



**CONSÓRCIO UHE ITAOCARA**

UHE ITAOCARA I

**PROGRAMA DE MONITORAMENTO  
LIMNOLÓGICO E DA QUALIDADE DAS ÁGUAS**

**FASE PRÉ IMPLANTAÇÃO**

**RELATÓRIO FINAL 1  
BMA\_IOA\_LIM\_RF\_01**

**BELO HORIZONTE  
SETEMBRO 2014**

## CONSÓRCIO UHE ITAOCARA

### PROGRAMA DE MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO E DA QUALIDADE DAS ÁGUAS (Fase pré-implantação)

EMPREENDIMENTO  
UHE Itaipava I

Relatório Final  
BMA\_IOA\_LIM\_RF\_01  
Período: Abril 2013 a Maio de 2014

BELO HORIZONTE  
SETEMBRO 2014

	01	23/09/14	Adequações Cliente	FCSP	RCJ	RMA
	00	12/09/14	Emissão Final	FCSP	RCJ	RMA
<b>CLASSIF.</b>	<b>REV.</b>	<b>DATA</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>ELAB.</b>	<b>VERIF.</b>	<b>APROV.</b>



---

## EMPRESA RESPONSÁVEL PELO EMPREENDIMENTO

---

**Razão Social:**

**CONSÓRCIO UHE ITAOCARA**

**Endereço:**

Rua Marechal Floriano Peixoto, 152, Jardim da Aldeia – Itaocara/RJ

**Representantes Legais:**

Luiz Carlos Amarilho (Diretor)

Antônio Carlos Borges Batista (Diretor)

---

CNPJ: 10.532.493/0002-45

---

---

## EMPRESA RESPONSÁVEL PELO PROJETO

---

**Razão Social:**

**BIOCEV SERVIÇOS DE MEIO AMBIENTE LTDA.**

**Diretores:**

**Eduardo Pio Mendes de Carvalho Filho**

Diretor Financeiro

Engenheiro Ambiental –(CREA 92.152/D)

**Carlos Eduardo Alencar Carvalho**

Diretor Estratégico

Biólogo, Mestre em Zoologia de Ambientes Impactados (CRBio 30.538/04-D)

**Redelvim Dumont Neto**

Diretor Comercial

Médico Veterinário, Mestre em Aquicultura em águas continentais e Pós-graduado em Gestão de Projetos (CRMV/MG 1644)

**Rodrigo Martins Alvarenga**

Diretor Técnico

Biólogo, Pós-graduado em Gestão de Projetos Ambientais (CRBio 37.219/04-D)

**Endereço:**

Rua Adolfo Radice, 320 - Bairro: Mangabeiras.

30.315-050 - BELO HORIZONTE - MG – BRASIL

Tel./Fax: (31) 3293-5163 / 3296-3872

E mail: [info@biocev.net](mailto:info@biocev.net)

Site: [www.biocev.net](http://www.biocev.net)

---

CNPJ: 07.080.828/0001-46

Inscrição Estadual: isenta

---

### EQUIPE TÉCNICA DO PLANO DE TRABALHO

PROFISSIONAL	FORMAÇÃO	REGISTRO	CTF IBAMA	FUNÇÃO
Rodrigo Martins Alvarenga	Biólogo, Pós-graduado	CRBio 37.219/04-D	724023	Gerente de contrato
Felipe Carvalho de Souza Pinto	Biólogo	CRBio 70.840/04-D	1950918	Gerente de projeto
Ronald R. Carvalho Jr.	Biólogo, M.Sc. e Pós-graduado	CRBio 16.703/04-D	588417	Controle e gestão técnica da qualidade
Rafael Resck	Biólogo, M.Sc.	CRBio 57.356/04-D	2847860	Executor de campo e elaboração de relatório

## SUMÁRIO

---

APRESENTAÇÃO .....	12
1. INTRODUÇÃO .....	13
1.1. A IMPORTÂNCIA DO PROGRAMA .....	13
2. OBJETIVOS .....	14
3. METODOLOGIA .....	15
3.1. ÁREA DE ESTUDO .....	15
3.2. PERÍODO De AMOSTRAGEM .....	24
3.3. PARÂMETROS ANALISADOS E AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS .....	24
4. DIAGNÓSTICO .....	33
4.1. PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E BACTERIOLÓGICOS .....	33
4.2. PERFIL VERTICAL .....	55
4.3. ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA – IQA .....	57
4.4. COMPOSTOS PRESENTES NOS SEDIMENTOS .....	58
4.5. COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA/ALGAS CIANOBACTÉRIAS/MACROALGAS BENTÔNICAS (PERIFÍTON) .....	67
4.6. COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA .....	81
4.7. COMUNIDADE DOS MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS .....	88
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	97
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	99
7. ANEXOS .....	101

## LISTA DE FIGURAS

---

Figura 1: Área prevista para implantação da UHE Itaocara I, no trecho médio baixo do rio Paraíba do Sul, divisa entre Minas Gerais e Rio de Janeiro.....	15
Figura 2: Montante do Ponto de Amostragem P00, localizado no reservatório da UHE Ilha dos Pombos, amostrados durante a execução do Programa. ....	17
Figura 3: Jusante do Ponto de Amostragem P00, localizado no reservatório da UHE Ilha dos Pombos, amostrados durante a execução do Programa. ....	17
Figura 4: Montante do Ponto de Amostragem P01, localizado a jusante da UHE Ilha dos Pombos, amostrados durante a execução do Programa. ....	18
Figura 5: Jusante do Ponto de Amostragem P01, localizado a jusante da UHE Ilha dos Pombos, amostrados durante a execução do Programa. ....	18
Figura 6: Montante do Ponto de Amostragem P02, localizado no rio Angu, amostrados durante a execução do Programa. de Monitoramento Limnológico e da Qualidade das Águas da UHE Itaocara I.....	18
Figura 7: Jusante do Ponto de Amostragem P02, localizado no rio Angu, amostrados durante a execução do Programa. de Monitoramento Limnológico e da Qualidade das Águas da UHE Itaocara I.....	18
Figura 8: Montante do Ponto de Amostragem P03, localizado no rio Paraíba do Sul, amostrados durante a execução do Programa.....	19
Figura 9: Jusante do Ponto de Amostragem P03, localizado no rio Paraíba do Sul, amostrados durante a execução do Programa.....	19
Figura 10: Montante do Ponto de Amostragem P04, localizado no rio Paraíba do Sul, amostrados durante a execução do Programa.....	19
Figura 11: Jusante do Ponto de Amostragem P04, localizado no rio Paraíba do Sul, amostrados durante a execução do Programa.....	19
Figura 12: Montante do Ponto de Amostragem P05, localizado no rio Paraíba do Sul, amostrados durante a execução do Programa.....	20
Figura 13: Jusante do Ponto de Amostragem P05, localizado no rio Paraíba do Sul, amostrados durante a execução do Programa.....	20
Figura 14: Montante do Ponto de Amostragem P06, localizado no rio Paraíba do Sul, amostrados durante a execução do Programa.....	20
Figura 15: Jusante do Ponto de Amostragem P06, localizado no rio Paraíba do Sul, amostrados durante a execução do Programa.....	20
Figura 16: Montante do Ponto de Amostragem P07, localizado no rio Pirapetinga, amostrados durante a execução do Programa.....	21
Figura 17: Jusante do Ponto de Amostragem P07, localizado no rio Pirapetinga, amostrados durante a execução do Programa.....	21
Figura 18: Montante do Ponto de Amostragem P08, localizado no rio Paraíba do Sul, amostrados durante a execução do Programa.....	21
Figura 19: Jusante do Ponto de Amostragem P08, localizado no rio Paraíba do Sul, amostrados durante a execução do Programa.....	21

Figura 20: Montante do Ponto de Amostragem P09, localizado no rio Paraíba do Sul, amostrados durante a execução do Programa. ....	22
Figura 21: Jusante do Ponto de Amostragem P09, localizado no rio Paraíba do Sul, amostrados durante a execução do Programa. ....	22
Figura 22: Montante do Ponto de Amostragem P10, localizado no rio Paraíba do Sul, amostrados durante a execução do Programa. ....	22
Figura 23: Jusante do Ponto de Amostragem P10, localizado no rio Paraíba do Sul, amostrados durante a execução do Programa. ....	22
Figura 24: Montante do Ponto de Amostragem P11, localizado no rio Paraíba do Sul, amostrados durante a execução do Programa. ....	23
Figura 25: Jusante do Ponto de Amostragem P11, localizado no rio Paraíba do Sul, amostrados durante a execução do Programa. ....	23
Figura 26: Montante do Ponto de Amostragem P12, localizado no rio Paraíba do Sul, amostrados durante a execução do Programa. ....	23
Figura 27: Jusante do Ponto de Amostragem P12, localizado no rio Paraíba do Sul, amostrados durante a execução do Programa. ....	23
Figura 28: Montante do Ponto de Amostragem P13, localizado na foz do rio Pomba, amostrados durante a execução do Programa. ....	24
Figura 29: Jusante do Ponto de Amostragem P13, localizado na foz do rio Pomba, amostrados durante a execução do Programa. ....	24
Figura 30: Medição de parâmetros físicos e químicos in situ com uso de sonda multiparâmetros, durante a execução do Programa. ....	26
Figura 31: Medição da transparência da água com uso do Disco de Secchi, durante a execução do Programa. ....	26
Figura 32: Procedimento de coleta de águas superficiais para análise em laboratório, durante a execução do Programa. ....	27
Figura 33: Realização de perfil vertical na estação P09, durante a execução do Programa. ....	27
Figura 34: Amostragem da comunidade fitoplânctônica, realizada durante a execução do Programa. ....	28
Figura 35: Amostragem da comunidade zooplânctônica, realizada durante a execução do Programa. ....	28
Figura 36: Amostragem das macroalgas bentônicas (perifíton) realizada durante a execução do Programa. ....	28
Figura 37: Amostragem das macroalgas bentônicas (perifíton) realizada durante a execução do Programa. ....	28
Figura 38: Amostragem das macroalgas bentônicas (perifíton) realizada durante a execução do Programa. ....	29
Figura 39: Amostragem das macroalgas bentônicas (perifíton) realizada durante a execução do Programa. ....	29
Figura 40: Procedimento de coleta dos macroinvertebrados bentônicos, durante a execução do Programa. ....	29
Figura 41: Exemplar de macroinvertebrado bentônico, durante a execução do Programa. ....	29

Figura 42: Procedimento de amostragem de sedimentos, durante a execução do Programa.....	30
Figura 43: Resultados das análises de alcalinidade total, registrados durante a execução do Programa. ....	39
Figura 44: Resultados das análises de pH, registrados durante a execução do Programa. ....	39
Figura 45: Resultados das análises de condutividade elétrica, registrados durante a execução do Programa. ....	40
Figura 46: Resultados das análises de fósforo total, registrados durante a execução do Programa.....	41
Figura 47: Resultados das análises de fosfato total, registrados durante a execução do Programa.....	41
Figura 48: Resultados das análises de nitratos, registrados durante a execução do Programa. ....	42
Figura 49: Resultados das análises de nitritos, registrados durante a execução do Programa. ....	42
Figura 50: Resultados das análises de nitrogênio amoniacal, registrados durante a execução do Programa. ....	43
Figura 51: Resultados das análises de nitrogênio orgânico, registrados durante a execução do Programa. .	43
Figura 52: Resultados das análises de oxigênio dissolvido, registrados durante a execução do Programa. ..	44
Figura 53: Resultados das análises de saturação de oxigênio, registrados durante a execução do Programa. ....	44
Figura 54: Resultados das análises de demanda bioquímica de oxigênio, registrados durante a execução do Programa. Nota: não houve análise desse parâmetro na 1ª campanha.....	45
Figura 55: Resultados das análises de temperatura da água, registrados durante a execução do Programa.	46
Figura 56: Resultados das análises de sólidos dissolvidos totais, registrados durante a execução do Programa. ....	47
Figura 57: Resultados das análises de sólidos totais, registrados durante a execução do Programa. ....	47
Figura 58: Resultados das análises de turbidez, registrados durante a execução do Programa. ....	48
Figura 59: Resultados das análises de transparência da água, registrados durante a execução do Programa. ....	48
Figura 60: Resultados das análises de alumínio solúvel, registrados durante a execução do Programa. ....	49
Figura 61: Resultados das análises de ferro solúvel, registrados durante a execução do Programa. ....	50
Figura 62: Resultados das análises de cloretos totais, registrados durante a execução do Programa.....	50
Figura 63: Resultados das análises de sulfatos totais, registrados durante a execução do Programa. ....	51
Figura 64: Resultados das análises de sílica total, registrados durante a execução do Programa. ....	51
Figura 65: Resultados das análises de potássio total, registrados durante a execução do Programa.....	52
Figura 66: Resultados das análises de coliformes termotolerantes, registrados durante a execução do Programa. Nota: valores em escala logarítmica.....	53
Figura 67: Resultados das análises de coliformes totais, registrados durante a execução do Programa. Nota: valores em escala logarítmica. ....	54
Figura 68: Resultados das análises de clorofila-a, registrados durante a execução do Programa. ....	54
Figura 69: Resultados do perfil vertical de temperatura da água realizado na estação P09, registrados durante a execução do Programa. ....	55
Figura 70: Resultados do perfil vertical de oxigênio dissolvido realizado na estação P09, registrados durante a execução do Programa. ....	56



Figura 71: Resultados do perfil vertical de pH realizado na estação P09, registrados durante a execução do Programa. ....	56
Figura 72: Resultados do perfil vertical de condutividade elétrica realizado na estação P09, registrados durante a execução do Programa. ....	57
Figura 73: Resultados do IQA, calculados durante a execução do Programa. Nota: Coloração das colunas de acordo com a faixa de classificação (CETESB, 2013). ....	58
Figura 74: Resultados do teor de alumínio nos sedimentos coletados durante a execução do Programa. ....	61
Figura 75: Resultados do teor de ferro total nos sedimentos coletados durante a execução do Programa. ....	61
Figura 76: Resultados do teor de chumbo nos sedimentos coletados durante a execução do Programa. ....	62
Figura 77: Resultados do teor de cobalto nos sedimentos coletados durante a execução do Programa. ....	62
Figura 78: Resultados do teor de cobre nos sedimentos coletados durante a execução do Programa. ....	63
Figura 79: Resultados do teor de cromo nos sedimentos coletados durante a execução do Programa. ....	63
Figura 80: Resultados do teor de níquel nos sedimentos coletados durante a execução do Programa. ....	64
Figura 81: Resultados do teor de zinco nos sedimentos coletados durante a execução do Programa. ....	64
Figura 82: Resultados do teor de matéria orgânica nos sedimentos coletados durante a execução do Programa. ....	65
Figura 83: Resultados do teor de carbono orgânico total nos sedimentos coletados durante a execução do Programa. ....	65
Figura 84: Resultados do teor de fósforo nos sedimentos coletados durante a execução do Programa. ....	66
Figura 85: Resultados do teor de nitrogênio nos sedimentos coletados durante a execução do Programa. ....	66
Figura 86: Riqueza de espécies da comunidade fitoplanctônica, registrada durante a execução do Programa. ....	70
Figura 87: Riqueza de espécies da comunidade fitoplanctônica, em percentual por classes de organismos, registrada durante a execução do Programa. ....	71
Figura 88: Densidade total, em ind/ml, da comunidade fitoplanctônica, registrada durante a execução do Programa. ....	72
Figura 89: Densidade relativa da comunidade fitoplanctônica, em percentual por classes de organismos, registrada durante a execução do Programa. ....	72
Figura 90: Densidade de algas cianobactérias (cel/ml), registrada durante a execução do Programa. ....	73
Figura 91: Índice de Diversidade ( $H'$ ) da comunidade fitoplanctônica, calculado durante a execução do Programa. ....	74
Figura 92: Índice de Equitabilidade ( $J'$ ) da comunidade fitoplanctônica, calculado durante a execução do Programa. ....	74
Figura 93: Riqueza de espécies das macroalgas bentônicas (perifiton), registrada durante a execução do Programa. ....	77
Figura 94: Riqueza de espécies das macroalgas bentônicas (perifiton), em percentual por classes de organismos, registrada durante a execução do Programa. ....	78
Figura 95: Densidade total, em ind/cm <sup>2</sup> , das macroalgas bentônicas (perifiton), registrada durante a execução do Programa. ....	78

Figura 96: Densidade relativa das macroalgas bentônicas (perifiton), em percentual por classes de organismos, registrada durante a execução do Programa.....	79
Figura 97: Índice de Diversidade ( $H'$ ) das macroalgas bentônicas (perifiton), calculado durante a execução do Programa. ....	80
Figura 98: Índice de Equitabilidade ( $J'$ ) das macroalgas bentônicas (perifiton), calculado durante a execução do Programa. ....	80
Figura 99: Riqueza de espécies da comunidade zooplanctônica, registrada durante a execução do Programa. ....	85
Figura 100: Riqueza de espécies da comunidade zooplanctônica, em percentual por Filo de organismos, registrada durante a execução do Programa. ....	85
Figura 101: Densidade total, em org/l, da comunidade zooplanctônica, registrada durante a execução do Programa. ....	86
Figura 102: Densidade relativa da comunidade zooplanctônica, em percentual por Filo de organismos, registrada durante a execução do Programa. ....	87
Figura 103: Índice de Diversidade ( $H'$ ) da comunidade zooplanctônica, calculado durante a execução do Programa. ....	87
Figura 104: Índice de Equitabilidade ( $J'$ ) da comunidade zooplanctônica, calculado durante a execução do Programa. ....	88
Figura 105: Riqueza de espécies da comunidade dos macroinvertebrados bentônicos, registrada durante a execução do Programa. ....	93
Figura 106: Riqueza de espécies da comunidade dos macroinvertebrados bentônicos, em percentual por taxa, registrada durante a execução do Programa. ....	94
Figura 107: Abundância de organismos da comunidade dos macroinvertebrados bentônicos, em organismos/amostra, registrada durante a execução do Programa.....	95
Figura 108: Abundância de organismos da comunidade dos macroinvertebrados bentônicos, em percentual por taxa, registrada durante a execução do Programa.....	95
Figura 109: Índice de Diversidade ( $H'$ ) da comunidade dos macroinvertebrados bentônicos, calculado durante a execução do Programa. ....	96
Figura 110: Índice de Equitabilidade ( $J'$ ) da comunidade dos macroinvertebrados bentônicos, calculado durante a execução do Programa. ....	96
Figura 111: Índice BMWP da comunidade dos macroinvertebrados bentônicos, calculado durante a execução do Programa. ....	97

## LISTA DE QUADROS

---

Quadro 1: Coordenadas geográficas e descrição dos pontos de amostragem do Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade das Águas da UHE Itaocara I, divisa entre Minas Gerais e Rio de Janeiro. ....	16
Quadro 2: Resumo das atividades desenvolvidas durante o Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade das Águas da UHE Itaocara I, no período entre Fevereiro de 2013 e Maio de 2014. ....	24
Quadro 3: Classes de qualidade, significado dos valores do Índice BMWP e cores a utilizar nas representações cartográficas (Alba-Tercedor, 1996). ....	32
Quadro 4: Resultados das análises físicas, químicas e bacteriológicas, durante a execução do Programa. (P00 a P03). Nota: Valores acima dos limites definidos pela Resolução CONAMA 357 marcados em vermelho. ....	34
Quadro 5: Resultados das análises físicas, químicas e bacteriológicas, durante a execução do Programa. (P04 a P07). Nota: Valores acima dos limites definidos pela Resolução CONAMA 357 marcados em vermelho. ....	35
Quadro 6: Resultados das análises físicas, químicas e bacteriológicas, durante a execução do Programa. (P08 a P11). Nota: Valores acima dos limites definidos pela Resolução CONAMA 357 marcados em vermelho. ....	36
Quadro 7: Resultados das análises físicas, químicas e bacteriológicas, durante a execução do Programa. (P12 e P13). Nota: Valores acima dos limites definidos pela Resolução CONAMA 357 marcados em vermelho. ....	37
Quadro 8: Resultados da caracterização física e química dos sedimentos (P00 a P06), durante a execução do Programa. ....	59
Quadro 9: Resultados da caracterização física e química dos sedimentos (P07 a P13), durante a execução do Programa. ....	59
Quadro 10: Resultados da granulometria dos sedimentos (P00 a P06), durante a execução do Programa. .	60
Quadro 11: Resultados da granulometria dos sedimentos (P07 a P13), durante a execução do Programa. .	60
Quadro 12: Riqueza de espécies por Classe da comunidade fitoplanctônica, durante a execução do Programa. ....	68
Quadro 13: Densidade (ind/ml) por Classe da comunidade fitoplanctônica, durante a execução do Programa. ....	69
Quadro 14: Riqueza de espécies por Classe de macroalgas bentônicas (perifíton), durante a execução do Programa. ....	75
Quadro 15: Densidade (ind/cm <sup>2</sup> ) por Classe de macroalgas bentônicas (perifíton), durante a execução do Programa. ....	76
Quadro 16: Riqueza de espécies por Filo da comunidade zooplanctônica, durante a execução do Programa. ....	82
Quadro 17: Densidade de espécies (org/l) por Filo da comunidade zooplanctônica, durante a execução do Programa. ....	83
Quadro 18: Riqueza de espécies da comunidade dos macroinvertebrados bentônicos, durante a execução do Programa. ....	90
Quadro 19: Abundância de macroinvertebrados bentônicos, durante a execução do Programa. ....	91



## APRESENTAÇÃO

---

O Consórcio UHE Itaocara contratou a Biocev Serviços de Meio Ambiente Ltda, em Novembro de 2012, para executar o Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade das Águas (PMLQA) durante a fase de pré-implantação da UHE Itaocara I, localizada nos municípios de Itaocara, Cantagalo, Aperibé e Santo Antônio de Pádua/RJ, além de Pirapetinga/MG.

O Programa baseia-se nas diretrizes concernentes ao Plano de Trabalho (documento **BMA\_IOA\_LIM\_PT\_01**) aprovado pelo órgão ambiental. A execução do presente Programa é validada mediante autorização para captura, coleta e transporte de material biológico (ACCTMB) n°. 206/2013 (1ª Retificação) DILIC/IBAMA.

O presente documento BMA\_IOA\_LIM\_RF\_01 apresenta os procedimentos empregados e os resultados finais obtidos durante a realização do Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade das Águas da UHE Itaocara I (Fase Pré-Implantação), no período entre Fevereiro de 2013 e Maio de 2014.

## 1. INTRODUÇÃO

---

### 1.1. A IMPORTÂNCIA DO PROGRAMA

A implantação de usinas hidrelétricas, assim como qualquer empreendimento industrial, apresenta impactos ambientais inerentes em escalas locais e regionais. Devido ao barramento do sistema fluvial, com possível transformação de sistemas lóticos em lênticos, a construção de reservatórios assume um papel singular na alteração do ecossistema aquático. Dentre as modificações ambientais causadas pelas usinas hidrelétricas, destacam-se: o alagamento de áreas vizinhas, mudança no tempo de residência da água, com implicações na vazão e no nível dos rios, além de mudanças na turbidez e nas características físicas e químicas da água, que interferem na flora e na fauna da região, podendo levar à deterioração da qualidade da água.

De acordo com os resultados da simulação matemática realizada no EIA para panoramas prováveis sobre a qualidade da água do reservatório da UHE Itaocara I, o potencial de formação de cenários críticos é reduzido. Não há indicativos de que venham a ocorrer problemas de qualidade da água capazes de restringir seu uso em nenhuma parcela de seu volume, na maior parte do período do ciclo hídrico anual, podendo acontecer eventuais problemas relacionados à floração de cianobactérias no período de seca. Adicionalmente, de acordo com esta modelagem, não foi detectada, de forma marcante, a ocorrência de compartimentação vertical no reservatório (estratificação). A variação da temperatura, quando presente, oscilou entre 21 e 26 °C, sendo que esta amplitude de cinco graus observada é característica de corpos d'água homogêneos em termos de distribuição da energia térmica. De modo geral, é esperada a manutenção das características da água do ambiente fluvial, em função das feições morfológicas e das características operacionais da usina, tais como:

- Reservatório raso, estreito e alongado na maior parte de seu estirão (fio d'água);
- Baixo tempo de residência da água (em torno de 30 dias);
- Baixa amplitude de variação das vazões afluentes.

Apesar das condições favoráveis à manutenção da qualidade da água, ainda assim é preciso considerar uma série de impactos potenciais relacionados a alterações da qualidade e das comunidades aquáticas, tais como:

- Retenção de sólidos e de poluentes;
- Alteração no aporte de matéria orgânica;
- Diminuição dos níveis de oxigênio por alterações hidrodinâmicas;
- Diminuição dos níveis de oxigênio por incorporação de biomassa residual;
- Alterações das comunidades aquáticas bentônicas e planctônicas;
- Compartimentalização horizontal;
- Redução de turbidez e nutrientes a jusante.

No sentido de acompanhar e, eventualmente, mitigar estes impactos, é importante que seja estabelecido, na área sob influência da UHE Itaocara I, um Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água, que aborde os parâmetros relacionados à qualidade da água e do sedimento, assim como as principais comunidades aquáticas. No âmbito deste programa, foram monitorados os aspectos quantitativos e qualitativos relacionados aos seguintes grupos: fitoplâncton, zooplâncton, macroinvertebrados aquáticos, macroinvertebrados bentônicos e macroalgas bentônicas. As macrófitas aquáticas foram monitoradas em um programa específico, pois, apesar de relacionadas ao monitoramento limnológico, as atividades requerem ações específicas.

## 2. OBJETIVOS

---

O Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água tem como objetivo geral mensurar as modificações na qualidade da água e na dinâmica limnológica advindas das transformações do ambiente decorrentes da implantação e operação do empreendimento, bem como subsidiar a adoção de medidas de controle, em caso de identificação de problemas de qualidade da água.

O Programa apresenta os seguintes objetivos específicos:

- Identificar padrões temporais e espaciais nas características limnológicas e da qualidade da água, do sedimento e das comunidades biológica na All da UHE Itaocara I;
- Identificar a ocorrência de possíveis alterações na qualidade da água durante e após a implantação do empreendimento;
- Subsidiar a gestão da qualidade da água do reservatório e propor de medidas mitigadoras quando necessário;
- Prognosticar as possíveis alterações da qualidade da água decorrentes das transformações ambientais a partir da criação do reservatório, favorecendo a tomada de ações preventivas em detrimento às corretivas.

### 3. METODOLOGIA

---

#### 3.1. ÁREA DE ESTUDO

A UHE Itaocara I será implantada no trecho médio baixo do rio Paraíba do Sul, na divisa entre Minas Gerais e Rio de Janeiro (Figura 1), nos municípios de Itaocara, Cantagalo, Aperibé e Santo Antônio de Pádua/RJ, além de Pirapetinga/MG.

A área de abrangência da UHE Itaocara I está compreendida entre as seguintes coordenadas geográficas (UTM/UPS):

- **Final do reservatório:** margem direita = 773312E e 7592990N e margem esquerda = 773222E e 7593603N;
- **Eixo do barramento:** margem direita = 794515E e 7597771N e margem esquerda = 795527E e 7598588N.

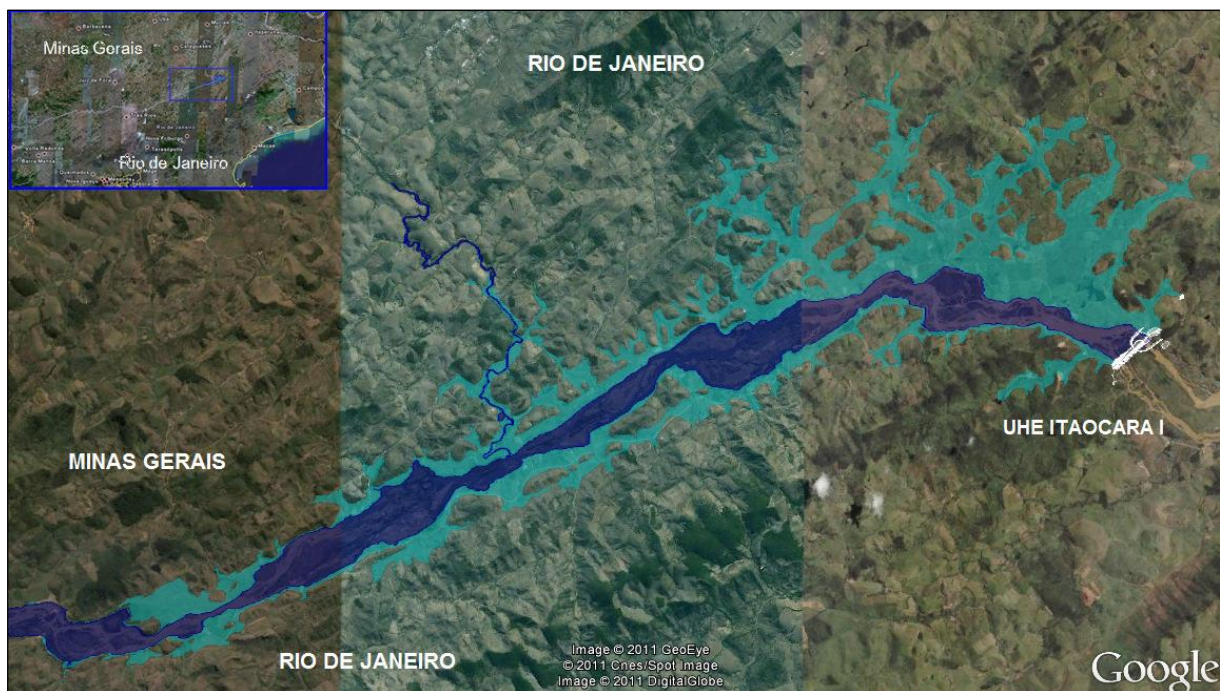


Figura 1: Área prevista para implantação da UHE Itaocara I, no trecho médio baixo do rio Paraíba do Sul, divisa entre Minas Gerais e Rio de Janeiro.

A bacia do rio Paraíba do Sul encontra-se inserida no bioma Mata Atlântica, apresentando, atualmente, uma paisagem descaracterizada em função de atividades antrópicas, com presença de formações florestais restritas a unidades de conservação.

De acordo com análises apresentadas no Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul, a mesma apresenta um quadro frágil em termos de qualidade da água. De fato, a grande maioria dos pontos

amostrados no Estudo de Impacto Ambiental (EIA), tanto no rio Paraíba do Sul quanto nos tributários, apresentou elevados índices de violação dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05, com destaque para o fósforo total, alumínio, coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), sulfetos, chumbo e cádmio.

No entanto, a maior parte do rio Paraíba do Sul e seus tributários apresentou alta disponibilidade de oxigênio dissolvido, em função de suas características físicas. Este aspecto é importante para a manutenção dos mecanismos de oxidação da matéria orgânica residual. Ainda assim, os elevados teores de coliformes, compostos fosfatados e DBO evidenciam um intenso processo de contaminação por material orgânico.

O rio Paraíba do Sul é considerado pela classificação de corpos hídricos um rio de Classe 2. Uma vez que, no trecho que sofrerá influência da UHE Itaocara I ainda não foi realizado o enquadramento dos tributários incluídos neste programa (rio Pirapetinga e rio Angu), os mesmos ficam enquadrados na Classe 2 (artigo 42 da Resolução CONAMA nº 357/05).

A seleção das estações de coleta de dados foi baseada no EIA (Ecology Brasil, 2011) totalizando 14 estações, sendo:

- Onze estações no rio Paraíba do Sul (P<sub>0</sub>, P<sub>1</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>, P<sub>5</sub>, P<sub>6</sub>, P<sub>8</sub>, P<sub>9</sub>, P<sub>10</sub>, P<sub>11</sub>, P<sub>12</sub>);
- Duas estações nos afluentes mais significativos em termos de vazão e uso do solo na bacia de drenagem:
  - Uma no rio Angu (P<sub>2</sub>) e;
  - Uma no rio Pirapetinga (P<sub>7</sub>).
- Uma estação na foz do rio Pomba (P<sub>13</sub>).

A localização das estações de amostragem será mantida fixa na fase pré-implantação (Quadro 1, Figura 2 a Figura 29), visando permitir a posterior comparação entre os diferentes períodos de amostragem. Entretanto, poderão ser realizados eventuais ajustes necessários na fase posterior ao enchimento do reservatório.

**Quadro 1: Coordenadas geográficas e descrição dos pontos de amostragem do Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade das Águas da UHE Itaocara I, divisa entre Minas Gerais e Rio de Janeiro.**

Ponto	Coordenadas Geográficas		Localização
	S	W	
P00	-21° 51'45.9"	-42° 38'40.5"	Reservatório UHE Ilha dos Pombos.
P01	-21° 50'08.1"	-42° 34'49.2"	Rio Paraíba do Sul, a jusante da UHE Ilha dos Pombos e a montante da UHE Itaocara I.
P02	-21° 47'10.8"	-42° 31'17.4"	Rio Angu, tributário que deságua no rio Paraíba do Sul e é importante contribuinte para o trecho a montante da UHE Itaocara I.
P03	-21° 48'20.1"	-42° 30'13.1"	Rio Paraíba do Sul, a jusante do rio Angu, a montante da UHE Itaocara I.
P04	-21° 46'13.6"	-42° 25'13.2"	Rio Paraíba do Sul, próximo ao município de Estrela D'Alva/MG a montante do



Ponto	Coordenadas Geográficas		Localização
	S	W	
			futuro remanso da UHE Itacara I e a jusante da área urbana da cidade.
P05	-21° 45'05.8"	-42° 23'06.1"	Rio Paraíba do Sul, a jusante do município de São Sebastião do Paraíba/RJ e a montante da UHE Itacara I.
P06	-21° 44'58.8"	-42° 20'19.2"	Rio Paraíba do Sul, inserido na área do futuro remanso da UHE Itacara I.
P07	-21° 42'26.4"	-42° 16'03.1"	Rio Pirapetinga, próximo à Cachoeira dos Patos, tributário do rio Paraíba do Sul e parte da área que será modificada pelo empreendimento de construção da UHE Itacara I.
P08	-21° 40'56.0"	-42° 11'48.4"	Rio Paraíba do Sul, no trecho que corresponderá ao limite do primeiro terço do reservatório da UHE Itacara I.
P09	-21° 41'37.6"	-42° 09'39.7"	Rio Paraíba do Sul a montante do eixo da UHE Itacara I.
P10	-21°42'42.7"	-42° 08'17.1"	Rio Paraíba do Sul, a montante do município de Batatal/RJ, a jusante da UHE Itacara I.
P11	-21°41'23.1"	-42° 06'54.6"	Rio Paraíba do Sul, a montante do município de Itacara/RJ.
P12	-21°39'26.2"	-42° 03'54.6"	Rio Paraíba do Sul, a jusante da cidade de Itacara/RJ.
P13	-21°37'49.1"	-42° 43'2.22"	Foz do rio Pomba.

**Estação P00 – Reservatório da UHE Ilha dos Pombos** (Figura 2 e Figura 3). A definição desse local teve como objetivo a avaliação da limnologia e qualidade das águas em um reservatório localizado a montante da UHE Itacara I.



**Figura 2: Montante do Ponto de Amostragem P00, localizado no reservatório da UHE Ilha dos Pombos, amostrados durante a execução do Programa.**



**Figura 3: Jusante do Ponto de Amostragem P00, localizado no reservatório da UHE Ilha dos Pombos, amostrados durante a execução do Programa.**

**Estação P01 - Rio Paraíba do Sul, a jusante da UHE Ilha dos Pombos** (Figura 4 e Figura 5). A definição desse local teve como objetivo a avaliação da limnologia e qualidade das águas na região do rio Paraíba do Sul a jusante do reservatório da UHE Ilha dos Pombos e a montante da UHE Itaocara I.



**Figura 4: Montante do Ponto de Amostragem P01, localizado a jusante da UHE Ilha dos Pombos, amostrados durante a execução do Programa.**



**Figura 5: Jusante do Ponto de Amostragem P01, localizado a jusante da UHE Ilha dos Pombos, amostrados durante a execução do Programa.**

**Estação P02 – Rio Angu** (Figura 6 e Figura 7). A definição desse local teve como objetivo a avaliação da limnologia e qualidade das águas em um tributário que deságua no rio Paraíba do Sul e é importante contribuinte para o trecho a montante da UHE Itaocara I.



**Figura 6: Montante do Ponto de Amostragem P02, localizado no rio Angu, amostrados durante a execução do Programa. de Monitoramento Limnológico e da Qualidade das Águas da UHE Itaocara I.**



**Figura 7: Jusante do Ponto de Amostragem P02, localizado no rio Angu, amostrados durante a execução do Programa. de Monitoramento Limnológico e da Qualidade das Águas da UHE Itaocara I.**

**Estação P03 - Rio Paraíba do Sul, a jusante do rio Angu** (Figura 8 e Figura 9). A definição desse local teve como objetivo a avaliação da limnologia e qualidade das águas na região a jusante da foz do rio Angu e a montante do início do reservatório da UHE Itaacara I.



**Figura 8: Montante do Ponto de Amostragem P03, localizado no rio Paraíba do Sul, amostrados durante a execução do Programa.**



**Figura 9: Jusante do Ponto de Amostragem P03, localizado no rio Paraíba do Sul, amostrados durante a execução do Programa.**

**Estação P04 - Rio Paraíba do Sul, próximo ao município de Estrela D’Alva-MG** (Figura 10 e Figura 11). A definição desse local teve como objetivo a avaliação da limnologia e qualidade das águas na região a jusante da área urbana de Estrela D’alva e a montante da UHE Itaacara I, conforme condicionante 2.9 da LP nº 428/2011.



**Figura 10: Montante do Ponto de Amostragem P04, localizado no rio Paraíba do Sul, amostrados durante a execução do Programa.**



**Figura 11: Jusante do Ponto de Amostragem P04, localizado no rio Paraíba do Sul, amostrados durante a execução do Programa.**

**Estação P05 - Rio Paraíba do Sul, a jusante do município de São Sebastião do Paraíba-RJ** (Figura 12 e Figura 13). A definição desse local teve como objetivo a avaliação da limnologia e qualidade das águas na região a jusante da área urbana de São Sebastião do Paraíba e a montante da UHE Itaocara I, conforme condicionante 2.9 da LP nº 428/2011.



**Figura 12: Montante do Ponto de Amostragem P05, localizado no rio Paraíba do Sul, amostrados durante a execução do Programa.**



**Figura 13: Jusante do Ponto de Amostragem P05, localizado no rio Paraíba do Sul, amostrados durante a execução do Programa.**

**Estação P06 - Rio Paraíba do Sul, na área de remanso da UHE Itaocara I** (Figura 14 e Figura 15). A definição desse local teve como objetivo a avaliação da limnologia e qualidade das águas no ponto do rio Paraíba do Sul que dará lugar ao remanso do reservatório da UHE Itaocara I.



**Figura 14: Montante do Ponto de Amostragem P06, localizado no rio Paraíba do Sul, amostrados durante a execução do Programa.**



**Figura 15: Jusante do Ponto de Amostragem P06, localizado no rio Paraíba do Sul, amostrados durante a execução do Programa.**

**Estação P07 - Rio Pirapetinga, próximo à Cachoeira dos Patos** (Figura 16 e Figura 17). A definição desse local teve como objetivo a avaliação da limnologia e qualidade das águas em um importante tributário do rio Paraíba do Sul, na parte que será modificada pelo empreendimento de construção da UHE Itaocara I.



**Figura 16: Montante do Ponto de Amostragem P07, localizado no rio Pirapetinga, amostrados durante a execução do Programa.**



**Figura 17: Jusante do Ponto de Amostragem P07, localizado no rio Pirapetinga, amostrados durante a execução do Programa.**

**Estação P08 - Rio Paraíba do Sul** (Figura 18 e Figura 19). A definição desse local teve como objetivo a avaliação da limnologia e qualidade das águas no trecho que corresponderá ao limite do primeiro terço do reservatório da UHE Itaocara I.



**Figura 18: Montante do Ponto de Amostragem P08, localizado no rio Paraíba do Sul, amostrados durante a execução do Programa.**

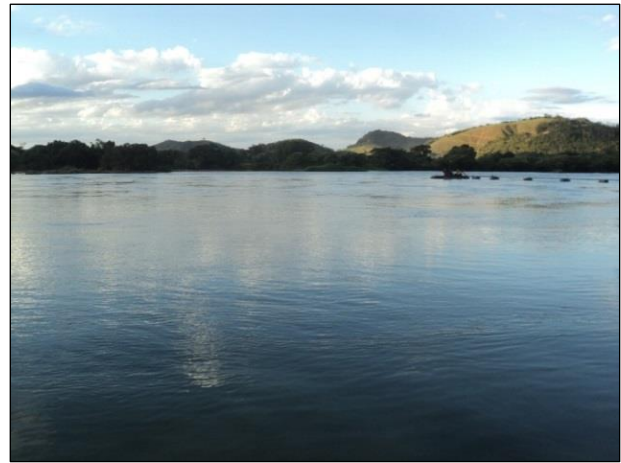


**Figura 19: Jusante do Ponto de Amostragem P08, localizado no rio Paraíba do Sul, amostrados durante a execução do Programa.**

**Estação P09 - Rio Paraíba do Sul, a montante do eixo da UHE Itacara I** (Figura 20 e Figura 21). A definição desse local teve como objetivo a avaliação da limnologia e qualidade das águas no ponto do rio Paraíba do Sul localizado imediatamente a montante do futuro barramento da UHE Itacara I.



**Figura 20: Montante do Ponto de Amostragem P09, localizado no rio Paraíba do Sul, amostrados durante a execução do Programa.**



**Figura 21: Jusante do Ponto de Amostragem P09, localizado no rio Paraíba do Sul, amostrados durante a execução do Programa.**

**Estação P10 - Rio Paraíba do Sul, a montante do município de Batatais** (Figura 22 e Figura 23). A definição desse local teve como objetivo a avaliação da limnologia e qualidade das águas na região a montante do município de Batatal-RJ e a jusante da UHE Itacara I.



**Figura 22: Montante do Ponto de Amostragem P10, localizado no rio Paraíba do Sul, amostrados durante a execução do Programa.**



**Figura 23: Jusante do Ponto de Amostragem P10, localizado no rio Paraíba do Sul, amostrados durante a execução do Programa.**

**Estação P11 - Rio Paraíba do Sul, a montante do município de Itaocara-RJ** (Figura 24 e Figura 25). A definição desse local teve como objetivo a avaliação da limnologia e qualidade das águas na região a montante do município de Itaocara e a jusante da UHE Itaocara I.

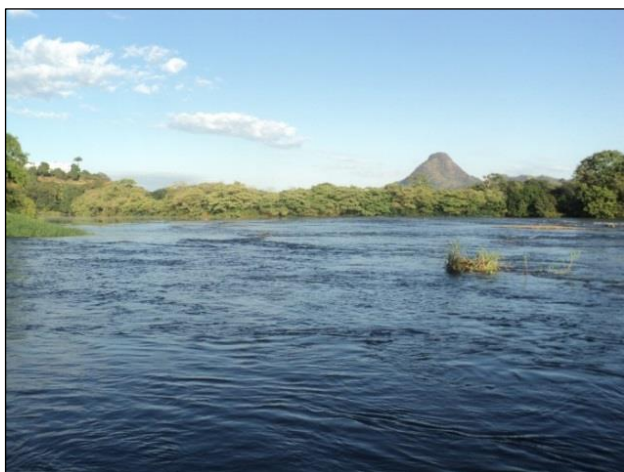


**Figura 24: Montante do Ponto de Amostragem P11, localizado no rio Paraíba do Sul, amostrados durante a execução do Programa.**



**Figura 25: Jusante do Ponto de Amostragem P11, localizado no rio Paraíba do Sul, amostrados durante a execução do Programa.**

**Estação P12 - Rio Paraíba do Sul, a jusante do município de Itaocara-RJ** (Figura 26 e Figura 27). A definição desse local teve como objetivo a avaliação da limnologia e qualidade das águas na região a jusante do município de Itaocara e a jusante da UHE Itaocara I.



