

# PROGRAMA DE MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO – UHE CANA BRAVA



**Tractebel Energia**  
GDF SVEZ

**Relatório Técnico Referente à  
Campanha de Monitoramento  
– Setembro de 2013**

## **EQUIPE TÉCNICA**

### **Coordenadora do projeto**

Bióloga M.Sc. Juliana Machado do Couto Curti CRBio nº 30921/D

### **Trabalhos de campo e laboratório**

Bióloga Dra. Danielle Goeldner Pereira  
Bióloga M.Sc. Kátia Bittar Haddad  
Biólogo M.Sc. Leonardo de Assis Ítalo  
Biólogo M.Sc. Carlos Eduardo Aguiar Soares  
Biólogo Esp. Paulício Maconi Filho  
Bióloga Esp. Livia Ferreira e Silva  
Biólogo Victor Silva Olinto de Souza  
Gestor Ambiental Rafael Martins Figueiredo  
Téc. Alline Caetano Luz

## Sumário

1. Introdução .....	3
2. Resumo Executivo .....	3
3. Objetivos específicos do relatório.....	4
5. Coleta e Análise dos Parâmetros Físicos, Químicos e Bacteriológicos .....	6
6. Resultados e Discussão .....	10
6.1. Variáveis Abióticas .....	10
6.2. Variáveis bacteriológicas.....	26
6.3. Perfil vertical dos pontos 20 e 21 .....	27
7. Índice de Qualidade da Água (IQA).....	28
8. Resultados biológicos .....	30
9. Considerações Finais.....	57
Referências .....	60

## 1. Introdução

A transformação de um trecho de rio em reservatório desencadeia uma série de processos biogeoquímicos, que resultam em interferências nas características do ambiente aquático, destacando-se a instabilidade física e química e a alteração das comunidades biológicas.

Tais modificações constituem um forte impacto sobre os corpos aquáticos e, dependendo dos usos da bacia de drenagem, essas alterações podem levar a um alto grau de degradação destes reservatórios (Branco e Senna, 1994). Assim, os programas de monitoramento limnológico (que incluem as principais assembléias biológicas) são primordiais para a identificação e avaliação dos impactos ambientais causados por empreendimentos hidrelétricos.

O objetivo desse relatório é apresentar os resultados obtidos em setembro de 2013, no monitoramento de 13 pontos localizados no reservatório da UHE Cana Brava.

## 2. Resumo Executivo

### *Características limnológicas*

Considerando que as águas do sistema monitorado são enquadradas na classe 2 da Resolução CONAMA nº 357/2005, todo o trecho monitorado no reservatório da UHE Cana Brava, em setembro de 2013, apresentou resultados compatíveis com os limites preconizados pela referida resolução. Somente a seguinte não conformidade foi observada:

- A densidade de coliformes termotolerantes nos pontos P5 (1200 NMP/100ml), P15 (1700 NMP/100ml), P18 (3500 NMP/100ml) e P22 (3500 NMP/100ml) não estiveram dentro do limite determinado pela legislação (1000 NMP/100ml).

De maneira geral, em setembro de 2013 o trecho monitorado do reservatório da UHE Cana Brava apresentou águas com alta transparência da água, baixos valores de turbidez, assim como baixos valores de compostos nitrogenados, fosfatados e DBO<sub>5</sub>. A concentração de clorofila-a mensurada no ponto 21 também foi inferior ao observado em meses anteriores (março e junho de 2013) e ao limite máximo preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (30 µg/L).

Assim como registrado em junho de 2013, o ponto 22 (situado no rio Bonito) apresentou os maiores valores de condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, alcalinidade e CO<sub>2</sub> total (medida indireta da concentração de carbono inorgânico total), além das maiores densidades de coliformes termotolerantes.

Comparando com março e junho de 2013 em valores médios, no mês de setembro foi possível verificar que houve pequeno aumento nos valores de temperatura da água, transparência da água, pH, condutividade elétrica, CO<sub>2</sub> total, sólidos totais dissolvidos, cloretos, nitrato e nitrogênio total. Contudo, mesmo considerando esses maiores valores, a maior parte dos parâmetros analisados em setembro também apresentaram valores dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005.

### ***Perfil vertical***

Nesse mês de setembro, a análise do perfil vertical (coleta na superfície, meio e fundo) dos pontos localizados no interior do reservatório demonstrou similaridade nos valores dos parâmetros analisados entre as profundidades de coleta, como por exemplo, temperatura, pH, condutividade elétrica, turbidez e nutrientes.

Além disso, considerando a análise detalhada do perfil vertical nos pontos 20 e 21, pode-se concluir que, nesse mês, a coluna da água no reservatório não apresentou estratificação térmica, tendo em vista a pequena diferença nos valores da temperatura da água entre o epilímnio e hipolímnio dos pontos monitorados. O decréscimo nas concentrações de oxigênio dissolvido ao longo das maiores profundidades de coleta era esperado, tendo em vista as menores taxas de produção de oxigênio pela fotossíntese nas maiores profundidades, além do maior consumo desse gás devido ao processo de decomposição por parte dos microrganismos aeróbicos presentes no hipolímnio.

### **3. Objetivos específicos do relatório**

O conteúdo deste Relatório Técnico inclui:

(i) descrever os métodos analíticos que foram utilizados para determinação das variáveis físicas, químicas e bacteriológicas;

(ii) apresentar os resultados obtidos em setembro de 2013, em 13 pontos de monitoramento localizados no reservatório da UHE Cana Brava e, assim, contribuir com a caracterização limnológica deste trecho;

(iii) comparar os resultados obtidos com as coletas realizadas em junho e março de 2013, e com os limites preconizados pela resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005, para águas da Classe 2;

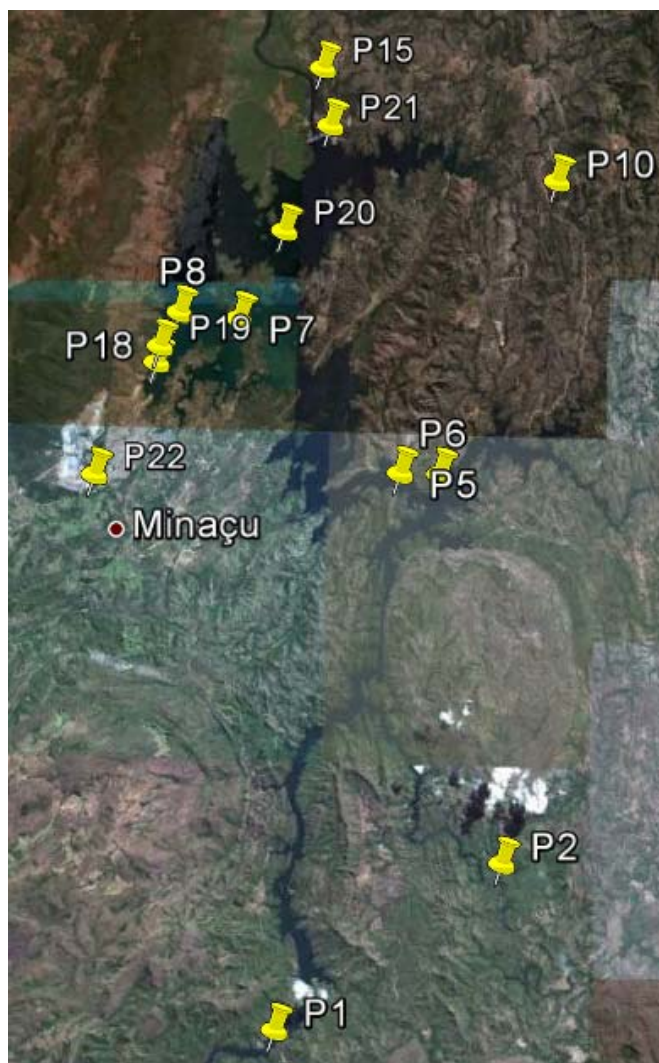
(iv) observar tendências das variáveis limnológicas ao longo do perfil vertical da coluna d'água.

#### 4. Descrição da Coleta

Foram coletadas amostras de água, destinadas à determinação dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos em 13 pontos de coleta ao longo do reservatório (**Tabela 1 e Figura 1**).

**Tabela 1.** Pontos de coleta selecionados para o monitoramento limnológico.

PONTO	LOCALIZAÇÃO	LONG.(W)	LAT.(S)	REFERENCIAL
1	Tocantins/Córrego Florêncio	48°09'09"	13° 46'23"	Montante
2	Rio Preto	48°03'36"	13°42'10"	Montante
5	Rio São Félix	48°06'27"	13°32'47"	Montante
6	Tocantins/ Foz São Félix	48°05'28"	13°32'47"	Montante
7	Rio Bonito	48°10'36"	13°29'09"	Montante
8	Córrego Varjão	48°12'05"	13°29'03"	Montante
10	Rio do Carmo	48° 02'46"	13°25'36"	Montante
15	Tocantins/Rio Cana Brava	48°09'56"	13°11'49"	Jusante
18	Praia de Minaçu - parte interna	48°12'37"	13°30'17"	Montante
19	Praia de Minaçu - parte externa	48°12'33"	13°29'53"	Montante
20	No meio do reservatório	48°09'33"	13°26'59"	Montante
21	Tocantins/Próximo à UHE Cana Brava	48°08'29"	13°24'24"	Montante
22	Rio Bonito (acima do ponto 7)	48°14'04"	13°33'03"	Montante



**Figura 1.** Pontos de coleta localizados na área de influência da UHE Cana Brava.

## **5. Coleta e Análise dos Parâmetros Físicos, Químicos e Bacteriológicos**

A campanha de campo foi realizada entre os dias 20 e 21 de setembro de 2013.

Em campo, foram obtidos os valores de temperatura do ar (termômetro), pH, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos (STD), oxigênio dissolvido, saturação de oxigênio e temperatura da água (utilizando uma sonda YSI 556). A turbidez foi obtida através de um turbidímetro digital Hach. A transparência da coluna da água foi mensurada através do disco de Secchi.

Amostras de água foram coletadas abaixo da superfície (aproximadamente 20 cm) com frascos de polietileno e acondicionadas em caixas de isopor com gelo. Parte das amostras foi filtrada em membranas Whatman GF/C. As amostras de água filtrada e não filtrada foram preservadas para posterior determinação das formas dissolvidas e totais de nitrogênio e fósforo. As amostras destinadas à análise

laboratorial foram preservadas e encaminhadas para o laboratório de limnologia situado na “Life – Projetos Limnológicos”, em Goiânia para realização das análises. As variáveis limnológicas foram determinadas utilizando os seguintes métodos e equipamentos:

- Alcalinidade: titulação com ácido sulfúrico;
- Cloreto: determinado através do método de cromato de potássio e espectrofotômetro (Método 4500-Cl<sup>-</sup> B, Standard Methods, 2005);
- Coliformes totais, termotolerantes e *E. coli*: método dos tubos múltiplos;
- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5</sub>): consumo de oxigênio nas amostras durante uma incubação de 05 (cinco) dias, a uma temperatura constante de 20°C (Método 5210, Standard Methods, 2005);
- Ferro total: método da ortofenotrolina (Método 3500, Standard Methods, 2005);
- Fósforo total: determinado diretamente nas amostras não filtradas, sendo quantificado após a adição de reagente misto (molibdato de amônia, tartarato de antimônio e potássio e ácido ascórbico) e leitura em espectrofotômetro (882 nm);
- Orto-fosfato (fosfato solúvel reativo): determinado diretamente nas amostras filtradas, sendo quantificado após a adição de reagente misto (molibdato de amônia, tartarato de antimônio e potássio e ácido ascórbico) e leitura em espectrofotômetro (882 nm);
- Nitrato: método de redução do cádmion e leitura em espectrofotômetro a 400 nm (Método 4500-NO<sub>3</sub>-E, Standard Methods, 2005);
- Nitrito: método colorimétrico onde o nitrito reage com o ácido sulfanílico, formando um composto que é determinado em espectrofotômetro a 507 nm (Método 4500-NO<sub>2</sub>-B, Standard Methods, 2005);
- Nitrogênio amoniacal: método fenol, e posterior leitura em espectrofotômetro a 655 nm (Método 4500-NH<sub>3</sub> F, Standard Methods, 2005);
- Óleos e graxas: obtenção através de extração com um solvente (Hexano – 5520B, Standard Methods, 2005);
- Sulfato e Sulfeto: determinados através de espectrofotometria (Método 4500, Standard Methods, 2005).



## 6. Mensurar Índice de qualidade de água (IQA)

O IQA pode ser determinado pelo produto ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros: Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5</sub>), Coliformes Fecais, Temperatura, pH, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Turbidez e Resíduo Total ([http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice\\_iap\\_iqa.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice_iap_iqa.asp)). A seguinte fórmula foi utilizada:

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

onde:

**IQA** = Índice de qualidade da água. Um número entre 0 e 100;

**q<sub>i</sub>** = qualidade do parâmetro *i*. Um número entre 0 e 100, obtido do respectivo gráfico de qualidade, em função de sua concentração ou medida (resultado da análise);

**w<sub>i</sub>** = peso correspondente ao parâmetro *i* fixado em função da sua importância para a conformação global da qualidade, isto é, um número entre 0 e 1, de forma que:

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

sendo *n* o número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

A qualidade das águas interiores, indicada pelo IQA em uma escala de 0 a 100, pode ser classificada em categorias narrativas da seguinte forma:

IQA	QUALIDADE
80 – 100	Qualidade Ótima
52 – 79	Qualidade Boa
37 – 51	Qualidade Aceitável
20 – 36	Qualidade Ruim
0 – 19	Qualidade Péssima

## 7. Fitoplâncton

O estudo taxonômico e quantitativo do fitoplâncton foi efetuado através de microscópio invertido, com aumento de 400X. A densidade fitoplanctônica foi estimada segundo o método de Utermöhl (1958) com prévia sedimentação da amostra. A densidade fitoplanctônica foi calculada de acordo com APHA (2008) e

o resultado foi expresso em indivíduos (células, cenóbios, colônias ou filamentos) por mililitro.

A biomassa fitoplanctônica foi estimada através do biovolume, multiplicando-se o volume pela densidade de cada táxon. O volume de cada célula foi calculado a partir de modelos geométricos aproximados à forma das células, como esferas, cilindros, cones, paralelepípedos, pirâmides, elipses e outros (SUN e LIU, 2003). Como riqueza de espécies considerou-se o número de espécies presentes em cada amostra quantitativa.

## **8. Zooplâncton**

Em setembro de 2013, as amostragens da comunidade zooplânctônica foram realizadas em 5 pontos de amostragem. As amostras de zooplâncton foram tomadas à sub-superfície, com auxílio de uma moto-bomba, sendo o volume de água coletado (1000 L), filtrado em uma rede de plâncton com 68  $\mu\text{m}$  de abertura de malha. O material coletado foi acondicionado em frascos de polietileno e fixado em solução final de formaldeído 4%, tamponada com carbonato de cálcio.

## **9. Zoobentos**

As amostras da comunidade bentônica foram coletadas por meio da draga de Petersen que é largamente empregada em estudos de ambientes límnicos e consiste em um instrumento adequado para a coleta da macrofauna aquática. Foram coletadas duas réplicas, com objetivo de aumentar a representatividade dos táxons da comunidade bentônica.

O material coletado foi transferido para frascos plásticos, fixado com formol a 4% e encaminhado para o laboratório. Então foi submetido a flutuação com solução saturada de NaCl e peneirado utilizando uma malha de 0,2 mm. Posteriormente, a triagem do material retido na malha foi feita em estereomicroscópio binocular e os indivíduos encontrados foram identificados e conservados em frascos com álcool 80%.

No sentido de permitir a comparação com outros estudos, os dados de densidade dos táxons encontrados foram extrapolados para a área de 1  $\text{m}^2$ . Para tal extrapolação, a supracitada área foi dividida pelo valor da área da draga (0,0265  $\text{m}^2$ ).

Para analisar a comunidade de invertebrados bentônicos, várias ferramentas podem ser utilizadas (Rosemberg e Resh, 1993). Como cada uma delas apresenta vantagens e desvantagens, analisaremos simultaneamente as seguintes: riqueza de taxa, índice de diversidade de Shannon e cálculo da equitabilidade.

