológicos para avaliar a covariância das condições físicas, químicas e biológicas com os períodos de seca e precipitação e variações extraordinárias de temperatura.
- 2- Coletas mensais na represa, nos trechos do rio, no sedimento e na biota aquática, devem apresentar um conjunto de informações consistentes extremamente importantes para identificar as causas dos processos físicas, químicas e biológicas que ocorrem na região, e que afetam componentes da biota.
- 3- A realização de seminários periódicos com a equipe da CMM, outros especialistas convidados e os órgãos ambientais para a avaliação dos resultados e uma paulatina e permanente troca de idéias para identificação do problema e os mecanismos de gerenciamento necessários para a resolução.
- 4- A organização de um sistema permanente de vigilância que permitirá ação rápida e eficiente em situações emergenciais (mortalidade de peixes) com a finalidade de atuar para identificar rapidamente as possíveis causas do problema. A equipe deverá estar preparada para coletar amostras de água, sedimento, biota para a realização de análises e avaliações do impacto, imediatamente.
- 5- O trabalho periódico e permanente com metodologia internacional empregada pelas várias equipes deverá ser a base de um amplo banco de dados necessário para o gerenciamento de impactos e suas conseqüências.



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

9. BIBLIOGRAFIA

BARTHEM, R.; GOULDING, M.

1997. Os Bagres Balizadores: Ecologia, Migração e Conservação de Peixes Amazônicos. Tefé, AM: Sociedade Civil Mamirauá; Brasília: CNPq, 140p.

BOUDOU, A.; RIBEYRE, F.

1989. Fundamentals concepts in aquatic ecotoxicology. Aquatic ecotoxicology, fundamental concepts and methodologies, v.1, pp. 35-75

CAIRNS JR, J.; NIEDERLEHNER, B.R.; BIDWELL J.R.

1998. Ecological toxicity testing. In: MEYERS, R.A. (ed). Encyclopedia of environmental analysis and remediation. New York, John Wiley & Sons, Inc.

CODEVASF.

2005. Dados Físicos e Químicos da Água dos Rios São Francisco e Abaeté, obtidos entre Agosto de 2004 e Fevereiro de 2005, na Região de Três Marias, MG. (Manuscrito), pp.1-5,

ESPINDOLA E.G.; RODGHER S.; FRACACIO R.; DA COSTA J.B. & ROCHA O.

1998. A abordagem toxicológica: Um estudo de caso nos reservatórios do médio e baixo Rio Tietê S. Paulo, Brasil. pp. 177-193. In: Diretrizes para o Gerenciamento de lagos. Vol. IV. Gerenciamento de Substâncias Tóxicas em Lagos e Reservatórios. S. Matsui, Barret B.F.D. e Banergee J. (Editores). ILEC, IIE 199pp.

ESTEVES, F.A.; AMORIM, J.C.; CARDOSO, E.L.; BARBOSA, F.A.R.

1985. Caracterização Limnológica Preliminar da Represa de Três Marias (MG) com Base em Alguns Parâmetros Ambientais Básicos. Ciência e Cultura, 37 (4) 608-617,.

ESTEVES, F.A.; FERREIRA, J.R.; PESSENDA, L.C.R.; MORTATTI, J.

1981. Análises preliminares sobre o teor e a distribuição de metais em sedimentos de represas do Estado de São Paulo. In: II Seminário Regional de Ecologia. São Carlos, 1981. Anais, UFSCAR, pp. 323-342.

EWAL, G.

1995. Chronic measures of toxicant – induced effects on fish. Ann. Zool. Fenici, v.32, pp. 311-316.

GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R.S.; OHMSTAD, M.A.M.

1978. Methods for chemical analysis of freshwater. (IBP Handbook, n. 8 2nd. Ed.). Oxford: Blackwell Scientific Publications, 213.



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

HAKSTEGE, A.L., HEYNEN, J.J.M., EENHOORN, J.K. & VERSTEEG, H.P

1998. Strategies for management of contaminated sediments within the Meuse river system. *Water Sci, Tech.* 37/6-7: pp. 419-424

KOROLEFF, F.

1979. Determination of nutrients. In: GRASSHOFF, K., Ed. *Methods of sea water analysis*. Verlag. Chemie Weinheim., p. 117-181.

LEENAERS H.

1989. The dispersal of metal mining wastes in the catchment of the river Geul (Belgium-The Netherlands) Netherlands. *Geographical Studies*, Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap, Utrecht.

LEENARES, H. & SCHOUTEN, C.J.

1989. Soil erosion and floodplain soil pollution: Related problems in the geographical context of a river basin. In: *Sediments and the environment. Proceedings of the 1989 Baltimore Symposium*. IAHS Publication 184. International Association of Hydrological Sciences (IAHS), Washington.

LOEB S.L. AND SPACIE A. (EDITORS)

1994. *Biological monitoring of aquatic systems*. Lewis Publishers 357pp.

MACKERETH, F.J.H.; HERON, J.; TALLING, J.F.

1978. *Water Analysis: Some revised methods for limnologists*. Freshwater Biological Association. Scientific Association. Kendall: Titus Wilson & son Ltd., 117 p.

MASON, C.F.

1996. *Biology of freshwater pollution*. Longman Group, New York.

MADOVLET ET AL.

1998. Validation of analytical procedure for polychlorinated biphenyls and polycyclic aromatic hydrocarbons in environmental samples.

MICHA, J.C. & BORLEE, M.C

1989. Evidence for historical heavy metal pollution in floodplain soils in the Meuse. In: Petts, G.E., Moeller, H. & Roux, A.L. (Eds). *Historical change of large alluvial rivers: Western Europe*. John Wiley and Sons, Chichester, pp. 269-296.

MURPHY T. & GUO, J.

2003. *Aquatic arsenic toxicity and treatment*. Bachhuys Publishers. 165pp.

NUSH, E.A.

1980. Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigment determination. *Arch. Hydrobiol. Beth. (Ergebn. Limnol.)*, v. 14, p. 14-36.



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

SALOMONS, W.; FORSTNER, U.

1984. Metals in the hydrocycle. New York, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 349p.

SAMPAIO, E.V.; LÓPEZ, C.M.

2003. Limnologia física, química e biológica da represa de Três Marias e do São Francisco, p. 71-92. In: H. P. Godinho & A. L. Godinho (org.). *Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais*. Belo Horizonte: PUC Minas, 468p.

SATO, Y.; BAZZOLI, N.; RIZZO, E.; BOSCHI, M. B.; MIRANDA, M. O. T.

1998. Impacto a jusante do reservatório de Três Marias sobre a reprodução do peixe reofílico Curimatá-pacu (*Prochilodus argenteus*), p. 327-345. In: H.P. Godinho & A. L. Godinho (org.) *Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais*. Belo Horizonte: PUC Minas, 468p.