**Figura 26: Montante do Ponto de Amostragem P12, localizado no rio Paraíba do Sul, amostrados durante a execução do Programa.**



**Figura 27: Jusante do Ponto de Amostragem P12, localizado no rio Paraíba do Sul, amostrados durante a execução do Programa.**

**Estação P13 - Foz do rio Pomba** (Figura 28 e Figura 29). A definição desse local teve como objetivo a avaliação da limnologia e qualidade das águas na região de confluência entre os rios Pomba e Paraíba do Sul.



**Figura 28: Montante do Ponto de Amostragem P13, localizado na foz do rio Pomba, amostrados durante a execução do Programa.**



**Figura 29: Jusante do Ponto de Amostragem P13, localizado na foz do rio Pomba, amostrados durante a execução do Programa.**

### 3.2. PERÍODO DE AMOSTRAGEM

As campanhas de campo do Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade das Águas da UHE Itaocara I foram realizadas nos meses de Fevereiro de 2013, Outubro de 2013, Fevereiro de 2014 e Maio de 2014, como mostra o Quadro 2.

**Quadro 2: Resumo das atividades desenvolvidas durante o Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade das Águas da UHE Itaocara I, no período entre Fevereiro de 2013 e Maio de 2014.**

Mês	Atividades
Fevereiro de 2013	Amostragem nas estações P00 a P13 entre 20 e 28/02/13
Outubro de 2013	Amostragem nas estações P00 a P13 entre 30/09 e 04/10/14
Fevereiro de 2014	Amostragem nas estações P00 a P13 entre 10 e 14/02/14
Maio de 2014	Amostragem nas estações P00 a P13 entre 26 e 30/05/14

### 3.3. PARÂMETROS ANALISADOS E AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Para a execução das atividades previstas no Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade das Águas da UHE Itaocara I foram realizadas amostragens da água, sedimentos e comunidades hidrobiológicas em todas as 14 estações amostrais da área de estudo, de acordo com as diretrizes do Estudo de Impacto Ambiental da UHE Itaocara I (Ecology, 2011) e também do Plano de Trabalho (BM\_IOA\_LIM\_PT\_01) elaborado e aprovado para a UHE Itaocara I. As análises realizadas em cada estação amostral ao longo da execução do monitoramento são relacionadas a seguir:



Parâmetros Físicos e Químicos Analisados nas Águas Superficiais:

- Alcalinidade Total, Alumínio Solúvel, Arsênio Total, Cádmio Total, Chumbo Total, Cloretos Totais, Clorofila-a, Cobalto Total, Cobre Dissolvido, Condutividade Elétrica, Cromo Total, DBO, Ferro Solúvel, Fosfato Total, Fósforo Total, Mercúrio Total, Níquel Total, Nitratos, Nitritos, Nitrogênio Amoniacal, Nitrogênio Orgânico, Oxigênio Dissolvido, Oxigênio Dissolvido (Saturação), pH, Potássio Total, Sólidos Dissolvidos Totais, Sólidos Totais, Sílica Total, Sulfatos Totais, Temperatura Ambiente, Temperatura da Água, Transparência da Água, Turbidez e Zinco Total.

Parâmetros bacteriológicos (microbiológicos) Analisados nas Águas Superficiais:

- Coliformes Termotolerantes e Coliformes Totais.

Parâmetros Orgânicos Indicadores da Presença de Agrotóxicos (Condicionante 2.9c da LP nº 428/2011) Analisados nas Águas Superficiais:

- Bifenilas Policloradas (PCB's), Pesticidas Organoclorados (Alaclor, Aldrin, Atrazina, Dieldrin, Cis-Clordano, Trans-Clordano, 2,4-D, Dodecacloropentaciclodecano, Endossulfan (a, b e sulfato), Endrin, Heptacloro e Heptacloro Epóxido, Lindano (g-HCH), Metolacloro, Simazina, 2, 4,5-T, 2, 4,5-TP, Trifluralina, Hexaclorobenzeno, DDT's e Metoxicloro) e Pesticidas Organofosforados (Demeton (Demeton-O e Demeton-S), Malation e Paration).

Comunidades Hidrobiológicas:

- Análises quali-quantitativas da Comunidade Fitoplanctônica (incluindo contagens específicas das algas cianobactérias);
- Análises quali-quantitativas da Comunidade Zooplanctônica;
- Análises quali-quantitativas da das Macroalgas bentônicas (Perifiton);
- Análises quali-quantitativas dos Macroinvertebrados Bentônicos.

Compostos Analisados nos Sedimentos:

- Alumínio Total, Arsênio Total, Cádmio Total, Carbono Orgânico Total, Chumbo Total, Cobalto Total, Cobre Total, Cromo Total, Ferro Total, Fósforo Total, Matéria Orgânica Total, Mercúrio Total, Níquel Total, Nitrogênio Total, Zinco Total.
- Análises Granulométricas.

Todos os procedimentos de coleta de água seguiram as normas da ABNT NBR 9897 (Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores.) e NBR 9898 (Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores), juntamente com as diretrizes do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012) e do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (CETESB/ANA, 2011).

Excepcionalmente na 1ª campanha realizada em Fevereiro de 2013, não houve amostragem dos sedimentos e das macroalgas bentônicas, bem como de alguns parâmetros físicos e químicos e dos parâmetros orgânicos indicadores da presença de agrotóxicos. Já nas campanhas realizadas em Outubro/13, Fevereiro/14 e Maio/14, todo o escopo relacionado no Plano de Trabalho (BM\_IOA\_LIM\_PT\_01) foi avaliado, em cada uma das 14 estações amostrais.

Dentre a amostragem dos parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos das águas, os parâmetros condutividade elétrica, pH, temperatura, oxigênio dissolvido/saturação de oxigênio foram medidos in situ, por meio de sonda multiparâmetros (Figura 30). A medição da transparência da água foi realizada com uso de Disco de Secchi (Figura 31). Para as demais análises, foram coletadas amostras de água superficial (Figura 32) e encaminhadas, preservadas e encaminhadas para laboratório acreditado na Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005 do INMETRO.

Na estação P09, localizada imediatamente a montante do eixo da barragem, também foi realizado perfil vertical, com leituras a cada 10 cm, para os parâmetros condutividade elétrica, pH, temperatura, oxigênio dissolvido/saturação de oxigênio, de modo a atender ao texto da condicionante 2.9 da LP no 428/2011 (Figura 33).



**Figura 30: Medição de parâmetros físicos e químicos in situ com uso de sonda multiparâmetros, durante a execução do Programa.**



**Figura 31: Medição da transparência da água com uso do Disco de Secchi, durante a execução do Programa.**

No momento das amostragens, foram avaliadas, visualmente, as condições do tempo, a presença de espuma ou odor característico na água e as condições das margens (p. ex. presença de lixo, casas e lançamento de efluentes). Essas informações foram anotadas em fichas de campo específicas e utilizadas para auxiliar na interpretação dos resultados das análises.



**Figura 32: Procedimento de coleta de águas superficiais para análise em laboratório, durante a execução do Programa.**



**Figura 33: Realização de perfil vertical na estação P09, durante a execução do Programa.**

As amostras quantitativas de fitoplâncton foram coletadas em frascos de 1 litro a uma profundidade de aproximadamente 20 cm, através da inserção do frasco na coluna d'água com a boca voltada para baixo. As amostras foram fixadas em solução de lugol para posterior análise em laboratório. As amostras qualitativas foram coletadas ao longo de toda a coluna d'água, na margem, e especialmente em direção à região central do rio, com uma rede planctônica de abertura de malha de 20  $\mu\text{m}$  (Figura 34). O material concentrado pela rede foi fixado em solução de Transeau e encaminhado para análise laboratorial

As análises de densidades de algas cianobactérias foram realizadas nas amostras quantitativas da comunidade fitoplanctônica. Os procedimentos de amostragem e análise desses organismos foram realizados seguindo as diretrizes da Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, que prevê a exposição dos resultados em células/mililitro.

As coletas quantitativas de zooplâncton foram realizadas filtrando-se 200 l da subsuperfície a 1 metro de profundidade em uma rede de plâncton de 68  $\mu\text{m}$  de abertura de malha (Figura 35). O material coletado foi mantido em frascos de polietileno, corados com solução rosa-de-bengala e fixado em solução de formaldeído a 4%. As análises qualitativas foram realizadas a partir de 15 arrastos horizontais e verticais, ou até que se verificasse a colmatação da rede.

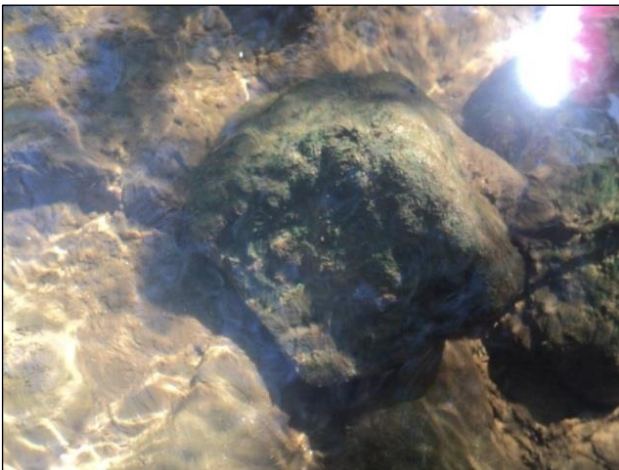


**Figura 34: Amostragem da comunidade fitoplanctônica, realizada durante a execução do Programa.**

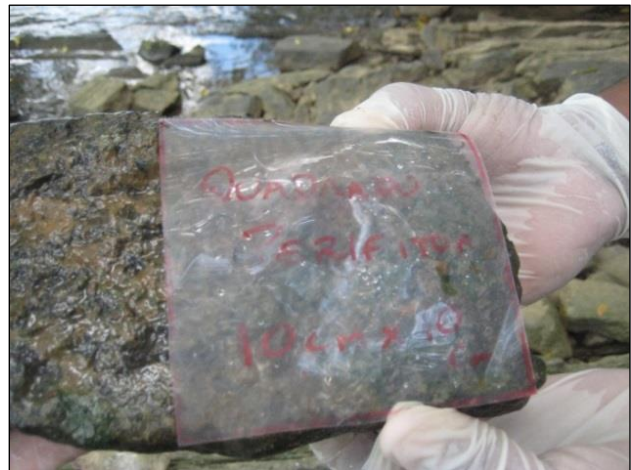


**Figura 35: Amostragem da comunidade zooplanctônica, realizada durante a execução do Programa.**

Para o estudo quantitativo de macroalgas bentônicas (perifiton) foi utilizada a técnica dos quadrados (Figura 36 e Figura 37). A análise quantitativa da comunidade de macroalgas foi realizada, em cada ponto de coleta, em 10 locais distribuídos ao longo de um trecho de 30 metros, em uma das margens do rio. Além dos espécimes encontrados no estudo quantitativo, foram coletadas amostras ao longo de toda a margem para integrar a análise qualitativa. Os espécimes de macroalgas foram coletados com auxílio de uma espátula e/ou escova (Figura 38 e Figura 39), dependendo do substrato e, em seguida, acondicionados em frascos devidamente rotulados e fixados em solução de formaldeído 4%.



**Figura 36: Amostragem das macroalgas bentônicas (perifiton) realizada durante a execução do Programa.**



**Figura 37: Amostragem das macroalgas bentônicas (perifiton) realizada durante a execução do Programa.**



**Figura 38: Amostragem das macroalgas bentônicas (perifiton) realizada durante a execução do Programa.**



**Figura 39: Amostragem das macroalgas bentônicas (perifiton) realizada durante a execução do Programa.**

A análise quali-quantitativa dos macroinvertebrados bentônicos foi realizada com uso de Rede em D, sendo todos os microhabitats existentes nas margens amostrados (Figura 40 e Figura 41). De acordo como Merrit & Cummins (1984), esse é o método que possibilita a maior representatividade do habitat. Cada amostra foi padronizada em 2 Kg, de modo a permitir a comparação entre o número de organismos identificados em cada estação amostral. As amostras obtidas foram fixadas em álcool 70%.

O uso de amostragem quantitativa de macroinvertebrados bentônicos por uso de draga e/ou “core” foi substituído pela metodologia descrita acima, tendo em vista a baixa qualidade de dados obtidas por esses métodos, que por não serem capazes de amostrar os habitats onde ocorre a grande maioria das espécies, como vegetações ripárias submersas, sob pedras e ou troncos, acabam subestimando significativamente essa comunidade, levando a uma interpretação de resultados incoerente com a realidade do local.



**Figura 40: Procedimento de coleta dos macroinvertebrados bentônicos, durante a execução do Programa.**



**Figura 41: Exemplar de macroinvertebrado bentônico, durante a execução do Programa.**

Por fim, para a caracterização granulométrica e dos compostos presentes nos sedimentos, analisados em cada estação de amostragem, foi utilizada uma draga para obtenção de aproximadamente 1 Kg de sedimento (Figura 42), o qual foi acondicionado em sacos plásticos e refrigerado a 4°C até o devido encaminhamento ao laboratório para a realização das análises.



**Figura 42: Procedimento de amostragem de sedimentos, durante a execução do Programa.**

A análise dos resultados dos parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos foi realizada considerando as diretrizes da Resolução CONAMA 357/05, que “*Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências*”. Nesse caso, foram utilizados os limites de enquadramento para águas de Classe 2.

O uso e ocupação dos solos na bacia de drenagem da área de estudo, presença de indústrias e influência dos municípios também foram consideradas na avaliação dos resultados.

Além da relação com as diretrizes legais, a partir dos resultados físicos, químicos e bacteriológicos das águas avaliadas, o Índice de Qualidade das Águas (IQA) foi calculado para todas as estações amostrais. Desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* (NSF), nos Estados Unidos, através de pesquisa de opinião junto a vários especialistas da área ambiental, o IQA é um índice bastante aplicado para o monitoramento da qualidade das águas de corpos hídricos brasileiros, utilizando um conjunto de nove parâmetros qualidade de água (temperatura, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes termotolerantes, cloretos, nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais e turbidez), que ao final permitem atribuir uma nota ao corpo hídrico, a qual está correlacionada à qualidade de suas águas.

Para o cálculo do IQA, a seguinte fórmula é utilizada:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Onde:

IQA = Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

Qi = qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva "curva média de variação de qualidade", em função de sua concentração ou medida e

Wi = peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Onde:

n = número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

Dentro da caracterização das comunidades hidrobiológicas, foram avaliadas a composição das espécies registradas, principais grupos e as densidades com que foram registrados. Também foram avaliadas riqueza e densidades, a ocorrência de dominâncias e a presença de espécies raras, endêmicas, ameaçadas de extinção e daquelas consideradas bioindicadoras de qualidade das águas, possibilitando, o conjunto dessas informações, a realização de inferências sobre as condições dos corpos d'água estudados.

Ainda, os seguintes índices foram calculados para a avaliação das comunidades hidrobiológicas:

- Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H'). Esse foi proposto por Shannon (1948), e possui uma vantagem em relação aos índices de Margalef, Gleason e Menhinick, pois é apropriado para amostras aleatórias de espécies de uma comunidade de interesse, sendo estimado através da seguinte equação:

$$H' = -\sum \left( \frac{n_i}{N} \cdot \ln \frac{n_i}{N} \right)$$

Onde:

H' = índice de diversidade;

ni = densidade ou biomassa da espécie i;

N = densidade ou biomassa total.

- Índice de Equitabilidade de Pielou (J') (Pielou, 1975). Esse índice descreve o grau de homogeneidade de distribuição de indivíduos por espécie e é calculado pela seguinte fórmula:

$$E = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Onde:

E = índice de equitabilidade;

H' = índice de diversidade;

S = número de espécies da amostra.

- Índice Biological Monitoring Work Party (BMWP)

O índice BMWP constitui uma ferramenta de avaliação da qualidade das águas de acordo com a tolerância das famílias de organismos da comunidade dos macroinvertebrados bentônicos à poluição orgânica, sendo que quanto maior a sensibilidade a impactos, maior a pontuação no índice.

Os escores mais elevados são atribuídos aos organismos menos tolerantes à poluição. Desse modo, o índice considera que nos ecossistemas aquáticos onde a poluição orgânica é baixa ou ausente podem ser encontrados macroinvertebrados sensíveis. Já em corpos hídricos com elevadas concentrações de poluentes orgânicos é esperado o encontro apenas de organismos muito resistentes.

Proposto por Alba-Tercedor (1996) (Quadro 3) e adaptado para ecossistemas brasileiros por vários pesquisadores, com destaque para Trivinho-Strixino & Nascimento (2001), o BMWP é amplamente utilizado na avaliação da qualidade da água em todo o mundo, sendo caracterizado como uma avaliação simples da qualidade ambiental (Hawkes, 1997).

**Quadro 3: Classes de qualidade, significado dos valores do Índice BMWP e cores a utilizar nas representações cartográficas (Alba-Tercedor, 1996).**

Qualidade	Valor	Significado	Cor
Boa (I)	> 150 ou 101-150	Águas muito limpas ou Águas limpas, sem alteração ou contaminação evidente	
Aceitável (II)	61-100	Águas com alguns sinais de contaminação	
Duvidosa (III)	36-60	Águas contaminadas	
Crítica (IV)	16-35	Águas muito contaminadas	
Muito Crítica (V)	< 15	Águas fortemente contaminadas	



## 4. DIAGNÓSTICO

---

### 4.1. PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E BACTERIOLÓGICOS

Os resultados das análises dos parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos das águas analisadas durante as atividades do Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade das Águas da UHE Itaocara I, no período entre Fevereiro de 2013 e Maio de 2014 podem ser analisados do Quadro 4 ao Quadro 7.

No caso em que os parâmetros avaliados apresentaram concentrações acima dos limites de detecção dos métodos, os resultados também foram expostos sob a forma de gráficos, visando facilitar a percepção de alterações entre estações e ao longo do período monitorado, bem como com os limites da Resolução CONAMA 357/05. Os laudos técnicos das análises laboratoriais podem ser analisados no Anexo 2.

Para discussão dos resultados encontrados, os parâmetros limnológicos foram reunidos em sete grupos temáticos:

- Parâmetros relacionados ao equilíbrio ácido-básico da água (alcalinidade total, pH e condutividade elétrica);
- Parâmetros relacionados aos nutrientes dissolvidos na água (fósforo total, fosfato total, nitratos, nitritos, nitrogênio amoniacal e nitrogênio orgânico);
- Parâmetros indicadores da concentração material orgânico e dos níveis de oxigenação das águas (demanda bioquímica de oxigênio – DBO, oxigênio dissolvido, saturação de oxigênio dissolvido e temperatura da água e do ar);
- Parâmetros relacionados aos teores de sólidos e transparência das águas (sólidos totais, sólidos dissolvidos totais, transparência da água e turbidez);
- Parâmetros relacionados aos metais e demais compostos dissolvidos nas águas (alumínio solúvel, arsênio total, cádmio total, chumbo total, cobalto total, cobre dissolvido, cromo total, ferro solúvel, mercúrio total, níquel total, zinco total, cloretos totais, potássio total, sílica total e sulfatos totais);
- Parâmetros orgânicos indicadores da presença de agrotóxicos e contaminantes (bifenilas policloradas (PCB's), pesticidas organoclorados (alaclor, aldrin, atrazina, dieldrin, cis-clordano, trans-clordano, 2,4-d, dodecacloropentaciclodecano, endossulfan (a, b e sulfato), endrin, heptacloro e heptacloro epóxido, lindano (g-HCH), metolacloro, simazina, 2,4,5-t, 2,4,5-tp, trifluralina, hexaclorobenzeno, DDT's e metoxicloro) e pesticidas organofosforados (demeton (demeton-o e demeton-s), malation e paration);
- Parâmetros bacteriológicos e biológicos (coliformes termotolerantes, coliformes totais e clorofila-a).

Quadro 4: Resultados das análises físicas, químicas e bacteriológicas, durante a execução do Programa. (P00 a P03). **Nota:** Valores acima dos limites definidos pela Resolução CONAMA 357 marcados em vermelho.

Parâmetro	Unidade	Limite CONAMA 357	Estações Amostrais															
			P00				P01				P02				P03			
			fev/13	out/13	fev/14	mai/14	fev/13	out/13	fev/14	mai/14	fev/13	out/13	fev/14	mai/14	fev/13	out/13	fev/14	mai/14
Alcalinidade Total	mg/l	ND	9	12,93	17,15	24,74	13	13,93	17,15	25,25	11	19,9	27,93	34,84	16	12,93	17,64	25,25
Alumínio Solúvel	mg/l	0,1	<0,1	<0,05	0,05	<0,05	<0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,1	0,06	<0,05	<0,05	<0,1	<0,05	0,07	0,07
Arsênio Total	mg/l	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Bifenilas Policloradas (PCB's)	µg/l	0,001	-	<0,00064	<0,00064	<0,00064	-	<0,00064	<0,00064	<0,00064	-	<0,00064	<0,00064	<0,00064	-	<0,00064	<0,00064	<0,00064
Cádmio Total	mg/l	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Chumbo Total	mg/l	0,01	<0,01	<0,008	<0,008	<0,008	<0,01	<0,008	<0,008	<0,008	<0,01	<0,008	<0,008	<0,008	<0,01	<0,008	<0,008	<0,008
Cloretos	mg/l	250	1,05	4,5	8,41	4,5	1,09	5	4,95	3	1,07	2,5	4,7	2	1,16	4	6,93	3
Clorofila-a	µg/l	30	1,5	<1	<1	3,67	1,3	5,67	<1	1,67	1,8	3,34	<1	1,67	1,1	<1	<1	<1
Cobalto Total	mg/l	0,05	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobre Dissolvido	mg/l	0,009	0,001	<0,007	<0,007	<0,007	0,001	<0,007	<0,007	<0,007	0,003	<0,007	<0,007	<0,007	0,001	<0,007	<0,007	<0,007
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1.000	3,0	2.300,0	648,0	15.800,0	1,0	630,0	847,0	2.510,0	1,0	6.400,0	729,0	10.500,0	1,0	900,0	810,0	6.480,0
Coliformes Totais	NMP/100 ml	ND	424,5	9,24 x 10 <sup>6</sup>	1.000,0	87.000,0	424,5	43.200,0	1.500,0	40.200,0	424,5	72.900,0	2.200,0	226.000,0	1.732,9	51.200,0	1.100,0	13.400,0
Condutividade Elétrica	µS/cm	ND	60,6	28,2	33,2	27,1	57,6	28,3	32,8	27,5	52,8	21,5	26,5	21,6	58,8	28,7	32,4	28,2
Cromo Total	mg/l	0,05	<0,01	<0,009	<0,009	<0,009	<0,01	<0,009	<0,009	<0,009	<0,01	<0,009	<0,009	<0,009	<0,01	<0,009	<0,009	<0,009
DBO	mg/l	5	<0,5	<2,0	2,8	1,04	<0,5	2,83	1,3	0,8	<0,5	3,05	4,35	1,3	<0,5	2,83	3	1,75
Ferro Solúvel	mg/l	0,3	-	<0,1	0,28	<0,1	-	<0,1	0,26	<0,1	-	0,48	0,33	0,29	-	<0,1	0,23	<0,1
Fosfato Total	mg/l	ND	<0,01	0,15	0,09	0,03	0,02	0,15	0,12	0,06	<0,01	0,12	0,12	0,06	<0,01	0,15	0,09	0,12
Fósforo Total	mg/l	*	-	0,05	0,02	0,01	-	0,05	0,03	0,02	-	<0,05	0,03	0,02	-	0,05	0,02	0,04
Mercúrio Total	mg/l	0,0002	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Níquel Total	mg/l	0,025	0,1	<0,008	<0,008	<0,008	<0,1	<0,008	<0,008	<0,008	<0,1	<0,008	<0,008	<0,008	<0,1	<0,008	<0,008	<0,008
Nitratos	mg/l	10	0,95	<0,01	1,2	0,8	1,23	<0,01	1,3	0,6	0,91	<0,01	0,6	1,3	1,3	<0,01	0,9	0,6
Nitritos	mg/l	1	0,08	<0,01	0,03	<0,01	0,04	<0,01	0,03	<0,01	0,07	<0,01	0,07	<0,01	0,09	<0,01	0,05	<0,01
Nitrogênio Amoniacal	mg/l	**	0,93	0,04	0,02	0,05	1,19	0,04	0,03	0,07	0,8	0,03	0,05	0,06	1	0,02	0,03	0,03
Nitrogênio Orgânico	mg/l	ND	-	0,71	3,36	0,5	-	1,07	3,33	1,06	-	1,08	2,75	1,06	-	0,54	3,33	1,09
Oxigênio Dissolvido	mg/l	> 5	7,3	7,9	6,56	7,87	7,8	8,28	7,11	7,96	6,8	7,89	7,29	7,98	8,1	8,15	6,93	8,04
Oxigênio Dissolv. (Saturação)	%	ND	-	93,7	78,20	90,60	-	98,5	89,00	94,10	-	95	90,00	94,30	-	97,2	86,80	95,10
Pesticidas Organoclorados	µg/l	ND	-	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1
Pesticidas Organofosforados	µg/l	ND	-	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1
pH		6 a 9	7,6	6,5	7,54	7,71	7,5	6,03	6,15	6,64	7,4	5,7	6,57	5,84	7,6	5,69	7,39	7,12
Potássio Total	mg/l	ND	2,8	2,06	2,19	2	3,04	2,17	2,1	1,97	2,78	1,93	1,63	1,86	2,92	2,19	2,11	2,03
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/l	500	7	35,4	37,15	39,60	2	35,2	51,20	39,20	8	27,9	31,65	30,60	7	35,15	38,75	39,45
Sólidos Totais	mg/l	ND	15	41	62,00	39,60	19	58	68,00	39,20	24	54	58,00	30,60	18	62	66,00	39,45
Sílica Total	mg/l	ND	<0,01	10,6	10,4	3,27	<0,01	10,2	0,9	3,31	<0,01	13	2,3	5,89	<0,01	10,3	11	3,86
Sulfatos Totais	mg/l	250	<1,0	5,2	19,15	<2,0	<1,0	6,24	3,49	<2,0	1	5,88	5,86	<2,0	<1,0	6,43	15,3	<2,0
Temperatura Ambiente	°C	ND	32	26,1	30,5	26,2	33,8	27,6	29,6	26,6	28,5	27,9	31,6	26,9	31	25,2	31,2	23,1
Temperatura da Água	°C	ND	28	23,78	29,31	22,54	27,2	24,08	29,62	22,8	26,7	24,06	29,39	23,18	28,1	24,25	29,29	22,76
Transparência da Água	m	ND	-	1,6	2,5	3,1	-	1,2	1,2	1,2	-	0,3	0,4	0,7	-	1,1	1	0,9
Turbidez	NTU	100	32	2,33	4,21	2,23	24	2,05	5,57	2,82	58	13,04	13,2	7,01	42	2,66	5,12	6,87
Zinco Total	mg/l	0,18	<0,1	<0,06	<0,06	<0,06	<0,1	<0,06	<0,06	<0,06	<0,1	<0,06	<0,06	<0,06	<0,1	<0,06	<0,06	<0,06

Legenda: ND= não definido, \*Limites Fósforo Total: 0,1 mg/l para ambientes lóticos (P01 a P13), 0,03 mg/l para ambientes lênticos (P00). \*\* Limites N-amoniacoal: 3,7mg/l para pH < 7,5 / 2,0 mg/l para 7,5 < pH < 8,0 / 1,0 mg/l para 8,0 < pH < 8,5 / 0,5 mg/l para pH > 8,5.

Quadro 5: Resultados das análises físicas, químicas e bacteriológicas, durante a execução do Programa. (P04 a P07). **Nota:** Valores acima dos limites definidos pela Resolução CONAMA 357 marcados em vermelho.

Parâmetro	Unidade	Limite CONAMA 357	Estações Amostrais															
			P04				P05				P06				P07			
			fev/13	out/13	fev/14	mai/14	fev/13	out/13	fev/14	mai/14	fev/13	out/13	fev/14	mai/14	fev/13	out/13	fev/14	mai/14
Alcalinidade Total	mg/l	ND	10	14,92	17,64	26,76	9	13,93	18,13	24,24	6	12,93	17,64	25,25	10	35,82	58,31	87,36
Alumínio Solúvel	mg/l	0,1	<0,1	<0,05	0,07	0,06	0,9	<0,05	<0,05	0,06	<0,1	<0,05	<0,05	0,07	<0,1	<0,05	<0,05	<0,05
Arsênio Total	mg/l	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Bifenilas Policloradas (PCB's)	µg/l	0,001	-	<0,00064	<0,00064	<0,00064	-	<0,00064	<0,00064	<0,00064	-	<0,00064	<0,00064	<0,00064	-	<0,00064	<0,00064	<0,00064
Cádmio Total	mg/l	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Chumbo Total	mg/l	0,01	<0,01	<0,008	<0,008	<0,008	<0,01	<0,008	<0,008	<0,008	<0,01	<0,008	<0,008	<0,008	<0,01	<0,008	<0,008	<0,008
Cloretos	mg/l	250	1,81	5,5	6,93	4	0,97	4,5	6,93	3,5	1,09	4,5	9,4	4	1,11	6,5	8,41	6,5
Clorofila-a	µg/l	30	1,3	3	<1	<1	2,1	1,67	<1	8,01	1,8	<1	<1	<1	1,6	<1	2,34	5,34
Cobalto Total	mg/l	0,05	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobre Dissolvido	mg/l	0,009	0,001	<0,007	<0,007	<0,007	0,003	<0,007	<0,007	<0,007	0,001	<0,007	<0,007	<0,007	0,003	<0,007	<0,007	<0,007
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1.000	<1	1.320,0	137,0	13.200,0	<1	1.450,0	729,0	12.100,0	<1	1.100,0	729,0	1.920,0	1,0	66.000,0	729,0	1.290,0
Coliformes Totais	NMP/100 ml	ND	1.732,9	109.000,0	350,0	311.000,0	424,5	60.000,0	1.900,0	90.000,0	424,5	49.000,0	900,0	28.000,0	424,5	8,47 x 10 <sup>6</sup>	1.600,0	33.000,0
Condutividade Elétrica	µS/cm	ND	58,6	28,3	32,2	28,2	58,9	28,5	33	28,3	61	28,9	33,3	27,8	122,5	24,4	62,1	58,2
Cromo Total	mg/l	0,05	<0,01	<0,009	<0,009	<0,009	<0,01	<0,009	<0,009	<0,009	<0,01	<0,009	<0,009	<0,009	<0,01	<0,009	<0,009	<0,009
DBO	mg/l	5	<0,5	3,39	1,8	1,25	<0,5	2,94	4,35	2	1,4	3,17	4,35	2,45	<0,5	3,51	1,65	3,15
Ferro Solúvel	mg/l	0,3	-	<0,1	0,2	<0,1	-	<0,1	0,2	0,1	-	<0,1	0,19	0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1
Fosfato Total	mg/l	ND	<0,01	0,09	0,12	<0,02	<0,01	0,12	0,12	0,15	<0,01	0,18	0,12	0,03	<0,01	0,27	0,18	0,15
Fósforo Total	mg/l	*	-	<0,05	0,03	<0,01	-	<0,05	0,06	0,05	-	0,06	0,02	0,01	-	0,09	0,06	0,05
Mercúrio Total	mg/l	0,0002	< 0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	< 0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	< 0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	< 0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Níquel Total	mg/l	0,025	<0,1	<0,008	<0,008	<0,008	<0,1	<0,008	<0,008	<0,008	<0,1	<0,008	<0,008	<0,008	0,1	<0,008	<0,008	<0,008
Nitratos	mg/l	10	0,85	<0,01	1,2	0,8	1,43	<0,01	0,6	0,4	1,22	<0,01	0,6	0,6	1,77	<0,01	1,1	0,3
Nitritos	mg/l	1	0,03	<0,01	0,04	<0,01	0,01	<0,01	0,07	<0,01	0,01	<0,01	0,07	<0,01	0,01	<0,01	0,04	0,03
Nitrogênio Amoniacal	mg/l	**	0,82	0,02	0,03	0,02	1,42	0,03	0,05	0,02	1,11	0,03	0,05	0,02	1,98	0,02	0,11	0,27
Nitrogênio Orgânico	mg/l	ND	-	0,54	3,89	1,1	-	0,55	2,75	1,1	-	1,08	2,75	0,53	-	1,09	3,25	0,29
Oxigênio Dissolvido	mg/l	> 5	7,1	8,18	7,33	8,13	7,8	7,7	7,84	8,03	6,4	8,63	8,01	8,4	6,2	6,46	5,41	6,58
Oxigênio Dissolv. (Saturação)	%	ND	-	97,8	90,20	96,20	-	93,6	95,40	95,00	-	103,7	96,50	99,10	-	76,6	61,60	82,50
Pesticidas Organoclorados	µg/l	ND	-	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1
Pesticidas Organofosforados	µg/l	ND	-	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1
pH		6 a 9	7,4	5,45	5,83	6,72	7,4	5,6	6,12	7	7,8	5,47	5,93	5,73	7,6	5,3	6,92	5,9
Potássio Total	mg/l	ND	2,88	2,22	2,21	2,05	2,3	1,93	2,11	2,22	2,83	2,23	2,28	2,12	2,3	3,86	2,34	2,35
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/l	500	5	35,4	37,80	39,48	7	35,05	36,80	39,65	5	35,05	56,00	39,75	1	34,95	66,10	76,45
Sólidos Totais	mg/l	ND	14	52	40,00	39,48	15	51	66,00	39,65	43	49	36,85	39,75	7	51	96,00	76,45
Sílica Total	mg/l	ND	<0,01	8,3	9,6	4,19	<0,01	8,2	2,3	4,1	<0,01	8,4	2,3	4,23	<0,01	15,5	16,5	4,47
Sulfatos Totais	mg/l	250	<1,0	6,47	16,57	<2,0	<1,0	5,02	16,39	4,33	<1,0	6,25	5,94	<2,0	<1,0	<2,0	3,01	<2,0
Temperatura Ambiente	°C	ND	29,1	27,2	31,8	25,3	33,7	27,6	31,4	25,5	29,9	28,1	33,6	26,1	37,6	26,2	30,5	25,8
Temperatura da Água	°C	ND	27,4	24,32	29,29	22,79	29,5	24,89	30	23,1	27	24,66	30,31	23,07	31	23,91	30,33	24,14
Transparência da Água	m	ND	-	0,9	1,2	1	-	0,5	1,2	1,1	-	0,9	1,3	1,3	-	1	1	0,3
Turbidez	NTU	100	37	3,74	6,91	6,2	53	2,41	6,39	5,25	59	2,61	4,83	5,04	44	7,67	15,3	5,08
Zinco Total	mg/l	0,18	<0,1	<0,06	<0,06	<0,06	<0,1	<0,06	<0,06	<0,06	<0,1	<0,06	<0,06	<0,06	<0,1	<0,06	<0,06	<0,06

Legenda: ND= não definido, \*Limites Fósforo Total: 0,1 mg/l para ambientes lóticos (P01 a P13), 0,03 mg/l para ambientes lênticos (P00). \*\* Limites N-amoniacoal: 3,7mg/l para pH < 7,5 / 2,0 mg/l para 7,5 < pH < 8,0 / 1,0 mg/l para 8,0 < pH < 8,5 / 0,5 mg/l para pH > 8,5.

Quadro 6: Resultados das análises físicas, químicas e bacteriológicas, durante a execução do Programa. (P08 a P11). **Nota:** Valores acima dos limites definidos pela Resolução CONAMA 357 marcados em vermelho.

Parâmetro	Unidade	Limite CONAMA 357	Estações Amostrais															
			P08				P09				P10				P11			
			fev/13	out/13	fev/14	mai/14	fev/13	out/13	fev/14	mai/14	fev/13	out/13	fev/14	mai/14	fev/13	out/13	fev/14	mai/14
Alcalinidade Total	mg/l	ND	14	13,93	16,66	25,75	11	12,93	20,09	26,26	8	13,93	19,6	28,78	13	14,92	19,6	27,27
Alumínio Solúvel	mg/l	0,1	<0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,1	<0,05	<0,05	0,06	<0,1	<0,05	0,06	<0,05	<0,1	<0,05	<0,05	<0,05
Arsênio Total	mg/l	0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Bifenilas Policloradas (PCB's)	µg/l	0,001	-	<0,00064	<0,00064	<0,00064	-	<0,00064	<0,00064	<0,00064	-	<0,00064	<0,00064	<0,00064	-	<0,00064	<0,00064	<0,00064
Cádmio Total	mg/l	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Chumbo Total	mg/l	0,01	<0,01	<0,008	<0,008	<0,008	<0,01	<0,008	<0,008	<0,008	<0,01	<0,008	<0,008	<0,008	<0,01	<0,008	<0,008	<0,008
Cloretos	mg/l	250	1,11	4,5	7,42	6	0,05	5,5	6,93	4,5	0,05	4,5	5,94	4,5	1,14	4,5	5,94	5
Clorofila-a	µg/l	30	1,7	<1	<1	<1	2,8	3	<1	4	1,9	<1	<1	3,34	1,1	<1	<1	4,34
Cobalto Total	mg/l	0,05	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobre Dissolvido	mg/l	0,009	0,002	<0,007	<0,007	<0,007	0,001	<0,007	<0,007	<0,007	0,001	<0,007	<0,007	<0,007	0,001	<0,007	<0,007	<0,007
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1.000	1,0	1.060,0	990,0	270,0	1,0	1.170,0	700,0	6.480,0	1,0	1.060,0	720,0	720,0	28,0	810,0	576,0	1.170,0
Coliformes Totais	NMP/100 ml	ND	1.732,9	121.000,0	2.300,0	1.700,0	424,5	81.000,0	990,0	49.000,0	1.732,9	119.000,0	1.100,0	1.100,0	424,5	7.290,0	960,0	13.000,0
Condutividade Elétrica	µS/cm	ND	60,1	26,7	33,1	28,5	60,4	28,1	32,7	28,4	58,8	28,3	33,5	29	61,2	28,7	33,4	28,8
Cromo Total	mg/l	0,05	<0,01	<0,009	<0,009	<0,009	<0,01	<0,009	<0,009	<0,009	<0,01	<0,009	<0,009	<0,009	<0,01	<0,009	<0,009	<0,009
DBO	mg/l	5	1,1	3,39	3,5	1,8	<0,5	2,71	2,45	0,85	1,6	3,17	1,35	1	<0,5	2,79	1,8	1,85
Ferro Solúvel	mg/l	0,3	-	<0,1	0,2	<0,1	-	<0,1	0,46	0,14	-	<0,1	0,18	0,1	-	<0,1	0,19	<0,1
Fosfato Total	mg/l	ND	0,01	0,12	0,09	0,03	0,01	0,15	0,12	0,03	0,02	0,15	0,09	0,09	<0,01	0,18	0,12	0,06
Fósforo Total	mg/l	*	-	<0,05	0,02	0,01	-	0,05	0,03	0,01	-	0,05	0,02	0,03	-	0,06	0,02	0,02
Mercúrio Total	mg/l	0,0002	< 0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	< 0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	< 0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	< 0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Níquel Total	mg/l	0,025	<0,1	<0,008	<0,008	<0,008	0,1	<0,008	<0,008	<0,008	<0,1	<0,008	<0,008	<0,008	<0,1	<0,008	<0,008	<0,008
Nitratos	mg/l	10	1,04	<0,01	0,7	0,4	0,95	<0,01	1,1	0,6	0,96	<0,01	0,2	0,5	1	<0,01	1,2	0,7
Nitritos	mg/l	1	0,03	<0,01	0,05	<0,01	0,05	<0,01	0,03	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	0,04	<0,01
Nitrogênio Amoniacal	mg/l	**	1,01	0,02	0,03	0,06	0,87	0,03	0,03	0,04	0,92	0,04	0,03	<0,02	0,82	0,04	0,03	0,02
Nitrogênio Orgânico	mg/l	ND	-	1,65	2,77	0,49	-	0,53	3,33	0,51	-	1,63	2,99	0,54	-	1,08	2,77	0,53
Oxigênio Dissolvido	mg/l	> 5	7,3	8,24	7,8	8,33	6,9	8,61	6,12	8,07	7,3	8,32	6,23	7,99	7,1	8,67	6,23	7,89
Oxigênio Dissolv. (Saturação)	%	ND	-	98,4	95,00	98,70	-	103,6	71,40	95,40	-	99,8	74,40	94,40	-	104	74,40	93,40
Pesticidas Organoclorados	µg/l	ND	-	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1
Pesticidas Organofosforados	µg/l	ND	-	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1
pH		6 a 9	7,8	6,41	6,31	6,82	7,7	5,87	7,3	6,38	7,7	6,68	7,26	6,71	7,7	5,7	6,09	6,8
Potássio Total	mg/l	ND	2,88	2,34	2,2	2,03	1,9	2,2	2,18	2,09	2,9	2,1	2,13	1,99	1,8	2,14	2,12	2,04
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/l	500	1	73	37,70	40,90	12	35,4	36,95	39,75	5	35,15	38,00	41,55	7	35,3	36,70	40,85
Sólidos Totais	mg/l	ND	26	84	74,00	40,90	60	47	80,00	39,75	31	41	76,00	41,55	28	49	46,00	40,85
Sílica Total	mg/l	ND	<0,01	9,9	11	3,42	<0,01	9,5	9,2	3,79	<0,01	13,1	9,9	4,13	<0,01	10	9,9	4,26
Sulfatos Totais	mg/l	250	<1,0	5,88	16,56	<2,0	<1,0	6,43	15,93	<2,0	<1,0	6,46	2,46	<2,0	<1,0	5,94	19,11	<2,0
Temperatura Ambiente	°C	ND	28,9	27,5	33,2	25	29	29,6	29,6	24,3	28,5	29,1	30,1	24,2	30,3	30,2	31,2	26,1
Temperatura da Água	°C	ND	27,4	24,30	30,62	23,85	28,1	24,69	29,57	23,9	26,7	24,52	29,54	23,88	28,9	25,24	29,88	23,11
Transparência da Água	m	ND	-	1	1,3	1,3	-	1,1	1,3	1,3	-	1,2	1,1	1,2	-	1,15	1,4	1,1
Turbidez	NTU	100	39	2,39	5,66	2,45	28	2,81	9,31	16,2	46	2,46	5,32	2,32	39	2,88	5,71	2,44
Zinco Total	mg/l	0,18	<0,1	<0,06	<0,06	<0,06	<0,1	<0,06	<0,06	<0,06	<0,1	<0,06	<0,06	<0,06	<0,1	<0,06	<0,06	<0,06

Legenda: ND= não definido, \*Limites Fósforo Total: 0,1 mg/l para ambientes lóticos (P01 a P13), 0,03 mg/l para ambientes lênticos (P00). \*\* Limites N-amoniacal: 3,7mg/l para pH < 7,5 / 2,0 mg/l para 7,5 < pH < 8,0 / 1,0 mg/l para 8,0 < pH < 8,5 / 0,5 mg/l para pH > 8,5.