## 6. Resultados e Discussão

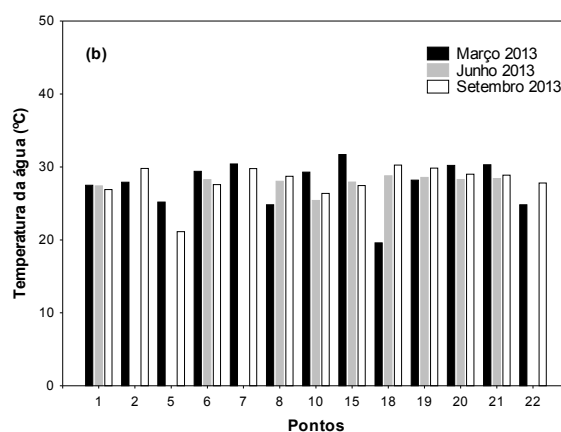
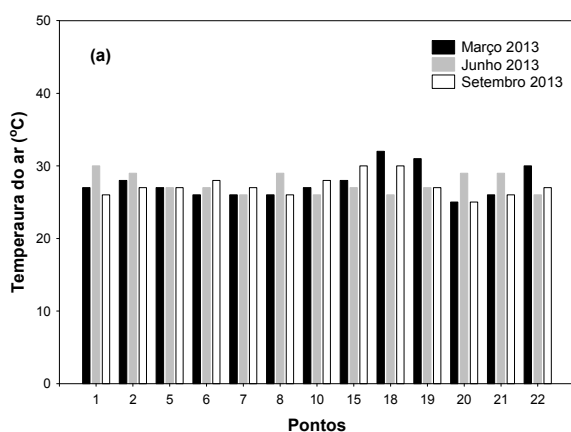
Os resultados referentes aos parâmetros físicos e químicos estão no **Anexo**

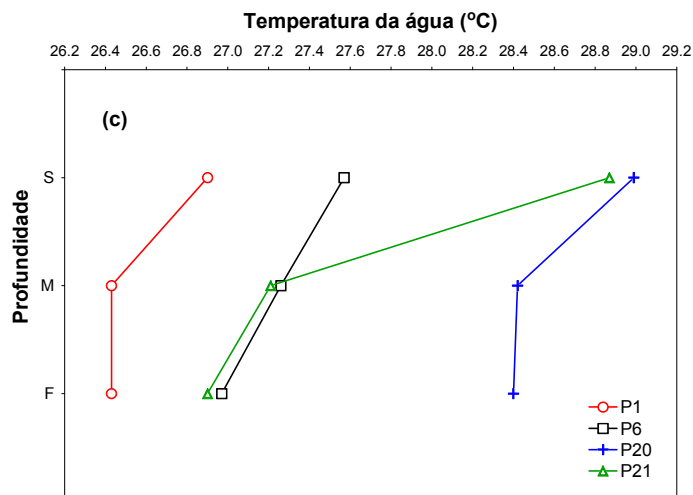
I.

### 6.1. Variáveis Abióticas

Em setembro de 2013, os valores de temperatura do ar foram, em média, iguais a 27,6 °C (**Figura 2a**). Os valores da temperatura da água variaram entre 21,13 °C e 30,26 °C (média igual a 27,9°C) (**Figura 2b**).

Considerando o perfil térmico dos pontos mais profundos, localizados no interior do reservatório da UHE Cana Brava (pontos 1, 6, 20 e 21), foi possível verificar que a maior diferença nos valores de temperatura entre a superfície e o hipolimnion (1,97 °C) foi obtida no ponto 21 (localizado próximo a barragem) (**Figura 2c**). Tal diferença foi próxima àquela registrada em junho de 2013 (1,14 °C no ponto 21) e março de 2013 (1,7 °C no ponto 20), indicando a ausência de estratificação térmica nesses meses monitorados.





**Figura 2.** Valores de temperatura do ar (a) e da água (b) nos 13 pontos de coleta, mensurados em março, junho e setembro de 2013 e perfil vertical da temperatura da água nos pontos localizados no interior do reservatório (c), em setembro de 2013.

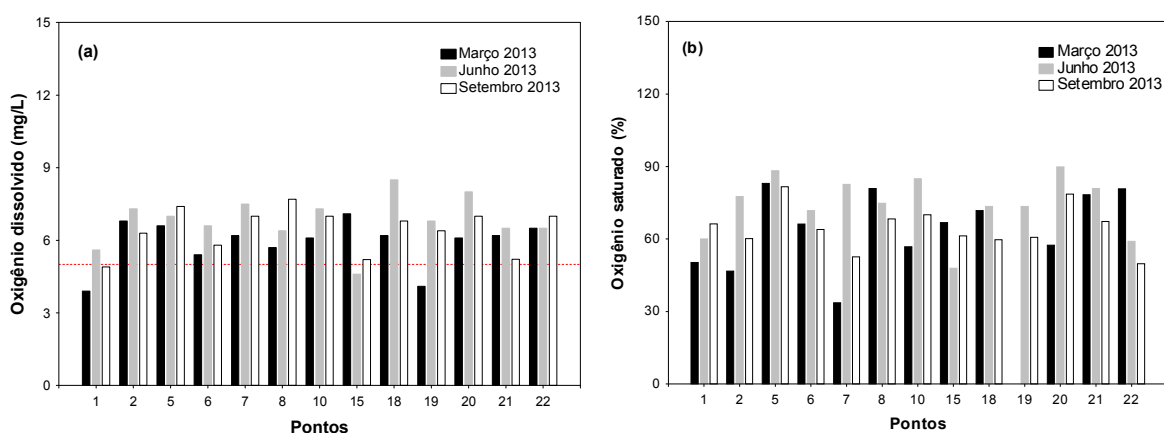
O oxigênio dissolvido é de essencial importância para os organismos aeróbicos. Sua disponibilidade no ambiente aquático depende de trocas com a atmosfera e da produção pelos organismos fotossintéticos, como fontes, e das demandas bioquímica (oxidação de matéria orgânica) e química (oxidação de íons como o ferro e o manganês), perdas para atmosfera (favorecidas pelo aquecimento da coluna d'água) e respiração de organismos aquáticos, como fenômeno de redução (Esteves, 1998).

Em setembro de 2013, as concentrações deste gás na superfície da coluna da água variaram entre 2,6 mg/L (ponto 21 – montante da barragem) e 7,7 mg/L (ponto 8 – montante de barragem) (**Figura 3a**). Nesse mês, os pontos 1 e 21 apresentaram concentrações de oxigênio inferiores ao limite mínimo preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas da classe 2 (5,0 mg/L). A porcentagem de saturação de oxigênio também foi elevada na superfície da maior parte dos pontos de coleta (**Figura 3b**).

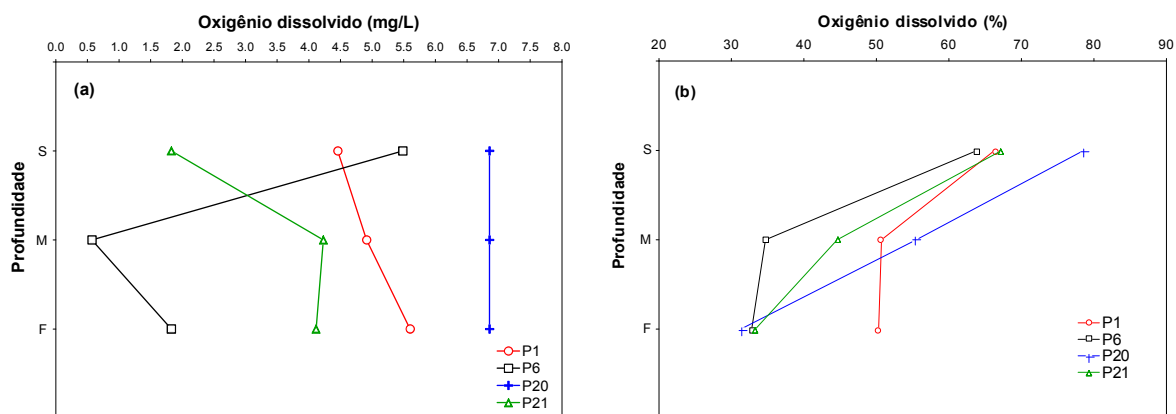
Em média, as menores concentrações desse gás foram registradas nas maiores profundidades de coleta (média igual a 6,32 mg/L na superfície; 4,62 mg/L no meio e 5,02 mg/L no fundo dos pontos de coleta) (**Figura 4**). A análise do perfil vertical dos pontos 1, 6, 20 e 21 demonstrou um decréscimo nas concentrações de oxigênio ao longo das maiores profundidades de coleta, principalmente no ponto 6, ou seja, no local com maior profundidade (45 m) (**Figuras 4a e 4b**). Concentrações de oxigênio abaixo de 5,0 mg/L foram registradas na superfície do ponto 21 (2,6

mg/L), no meio da coluna da água dos pontos 6 e 21 (1,5 mg/L e 4,70, respectivamente), e no fundo dos pontos 6 e 21 (2,60 mg/L e 4,60 mg/L, respectivamente).

A presença de menor concentração de oxigênio é esperada em amostras de pontos mais profundos na coluna d'água, tendo em vista a maior atividade de microrganismos aeróbicos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica nesses ambientes.



**Figura 3.** Concentrações de oxigênio dissolvido (a) e porcentagem de saturação de oxigênio (b) mensurados em março, junho e setembro de 2013.



**Figura 4.** Perfil vertical das concentrações de oxigênio dissolvido (a) e saturação de oxigênio (b) em setembro de 2013.

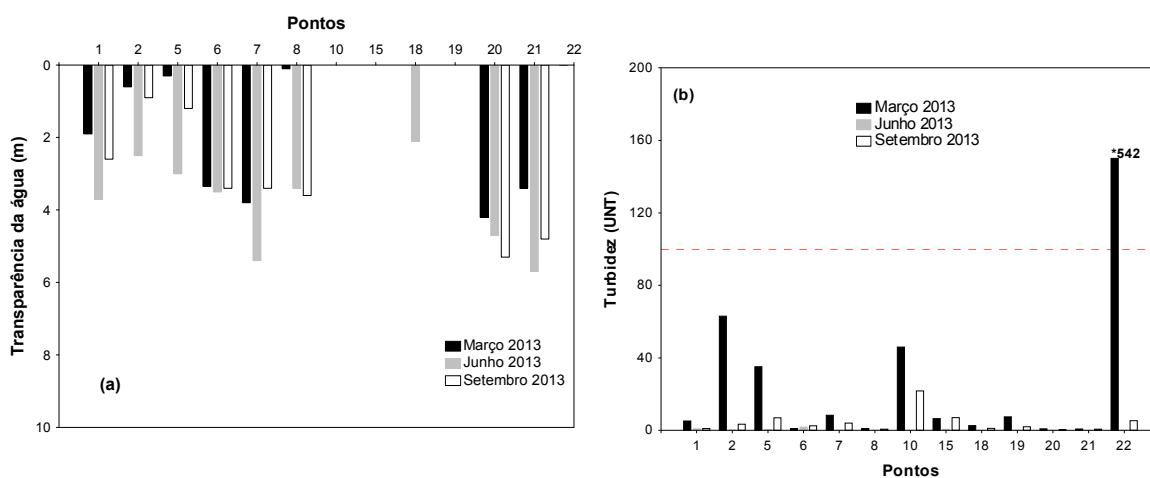
### ***Variáveis indicadoras de luminosidade subaquática***

Em setembro de 2013, o reservatório da UHE Cana Brava apresentou águas com menores valores de transparência da água do que o observado nos meses de junho e março do mesmo ano. Naquele mês de monitoramento a maior profundidade do disco de Secchi (maior transparência da água; 5,3 metros) foi

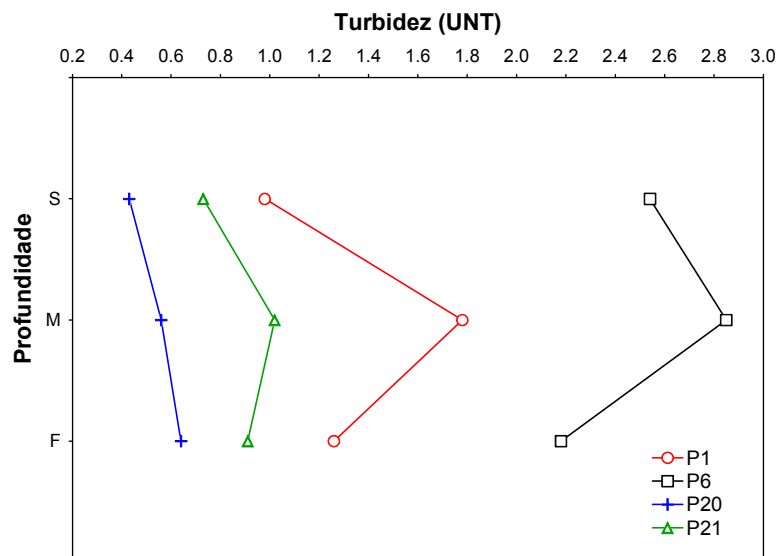
registrada no ponto 20, localizado próximo à barragem (**Figura 5a**). Em média, o mês de setembro teve a maior transparência da água comparada a junho e março (2,8 m, 2,6 m e 2,0 m, respectivamente).

Com relação à turbidez da água, observa-se que houve uma tendência de decréscimo dos valores ao longo dos meses monitorados em 2013. A turbidez média mensurada em setembro (4,42 NTU) ficou mais próxima da observada em junho (0,29 NTU) do que a de março (55,37 NTU), sendo que em setembro a turbidez variou de 0,4 NTU (ponto 4) a 21,8 NTU (Ponto 10) (**Figura 5b**). Desse modo, pode-se ressaltar a elevada transparência da água dos pontos de coleta ao longo do período de monitoramento. Além disso, em setembro de 2013 todos os locais monitorados apresentaram valores de turbidez inferiores ao limite máximo preconizado pela resolução CONAMA nº 357/2005 (100 NTU).

Considerando a análise do perfil vertical, não houve marcada diferença entre as profundidades de coleta (**Figura 6**), ou seja, também foram registrados baixos valores de turbidez no meio e fundo da coluna da água do reservatório.



**Figura 5.** Valores de transparência da água **(a)** e turbidez **(b)** mensurados em março, junho e setembro de 2013.



**Figura 6.** Perfil vertical dos valores de turbidez no corpo central do reservatório obtido em setembro de 2013.

### ***pH, condutividade elétrica, STD, alcalinidade e carbono inorgânico***

Os valores do pH registrados variaram entre 7,94 e 8,94 (pontos 10 e 7, respectivamente), estando assim, dentro dos limites preconizados pela resolução CONAMA nº 357/2005 (6,0-9,0) (**Figura 7a**). Embora seja possível notar um leve aumento no pH mensurados nos meses monitorados em 2013, o trecho do rio que está sob influência da UHE Cana Brava apresentou valores condizentes com a referida resolução. Considerando o pH médio mensurado ao longo do perfil da coluna d'água houve similaridade nos valores observados na superfície, meio e fundo dos pontos de coleta (pH 8,71, 8,47 e 8,47, respectivamente) (**Figura 8a**).

Os valores de condutividade elétrica variaram entre 51,2  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (ponto 5) e 194,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (ponto 22) (**Figura 7b**). Além disso, os valores médios de condutividade elétrica foram similares entre as profundidades amostradas (média igual a 86,42  $\mu\text{S}/\text{cm}$  na superfície; 85,75  $\mu\text{S}/\text{cm}$  no meio e 86,97  $\mu\text{S}/\text{cm}$  no fundo da coluna da água; **Figura 8b**). Resultado similar foi obtido considerando as concentrações de sólidos totais dissolvidos (STD), que variou entre 25,6 mg/L (ponto 5) e 97,3 mg/L (ponto 22), sendo inferiores ao limite preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (500 mg/L) (**Figura 7c e 8c**). De fato, houve uma forte estrutura de correlação entre os valores de condutividade elétrica e STD ( $r = 1,00$ ;  $p < 0,001$ ).

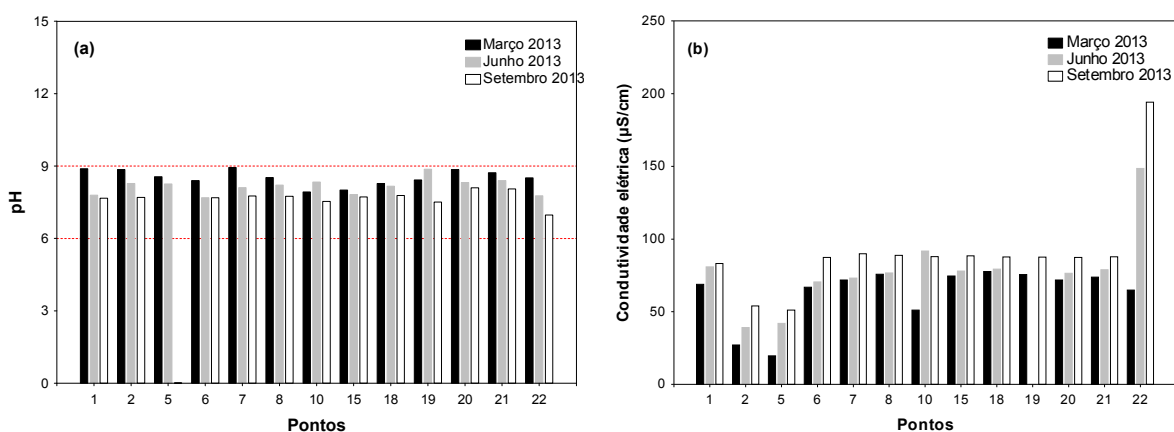
A alcalinidade representa a capacidade de neutralização de ácidos apresentada por um ambiente aquático, e está associada à disponibilidade de

carbonatos no meio (Esteves, 1998). No mês de setembro, tais valores variaram entre 30,0 mg/L e 109,0 mg/L (pontos 2 e 22, respectivamente) (**Figura 7d**). Assim como observado para os valores de condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos e alcalinidade, a maior concentração de CO<sub>2</sub> total (medida indireta da concentração de carbono inorgânico total) também foi registrada no ponto 22 (96,59 mg/L) (**Figura 7e**). Tais resultados demonstram a elevada concentração de íons, principalmente carbono inorgânico, nesse local.