SCHOUTEN C.J.J.; RANY M.C.; HANER B.A.; VAN HOUT H.R.A.

2000. Strongly polluted deposits in the meuse river floodplain and their effects on river management. pp. 33-50.

SMITS A.J.M; NIENHUIS P.H. AND LEUVEN R.S.E.W. (EDITORS).

2000. In: New approaches to river management. Backuys Publishers Leiden the Netherlands. 355 pp.

STRASKRABA, M.; TUNDISI, J.G.

2000. Gerenciamento da qualidade da água em represas. São Carlos: ILEC; IIE, 280p.

TEIXEIRA, C. TUNDISI, J.G., KUTNER, M.B.

1965. Plankton studies in a mangrove II. The standing-stock and some ecological factors. Bolm. Instit. Oceanogr., v. 24, p. 23-41,.

TONISSI, F.B.

1998. Avaliação ecotoxicológica do reservatório de Salto Grande (Americana, SP) como subsídio para a análise da qualidade ambiental do sistema, São Carlos. 150p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, USP.

VALDERRAMA, J.C.

1981. The simultaneous analysis of total nitrogen and phosphorus in natural waters. Marc. Chem., v. 10, p. 1109-1122,.



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

10. ANEXOS (Tabelas de 4 a 25)



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

Tabela 4 - Valores de pH, condutividade, oxigênio dissolvido, temperatura, sólidos totais dissolvidos e potencial de oxido redução medidos no ponto P₁, em intervalos de 0,5m.

Prof. (m)	pH	COND (mS/cm)	TURB (NTU)	OD (mg/L)	Temp (° C)	TDS (g/L)	ORP (mV)
0,0	6,42	0,057	12,1	9,97	23,4	0,04	165
0,5	6,39	0,057	13,2	9,99	23,4	0,04	167
1,0	6,39	0,057	11,5	9,97	23,4	0,04	167
1,5	6,40	0,057	12,0	9,98	23,4	0,04	167
2,0	6,40	0,057	11,9	9,98	23,4	0,04	167
2,5	6,40	0,057	11,6	9,92	23,4	0,04	168
3,0	6,40	0,057	11,1	9,91	23,4	0,04	167
3,5	6,39	0,057	11,0	9,89	23,4	0,04	169
4,0	6,38	0,057	10,8	9,88	23,4	0,04	169
4,5	6,38	0,057	10,8	9,87	23,4	0,04	169
5,0	6,38	0,057	11,0	9,86	23,4	0,04	169
5,5	6,37	0,057	10,6	9,85	23,4	0,04	170
6,0	6,37	0,057	10,5	9,86	23,4	0,04	170
6,5	6,36	0,057	10,1	9,91	23,4	0,04	171
7,0	6,36	0,057	10,2	9,92	23,4	0,04	171
7,5	6,36	0,057	10,1	9,95	23,4	0,04	171
8,0	6,37	0,057	10,0	9,96	23,4	0,04	172
8,5	6,36	0,057	9,8	9,97	23,4	0,04	173
9,0	6,36	0,057	9,8	9,98	23,4	0,04	173
9,5	6,35	0,057	9,6	9,98	23,4	0,04	172
10,0	6,35	0,057	9,6	9,94	23,4	0,04	173
10,5	6,35	0,057	9,6	9,91	23,4	0,04	174
11,0	6,36	0,057	9,2	9,89	23,4	0,04	173
11,5	6,36	0,057	9,3	9,88	23,4	0,04	173
12,0	6,35	0,057	9,5	9,90	23,4	0,04	172
12,5	6,34	0,057	9,3	9,88	23,4	0,04	176
13,0	6,34	0,057	9,4	9,89	23,4	0,04	175
13,5	6,34	0,057	11,2	9,89	23,4	0,04	175
14,0	6,33	0,057	8,9	9,90	23,3	0,04	177
14,5	6,32	0,057	9,0	9,89	23,3	0,04	178
15,0	6,31	0,057	8,7	9,89	23,3	0,04	178
15,5	6,30	0,057	8,8	9,90	23,2	0,04	180
16,0	6,27	0,057	8,9	9,90	23,2	0,04	182
16,5	6,25	0,057	9,0	9,91	23,2	0,04	184
17,0	6,22	0,056	9,4	9,88	23,1	0,04	186
17,5	6,20	0,056	8,6	9,85	23,1	0,04	189
18,0	6,18	0,057	9,0	9,84	23,0	0,04	190



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

18,5	6,17	0,057	8,8	9,79	23,0	0,04	190
19,0	6,15	0,057	9,0	9,76	23,0	0,04	191
19,5	6,13	0,057	8,9	9,64	23,0	0,04	193
20,0	6,13	0,057	9,3	9,59	23,0	0,04	193
20,5	6,11	0,057	9,7	9,58	23,0	0,04	194
21,0	6,10	0,057	9,4	9,54	22,9	0,04	195
21,5	6,08	0,057	9,5	9,47	22,9	0,04	198
22,0	6,07	0,057	9,5	9,47	22,9	0,04	198
22,5	6,07	0,057	9,5	9,38	22,9	0,04	198
23,0	6,06	0,057	9,8	9,32	22,9	0,04	200
23,5	6,02	0,057	9,7	9,19	22,9	0,04	201
24,0	6,01	0,057	9,8	9,11	22,9	0,04	202
24,5	6,00	0,057	9,5	9,01	22,9	0,04	203
25,0	5,98	0,057	9,7	8,96	22,9	0,04	204
25,5	5,97	0,057	9,7	8,93	22,9	0,04	204
26,0	5,96	0,057	9,6	8,90	22,9	0,04	205
26,5	5,96	0,057	9,5	8,80	22,9	0,04	205
27,0	5,95	0,057	9,6	8,75	22,9	0,04	206
27,5	5,94	0,057	9,8	8,68	22,9	0,04	207
28,0	5,93	0,057	10,7	8,58	22,8	0,04	207
28,5	5,91	0,057	10,2	8,48	22,9	0,04	209
29,0	5,90	0,057	10,4	8,41	22,9	0,04	208
29,5	5,89	0,057	10,3	8,33	22,8	0,04	211
30,0	5,88	0,057	10,1	8,32	22,8	0,04	210
30,5	5,87	0,058	11,0	8,28	22,7	0,04	211
31,0	5,87	0,058	11,2	8,25	22,7	0,04	212
31,5	5,85	0,058	11,2	8,27	22,7	0,04	213
32,0	5,84	0,059	11,5	8,23	22,6	0,04	214
32,5	5,83	0,059	11,6	8,19	22,6	0,04	214
33,0	5,83	0,059	11,5	8,14	22,5	0,04	214
33,5	5,83	0,059	12,3	8,06	22,5	0,04	214
34,0	5,82	0,059	12,6	8,01	22,5	0,04	215
34,5	5,81	0,059	12,8	7,98	22,5	0,04	216
35,0	5,80	0,060	12,8	7,92	22,4	0,04	216
35,5	5,80	0,060	13,3	7,90	22,4	0,04	217
36,0	5,79	0,060	13,6	7,81	22,4	0,04	217
36,5	5,79	0,060	13,7	7,76	22,4	0,04	217
37,0	5,78	0,061	14,6	7,72	22,3	0,04	218
37,5	5,76	0,061	15,1	7,63	22,3	0,04	218
38,0	5,75	0,062	17,1	7,44	22,2	0,04	219
38,5	5,73	0,062	20,5	7,42	22,2	0,04	221
39,0	5,71	0,063	22,0	7,28	22,1	0,04	222
39,5	5,71	0,063	21,3	7,23	22,0	0,04	222
40,0	5,70	0,064	20,5	7,10	21,9	0,04	223
40,5	5,68	0,064	22,6	6,91	21,8	0,04	224
41,0	5,67	0,064	23,0	6,72	21,8	0,04	224
41,5	5,66	0,064	23,0	6,54	21,7	0,04	224