**Quadro 7: Resultados das análises físicas, químicas e bacteriológicas, durante a execução do Programa. (P12 e P13). Nota: Valores acima dos limites definidos pela Resolução CONAMA 357 marcados em vermelho.**

Parâmetro	Unidade	Limite CONAMA 357	Estações Amostrais							
			P12				P13			
			fev/13	out/13	fev/14	mai/14	fev/13	out/13	fev/14	mai/14
Alcalinidade Total	mg/l	ND	11	13,93	16,17	26,26	11	15,92	16,17	26,26
Alumínio Solúvel	mg/l	0,1	<0,1	<0,05	0,06	<0,05	<0,1	<0,05	0,05	<0,05
Arsênio Total	mg/l	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Bifenilas Policloradas (PCB's)	µg/l	0,001	-	<0,00064	<0,00064	<0,00064	-	<0,00064	<0,00064	<0,00064
Cádmio Total	mg/l	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Chumbo Total	mg/l	0,01	<0,01	<0,008	<0,008	<0,008	<0,01	<0,008	<0,008	<0,008
Cloretos	mg/l	250	1,32	4	4,95	4	0,05	4	5,94	4
Clorofila-a	µg/l	30	1,6	1,67	<1	<1	1,3	<1	<1	1,67
Cobalto Total	mg/l	0,05	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobre Dissolvido	mg/l	0,009	0,001	<0,007	<0,007	<0,007	0,001	<0,007	<0,007	<0,007
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1.000	25,0	1.090,0	1.100,0	4.860,0	30,0	972,0	800,0	600,0
Coliformes Totais	NMP/100 ml	ND	2.419,6	72.600,0	2.500,0	56.000,0	1.732,9	56.700,0	1.250,0	3.000,0
Condutividade Elétrica	µS/cm	ND	62,5	29,2	35	28,7	60,2	24,2	32,9	28,8
Cromo Total	mg/l	0,05	<0,01	<0,009	<0,009	<0,009	<0,01	<0,009	<0,009	<0,009
DBO	mg/l	5	<0,5	2,71	2,5	1,45	<0,5	3,51	2,55	1,25
Ferro Solúvel	mg/l	0,3	-	<0,1	0,2	<0,1	-	<0,1	0,19	0,12
Fosfato Total	mg/l	ND	<0,01	0,09	0,12	0,09	<0,01	0,09	0,15	<0,02
Fósforo Total	mg/l	*	-	<0,05	0,03	0,03	-	<0,05	0,05	<0,01
Merúrio Total	mg/l	0,0002	< 0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	< 0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Níquel Total	mg/l	0,025	<0,1	<0,008	<0,008	<0,008	<0,1	<0,008	<0,008	<0,008
Nitratos	mg/l	10	1,03	<0,01	1,1	0,6	1,23	<0,01	1,1	0,8
Nitritos	mg/l	1	0,01	<0,01	0,07	<0,01	0,01	<0,01	0,03	<0,01
Nitrogênio Amoniacal	mg/l	**	1	0,02	0,05	0,06	1,11	0,03	0,03	0,03
Nitrogênio Orgânico	mg/l	ND	-	0,91	3,87	0,49	-	1,08	2,87	0,52
Oxigênio Dissolvido	mg/l	> 5	6,5	7,9	6,4	7,62	6,9	7,61	7,07	8,32
Oxigênio Dissolv. (Saturação)	%	ND	-	96,5	76,00	88,80	-	93,7	88,80	98,60
Pesticidas Organoclorados	µg/l	ND	-	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1
Pesticidas Organofosforados	µg/l	ND	-	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1
pH		6 a 9	7,6	5,6	5,37	7,01	7,5	5,6	5,48	7,18
Potássio Total	mg/l	ND	2,7	2,13	2,18	2,14	3,1	1,76	2,13	2,04
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/l	500	1	35,5	37,70	40,00	1	30,75	36,05	39,55
Sólidos Totais	mg/l	ND	33	54	50,00	40,00	26	46	40,05	39,55
Sílica Total	mg/l	ND	<0,01	9	9,2	2,59	<0,01	13,7	8,6	4,06
Sulfatos Totais	mg/l	250	<1,0	5,61	13,5	<2,0	<1,0	<2,0	17,07	<2,0
Temperatura Ambiente	°C	ND	30,1	29,2	30,8	27,6	31,4	28,3	32,6	24,7
Temperatura da Água	°C	ND	29	25,49	29,95	23	29,5	25,97	29,67	24,03
Transparência da Água	m	ND	-	0,9	1	0,6	-	0,9	0,9	1,4
Turbidez	NTU	100	42	2,36	6,31	2,64	37	1,94	7,16	2,66
Zinco Total	mg/l	0,18	<0,1	<0,06	<0,06	<0,06	<0,1	<0,06	<0,06	<0,06

Legenda: ND= não definido, \*Limites Fósforo Total: 0,1 mg/l para ambientes lóticos (P01 a P13), 0,03 mg/l para ambientes lênticos (P00). \*\* Limites N-amoniacoal: 3,7mg/l para pH < 7,5 / 2,0 mg/l para 7,5 < pH < 8,0 / 1,0 mg/l para 8,0 < pH < 8,5 / 0,5 mg/l para pH > 8,5.

### Parâmetros relacionados ao equilíbrio ácido-básico da água

A análise dos parâmetros relacionados ao equilíbrio ácido-básico das águas é importante para avaliar se as mesmas mantêm condições adequadas no que diz respeito à sua alcalinidade ou acidez, presença de partículas iônicas e para aspectos como capacidade de tamponamento para eventuais entradas de substâncias ácidas.

Nesse sentido, os resultados dos estudos sobre a qualidade das águas do rio Paraíba do Sul e tributários, na área de inserção da UHE Itaocara I, mostram águas com alcalinidade uniforme no corpo hídrico principal (rio Paraíba do Sul), onde houve baixa variação entre as estações amostrais, sendo verificado ligeiro aumento nas leituras ao longo do período monitorado, com valores em níveis intermediários (Figura 43).

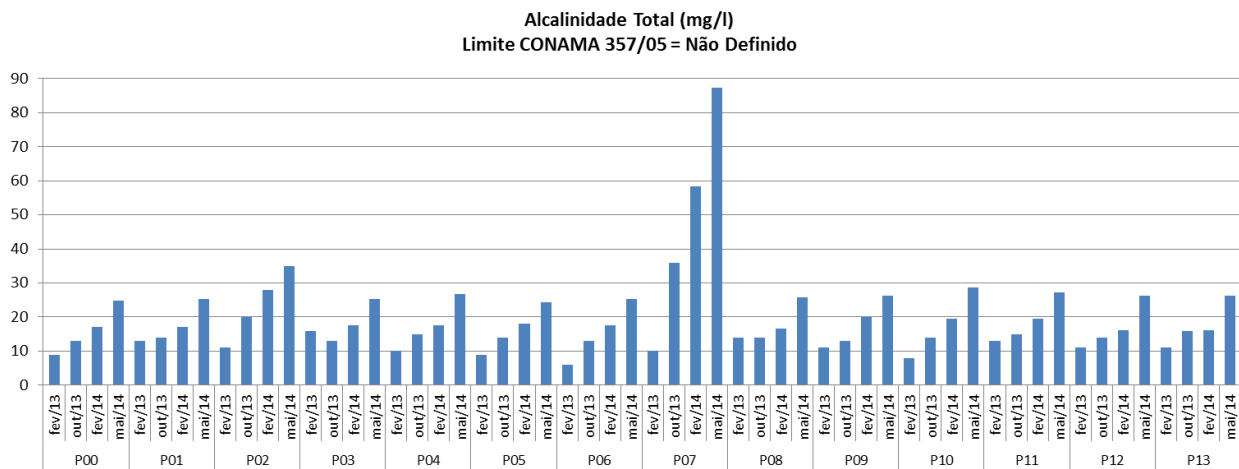
Nos tributários (rio Angu – P02 e rio Pirapetinga – P07), já se observa valores de alcalinidade mais elevados, principalmente no ponto P07, onde a alcalinidade foi elevada (principalmente em Fevereiro e Maio/14), indicando maior concentração nas águas do rio Pirapetinga de compostos a base de carbonatos e bicarbonatos, se destacando dos demais locais avaliados.

A Resolução CONAMA 357/05 não apresenta limites para esse parâmetro, cuja presença nas águas é importante para o efeito tampão (neutralização) de eventuais aportes externos de substâncias ácidas, mantendo o pH em níveis mais neutros. No entanto, valores muito elevados de alcalinidade, com os medidos no rio Pirapetinga em Fevereiro e Maio/14, podem indicar a contaminação das águas por compostos com características básicas, comuns em alguns processos industriais.

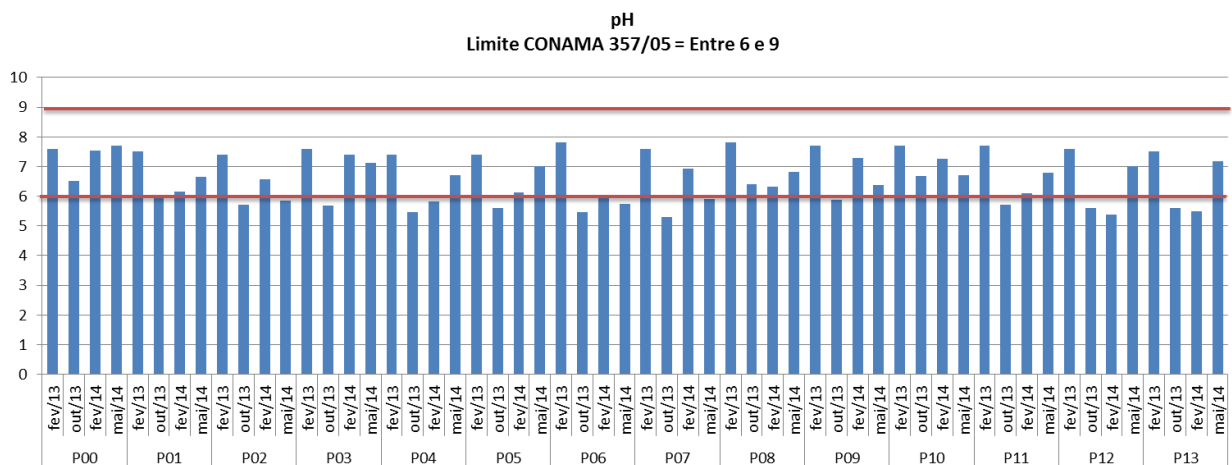
As leituras do pH das águas ao longo das 14 estações amostrais monitoradas entre Fevereiro/13 Maio/14 indicaram a presença de águas ligeiramente alcalinas no reservatório da UHE Ilha dos Pombos (P00), favorecido pela maior atividade fotossintética nesse local, e tendência de águas com pH neutro (em torno de 7) e/ou ligeiramente ácido (entre 5 e 6,5) nas estações amostrais que avaliaram o rio Paraíba do Sul e sus tributários (Figura 44).

Em algumas oportunidades ao longo de todo o período monitorado, houveram registros de pH com valor inferior ao limite mínimo (pH entre 6 e 9) previsto na Resolução CONAMA 357/05 (Figura 44), mas em nenhum caso em níveis que pudessem apresentar interferência ao desenvolvimento da biota aquática, portanto não se configurando em motivos de maiores preocupações.

Chama atenção, entretanto, a redução do pH nas águas do rio Paraíba do Sul a jusante do município de Itaocara (estações P12 e P13), principalmente em Outubro/13 e Fevereiro/14, o que pode estar relacionado ao aporte de efluentes nas águas. No caso do rio Pirapetinga (P07), pode-se observar que mesmo com a alcalinidade elevada, o pH das águas se manteve neutro e/ou ligeiramente ácido, indicando a presença também de compostos ácidos nas águas, os quais vêm sendo tamponados no corpo hídrico, não alterando o equilíbrio do pH.



**Figura 43: Resultados das análises de alcalinidade total, registrados durante a execução do Programa.**

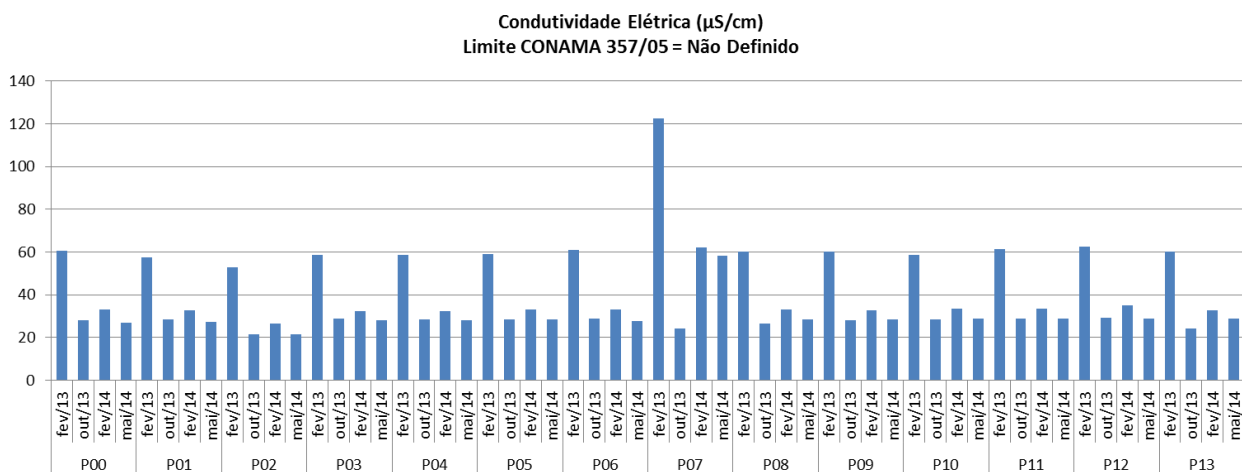


**Figura 44: Resultados das análises de pH, registrados durante a execução do Programa.**

O outro parâmetro avaliado dentro do grupo de parâmetros indicadores do equilíbrio ácido-básico das águas foi à condutividade elétrica, que mede a concentração de compostos iônicos e catiônicos nas águas, com capacidade de condução de eletricidade. Os compostos iônicos são sólidos que se dissolvem em água e caracterizados como sendo cloretos, sulfatos, nitratos e fosfatos. Os compostos catiônicos também interferem na condutividade elétrica da água e possuem cátions de sódio, magnésio, cálcio, ferro, alumínio e amônio. Materiais orgânicos, como óleos, graxas, álcool e fenóis não possuem a capacidade de conduzir eletricidade.

Os resultados das análises de condutividade elétrica mostraram valores homogêneos de compostos iônicos e catiônicos nas águas de todas as estações amostrais do rio Paraíba do Sul (Figura 45). Em Fevereiro/13, as leituras foram maiores do que nos demais meses monitorados, quando os valores de condutividade foram classificados como intermediários, podendo refletir o período de chuvas (escoamento superficial), já que a pluviosidade entre Outubro/13 e Fevereiro/14 foi muito reduzida.

O rio Angu (P02) apresentou a menor condutividade elétrica dentre todas as 14 estações amostrais, enquanto que o rio Pirapetinga (P07), assim como verificado nas análises de alcalinidade total, se destacou das demais estações, com condutividade relativamente mais elevada (Figura 45), corroborando as afirmações sobre a maior concentração de compostos dissolvidos nas águas desse rio, cuja fonte pode estar no município de Pirapetinga, localizado poucos quilômetros a montante do ponto de monitoramento. A Resolução CONAMA 357/05 não prevê limites para a condutividade elétrica.



**Figura 45: Resultados das análises de condutividade elétrica, registrados durante a execução do Programa.**

### Parâmetros relacionados aos nutrientes dissolvidos na água

Em relação aos nutrientes presentes nas águas, foram avaliados os parâmetros fósforo total, fosfato total e os compostos nitrogenados, representados pelos nitratos, nitritos e nitrogênio amoniacal, além do nitrogênio orgânico.

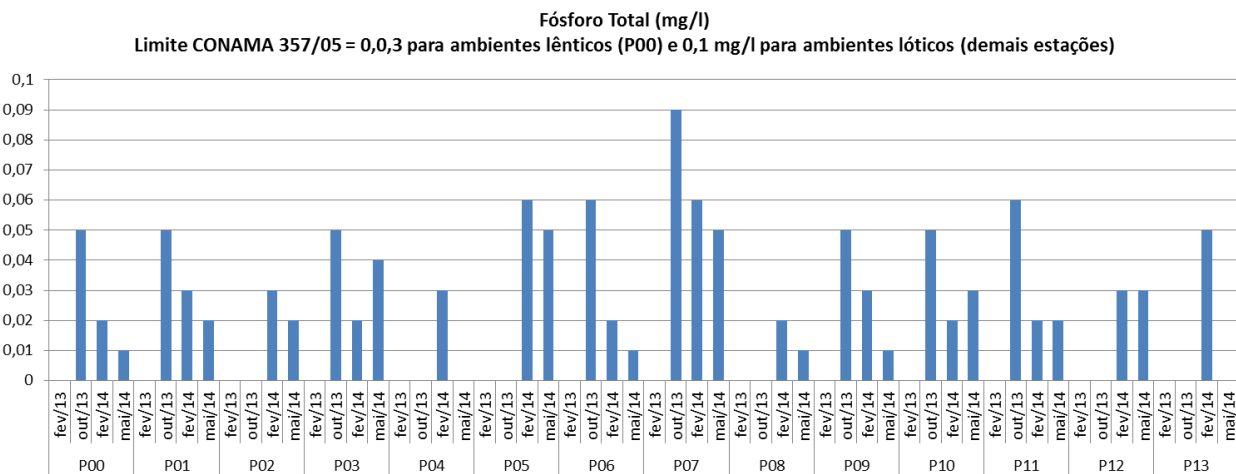
As concentrações de nutrientes na coluna d'água são um dos fatores determinantes para a estruturação de toda cadeia trófica presente no ecossistema aquático. Isso porque fósforo e nitrogênio são considerados nutrientes limitantes ao crescimento dos produtores primários, grupo que possui papel fundamental na determinação do restante da cadeia alimentar e no processo de eutrofização dos ambientes aquáticos (Wetzel, 2001).

Uma vez com os nutrientes em altas concentrações na água, a possibilidade de crescimento exagerado desses organismos, cujos principais representantes são as algas e as macrófitas aquáticas, aumenta drasticamente (Tundisi & Matsumuro-Tundisi, 2008). Desses nutrientes, o fósforo é o principal nutriente limitante da produção primária em ambientes aquáticos e o determinante nos processos de eutrofização dos corpos hídricos (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2008).

No estudo em questão, pode-se notar a presença de fósforo total (que não foi avaliado na 1ª campanha de Fevereiro/13) nas águas do rio Paraíba do Sul (com valores entre 0,01 e 0,06 mg/l), no reservatório da UHE

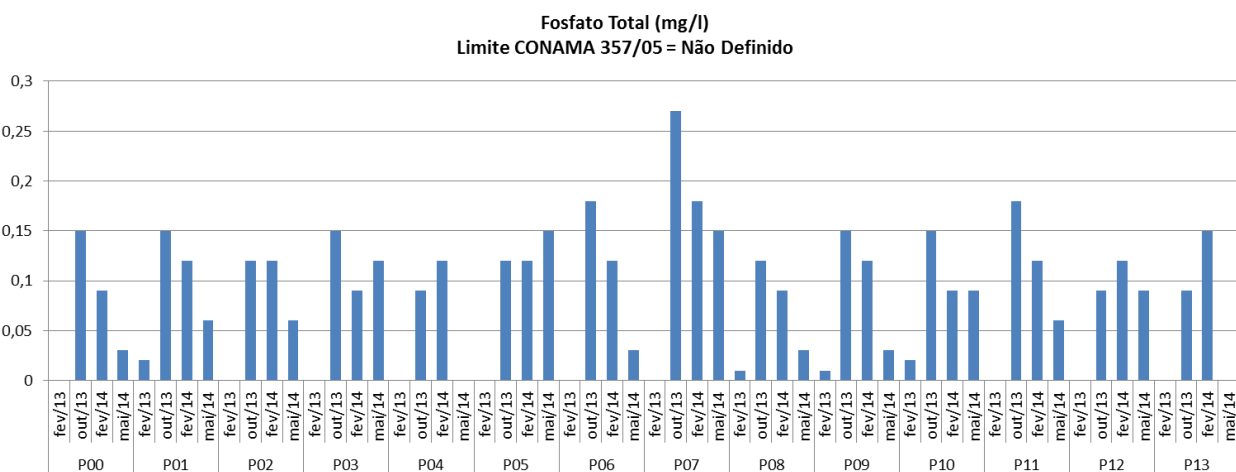


Ilha dos Pombos (entre 0,01 e 0,05 mg/l), no rio Angu (0,03 mg/l) e no rio Pirapetinga (entre 0,02 e 0,03 mg/l) (Figura 46). Apesar do registro de fósforo em todos os pontos avaliados ao longo dos meses de Outubro/13 e Maio/14, em nenhum deles houve infração aos limites previstos na Resolução CONAMA 357/05, para águas de Classe 2 (0,03 mg/l para ambientes lênticos e 0,1 mg/l para ambientes lóticos).



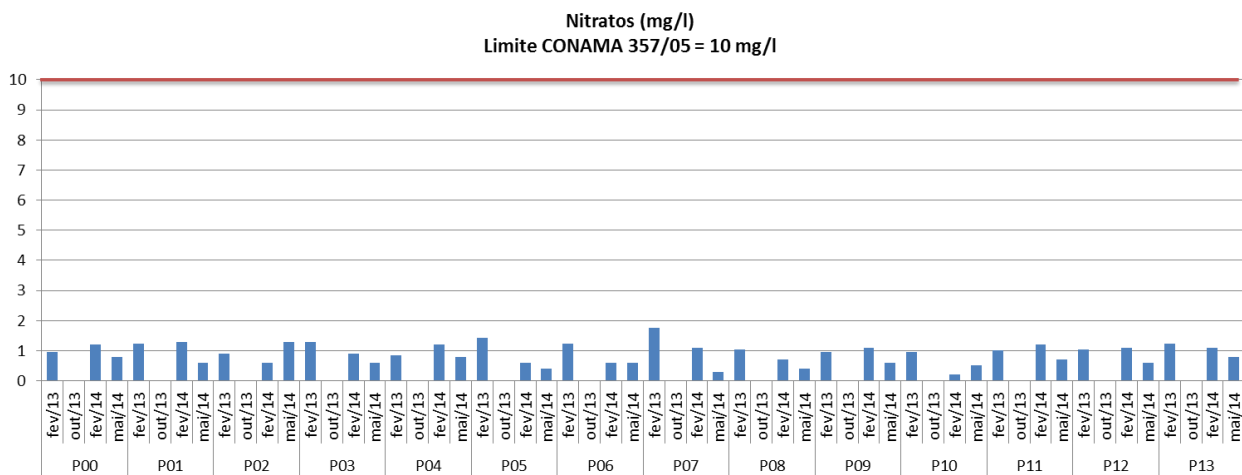
**Figura 46: Resultados das análises de fósforo total, registrados durante a execução do Programa.**

De qualquer forma, analisando os valores do composto fosfato total (Figura 47), que indica a disponibilidade de fósforo para os organismos aquáticos, nota-se que esse elemento está disponível em toda a área de estudo. Os resultados também mostram que o rio Pirapetinga (P07) é uma importante fonte de fósforo para o rio Paraíba do Sul, tendo em vista as maiores concentrações de fósforo total e fosfato total nesse corpo hídrico.

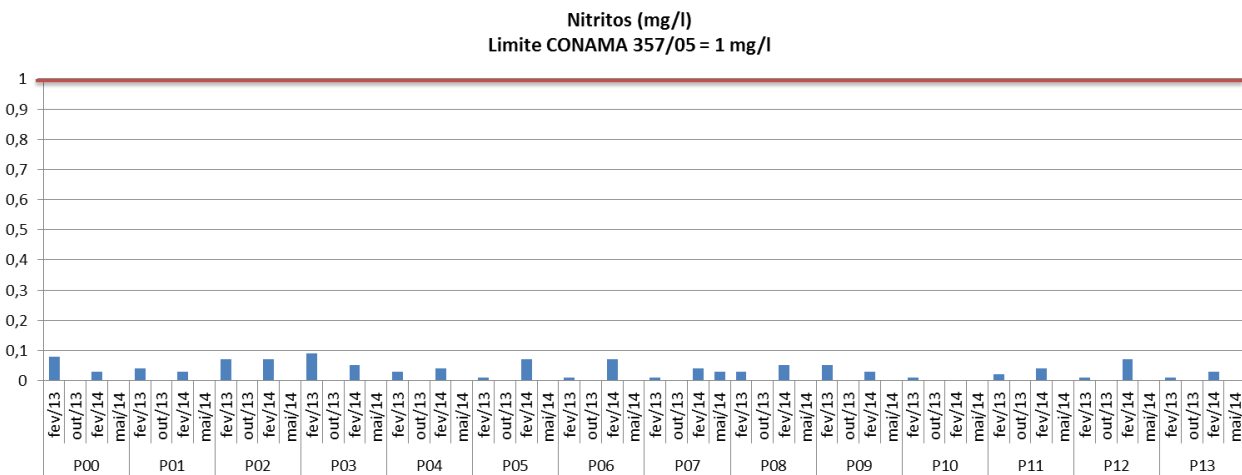


**Figura 47: Resultados das análises de fosfato total, registrados durante a execução do Programa.**

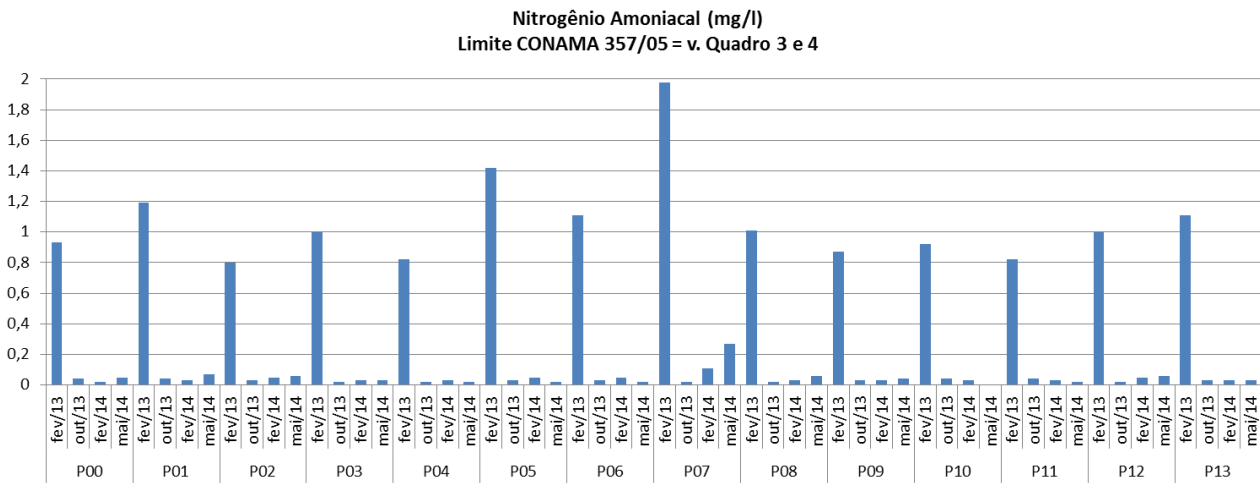
Em relação aos compostos nitrogenados (nitratos, nitritos e nitrogênio amoniacal), as concentrações desses três compostos apresentaram o mesmo padrão de valores reduzidos em todas as estações amostrais, durante todo monitoramento da qualidade das águas, na totalidade dos casos abaixo dos limites da Resolução CONAMA nº 357/05 (máximo de 10 mg/l para nitratos, 1 mg/l para nitritos e 3,7 mg/l (para pH < 7,5) para nitrogênio amoniacal, segundo a Resolução CONAMA nº 357/05 para águas de Classe 2) (Quadro 4 a Quadro 7 e Figura 48 a Figura 50).



**Figura 48: Resultados das análises de nitratos, registrados durante a execução do Programa.**



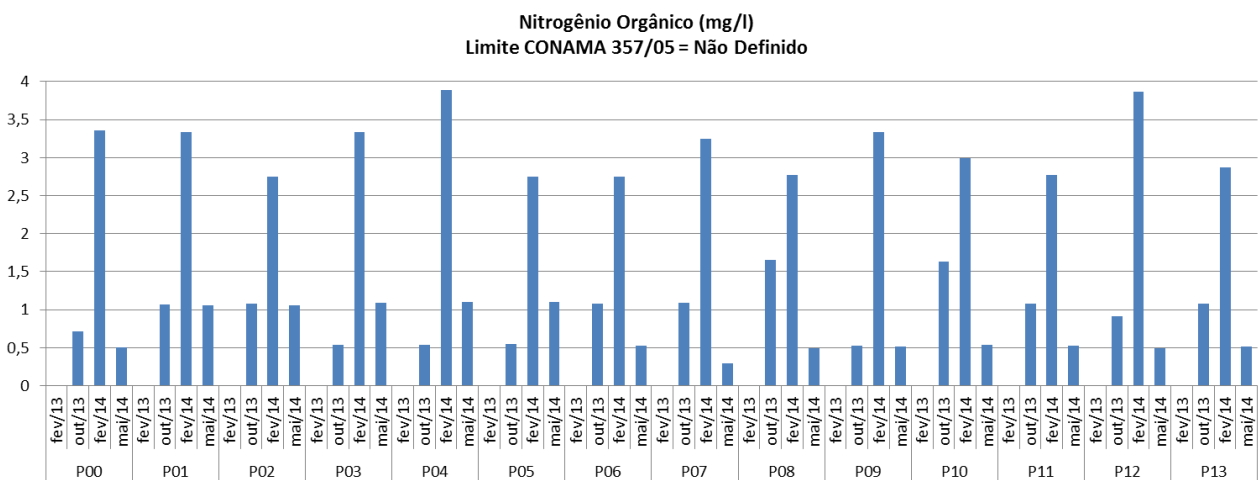
**Figura 49: Resultados das análises de nitritos, registrados durante a execução do Programa.**



**Figura 50: Resultados das análises de nitrogênio amoniacal, registrados durante a execução do Programa.**

Dos três compostos nitrogenados, em Fevereiro/13 houve maior concentração de nitrogênio amoniacal, em todas as estações amostrais, mas em níveis sempre abaixo do limite legal (Figura 50). Nos demais meses, os nitratos apresentaram as maiores concentrações relativas (Figura 48), mas com valores absolutos que não indicam qualquer desequilíbrio nos corpos hídricos, assim como verificado para os nitritos (Figura 49), considerado um indicador de poluição recente.

A presença mesmo que reduzida de nitratos nas águas contribuiu para o desenvolvimento da fauna hidrobiológica e consequentemente para as leituras de nitrogênio orgânico, mesmo que tenuamente. Para esse parâmetro os resultados, que refletem a biomassa da biota aquática planctônica presente nos corpos hídricos, foram reduzidos em Outubro/13 e Maio/14 e intermediários em Fevereiro/14 (Figura 51). A Resolução CONAMA 357/05 não prevê limites para o nitrogênio orgânico. Esse parâmetro, assim como o fósforo total e o fosfato total, não foi alvo de análise na 1ª campanha de Fevereiro/13.

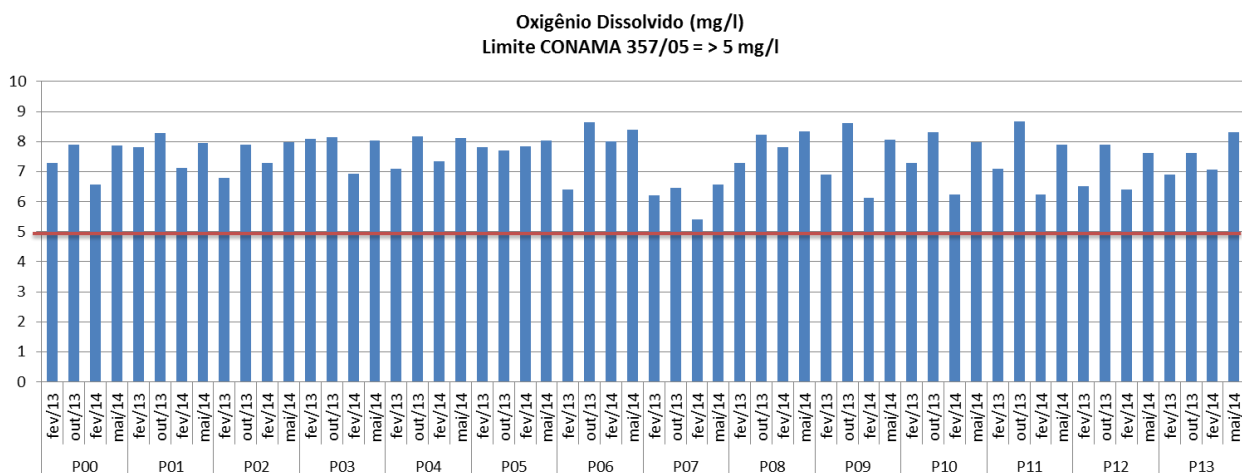


**Figura 51: Resultados das análises de nitrogênio orgânico, registrados durante a execução do Programa.**

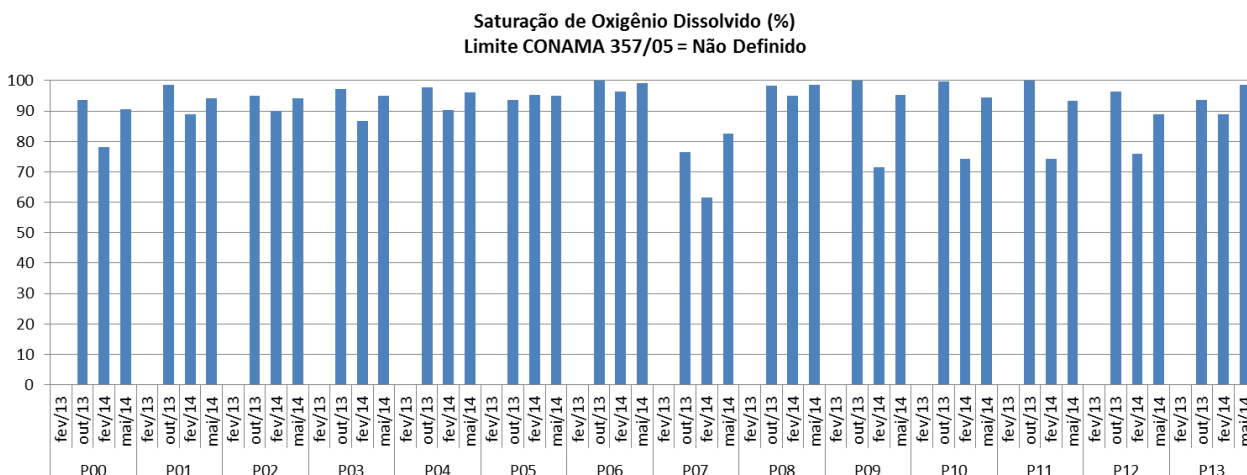
Parâmetros indicadores da concentração material orgânico e dos níveis de oxigenação das águas

A avaliação dos parâmetros indicadores da concentração de material orgânico e dos níveis de oxigenação das águas fornece informações acerca da quantidade de material orgânico nas águas analisadas e conseqüentemente de sua interferência nos processos de oxigenação das águas, uma vez que para decomposição da matéria orgânica ocorre o consumo de oxigênio dissolvido.

Nesse contexto, as medidas dos níveis de oxigenação/saturação de oxigênio das águas superficiais mostraram águas muito bem oxigenadas e com temperatura adequada ao longo de toda a área de estudo, durante o período entre Fevereiro/13 e Maio/14, na totalidade dos casos em consonância com o limite mínimo de 5 mg/l previsto na Resolução CONAMA 357/05 (Figura 52, Figura 53 e Figura 55). A presença de várias corredeiras no rio Paraíba do Sul é um fator que certamente contribuiu para a boa oxigenação das águas.



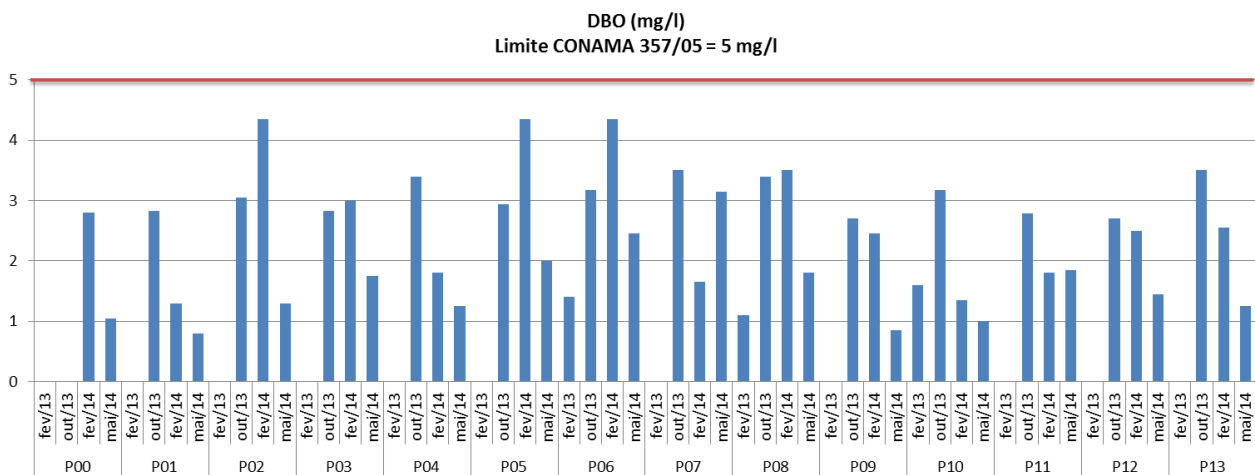
**Figura 52: Resultados das análises de oxigênio dissolvido, registrados durante a execução do Programa.**



**Figura 53: Resultados das análises de saturação de oxigênio, registrados durante a execução do Programa.**

Comparativamente, nota-se que o rio Pirapetinga (P07) apresenta menor oxigenação das águas em relação às demais estações amostrais, mesmo com a estação de monitoramento localizada numa região de corredeiras (Cachoeira dos Patos), sugerindo maior comprometimento das águas desse tributário.

Um fator que está relacionado com os bons resultados observados para o oxigênio dissolvido na área avaliada foi à concentração de material orgânico nas águas, medida pelas leituras da demanda bioquímica de oxigênio – DBO, que se mantiveram sempre abaixo do limite máximo de 5 mg/l previsto na Resolução CONAMA nº 357/05 para águas de Classe 2 (Figura 54), embora tenha indicado maior presença de material orgânico nas águas de alguns pontos do rio Paraíba do Sul, como nas estações P05, P06 e P08. O mesmo vale para o rio Angu (P02), em Outubro/13 e Fevereiro/14 (Figura 54).

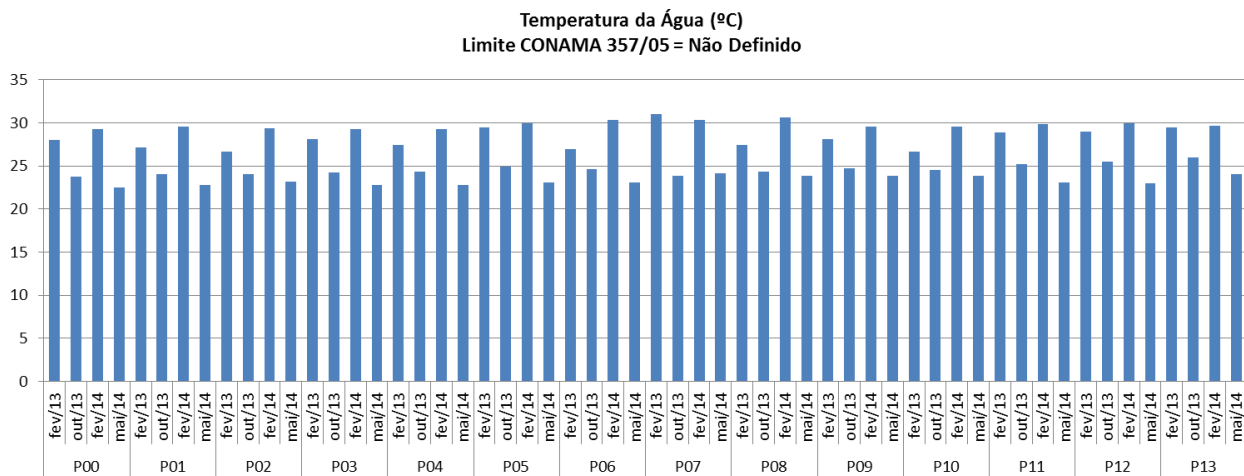


**Figura 54: Resultados das análises de demanda bioquímica de oxigênio, registrados durante a execução do Programa. Nota: não houve análise desse parâmetro na 1ª campanha**

No entanto, a elevada turbulência das águas e conseqüentemente capacidade de reaeração do rio Paraíba do Sul e tributários não permitem que a carga orgânica deplecionasse os níveis de oxigênio dissolvido, o que é importante para a manutenção da biota aquática.

As leituras da temperatura da água são importantes pelo fato dela regular o desenvolvimento dos organismos aquáticos e também devido à sua estreita relação com a solubilidade de gases, como o oxigênio dissolvido. Além de influenciar a grande maioria dos processos físicos, químicos e biológicos na coluna d'água, a temperatura é inversamente proporcional à solubilidade do oxigênio dissolvido. Águas com temperaturas mais altas em geral possuem menor concentração de oxigênio dissolvido.

Nesse sentido, as análises realizadas ao longo do monitoramento não indicaram alteração na temperatura das águas do rio Paraíba do Sul e de seus tributários (Figura 55), com valores oscilando em consonância com a temperatura ambiente e com os períodos sazonais, sem prejuízo para o desenvolvimento da biota aquática ou para a oxigenação das águas, mesmo nos meses mais quentes, como Fevereiro de 2013 e 2014.