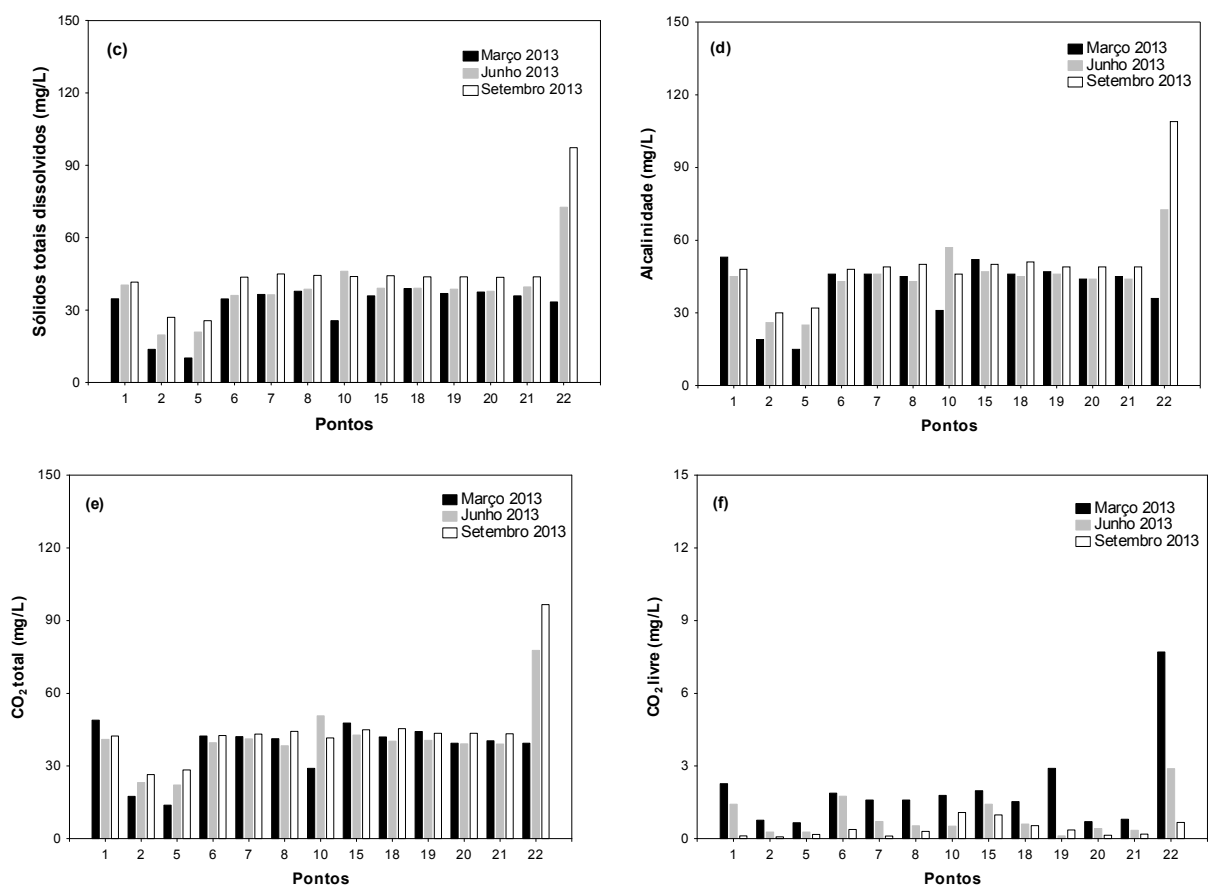
Além disso, em setembro foi registrada uma tendência de acréscimo nos valores de condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos e alcalinidade no trecho monitorado, comparado a junho e março de 2013. Tais resultados indicam a maior concentração de íons no trecho monitorado durante o período de estiagem, quando não há grande influência do processo de diluição.

Considerando o perfil vertical nos pontos localizados no interior do reservatório, foi possível observar similaridade nos valores de condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, alcalinidade e CO<sub>2</sub> total nas três profundidades amostradas (**Figuras 8d e 8e**).

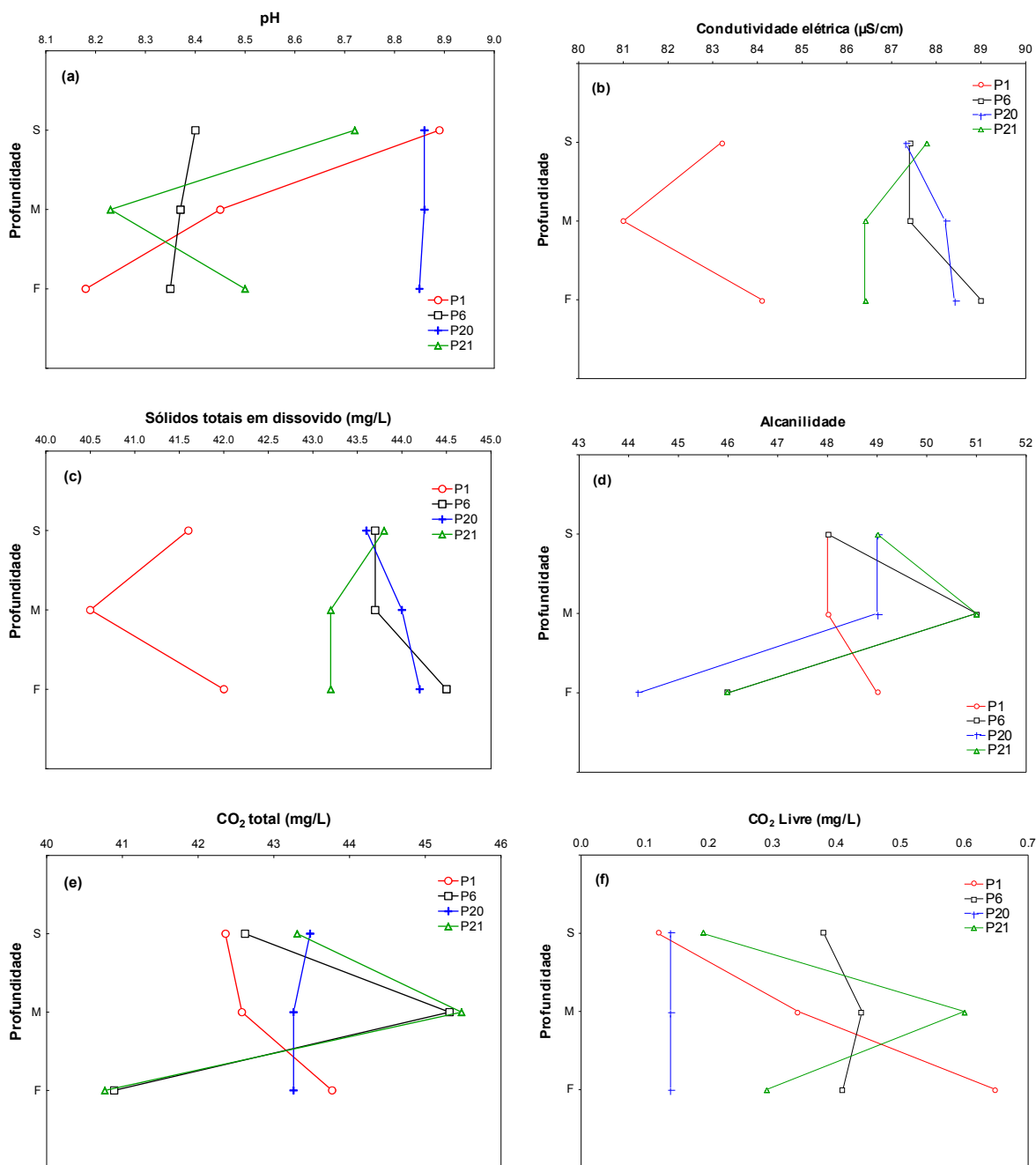
Dentre os pontos amostrados em setembro as concentrações de CO<sub>2</sub> livre variaram entre 0,08 mg/L e 1,08 mg/L (pontos 2 e 10, respectivamente) (**Figura 7f**). A análise do perfil vertical demonstrou um aumento nas concentrações de CO<sub>2</sub> livre ao longo das maiores profundidades, principalmente no fundo do ponto 1 (**Figura 8f**).







**Figura 7.** Valores de pH (a), condutividade elétrica (b), sólidos totais dissolvidos (STD) (c), alcalinidade (d), CO<sub>2</sub> total (e) e CO<sub>2</sub> livre (f) mensurados nos 13 pontos de coleta na área de influência da UHE Cana Brava, em março, junho e setembro de 2013.



**Figura 8.** Perfil vertical dos valores de pH (a), condutividade elétrica (b), sólidos totais dissolvidos (STD) (c), alcalinidade (d), CO<sub>2</sub> total (e) e CO<sub>2</sub> livre (f) mensurado no corpo central do reservatório da UHE Cana Brava em setembro de 2013.

### ***Cloreto, sulfato, sulfeto e ferro total***

Todas as águas naturais contêm íons cloretos resultantes da dissolução de minerais ou de sais ou, em regiões próximas do mar, da intrusão de águas salinas no continente. Altas concentrações de cloretos impedem o uso da água para a agricultura e exigem tratamento adequado para usos industriais (dessalinização), bem como causam danos a estruturas metálicas (corrosão) (Baumgarten e Pozza,

2001). Em setembro de 2013, as concentrações de cloreto em todos os pontos de coleta foram altas o suficiente para que pudessem ser detectadas pelo método utilizado, diferente do observado em junho e março de 2013 (ver relatório anterior). Contudo, todos os locais apresentaram concentrações inferiores ao limite preconizado pela resolução CONAMA nº 357/2005 (250 mg/L) (**Figura 9a**). Além disso, as concentrações ao longo do perfil vertical também puderam ser detectadas e novamente demonstraram valores bem inferiores ao limite determinado pela legislação citada. Sendo que a média dos valores entre as diferentes profundidades não demonstraram elevada diferença entre si (**Figura 10b**).

Em ecossistemas aquáticos, o enxofre pode ocorrer em diferentes formas, tais como, como íon sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), íon sulfito ( $\text{SO}_3^{2-}$ ), íon sulfeto ( $\text{S}^{2-}$ ), gás sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ), entre outras. Dentre as várias formas de enxofre presentes na água, o íon sulfato e o gás sulfídrico são as mais frequentes. No entanto, o íon sulfato apresenta maior importância para a produtividade do ecossistema, uma vez que é a principal fonte de enxofre usada pelos produtores primários (Esteves, 1998). Em setembro de 2013, as concentrações de sulfato foram inferiores ao limite de detecção do método (<1 mg/L) em todos os pontos de coleta. Em março de 2013, somente o ponto 22 apresentou concentração detectável de sulfato (concentração igual a 5,0 mg/L) (**Figura 9b**). Tais concentrações também foram inferiores ao limite de detecção do método (<1,0 mg/L) nas maiores profundidades de coleta (meio e fundo dos pontos 1, 6, 20 e 21). Assim, todos os locais e profundidades monitoradas apresentaram concentrações do íon sulfato condizentes com o limite estabelecido na resolução CONAMA nº 357/2005 para águas de classe 2 (250 mg/L).

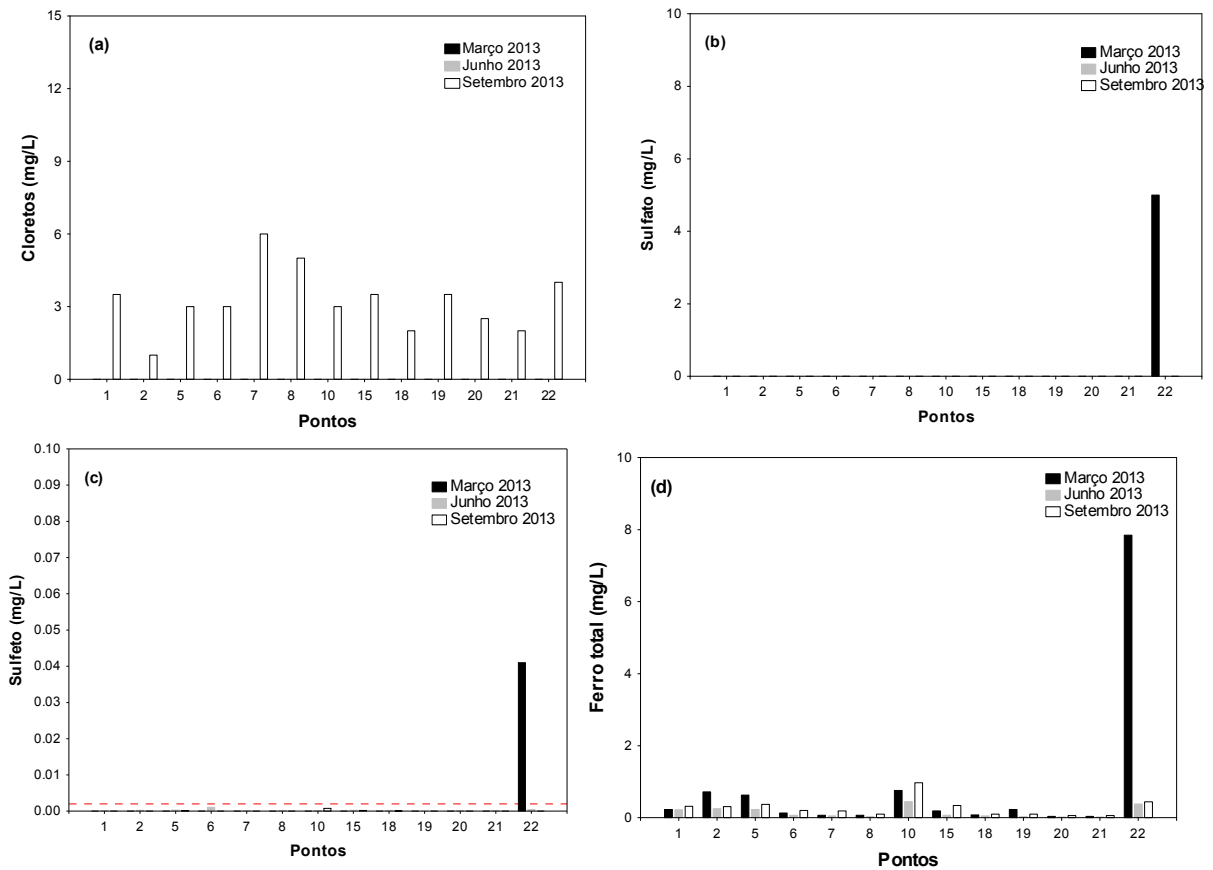
Em setembro de 2013, as concentrações de sulfeto em todos os pontos de coleta também foram inferiores ao limite de detecção do método (<0,001 mg/L). Dessa maneira, todos os locais monitorados nesse mês apresentaram concentrações de sulfeto inferiores ao limite preconizado pela resolução CONAMA (0,002 mg/L). Resultado similar foi registrado em junho. Já em março (período de chuvas), a maior concentração de sulfeto (0,009 mg/L) foi registrada no ponto 22 (rio Bonito) (**Figura 9c**).

Considerando que as concentrações de cloreto, sulfato e sulfeto em setembro de 2013 foram inferiores ao limite de detecção dos respectivos métodos em todos os pontos e profundidades de coleta (ponto 1, 6, 20 e 21), não serão apresentados aqui os gráficos dos perfis verticais desses parâmetros.