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

42,0	5,65	0,065	23,5	6,40	21,7	0,04	225
42,5	5,63	0,065	27,7	6,28	21,7	0,04	226
43,0	5,63	0,065	29,8	6,16	21,6	0,04	226
43,5	5,49	0,067	28,7	5,93	21,6	0,04	206

Tabela 5 - Valores de pH, condutividade, oxigênio dissolvido, temperatura, sólidos totais dissolvidos e potencial de oxido redução medidos no ponto P₂, em intervalos de 0,5m.

Prof. (m)	pH	COND (mS/cm)	TURB (NTU)	OD (mg/L)	Temp C)	TDS (g/L)	ORP (mV)
0,0	6,48	0,056	10,0	9,73	23,4	0,04	130
0,5	6,49	0,056	9,4	9,73	23,4	0,04	133
1,0	6,48	0,056	8,5	9,71	23,4	0,04	132
1,5	6,49	0,056	8,7	9,72	23,4	0,04	131
2,0	6,48	0,056	8,6	9,72	23,4	0,04	132
2,5	6,47	0,057	8,4	9,74	23,4	0,04	133
3,0	6,47	0,057	8,0	9,78	23,4	0,04	133
3,5	6,46	0,057	8,2	9,74	23,4	0,04	135
4,0	6,46	0,057	7,9	9,74	23,4	0,04	135
4,5	6,46	0,057	7,5	9,70	23,4	0,04	136
5,0	6,45	0,057	7,9	9,69	23,4	0,04	137
5,5	6,44	0,057	7,5	9,68	23,4	0,04	137
6,0	6,43	0,057	8,5	9,66	23,4	0,04	139
6,5	6,42	0,057	7,7	9,68	23,4	0,04	140
7,0	6,43	0,057	8,6	9,76	23,4	0,04	139
7,5	6,42	0,056	7,6	9,71	23,4	0,04	141
8,0	6,42	0,057	7,3	9,67	23,4	0,04	143
8,5	6,40	0,057	7,3	9,79	23,4	0,04	145
9,0	6,39	0,057	7,4	9,81	23,4	0,04	146
9,5	6,38	0,057	7,0	9,78	23,4	0,04	147
10,0	6,40	0,057	7,1	9,73	23,4	0,04	147
10,5	6,39	0,057	7,1	9,77	23,4	0,04	147
11,0	6,40	0,057	7,1	9,78	23,4	0,04	146
11,5	6,39	0,057	7,2	9,77	23,4	0,04	148
12,0	6,39	0,057	7,3	9,78	23,4	0,04	148
12,5	6,39	0,057	7,2	9,78	23,4	0,04	150
13,0	6,37	0,056	6,8	9,77	23,4	0,04	150
13,5	6,37	0,057	6,9	9,78	23,4	0,04	150
14,0	6,38	0,057	6,8	9,82	23,4	0,04	150
14,5	6,36	0,057	7,0	9,79	23,4	0,04	151
15,0	6,37	0,057	6,8	9,83	23,4	0,04	151
15,5	6,34	0,057	6,5	9,83	23,4	0,04	153
16,0	6,36	0,057	6,9	9,83	23,4	0,04	155
16,5	6,35	0,057	6,3	9,79	23,4	0,04	154
17,0	6,35	0,057	6,2	9,81	23,4	0,04	154
17,5	6,35	0,057	6,2	9,79	23,4	0,04	156
18,0	6,34	0,057	6,5	9,78	23,4	0,04	155
18,5	6,34	0,057	6,2	9,78	23,4	0,04	156



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

19,0	6,32	0,057	6,9	9,76	23,4	0,04	156
19,5	6,34	0,057	6,5	9,76	23,4	0,04	156
20,0	6,29	0,057	6,2	9,75	23,3	0,04	161
20,5	6,28	0,056	5,9	9,72	23,3	0,04	162
21,0	6,24	0,056	5,9	9,71	23,2	0,04	166
21,5	6,20	0,056	6,1	9,69	23,1	0,04	170
22,0	6,17	0,056	6,4	9,61	23,1	0,04	174
22,5	6,13	0,056	6,6	9,50	23,1	0,04	177
23,0	6,10	0,056	7,4	9,37	23,1	0,04	179
23,5	6,07	0,056	6,4	9,09	23,0	0,04	181
24,0	6,05	0,056	6,5	8,86	23,0	0,04	183
24,5	6,02	0,056	6,7	8,70	23,0	0,04	185

Tabela 6 - Valores de pH, condutividade, oxigênio dissolvido, temperatura , sólidos totais dissolvidos e potencial de oxido redução medidos no ponto P₃, em intervalos de 0,5m.

Prof. (m)	PH	COND (mS/cm)	TURB (NTU)	OD (mg/L)	Temp (° C)	TDS (g/L)	ORP (mV)
0,0	5,88	0,059	8,2	7,56	22,6	0,04	180
0,5	5,88	0,059	7,4	7,54	22,6	0,04	179
1,0	5,89	0,059	7,2	7,62	22,6	0,04	182
1,5	5,88	0,059	7,7	7,55	22,6	0,04	180
2,0	5,88	0,059	7,7	7,59	22,6	0,04	183
2,5	5,89	0,059	8,4	7,50	22,6	0,04	178
3,0	5,88	0,059	7,8	7,57	22,6	0,04	183
3,5	5,87	0,059	7,7	7,56	22,6	0,04	182
4,0	5,88	0,059	8,4	7,58	22,6	0,04	180

Tabela 7 - Valores de pH, condutividade, oxigênio dissolvido, temperatura , sólidos totais dissolvidos e potencial de oxido redução medidos no ponto P₆, em intervalos de 0,5m.