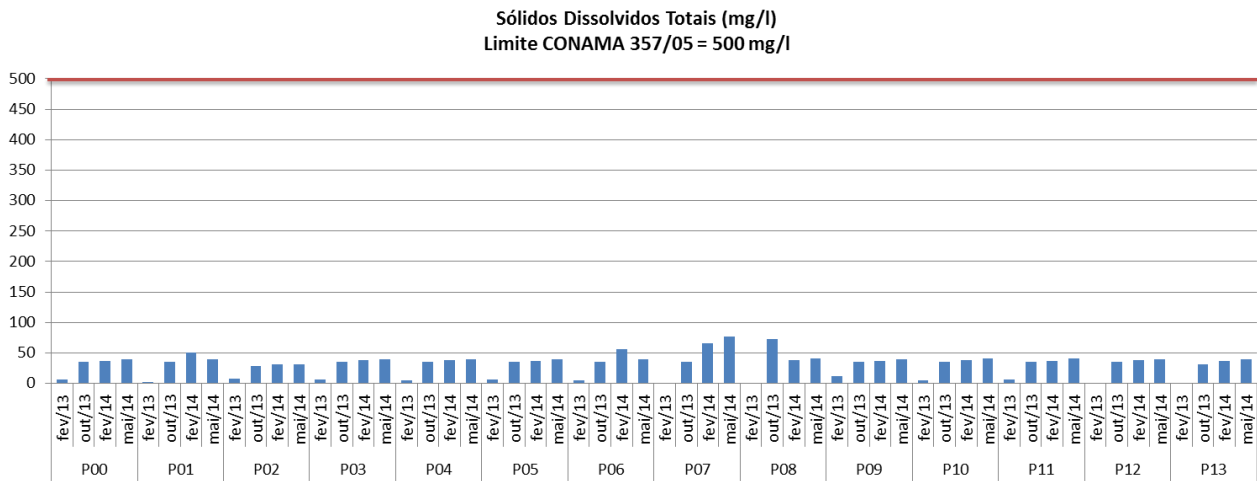
**Figura 55: Resultados das análises de temperatura da água, registrados durante a execução do Programa.**

Parâmetros relacionados aos teores de sólidos e transparência das águas

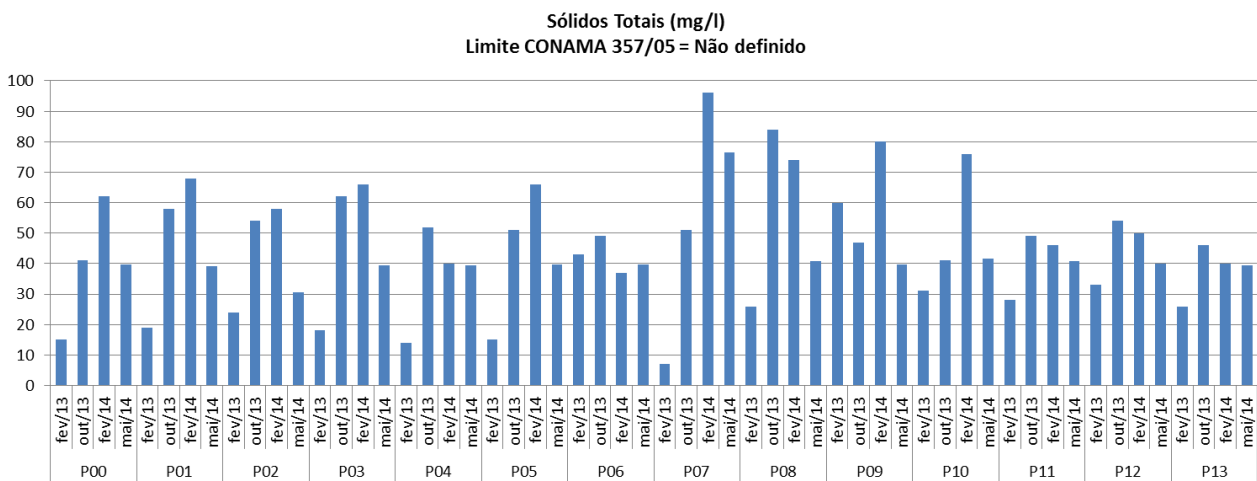
A análise dos teores de sólidos presentes nas águas e também de sua turbidez e conseqüentemente da transparência é importante pois os mesmos interferem diretamente sobre a dinâmica da biota aquática, além de fornecerem informações de grande valia para o consumo e uso das águas em processos industriais.

Nesse grupo, no monitoramento da qualidade das águas da UHE Itacara I, foram avaliados os parâmetros: sólidos dissolvidos totais, sólidos totais, transparência da água e turbidez.

Todas as formas de sólidos analisadas se encontravam em concentrações reduzidas, bastante aquém do limite previsto na Resolução CONAMA nº 357/05 (no caso dos sólidos dissolvidos) ao longo de toda a área de estudo, como mostram a Figura 56 e Figura 57. Esse resultado era esperado e tem como principal causa à baixa incidência de chuvas no período chuvoso de 2013/2014, fato que reduziu a lixiviação do solo e o escoamento superficial da bacia de drenagem, minimizando o aporte alóctone de compostos sólidos. Mesmo em Fevereiro/13, quando não houve redução significativa nos índices de pluviosidade, já se nota a presença de baixas concentrações de sólidos nas águas, com valores bastante reduzidos (Figura 56 e Figura 57).

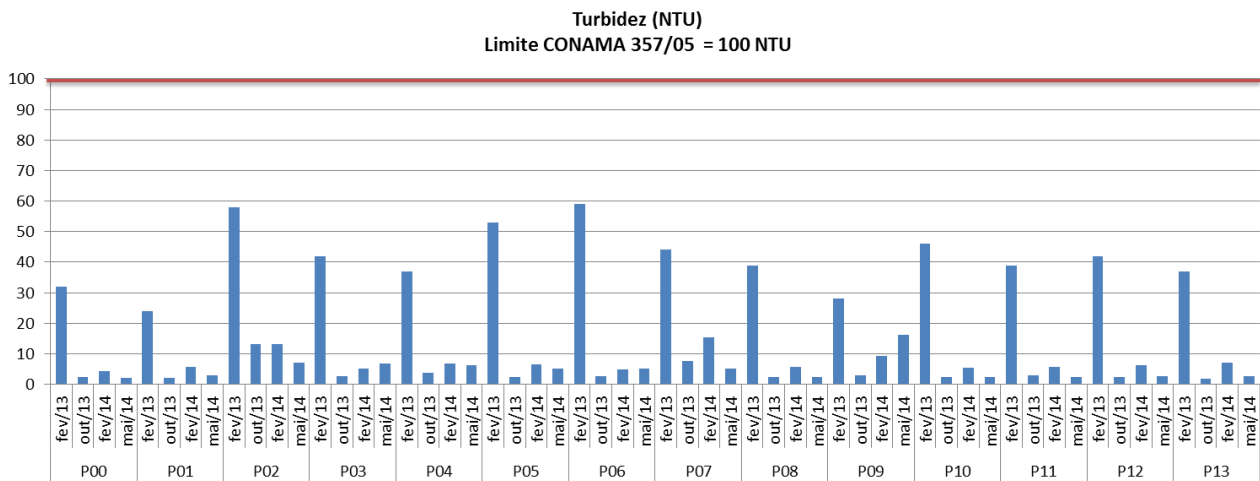


**Figura 56: Resultados das análises de sólidos dissolvidos totais, registrados durante a execução do Programa.**



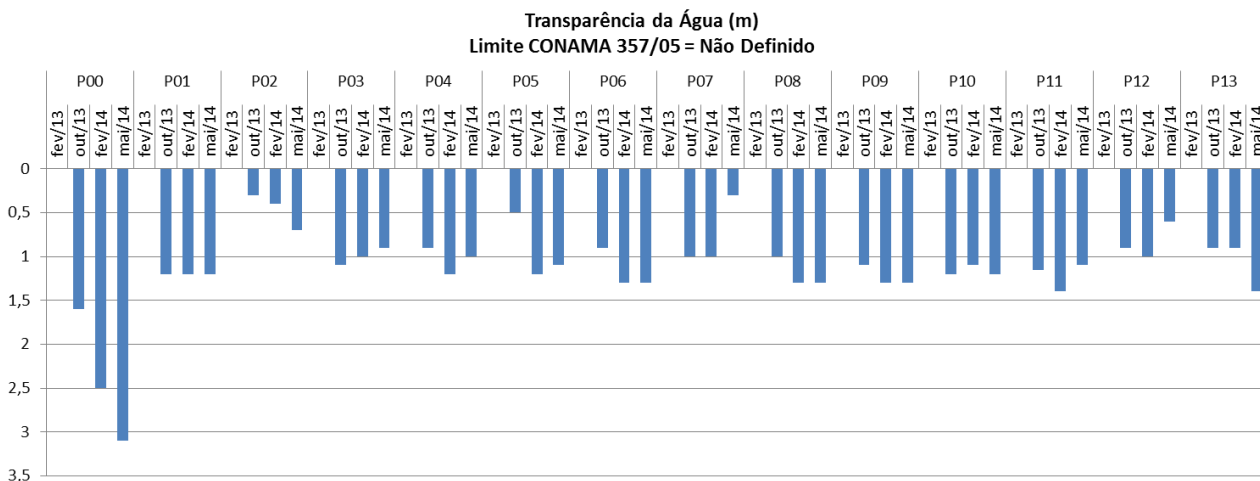
**Figura 57: Resultados das análises de sólidos totais, registrados durante a execução do Programa.**

Conseqüentemente, os valores da turbidez das águas se mantiveram reduzidos e sempre abaixo do limite de 100 NTU previsto na Resolução CONAMA 357/05 (Figura 58), principalmente nas estações que representaram o rio Paraíba do Sul. Para esse parâmetro, o rio Angu (P02) apresentou as maiores leituras relativas. Ainda, pode-se notar também a contribuição do rio Pirapetinga (P07) para o incremento de sólidos no Paraíba do Sul, cujas concentrações se elevam, mesmo que discretamente, na estação P08 (jusante foz do rio Pirapetinga) quando comparada à P06, localizada a montante desse tributário, entre os meses de Outubro/13 e Maio/14 (Figura 58).



**Figura 58: Resultados das análises de turbidez, registrados durante a execução do Programa.**

Em relação à transparência das águas (Figura 59), os resultados se mostraram em consonância com a turbidez, com baixa leitura principalmente no ponto P02 e leituras uniformes no rio Paraíba do Sul, próximas a 1 metro. Para esse rio, em vários locais a leitura da transparência da água foi equivalente à profundidade do rio, ou seja, indicando a presença de radiação solar até o final da coluna d'água. A maior transparência medida no ponto P00 se justifica pelo fato de se tratar de um reservatório, onde a taxa de deposição de partículas é maior, favorecendo a sua maior transparência.



**Figura 59: Resultados das análises de transparência da água, registrados durante a execução do Programa.**

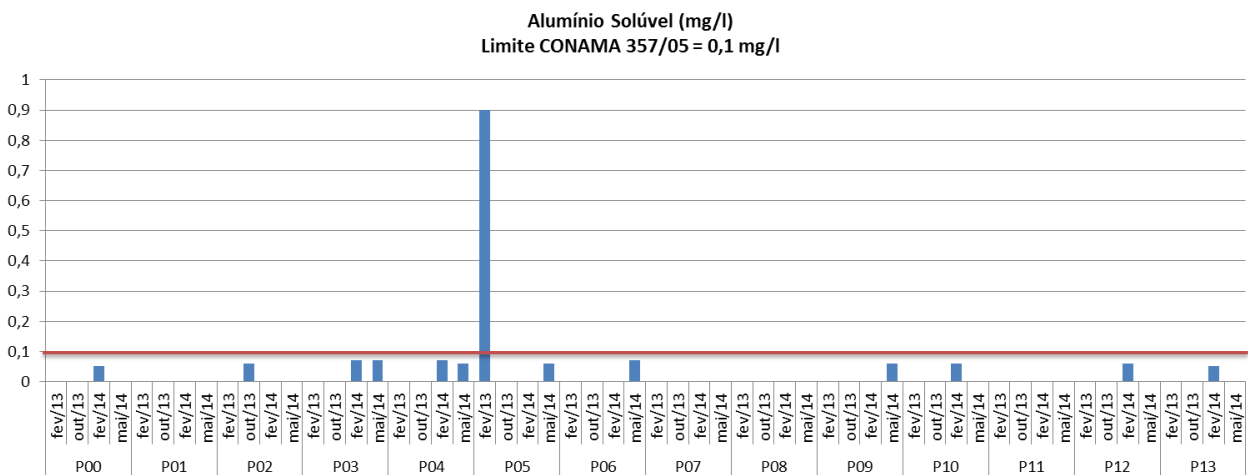


Parâmetros relacionados aos metais e demais compostos dissolvidos nas águas

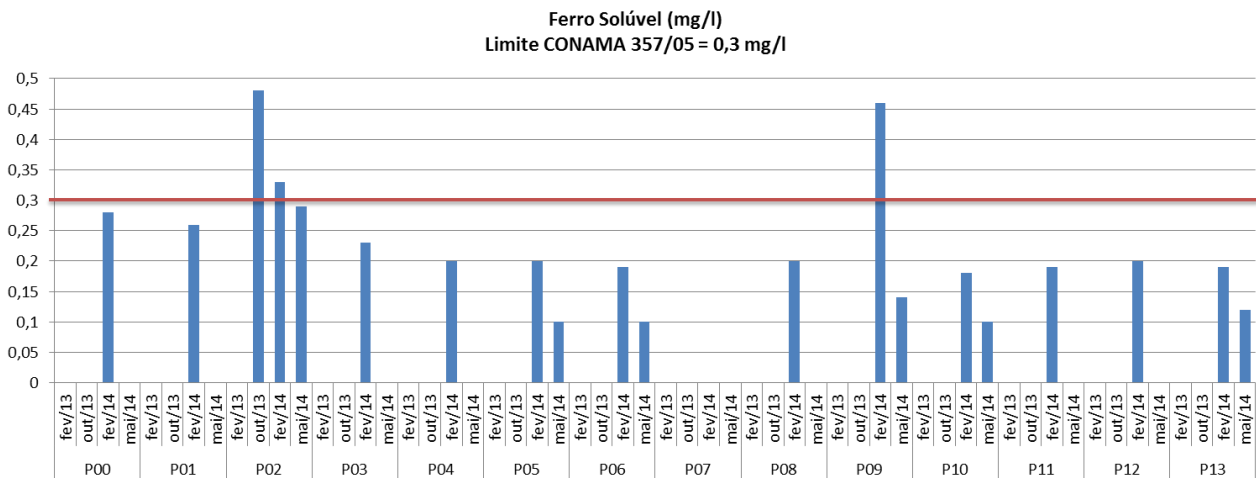
O grupo dos parâmetros relacionados aos metais e demais compostos dissolvidos nas águas reúne um conjunto de elementos com capacidade para indicar a ocorrência de impactos sobre o ecossistema aquático, uma vez que engloba substâncias tóxicas e de uso antrópico, possibilitando inclusive um direcionamento quanto ao conhecimento das fontes poluidoras.

Nesse sentido, todos os metais pesados analisados no presente estudo (arsênio total, cádmio total, chumbo total, cobalto total, cobre dissolvido, cromo total, mercúrio total, níquel total, zinco total) apresentaram leituras muito reduzidas, sempre bem abaixo dos limites previstos na Resolução CONAMA 357/05, em todas as 14 estações de amostragem avaliadas entre Fevereiro de 2013 e Maio de 2014 (Quadro 4 a Quadro 7), indicando a ausência de contaminação das águas por esses elementos na área de estudo.

Dentre os metais analisados, houve registro de ferro solúvel em 13 das 14 estações amostrais (Figura 61) e de alumínio solúvel em dez estações de monitoramento (Figura 60), em todos os casos em concentrações que não apontam para a contaminação das águas (mesmo com as infrações ao limite de 0,3 mg/l da Resolução CONAMA 357/05 para o ferro solúvel e com o resultado pontual de alumínio solúvel registrado na estação P05 em Fevereiro/13), tendo em vista a larga presença desses compostos no solo e subsolo da região, como poderá ser visto no capítulo que trata da caracterização dos sedimentos.

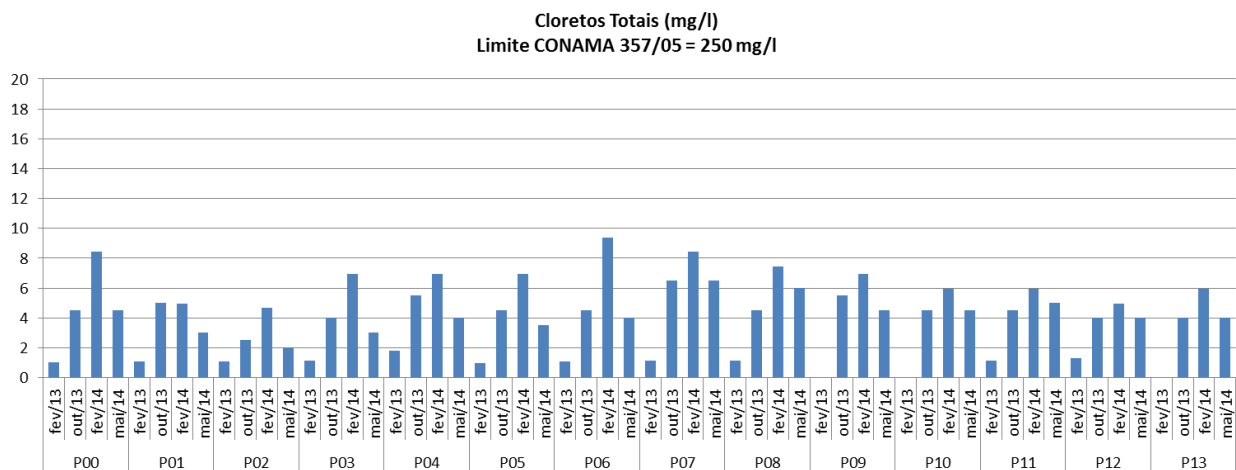


**Figura 60: Resultados das análises de alumínio solúvel, registrados durante a execução do Programa.**

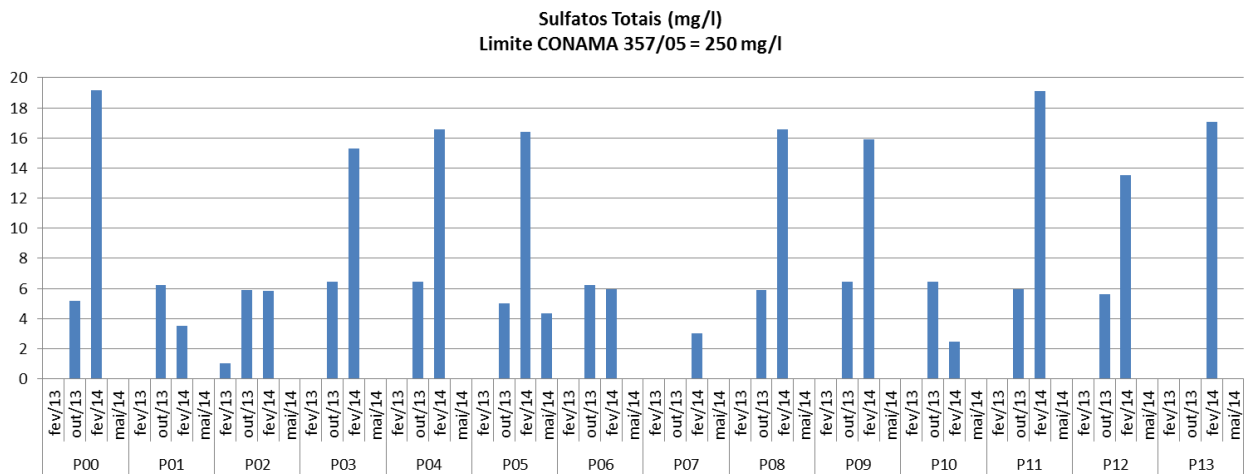


**Figura 61: Resultados das análises de ferro solúvel, registrados durante a execução do Programa.**

Para os demais compostos analisados, também se verificou adequação nas leituras de cloretos totais (Figura 62), que se mantiveram muito abaixo do limite de 250 mg/l previsto na legislação vigente, da mesma forma que os sulfatos totais (Figura 63), que mesmo com a elevação verificada em Fevereiro/14 não se configura em motivos para preocupações, se mantendo bastante abaixo do limite máximo previsto na Resolução CONAMA 357/05.

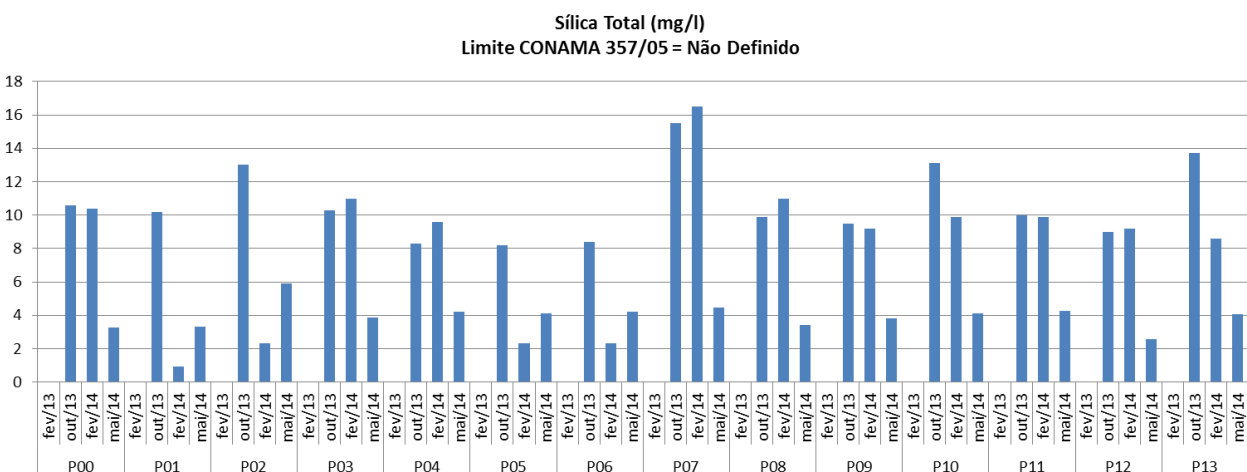


**Figura 62: Resultados das análises de cloretos totais, registrados durante a execução do Programa.**



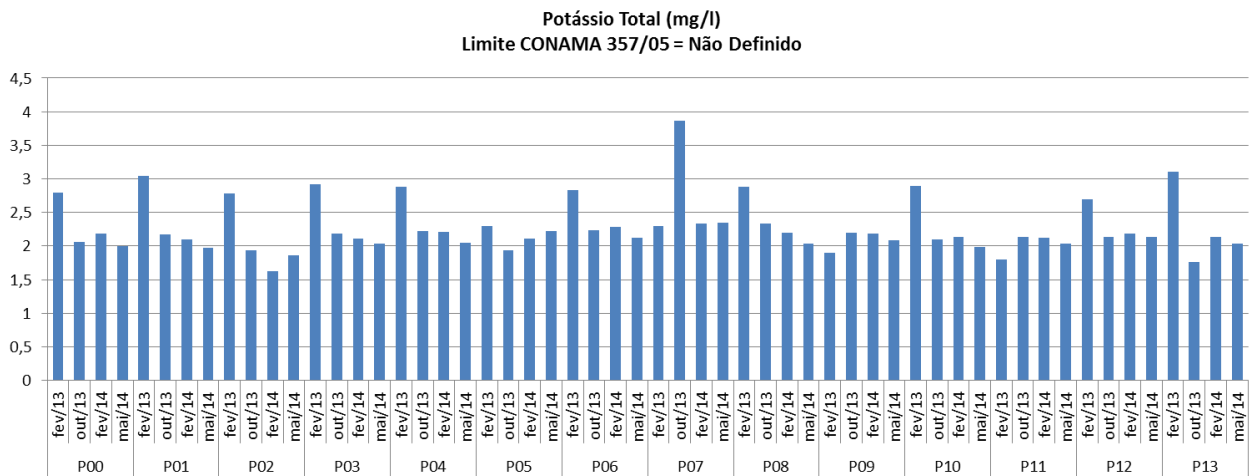
**Figura 63: Resultados das análises de sulfatos totais, registrados durante a execução do Programa.**

Os resultados das análises de sílica total mostraram a sua presença e disponibilidade nas águas avaliadas, principalmente do rio Pirapetinga (P07), onde houve o maior registro (16,5 mg/l, em Fevereiro/14) (Figura 64). A presença de sílica nas águas é importante no que tange o desenvolvimento da malacofauna (fauna de moluscos), que necessita desse elemento para a confecção de suas conchas, de modo que águas com baixas concentrações de sílica naturalmente controlam as populações desses organismos. No entanto, esse não é o caso do trecho avaliado do rio Paraíba do Sul e tributários, onde nota-se a disponibilidade de sílica para os organismos aquáticos. A na Resolução CONAMA 357/05 não estabelece limites para as concentrações de sílica nas águas superficiais brasileiras.



**Figura 64: Resultados das análises de sílica total, registrados durante a execução do Programa.**

Da mesma forma não existem limites para o potássio (Figura 65), cujos resultados das análises realizadas indicaram uma homogeneidade na presença desse micronutriente nas águas, com valores relativamente mais elevados no mês de Fevereiro/13 e também no rio Pirapetinga (P07), mas em todos os casos em níveis dentro da normalidade para ecossistemas lóticos.



**Figura 65: Resultados das análises de potássio total, registrados durante a execução do Programa.**

#### Parâmetros orgânicos indicadores da presença de agrotóxicos e contaminantes

A avaliação dos parâmetros orgânicos indicadores da presença de contaminação das águas do rio Paraíba do Sul e tributários por agrotóxicos e contaminantes foi incluída no Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade das Águas da UHE Itaocara I tendo em vista os graves problemas já ocorridos nesse trecho do rio devido à presença de compostos dessa natureza.

O exemplo mais marcante ocorreu em 2008, quando um contaminante depositado nas águas do rio Pirapetinga gerou consequências graves em todo o rio Paraíba do Sul. Após a contaminação pelo endossulfan (que vem sendo analisando no presente estudo), foi constatada a mortandade de peixes na região. Esta mortandade de peixes mostra que substâncias dessa natureza tem o potencial para desestruturar a cadeia trófica natural do rio, justificando a importância de seu monitoramento.

Nesse contexto, as análises realizadas em Outubro/13, Fevereiro/14 e Maio/14 indicaram ausência de todos os compostos orgânicos analisados: bifenilas policloradas (PCB's), pesticidas organoclorados (alaclor, aldrin, atrazina, dieldrin, cis-clordano, trans-clordano, 2,4-d, dodecacloropentaciclodecano, endossulfan (a, b e sulfato), endrin, heptacloro e heptacloro epóxido, lindano (g-HCH), metolacloro, simazina, 2,4,5-t, 2,4,5-tp, trifluralina, hexaclorobenzeno, DDT's e metoxicloro) e pesticidas organofosforados (demeton (demeton-o e demeton-s), malation e paration (Quadro 4 a Quadro 7). Esse resultado foi verificado nas 14 estações de amostragem, incluindo o rio Pirapetinga (P07).

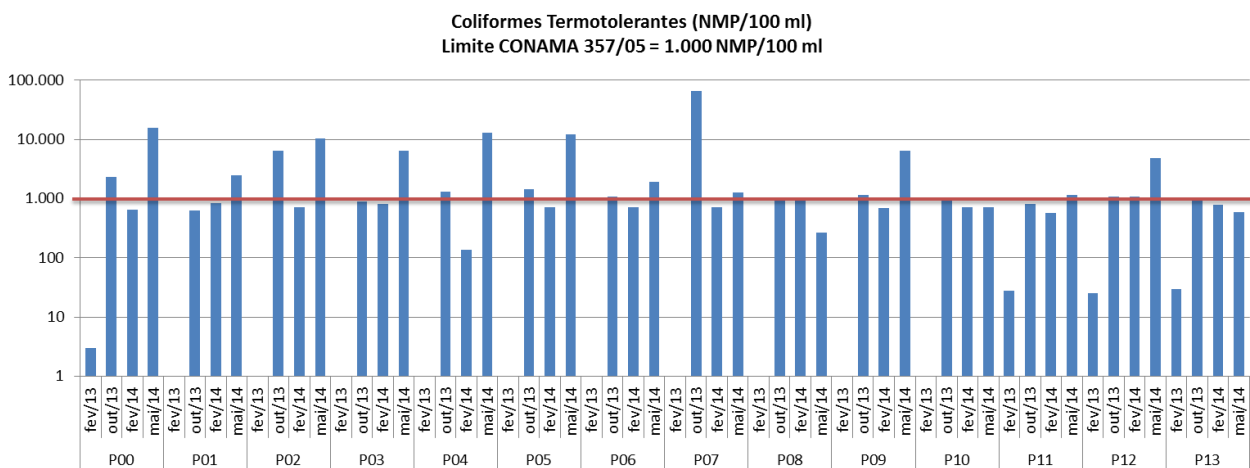
#### Parâmetros bacteriológicos e biológicos

Por fim, dentre a avaliação dos parâmetros bacteriológicos e biológicos, a Resolução CONAMA nº 357/05 estabelece como limite máximo para o parâmetro bacteriológico coliformes fecais (coliformes termotolerantes ou *Escherichia coli*) a concentração de 1.000 NMP/100ml. Não há limites previstos para coliformes totais.

A *Escherichia coli*, utilizada para a análise de coliformes termotolerantes, é uma bactéria da flora intestinal dos animais homeotermos, sendo abundante em suas fezes, possuindo, entretanto, vida efêmera fora desses organismos. A contagem de *E. coli* é capaz de diagnosticar o grau de contaminação recente por fezes desses animais, inclusive do homem, sendo uma leitura indireta do aporte de esgotos e consequentemente da presença de possíveis parasitas humanos na coluna d'água.

Os resultados das avaliações bacteriológicas mostram que a região prevista para a instalação da UHE Itaocara I recebe contribuições por efluentes sanitários, tendo como principal fonte a presença de municípios desprovidos de sistemas eficientes de tratamento de efluentes, a montante das estações amostrais. Também devem ser consideradas as contribuições de origem difusa, advindas da lixiviação da bacia de drenagem.

Por esse motivo, em algumas ocasiões, principalmente em Outubro/13 e Maio/14, houve registro de infrações ao limite de 1.000 NMP/100 ml previsto na legislação vigente (Figura 66).

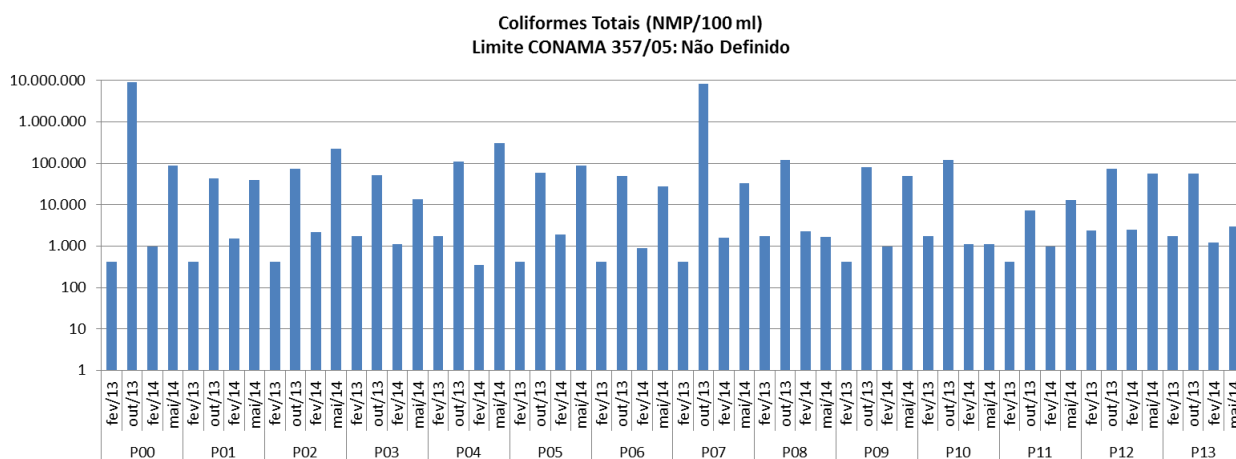


**Figura 66: Resultados das análises de coliformes termotolerantes, registrados durante a execução do Programa. Nota: valores em escala logarítmica.**

Destaque para o resultado de Outubro/13 no rio Pirapetinga (66.000 NMP/100 ml), o maior obtido em todo o monitoramento. Somente na estação P13 não houve nenhuma infração para esse parâmetro, considerando as quatro campanhas de campo realizadas entre Fevereiro/13 e Maio/14 (Figura 66). No caso dos valores observados para Maio/14, a escassez de chuvas prolongada, que reduziu a vazão do rio e consequentemente sua capacidade de depuração, aliada à continuidade do aporte de efluentes urbanos contribuiu para os resultados de coliformes termotolerantes observados, que estiveram acima de 1.000 NMP/100 ml em boa parte das estações avaliadas (Figura 66).

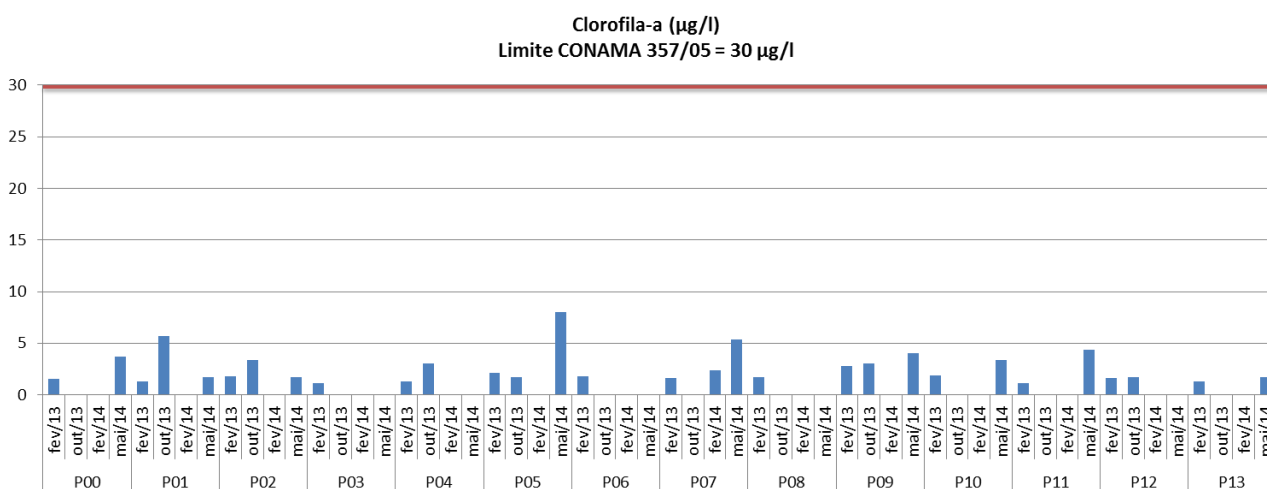
Ainda na avaliação dos resultados das análises bacteriológicas, as análises laboratoriais das bactérias coliformes totais seguiram o mesmo padrão observado para os coliformes termotolerantes, com destaque para os valores muito elevados nas estações P00 e P07 no mês de Outubro/13, como mostra a Figura 67.

Os resultados de coliformes totais ao longo da área avaliada no rio Paraíba do Sul e tributários também sugerem a interferência de poluição difusa, que inclui atividades como a pecuária, por exemplo, a qual está presente em vários trechos da região monitorada.



**Figura 67: Resultados das análises de coliformes totais, registrados durante a execução do Programa. Nota: valores em escala logarítmica.**

No caso das análises do parâmetro biológico clorofila-a, que mede indiretamente a concentração algal e a produtividade primária em corpos hídricos, os resultados mostraram baixas leituras em todas as estações amostrais (Figura 68), o que era esperado por se tratar predominantemente de ecossistemas lóticos, onde as concentrações fitoplanctônicas tendem a ser reduzidas. Esse padrão foi observado mesmo no reservatório da UHE Ilha dos Pombos (P00) (Figura 68), onde se espera maior densidade algal, com concentrações sempre muito abaixo do limite máximo de 30 µg/l previsto na Resolução CONAMA nº 357/05 para águas de Classe 2.

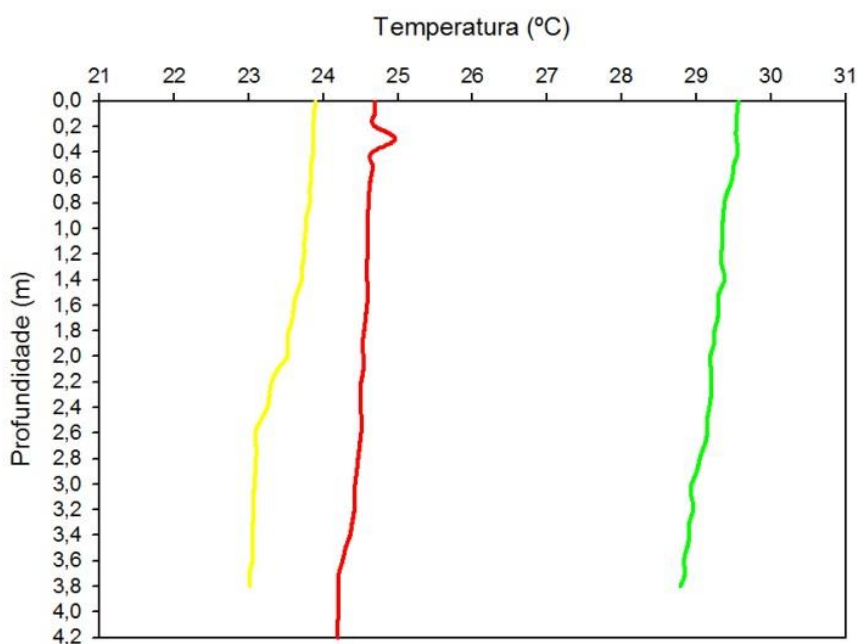


**Figura 68: Resultados das análises de clorofila-a, registrados durante a execução do Programa.**

## 4.2. PERFIL VERTICAL

Seguindo as diretrizes da condicionante 2.9 da LP no 428/2011, que estabeleceu a necessidade da realização de perfis verticais para os parâmetros condutividade elétrica, pH, temperatura, oxigênio dissolvido, com leituras a cada 10 cm, na estação P09, localizada imediatamente a montante do eixo da barragem, todos os resultados das campanhas realizadas em Outubro/13, Fevereiro/14 e Maio/14 indicaram a ausência de estratificação térmica no local (Figura 69), presença de boa oxigenação até o final da coluna d'água (Figura 70), além de estabilidade no pH (mesmo que em alguns momentos com valores ligeiramente ácidos) (Figura 71) e na concentração de compostos iônicos e catiônicos (Figura 72).

Esses resultados de certa forma eram esperados, tendo em vista a baixa profundidade do rio Paraíba do Sul nesse local (aproximadamente 4 metros). Alterações nos perfis verticais deverão ocorrer com a formação do futuro reservatório, quando a análise das curvas será importante para a compreensão das características físicas e químicas em diferentes níveis da coluna d'água, e conseqüentemente de suas implicações para a biota aquática do local.



**Figura 69: Resultados do perfil vertical de temperatura da água realizado na estação P09, registrados durante a execução do Programa.**

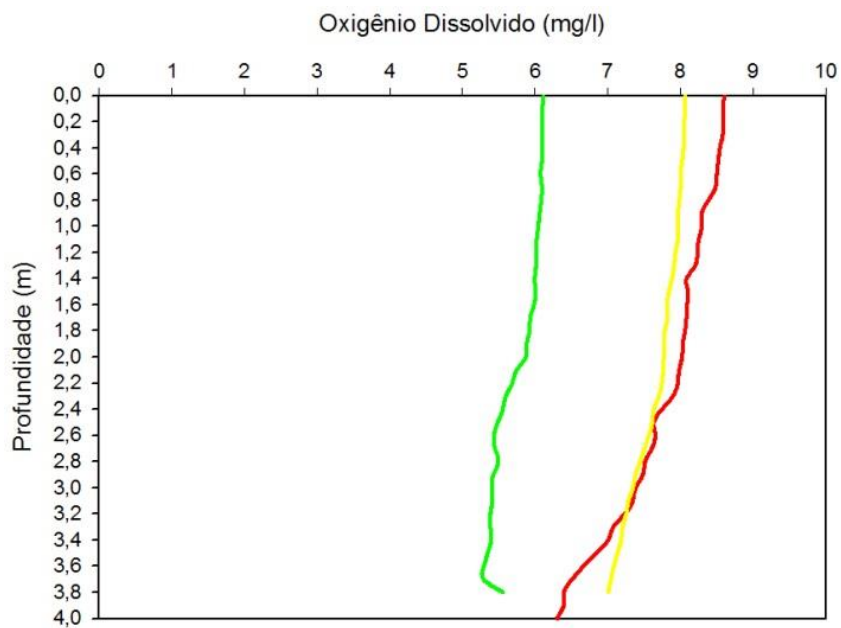


Figura 70: Resultados do perfil vertical de oxigênio dissolvido realizado na estação P09, registrados durante a execução do Programa.

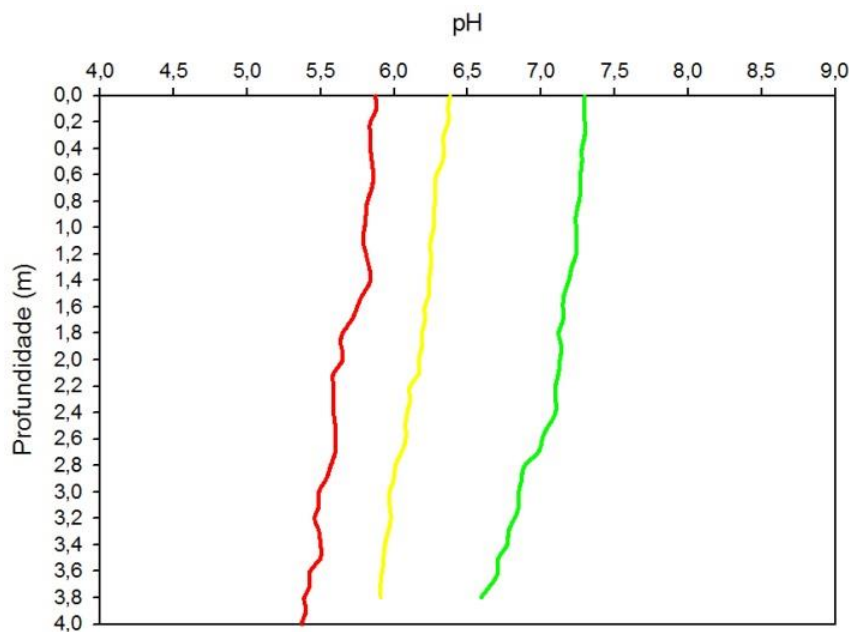
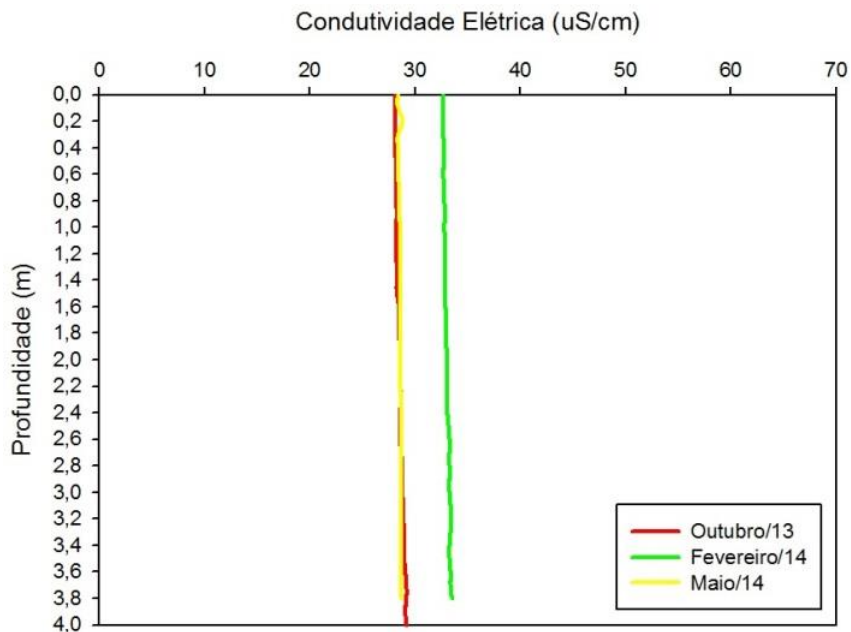


Figura 71: Resultados do perfil vertical de pH realizado na estação P09, registrados durante a execução do Programa.