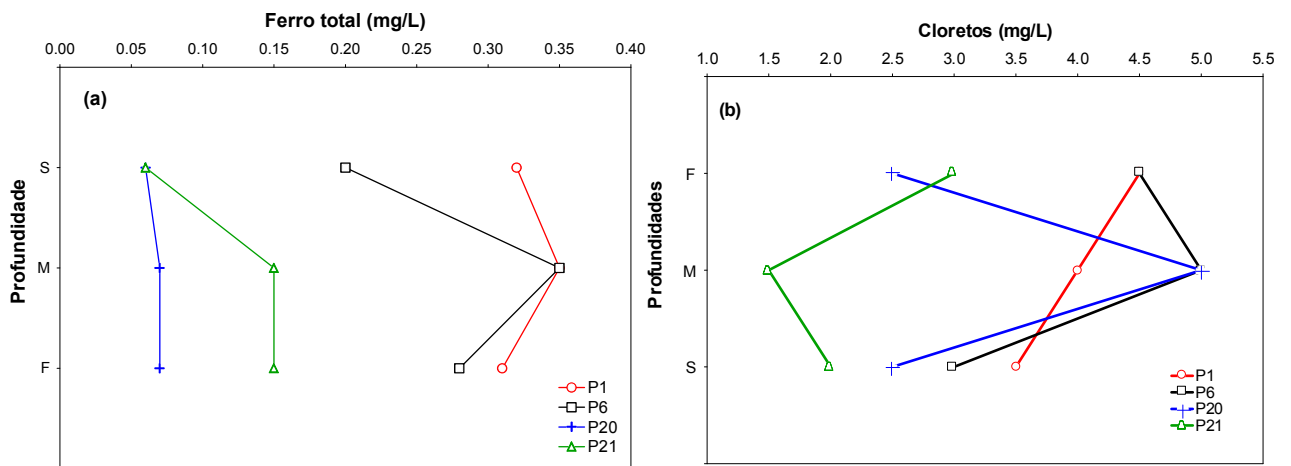
O ferro é de grande importância para o metabolismo dos seres vivos e apresenta clara influência sobre a precipitação do fósforo. Assim, em ambientes onde predominam altas concentrações de oxigênio e pH próximo ao neutro, grande parte dos íons de ferro encontra-se na forma oxidada ( $\text{Fe}^{3+}$  - íon férrico), podendo assim adsorver-se ao íon fosfato e acarretar a precipitação do fósforo no sedimento (Esteves, 1998). Em ambientes que não estão submetidos a impactos, o ferro e o manganês são registrados em baixas concentrações, pois as suas formas predominantes são as oxidadas que são mais insolúveis ( $\text{Fe}^{3+}$  e  $\text{Mn}^{4+}$ ).

Em média, as maiores concentrações de ferro total foram mensuradas em março de 2013, ou seja, durante o período de chuvas na região (média igual a 0,85 mg/L) (**Figura 9d**). De fato, as maiores concentrações de ferro total têm sido registradas durante o período de chuvas na região, quando ocorre influência do sistema terrestre adjacente sobre o ambiente aquático.

Considerando a análise do perfil vertical, foi possível observar maiores concentrações de ferro total nas maiores profundidades de coleta (**Figura 10**). De fato, as baixas concentrações de oxigênio dissolvido mensuradas nas maiores profundidades favorecem a liberação de ferro do sedimento para a coluna da água.



**Figura 9.** Concentrações de cloreto (a), sulfato (b), sulfeto (c) e ferro total (c) mensuradas nos 13 pontos de coleta na área de influência da UHE Cana Brava, em março, junho e setembro de 2013.



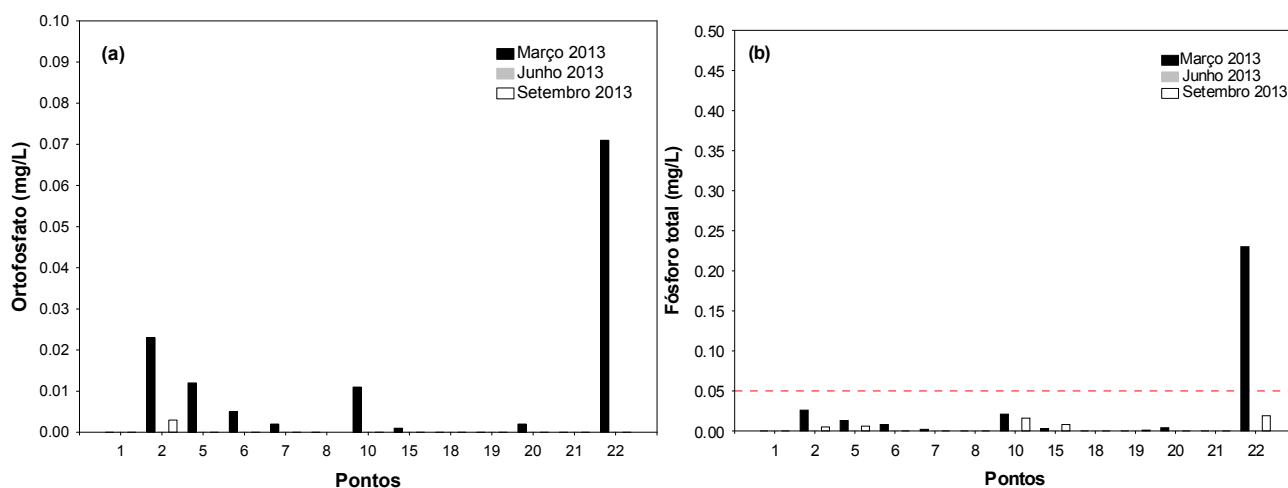
**Figura 10.** Perfil vertical das concentrações de ferro total (a) e cloretos (b) no corpo central do reservatório, em setembro de 2013.

### **Nutrientes fosfatados e nitrogenados**

Em conjunto com o nitrogênio (N), fósforo (P) é o principal elemento que pode limitar a produção primária. Deste modo, elevadas concentrações indicam um

elevado potencial de eutrofização (aumento da disponibilidade e da taxa de utilização de nutrientes que acarreta um aumento do estado trófico do ambiente). Mesmo com o avanço tecnológico dos sistemas de controle de fontes pontuais de nutrientes, a eutrofização (causada pelo incremento de N e P) ainda pode ser considerada o principal problema de qualidade de água em diferentes partes do mundo. Quando prevalecem baixas concentrações de oxigênio nas camadas mais profundas da coluna d'água, o fósforo presente no sedimento pode ser disponibilizado para a água. Portanto, mesmo sem fontes externas, o processo de eutrofização pode ocorrer (Kalff, 2002; Baumgarten e Pozza, 2001).

Em setembro de 2013, considerando todas as profundidades analisadas somente na superfície do ponto 2 foi detectada a concentração de orto-fosfato (0,003 mg/L) (**Figura 11a**). As concentrações de fósforo total também foram inferiores ao limite de detecção do método (<0,001 mg/L) em parte dos pontos de coleta, com exceção dos pontos 2, 5, 10, 15, 19 e 22 (0,005 mg/L, 0,006 mg/L, 0,016 mg/L, 0,008 mg/L, 0,001 mg/L e 0,019 mg/L) (**Figura 11b**). Assim, nesse mês, todos os locais apresentaram concentrações de fósforo total inferiores ao limite máximo indicado na resolução CONAMA nº 357/2005 (0,05 mg/L). Além disso, em todas as profundidades de coleta, as concentrações de fósforo total foram inferiores ao limite de detecção do método (os gráficos não foram apresentados).



**Figura 11.** Concentrações de orto-fosfato (a) e fósforo total (b) mensuradas nos 13 pontos de coleta na área de influência da UHE Cana Brava, em março, junho e setembro de 2013.

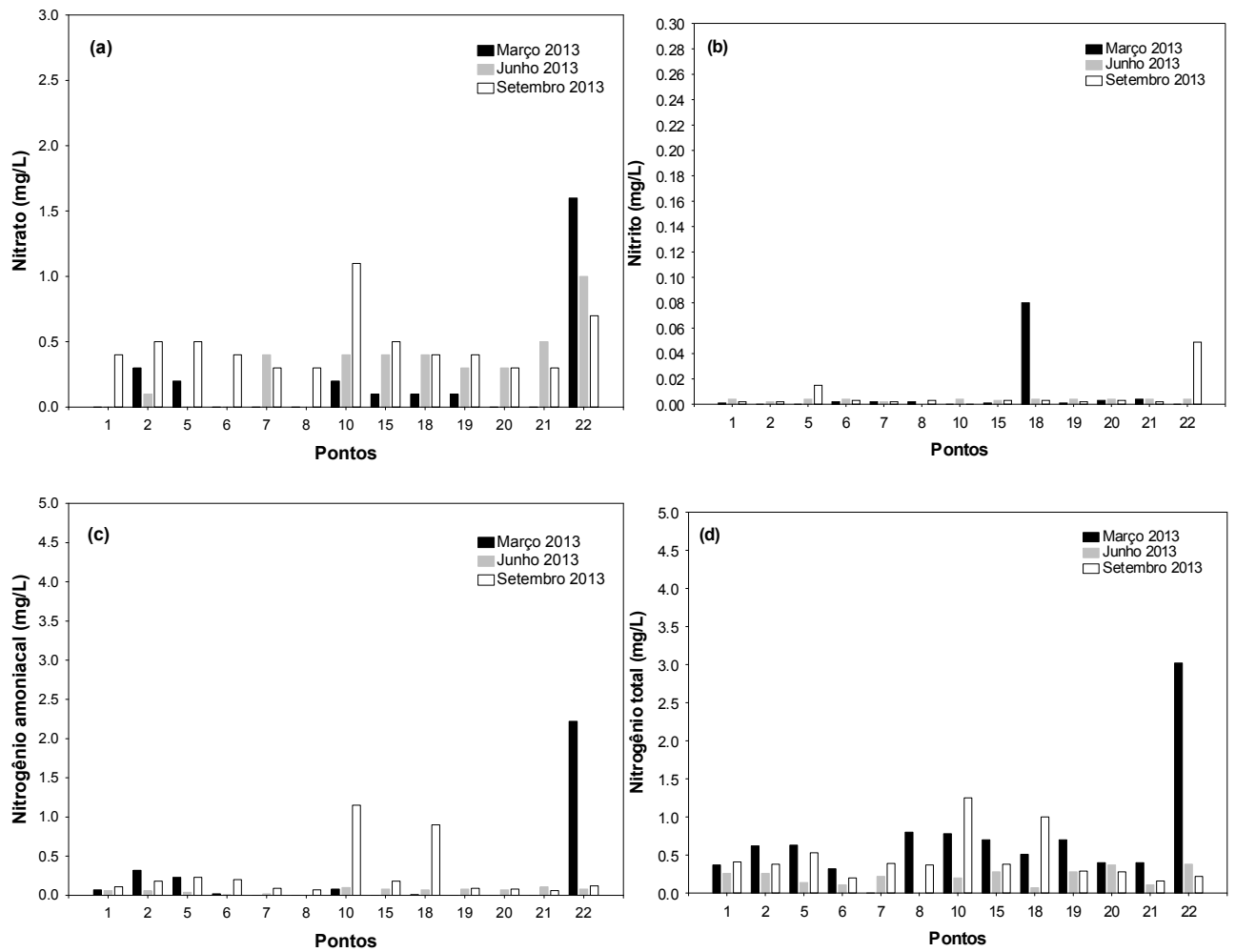
A importância do nitrogênio para o funcionamento dos ecossistemas pode ser atribuída à sua participação na formação de proteínas, um dos componentes

básicos da biomassa. Quando presente em baixas concentrações, este nutriente pode atuar como fator limitante da produção primária. Dentre as diferentes formas, os teores de nitrato e do íon amônio assumem grande importância nos ecossistemas aquáticos, uma vez que representam as principais fontes de nitrogênio para os produtores primários. O nitrito é encontrado em baixas concentrações, principalmente em ambientes oxigenados (Esteves, 1998).

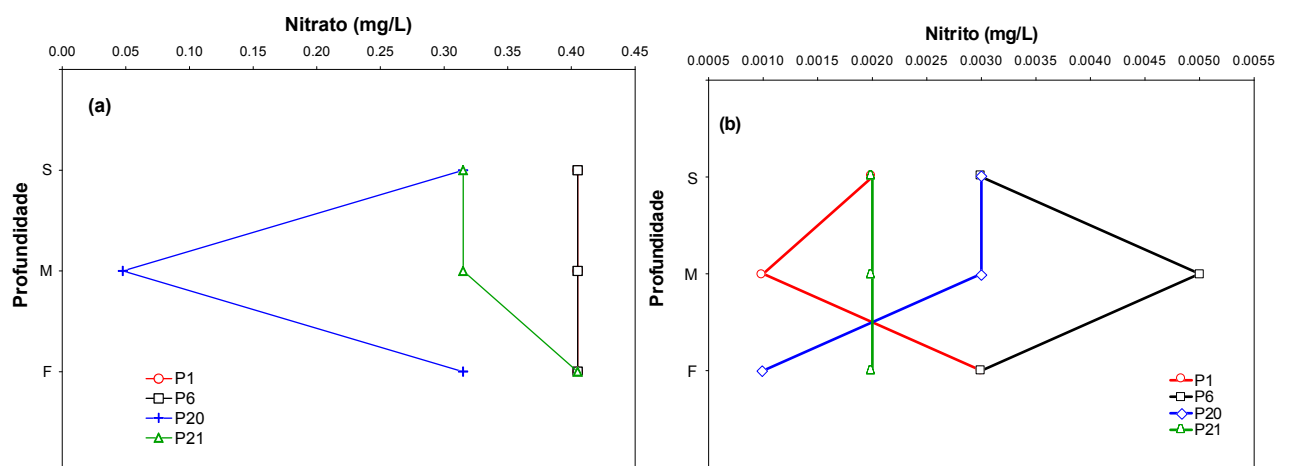
Considerando as formas inorgânicas de nitrogênio, as concentrações de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) variaram entre 0,3 (pontos 7, 8, 20 e 21) e 1,1 (ponto 10) (**Figura 12a**). Para as concentrações de nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) houve variação de  $<0,001$  mg/L e 0,049 mg/L (pontos 10 e 22, respectivamente) (**Figura 12b**), enquanto que as concentrações de nitrogênio amoniacal variaram entre 0,06 mg/L e 1,15 mg/L (pontos 21 e 10, respectivamente) (**Figura 12c**). A maior concentração de nitrogênio total (2,35 mg/L) foi registrada no ponto 10, diferente dos meses anteriores quando as maiores concentrações foram observadas no ponto 22 (**Figura 12d**). Em média, as concentrações de nitrogênio total registradas em setembro e março de 2013 foram maiores que em junho do mesmo ano (média igual a 0,92 mg/L em setembro; 0,91 mg/L em março e; 0,55 mg/L em junho).

De maneira geral, todos os pontos monitorados apresentaram concentrações de nitrato e nitrito que coadunam com os limites indicados pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (10 mg/L para nitrato e 1,0 mg/L para nitrito). De acordo com a referida resolução, o limite para a concentração de nitrogênio amoniacal é dependente do valor de pH. Em ambientes com valores de pH inferiores a 7,5, o valor máximo estabelecido para nitrogênio amoniacal é igual a 3,7 mg/L; em ambientes com valores de pH entre 7,5 e 8,0 o valor máximo permitido é 2,0 mg/L; e em ambientes com valores de pH entre 8,0 e 8,5 o valor máximo permitido é 1,0 mg/L. Assim, todo o trecho monitorado em setembro de 2013 também apresentou concentrações de N-amoniacal inferiores ao limite indicado pela Resolução.

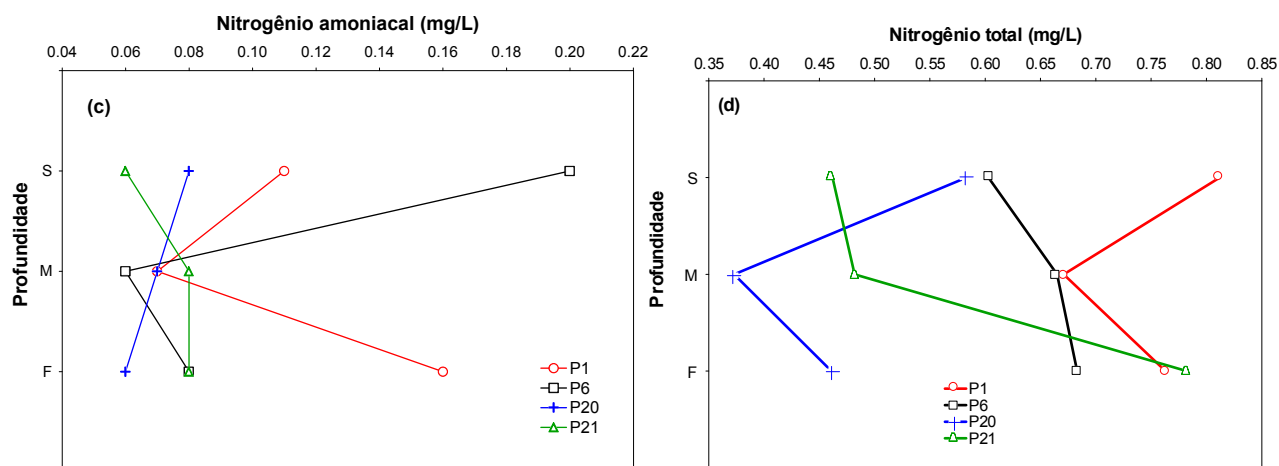
Considerando o perfil vertical dos pontos localizados no interior do reservatório da UHE Cana Brava, também foi possível verificar semelhança nas concentrações desses componentes nitrogenados mensurados nas diferentes profundidades de coleta (**Figuras 13a, b, c, d**)



**Figura 12.** Concentrações de nitrato (a), nitrito (b), nitrogênio amoniacal (c) e nitrogênio total (d) mensuradas nos 13 pontos de coleta na área de influência da UHE Cana Brava, em março, junho e setembro de 2013.