Prof. (m)	pH	COND (mS/cm)	TURB (NTU)	OD (mg/L)	Temp (° C)	TDS (g/L)	ORP (mV)
0,0	5,83	0,059	8,7	7,86	22,6	0,04	208
0,5	5,79	0,059	8,3	7,90	22,6	0,04	211
1,0	5,81	0,060	7,8	7,91	22,6	0,04	210
1,5	5,82	0,059	9,5	7,88	22,6	0,04	208
2,0	5,79	0,059	8,6	7,85	22,6	0,04	210
2,5	5,80	0,059	9,4	7,83	22,6	0,04	209
3,0	5,80	0,059	8,8	7,84	22,6	0,04	209
3,5	5,84	0,059	8,6	7,82	22,6	0,04	206
4,0	5,85	0,060	8,9	7,83	22,6	0,04	205



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

Tabela 8 - Valores de pH, condutividade, oxigênio dissolvido, temperatura , sólidos totais dissolvidos e potencial de oxido redução medidos no ponto P₇, em intervalos de 0,5m.

Prof. (m)	pH	COND (mS/cm)	TURB (NTU)	OD (mg/L)	Temp (° C)	TDS (g/L)	ORP (mV)
0,0	6,02	0,346	9,0	8,52	22,7	0,22	114
0,5	6,03	0,35	9,1	8,47	22,7	0,23	110
1,0	6,04	0,347	9,8	8,42	22,7	0,23	108
1,5	6,05	0,351	10,9	8,38	22,7	0,23	105
2,0	6,05	0,345	10,5	8,34	22,7	0,22	103
2,5	6,08	0,354	9,7	8,25	22,7	0,23	100
2,8	6,08	0,355	9,9	8,23	22,7	0,23	99

Tabela 9 - Valores de pH, condutividade, oxigênio dissolvido, temperatura , sólidos totais dissolvidos e potencial de oxido redução medidos no ponto P₈, em intervalos de 0,5m.

Prof. (m)	pH	COND (mS/cm)	TURB (NTU)	OD (mg/L)	Temp (° C)	TDS (g/L)	ORP (mV)
0,0	5,97	0,072	7,4	8,58	22,8	0,05	186
0,5	5,95	0,072	10,8	8,58	22,8	0,05	187
1,0	5,97	0,072	10,3	8,58	22,8	0,05	186
1,5	5,97	0,072	9,8	8,57	22,8	0,05	186
2,0	5,97	0,072	8,9	8,56	22,8	0,05	185
2,5	5,96	0,072	8,3	8,52	22,8	0,05	186
3,0	5,95	0,072	8,6	8,47	22,8	0,05	187
3,5	5,97	0,072	8,5	8,47	22,8	0,05	185

Tabela 10 - Valores de pH, condutividade, oxigênio dissolvido, temperatura , sólidos totais dissolvidos e potencial de oxido redução medidos no ponto P₉, em intervalos de 0,5m.

Prof. (m)	pH	COND (mS/cm)	TURB (NTU)	OD (mg/L)	Temp (° C)	TDS (g/L)	ORP (mV)
0,0	5,86	0,138	10,2	7,95	22,0	0,09	170
0,5	5,86	0,138	9,6	7,95	22,0	0,09	171
1,0	5,82	0,146	10,0	7,97	21,9	0,10	174
1,5	5,62	0,210	10,7	7,48	21,6	0,14	185
2,0	5,21	1,520	18,7	7,74	21,9	1,00	223
2,5	5,10	1,680	19,5	7,45	21,9	1,10	230
2,8	5,07	1,680	18,6	7,20	21,9	1,10	231



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

Tabela 11 - Valores de pH, condutividade, oxigênio dissolvido, temperatura , sólidos totais dissolvidos e potencial de oxido redução medidos no ponto P₁₁, em intervalos de 0,5m.

Prof. (m)	pH	COND (mS/cm)	TURB (NTU)	OD (mg/L)	Temp (° C)	TDS (g/L)	ORP (mV)
0,0	6,02	0,058	11,4	10,81	23,2	0,04	198
0,5	5,99	0,059	9,7	9,15	23,2	0,04	200
1,0	6,00	0,059	10,7	9,16	23,2	0,04	199
1,5	5,99	0,060	8,8	9,13	23,1	0,04	200
2,0	5,98	0,060	9,2	9,12	23,1	0,04	200
2,5	5,98	0,060	8,0	9,08	23,1	0,04	199

Tabela 12 - Valores de pH, condutividade, oxigênio dissolvido, temperatura , sólidos totais dissolvidos e potencial de oxido redução medidos no ponto P₁₂, em intervalos de 0,5m.

Prof. (m)	pH	COND (mS/cm)	TURB (NTU)	OD (mg/L)	Temp (° C)	TDS (g/L)	ORP (mV)
0	5,74	0,033	47,9	8,33	21,6	0,02	193
0,5	5,68	0,033	44,2	8,26	21,6	0,02	194
1,0	5,71	0,033	43,8	8,10	21,5	0,02	192
1,5	5,69	0,032	42,3	8,10	21,4	0,02	191
2,0	5,70	0,032	41,9	8,04	21,4	0,02	191
2,5	5,68	0,032	42,2	7,95	21,4	0,02	192
2,8	5,67	0,032	36,9	7,89	21,4	0,02	193

Tabela 13 - Valores de pH, condutividade, oxigênio dissolvido, temperatura , sólidos totais dissolvidos e potencial de oxido redução medidos no ponto P₁₃ em intervalos de 0,5m.

Prof. (m)	pH	COND (mS/cm)	TURB (NTU)	OD (mg/L)	Temp (° C)	TDS (g/L)	ORP (mV)
0,0	5,96	0,062	30,8	9,51	23,7	0,04	226
0,5	5,96	0,062	30,1	9,49	23,6	0,04	225
1,0	5,96	0,062	29,4	9,46	23,6	0,04	226
1,5	5,98	0,062	26,2	9,48	23,6	0,04	227
2,0	5,97	0,062	23,4	9,46	23,6	0,04	225
2,6	5,96	0,062	20,4	9,32	23,6	0,04	225



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

Tabela 14 - Valores de pH, condutividade, oxigênio dissolvido, temperatura, sólidos totais dissolvidos e potencial de oxido redução medidos no ponto P₁₆ em intervalos de 0,5m.