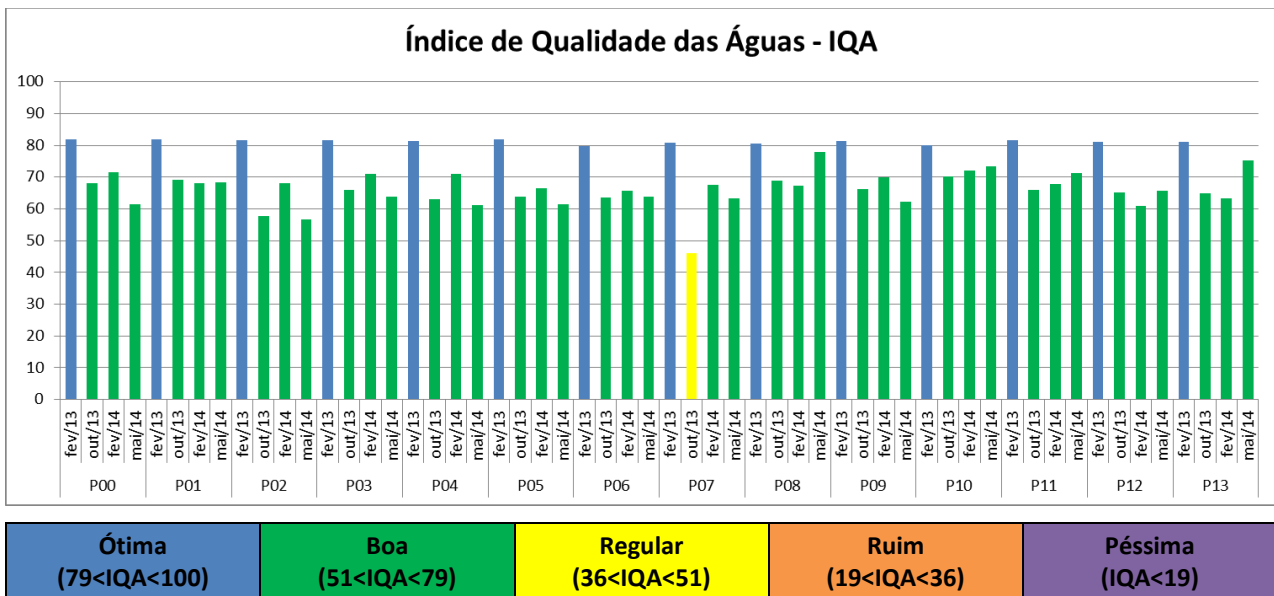
**Figura 72: Resultados do perfil vertical de condutividade elétrica realizado na estação P09, registrados durante a execução do Programa.**

### 4.3. ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA – IQA

A Figura 73 mostra o resultado final do Índice de Qualidade das Águas (IQA) calculado para as estações amostrais avaliadas no Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade das Águas da UHE Itaocara I, nos meses de Fevereiro/13, Outubro/13, Fevereiro/14 e Maio/14.

Os resultados do IQA indicam o predomínio de águas de boa qualidade em todos os 14 pontos de monitoramento, o que inclui as águas do rio Paraíba do Sul e de seus dois tributários. Em Fevereiro/13 foram registradas as melhores classificações, com águas indicadas como de ótima qualidade em todos os pontos monitorados. Em Outubro/13, ocorreu o único registro de IQA com qualidade ruim, no rio Pirapetinga (P07) (Figura 73).

Em todos os casos, contribuíram positivamente para os resultados a boa oxigenação das águas, e os baixos teores de nitrogênio, sólidos e turbidez. Os resultados do pH das águas, fósforo total e principalmente, dos coliformes termotolerantes, foram determinantes para diferenciar os resultados de IQA entre as estações amostrais.



**Figura 73: Resultados do IQA, calculados durante a execução do Programa. Nota: Coloração das colunas de acordo com a faixa de classificação (CETESB, 2013).**

#### 4.4. COMPOSTOS PRESENTES NOS SEDIMENTOS

A avaliação dos sedimentos coletados em cada uma das estações amostrais definidas no âmbito do Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade das Águas da UHE Itacara I, no período entre Outubro/13 e Maio/14, possibilitou quantificar a presença de metais, material orgânico e nutrientes nesses compostos (Quadro 8 e Quadro 9), bem como a sua composição granulométrica (Quadro 10 e Quadro 11). Os laudos técnicos das análises laboratoriais podem ser analisados no Anexo 2. Não houve caracterização dos sedimentos na campanha realizada em Fevereiro/13.

Nesse sentido, os resultados das determinações dos teores de metais presentes no sedimento, incluindo vários metais pesados, mostram que em grande parte das 14 estações amostrais os sedimentos do rio Paraíba do Sul e de seus dois tributários monitorados apresentam concentrações elevadas de ferro e alumínio, em alguns pontos com valores bastante elevados, como mostram a Figura 74 e a Figura 75.

As análises também mostram a presença de metais pesados em vários pontos monitorados, principalmente nos sedimentos das estações P00 (reservatório da UHE Ilha dos Pombos), P01 (Rio Paraíba do Sul, a jusante do reservatório da UHE Ilha dos Pombos), P06 (Rio Paraíba do Sul, inserido na área do futuro remanso da UHE Itacara I), P08 (Rio Paraíba do Sul, no trecho que corresponderá ao limite do primeiro terço do reservatório da UHE Itacara I), P09 (Rio Paraíba do Sul a montante do eixo da UHE Itacara I), P10 (Rio Paraíba do Sul, a montante do município de Batatal/RJ, a jusante da UHE Itacara I) e P12 (Rio Paraíba do Sul, a jusante da cidade de Itacara/RJ) (Figura 76, Figura 77, Figura 78, Figura 79, Figura 80, Figura 81, Quadro 8 e Quadro 9).

**Quadro 8: Resultados da caracterização física e química dos sedimentos (P00 a P06), durante a execução do Programa.**

Parâmetro	Unidade	Estações Amostras																				
		P00			P01			P02			P03			P04			P05			P06		
		Out 13	Fev 14	Mai 14	Out 13	Fev 14	Mai 14	Out 13	Fev 14	Mai 14	Out 13	Fev 14	Mai 14	Out 13	Fev 14	Mai 14	Out 13	Fev 14	Mai 14	Out 13	Fev 14	Mai 14
Alumínio Total	mg/kg	33.311	80.516	37.846	5.795	13.507	9.507	20.779	825	8.618	14.186	9.361	9.454	6.927	895	5.012	61.754	2.327	1.897	6.134	714	32.404
Arsênio Total	mg/kg	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Cádmio Total	mg/kg	1,00	1,00	2,00	0,40	0,70	0,40	0,40	0,10	0,40	1,00	0,40	0,40	0,70	0,06	0,50	0,40	0,09	0,20	3,00	0,10	1,00
COT	mg/dm <sup>3</sup>	<0,02	10,44	8,99	<0,02	1,74	7,90	<0,02	1,16	1,39	<0,02	0,58	1,22	<0,02	0,58	1,74	<0,02	1,16	0,35	<0,02	0,58	5,57
Chumbo Total	mg/kg	10,00	16,00	10,20	5,00	8,00	3,00	2,00	2,00	2,00	6,00	4,00	3,00	6,00	7,00	4,00	4,00	2,00	0,90	27,00	3,00	15,00
Cobalto Total	mg/kg	7,30	9,00	8,40	3,30	6,00	2,40	4,30	3,00	4,40	9,30	4,00	1,40	5,30	2,00	4,40	15,30	1,00	1,30	15,30	1,00	6,40
Cobre Total	mg/kg	9,40	18,00	9,00	3,40	9,00	1,00	3,40	7,00	1,00	10,40	7,00	<0,003	4,40	4,00	1,00	21,40	4,00	<0,003	21,40	4,00	7,00
Cromo Total	mg/kg	17,00	29,00	27,00	10,00	19,00	5,00	14,00	9,00	13,00	29,00	13,00	5,00	15,00	7,00	7,00	11,00	8,00	3,00	57,00	8,00	21,00
Ferro Total	mg/kg	24.170	16.276	17.557	7.979	2.750	2.257	19.649	693	4.944	19.988	1.930	3.971	6.898	307	968	58.596	355	1.879	8.143	337	9.203
Fósforo Total	mg/dm <sup>3</sup>	29,30	20,10	8,40	38,80	16,70	8,40	26,20	12,00	6,60	47,20	19,50	8,60	43,10	17,50	6,20	37,20	14,70	6,80	12,50	16,40	9,60
MOT	mg/dm <sup>3</sup>	19,00	18,00	15,50	3,00	3,00	12,40	1,00	2,00	2,40	3,00	1,00	2,10	4,00	1,00	3,00	3,00	2,00	0,60	19,00	1,00	9,60
Mercúrio Total	mg/kg	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Níquel Total	mg/kg	6,00	9,00	9,80	3,00	7,00	2,80	5,00	3,00	3,80	10,00	4,00	1,80	6,00	2,00	12,80	7,00	1,00	1,80	19,00	2,00	7,80
Nitrogênio Total	g/kg	1,37	0,16	14,30	0,20	0,10	10,70	0,22	0,05	1,50	0,31	0,06	2,50	0,34	0,08	1,00	0,20	0,05	0,30	1,09	0,06	13,00
Zinco Total	mg/kg	27,00	57,00	49,00	15,00	41,00	12,00	8,00	10,00	8,00	37,00	28,00	9,00	25,00	11,00	16,00	15,00	9,00	7,00	6,00	11,00	35,00

Legenda: COT = Carbono Orgânico Total / MOT = Matéria Orgânica Total.

**Quadro 9: Resultados da caracterização física e química dos sedimentos (P07 a P13), durante a execução do Programa.**

Parâmetro	Unidade	Estações Amostras																				
		P07			P08			P09			P10			P11			P12			P13		
		Out 13	Fev 14	Mai 14	Out 13	Fev 14	Mai 14	Out 13	Fev 14	Mai 14	Out 13	Fev 14	Mai 14	Out 13	Fev 14	Mai 14	Out 13	Fev 14	Mai 14	Out 13	Fev 14	Mai 14
Alumínio Total	mg/kg	6.134	3.001	4.060	27.176	2.106	2.036	52.746	871	2.306	53.918	5.896	54.013	3.848	1.013	52.539	36.100	19.892	3.246	4.547	2.053	31.758
Arsênio Total	mg/kg	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Cádmio Total	mg/kg	0,30	0,30	0,30	2,00	0,10	0,20	3,00	0,20	0,20	3,00	1,00	3,00	0,30	<0,003	3,00	2,00	0,90	0,20	0,30	0,20	2,00
COT	mg/dm <sup>3</sup>	<0,02	2,90	3,36	<0,02	0,58	0,29	<0,02	1,16	0,75	<0,02	6,38	7,59	<0,02	1,16	8,58	<0,02	4,06	4,41	<0,02	0,58	13,39
Chumbo Total	mg/kg	3,00	4,00	2,00	18,00	3,00	1,00	17,00	3,00	2,20	23,00	12,00	20,20	8,00	2,00	31,20	18,00	10,00	2,20	2,00	6,00	10,20
Cobalto Total	mg/kg	3,30	3,00	2.400,0	15,30	1,00	1,40	14,30	2,00	1,40	13,30	7,00	10,40	1,30	0,80	10,40	10,30	7,00	1,30	3,30	1,00	7,40
Cobre Total	mg/kg	1,40	6,00	2,00	19,40	4,00	<0,003	18,40	5,00	<0,003	20,40	11,00	16,00	2,40	4,00	14,00	13,40	9,00	1,00	2,40	5,00	7,00
Cromo Total	mg/kg	9,00	14,00	8,00	46,00	15,00	2,00	44,00	7,00	5,00	52,00	24,00	43,00	7,00	3,00	41,00	36,00	23,00	5,00	15,00	13,00	22,00
Ferro Total	mg/kg	7.786	1.330	5.893	21.155	132	2.778	43.090	238	3.226	41.880	4.905	20.777	5.360	899	19.208	28.102	4.052	3	6.147	720	11.120
Fósforo Total	mg/dm <sup>3</sup>	55,20	25,50	15,60	38,50	25,10	3,60	30,60	24,70	3,70	14,10	25,20	12,90	25,70	9,00	15,30	29,40	30,60	18,90	30,80	23,20	8,80
MOT	mg/dm <sup>3</sup>	6,00	5,00	5,80	25,00	1,00	0,50	35,00	2,00	1,30	10,00	11,00	13,10	2,00	2,00	14,80	16,00	7,00	7,60	4,00	1,00	23,10
Mercúrio Total	mg/kg	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Níquel Total	mg/kg	2,00	3,00	2,80	17,00	1,00	1,80	16,00	4,00	0,80	16,00	7,00	12,80	1,00	1,20	13,80	11,00	9,00	1,80	3,00	3,00	6,80
Nitrogênio Total	g/kg	0,48	0,09	2,70	1,20	0,02	0,20	1,37	0,04	0,50	0,59	0,11	18,60	0,08	0,07	16,90	0,59	0,07	2,00	0,14	0,14	41,80
Zinco Total	mg/kg	6,00	14,00	10,00	87,00	11,00	5,00	89,00	15,00	5,00	122,00	41,00	83,00	10,00	7,00	76,00	67,00	44,00	7,00	7,00	14,00	42,00

Legenda: COT = Carbono Orgânico Total / MOT = Matéria Orgânica Total.

Quadro 10: Resultados da granulometria dos sedimentos (P00 a P06), durante a execução do Programa.

Parâmetro	Unidade	Estações Amostrais																				
		P00			P01			P02			P03			P04			P05			P06		
		Out 13	Fev 14	Mai 14	Out 13	Fev 14	Mai 14	Out 13	Fev 14	Mai 14	Out 13	Fev 14	Mai 14	Out 13	Fev 14	Mai 14	Out 13	Fev 14	Mai 14	Out 13	Fev 14	Mai 14
Areia Fina 0,125 mm	%	<b>22,29</b>	<b>52,58</b>	7,02	<b>36,96</b>	15,83	<b>51,94</b>	12,30	2,90	10,53	<b>70,97</b>	26,20	<b>46,35</b>	22,94	10,90	8,88	11,40	5,90	5,04	<b>40,92</b>	<b>5,75</b>	14,16
Areia Grossa 0,500 mm	%	14,90	2,48	11,13	11,75	6,33	3,54	30,16	11,60	14,42	0,68	0,49	1,08	1,26	20,80	7,68	14,22	30,40	25,77	6,82	<b>69,24</b>	11,10
Areia Média 0,250 mm	%	16,27	24,18	9,76	<b>42,06</b>	8,36	23,61	<b>46,57</b>	11,87	14,13	12,56	<b>71,50</b>	<b>47,65</b>	<b>52,49</b>	<b>65,27</b>	<b>81,88</b>	15,08	<b>61,71</b>	<b>67,54</b>	11,90	19,86	<b>16,38</b>
Areia Muito Fina 0,063 mm	%	19,92	11,92	7,57	1,70	2,08	16,58	3,19	0,32	1,36	14,25	1,75	3,50	19,10	0,60	1,17	1,69	0,53	1,02	<b>30,92</b>	0,96	10,19
Areia Muito Grossa 1 mm	%	11,88	2,43	<b>29,80</b>	7,11	11,89	2,71	7,32	<b>51,98</b>	<b>36,04</b>	0,96	0,03	0,66	3,90	1,65	0,34	<b>49,63</b>	1,35	0,58	3,74	4,00	<b>22,82</b>
Argila < 0,004 mm	%	0,006	0,002	0,010	0,004	0,001	0,005	0,010	0,001	0,001	0,015	0,001	0,002	0,036	0,001	-	0,001	-	-	0,027	-	0,001
Pedregulho Fino 4 mm	%	6,95	3,23	10,36	-	11,03	0,40	0,17	2,20	7,99	0,31	-	0,38	0,20	0,27	0,01	0,97	0,06	-	2,39	0,02	7,78
Pedregulho Grosso 16 mm	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pedregulho Médio 8 mm	%	-	1,35	-	-	<b>41,44</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,25	-	0,03	-	-	-	0,12	-
Pedregulho Muito Fino 2 mm	%	7,76	1,77	<b>24,27</b>	0,40	3,03	0,70	0,27	19,12	15,53	0,63	0,014	0,33	0,05	0,22	0,03	6,97	0,027	0,02	3,26	0,024	<b>17,52</b>
Pedregulho Muito Grosso 32 mm	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Silte 0,004 mm	%	0,005	0,058	0,030	0,002	0,009	0,010	0,001	0,001	0,005	-	0,016	0,005	0,007	0,038	0,001	-	0,023	-	0,024	0,023	0,004

Quadro 11: Resultados da granulometria dos sedimentos (P07 a P13), durante a execução do Programa.

Parâmetro	Unidade	Estações Amostrais																				
		P07			P08			P09			P10			P11			P12			P13		
		Out 13	Fev 14	Mai 14	Out 13	Fev 14	Mai 14	Out 13	Fev 14	Mai 14	Out 13	Fev 14	Mai 14	Out 13	Fev 14	Mai 14	Out 13	Fev 14	Mai 14	Out 13	Fev 14	Mai 14
Areia Fina 0,125 mm	%	17,10	9,41	13,79	17,75	2,43	4,81	<b>19,75</b>	5,85	5,21	<b>29,85</b>	3,51	9,98	2,07	0,64	6,99	<b>39,71</b>	12,43	1,69	7,04	6,49	<b>22,41</b>
Areia Grossa 0,500 mm	%	15,49	24,59	19,04	11,00	<b>45,74</b>	<b>43,48</b>	10,58	<b>47,60</b>	<b>43,84</b>	9,02	13,71	11,00	<b>31,01</b>	25,33	8,83	2,55	8,62	30,45	<b>42,05</b>	26,11	7,06
Areia Média 0,250 mm	%	<b>46,71</b>	<b>34,25</b>	<b>55,17</b>	12,05	37,49	25,23	<b>18,40</b>	22,63	27,47	12,22	9,59	9,49	20,13	7,33	6,99	7,18	5,28	8,70	<b>40,63</b>	<b>30,54</b>	10,33
Areia Muito Fina 0,063 mm	%	1,64	1,85	3,79	13,45	0,33	1,39	<b>20,36</b>	2,82	1,72	<b>38,37</b>	2,34	12,70	0,47	0,07	11,73	<b>48,68</b>	17,84	1,23	0,94	0,77	<b>24,60</b>
Areia Muito Grossa 1 mm	%	5,04	18,12	5,35	13,12	10,54	19,25	9,40	15,80	16,70	6,69	<b>20,86</b>	<b>25,42</b>	<b>42,54</b>	<b>41,66</b>	<b>19,63</b>	1,39	<b>21,39</b>	<b>46,98</b>	8,98	5,71	16,22
Argila < 0,004 mm	%	0,106	0,020	0,002	0,021	0,003	-	0,007	0,001	0,001	0,186	0,019	0,009	-	0,001	0,006	0,009	0,009	0,001	0,006	0,001	0,006
Pedregulho Fino 4 mm	%	-	2,83	1,47	10,92	0,85	2,43	7,86	1,12	2,62	-	<b>26,33</b>	13,90	1,04	6,56	26,38	-	13,15	5,24	0,07	7,69	5,94
Pedregulho Grosso 16 mm	%	-	-	-	3,61	-	-	1,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pedregulho Médio 8 mm	%	-	4,12	-	5,72	0,99	-	4,19	2,51	-	-	8,62	-	0,38	0,26	-	-	1,70	-	-	18,61	-
Pedregulho Muito Fino 2 mm	%	1,01	4,78	1,36	10,34	1,59	3,34	8,28	1,65	2,40	3,54	14,97	<b>17,48</b>	2,36	18,13	<b>19,41</b>	0,52	<b>19,60</b>	5,68	0,29	4,05	13,39
Pedregulho Muito Grosso 32 mm	%	12,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Silte 0,004 mm	%	0,001	0,030	0,006	0,012	0,037	0,002	0,006	0,015	0,003	0,128	0,051	0,017	-	0,016	0,012	0,008	0,031	0,003	-	0,022	0,017

### Alumínio Total (mg/kg)

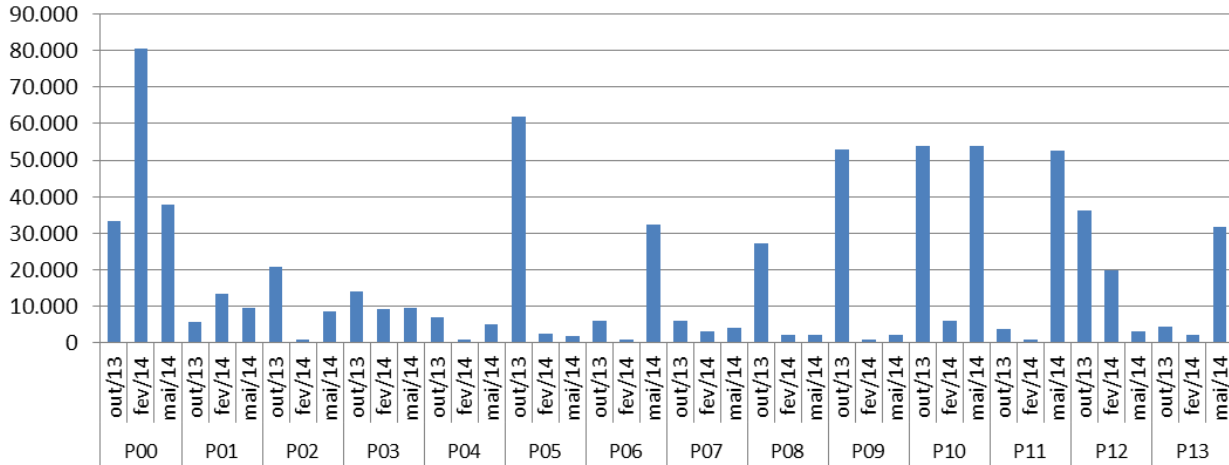


Figura 74: Resultados do teor de alumínio nos sedimentos coletados durante a execução do Programa.

### Ferro Total (mg/kg)

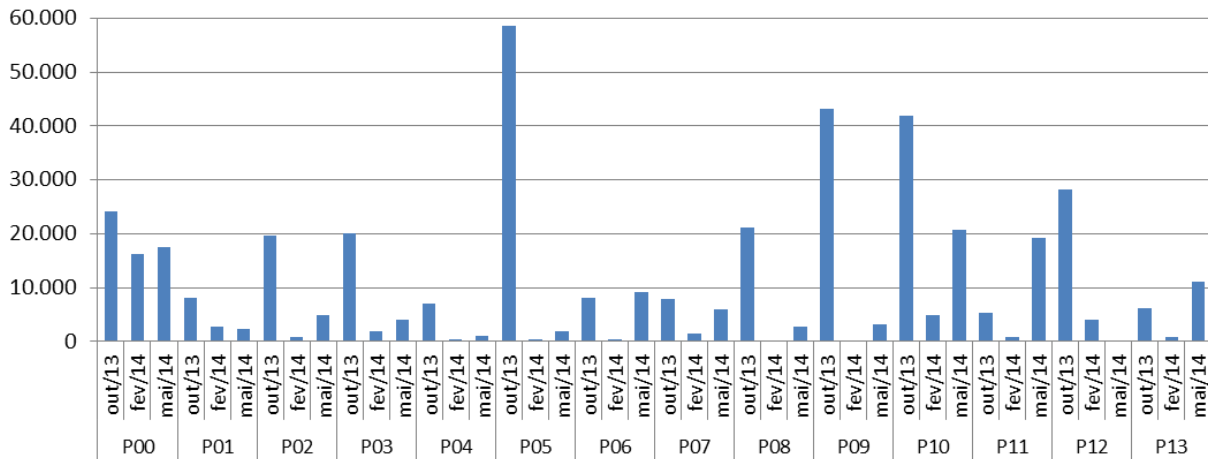


Figura 75: Resultados do teor de ferro total nos sedimentos coletados durante a execução do Programa.

### Chumbo Total (mg/kg)

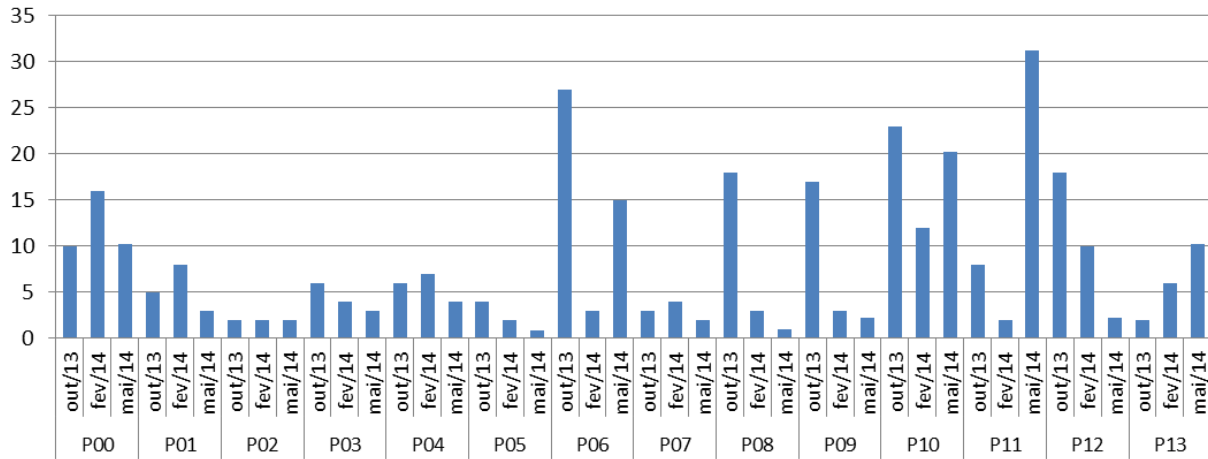


Figura 76: Resultados do teor de chumbo nos sedimentos coletados durante a execução do Programa.

### Cobalto Total (mg/kg)

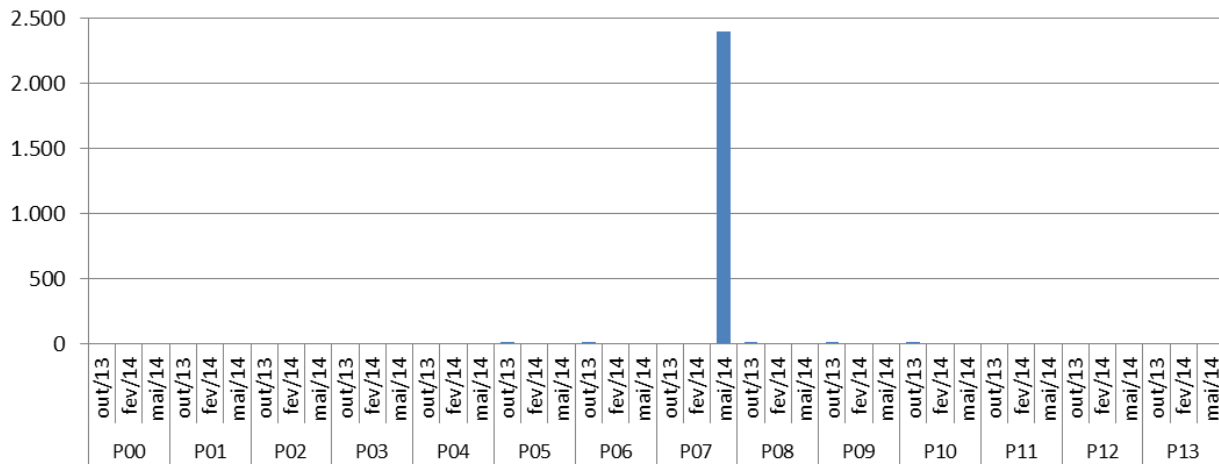


Figura 77: Resultados do teor de cobalto nos sedimentos coletados durante a execução do Programa.

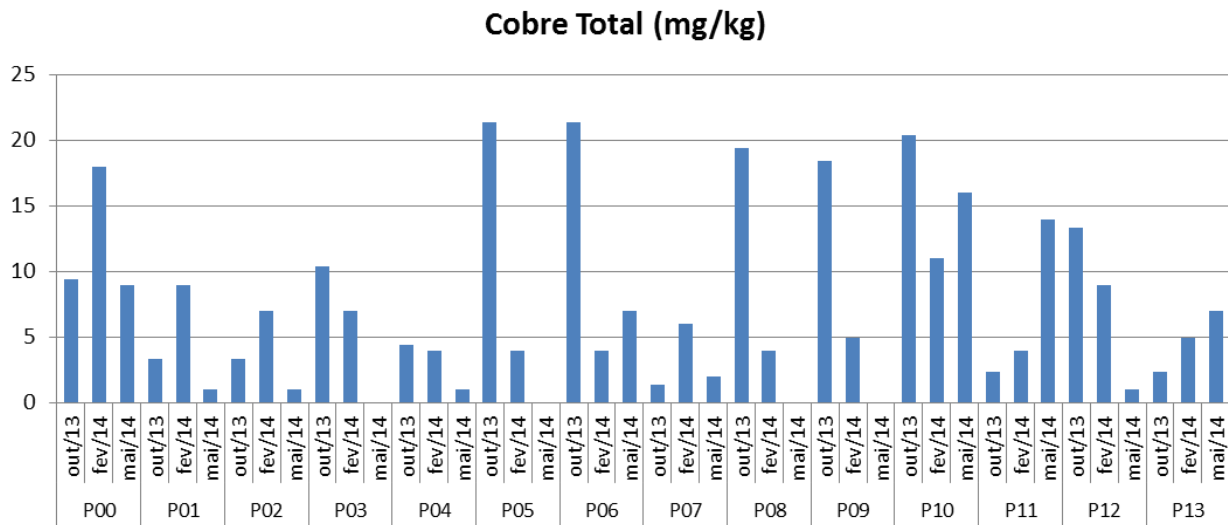


Figura 78: Resultados do teor de cobre nos sedimentos coletados durante a execução do Programa.

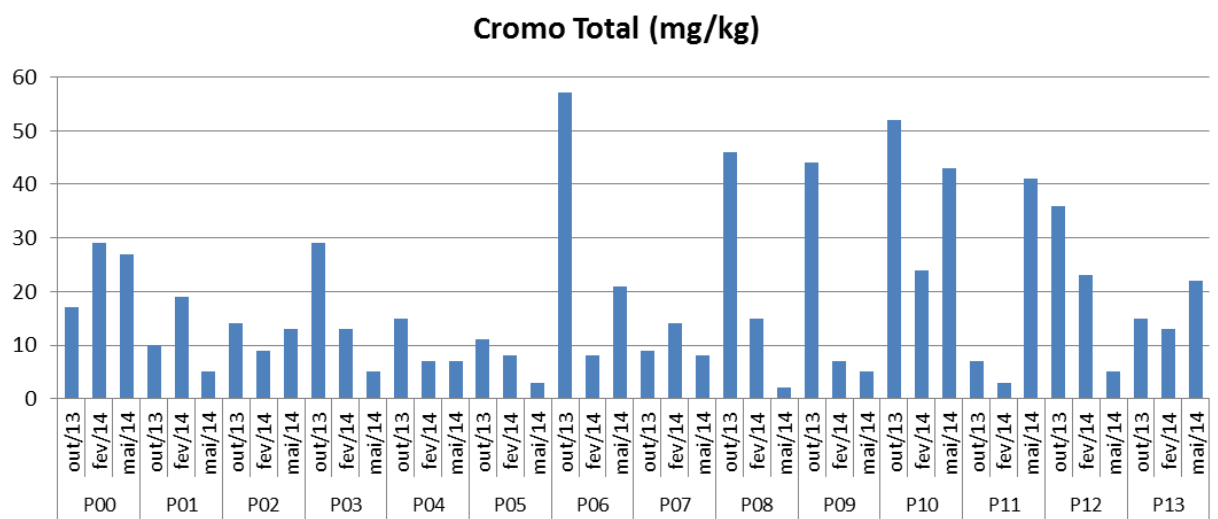


Figura 79: Resultados do teor de cromo nos sedimentos coletados durante a execução do Programa.

### Níquel Total (mg/kg)

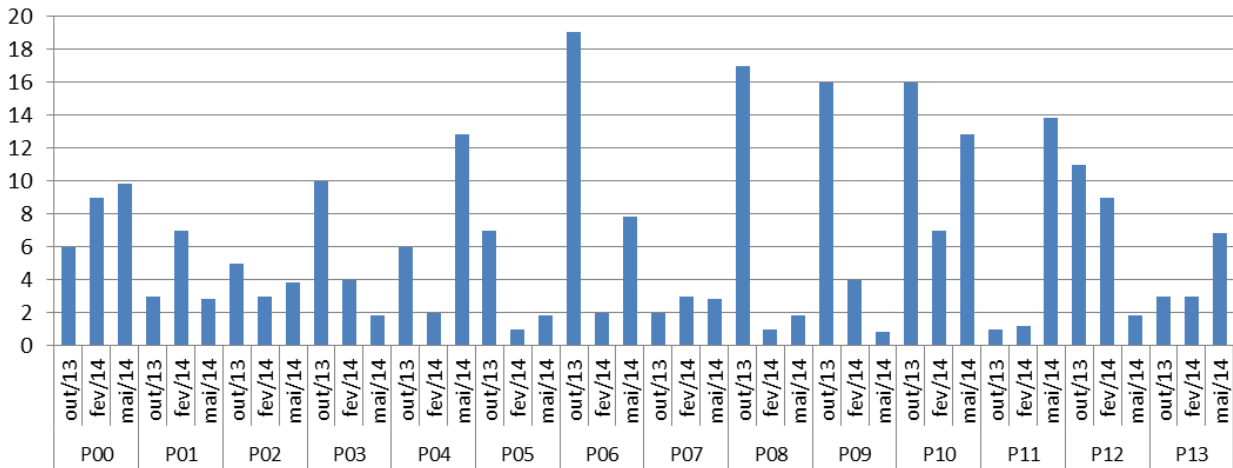


Figura 80: Resultados do teor de níquel nos sedimentos coletados durante a execução do Programa.

### Zinco Total (mg/kg)

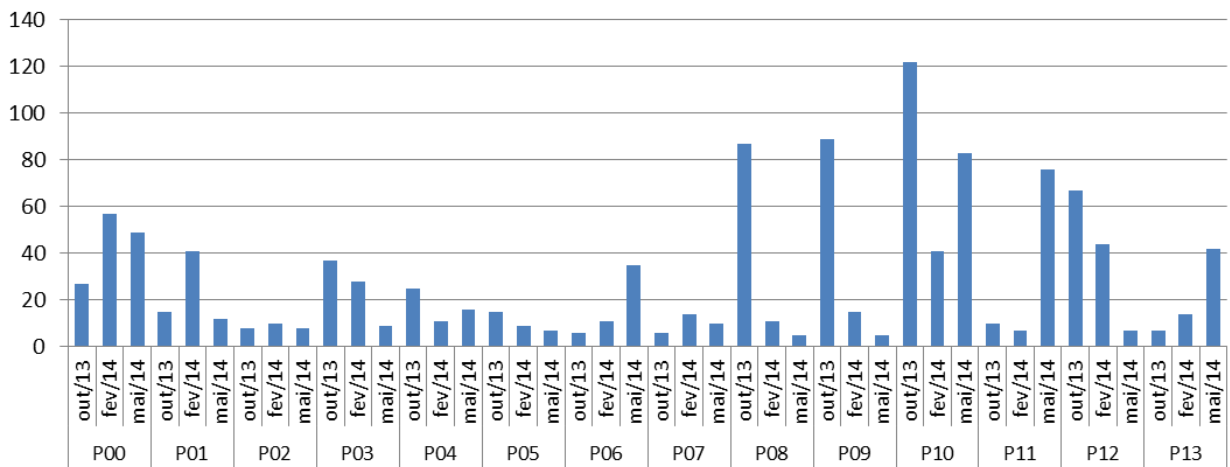


Figura 81: Resultados do teor de zinco nos sedimentos coletados durante a execução do Programa.

Os sedimentos acumulam eventos de longo termo ocorridos no ambiente aquático, sendo que nos pontos descritos acima as concentrações foram mais elevadas, sugerindo se tratar de locais com maior taxa de sedimentação desses elementos.

No rio Pirapetinga (P07), houve um pico na concentração de cobalto nos sedimentos na última campanha realizada, durante o mês de Maio/14, como mostra a Figura 77.

Em relação à matéria orgânica (Figura 82) e ao carbono orgânico total (Figura 83), pôde-se observar maiores concentrações relativas desses compostos nos mesmos pontos onde houveram os maiores registros de metais, principalmente no reservatório da Ilha dos Pombos (P00) e nas estações P06, P07, P08,



P09, P10, P11, P12 e P13. Nos demais pontos, houve baixos teores de carbono e material orgânico nos sedimentos.

### Matéria Orgânica Total (mg/dm<sup>3</sup>)

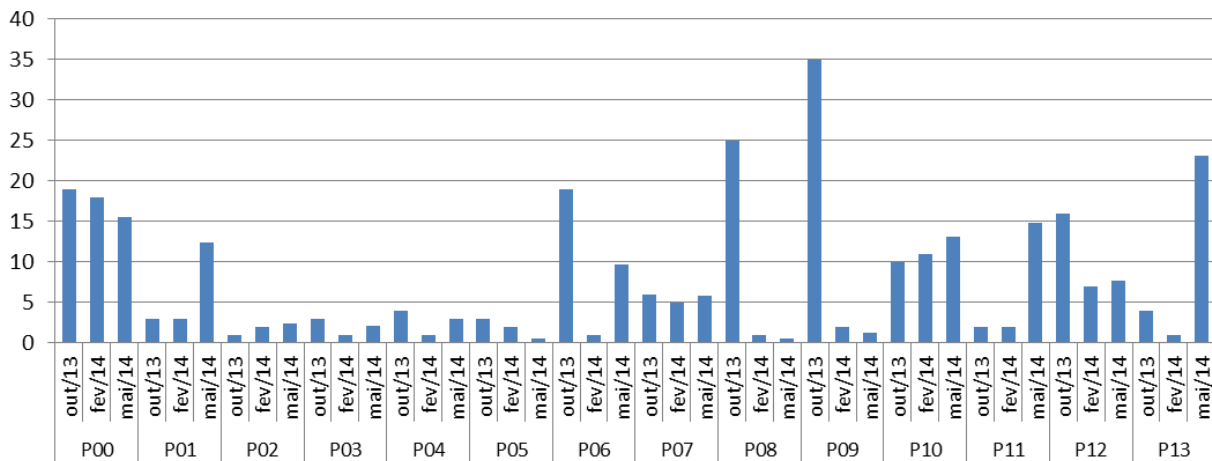


Figura 82: Resultados do teor de matéria orgânica nos sedimentos coletados durante a execução do Programa.

### Carbono Orgânico Total (mg/dm<sup>3</sup>)

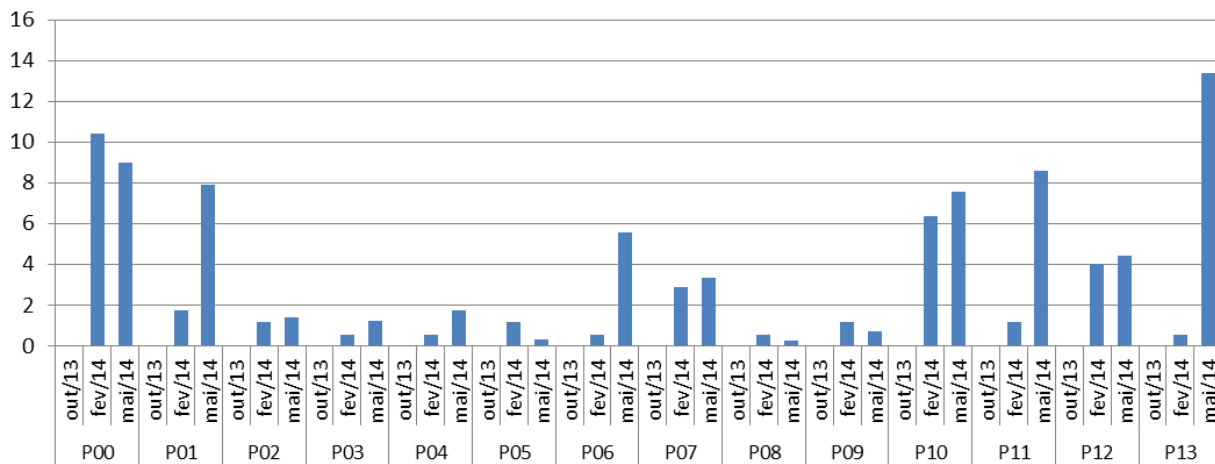


Figura 83: Resultados do teor de carbono orgânico total nos sedimentos coletados durante a execução do Programa.

Já o fósforo total (Figura 84) esteve presente em praticamente todas as estações amostrais, em níveis intermediários, mas que indicam a possibilidade de disponibilização desse composto em eventos de muita turbulência das águas dos rios, e futuramente de circulação vertical das águas, após a formação do reservatório. Esse resultado é importante no sentido de que o fósforo é um elemento importante no controle da eutrofização de ecossistemas aquáticos. Por outro lado, o nitrogênio total (Figura 85),

apresentou concentrações reduzidas em Outubro/13 e Fevereiro/14, se elevando em Maio/14, como mostra a Figura 85.

### Fósforo Total (mg/dm<sup>3</sup>)

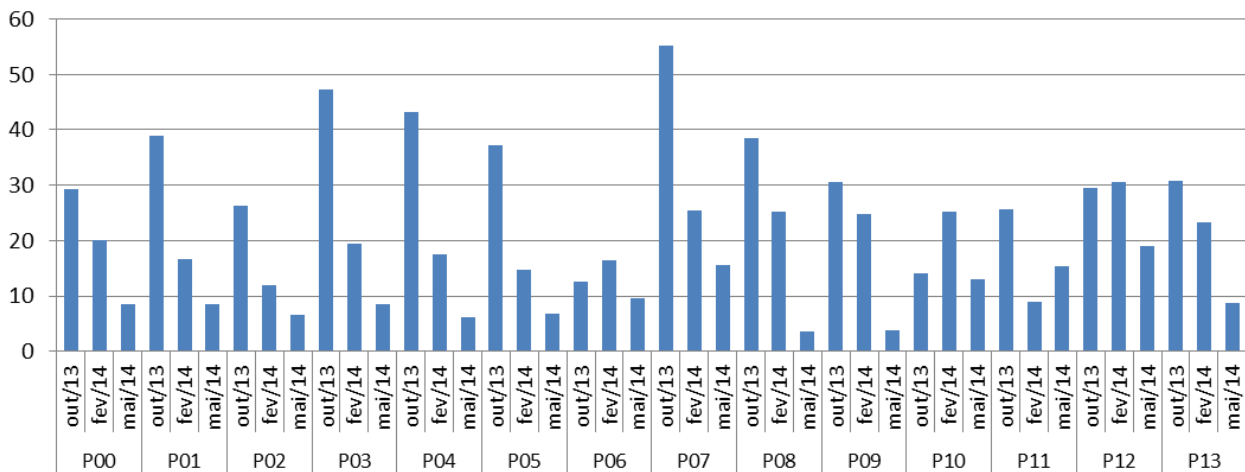


Figura 84: Resultados do teor de fósforo nos sedimentos coletados durante a execução do Programa.