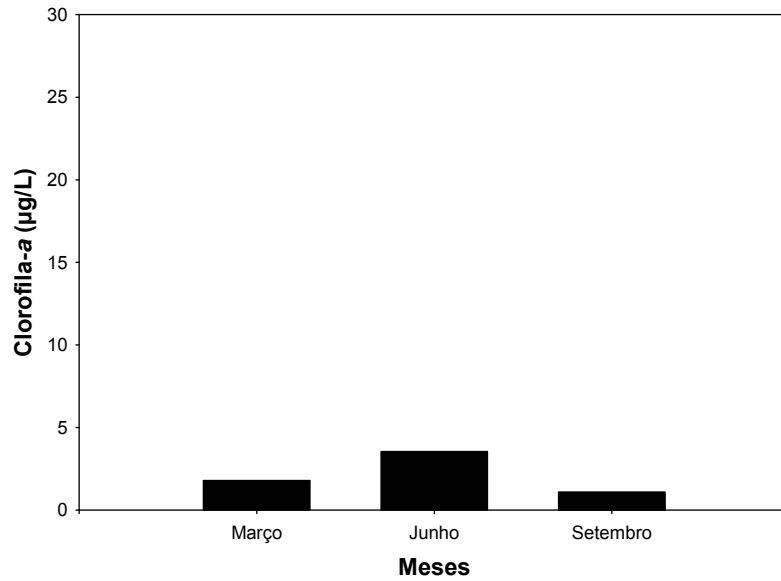


**Figura 13.** Perfil vertical das concentrações de nitrato (a), nitrito (b), nitrogênio amoniacal (c) e nitrogênio total (d) mensurado no corpo central do reservatório da UHE Cana Brava, em setembro de 2013.

### Clorofila-a

A partir de setembro de 2012, a análise de clorofila-a passou a ser realizada no ponto 21, localizado próximo à barragem. Esse local foi escolhido tendo em vista que representa a região com características que tendem a favorecer o desenvolvimento da comunidade planctônica, sendo a região com menor velocidade da água (característica lântica) e maiores valores de transparência da coluna da água.

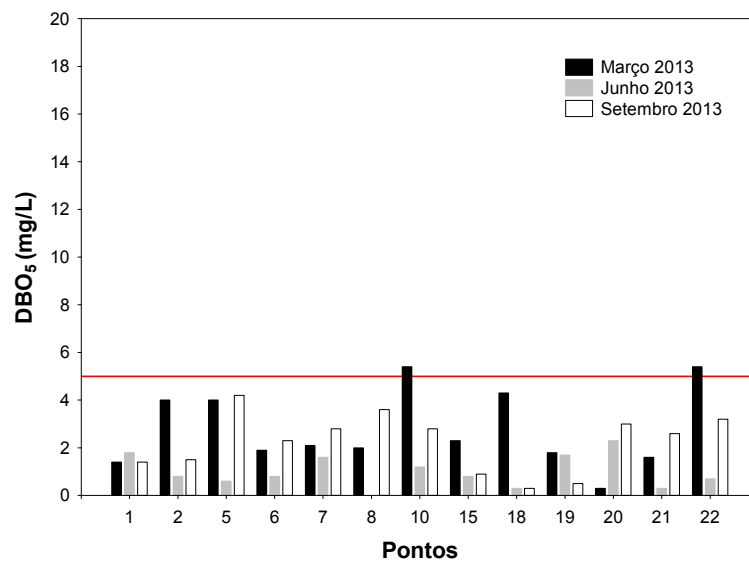
A concentração de clorofila-a em setembro de 2013 (1,09 µg/L) no ponto 21 foi inferior ao limite máximo preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (30 µg/L), assim como observado em junho e março de 2013 (3,54 µg/L e 1,36 µg/L) (Figura 14).



**Figura 14.** Concentrações de clorofila-a no ponto 21 mensurados em março, junho e setembro de 2013.

### **DBO<sub>5</sub>**

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5</sub>) é definida como a quantidade de oxigênio que será utilizada pelos microorganismos presentes em uma amostra na oxidação da matéria orgânica para uma forma inorgânica estável (Kalff, 2002). No trecho sob a influência do reservatório da UHE Cana Brava monitorado em setembro de 2013 as concentrações de DBO<sub>5</sub> variaram entre 0,3 mg/L (ponto 18) e 4,2 mg/L (ponto 5) (**Figura 15**). Portanto, todos os locais monitorados nesse mês apresentaram valores de DBO<sub>5</sub> inferiores ao limite máximo estabelecido pela Resolução CONAMA n<sup>o</sup> 357/2005 (5,0 mg/L).



**Figura 15.** Valores de DBO<sub>5</sub> mensurados em março, junho e setembro de 2013.

## **Óleos e Graxas**

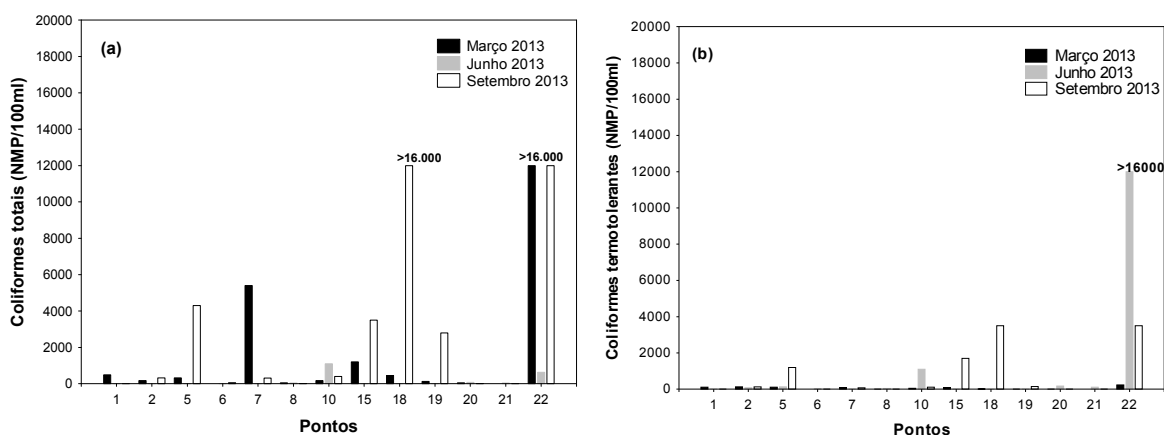
“Óleos e graxas” incluem, além dos hidrocarbonetos, ácidos graxos, sabões, gorduras, óleos, ceras e também outros materiais cuja extração química pelo solvente seja possível. A maior dificuldade encontrada no estabelecimento do limite oficial tolerável para óleos e graxas está no fato deste parâmetro não possuir categorias químicas definidas, mas incluir vários compostos orgânicos com variáveis físicas, químicas e propriedades toxicológicas diferentes (Baumgarten e Pozza, 2001). Quando presentes em quantidade excessiva, esses compostos podem interferir nos processos biológicos aeróbicos e anaeróbicos.

Em setembro de 2013, as concentrações de óleos e graxas no trecho monitorado estavam de acordo com o estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (i.e. para águas de classe 2 as concentrações de óleos e graxas devem ser virtualmente ausentes - V.A.). Resultado similar foi observado em março e junho de 2013.

### **6.2. Variáveis bacteriológicas**

A presença de coliformes na água indica o potencial da presença de microrganismos patogênicos. O grupo dos coliformes totais inclui gêneros que não são de origem exclusivamente fecal, o que limita sua aplicação como indicador geral de contaminação fecal. O reconhecimento deste fato levou ao desenvolvimento de métodos de enumeração de um subgrupo de coliformes denominados coliformes fecais (termotolerantes) os quais são diferenciados dos coliformes totais pela sua capacidade de fermentar a lactose em temperatura elevada ( $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$ ).

No trecho monitorado do reservatório da UHE Cana Brava, em setembro de 2013, a densidade de coliformes totais variou entre valores inferiores ao limite de detecção do método ( $<18$  NMP/100ml) (pontos 1, 8, 20 e 21) e 4.300,00 NMP/100ml (ponto 5) (**Figura 16a**). A densidade de coliformes termotolerantes (fecais) variou entre valores inferiores ao limite de detecção do método ( $< 18$  NMP/100ml) (ponto 1) e 3.500,00 NMP/100ml (pontos 18 e 22) (**Figura 16b**). Nesse mês, os pontos 5 (1.200,00 NMP/100ml), 15 (1.700,00 NMP/100ml), 18 e 22 (ambos, 3.500,00 NMP/100ml) apresentaram densidade de coliformes termotolerantes superiores ao limite máximo permitido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (1.000 NMP/100 ml).



**Figura 16.** Densidade de coliformes totais (a) e coliformes termotolerantes (b) no trecho monitorado da UHE Cana Brava, em março, junho e setembro de 2013.

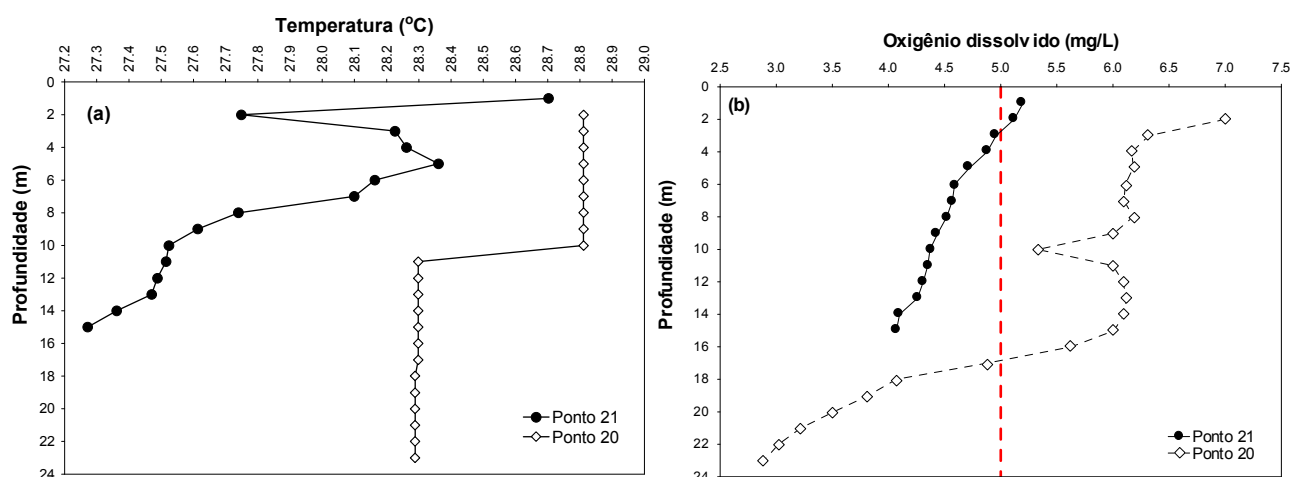
### 6.3. Perfil vertical dos pontos 20 e 21

Os padrões de estratificação térmica influenciam sobremaneira a distribuição vertical dos parâmetros limnológicos, principalmente o oxigênio dissolvido. Os lagos profundos (acima de 20 m) de regiões tropicais quando relativamente protegidos da ação do vento, permanecem estratificados na maior parte do ano, desestratificando-se somente no inverno, por curtos períodos. Nestes lagos, durante o período de estratificação térmica, o oxigênio produzido no epilímnio (correspondendo à zona eufótica) não atinge o hipolímnio (Esteves, 1998). O padrão de circulação da coluna de água durante o inverno e estratificação durante os demais meses do ano é característicos de ecossistemas aquáticos monomíticos quentes. Ressalta-se ainda, que as condições de hipóxia (baixa concentração de oxigênio dissolvido) ou mesmo anoxia, muitas vezes prolongadas, em lagos tropicais, proporcionam um habitat com características adversas para a fauna aquática, principalmente peixes. Essa situação torna-se ainda mais limitante, caso exista produção de gases nocivos, tais como gás sulfídrico e metano, formados em condições anaeróbicas no ambiente (Esteves, 1998).

Com o objetivo principal de verificar a existência de estratificação térmica foi obtida a temperatura da água e concentração de oxigênio dissolvido nos pontos 20 e 21 em setembro de 2013 (**Figura 17**). Nesse mês, a camada superficial e de fundo apresentaram diferenças de temperatura iguais a 0,58 °C no ponto 20 e 1,59 °C no ponto 21 (**Figura 17a**). Tais diferenças foram superiores àquelas registradas em junho de 2013 (0,05 °C no ponto 20 e 1,1 °C no ponto 21) e próximo ao

observado em março de 2013 (1,2 °C no ponto 20 e 1,0 no ponto 21), indicando a ausência de estratificação térmica nesse mês.

A análise das concentrações de oxigênio dissolvido demonstrou valores inferiores a 5,0 mg/L a partir de 16 metros de profundidade no ponto 21, com o mínimo de 2,89 mg/L no fundo do ponto 21 (**Figura 17b**). De fato, baixas concentrações de oxigênio são esperadas em pontos mais profundos na coluna d'água, pois a reduzida quantidade de luz solar nessas camadas inviabiliza a atividade fotossintética dos organismos fitoplanctônicos e por consequência a produção de oxigênio. Além disso, por causa da sedimentação da matéria orgânica alóctone e/ou autóctone as taxas de decomposição desse material são maiores no fundo e, conseqüentemente, ocorre maior consumo desse gás pelos microorganismos decompositores.



**Figura 17.** Perfil vertical dos valores de temperatura da água (a) e oxigênio dissolvido (b) em dois pontos localizados no corpo central do reservatório da UHE Cana Brava, em setembro de 2013.

#### 6.4. Mercúrio do sedimento

Em setembro de 2013 não foi detectado a presença de mercúrio no sedimento dos locais analisados.

### 7. Índice de Qualidade da Água (IQA)

Índices de qualidade da água (IQA) são bastante úteis para facilitar a comunicação entre o corpo técnico e público geral. Eles podem servir para avaliar tendências temporais da qualidade da água e permitir uma comparação entre diferentes cursos d'água. Normalmente, um índice de qualidade de água varia entre

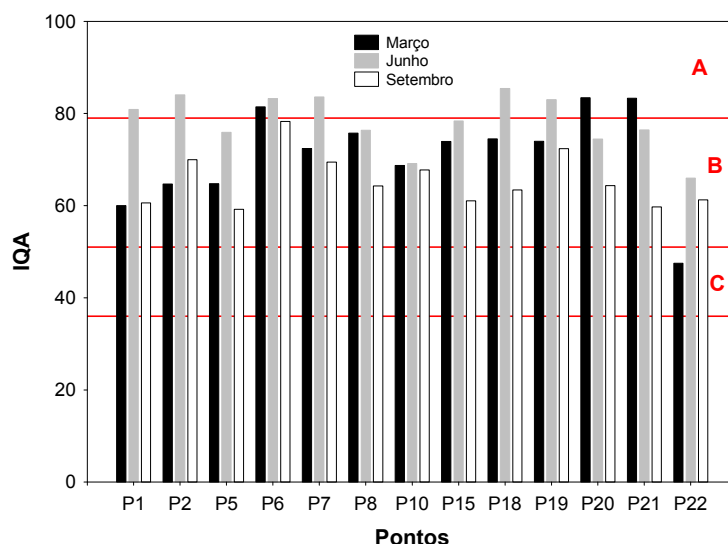
0 (zero) e 100 (cem), sendo que quanto maior o seu valor, melhor é a qualidade da água.

Em setembro de 2013, o trecho monitorado do reservatório da UHE Cana Brava apresentou valores de IQA que variaram entre 65,23 e 78,27 (pontos 5 e 6, respectivamente) (**Tabela 2**). Conforme pode ser observado (**Tabela 2 e Figura 18**), comparado ao mês de junho houve um decréscimo nos valores de IQA em setembro de 2013.

Em setembro de 2013, todos os pontos de coleta foram classificados como apresentando águas com “Boa Qualidade” (**Tabela 2 e Figura 18**).