Prof. (m)	pH	COND (mS/cm)	TURB (NTU)	OD (mg/L)	Temp (° C)	TDS (g/L)	ORP (mV)
0,0	6,20	0,072	86,5	10,86	22,9	0,05	199
0,5	6,23	0,071	80,8	10,62	22,9	0,05	198
1,0	6,23	0,071	83,4	10,53	22,9	0,05	197
1,5	6,25	0,071	83,0	10,45	22,9	0,05	197

Tabela 15 - Valores de pH, condutividade, oxigênio dissolvido, temperatura, sólidos totais dissolvidos e potencial de oxido redução medidos no ponto P₁₇, em intervalos de 0,5m.

Prof. (m)	pH	COND (mS/cm)	TURB (NTU)	OD (mg/L)	Temp (° C)	TDS (g/L)	ORP (mV)
0,0	5,96	0,065	317	9,85	23,4	0,04	238
0,5	5,95	0,065	312	9,82	23,3	0,04	241
1,0	5,99	0,065	304	9,67	23,3	0,04	238
1,5	5,98	0,065	296	9,62	23,3	0,04	238
2,0	5,93	0,064	289	9,60	23,3	0,04	243
2,5	5,98	0,064	282	9,56	23,3	0,04	240
3,0	5,97	0,064	272	9,56	23,3	0,04	239
3,5	6,01	0,064	267	9,50	23,3	0,04	238
4,0	6,01	0,064	252	9,45	23,3	0,04	238
4,5	6,02	0,064	247	9,44	23,3	0,04	238
5,0	6,01	0,064	232	9,42	23,3	0,04	239



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

Tabela 16 - Dados Horiba superfície e fundo

Ponto	Prof. (m)	pH	COND (mS/cm)	TURB (NTU)	OD (mg/L)	Temp (° C)	TDS (g/L)	ORP (mV)
P1	Sup.	6,42	0,057	12,1	9,97	23,4	0,04	165
	Fundo	5,49	0,067	28,7	5,93	21,6	0,04	206
P2	Sup.	6,48	0,056	10,0	9,73	23,4	0,04	130
	Fundo	6,02	0,056	6,7	8,70	23,0	0,04	185
P3	Sup.	5,88	0,059	8,2	7,56	22,6	0,04	180
	Fundo	5,88	0,059	8,4	7,58	22,6	0,04	180
P4	Sup.	6,83	0,595	52,2	1,82	24,4	0,38	-143
	Fundo							
P5	Sup.	6,57	0,861	251	0,73	24,6	0,55	-132
	Fundo							
P6	Sup.	5,83	0,059	8,7	7,86	22,6	0,04	208
	Fundo	5,85	0,060	8,9	7,83	22,6	0,04	205
P7	Sup.	6,02	0,346	9,0	8,52	22,7	0,22	114
	Fundo	6,08	0,355	9,9	8,23	22,7	0,23	99
P8	Sup.	5,97	0,072	7,4	8,58	22,8	0,05	186
	Fundo	5,97	0,072	8,5	8,47	22,8	0,05	185
P9	Sup.	5,86	0,138	10,2	7,95	22,0	0,09	170
	Fundo	5,07	1,680	18,6	7,20	21,9	1,10	231
P10	Sup.	5,82	0,055	55	8,55	20,0	0,04	172
	Fundo							
P11	Sup.	6,02	0,058	11,4	10,81	23,2	0,04	198
	Fundo	5,98	0,060	8,0	9,08	23,1	0,04	199
P12	Sup.	5,74	0,033	47,9	8,33	21,6	0,02	193
	Fundo	5,67	0,032	36,9	7,89	21,4	0,02	193
P13	Sup.	5,96	0,062	30,8	9,51	23,7	0,04	226
	Fundo	5,96	0,062	20,4	9,32	23,6	0,04	225
P14	Sup.	6,78	0,077	25,4	10,44	24,3	0,05	159
	Fundo							
P15	Sup.	6,51	0,066	40,2	10,53	23,1	0,04	173
	Fundo							
P15B	Sup.	6,45	0,072	37,1	10,45	22,8	0,05	178
	Fundo							
P16	Sup.	6,20	0,072	86,5	10,86	22,9	0,05	199
	Fundo	6,25	0,071	83,0	10,45	22,9	0,05	197
P17	Sup.	5,96	0,065	317	9,85	23,4	0,04	238
	Fundo	6,01	0,064	232	9,42	23,3	0,04	239
P18	Sup.	5,93	0,617	17,8	8,61	19,1	0,39	158
	Fundo							
PA	Sup.	5,80	0,015	9,5	9,12	22,9	0,01	219
	Fundo							
PB	Sup.	6,17	0,156	62,9	6,81	23,1	0,10	97
	Fundo	6,44	0,407	56,0	2,37	21,5	0,26	-66
PC	Sup.	6,59	2,83	27,9	8,86	24,3	1,80	67
	Fundo	6,38	1,59	17,0	8,55	23,8	1,00	82



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

Tabela 17 - Unidade de fluorescência e clorofila

Ponto	UF	Clorofila ($\mu\text{g/L}$)	Prof. (m)
1	77,45	7,3598	0,0
	88,77	8,9979	15,0
	53,18	3,8476	45,0
2	75,38	7,0602	0,0
	67,53	5,9242	15,0
	67,68	5,9459	25,0
3	33,64	1,0199	0,0
	39,51	1,8694	3,5
4	0	0,0000	0,0
5	0	0,0000	0,0
6	52,16	3,7000	0,0
	51,62	3,6219	3,5
7	48,82	3,2167	0,0
	43,97	2,5148	2,5
8	39,84	1,9171	0,0
	29,31	0,3933	3,0
9	26,74	0,0214	0,0
	23,51	0,0000	2,5
10	19,71	0,0000	0,0
11	27,25	0,0952	0,0
	14,2	0,0000	2,0
12	24,04	0,0000	0,0
	23,52	0,0000	2,0
13	26,45	0,0000	0,0
	18,65	0,0000	2,5
14	28,15	0,2255	0,0
15	28,37	0,2573	0,0
16	36,47	1,4295	0,0
	34,75	1,1806	1,0
17	27,73	0,1647	0,0
	17,35	0,0000	4,5
18	370,6	49,7822	0,0