### Nitrogênio Total (g/kg)

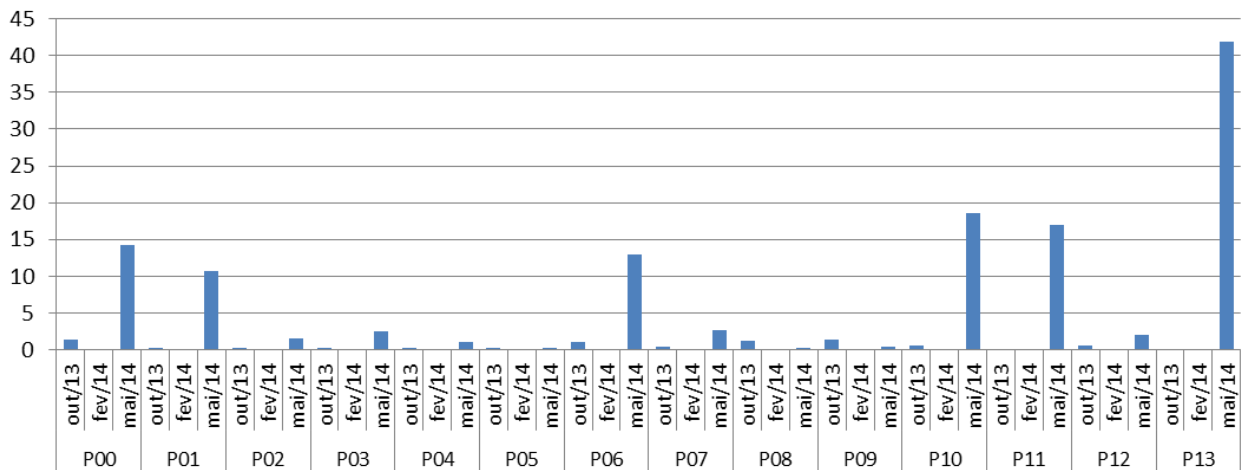


Figura 85: Resultados do teor de nitrogênio nos sedimentos coletados durante a execução do Programa.

Por fim, as análises granulométricas (Quadro 10 e Quadro 11) indicaram a presença de sedimentos predominantemente arenosos em praticamente todas as estações amostrais, em alguns pontos, como nas estações P01, P10 e P12, a areia manteve-se em meio a uma maior adensamento de pedregulhos. Em todos os pontos houve baixa concentração de argila e silte.

#### **4.5. COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA/ALGAS CIANOBACTÉRIAS/MACROALGAS BENTÔNICAS (PERIFÍTON)**

A comunidade fitoplanctônica, juntamente com as macroalgas bentônicas, ou perifíton, representam um papel relevante na produção de matéria orgânica e entrada de energia nas redes alimentares de um corpo de água. A comunidade fitoplanctônica é composta por algas microscópicas, unicelulares, filamentosas e coloniais, presentes no plâncton. Já o perifíton é formado pelo adensamento das algas fitoplanctônicas em substratos presentes no corpo hídrico, de modo que as mesmas adquirem um aspecto macroscópico, sendo por esse motivo chamado de macroalgas bentônicas.

Os principais grupos com representantes do fitoplâncton e do perifíton de água doce são: Bacillariophyceae (diatomáceas), Chlorophyceae (algas verdes), Cyanophyceae (cianobactérias), Chrysophyceae (algas amarelas ou douradas), Dinophyceae (algas marrons), Euglenophyceae e Zygnemaphyceae (desmídeas).

Uma peculiaridade dessas algas é sua reposta de forma precisa e duradoura às alterações no ambiente, por meio de mudanças permanentes na composição, estrutura e dinâmica populacional (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2008).

Os resultados das contagens realizadas no diagnóstico da comunidade fitoplanctônica presente nas estações de amostragem da UHE Itaocara I, no mês de Fevereiro/14, podem ser analisados no Quadro 12, que traz a consolidação da riqueza fitoplanctônica, por Classe, em cada campanha realizada, e no Quadro 13, com os resultados das densidades, expressas em ind/ml. Os laudos técnicos das análises laboratoriais podem ser analisados no Anexo 2.

Conforme exposto no Quadro 12, a comunidade fitoplanctônica registrada na área de influência do da UHE Itaocara I é composta por riqueza de espécies elevada, com a participação de algas das Classes Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cryptophyceae, Chrysophyceae, Cyanophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae, Oedogoniophyceae e Zygnemaphyceae.

Em todas as estações amostrais, houve predomínio numérico de algas da Classe Bacillariophyceae (Figura 87). Também conhecidas como algas diatomáceas, às algas da Classe Bacillariophyceae são organismos facilmente encontrados em ecossistemas lóticos, em especial naqueles onde as águas são turbulentas ou existem corredeiras, o que é o caso do rio Paraíba do Sul. Isso porque nesses locais as diatomáceas permanecem em suspensão na coluna de água, ao contrário dos ecossistemas lênticos, onde a carapaça de sílica característica desses organismos faz com que os mesmos afundem na coluna d'água, fazendo com que sejam encontrados com maior facilidade na região bentônica dos corpos de água, normalmente em riqueza e densidades inferiores às observadas nos ambientes lóticos (Sommer, 1988).

Quadro 12: Riqueza de espécies por Classe da comunidade fitoplanctônica, durante a execução do Programa.

Estação/Data		Bacillariophyceae	Chlorophyceae	Cryptophyceae	Chrysophyceae	Cyanophyceae	Dinophyceae	Euglenophyceae	Oedogoniophyceae	Zygnemaphyceae	TOTAL
P00	fev/13	8	4	1			1			3	17
	out/13	22	11			7	1	1		4	46
	fev/14	15	9	1		3	1		1	3	33
	mai/14	14	3	1	1	1	2	1		3	26
P01	fev/13	4	3		2	1				1	11
	out/13	24	14	1	2	8	1			6	56
	fev/14	9	2	1		1	1	1	1	2	18
P02	mai/14	27	6			6	2	1		3	45
	fev/13	7	2	1					1	1	12
	out/13	19	5			4	2			2	32
P03	fev/14	18	7	1		5		2	1	3	37
	mai/14	26	5	1		4	2	4		7	49
	fev/13	7	1	1	1				1		11
P04	out/13	26	12	1		4	1	1		4	49
	fev/14	12	3	1		3		1	1	2	23
	mai/14	20	3	1		3	2	1		3	33
P05	fev/13	7	1	1			1				10
	out/13	20	7	1		6	2			3	39
	fev/14	20	6	1		7	1	1	1	2	39
P06	mai/14	19	4	1	1	6	1	1		3	36
	fev/13	9	2	1				1		2	15
	out/13	21	9	1		5	2	1		3	42
P07	fev/14	19	6	1		2			1	2	31
	mai/14	15	6	1	1	1	1	1		1	27
	fev/13	8	7	1				1		2	19
P08	out/13	28	8	1		6	1			2	46
	fev/14	17	8	1	1	7			1	2	37
	mai/14	23	6	1	1	4	1			3	39
P09	fev/13	5	3	1		1			1	5	16
	out/13	19	4	1		6		3		2	35
	fev/14	18	14	1		6		6		7	52
P10	mai/14	11	1	1	1	3				3	20
	fev/13	9	1	1		1				3	15
	out/13	31	6	1	1	4	1	1		4	49
P11	fev/14	16	7			7			1	3	34
	mai/14	19	4			4	1	1		5	34
	fev/13	7	3	1	1					1	13
P12	out/13	27	8	1		8	2	1		4	51
	fev/14	17	5	1		1		2	1	2	29
	mai/14	23	7	1		3	1	2		5	42
P13	fev/13	11	3	1					1	1	17
	out/13	28	3	1		3	1	1		2	39
	fev/14	10	6	1		3			1	2	23
P14	mai/14	22	4	1		5		1		2	35
	fev/13	10	2			1				1	14
	out/13	28	6	1		4	1	1		5	46
P15	fev/14	10	4			4	1		1	4	24
	mai/14	21	1	1	1	5	1				30
	fev/13	10	4						1	1	16
P16	out/13	28	5	1		8	1			4	47
	fev/14	14	8	1		3		2		4	32
	mai/14	24	2	1		5	2	1		1	36
P17	fev/13	8	2			1			1	2	14
	out/13	26	9	1		5	1	1		4	47
	fev/14	21	8	1	1	7		1	1	3	43
P18	mai/14	18	5	1		2	1			3	30

Quadro 13: Densidade (ind/ml) por Classe da comunidade fitoplanctônica, durante a execução do Programa.

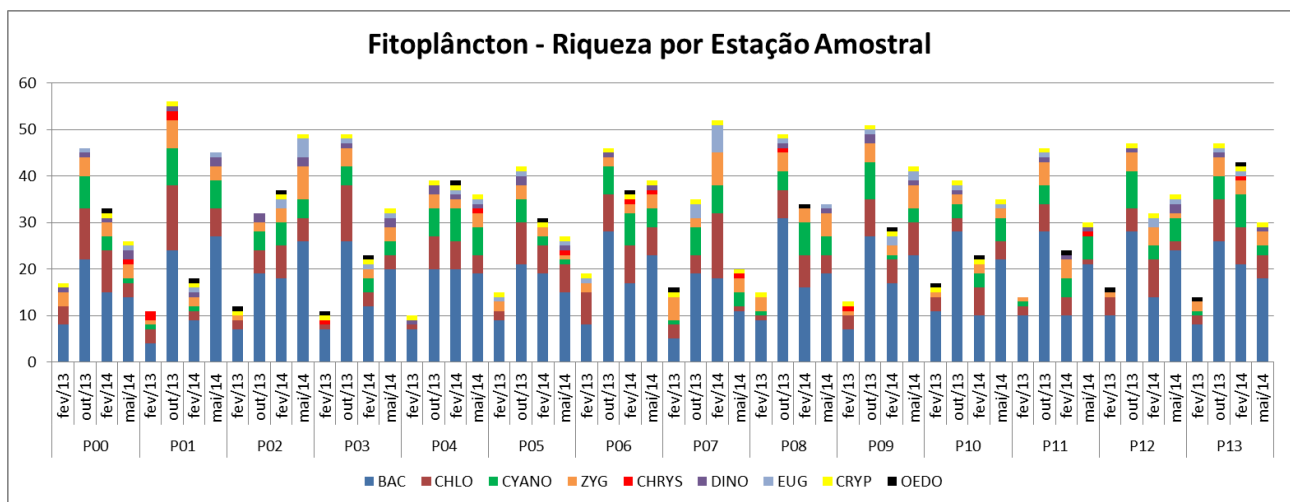
Estação/Data	Bacillariophyceae	Chlorophyceae	Cryptophyceae	Chrysophyceae	Cyanophyceae	Dinophyceae	Euglenophyceae	Oedogoniophyceae	Zygnematales	TOTAL (ind/ml)
P00	fev/13	8,2	1,7	4,5			0,4		0,8	15,7
	out/13	62,5	17,9			22,3	4,5	4,5		111,6
	fev/14	35,2	16,0	6,4					3,2	60,8
	mai/14	19,2	3,2	6,4		3,2	3,2	3,2		38,4
P01	fev/13	1,7	1,3		4,3					7,3
	out/13	26,8	4,5	8,9		13,4				53,6
	fev/14	12,8		9,6			3,2	3,2		28,8
	mai/14	9,6	6,4				3,2			19,2
P02	fev/13	9,7	0,7	1,0						11,4
	out/13	44,6	8,9			8,9				62,5
	fev/14	48,0	19,2	3,2				3,2	3,2	76,8
	mai/14	16,0	3,2	3,2		3,2		9,6		35,2
P03	fev/13	2,1	0,8	1,6						4,5
	out/13	26,8	22,3	17,9		13,4		8,9		89,2
	fev/14	9,6	6,4	6,4		3,2		3,2		28,8
	mai/14	25,6	6,4	9,6		6,4	9,6	3,2		60,8
P04	fev/13	5,2	1,3							6,5
	out/13	26,8		4,5			4,5			35,7
	fev/14	25,6	6,4	3,2						35,2
	mai/14	16,0	8,0	4,0		8,0	4,0	12,0		52,0
P05	fev/13	6,9	0,9	1,8				0,5	0,9	11,0
	out/13	44,6	8,9	4,5				4,5		62,5
	fev/14	35,2	6,4	6,4		6,4				54,4
	mai/14	22,4	16,0	12,8	3,2			6,4		60,8
P06	fev/13	6,0		3,4					1,1	10,5
	out/13	31,2	4,5	4,5		4,5				44,6
	fev/14	41,6	16,0	9,6		6,4			3,2	76,8
	mai/14	8,0		16,0						24,0
P07	fev/13	12,8	1,4	0,3				0,7		15,2
	out/13	35,7	17,9	8,9		17,9		4,5		84,8
	fev/14	28,2	272,9	65,9				42,4		409,4
	mai/14	19,2	16,0	3,2	3,2					41,6
P08	fev/13	3,8		0,6					0,3	4,8
	out/13	80,3	49,1	17,9		4,5	8,9		8,9	169,6
	fev/14	22,4	3,2						3,2	28,8
	mai/14	6,4	12,8					3,2	6,4	28,8
P09	fev/13	4,2	0,6		0,3					5,1
	out/13	66,9	8,9	17,9		4,5		4,5		102,6
	fev/14	76,8	9,6	12,8		3,2		6,4		108,8
	mai/14	25,6	6,4	3,2				6,4		41,6
P10	fev/13	11,9	1,0					2,0		14,8
	out/13	120,5	4,5	17,9		17,9		8,9		169,6
	fev/14	22,4	6,4	3,2						32,0
	mai/14	25,6	9,6	3,2				3,2		41,6
P11	fev/13	9,4	0,7							10,1
	out/13	26,8	8,9	8,9		4,5		4,5		53,5
	fev/14	32,0	3,2			3,2	3,2			41,6
	mai/14	28,0	8,0	12,0	4,0	12,0				64,0
P12	fev/13	7,4	0,6					1,4		9,3
	out/13	120,5	40,2	40,2		4,5				205,3
	fev/14	112,0	5,3	5,3		5,3		21,3		149,3
	mai/14	44,8	12,8	6,4		6,4	9,6	3,2		83,2
P13	fev/13	3,3							0,7	4,0
	out/13	80,4	26,8	8,9		4,5		8,9		129,5
	fev/14	60,8	9,6	9,6	6,4	16,0		3,2	3,2	108,8
	mai/14	38,4	44,8	35,2						118,4

No estudo em questão, os gêneros de diatomáceas com maior ocorrência e representatividade foram *Navicula sp.*, *Nitzschia sp.*, *Cyclotella sp.*, *Aulacoseira sp.*, *Discostella sp.* e *Encyonema sp.*, além da espécie *Cyclotella meneghiniana* (Anexo 2), todas de ampla ocorrência no Brasil.

Em todos os meses avaliados, a grande maioria das espécies identificadas no rio Paraíba do Sul e nos seus tributários podem ser classificadas como comuns e de ampla ocorrência em ecossistemas lóticos continentais. Entretanto, nas campanhas de Outubro/13 a Maio/14, chama-se atenção para a presença do dinoflagelado *Ceratium sp.* (Anexo 2), espécie exótica em águas brasileiras, registrado pela primeira vez no Brasil na bacia do rio Grande em 2007, no reservatório de Furnas (Silva *et al.*, 2012).

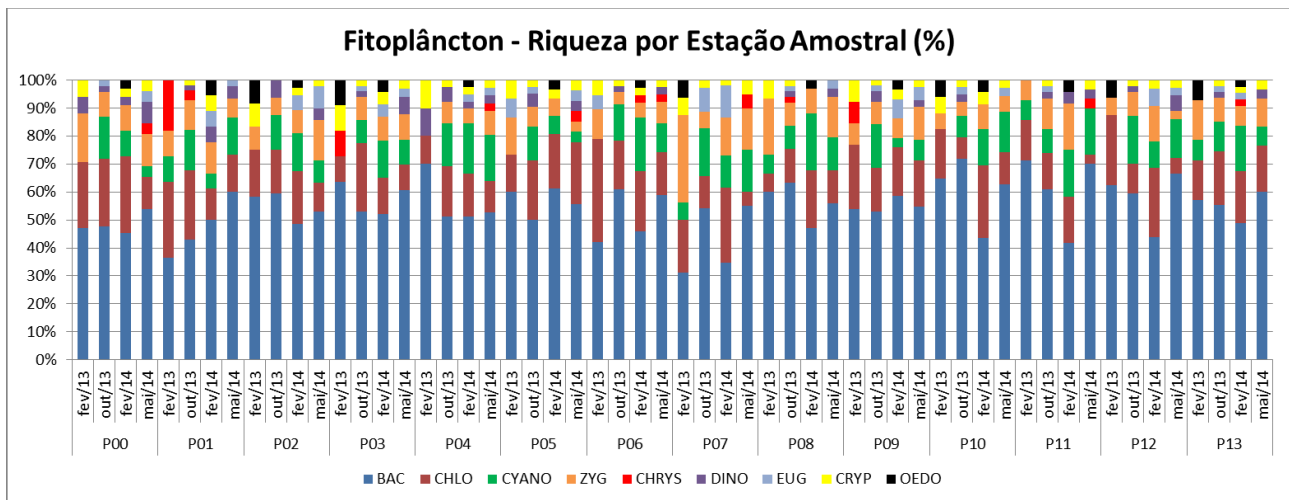
Em 2010, ocorreu um *bloom* dessa espécie no reservatório de Bilings (SP), associado ao aumento de fósforo na coluna d'água. Blooms de *Ceratium spp.* podem causar mortandade de peixes ou outros componentes da biota, como já observado na Tailândia, Japão e México (Silva *et al.*, 2012). No caso do rio Paraíba do Sul, a ocorrência dessa espécie aumentou ao longo do monitoramento, embora em todos os casos as densidades medidas tenham sido bastante reduzidas.

As riquezas de espécies fitoplanctônicas registradas na área de estudo foram altamente satisfatórias, em todas as estações amostrais (Figura 86). Os menores registros ocorreram no mês de Fevereiro/13, enquanto que entre Outubro/13 e Maio/14 as riquezas foram elevadas, chegando a 56 espécies identificadas na estação P01, em Outubro/13, mês que registrou as comunidades com maior número de espécies, ao longo do monitoramento.



**Figura 86: Riqueza de espécies da comunidade fitoplanctônica, registrada durante a execução do Programa.**

Analisando a Figura 87, nota-se que não houveram alterações significativas nas estruturas da comunidade fitoplanctônica registradas em cada estação amostral, em termos de composição na riqueza de espécies, sendo que na grande maioria dos pontos, inclusive no reservatório da UHE Ilha dos Pombos (P00), houve predomínio das Classes Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae e Zygnemaphyceae, nessa ordem.



**Figura 87: Riqueza de espécies da comunidade fitoplanctônica, em percentual por classes de organismos, registrada durante a execução do Programa.**

Um dado importante na avaliação da comunidade fitoplanctônica é a densidade com que esses organismos ocorrem em cada local. Normalmente, densidades elevadas ocorrem quando na presença de concentrações elevadas de nutrientes na coluna d'água, muitas vezes refletindo o início do processo de eutrofização do corpo hídrico. Ainda, a presença das algas cianobactérias (Classe Cyanophyceae) dentro da comunidade fitoplanctônica confere um motivo de atenção especial à análise das densidades algais.

A preocupação com as densidades dessas algas se deve ao fato de que as cianobactérias possuem adaptações que as tornaram excelentes competidoras nos ambientes aquáticos, tornando comum a sua dominância nesses locais. Exemplo disso é a maior tolerância a altas intensidades luminosas, requerimento de pouca energia para suas funções vitais, presença de vesículas de ar que as elevam às camadas superiores da coluna d'água facilitando o acesso à luz, capacidade de estocagem de fósforo e de fixação de nitrogênio atmosférico, presença de esporos de resistência e produção de toxinas, denominadas cianotoxinas.

Essa gama de características faz com que esses organismos persistam no ambiente em eventos extremos e que dominem o mesmo ambiente quando na presença de grandes concentrações de nutrientes, em um fenômeno conhecido como floração de cianobactérias, ou *bloom* de cianobactérias.

As florações de cianobactérias comprometem a qualidade cênica do ambiente e podem causar gosto e odor desagradáveis na água. O maior problema, no entanto, está no fato das cianotoxinas, produzidas por parte das espécies desse grupo, atingirem um conjunto de organismos muito além daqueles presentes nas comunidades aquáticas (Bittencourt-Oliveira & Molica, 2003).

Todavia, as análises realizadas ao longo do monitoramento da comunidade fitoplanctônica presente no rio Paraíba do Sul e nos seus tributários mostraram a presença de densidades fitoplanctônicas dentro da

normalidade, sendo que em nenhum dos locais avaliados houve ocorrência de densidades elevadas e/ou de florações de algas (Figura 88 e Figura 90).

Assim como verificado na análise da riqueza de espécies, a Classe Bacillariophyceae apresentou as maiores densidades relativas, dominando quase todas as comunidades identificadas (Figura 89).

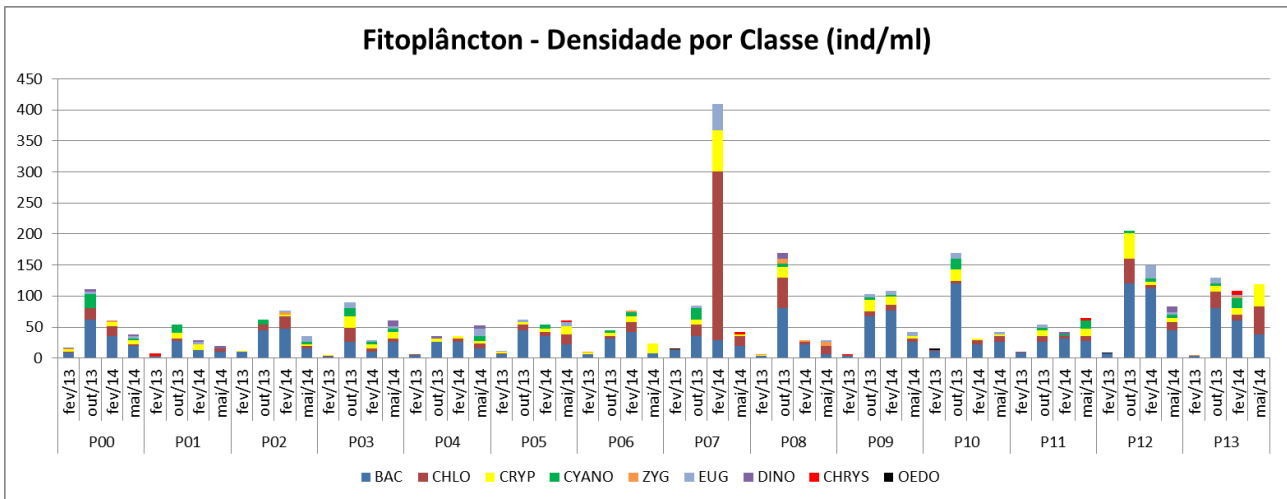


Figura 88: Densidade total, em ind/ml, da comunidade fitoplancônica, registrada durante a execução do Programa.

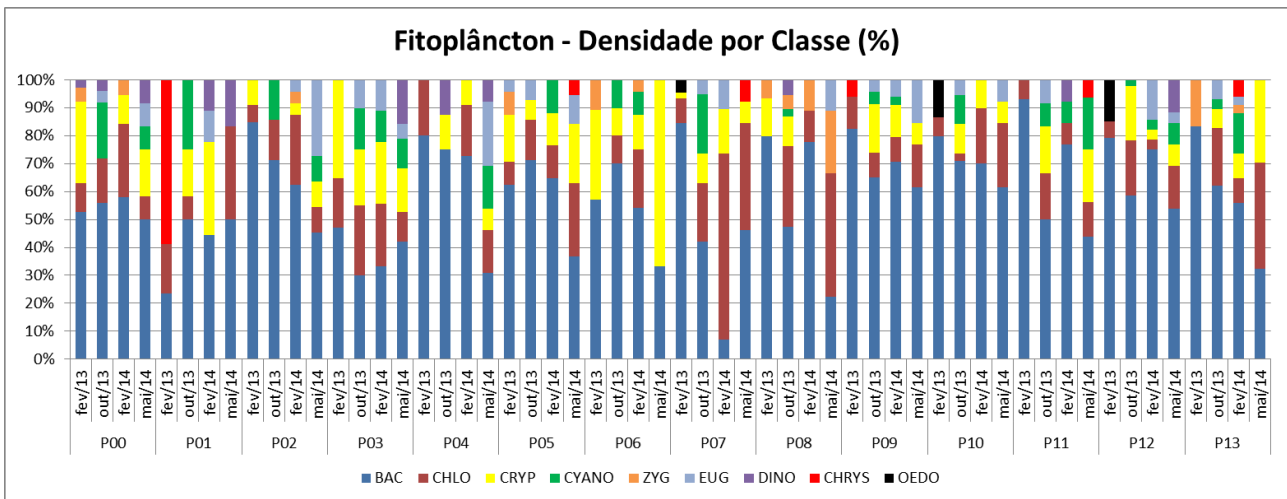


Figura 89: Densidade relativa da comunidade fitoplancônica, em percentual por classes de organismos, registrada durante a execução do Programa.

Em Fevereiro/14, na estação P07, houve maior densidade relativa de algas clorófitas, em decorrência principalmente das densidades das espécies *Monoraphidium contortum* e *Chlamydomonas sp.*, ambas muito comuns em ambientes com ampla disponibilidade de nutrientes, o que foi o caso do rio Pirapetinga no mês de Fevereiro/14. No ponto P06, em Maio/14, a espécie *Cryptomonas sp.*, que possui exigência de habitats semelhante à *Chlamydomonas sp.*, dominou a comunidade.



De qualquer forma, em nenhum ponto houve indício de desequilíbrio na comunidade fitoplanctônica, mesmo nos pontos com maior densidade, como no rio Pirapetinga em Fevereiro/14, quando ocorreu o maior registro de densidade fitoplanctônica: 409,42 ind/ml (Figura 88).

Esse panorama é corroborado pelas contagens específicas das algas cianobactérias, as quais indicaram a presença de baixas densidades em todas as estações amostrais, muito abaixo do limite máximo de 50.000 cel/ml previsto na Resolução CONAMA 357/05, para águas de Classe 2 (Figura 90).

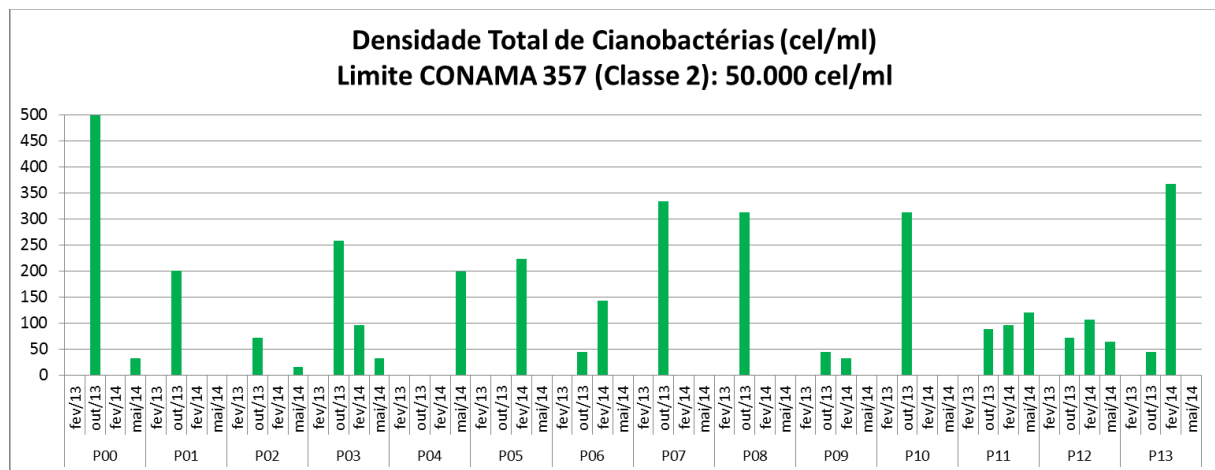


Figura 90: Densidade de algas cianobactérias (cel/ml), registrada durante a execução do Programa.

De qualquer forma, o monitoramento dessa comunidade mostra a presença (em baixas densidades) de organismos potencialmente tóxicos, como os gêneros *Cylindrospermopsis raciborskii* e os gêneros *Planktothrix*, *Microcystis* e *Oscillatoria* (Anexo 2), os quais em densidades elevadas podem causar transtornos no uso das águas e desequilíbrios nas comunidades aquáticas. Por esse motivo, e pelo fato dessa comunidade alterar a sua estrutura rapidamente, o monitoramento contínuo das densidades de algas cianobactérias possui importância estratégica para o gerenciamento dos recursos hídricos na área de estudo.

Conforme esperado, tendo em vista a elevada riqueza de espécies juntamente com a ausência de dominâncias pronunciadas dentro da comunidade fitoplanctônica (com algumas pequenas exceções, como no ponto P07 em Fevereiro/14, onde houve dominância de algas clorofíceas), os resultados do Índice de Diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) indicaram a presença de comunidades com diversidade elevada em todas as estações amostrais (Figura 91).

O mesmo ocorreu com o Índice de Equitabilidade ( $J'$ ), que mostrou a presença de comunidades heterogêneas, ou seja, sem dominâncias (Figura 92), resultado que pode ser considerado um indicador de estabilidade dentro dessa comunidade.

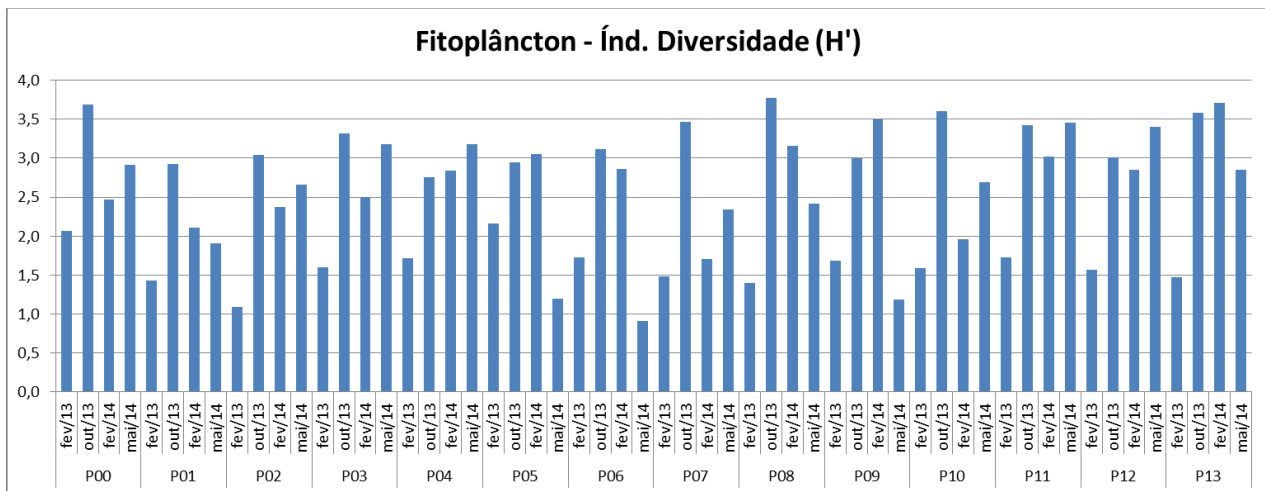


Figura 91: Índice de Diversidade (H') da comunidade fitoplanctônica, calculado durante a execução do Programa.

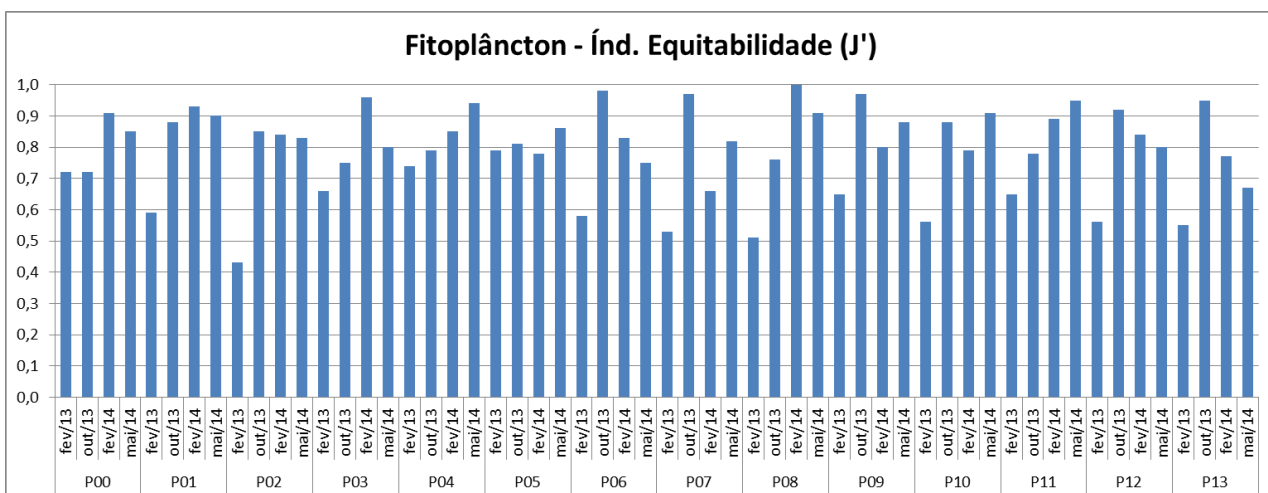


Figura 92: Índice de Equitabilidade (J') da comunidade fitoplanctônica, calculado durante a execução do Programa.

Em relação à comunidade das macroalgas bentônicas, as análises indicaram um extenso conjunto de algas presentes nos substratos do rio Paraíba do Sul e de seus afluentes, pertencentes às Classes Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Chrysophyceae, Cryptophyceae, Cyanophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae, Rhodophyceae e Zygnemaphyceae (Quadro 14 e Quadro 15).

A grande maioria das espécies registradas foi pertencente à Classe Bacillariophyceae (diatomáceas) (Figura 93 e Figura 94), o que é normal tendo em vista a presença de carapaças de sílica nessas algas, que favorecem a sua manutenção nos substratos, além da presença riqueza elevada dessas algas na coluna d'água, conforme exposto anteriormente.

**Quadro 14: Riqueza de espécies por Classe de macroalgas bentônicas (perifiton), durante a execução do Programa.**

Estação/Data		Bacillariophyceae	Chlorophyceae	Cryptophyceae	Chrysophyceae	Cyanophyceae	Dinophyceae	Euglenophyceae	Rhodophyceae	Zygnemaphyceae	TOTAL
P00	out/13	36	2			4				4	46
	fev/14	30				4				3	37
	mai/14	42	4			5	1			4	56
P01	out/13	19				6					25
	fev/14	9	2			4				2	17
	mai/14	16				5	1			2	24
P02	out/13	33	3			4					40
	fev/14	25				3					28
	mai/14	24	1			4				2	31
P03	out/13	42	4			2			1	1	50
	fev/14	24	1			9	1		1	2	38
	mai/14	32	4			9				4	49
P04	out/13	31	2			6				1	40
	fev/14	17	2			7			1	5	32
	mai/14	23				9				3	35
P05	out/13	38	2			9				1	50
	fev/14	24	4			6				2	36
	mai/14	37				4				3	44
P06	out/13	26	1			5				2	34
	fev/14	33	2	1		10				4	50
	mai/14	35	2			6				3	46
P07	out/13	25	2			8				1	36
	fev/14	28	9	1	1	5		6		8	58
	mai/14	34	8			10				7	59
P08	out/13	33	1			9					43
	fev/14	33				8				6	47
	mai/14	56	3			7	1			8	75
P09	out/13	17				3				2	22
	fev/14	30	3			3				2	38
	mai/14	43	5			6	1			7	62
P10	out/13	27				5				1	33
	fev/14	32	7			6				8	53
	mai/14	40	3			8				12	63
P11	out/13	29	1			7				2	39
	fev/14	15				5					20
	mai/14	40	3			8				4	55
P12	out/13	35	1			4				1	41
	fev/14	24	3			3				1	31
	mai/14	47	6			3	2			5	63
P13	out/13	48	15			15		1		10	89
	fev/14	21	2			6				4	33
	mai/14	49	12			6				5	72

**Quadro 15: Densidade (ind/cm<sup>2</sup>) por Classe de macroalgas bentônicas (perifiton), durante a execução do Programa.**

Estação/Data		Bacillariophyc eae	Chlorophyceae	Cryptophyceae	Cyanophyceae	Rhodophyceae	Zygnemaphyc eae	TOTAL (ind/cm <sup>2</sup> )
P00	out/13	2.239,7	57,6		120,9		23,0	2.441,3
	fev/14	1.300,0			115,4		17,3	1.432,6
	mai/14	5.827,9	119,2		476,7			6.423,8
P01	out/13	10.277,3			431,8			10.709,1
	fev/14	8.690,3			755,7			9.446,0
	mai/14	1.045,1						1.045,1
P02	out/13	1.962,8	7,9		47,1			2.017,8
	fev/14	549,1			19,2			568,4
	mai/14	752,8			105,0			857,8
P03	out/13	742,0			27,5			769,4
	fev/14	259,1	10,8		1.111,9			1.381,8
	mai/14	4.511,2	259,1		2.176,3			6.946,6
P04	out/13	1.522,2			10,8			1.533,0
	fev/14	994,7			1.503,7	15,4	30,8	2.544,6
	mai/14	216,5			388,6			605,1
P05	out/13	32,8	1,7		82,9			117,4
	fev/14	151,1	3,2		79,9		23,8	258,0
	mai/14	4.560,8			1.049,3			5.610,1
P06	out/13	241,8	86,4		2.141,8			2.470,0
	fev/14	464,2	7,2	12,6	210,5			694,5
	mai/14	2.263,9			431,8			2.695,7
P07	out/13	14,4	2,4		275,9			292,7
	fev/14	163,6	151,8	3,4	3,4		10,1	332,3
	mai/14	5.723,8	1.079,6		1.273,7			8.077,1
P08	out/13	3.627,3			1.266,7			4.894,0
	fev/14	708,1			387,4		9,5	1.104,9
	mai/14	5.002,2			553,7			5.555,9
P09	out/13	847,9			424,0			1.271,9
	fev/14	55,8						55,8
	mai/14	7.319,0			2.463,3			9.782,2
P10	out/13	32,8			17,3			50,1
	fev/14	461,8	18,0		623,7		12,0	1.115,5
	mai/14	5.968,5			1.727,3		345,5	8.041,2
P11	out/13	633,4			4.375,8			5.009,1
	fev/14	285,3			678,6			963,9
	mai/14	6.065,9			949,7			7.015,6
P12	out/13	842,1			14,4			856,5
	fev/14	633,9	1,7		35,2		1,7	672,4
	mai/14	6.627,7			345,5			6.973,2
P13	out/13	2.610,2	19,2		153,5			2.782,9
	fev/14	415,6	5,4		194,3		48,6	663,9
	mai/14	7.335,0	1.381,8		1.289,6		806,1	10.812,5

Assim como verificado no fitoplâncton, as Classes Chlorophyceae, Cyanophyceae e Zygnemaphyceae apresentaram os maiores registros, depois das diatomáceas. Esses resultados indicam que essa estrutura prevalece na maior parte do tempo no rio Paraíba do Sul e nos seus tributários, tanto no período seco quanto no chuvoso, tendo em vista a característica cumulativa que possui o perifíton (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2008).

As espécies de macroalgas bentônicas identificadas foram coincidentes com as presentes na comunidade fitoplanctônica, não havendo destaques, nem registro de espécies raras, endêmicas e/ou ameaçadas de extinção. Esses resultados ilustram bem a correlação entre as estruturas das algas presentes na coluna d'água e no substrato, conferindo robustez e confiabilidade nas análises desse grupo de organismos.

Assim como verificado nas águas superficiais, a identificação das macroalgas também registrou a espécie de dinoflagelado *Ceratium sp.* (Anexo 2), sugerindo a presença consolidada desse organismo exótico no Rio Paraíba do Sul.

Avaliando a estrutura da comunidade, nota-se que as diatomáceas responderam por ao menos 45% da riqueza de espécies nas estações avaliadas, chegando a mais de 85% da riqueza total em algumas estações amostrais (Figura 94). Esse padrão é característico de ecossistemas lóticos, devido às características dessas algas, conforme exposto anteriormente, estando dentro da normalidade, sem indícios de alterações.

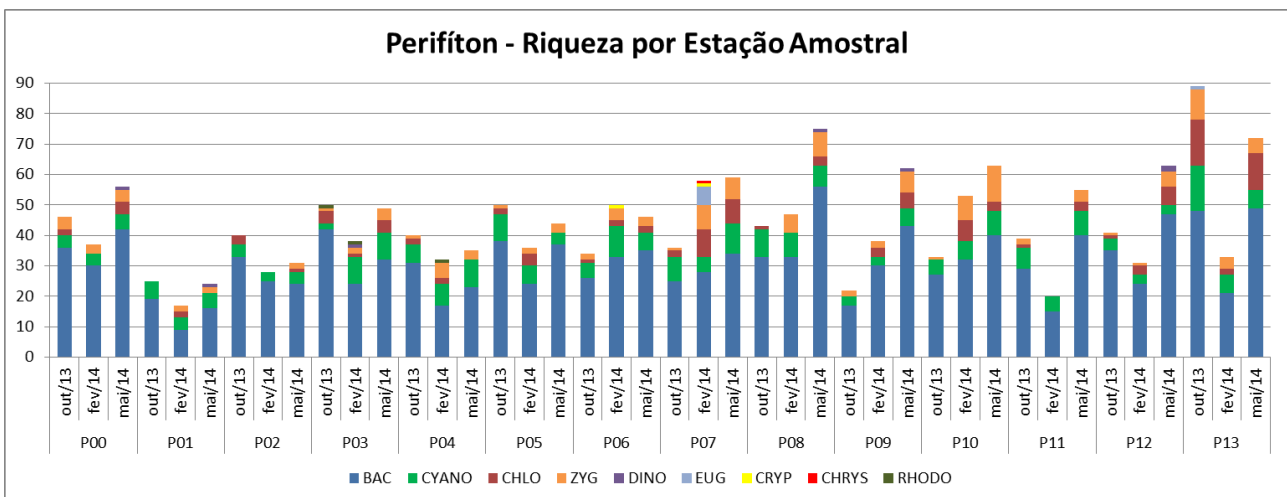
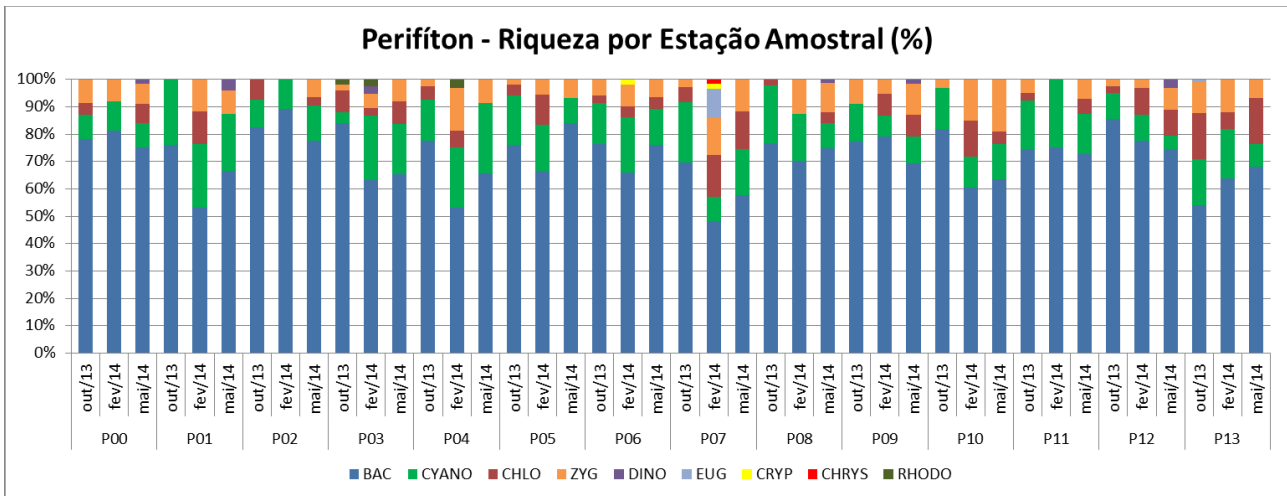


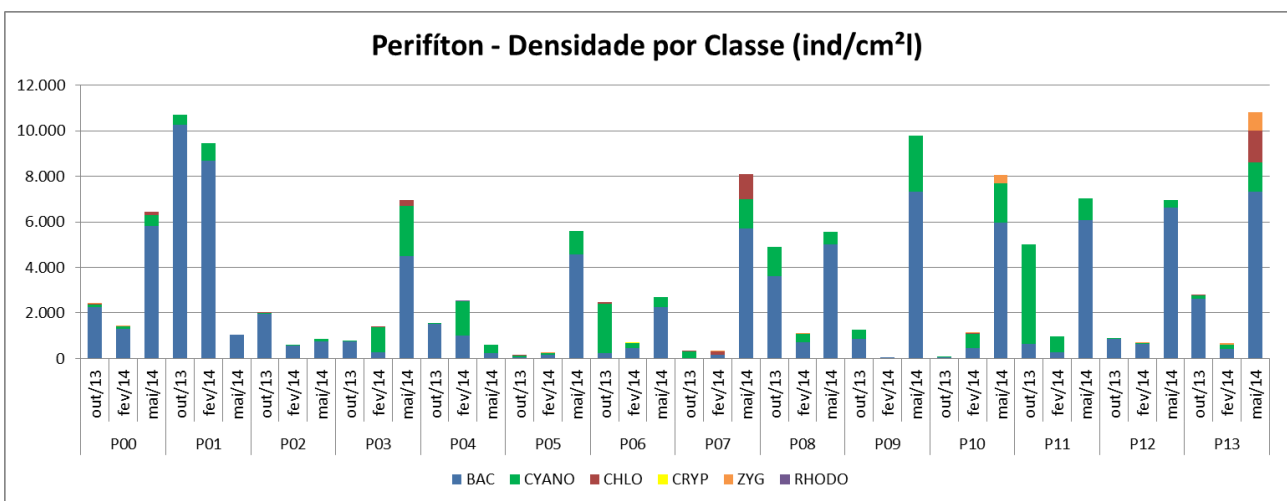
Figura 93: Riqueza de espécies das macroalgas bentônicas (perifíton), registrada durante a execução do Programa.