**Tabela 2.** Índice de Qualidade da água (IQA) por ponto de coleta, obtidos em março, junho e setembro de 2013.

Pontos	Mar/13		Jun/13		Set/2013	
	IQA	Qualidade	IQA	Qualidade	IQA	Qualidade
P1	60.01	Boa	80.89	Ótima	60.62	Boa
P2	64.70	Boa	84.07	Ótima	69.98	Boa
P5	64.78	Boa	75.93	Boa	59.23	Boa
P6	81.46	Ótima	83.25	Ótima	78.27	Boa
P7	72.40	Boa	83.60	Ótima	69.48	Boa
P8	75.75	Boa	76.35	Boa	64.29	Boa
P10	68.72	Boa	69.16	Boa	67.75	Boa
P15	73.92	Boa	78.38	Boa	61.05	Boa
P18	74.50	Boa	85.41	Ótima	63.43	Boa
P19	73.95	Boa	83.03	Ótima	72.38	Boa
P20	83.43	Ótima	74.45	Boa	64.35	Boa
P21	83.31	Ótima	76.46	Boa	59.71	Boa
P22	47.51	Aceitável	65.97	Boa	61.23	Boa
<b>Média</b>	<b>71.11</b>		<b>78.23</b>		<b>65.52</b>	



**Figura 18.** Valores de IQA obtidos no trecho monitorado da UHE Cana Brava, em março, junho e setembro de 2013. As categorias de classificação representadas são: A. Ótima, B. Boa e C. Aceitável.

## 8. Resultados biológicos

### Fitoplâncton

#### *Composição e riqueza*

A comunidade fitoplanctônica amostrada na área de influência da UHE Cana Brava mostrou alta complexidade taxonômica em setembro de 2013, sendo registrados 92 táxons (**Tabela 3**), os quais foram distribuídos entre oito grupos taxonômicos (**Tabela 4**). Elevada diversidade gama tem sido registrada neste sistema durante o monitoramento, sendo maior nos meses correspondentes ao período seco.

**Tabela 3.** Composição fitoplanctônica na área de influência da UHE Cana Brava (GO), durante o período de setembro de 2004 a setembro de 2013.

Táxons	4	2005		2006		2007	2008		2009		2010		2011		2012		2013	
	Set	Jul	Dez	Jun	Dez	Set	Fev	Ago	Fev	Out	Fev	Set	Mar	Set	Mar	Set	Mar	Set
<b>Bacillariophyceae</b>	23	29	11	25	24	34	14	26	13	20	28	20	10	32	19	28	19	26
<b>Cyanobacteria</b>	12	15	14	14	21	21	16	15	14	25	17	17	14	23	14	18	15	18
<b>Chlorophyceae</b>	29	38	30	38	37	50	33	30	20	27	20	26	20	29	23	28	18	23
<b>Chrysophyceae</b>	4	3	1	4	2	3	6	3	2	1	3	5	3	3	2	3	2	3
<b>Euglenophyceae</b>	2	1	6	5	6	3	2	2		5		3	1	3	2	1	3	6
<b>Cryptophyceae</b>	3	3	4	5	4	4	3	3	3	3	3	2	1	3	2	3	1	5
<b>Zygnemaphyceae</b>	12	11	4	13	19	18	7	17	7	17	5	15	10	18	6	13	7	9
<b>Dinophyceae</b>	2	1	1	1	2	2	2	1	2	1	1	3	2	2	1	2	1	2

Xanthophyceae	1	3	3	4	2	1	1	1		1	1		1					
Oedogoniophyceae			2	1	1	1	1	1			1	1	1					
<b>Total</b>	<b>87</b>	<b>102</b>	<b>71</b>	<b>108</b>	<b>120</b>	<b>140</b>	<b>86</b>	<b>99</b>	<b>63</b>	<b>101</b>	<b>77</b>	<b>91</b>	<b>62</b>	<b>115</b>	<b>70</b>	<b>97</b>	<b>67</b>	<b>92</b>

Assim como registrado em março de 2013 e também para os meses anteriores de estudo, Bacillariophyceae Chlorophyceae, Cyanobacteria e Zygnemaphyceae foram os grupos mais especiosos em setembro de 2013 (**Tabela 3**), os quais também têm sido registrados como os mais freqüentes e/ou abundantes nos reservatórios de Peixe Angical e São Salvador, também situados no rio Tocantins (dados não publicados).

As cianobactérias apresentaram em média de 17 táxons ao longo do período de estudo, sendo representadas por táxons tipicamente planctônicos (**Tabela 4**). As cianobactérias são adaptadas a uma gama de variabilidade ambiental, e podem desenvolver florações em condições de estabilidade da coluna de água, alta concentração de nutrientes, especialmente nitrogênio e fósforo e altas temperaturas (CODD et al., 2005).

Em setembro de 2013, todos os ambientes monitorados na área de influência da UHE Cana Brava apresentaram altos valores de riqueza de espécies, os quais variaram de 14 táxons no ponto 21 a 41 táxons no ponto 2, com média de 24 táxons por amostra. Estes valores foram maiores que os verificados em março de 2013 (**Figura 19**), devido provavelmente as condições de menor velocidade de fluxo e maior disponibilidade luminosa no período de águas baixas.

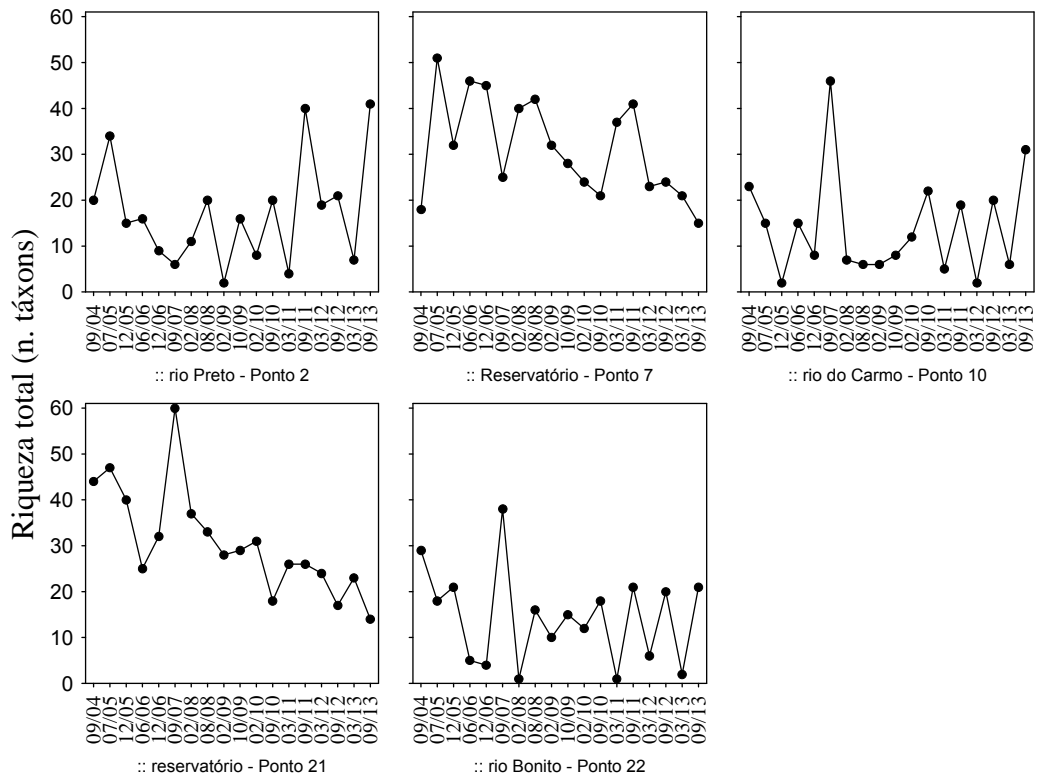
Bacillariophyceae, Chlorophyceae e Cyanobacteria apresentaram maior contribuição à riqueza de espécies em setembro de 2013, como também verificado nos meses monitorados anteriormente (**Figuras 20, 21, 22; Tabela 5**). Neste mês, a maior riqueza foi registrada no ponto 2, situado no rio Preto, diferente do observado durante todo o período de estudo, quando os maiores valores ocorreram nos pontos 7 e 21, localizados no corpo do reservatório. Temporalmente os maiores valores ocorreram no período chuvoso e os menores no período seco para os ambientes lenticos e o contrário foi registrado para os pontos com características lóticas (**Figura 19**).



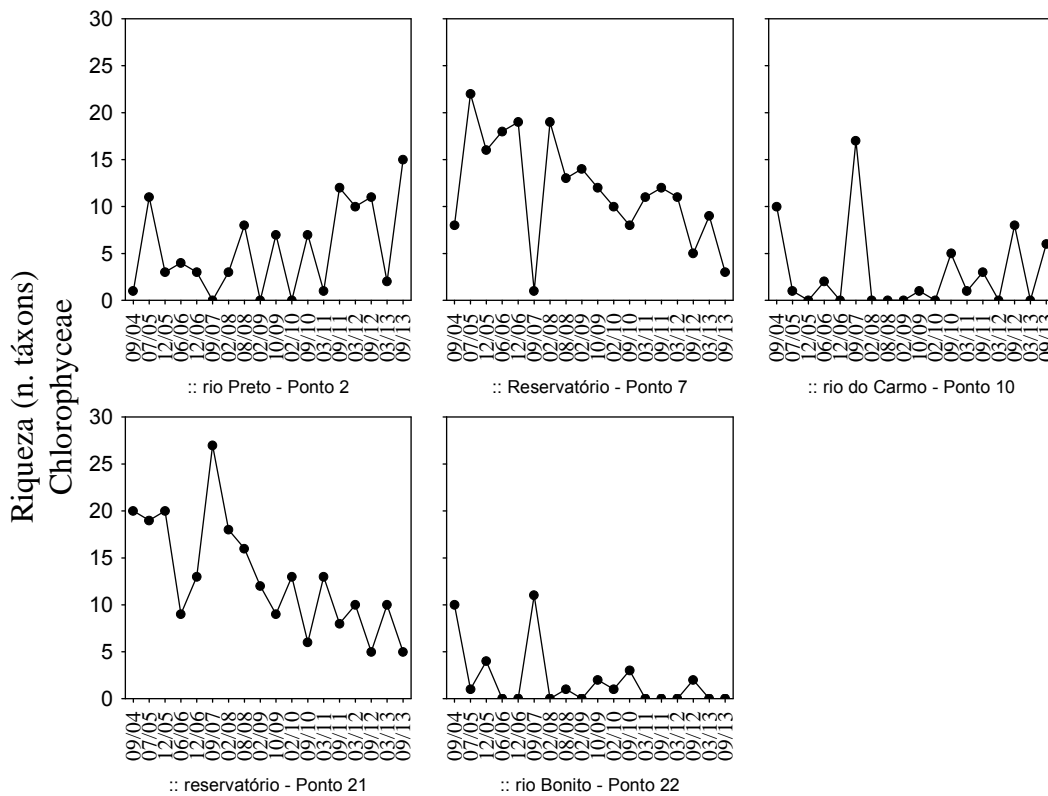
**Tabela 4.** Táxons fitoplanctônicos inventariados na área de influência da UHE Cana Brava (GO), em setembro de 2013.

Táxons	Ponto 2	Ponto 7	Ponto 10	Ponto 21	Ponto 22
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>					
<i>Achnanthes exigua</i> (Grun.) Czarn.	+				
<i>Achnanthes</i> sp.	+				+
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kütz.) Czarn.	+		+		+
<i>Amphipleura lindheimeri</i> Grun.	+				
<i>Amphora</i> sp.					+
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenb.) Sim.	+				
<i>Cocconeis</i> sp.	+				
<i>Cymbella affinis</i> Kütz.		+	+		+
<i>Cymbella naviculiformes</i> Auers.	+				
<i>Discostella stelligera</i> (Grun.) Houk & Klee	+	+	+	+	+
<i>Fragilaria</i> sp.	+	+	+		+
<i>Frustulia saxonica</i> Raben.					+
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kütz.) Rab.		+	+		
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenb.	+				
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kütz.) Kütz.	+		+		+
<i>Navicula amphiceropsis</i> Lange-Bert. & Rum.	+		+		+
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.					+
<i>Navicula jacobii</i> Mang.	+		+		+
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.			+		
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bert. in Kram. & Lange-Bert.					+
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Smith	+	+	+		+
<i>Pinnularia latarea</i> Kram.	+				+
<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehrenb.) Cleve	+		+		
<i>Surirella linearis</i> W. Sm.	+				
<i>Surirella</i> sp.	+		+		
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitz.) Comp.	+		+		+
<b>CYANOBACTERIA</b>					
<i>Chroococcus limneticus</i> Lemmerm.			+		
<i>Chroococcus minimus</i> (Keis.) Lemmerm.				+	
<i>Chroococcus minutus</i> (Kütz.) Näg.			+		
<i>Cyanoduction</i> cf. <i>imperfectum</i> Cronb. & Weib.		+		+	
<i>Cyanogranis ferruginea</i> (Wawrik) Hind.		+			
<i>Geitlerinema amphibium</i> (Gom.) Anag.		+			
<i>Geitlerinema</i> sp.	+		+		+
<i>Komvophoron</i> sp.					+
<i>Lemmermanniella pallida</i> (Lemmerm.) Geit.		+		+	
<i>Lemmermanniella parva</i> Hind.		+		+	
<i>Merismopedia convoluta</i> Bréb.	+		+		+
<i>Oscillatoria</i> sp.		+			
<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemmerm.) Kom.-Legn. & Cronb.		+		+	
<i>Planktothrix agardhii</i> (Gom.) Anag. & Kom.			+		
<i>Planktothrix isoethrix</i> (Skuja) Kom.			+		+
<i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemmerm.) Kom.			+		+
<i>Snowella atomus</i> Kom. & Hind		+		+	
<i>Spirulina</i> sp.		+			
<b>CHLOROPHYCEAE</b>					
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i> Cor.	+				
<i>Chlamydomonas</i> sp.	+		+		
<i>Coelastrum astroideum</i> Notar.			+		
<i>Coenochloris planconvexa</i> Hind.		+		+	
<i>Desmodesmus armatus</i> (Chod.) Hegew. var. <i>armatus</i>			+		
<i>Desmodesmus armatus</i> (Chod.) Hegew. var.	+				

<i>bicaudatus</i>					
<i>Desmodesmus brasiliensis</i> (Bohlin) E. Hegew.	+				
<i>Desmodesmus communis</i> (Hegew.) Hegew.	+				
<i>Desmodesmus hystrix</i> (Lagerh.) Hegew.			+	+	
<i>Desmodesmus spinulatus</i> (Biswas) E. Hegew.	+				
<i>Eutetramorus fottii</i> (Hind.) Kom. Ssensu Kom.	+	+		+	+
<i>Fusola</i> sp.					+
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Kors.) Hind.	+				
<i>Monoraphidium circinale</i> (Nyg.) Nyg.	+				
<i>Monoraphidium convolutum</i> (Cor.) Kom.-Legn.	+			+	
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berk.) Kom.-Legn.			+	+	+
<i>Monoraphidium irregulare</i> (G. M. Smith) Kom.-Legn.	+				+
<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nyg.	+				
<i>Pandorina morum</i> (Mul.) Bory				+	
<i>Scenedesmus ecornis</i> (Ehrenb. ex Ralfs) Chod.	+			+	
<i>Schroederia setigera</i> (Schr.) Lemmerm.	+				
<i>Spermatozopsis exsultans</i> Kors.	+				
<i>Stauridium tetras</i> (Ehrenb.) E. Hegew.	+				+
<hr/>					
CHRYSOPHYCEAE					
<i>Dinobryon divergens</i> Imh.			+		
<i>Mallomonas</i> sp.	+			+	
<i>Synura</i> sp.				+	
<hr/>					
EUGLENOPHYCEAE					
<i>Euglena acus</i> Ehrenb.				+	
<i>Euglena metabolica</i> Skvortzov.	+			+	
<i>Lepocynclis ovum</i> (Ehrenb.) Lemmerm.				+	
<i>Phacus orbicularis</i> Hübn.				+	
<i>Trachelomonas armata</i> (Ehrenb.) Stein				+	
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i> Swir.					+
<hr/>					
CRYPTOPHYCEAE					
<i>Chroomonas acuta</i> Uterm.	+				
<i>Cryptomonas brasiliensis</i> Castro, Bic. & Bic.	+			+	+
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenb.	+				
<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja	+				
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenb.	+				
<hr/>					
ZYGNEMAPHYCEAE					
<i>Closterium aciculare</i> West				+	
<i>Cosmarium margaritatum</i> (Lund.) Roy & Biss	+			+	
<i>Desmidium baileyi</i> (Ralfs) Nordst.				+	
<i>Gonatozygon kinahanii</i> (Arch.) Rab.				+	
<i>Mougeotia</i> sp.			+	+	
<i>Spirogyra</i> sp.				+	
<i>Staurastrum tetracerum</i> (Kütz.) Ralfs			+		+
<i>Staurastrum trifidum</i> Nordst.	+				
<i>Stauroidesmus cuspidatus</i> (Breb.) Teil.	+				
<hr/>					
DINOPHYCEAE					
<i>Peridinium</i> sp.	+			+	
<i>Peridinium</i> sp1					+