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

Tabela 18 - Carbono total, orgânico e inorgânico na água

amostra	prof. (m)	DTC (mg/L)	DIC (mg/L)	DOC (mg/L)
Pto 1	0,0	6,093	5,244	0,849
Pto 1	15,0	6,877	5,351	1,526
Pto 1	45,0	7,521	6,451	1,070
Pto 2	0,0	5,687	5,219	0,468
Pto 2	15,0	5,737	3,627	2,110
Pto 2	25,0	6,125	5,463	0,662
Pto 3	0,0	6,411	6,139	0,272
Pto 3	3,5	6,184	5,968	0,216
Pto 4	0,0	59,030	47,850	11,180
Pto 5	1,0	106,100	65,350	40,750
Pto 6	3,5	8,035	6,346	1,689
Pto 6	0,0	6,470	6,135	0,335
Pto 6	3,5	6,460	5,981	0,479
Pto 7	0,0	6,622	6,180	0,442
Pto 7	2,5	6,772	6,158	0,614
Pto 8	0,0	6,722	6,000	0,722
Pto 8	3,0	6,556	5,916	0,640
Pto 9	0,0	6,756	6,045	0,711
Pto 9	2,0	8,787	8,282	0,505
Pto 10	0,0	6,359	6,089	0,270
Pto 11	0,0	6,481	5,809	0,672
Pto 11	2,0	6,538	5,754	0,784
Pto 12	0,0	4,683	3,868	0,815
Pto 12	2,0	4,725	3,719	1,006
Pto 13	0,0	6,340	5,670	0,670
Pto 13	2,5	6,337	5,606	0,731
Pto 14	0,0	8,090	7,815	0,275
Pto 15	0,0	7,394	6,866	0,528
Pto 16	0,0	7,946	7,562	0,384
Pto 16	1,0	7,702	7,525	0,177
Pto 17	0,0	7,050	6,358	0,692
Pto 17	4,5	6,946	6,323	0,623
Pto 18	0,0	18,310	17,140	1,170



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

Amostras	Água / Parâmetros (mg L ⁻¹)						
	Zn	Cd	Pb	Co	Cu	Cr	As
Ponto 2	<0,05	<0,005	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Ponto 4	0,24	<0,005	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Ponto 6	<0,05	<0,005	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Ponto 9	0,06	<0,005	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Ponto 17	<0,05	<0,005	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Tabela 19 – Metais na água e no sedimento

Amostras	Sedimentos / Parâmetros (mg kg ⁻¹)						
	Zn	Cd	Pb	Co	Cu	Cr	As
Ponto 2	68,70	27,80	37,50	11,80	23,80	27,80	<0,05
Ponto 4	1.489,00	63,60	59,10	20,00	76,80	63,00	<0,05
Ponto 6	496,00	11,40	26,10	0,80	16,50	11,50	<0,05
Ponto 8	1.141,00	16,10	47,80	2,17	13,00	18,80	<0,05
Ponto 17	53,10	24,40	21,60	12,20	17,50	24,40	<0,05
Ponto 18	31,70	11,10	12,80	4,98	6,60	11,10	<0,05



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

Tabela 20 - Fósforo no sedimento

Ponto	Estação	Conc (mg/g sed)
1	Res. Três Marias - Corpo Central	0,5202
2	Barragem-Res. Três Marias	0,4797
3	Saída Turbinas - Rio S.Francisco	0,3300
4	Córrego Barreiro Grande	0,2897
5	Córr.Barr.Gde-jus.cid-mont. Votorantim	0,2805
6	Rio S.Franc.-jus.Corr.Barr. mont.efl.Votor.	0,1774
7	Rio S.Franc. jus.lançamento Votorantim	0,2070
8	Rio S.Franc. Jus.Córrego Retiro Velho	0,1647
9	Córrego Consciência- foz S.Francisco	0,2731
10	Córrego Consciência - mont. Votorantim	0,1236
11	Rio S.Francisco-jusante Córr.Lucinda	0,2093
12	Córrego Espírito Santo	0,0858
13	Rio S.Francisco-jus.Corr.Esp.Santo	0,2036
14	Rio Abaité - montante BR040	0,2016
15	Rio Abaité - jusante BR040	0,1146
16	Rio Abaité - foz S.Francisco	0,0829
17	Rio S.Francisco - jusante Abaité	0,2499
18	Córr.Lavagem-foz. Esp. Santo	0,1852



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

Tabela 21 - Fósforo Total na água

Estação	Estação	Prof. (m)	ug/L
ponto 1	Res. Três Marias - Corpo Central	0	27,22581
		15	21,77419
		45	203,1613
ponto 2	Barragem-Res. Três Marias	0	8,548387
		15	28,03226
		25	15,90323
ponto 3	Saída Turbinas - Rio S.Francisco	0	15,06452
		3,5	14,22581
ponto 4	Córrego Barreiro Grande	0	2013,548
ponto 5	Córr.Barr.Gde-jus.cid-mont. Votorantim	0	2570,323
ponto 6	Rio S.Franc.-jus.Córr.Barr. mont.efl.Votor.	0	10,32258
		3,5	10,83871
ponto 7	Rio S.Franc. jus.lançamento Votorantim	0	20,51613
		2,5	34,96774
ponto 8	Rio S.Franc. Jus.Córrego Retiro Velho	0	10,6129
		3	14,06452
ponto 9	Córrego Consciência- foz S.Francisco	0	15,09677
		2,5	25,6129
ponto 10	Córrego Consciência - mont. Votorantim	0	13,06452
ponto 11	Rio S.Francisco-jusante Córr.Lucinda	0	8,741935
		2	13,35484
ponto 12	Córrego Espírito Santo	0	11,90323
		2	23,77419
ponto 13	Rio S.Francisco-jus.Córr.Esp.Santo	0	38,09677
		2,5	9,096774
ponto 14	Rio Abaité - montante BR040	0	20,19355
ponto 15	Rio Abaité - jusante BR040	0	17,09677
ponto 16	Rio Abaité - foz S.Francisco	0	15,80645
		1	18,70968
ponto 17	Rio S.Francisco - jusante Abaité	0	14,90323
		4,5	12,58065
ponto 18	Córr.Lavagem-foz. Esp. Santo	0	35,87097