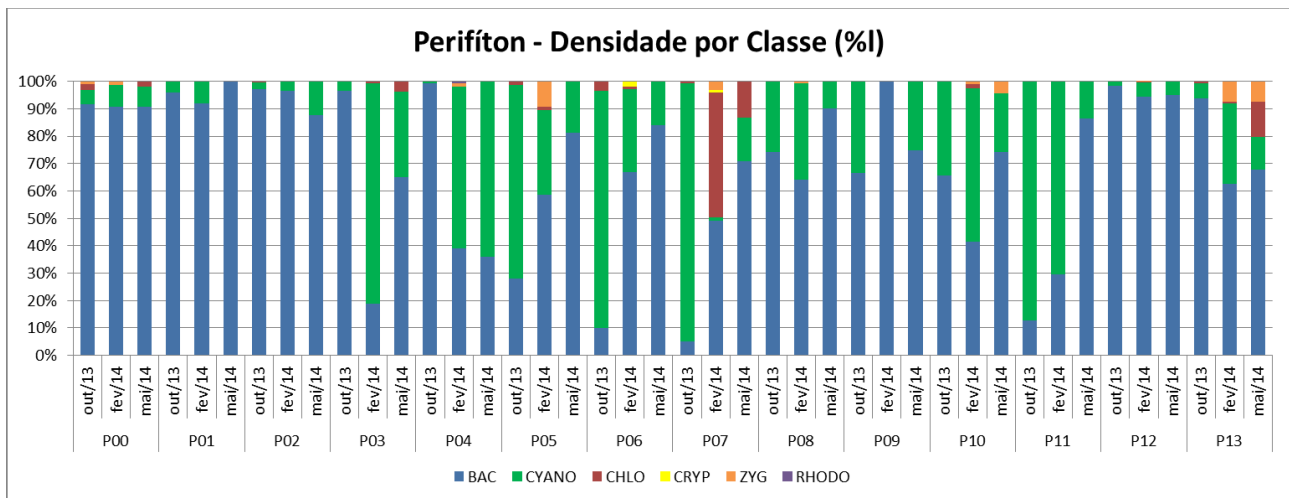
**Figura 94: Riqueza de espécies das macroalgas bentônicas (perifiton), em percentual por classes de organismos, registrada durante a execução do Programa.**

O rio Pirapetinga (P07) foi o local que apresentou a distribuição mais diversificada da riqueza de espécies entre as diferentes classes de organismos, sendo o ponto a apresentar maior número de algas euglenas (Classe Euglenophyceae), em Fevereiro/14, corroborando a estrutura observada para o fitoplâncton.

Embora tenha apresentado riqueza de espécies relativamente menor do que a maioria das estações amostrais, o ponto P01 foi um dos locais com a maior densidade de macroalgas bentônicas, se destacando de todas as outras estações amostrais quando avaliados os valores absolutos, nos meses de Outubro/13 e Fevereiro/14 (Figura 95). O mês de Maio/14 foi marcado por um aumento nas densidades perifíticas, o que pode estar relacionado com a redução na vazão do rio Paraíba do Sul (Figura 95), que favorece o processo de sedimentação das algas e conseqüentemente de colonização dos substratos de fundo.



**Figura 95: Densidade total, em ind/cm<sup>2</sup>, das macroalgas bentônicas (perifiton), registrada durante a execução do Programa.**



**Figura 96: Densidade relativa das macroalgas bentônicas (perifiton), em percentual por classes de organismos, registrada durante a execução do Programa.**

Quantitativamente, houve registro praticamente somente de algas diatomáceas (Bacillariophyceae) e cianobactérias (Cyanophyceae), com o segundo grupo em maior densidade nas estações P03, P04, P05, P06 e P11 (Figura 95), mas com dominância de espécies sem características de produção de cianotoxina. Na maioria dos pontos avaliados, as algas diatomáceas e cianobactérias representaram ao menos 90% da densidade total (Figura 96). Poucas exceções foram registradas, como no ponto P07, que representa o rio Pirapetinga, onde em Fevereiro/14 houve maior presença relativa de algas clorofíceas (Classe Chlorophyceae), principalmente do gênero *Monoraphidium* (Figura 96), exatamente da mesma forma que observado para o fitoplâncton.

Por fim, diferentemente do observado para a comunidade fitoplanctônica, os resultados do Índice de Diversidade ( $H'$ ) e do Índice de Equitabilidade ( $J'$ ) refletiram as dominâncias observadas em algumas estações amostrais, por espécies diatomáceas ou cianobactérias; ou ainda clorofíceas no caso da estação P07.

As dominâncias, que são comuns para esse grupo de organismos, não sendo consideradas evidências de desequilíbrio da comunidade, ocorreram de forma mais evidente nos pontos P01, P03 e P12, onde as comunidades das macroalgas bentônicas foram marcadas por diversidade reduzida e baixa equitabilidade (Figura 97 e Figura 98), ou seja, pela presença de uma ou poucas espécies ocorrendo em maiores densidades relativas, configurando dominância dentro da comunidade. Nesses pontos, as espécies de diatomáceas *Luticola mutica*, *Navicula cryptocephala* e *Gomphonema sp.*, e/ou da cianofíceia *Heteroleibleinia sp.* foram as que apresentaram as maiores densidades relativas.

De qualquer forma, deve ser ressaltado que esse quadro é normal na análise do perifiton, devido ao fato de, uma vez instalada no substrato, a espécie apresentar desenvolvimento acelerado, normalmente dominando aquele ponto. Esse é um panorama comum e não indica distúrbios dentro da comunidade.

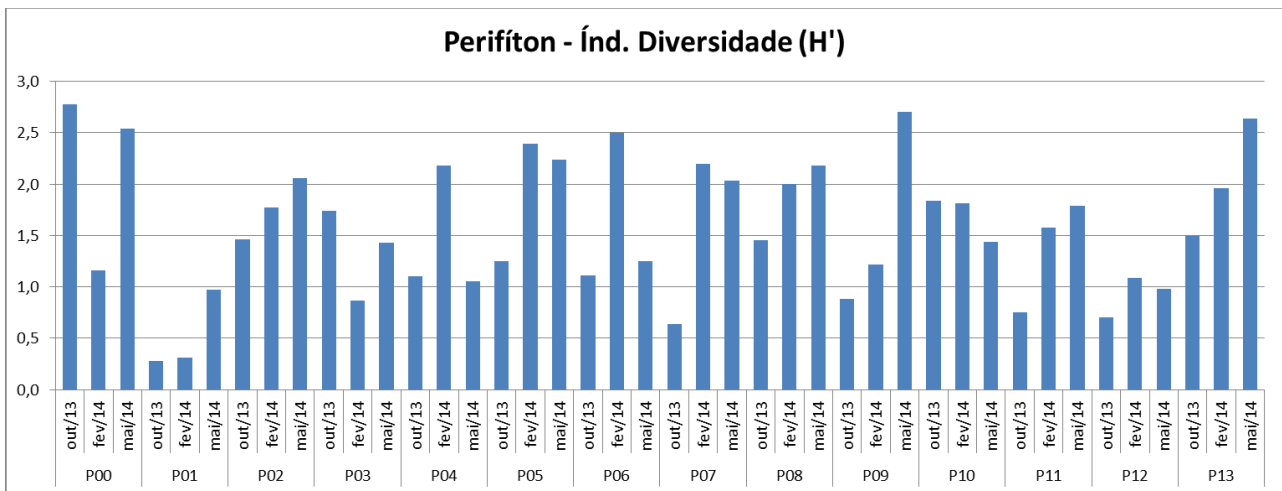


Figura 97: Índice de Diversidade (H') das macroalgas bentônicas (perifíton), calculado durante a execução do Programa.

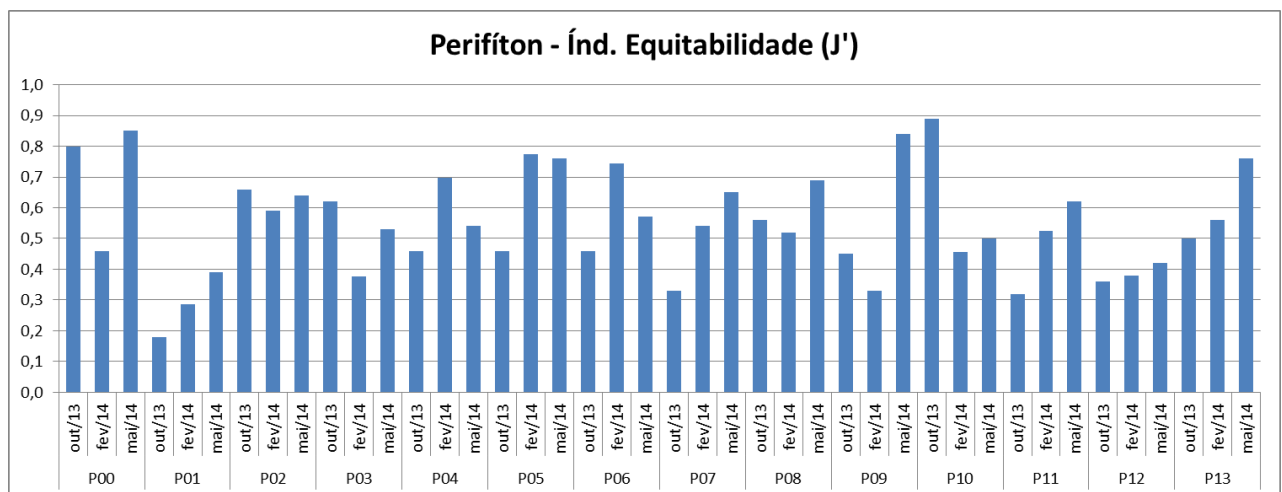


Figura 98: Índice de Equitabilidade (J') das macroalgas bentônicas (perifíton), calculado durante a execução do Programa.

Por fim, a análise da estrutura da comunidade fitoplânctônica e das macroalgas bentônicas registradas no período entre Fevereiro/13 e Maio/14 na área de estudo, realizada a partir da lista de espécies presentes, riquezas, densidades, índices e da participação relativa das Classes de algas, juntamente com a avaliação das densidades de algas cianobactérias, mostram se tratar de comunidades dentro da normalidade, sem indícios de alteração, estando sujeitas somente às oscilações intrínsecas que fazem parte do fitoplâncton, o que é normal.

De qualquer forma, pode-se notar a presença de elementos capazes de alterar esse panorama, causando desequilíbrio no ecossistema aquático, como uma espécie exótica (*Ceratium sp.*) e algumas espécies de algas cianobactérias potencialmente tóxicas, indicando a importância no monitoramento do fitoplâncton e perifíton, visando a instalação da UHE Itacara I.



#### 4.6. COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA

A comunidade zooplânctônica exerce um importante papel na transferência de energia para os níveis tróficos superiores da pirâmide energética de um ambiente aquático. São organismos heterotróficos, que se alimentam de matéria orgânica dissolvida, dos microrganismos decompositores e também do fitoplâncton.

Nesse sentido, exercem a função de produtores secundários dentro da cadeia alimentar limnológica. Também podem ser indicadores de alterações no ambiente em decorrência de atividades antrópicas, por responderem, também em termos da estrutura e dinâmica populacional, a aportes de nutrientes orgânicos e inorgânicos.

Normalmente o zooplâncton de água doce caracteriza-se por densidades classificadas como baixas a moderadas, sendo constituídos por seres vivos flutuantes ou em suspensão, que se deslocam através dos movimentos da água, embora muitos deles possam ter movimentos próprios. Em reservatórios e ecossistemas lênticos, as densidades zooplânctônicas encontradas já são maiores, podendo ser classificadas como abundantes ou muito abundantes.

Os principais grupos do zooplâncton em sistemas de água doce são os protozoários (Protozoa), rotíferos (Rotifera) e crustáceos (Crustacea), esse último composto especialmente pelos cladóceros (Cladocera) e copépodos (Copepoda).

Os resultados das contagens realizadas no diagnóstico da comunidade zooplânctônica presente nas estações de amostragem da UHE Itaipava I podem ser analisados no Quadro 16, que traz a consolidação da riqueza zooplânctônica, por Filo, em cada campanha realizada, e no Quadro 17, com os resultados das densidades dos grandes grupos zooplânctônicos encontrados nas estações amostrais do rio Paraíba do Sul e de seus afluentes, na área de estudo, expressas em org/l. Os laudos técnicos das análises laboratoriais podem ser analisados no Anexo 2.

A partir dessas listas foram confeccionados gráficos contendo os resultados do Índice de Diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) e do Índice de Equitabilidade de Pielou ( $J'$ ).

Assim como verificado na análise da comunidade fitoplânctônica, o zooplâncton presente nas estações de monitoramento do rio Paraíba do Sul e de seus tributários apresenta elevada complexidade, sendo composto por espécies representantes dos Filos Protozoa, Rotifera e Crustacea (Quadro 16), além de espécies de organismos que apresentam apenas parte de ciclo de vida planctônico, não sendo caracterizado como zooplâncton. Esses organismos foram classificados como "Outros".

**Quadro 16: Riqueza de espécies por Filo da comunidade zooplanctônica, durante a execução do Programa.**

Estação/Data		Protozoa	Rotifera	Crustacea	Outros	TOTAL
P00	fev/13	6	1			7
	out/13	10	7	12		29
	fev/14	4	4	4	1	13
	mai/14	8	10	3	2	23
P01	fev/13	3				3
	out/13	6	4	6		16
	fev/14	6	11	12		29
	mai/14	9	11	5	2	27
P02	fev/13	5	1			6
	out/13	7	3	7		17
	fev/14	9	7	4	2	22
	mai/14	16	13	1	2	32
P03	fev/13	5				5
	out/13	6	4	13		23
	fev/14	11	13	6	2	32
	mai/14	10	15	5	2	32
P04	fev/13	3				3
	out/13	9	2	5		16
	fev/14	10	8	6	4	28
	mai/14	13	10	6	3	32
P05	fev/13	4				4
	out/13	8	4	6		18
	fev/14	9	7	7	1	24
	mai/14	8	12	4	2	26
P06	fev/13	6	3			9
	out/13	8	3	5		16
	fev/14	10	5	6	1	22
	mai/14	14	7	2	2	25
P07	fev/13	6	2			8
	out/13	13	6	4		23
	fev/14	19	8	4	1	32
	mai/14	16	16	2	2	36
P08	fev/13	4	1			5
	out/13	8	4	2		14
	fev/14	17	7	5	3	32
	mai/14	11	9		2	22
P09	fev/13	4	1			5
	out/13	13	5	4		22
	fev/14	17	9	1	1	28
	mai/14	11	10	3	2	26
P10	fev/13	3				3
	out/13	9	2	3		14
	fev/14	9	6	5	1	21
	mai/14	13	9	3	3	28
P11	fev/13	5				5
	out/13	11	1	1		13
	fev/14	16	8	5	2	31
	mai/14	16	16	5	4	41
P12	fev/13	5	1			6
	out/13	12	3	3		18
	fev/14	10	9	4	1	24
	mai/14	12	10	2	2	26
P13	fev/13	4				4
	out/13	9	4	3		16
	fev/14	12	9	5	3	29
	mai/14	16	10	1	3	30

**Quadro 17: Densidade de espécies (org/l) por Filo da comunidade zooplancônica, durante a execução do Programa.**

Estação/Data		Protozoa	Rotifera	Crustacea	Outros	TOTAL (org/l)
P00	fev/13	2,29	0,35			<b>2,64</b>
	out/13	0,92	4,12	5,24		<b>10,28</b>
	fev/14	0,66	2,09	0,99	0,07	<b>3,81</b>
	mai/14	1,12	1,84	0,52	0,07	<b>4,28</b>
P01	fev/13	3,68				<b>3,68</b>
	out/13	0,60	0,64	1,20		<b>2,44</b>
	fev/14	0,68	1,24	3,55		<b>5,47</b>
	mai/14	1,90	2,00	0,30	13,65	<b>17,85</b>
P02	fev/13	1,44	0,40			<b>1,84</b>
	out/13	2,52	0,32	0,32		<b>3,16</b>
	fev/14	8,43	3,02	0,84	1,13	<b>13,42</b>
	mai/14	7,55	3,10	0,30	0,85	<b>11,80</b>
P03	fev/13	3,64				<b>3,64</b>
	out/13	1,28	0,56	1,84		<b>3,68</b>
	fev/14	2,10	3,60	1,85		<b>7,55</b>
	mai/14	2,28	3,72	1,60	0,48	<b>8,08</b>
P04	fev/13	5,78				<b>5,78</b>
	out/13	1,04	0,16	1,12		<b>2,32</b>
	fev/14	2,36	1,40	1,56	0,28	<b>5,60</b>
	mai/14	2,28	3,72	1,60	0,48	<b>8,08</b>
P05	fev/13	3,85				<b>3,85</b>
	out/13	1,20	0,20	0,64		<b>2,04</b>
	fev/14	3,80	1,05	1,10	0,70	<b>6,65</b>
	mai/14	2,28	3,72	1,60	0,48	<b>8,08</b>
P06	fev/13	2,76	1,60			<b>4,36</b>
	out/13	3,20	0,32	0,96		<b>4,48</b>
	fev/14	3,15	3,70	1,40	0,25	<b>8,50</b>
	mai/14	2,28	3,72	1,60	0,48	<b>8,08</b>
P07	fev/13	1,80	0,69			<b>2,49</b>
	out/13	4,08	1,56	1,00		<b>6,64</b>
	fev/14	11,37	7,05	1,31	0,33	<b>20,06</b>
	mai/14	8,95	4,40	0,35	0,55	<b>14,25</b>
P08	fev/13	1,95	0,27			<b>2,22</b>
	out/13	2,76	0,32	0,32		<b>3,40</b>
	fev/14	7,05	2,45	1,25	0,70	<b>11,45</b>
	mai/14	3,55	1,35		0,70	<b>5,60</b>
P09	fev/13	1,35	0,50			<b>1,85</b>
	out/13	3,68	1,16	0,64		<b>5,48</b>
	fev/14	17,10	3,20	1,20	0,90	<b>22,40</b>
	mai/14	2,08	0,80	0,44	0,12	<b>3,44</b>
P10	fev/13	1,58				<b>1,58</b>
	out/13	7,30	1,20	1,35		<b>9,85</b>
	fev/14	0,92	2,00	1,16	0,12	<b>4,20</b>
	mai/14	4,00	1,24	0,36	3,12	<b>8,72</b>
P11	fev/13	1,70				<b>1,70</b>
	out/13	4,16	0,44	0,20		<b>4,80</b>
	fev/14	1,80	5,72	0,92	0,80	<b>9,24</b>
	mai/14	3,04	1,92	0,56	1,24	<b>6,76</b>
P12	fev/13	3,25	0,14			<b>3,39</b>
	out/13	7,96	0,76	0,36		<b>9,08</b>
	fev/14	1,90	6,45	0,95	0,45	<b>9,75</b>
	mai/14	2,04	1,80	0,52	0,44	<b>4,80</b>
P13	fev/13	1,48				<b>1,48</b>
	out/13	1,68	0,56	0,56		<b>2,80</b>
	fev/14	2,75	3,10	1,05	1,00	<b>7,90</b>
	mai/14	2,04	1,80	0,52	0,44	<b>4,80</b>

Os protozoários constituem um grupo de organismos zooplanctônicos composto principalmente pelos organismos ciliados e pelas tecamebas, tendo como principal característica a alimentação onívora, incluindo bactérias e material orgânico. São muito comuns em ecossistemas lóticos e lênticos, possuindo espécies bioindicadoras de alterações no ambiente aquático.

Já os rotíferos têm grande importância na cadeia alimentar, pois são fundamentais na conversão da produção primária (fitoplâncton) em biomassa para consumidores maiores (peixes jovens e larvas de insetos) e, muitas vezes, constituem fonte única de alimento para alevinos de peixes em estádios iniciais.

Tal fato é consequência da alta velocidade na taxa de reprodução somada às características adaptativas amplamente oportunistas dos organismos pertencentes a esse filo (Oliveira Neto & Moreno, 1999). Além disso, a função detritívora de muitas de suas espécies tem papel depurador fundamental em ambientes submetidos à poluição orgânica, com a reciclagem de nutrientes nesses ambientes.

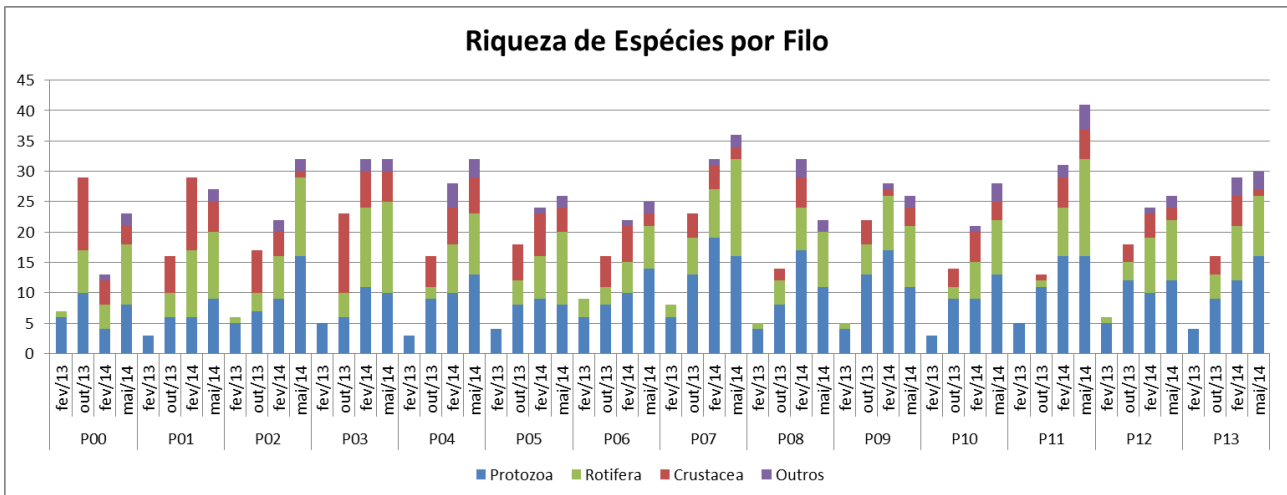
Os crustáceos, por sua vez, incluem indivíduos muito sensíveis, normalmente encontrados em águas limpas, pois possuem brânquias alojadas em cavidades corporais que se entopem facilmente em presença de material orgânico particulado, causando a morte do organismo. Por isso os crustáceos são mais frequentes em ambientes lênticos, onde há menor probabilidade de suspensão de material particulado.

O monitoramento limnológico da área prevista para a implantação da UHE Itaocara I mostrou que a comunidade zooplanctônica presente no local foi bastante rica e complexa, sendo dominada na sua grande maioria por gêneros comuns e de ampla distribuição geográfica, como os protozoários *Arcella sp.*, *Centropyxis sp.*, *Diffugia sp.* e *Lesquereusia sp.*, além dos rotíferos *Conochilus sp.* e *Lecane sp.*, e crustáceos branquiópodos e copépodos (Anexo 2).

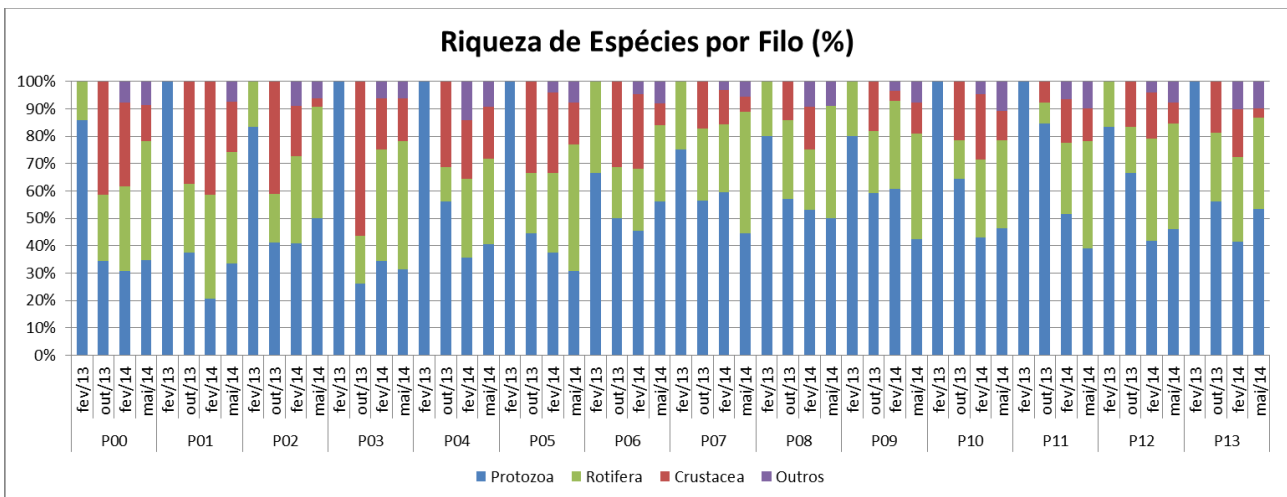
Dentre as espécies identificadas, houve registro de espécies consideradas bioindicadoras de corpo hídricos com boa qualidade ecológica, indicando uma condição ecológica adequada nos ecossistemas aquáticos. Exemplos desses organismos são as espécies de rotíferos *Filinia terminalis* e *Brachionus sp.*, além dos crustáceos *Argyrodiaptomus sp.*, *Bosminopsis deitersi* e *Moina minuta*, registrados em várias estações de amostragem (Silva e Matsumura-Tundisi, 2005; Lucinda *et al.*, 2004; Santos-Wisniewski *et al.*, 2001; Sládeček, 1983; Rietzler *et al.*, 2002).

Juntamente com o registro dos organismos bioindicadores de boa qualidade ecológica, ocorreu o registro de espécies zooplanctônicas cuja ocorrência é favorecida pela presença de material orgânico nas águas. Esse é caso dos protozoários ciliados como o gênero *Vorticella* e dos rotíferos *Conochilus sp.* e Bdelloida, cujas densidades indicaram a presença de material orgânico nas águas, mas em níveis adequados, que não impedem que prevaleça uma condição ecológica adequada no local. Esse foi justamente o resultado obtido nas análises da demanda bioquímica de oxigênio, que é um indicador indireto da presença de matéria orgânica nas águas.

A riqueza de espécies registrada em cada estação de amostragem entre os meses de Fevereiro/13 e Maio/14 pode ser analisada na Figura 99, que, com exceção de Fevereiro/13, quando os valores foram reduzidos, mostra uma riqueza zooplancônica intermediária e/ou elevada em todos os quatorze pontos avaliados, chegando a mais de 40 espécies na estação P11, em Maio/14. Em todos os pontos houve tendência de aumento na riqueza de espécies ao longo do monitoramento.



**Figura 99: Riqueza de espécies da comunidade zooplancônica, registrada durante a execução do Programa.**

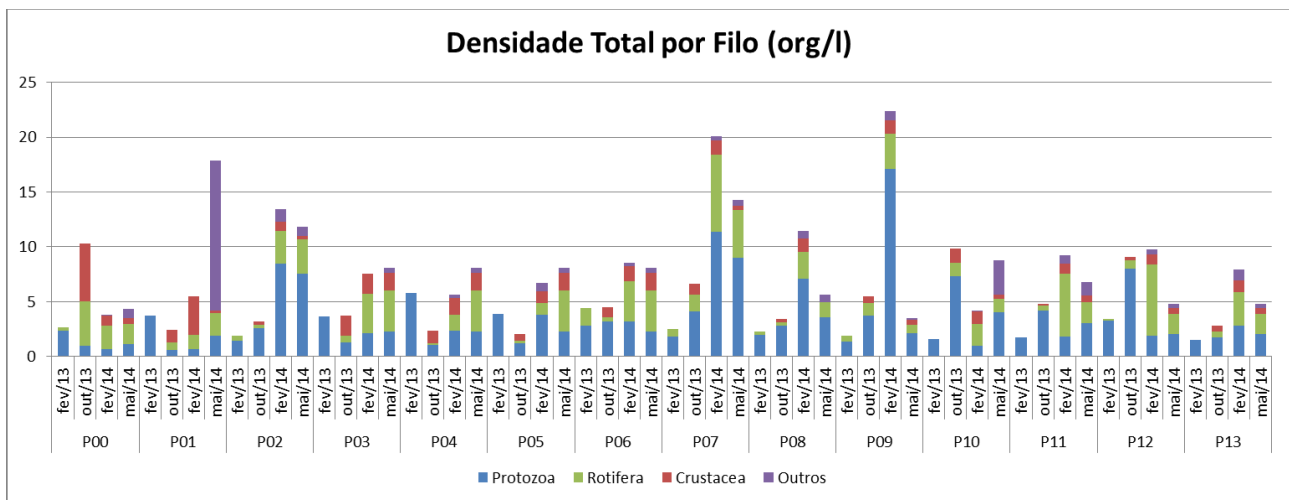


**Figura 100: Riqueza de espécies da comunidade zooplancônica, em percentual por Filo de organismos, registrada durante a execução do Programa.**

Houve maior riqueza de espécies de protozoários no rio Paraíba do Sul a partir da estação P06, mantendo-se até a estação P13. Na estação P00 (reservatório da Ilha dos Pombos) já se nota maior riqueza de espécies de crustáceos (exímios representantes de ecossistemas lênticos), o que é esperado por se tratar de um reservatório, que apresenta características mais favoráveis ao desenvolvimento desses organismos.

No ponto P01, que recebe interferência direta das condições do reservatório a montante, também houve maior riqueza relativa de espécies de crustáceos, como mostra a Figura 100. Os rotíferos, comuns tanto em ambientes lóticos quanto em lênticos, ocorreram de forma parecida em todas as estações amostrais.

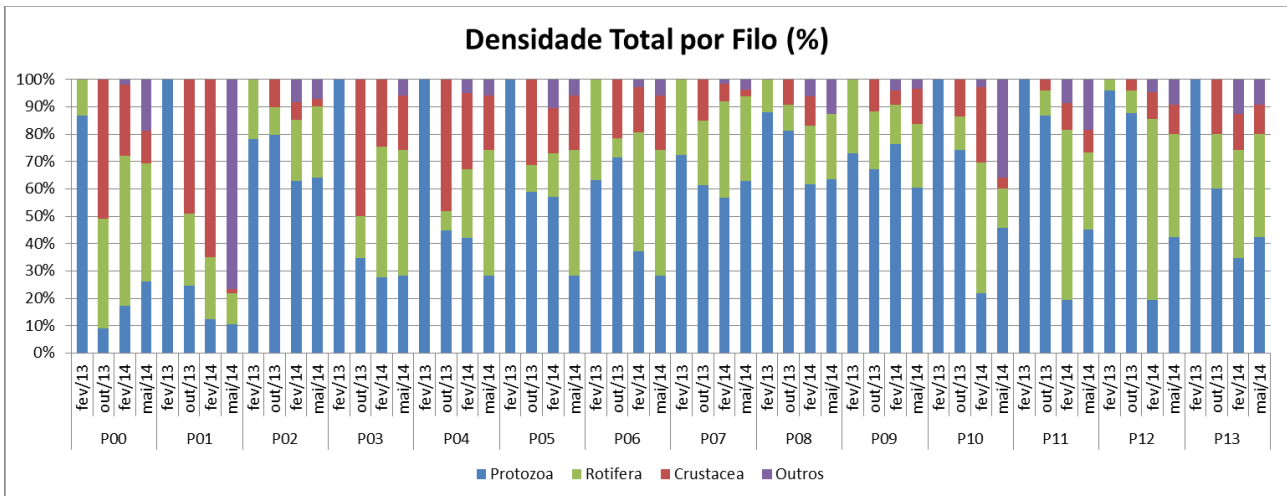
Em relação às densidades zooplancônicas, os registros classificaram as densidades como moderadas (entre 5 e 50 org/l), onde se inclui a maior parte das estações amostrais/periódos monitorados e/ou classificadas como escassas (entre 1 e 5 org/l) (Figura 101).



**Figura 101: Densidade total, em org/l, da comunidade zooplancônica, registrada durante a execução do Programa.**

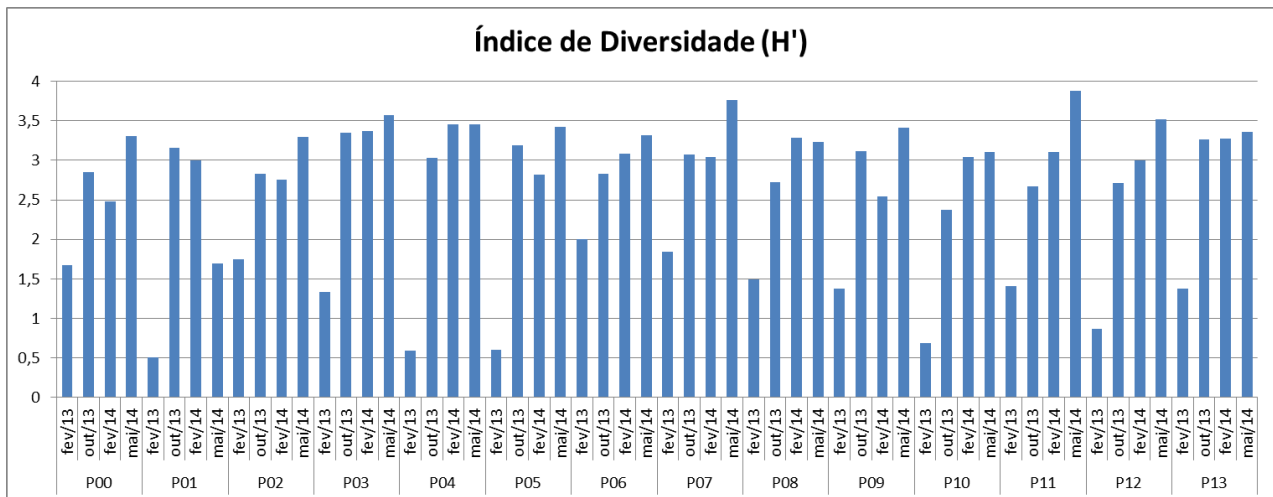
Destaque para a elevada participação dos protozoários nas densidades zooplancônicas localizadas na maioria dos ambientes lóticos (Figura 101). Esse resultado é comum e esperado para esses locais. Em alguns trechos, como nas estações P03, P06 e em alguns momentos entre os pontos P10 e P13, houve maior densidade relativa de rotíferos, o que também é normal em rios e córregos, tendo em vista a grande flexibilidade desses organismos.

No ponto P01, a interferência do reservatório imediatamente a montante justifica a maior densidade dos crustáceos, sendo esperado esse padrão para o futuro reservatório da UHE Itaocara I.

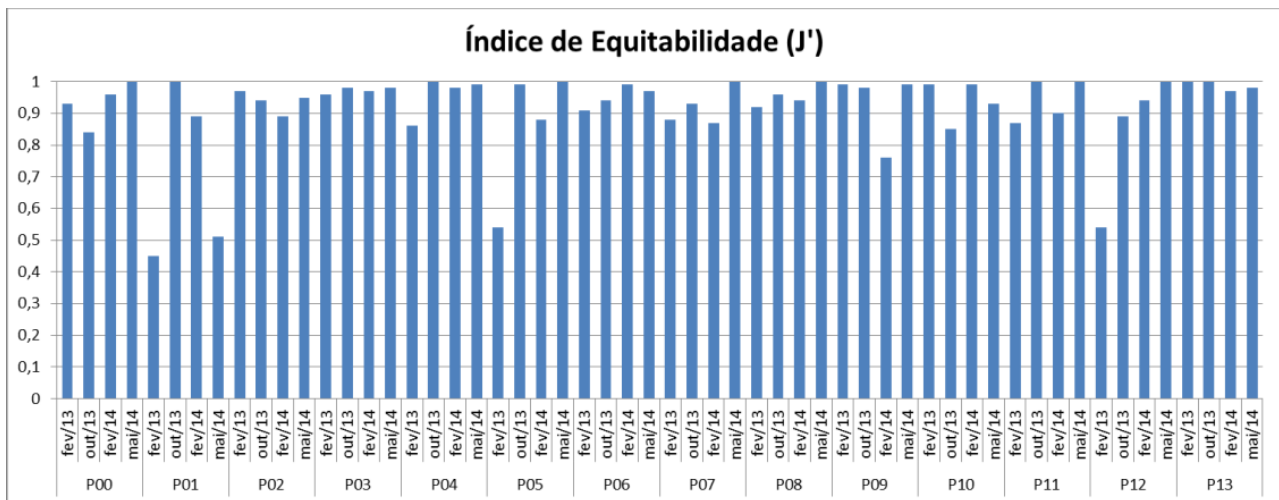


**Figura 102: Densidade relativa da comunidade zooplantônica, em percentual por Filo de organismos, registrada durante a execução do Programa.**

Em relação à diversidade da comunidade, conforme esperado, em função da união de altas riquezas e densidades satisfatórias, sem a presença de dominâncias pronunciadas, todas as estações amostrais apresentaram Índice de Diversidade de Shannon ( $H'$ ) elevado, na maior parte do tempo, com valores em muitas ocasiões acima de 2,5 bit/ind (Figura 103). Conseqüentemente, a equitabilidade da comunidade, medida pelo Índice de Equitabilidade de Pielou ( $J'$ ), foi alta (Figura 104), indicando a ausência de dominâncias dentro do grupo.



**Figura 103: Índice de Diversidade ( $H'$ ) da comunidade zooplantônica, calculado durante a execução do Programa.**



**Figura 104:** Índice de Equitabilidade (J') da comunidade zooplancônica, calculado durante a execução do Programa.

Esse conjunto de resultados sintetiza a presença de uma comunidade zooplancônica com complexidade bastante interessante, marcada pela estabilidade e pela presença de espécies bioindicadoras, indicando que a comunidade zooplancônica presente na área de estudo está dentro da normalidade, sem indícios de alteração e em condições de subsidiar o crescimento da ictiofauna.

#### 4.7. COMUNIDADE DOS MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS

Os macroinvertebrados bentônicos (zoobentos) são organismos que habitam o substrato de fundo (sedimentos, detritos, troncos, macrófitas aquáticas, algas filamentosas etc) de habitats de água doce, em pelo menos uma fase de seu ciclo vital (Merrit & Cummins, 1984).

Os fatores físicos, químicos e biológicos de um ecossistema aquático controlam e regulam a fisiologia e a distribuição desses organismos, afetando as respostas das populações ao ambiente. Por isso o grupo é considerado excelente indicador das condições ambientais e da contaminação ou poluição dos corpos hídricos.

Por exemplo, em rios e riachos com vegetação ciliar preservada, águas frias, transparentes e oligotróficas, espera-se que os grupos dominantes sejam insetos das Ordens Ephemeroptera, Trichoptera e Plecoptera (Grupo ETP), apresentando maior densidade que os crustáceos e insetos das Ordens Hemiptera e Diptera.

Já em águas eutrofizadas, com alta concentração de matéria orgânica e turbidez, e com baixas concentrações de oxigênio dissolvido, a comunidade bentônica normalmente é dominada por anelídeos Oligochaeta e insetos da família Chironomidae (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2008).

Além disso, a presença de espécies exóticas, ou invasoras, é um componente adicional na estrutura dessa comunidade, uma vez que esses organismos, representados em sua maioria por espécies de moluscos, se



adaptam e modificam tanto os ambientes oligotróficos quanto os eutróficos, para os quais não possuem predadores naturais, alterando a composição de espécies da fauna bentônica.

Além das diferentes características dos organismos que compõem todo o grupo dos macroinvertebrados bentônicos, o fato dos mesmos permanecerem nos substratos dos ambientes aquáticos, estando, conseqüentemente, um pouco menos susceptíveis às interferências oriundas de aumentos repentinos na vazão, como é o caso dos organismos planctônicos, por exemplo, confere à análise desse grupo uma importante fonte de informações sobre os corpos d'água estudados em condições normais.

Tais organismos possuem a capacidade de responder rapidamente a perturbações ambientais de origem antrópica ou não. As alterações na estrutura sofrida por esta comunidade, quando exposta a algum tipo de modificação de habitat, conferem às mesmas características importantes para o estudo da saúde e qualidade do meio aquático aplicáveis na avaliação de impactos ambientais provocados por atividades de origem agrícola, industrial, mineradora, etc.

Os resultados das contagens realizadas no diagnóstico da comunidade dos macroinvertebrados bentônicos presente nas estações de amostragem da UHE Itaocara I podem ser analisados no Quadro 18, que traz a consolidação da riqueza dos principais taxa registrados em cada campanha, e no Quadro 19, com os resultados das abundâncias com que os organismos ocorreram nas estações amostrais do rio Paraíba do Sul e de seus afluentes. Os laudos técnicos das análises laboratoriais podem ser analisados no Anexo 2.

A partir dos resultados obtidos, foram confeccionados gráficos indicadores da riqueza de espécies, do número total de indivíduos registrados, do Índice de Diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) e do Índice de Equitabilidade de Pielou ( $J'$ ), além do Índice BMWP.

A fauna dos macroinvertebrados bentônicos registrada nas estações amostrais do Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade das Águas da UHE Itaocara I foi bastante rica, sendo formada pela presença de espécies pertencentes a três Filos: Arthropoda; Annelida e Mollusca (Quadro 18). Não houve o registro de espécies raras, endêmicas ou ameaçadas de extinção.