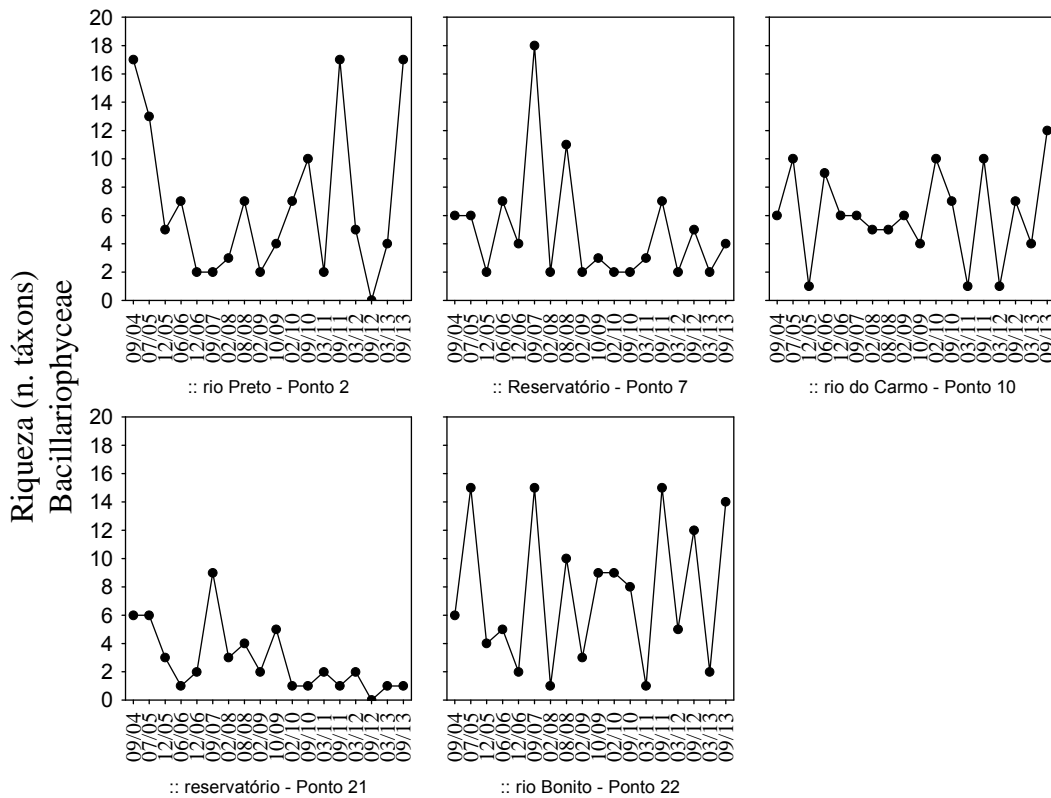


**Figura 19.** Riqueza de espécies fitoplanctônicas na área de influência da UHE Cana Brava (GO), durante o período de estudo.

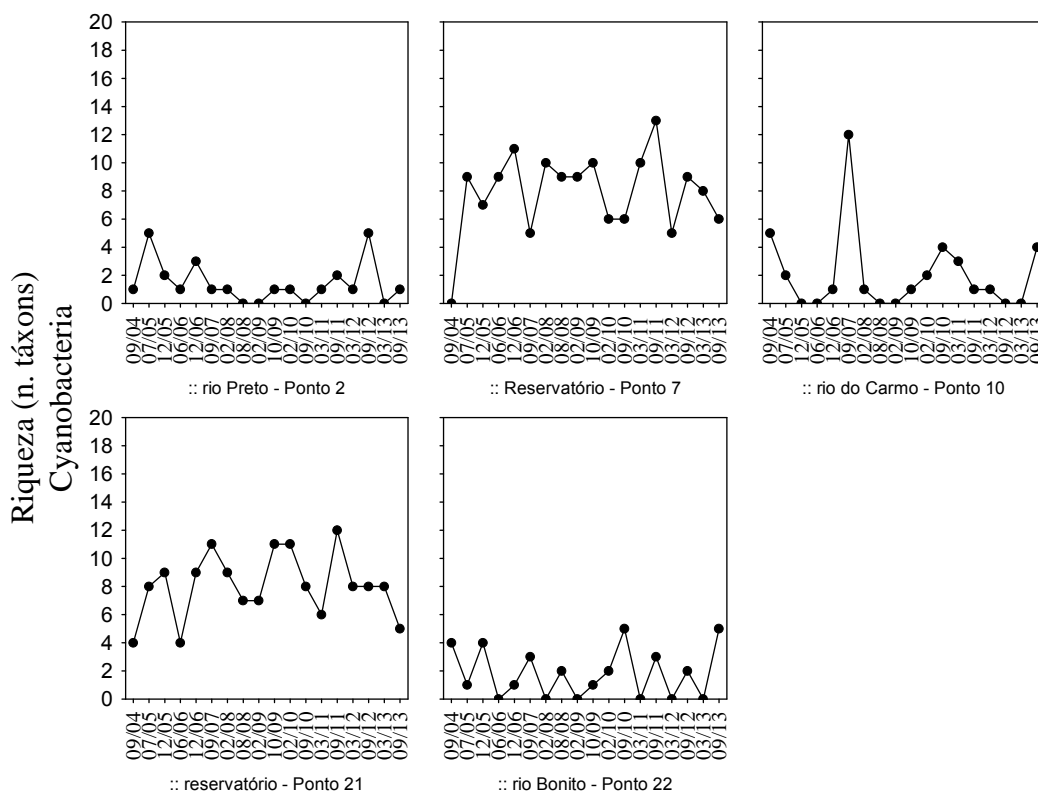


**Figura 20.** Riqueza de espécies de Chlorophyceae na área de influência da UHE Cana Brava (GO), durante o período de estudo.

As bacilariofíceas, representadas por táxons ticolanctônicos e meroplanctônicos, comuns em sistemas com alta velocidade de fluxo da água e alta turbidez, foram as mais bem representadas nos pontos 2, 10 e 22 (**Figura 21**). As clorofíceas foram favorecidas pela alta disponibilidade de luz, fósforo e mistura da coluna de água, e juntamente as cianobactérias, foram as mais importantes quanto à riqueza no ponto 21 (**Figura 20, Tabela 5**).



**Figura 21.** Riqueza de espécies de Bacillariophyceae na área de influência da UHE Cana Brava (GO), durante o período de estudo.



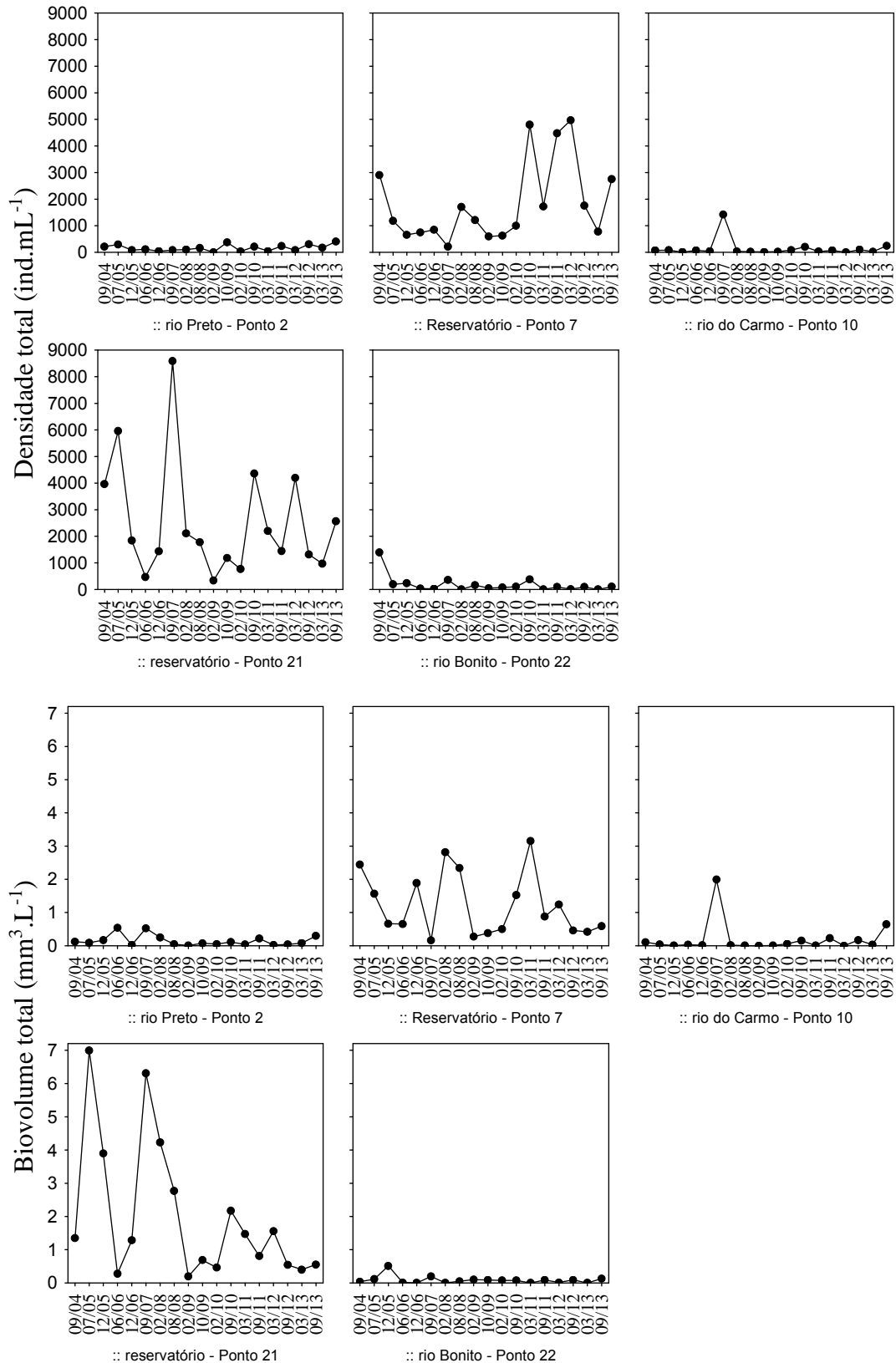
**Figura 22.** Riqueza de espécies de Cyanobacteria na área de influência da UHE Cana Brava (GO), durante o período de estudo.

### *Densidade e biomassa fitoplanctônica*

Ao longo do estudo da comunidade fitoplanctônica na área de influência da UHE Cana Brava, têm sido registrados baixos valores de densidade e biomassa nos pontos amostrados na região lótica e elevados valores destes atributos nos pontos amostrados na região lântica do reservatório (pontos 7 e 21) (**Figura 23**). Maiores valores ocorreram nos meses de seca e os menores no período chuvoso.

Em setembro de 2013, os valores de densidade fitoplanctônica variaram de  $105 \text{ ind.mL}^{-1}$  no ponto 22 a  $2748 \text{ ind.mL}^{-1}$  no ponto 7, com média de  $1213 \text{ ind.mL}^{-1}$  por amostra. Os valores de biomassa estiveram entre  $0,13 \text{ mm}^3.\text{L}^{-1}$  no ponto 22 a  $0,65 \text{ mm}^3.\text{L}^{-1}$  no ponto 10 (**Figura 23, Tabela 5**), com média de  $0,44 \text{ mm}^3.\text{L}^{-1}$  por amostra. Os valores de biovolume fitoplanctônico permitiram enquadrar as águas do reservatório de Cana Brava como oligotróficas, utilizando os critérios estabelecidos por VOLLENWEIDER (1968, apud LIND et al., 1993), para a caracterização trófica dos ambientes. Estes resultados seguiram o verificado na maior parte do período de estudo, exceto para os pontos 2 e 21, em alguns meses correspondentes ao período de seca, nos quais ocorreram condições eutróficas.

O maior desenvolvimento fitoplanctônico na região lântica do reservatório pode ser atribuído ao maior tempo de retenção da água e conseqüente maior estabilidade da coluna de água nesta região. Por outro lado, os menores valores de densidade obtidos nos pontos 2, 10 e 22 (**Figura 23, Tabela 5**), localizados respectivamente no rio Preto, rio do Carmo e rio Bonito, foram provavelmente decorrentes da maior velocidade de corrente e turbidez que estes ambientes apresentam. A alta vazão e a carga de sólidos são os principais fatores que regulam as alterações das variáveis físicas, químicas e da comunidade fitoplanctônica de sistemas lóticos (CHÉTELAT et al., 2006; REYNOLDS, 2006).



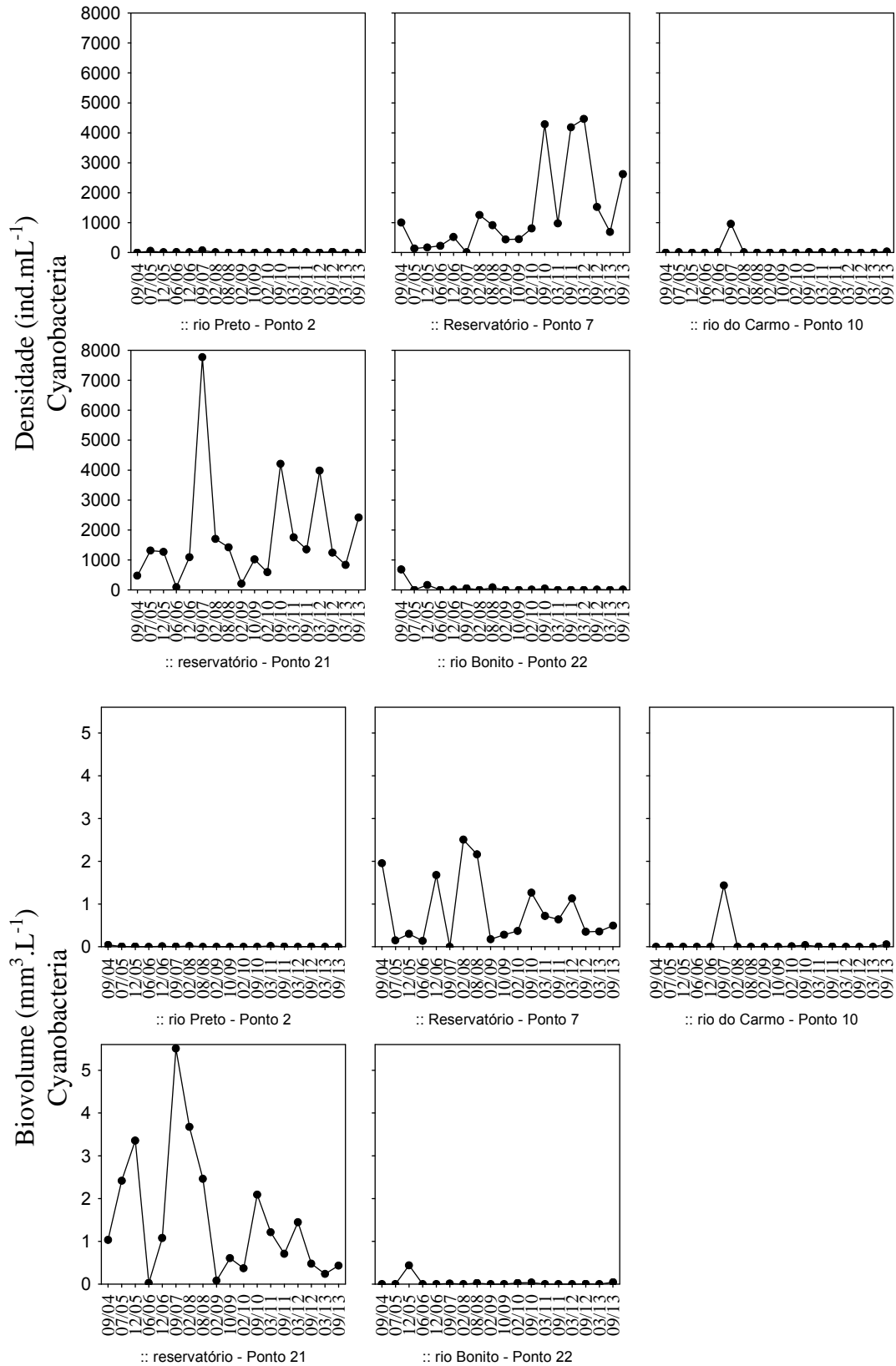
**Figura 23.** Densidade e biovolume fitoplânctônico nos pontos monitorados no reservatório Cana Brava (GO), durante o período de estudo.

Cyanobacteria, Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Zygnemaphyceae, Cryptophyceae e Chrysophyceae mostraram maior contribuição aos valores de densidade e biomassa durante o período de estudo (**Tabela 5**). Em setembro de 2013, Cyanobacteria foi dominante nos pontos 7 e 21 (**Figura 24**), seguido por Chlorophyceae (**Figura 25**), Cryptophyceae no ponto 2 e Bacillariophyceae nos pontos 10 e 22 (**Figura 26**).