Tabela 22 - Concentração de Nitrogênio no sedimento e na água

PONTO DE COLETA	ESTAÇÃO	CONCENTRAÇÃO NO SEDIMENTO (mg/g)	PROFUNDIDADE (m)	CONCENTRAÇÃO NA ÁGUA (mg/L)
PONTO 1	Res. Três Marias-Corpo Central	15,37088	0	0,09417
	Res. Três Marias-Corpo Central		15	0,32961
	Res. Três Marias-Corpo Central		45	0,14126
PONTO 2	Barragem-Res. Três Marias-Saída Turbinas	14,65498	0	0,14126
	Barragem-Res. Três Marias-Saída Turbinas		15	0,18835
	Barragem-Res. Três Marias-Saída Turbinas		25	0,23543
PONTO 3	Saída Turbinas - Rio São Francisco	17,30803	0	0,18835
	Saída Turbinas - Rio São Francisco		3,5	0,28252
PONTO 4	Córrego Barreiro Grande	3,91642	0	29,75877
PONTO 5	Córrego Barreiro Grande-jusante cidade-montante Votorantim	3,49530	0	66,15677
PONTO 6	Rio São Francisco-jusante-Córrego Barreiro Grande-montante efluente Votorantim	5,68512	0	0,84756
	Rio São Francisco-jusante-Córrego Barreiro Grande-montante efluente Votorantim		3,5	1,55386
PONTO 7	Rio São Francisco-jusante-lançamento Votorantim	4,54810	0	1,27134
	Rio São Francisco-jusante-lançamento Votorantim		2,5	1,22425
PONTO 8	Rio São Francisco-jusante-Córrego Retiro Velho	5,05344	0	0,75339
	Rio São Francisco-jusante-Córrego Retiro Velho		3	0,70630
PONTO 9	Córrego Consciência-foz com São Francisco	7,45382	0	1,03591
	Córrego Consciência-foz com São Francisco		2,5	0,94173
PONTO 10	Córrego Consciência-montante Votorantim	1,81082	0	1,13008
PONTO 11	Rio São Francisco-jusante-Córrego Lucinda	8,04339	0	0,84756
	Rio São Francisco-jusante-Córrego Lucinda		2	0,56504
PONTO 12	Córrego Espírito Santo	1,05280	0	0,32961
	Córrego Espírito Santo		2	0,56504
PONTO 13	Rio São Francisco-jusante-Córrego Espírito Santo	8,63296	0	0,98882
	Rio São Francisco-jusante-Córrego Espírito Santo		2,5	0,51795
PONTO 14	Rio Abaité -montante-Br 040	5,17978	0	0,75339
PONTO 15	Rio Abaité -jusante-Br 040	1,38970	0	0,80047
PONTO 16	Rio Abaité-Foz com São Francisco	0,71590	0	0,47087
	Rio Abaité-Foz com São Francisco		1	0,32961
PONTO 17	Rio São Francisco-jusante-Abaité	6,10624	0	0,70630
	Rio São Francisco-jusante-Abaité		4,5	0,94173
PONTO 18	Córrego Lavagem-foz com córrego Espírito Santo	7,74861	0	0,32961

Tabela 23 – Material em suspensão total, orgânico e inorgânico na água

Local de coleta	Estação	Prof	M. S. Total (mg/l)	M. S. Inorgânico (mg/l)	M. S. Orgânico (mg/l)
Pto 1	Res. Três Marias - Corpo Central	0	1,239	0,210	1,029
		15	1,231	0,402	0,829
		45	3,438	2,444	0,993
Pto 2	Barragem-Res. Três Marias	0	1,218	0,236	0,982
		15	1,135	0,183	0,953
		25	0,842	0,394	0,448
Pto 3	Saída Turbinas - Rio S.Francisco	0	1,268	0,689	0,579
		3,5	1,297	0,764	0,533
Pto 4	Córrego Barreiro Grande	0	45,380	7,920	37,460
Pto 5	Córr.Barr.Gde-jus.cid-mont. Votorantim	0	286,714	119,100	167,614
Pto 6	Rio S.Franc.-jus.Corr.Barr. mont.efl.Votor.	0	1,309	0,751	0,558
		3,5	1,410	0,897	0,513
Pto 7	Rio S.Franc. jus.lançamento Votorantim	0	2,122	1,386	0,736
		2,5	2,732	2,086	0,646
Pto 8	Rio S.Franc. Jus.Córrego Retiro Velho	0	1,856	1,319	0,537
		3	1,564	0,929	0,635
Pto 9	Córrego Consciência- foz S.Francisco	0	1,713	1,083	0,630
		2,5	3,089	2,140	0,949
Pto 10	Córrego Consciência - mont. Votorantim	0	4,887	2,377	2,510
Pto 11	Rio S.Francisco-jusante Córr.Lucinda	0	1,426	0,749	0,677
		2	1,090	0,694	0,396
Pto 12	Córrego Espírito Santo	0	4,748	4,011	0,737
		2	4,744	3,542	1,202
Pto 13	Rio S.Francisco-jus.Corr.Esp.Santo	0	2,193	1,452	0,741
		2,5	0,339	0,358	0,000
Pto 14	Rio Abaité - montante BR040	0	14,966	12,988	1,978
Pto15	Rio Abaité - jusante BR040	0	8,384	6,960	1,424
Pto16	Rio Abaité - foz S.Francisco	0	6,002	5,073	0,928
		1	97,634	7,802	89,832
Pto 17	Rio S.Francisco - jusante Abaité	0	4,672	3,783	0,889
		4,5	4,471	3,613	0,858
Pto 18	Córr.Lavagem-foz. Esp. Santo	0	16,543	6,083	10,460



Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

Tabela 24 – Íons na água intersticial do sedimento

Ponto Coleta	Fluoreto (µg/L)	Cloreto (mg-Cl/L)	Nitrito (µg-N/L)	Brometo (µg/L)	Nitrato (µg-N/L)	Fosfato (µg-N/L)	Sulfato (µg-S/L)	Lítio (µg/L)	Sódio (mg/L)	Amônio (µg-N/L)	Potássio (mg/L)	Magnésio (mg/L)	Cálcio (mg/L)
P1	143,13	13,98	0,00	80,15	25,73	0,00	0,25	1,54	3,85	1887,37	1,42	1,22	6,46
P2	179,62	22,65	0,00	62,07	53,61	0,00	0,81	0,00	4,19	578,54	1,10	0,97	5,38
P3	280,87	62,82	0,00	587,02	15,21	1318,14	0,57	1,08	6,52	421,10	8,48	4,33	15,78
P4	1687,25	283,25	0,00	137,29	11,07	0,00	22,86	3,08	38,63	26423,22	5,78	8,92	27,46
P5	412,69	216,96	0,00	2,56	28,14	104,41	25,95	0,00	33,25	21149,96	5,12	4,84	39,26
P6	78,89	11,04	0,59	90,01	18,62	1,93	0,20	0,00	1,04	4552,46	0,53	0,52	3,51
P7	336,63	125,72	0,00	94,97	271,55	0,00	709,89	3,08	21,19	1308,83	1,34	116,67	42,13
P8	71,28	122,27	0,00	195,49	25,22	91,85	21,38	0,77	22,00	1208,30	2,77	5,73	13,99
P9	303,99	30,63	20,63	108,90	12,45	617,40	1213,04	2,62	13,40	941,79	3,40	81,96	56,31
P10	143,64	16,48	0,00	21,00	25,16	0,00	2,98	0,00	1,57	56,91	0,16	0,11	0,34
P11	190,31	12,11	0,00	129,11	14,81	4,25	2,37	1,54	3,02	4183,52	1,33	1,22	4,39
P12	202,39	14,56	0,00	33,16	30,26	0,39	2,57	1,54	5,33	392,65	0,87	1,25	2,38
P13	150,58	10,92	0,00	123,52	19,44	33,06	4,66	1,85	2,59	3177,24	1,19	0,53	2,16
P14	225,46	32,45	0,00	57,64	25,59	705,77	4,29	0,31	7,30	95,79	1,69	9,47	26,05
P15	211,54	8,65	0,00	7,69	34,15	0,00	2,78	1,08	3,21	278,84	1,36	0,32	11,43
P16	292,17	10,93	0,59	7,85	1381,33	40,61	2,17	0,00	1,04	104,33	0,40	0,44	1,34
P17	190,52	14,52	0,00	202,72	15,55	81,99	1,39	0,92	4,10	3186,72	2,00	6,53	17,46
P18	242,58	13,51	0,00	368,17	28,86	27,84	110,25	0,31	17,10	5016,24	2,02	13,03	26,02