**Quadro 18: Riqueza de espécies da comunidade dos macroinvertebrados bentônicos, durante a execução do Programa.**

Estação/Data		Coleoptera	Collembola	Diptera	Ephemeroptera	Trichoptera	Odonata	Hemiptera	Lepidoptera	Plecoptera	Decapoda	Annelida	Molusca	TOTAL
P00	fev/13						1					1	1	3
	out/13		1	3	1			1				1	1	8
	fev/14	1		3		1	2	1				2		10
	mai/14	1		3		1	2	2				2		11
P01	fev/13			1	1						1	1	2	6
	out/13			3								1	1	5
	fev/14	1		1			1						3	6
	mai/14			2			1					2	3	8
P02	fev/13	1		1	2		1							5
	out/13	1		2	2	1	2					1	2	11
	fev/14	1		4	2	1	1						5	14
	mai/14	1		2	1	1	2	1				1	5	14
P03	fev/13			1			1					1	1	4
	out/13	1		4								1	3	9
	fev/14	2		3	2	1	1	1				1	2	13
	mai/14	1		3	1	1	1	3				2	3	15
P04	fev/13			1	1	1	1					1		5
	out/13	1		2	1		1						3	8
	fev/14			1	1	2	1					1	4	10
	mai/14				1	2	1	1					4	9
P05	fev/13			1				1				1	1	4
	out/13			2	1								1	4
	fev/14	1		3		1	1	2		1		1	3	13
	mai/14			3		2	1	3		1		2	4	16
P06	fev/13			1								1	2	4
	out/13			2	1	1	3					1	3	11
	fev/14	1		3			1					1	4	10
	mai/14	1		1			1					1	4	8
P07	fev/13			2	2		1					1	2	8
	out/13	1		3	3	1	1					2	4	15
	fev/14			1	1	1	2	1				2	5	13
	mai/14	1		3	2	2	2	3				2	4	19
P08	fev/13												1	1
	out/13			2				1				1	3	7
	fev/14	1		1	1		2						3	8
	mai/14			2			1						5	8
P09	fev/13											1	1	2
	out/13												1	1
	fev/14	1		3								2	2	8
	mai/14	1		3			1					2	3	10
P10	fev/13													0
	out/13	1		2	2	1	2	1				1	3	13
	fev/14			2	1	1						2	4	10
	mai/14	1		3	1	1	1					2	4	13
P11	fev/13											1	1	2
	out/13			2	1		1							4
	fev/14	2		1	1	1	1						4	10
	mai/14	2		1	1	1	1	2				1	4	13
P12	fev/13												1	1
	out/13			1	2	1	4	2				1	2	13
	fev/14	1		5		1	2	1		1			2	13
	mai/14	1		2			2	2	1	1		1	5	15
P13	fev/13			1	2	1								4
	out/13	1		2	6	1	5	1	1				4	21
	fev/14	1		4								1	2	8
	mai/14	1		3								1	2	7

**Quadro 19: Abundância de macroinvertebrados bentônicos, durante a execução do Programa.**

Estação/Data		Coleoptera	Collembola	Diptera	Ephemeroptera	Trichoptera	Odonata	Hemiptera	Lepidoptera	Plecoptera	Decapoda	Annelida	Molusca	TOTAL
P00	fev/13						2					9	11	22
	out/13		1	17	2			3				8	4	35
	fev/14	4		10		1	8	3				10		36
	mai/14	2		20		2	6	9				16		55
P01	fev/13			7	1						8	2	5	23
	out/13			50								8	2	60
	fev/14	6		14			3						27	50
	mai/14			16			2					10	19	47
P02	fev/13	1		167	26		2							196
	out/13	2		58	10	2	4					2	10	88
	fev/14	9		36	26	2	15						27	115
	mai/14	5		14	5	5	11	7				3	62	112
P03	fev/13			8			2					6	5	21
	out/13	1		36								2	64	103
	fev/14	10		21	13	4	3	4				10	25	90
	mai/14	3		14	3	2	3	14				11	29	79
P04	fev/13			1	1	2	1					16		21
	out/13	1		18	2		1						10	32
	fev/14			5	8	4	2					3	26	48
	mai/14				4	7	3	6					28	48
P05	fev/13			3				2				4	3	12
	out/13			12	2								42	56
	fev/14	7		24		3	3	11		2		4	89	143
	mai/14			22		8	6	14		3		13	77	143
P06	fev/13			4								11	42	57
	out/13			4	2	2	3					2	75	88
	fev/14	9		30			2					6	46	93
	mai/14	3		4			7					6	43	63
P07	fev/13			33	118		3					24	6	184
	out/13	26		260	124	9	1					131	160	711
	fev/14			16	2	3	10	6				86	63	186
	mai/14	4		29	3	8	6	12				16	47	125
P08	fev/13												28	28
	out/13			2				1				1	16	20
	fev/14	3		17	5		4						17	46
	mai/14			24			2						70	96
P09	fev/13											2	3	5
	out/13												16	16
	fev/14	5		16								16	22	59
	mai/14	2		16			1					19	25	63
P10	fev/13													0
	out/13	1		42	2	2	3	1				7	26	84
	fev/14			8	9	3						13	76	109
	mai/14	1		5	6	2	1					12	67	94
P11	fev/13											7	9	16
	out/13			8	2		1							11
	fev/14	6		11	11	4	2						40	74
	mai/14	8		15	3	3	2	13				7	39	90
P12	fev/13												11	11
	out/13			1	3	3	6	2				2	144	161
	fev/14	5		29		1	15	1		2			144	197
	mai/14	3		9			5	7	8	3		13	61	109
P13	fev/13			31	33	1								65
	out/13	2		184	236	72	22	2	16				50	584
	fev/14	2		25								3	28	58
	mai/14	5		30								4	10	49

O Filo Arthropoda apresentou a maior representação na comunidade. Esse Filo agrupa uma série de ordens com características distintas, que assegura a capacidade de colonizar ambientes muito diversos. No diagnóstico da fauna zoobentônica, foram identificados organismos artrópodes das Ordens Collembola, Coleoptera (besouros), Diptera (mosquitos), Lepidoptera (borboletas), Decapoda (camarão-de-água-doce), Hemiptera e Odonata (libélulas), além das Ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera.

Essas três últimas ordens agrupam espécies de organismos aquáticos bastante sensíveis a alterações ambientais, sendo reconhecidos como bioindicadores de águas de boa qualidade (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2008; Resh & Jackson, 1993; Merrit & Cummins, 1984). Isso porque os representantes das Ordens Ephemeroptera, Trichoptera e Plecoptera são habitantes típicos de ambientes bem oxigenados e com baixo a nenhum grau de distúrbio ambiental.

Houve registro de organismos desse grupo em todas as estações amostrais (Quadro 18, Quadro 19 e Figura 108), indicando uma presença bastante disseminada desses organismos ao longo da área de estudo. Destaque para a ampla ocorrência de plecópteros e tricópteros, que são organismos ainda mais sensíveis a impactos que os efemerópteros.

Completo a comunidade dos artrópodes dois representantes do Filo Annelida (oligoquetas e hirudíneos), que ocorreram em abundância elevada somente no rio Pirapetinga (P07) (Quadro 19). Esses organismos, pelo fato de possuírem resistência a alterações no ambiente, costumam ocorrer em abundâncias extremamente elevadas em ecossistemas aquáticos alterados ou impactados, de modo que os valores registrados nas avaliações do rio Paraíba do Sul podem ser considerados como um indicador ambiental positivo, ao contrário do rio Pirapetinga.

Outro grupo de macroinvertebrados bentônicos que ocorreu na área de estudo foi o dos moluscos, como mostra o Quadro 18 e a Figura 105. Os resultados desse grupo apresentam informações importantes, dado o fato do Filo Mollusca abrigar espécies exóticas e também de interesse econômico e sanitário.

No diagnóstico da malacofauna (moluscos) foram encontradas seis famílias de gastrópodes e três de bivalves (Anexo 2), sendo a grande maioria composta por espécies exóticas. Os gêneros de gastrópodes *Physa sp.*, *Pomacea sp.* e *Melanooides tuberculatus* apresentam alto potencial de crescimento/dispersão, podendo elevar suas densidades em um curto espaço de tempo, desestruturando as comunidades. Todavia, sob o ponto de vista sanitário, não se traduzem em problemas aos usuários das águas do reservatório, por não serem transmissores de parasitoses humanas. Isso também se aplica ao molusco bivalve *Corbicula fluminea*.

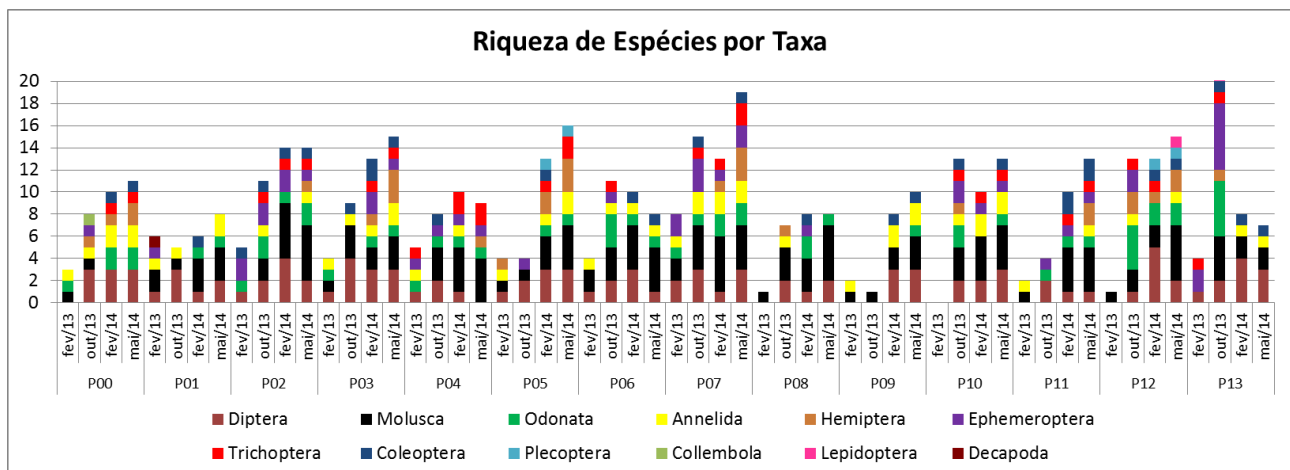
No caso das espécies *Ferrissia sp.*, *Anodontites sp.* e dos moluscos das famílias Hydrobiidae e Ancyliidae, todos tem ocorrência relacionada a águas com boa qualidade ecológica. Esses organismos foram identificados nas estações P04, P06, P08 e P11 (Anexo 2Quadro 18).

Já a presença do molusco *Biomphalaria sp.* nas águas do rio Angu (P02), Pirapetinga (P07) e do rio Paraíba do Sul na altura das estações P03, P04, P05, P06, P08, P10 e P12 se configura em um motivo de preocupação, devido ao fato desse organismo ser o vetor de uma parasitose humana, a esquistossomose, configurando importância sanitária ao monitoramento dos macroinvertebrados bentônicos na área de estudo. Nesse contexto, a evolução dos registros indica uma ocupação consolidada da espécie na maioria do trecho avaliado.

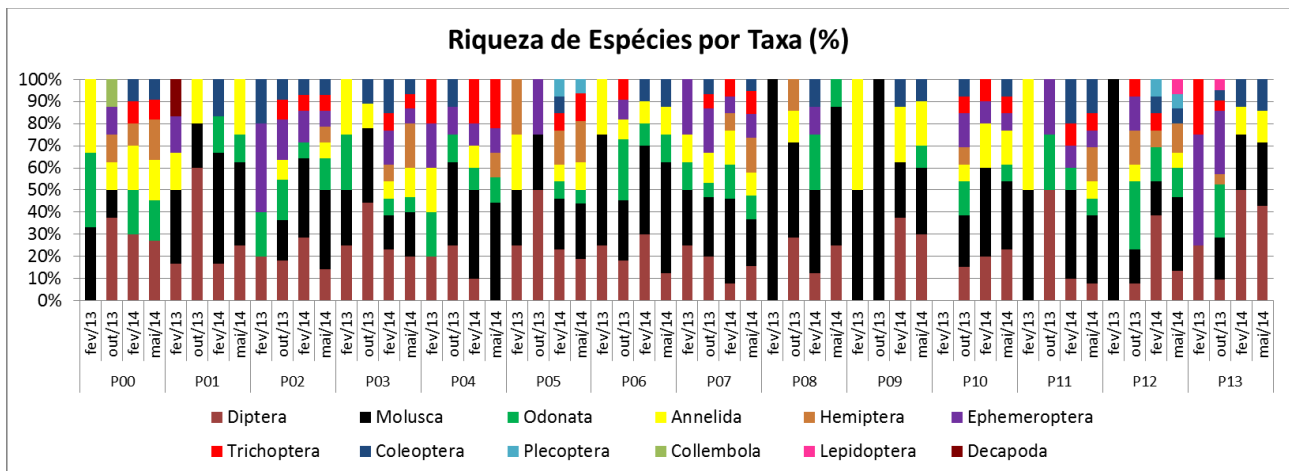
Ainda na análise da malacofauna, deve ser destacada a ausência do molusco *Limnoperna fortunei* (mexilhão dourado), que vem causando inúmeros prejuízos em empreendimentos hidrelétricos, pelo fato de incrustar nas grandes e tubulações da usina, reduzindo o espaço para passagem da água.

Quando avaliada a riqueza de espécies (e/ou taxa) por estação de amostragem, observa-se uma tendência de aumento nos valores entre os meses de Fevereiro/13 e Maio/14 (Figura 105). Os dípteros e os moluscos, seguidos pelos efemerópteros, anelídeos e odonatas foram os grupos com maior riqueza de espécies, e maior participação relativa dentro da comunidade (Figura 106).

Em vários momentos ao longo do monitoramento os macroinvertebrados bentônicos, a riqueza apontou para a presença de uma comunidade complexa, com mais de dez espécies ocorrendo conjuntamente, inclusive com a presença de várias espécies bioindicadoras.



**Figura 105: Riqueza de espécies da comunidade dos macroinvertebrados bentônicos, registrada durante a execução do Programa.**



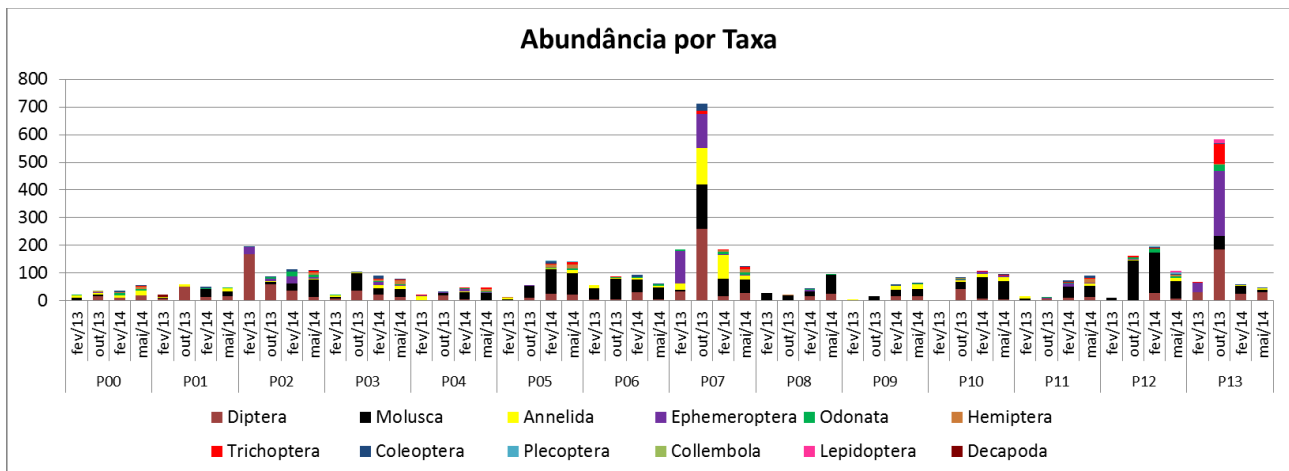
**Figura 106: Riqueza de espécies da comunidade dos macroinvertebrados bentônicos, em percentual por taxa, registrada durante a execução do Programa.**

O gráfico das abundâncias de organismos registrados em cada ponto mostra uma disparidade nas estações P07 e P13, que se destacaram das demais devido aos valores elevados (Figura 107). No rio Pirapetinga, a abundância elevada se deu em função das ocorrências de moluscos, anelídeos e dípteros da família Chironomidae, todos organismos com elevada resistência à ambientes impactados, em conjunto com organismos da Ordem Ephemeroptera, os quais apresentam sensibilidade à alterações no habitat. Já na foz do rio Pomba, em Outubro/13, houveram ocorrências marcantes de quironomídeos, efemerópteros e tricópteros.

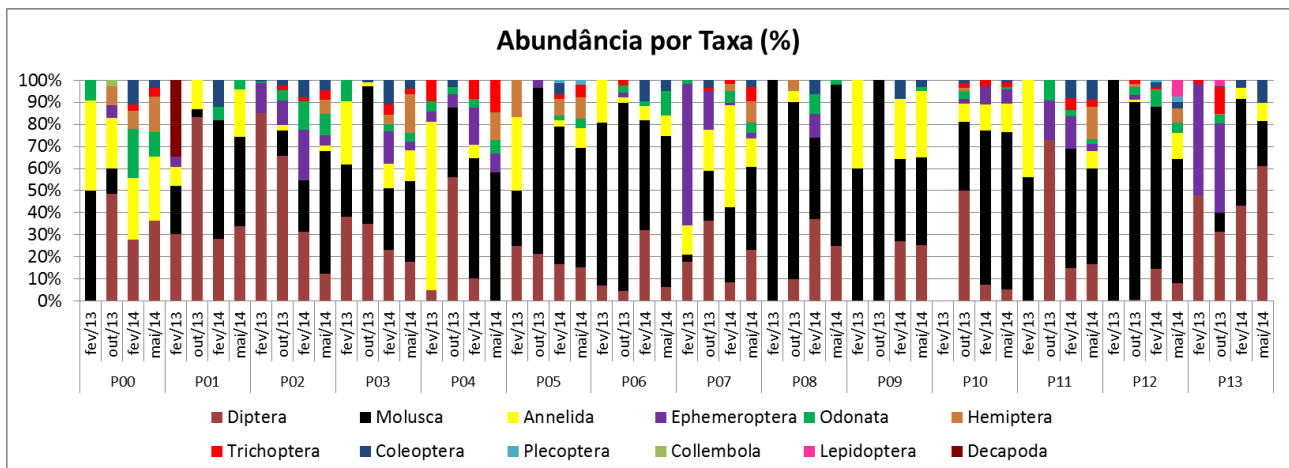
Nas demais estações amostrais, as abundâncias foram mais constantes ao longo do monitoramento. Nesses locais, mesmo com a ausência de valores expressivos como nos pontos P13 e P07, nota-se uma biomassa zoobentônica satisfatória, a qual entre outros aspectos ecológicos representa uma fonte alimentar para outros grupos na escala alimentar, incluindo a ictiofauna.

Avaliando a Figura 108, nota-se que os dípteros, anelídeos e os moluscos se sobressaíram em quase todas as estações amostrais, sendo que na maioria das estações monitoradas a somatória desses dois grupos respondeu por ao menos 50% da abundância total. Em alguns pontos, eles responderam por até 90% da abundância total dos macroinvertebrados bentônicos.

Entretanto, em vários locais pode-se observar a ocorrência de espécies sensíveis, mesmo que em abundâncias reduzidas, quando comparadas às de outros taxa. Esse é o caso principalmente dos pontos P00, P02, P03, P05, P07, P10, P11 e P12.



**Figura 107: Abundância de organismos da comunidade dos macroinvertebrados bentônicos, em organismos/amostra, registrada durante a execução do Programa.**



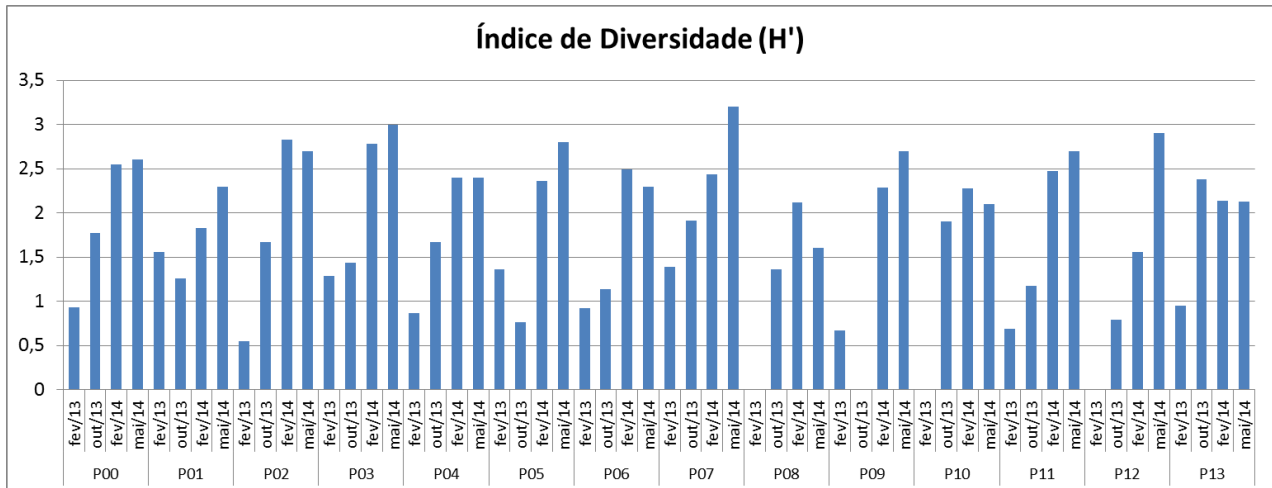
**Figura 108: Abundância de organismos da comunidade dos macroinvertebrados bentônicos, em percentual por taxa, registrada durante a execução do Programa.**

Esse conjunto de resultados sugere que os ecossistemas aquáticos de um modo geral apresentam interferências de diferentes intensidades em suas margens e na qualidade de suas águas, mas não a ponto de impossibilitar a presença de organismos com sensibilidade a alterações no ambiente, principalmente para as estações descritas acima.

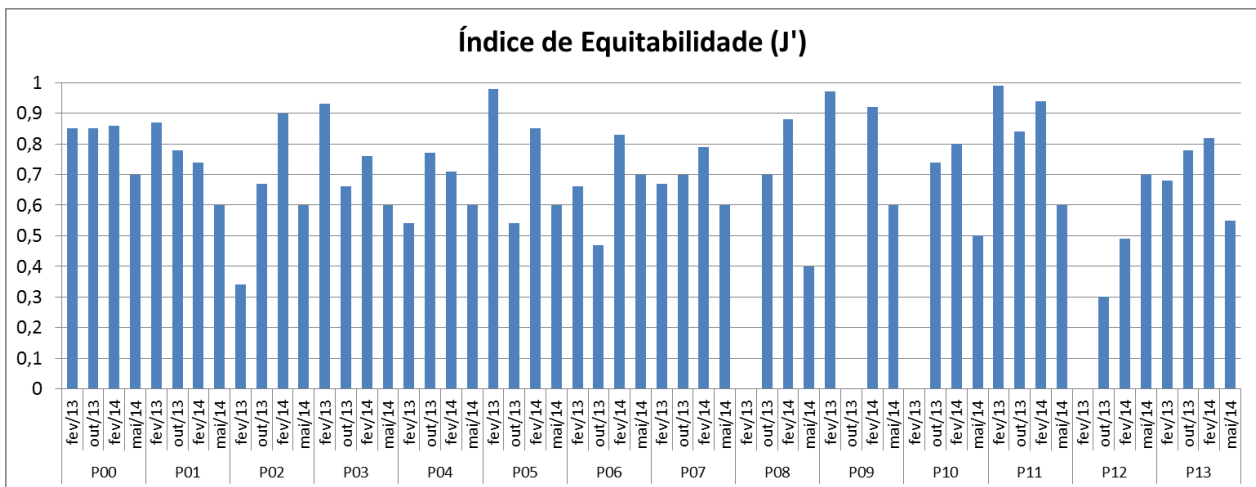
Em alguns pontos, no entanto, como no rio Pirapetinga, a estrutura da comunidade, principalmente as altas abundâncias de algumas espécies resistentes, alerta para alterações no ecossistema aquático, mesmo com a presença de bioindicadores.

Os resultados dos cálculos do Índice de Diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) e do Índice de Equitabilidade de Pielou ( $J'$ ) não refletiram as diferenças ecológicas observadas na comparação entre cada estação de amostragem, expostas ao longo das análises dos resultados obtidos para os macroinvertebrados

bentônicos, tendo em vista a homogeneidade nos valores calculados, que indicaram diversidade intermediária e equitabilidade elevada na maioria das análises, como mostram a Figura 109 e a Figura 110.



**Figura 109: Índice de Diversidade (H') da comunidade dos macroinvertebrados bentônicos, calculado durante a execução do Programa.**



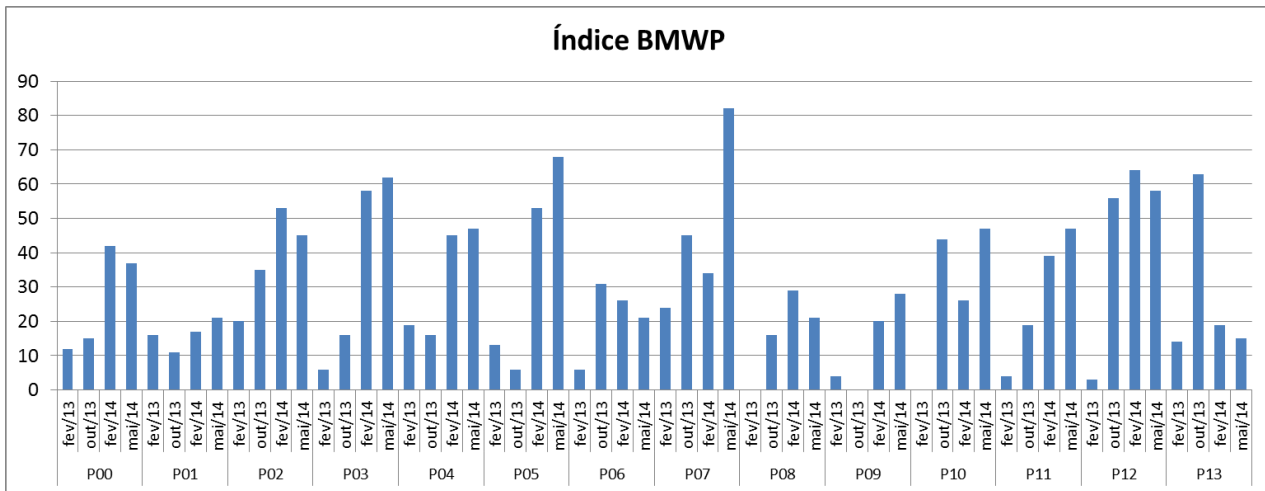
**Figura 110: Índice de Equitabilidade (J') da comunidade dos macroinvertebrados bentônicos, calculado durante a execução do Programa.**

Já os resultados do Índice BMWP (Figura 111), que pontua famílias com base na sua tolerância a impactos, com as famílias mais sensíveis a impactos recebendo as maiores pontuações no índice, diferenciaram as estações com maior e menor qualidade ecológica.

Além disso, os cálculos do BMWP refletiram o aumento na riqueza de espécies verificado ao longo do tempo, fenômeno que foi diretamente responsável pelo aumento na complexidade das comunidades e consequentemente nos valores do índice. Nesse contexto, até mesmo locais com menor qualidade ecológica, como o rio Pirapetinga (P07), pelo fato de abrigar um amplo conjunto de espécies, obteve pontuação elevada no BMWP, como no mês de Maio/14.



Nesse sentido, os resultados desse índice devem ser analisados com cautela, uma vez que incluem como locais de boa qualidade do ecossistema aquático pontos que apresentaram o registro de organismos sensíveis, mas em meio a comunidades formadas com elevada participação de organismos resistentes, em abundâncias muito elevadas, que apontam para o seu desequilíbrio, inclusive com risco sanitário, como foi o caso do rio Pirapetinga.



**Figura 111: Índice BMWP da comunidade dos macroinvertebrados bentônicos, calculado durante a execução do Programa.**

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade das Águas da UHE Itaocara I tem como principal objetivo mensurar as modificações na qualidade da água e na dinâmica limnológica advindas das transformações do ambiente decorrentes da implantação e operação do empreendimento, bem como subsidiar a adoção de medidas de controle, em caso de identificação de problemas de qualidade da água.

Nesse contexto, as análises realizadas no período entre Fevereiro de 2013 e Maio de 2014 possibilitaram avaliar a qualidade das águas e estrutura das comunidades hidrobiológicas nas quatorze estações amostrais demarcadas no rio Paraíba do Sul e nos seus principais tributários, na área de implantação da UHE.

Os resultados dos parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos indicaram águas de boa qualidade em todas as estações amostrais, sendo que no rio Pirapetinga houve maior concentração de compostos orgânicos e inorgânicos. Esse cenário ficou refletido nos resultados do Índice de Qualidade das Águas – IQA, que classificou com de boa qualidade as águas avaliadas, na maior parte do tempo.

Infrações aos limites da Resolução CONAMA 357/05 foram registradas para os parâmetros coliformes termotolerantes, pH, fósforo total, alumínio solúvel e ferro solúvel, sendo os três últimos com baixo número de incidências.

Não houve indícios de contaminação por metais pesados ou por compostos orgânicos indicadores da presença de agrotóxicos e substâncias tóxicas, como o endossulfan. Por outro lado, ao longo da execução do monitoramento ficou clara a influência do aporte de efluentes urbanos bem como da poluição difusa sobre a qualidade das águas tanto do rio Paraíba do Sul quanto de seus afluentes. Esse é sem dúvida o principal impacto de todos os três corpos hídricos avaliados.

Em relação às comunidades hidrobiológicas, as amostragens do fitoplâncton e das macroalgas bentônicas indicaram comunidades ricas e complexas, com estrutura adequada, sem nenhum indício de alteração ou que aponte para algum transtorno sobre esses organismos, com todos os indicadores biológicos dentro da normalidade e do esperado para cada local avaliado. Destaque para a baixa densidade de algas cianobactérias nas águas em todas as estações amostrais.

Apesar da situação ambiental positiva, a presença de elementos capazes de alterar esse panorama, causando desequilíbrio no ecossistema aquático, como uma espécie exótica capaz de causar florações nas águas e algumas espécies de algas cianobactérias potencialmente tóxicas, indicam a importância no monitoramento do fitoplâncton e perifiton, visando à instalação da UHE Itaocara I.

Os resultados do zooplâncton indicaram a presença de uma comunidade também com complexidade elevada, marcada pela estabilidade e pela presença de espécies bioindicadoras, indicando se tratar de uma comunidade zooplânctônica dentro da normalidade, sem indícios de alteração e em condições de subsidiar o crescimento da ictiofauna.

Já os macroinvertebrados bentônicos foram marcados pela presença conjunta de espécies bioindicadoras de ecossistemas aquáticos com elevada qualidade ecológica e espécies características de locais com menor diversidade de habitats, e também mais simplificados e até mesmo alterados, incluindo a presença de moluscos exóticos e de interesse sanitário.

Para esse grupo, pode-se observar que os ecossistemas aquáticos na área de estudo em geral apresentam interferências de diferentes intensidades em suas margens e na qualidade de suas águas, mas não a ponto de impossibilitar a presença de organismos com sensibilidade a alterações no ambiente.

Esse conjunto de dados obtidos durante a fase de pré-obra da UHE Itaocara I será fundamental para o gerenciamento do futuro reservatório, pois o conhecimento das condições ambientais enquanto ambiente lótico certamente contribuirá para um prognóstico assertivo para o reservatório, direcionando inclusive quanto aos pontos prioritários para monitoramento e até mesmo para ações de manejo a serem realizadas.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

ALBA-TERCEDOR, J. **Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos**. In: IV SIMPOSIO SOBRE EL AGUA EN ANDALUCÍA (SIAGA), II: 203-213, Almeria, 1996.

APHA / AWWA / WEF: 2012. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22st. Ed., USA, APHA.

BITTENCOURT-OLIVEIRA, M,C, & MOLICA, R, 2003, **Cianobactéria Invasora: Aspectos Moleculares e Toxicológicos de *Cylindrospermopsis raciborskii* no Brasil**, Rev, Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento, 30: 82-90.

CETESB/ANA. 2011. **Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras de Água: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Org.: Carlos Jesus Brandão et al. São Paulo e Brasília. 326 p.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. 2013. **IQA – Índice de Qualidade das Águas**. Disponível em: [http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guasSuperficiais/42-%C3%8Dndice-de-Qualidade-das%C3%81guas-\(iqa\)](http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guasSuperficiais/42-%C3%8Dndice-de-Qualidade-das%C3%81guas-(iqa))

ECOLOGY BRASIL. 2011. **Estudo de Impacto Ambiental da UHE Itaocara I**. 2341-00-EIA-RL-0001-01.

HAWKES, H.A. 1997. **Invertebrates as indicators of river water quality**. In: JAMES, A. & EVISON, L. (eds) Biological indicators of water quality. New York, John & Sons.

LUCINDA, I., MORENO, I.H, MELÃO, M.G.G. & MATSUMURA-TUNDISI, T. 2004. **Rotifers in freshwater habitats in the upper Tietê river basin, São Paulo State, Brazil**. Acta. Limnol. Bras. 16(3):203-224.

MERRITT, R.W. & CUMMINS, K.W., 1984. **An introduction to the aquatic insects of North America**. 2ª ed., Dubuque, Kendall/Hunt. 722 p.

OLIVEIRA NETO, A.L.; MORENO, I.H. 1999. **Rotíferos**. In: D. Ismael; O. Rocha; T. Matsumura-Tu. (Org.). Biodiversidade do Estado de São Paulo. 4. Invertebrados de Água doce. : FAPESP, p. 39-52.

PIELOU, E.C. 1975. **Ecological diversity**. New York: Willey-Interscience, 165p.

RIETZLER, AC; TUNDISI, JG. and MATSUMURA-TUNDISI, T., 2002. **Life cycle, feeding and adaptive strategy implication of the co-occurrence of *Argyrodiaptomus furcatus* and *Notodiaptomus iheringi* in Lobo-Broa reservoir (SP, Brazil)**. Braz. J. Biol., v. 62, no. 1, p. 93-105.


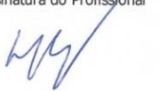
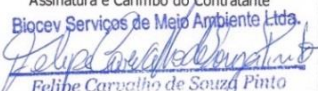
SANTOS-WISNIEWSKI, M.J.; ROCHA, O.; RIETZLER, A.C.; ESPÍNDOLA, E.L.G. 2001. **Biodiversidade do Zooplâncton nas Lagoas Marginais do rio Moji-Guaçu- II: Cladocera (Crustacea, Branchiopoda**. In: Santos, J.E.; Pires, J.S.R. (Org.). Estação Ecológica de Jataí. 1 ed. São Carlos: RiMA, v. 2, p. 559-586.

- SILVA, W.M. & MATSUMURA-TUNDISI, T. 2005. **Taxonomy, Ecology and Geographical Distribution of the Species of the Genus Thermocyclops Kiefer, 1927 (Copepoda, Cyclopoida) in São Paulo State, Brazil, with description of a New Species.** Braz. J. Biol., São Carlos, v. 65, n. 3, p. 521-531.
- SILVA, L.C.; LEONE, I.C.; WISNIEWSKI, M.J.S.; PERET, A.C. & ROCHA, O. 2012. **Invasion of the dinoflagellate *Ceratium furcoides* (Levander) Langhans 1925 at tropical reservoir and its relation to environmental variables.** Biota Neotrop. 12(2): 93-100.
- SHANON, C.E. 1948. **A mathematical theory of communication.** Bell Syst. Techn. J. 27: 379-423, 623-656.
- SLÁDEÈEK, V. 1983. **Rotifers as indicators of water quality.** Hydrobiologia, v. 100, p. 169-201.
- SOMMER, U. 1988. **Growth and survival strategies of planktonic diatoms.** In: SANDGREN, C. D. (Ed.). Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton. Cambridge: Cambridge University Press, p. 227-260.
- RESH, V.H. AND J.K. JACKSON. 1993. **Rapid assessment approaches in benthic macroinvertebrate biomonitoring studies.** Pages 195-233 in: D.M. Rosenberg and V.H. Resh (eds.), Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman and Hall, New York.
- TRIVINHO-STRIXINO, S. & NASCIMENTO, V.M. 2001. **Indicadores básicos de qualidade ambiental para bacias hidrográficas: macroinvertebrados bentônicos como indicadores biológicos.** Anais do Curso Teórico-Prático sobre Bioindicadores de Qualidade da Água: Métodos Químicos e Biológicos. EMBRAPA, Jaguariúna, SP.
- TUNDISI, J.G. & MATSUMURA-TUNDISI, 2008. **Limnologia.** São Paulo. Oficina de Textos. 631 pp.
- WETZEL, R.G. 2001. **Limnology: Lake and River Ecosystems.** Academic Press, San Diego. 1006 p.

## 7. ANEXOS

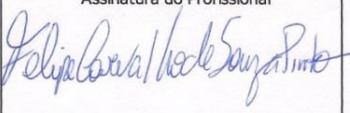
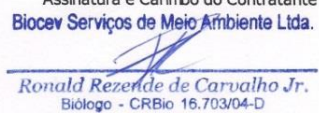

### Anexo 01: ART dos Profissionais

ART - Anotação de Responsabilidade Técnica http://crbio04online.crbio04.gov.br/scripts/art.dll/login

Serviço Público Federal CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA			
<b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>			1-ART Nº: <b>2012/08593</b>
<b>CONTRATADO</b>			
2.Nome: RODRIGO MARTINS ALVARENGA		3.Registro no CRBio: 037219/04-D	
4.CPF: 050.720.476-01	5.E-mail: rodrigo.alvarenga@biocev.net		6.Tel: (31)2127-2144
7.End.: GONZALEZ PECOTCHE 392		8.Compl.: 1703 - TORRE 1	
9.Bairro: VILA DA SERRA	10.Cidade: NOVA LIMA	11.UF: MG	12.CEP: 34000-000
<b>CONTRATANTE</b>			
13.Nome: BIOCEV SERVIÇOS DE MEIO AMBIENTE LTDA			
14.Registro Profissional: 136-4/07		15.CPF / CGC / CNPJ: 07.080.828/0001-46	
16.End.: RUA ADOLFO RADICE 320			
17.Compl.:		18.Bairro: COMITECO	19.Cidade: BELO HORIZONTE
20.UF: MG	21.CEP: 30315-050	22.E-mail/Site: info@biocev.net / www.biocev.net	
<b>DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL</b>			
23.Natureza : 2. Ocupação de cargo/função Cargo/função que ocupa : Cargo/função técnica;			
24.Identificação : DIRETOR TÉCNICO			
25.Município de Realização do Trabalho: BELO HORIZONTE			26.UF: MG
27.Forma de participação: EQUIPE		28.Perfil da equipe: BIÓLOGOS E AUXILIARES	
29.Área do Conhecimento: Ecologia; Zoologia;		30.Campo de Atuação: Meio Ambiente	
31.Descrição sumária : COORDENADOR GERAL DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO E DA QUALIDADE DAS ÁGUAS E PROGRAMA DE MONITORAMENTO E APROVEITAMENTO DE MACRÓFITAS DA UHE ITAOCARA I. ESTUDO COM LIMNOLOGIA, PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS, FITOPLÂNCTON, ZOOPLÂNCTON, MACROALGAS BENTÔNICAS, MACROINVERTEBRADOS, SEDIMENTOS E MACRÓFITAS. ELABORAÇÃO DE RELATÓRIOS TÉCNICOS, GERENCIAIS, REUNIÕES COM CLIENTE E ÓRGÃO COMPETENTES.			
32.Valor: R\$ 3.500,00	33.Total de horas: 500	34.Início: NOV/2012	35.Término: NOV/2013
<b>36. ASSINATURAS</b>			<b>37. LOGO DO CRBIO</b>
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data: 10/01/13	Data: 10/01/13		
Assinatura do Profissional 	Assinatura e Carimbo do Contratante Biocev Serviços de Meio Ambiente Ltda.  Felipe Carvalho de Souza Pinto Biólogo - CRBIO 037219/04-D		
<b>38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO</b>		<b>39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO</b>	
Dedaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.			
Data: / /	Assinatura do Profissional	Data: / /	Assinatura do Profissional
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante	Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante
<b>CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS</b>			
<b>NÚMERO DE CONTROLE: 3830.6317.9663.3323</b>			
OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico <a href="http://www.crbio04.gov.br">www.crbio04.gov.br</a>			

23/01/13

ART - Anotação de Responsabilidade Técnica

<b>Serviço Público Federal</b>			
<b>CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA</b>			
<b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>			1-ART Nº: <b>2013/00448</b>
<b>CONTRATADO</b>			
2. Nome: FELIPE CARVALHO DE SOUZA PINTO		3. Registro no CRBio: 070841/04-D	
4. CPF: 079.346.676-80	5. E-mail: fcherpeto@gmail.com		6. Tel: (31)3227-3940
7. End.: CARACA 28		8. Compl.: APTO 101	
9. Bairro: SERRA	10. Cidade: BELO HORIZONTE	11. UF: MG	12. CEP: 30220-260
<b>CONTRATANTE</b>			
13. Nome: BIOCEV SERVIÇOS DE MEIO AMBIENTE LTDA			
14. Registro Profissional: 136-4/07		15. CPF / CGC / CNPJ: 07.080.828/0001-46	
16. End.: RUA ADOLFO RADICE 320			
17. Compl.:		18. Bairro: COMITECO	19. Cidade: BELO HORIZONTE
20. UF: MG	21. CEP: 30315-050	22. E-mail/Site: info@biocev.net / www.biocev.net	
<b>DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL</b>			
23. Natureza : 2. Ocupação de cargo/função Cargo/função que ocupa : Cargo/função técnica;			
24. Identificação : GERENTE DE PROJETOS			
25. Município de Realização do Trabalho: BELO HORIZONTE			26. UF: MG
27. Forma de participação: EQUIPE		28. Perfil da equipe: BIÓLOGOS E AUXILIARES	
29. Área do Conhecimento: Ecologia;		30. Campo de Atuação: Meio Ambiente	
31. Descrição sumária : GERENCIAR O PROGRAMA DE MONITORAMENTO E APROVEITAMENTO DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS DA UHEITAOCARA ENTRE OS ESTADOS DE MINAS GERAIS E RIO DE JANEIRO, NOS MUNICÍPIOS DE ITAOCARA, CANTAGALO, APERIBÉ E SANTO ANTÔNIO DE PÁDUA/RJ, ALÉM DE PIRAPETINGA/MG.			
32. Valor: R\$ 3.600,00	33. Total de horas: 40	34. Início: JAN/2013	35. Término: FEV/2014
<b>36. ASSINATURAS</b>			<b>37. LOGO DO CRBio</b>
<b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>			
Data: 10/01/13 Assinatura do Profissional 		Data: 10/01/13 Assinatura e Carimbo do Contratante <b>Biocev Serviços de Meio Ambiente Ltda.</b>  Ronald Rezende de Carvalho Jr. Biólogo - CRBio 16.703/04-D <small>Gerente de Projetos Técnico</small>	
			
<b>38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO</b> Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.		<b>39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO</b>	
Data: / /	Assinatura do Profissional	Data: / /	Assinatura do Profissional
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante	Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante

**CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS**  
**NÚMERO DE CONTROLE: 8979.1254.6423.9769**

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio04.gov.br](http://www.crbio04.gov.br)



## **Anexo 02: Laudos Técnicos das Análises Laboratoriais**