Tabela 25 – Íons na coluna d'água

Ponto Coleta	Fluoreto (µg/L)	Cloreto (mg-Cl/L)	Nitrito (µg-N/L)	Brometo (µg/L)	Nitrato (µg-N/L)	Fosfato (µg-N/L)	Sulfato (µg-S/L)	Lítio (µg/L)	Sódio (mg/L)	Amônio (µg-N/L)	Potássio (mg/L)	Magnésio (mg/L)	Cálcio (mg/L)
Pto 01 - 0 m	225,36	6,35	2,27	20,01	454,03	0,19	1,30	0,77	2,78	8,54	1,24	1,49	6,73
Pto 01 - 15 m	196,63	6,58	0,00	20,51	472,01	0,77	1,35	1,23	2,79	5,69	1,25	1,56	7,19
Pto 01 - 45 m	233,53	6,25	0,00	15,41	1463,30	0,00	1,47	1,08	3,18	0,00	1,02	1,60	8,53
Pto 02 - 0 m	244,27	6,30	0,00	21,98	470,39	0,00	1,30	0,77	2,75	8,54	1,24	1,57	7,22
Pto 02 - 15 m	175,20	6,79	0,00	18,70	469,06	0,77	1,29	0,46	2,82	2,85	1,27	1,56	7,23
Pto 02 - 25 m	268,99	6,10	0,38	19,85	738,04	0,19	1,28	0,46	2,74	0,00	1,27	1,53	6,94
Pto 03 - 0 m	268,48	6,85	0,00	22,64	955,76	0,00	1,37	0,46	3,05	3,79	1,17	1,60	7,72
Pto 03 - 3,5 m	236,62	6,09	0,00	19,52	867,23	0,00	1,33	0,62	2,89	7,59	1,17	1,56	7,59
Pto 04 - 0 m	3863,61	35,33	0,00	96,25	4,31	13273,45	49,60	1,69	41,84	15522,93	6,91	8,78	26,41
Pto 05 - 0 m	5090,17	336,57	971,17	52,22	117,05	41949,83	30,11	1,54	52,18	27809,82	9,63	6,44	26,64
Pto 06 - 0 m	207,22	6,60	0,00	14,10	1010,90	254,85	1,32	1,08	2,78	55,01	1,17	1,60	8,03
Pto 06 - 3,5 m	169,65	6,30	0,06	15,74	989,93	0,00	1,33	1,38	2,89	6,64	1,15	1,57	7,79
Pto 07 - 0 m	447,38	8,43	0,00	20,67	906,74	0,00	169,08	29,24	3,20	261,77	1,37	18,40	10,59
Pto 07 - 2,5 m	1075,77	9,23	88,40	24,12	957,58	0,19	329,14	6,62	3,70	488,44	1,62	41,09	15,47
Pto 08 - 0 m	260,62	6,48	0,00	17,38	951,10	0,19	19,52	0,62	2,97	18,02	1,17	3,50	7,77
Pto 08 - 3 m	243,40	6,34	0,00	17,38	942,99	5,99	10,92	0,62	2,94	10,43	1,17	2,81	7,57
Pto 09 - 0 m	315,97	6,76	0,00	18,86	971,50	0,19	82,39	0,92	2,95	34,14	1,25	9,19	9,03
Pto 09 - 2 m	403,70	27,45	2,36	11,14	1373,94	0,00	1421,19	5,54	10,99	47,42	2,59	126,73	80,98
Pto 10 - 0 m	170,63	4,34	0,35	10,81	16,23	0,39	0,83	0,46	5,98	0,00	0,71	1,88	3,38
Pto 11 - 0 m	167,65	6,77	0,06	19,35	850,79	0,39	2,39	0,62	2,73	17,07	1,22	1,72	7,34
Pto 11 - 2 m	218,32	6,68	0,00	16,40	831,61	0,97	2,46	0,92	2,88	0,00	1,17	1,73	7,42
Pto 12 - 0 m	155,88	2,52	0,09	1,45	252,05	0,39	0,74	0,77	2,71	14,23	0,64	1,22	2,86
Pto 12 - 2 m	163,53	3,01	0,03	3,58	197,48	0,58	0,56	0,62	2,69	9,48	0,61	1,28	3,04
Pto 13 - 0 m	288,37	6,45	0,24	9,17	844,56	0,97	4,26	1,08	2,88	0,00	1,15	1,98	7,21
Pto 13 - 2,5 m	279,02	6,43	0,00	16,73	842,65	0,19	4,27	1,08	2,88	0,95	1,15	1,97	7,28
Pto 14 - 0 m	346,60	5,00	0,00	7,36	60,21	0,58	0,73	0,92	2,63	8,54	1,07	3,04	9,53
Pto 15 - 0 m	313,76	4,73	0,00	6,70	54,92	0,77	0,61	1,54	2,32	2,85	1,03	2,71	8,31
Pto 16 - 0 m	344,75	5,64	0,00	6,21	9,32	0,39	0,66	1,23	2,66	1,90	1,05	2,92	8,86
Pto 16 - 1 m	362,22	7,83	0,06	2,27	1,27	2,51	0,62	0,77	2,97	0,00	1,05	2,96	8,98
Pto 17 - 0 m	284,15	5,91	0,00	10,65	584,76	0,19	2,25	1,54	2,78	0,00	1,11	2,23	8,04
Pto 17 - 4,5 m	263,55	6,72	0,00	12,29	582,08	0,19	2,24	1,23	2,86	0,95	1,14	2,21	7,98
Pto 18 - 0 m	389,41	0,26	0,00	31,02	1279,88	0,19	45,69	2,62	25,34	3,79	1,78	27,38	67,60