Como verificado nos meses de estudo anteriores, as cianobactérias foram representadas por coloniais dos gêneros *Cyanoduction*, *Lemmermanniella*, *Snowella* e *Aphanocapsa* e pelas filamentosas homocitadas *Planktolyngbya limnetica* e *Pseudanabaena limnetica* (**Tabela 5**), as quais possuem pequenas dimensões, o que justifica os baixos valores de biovolume registrados na maior parte do período de estudo. O registro de densidades de cianobactérias características de ambientes meso-eutróficos e eutróficos (REYNOLDS et al., 2002) sugere alta concentração de nutrientes nestas regiões e ressalta a influência dos usos da bacia de drenagem na área de influência do reservatório.

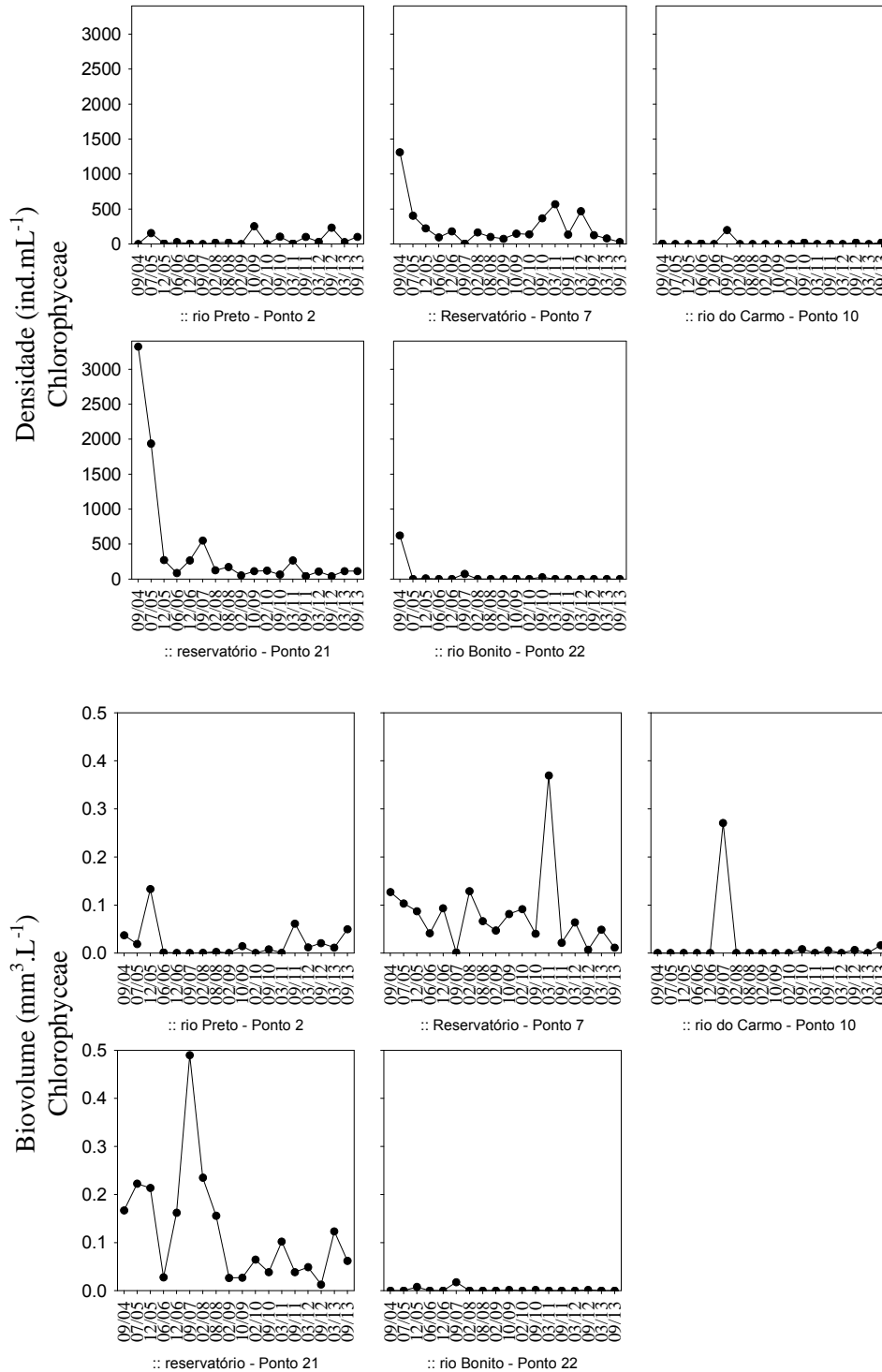
Assim como verificado ao longo do monitoramento, os resultados de biovolume de cianobactérias obtidos em setembro de 2013 possibilitaram o enquadramento das águas dos pontos monitorados na Classe 2 ( $< 5 \text{ mm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$ ), de acordo com o padrão estabelecido para as águas doces quanto a este parâmetro pela resolução do CONAMA n. 357/05 (BRASIL, 2005).



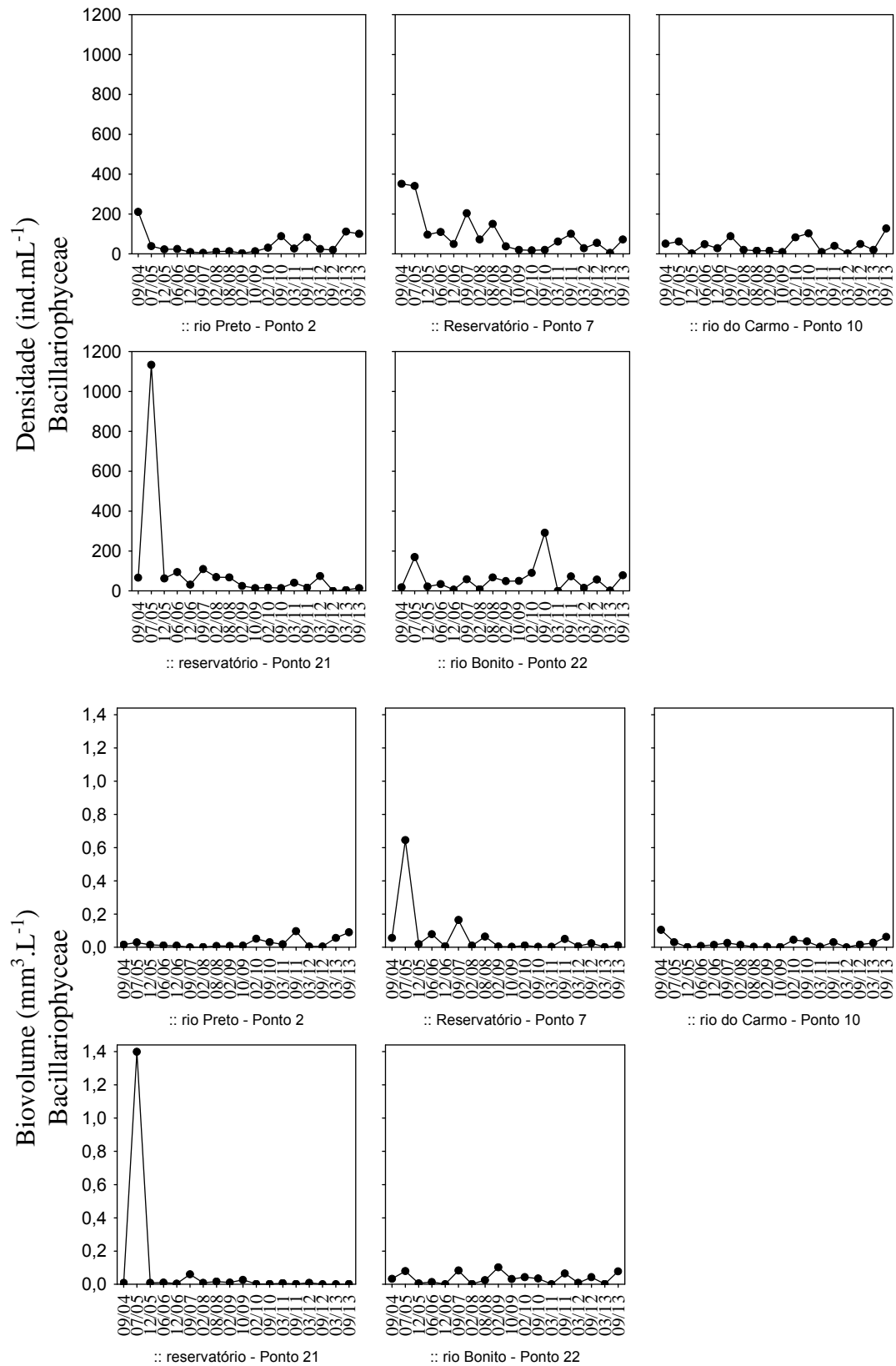


**Figura 24.** Densidade e biovolume de Cyanobacteria nos pontos monitorados no reservatório Cana Brava (GO), durante o período de estudo.

Em setembro de 2013, as bacilariofíceas e criptofíceas apresentaram maior contribuição nos tributários, sendo representadas por táxons que apresentam adaptações às condições lólicas, como alta taxa de crescimento, alta razão superfície-volume e baixo limiar de saturação de luz (REYNOLDS, 1994; REYNOLDS e DESCY, 1996).



**Figura 25.** Densidade e biovolume de Chlorophycee nos pontos monitorados no reservatório Cana Brava (GO), durante o período de estudo.



**Figura 26.** Densidade e biovolume de Bacillariophyceae nos pontos monitorados no reservatório Cana Brava (GO), durante o período de estudo.

**Tabela 5.** Densidade (ind.mL<sup>-1</sup>) dos táxons fitoplanctônicos nos pontos monitorados no reservatório Cana Brava, em (GO), em setembro de 2013.

Táxons	Ponto 2	Ponto 7	Ponto 10	Ponto 21	Ponto 22
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>					
<i>Achnanthes exigua</i> (Grun.) Czarn.	6				
<i>Achnanthes</i> sp.	6				9
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kütz.) Czarn.	3		3		3
<i>Amphipleura lindheimeri</i> Grun.					
<i>Amphora</i> sp.					6
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenb.) Sim.	3				
<i>Cocconeis</i> sp.	3				
<i>Cymbella affinis</i> Kütz.		1	3		6
<i>Cymbella naviculiformes</i> Auers.	3				
<i>Discostella stelligera</i> (Grun.) Houk & Klee	29	57	20	14	3
<i>Fragilaria</i> sp.	9		20		3
<i>Frustulia saxonica</i> Raben.					
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kütz.) Rab.		1	6		
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenb.	1				
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kütz.) Kütz.	3		3		6
<i>Navicula amphiceropsis</i> Lange-Bert. & Rum.	3		3		15
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.					3
<i>Navicula jacobii</i> Mang.	9		11		9
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.			6		
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bert. in Kram. & Lange-Bert.					6
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Smith	11	14	43		3
<i>Pinnularia latarea</i> Kram.	3				3
<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehrenb.) Cleve			3		
<i>Surirella linearis</i> W. Sm.	3				
<i>Surirella</i> sp.	3				
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitz.) Comp.	3		6		3
<b>CYANOBACTERIA</b>					
<i>Chroococcus limneticus</i> Lemmerm.			3		
<i>Chroococcus minimus</i> (Keis.) Lemmerm.					
<i>Chroococcus minutus</i> (Kütz.) Näg.					
<i>Cyanoduction</i> cf. <i>imperfectum</i> Cronb. & Weib.		243		100	
<i>Cyanogranis ferruginea</i> (Wawrik) Hind.		14			
<i>Geitlerinema amphibium</i> (Gom.) Anag.					
<i>Geitlerinema</i> sp.	1		31		6
<i>Komvophoron</i> sp.					3
<i>Lemmermanniella pallida</i> (Lemmerm.) Geit.		29		14	
<i>Lemmermanniella parva</i> Hind.		29		57	
<i>Merismopedia convoluta</i> Bréb.					3
<i>Oscillatoria</i> sp.					
<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemmerm.) Kom.-Legn. & Cronb.		343		258	
<i>Planktothrix agardhii</i> (Gom.) Anag. & Kom.			3		
<i>Planktothrix isoethrix</i> (Skuja) Kom.					3
<i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemmerm.) Kom.			3		3
<i>Snowella atomus</i> Kom. & Hind		1960		1989	
<i>Spirulina</i> sp.					
<b>CHLOROPHYCEAE</b>					
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i> Cor.	1				
<i>Chlamydomonas</i> sp.	11		3		
<i>Coelastrum astroideum</i> Notar.			3		
<i>Coenochloris planconvexa</i> Hind.				57	
<i>Desmodesmus armatus</i> (Chod.) Hegew. var. <i>armatus</i>			1		
<i>Desmodesmus armatus</i> (Chod.) Hegew. var.	9				

<i>bicaudatus</i>					
<i>Desmodesmus brasiliensis</i> (Bohlin) E. Hegew.	3				
<i>Desmodesmus communis</i> (Hegew.) Hegew.	14				
<i>Desmodesmus hystrix</i> (Lagerh.) Hegew.		1	9		
<i>Desmodesmus spinulatus</i> (Biswas) E. Hegew.					
<i>Eutetramorus fottii</i> (Hind.) Kom. Sensu Kom.	3	14			
<i>Fusola</i> sp.					29
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Kors.) Hind.	3				
<i>Monoraphidium circinale</i> (Nyg.) Nyg.	6				
<i>Monoraphidium convolutum</i> (Cor.) Kom.-Legn.	6		3		
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berk.) Kom.-Legn.		14			14
<i>Monoraphidium irregulare</i> (G. M. Smith) Kom.-Legn.	17				14
<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nyg.	6				
<i>Pandorina morum</i> (Mul.) Bory					
<i>Scenedesmus ecornis</i> (Ehrenb. ex Ralfs) Chod.	3		3		
<i>Schroederia setigera</i> (Schr.) Lemmerm.	9				
<i>Spermatozopsis exsultans</i> Kors.	6				
<i>Stauridium tetras</i> (Ehrenb.) E. Hegew.	6				1
<hr/>					
CHRYSOPHYCEAE					
<i>Dinobryon divergens</i> Imh.		14			
<i>Mallomonas</i> sp.	9		1		
<i>Synura</i> sp.					
<hr/>					
EUGLENOPHYCEAE					
<i>Euglena acus</i> Ehrenb.					
<i>Euglena metabolica</i> Skvortzov.	6		6		
<i>Lepocynclis ovum</i> (Ehrenb.) Lemmerm.			6		
<i>Phacus orbicularis</i> Hübn.					
<i>Trachelomonas armata</i> (Ehrenb.) Stein					
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i> Swir.					3
<hr/>					
CRYPTOPHYCEAE					
<i>Chroomonas acuta</i> Uterm.	23				
<i>Cryptomonas brasiliensis</i> Castro, Bic. & Bic.	143		23	1	6
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenb.	3				
<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja	3				
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenb.	3				
<hr/>					
ZYGNEMAPHYCEAE					
<i>Closterium aciculare</i> West			3		
<i>Cosmarium margaritatum</i> (Lund.) Roy & Biss					
<i>Desmidium baileyi</i> (Ralfs) Nordst.			6		
<i>Gonatozygon kinahanii</i> (Arch.) Rab.					
<i>Mougeotia</i> sp.			3		
<i>Spirogyra</i> sp.			6		
<i>Staurastrum tetracerum</i> (Kütz.) Ralfs		14			14
<i>Staurastrum trifidum</i> Nordst.					
<i>Stauroidesmus cuspidatus</i> (Breb.) Teil.					
<hr/>					
DINOPHYCEAE					
<i>Peridinium</i> sp.	6		3		
<i>Peridinium</i> sp1					1

## Zooplâncton

### **Composição específica do zooplâncton**

Os resultados de composição específica do zooplâncton, obtidos a partir da análise das amostras coletadas em setembro de 2013, na área de influência do

Reservatório de Cana Brava, evidenciaram a ocorrência de 42 espécies, destacando-se novamente, neste último período de amostragem, os protozoários testáceos, com 20 espécies, seguidos por rotíferos com 10, cladóceros com nove e copépodes com três espécies (**Tabela 6**).

Temporalmente, observa-se, em setembro último, um expressivo incremento na diversidade do zooplâncton para a área de estudo, em relação a março passado (cerca de 30% superior àquela registrada em março) sendo, no entanto, muito similar ao número de espécies registrado em setembro de 2012 (43 espécies). Como já discutido em relatórios anteriores, mantém-se em setembro de 2013, as alterações cíclicas no número de espécies para a área de estudo, associadas ao regime de chuvas, que determina maiores valores de vazão/velocidade de corrente no período de chuvas e menor no período de estiagem. Tais variações têm determinado, em geral, uma maior diversidade do zooplâncton no período de estiagem (setembro) e um menor número de espécies no período de chuvas (março).

Em relação à participação dos grupos na organização da comunidade zooplanctônica, em geral, os estudos tem verificado um marcado predomínio de rotíferos, em termos de número de espécies, para o zooplâncton tropical, mas tal predomínio se dá, essencialmente, em ambientes predominantemente lênticos, enquanto que para o potamoplâncton, ou plâncton de rios, os protozoários testáceos exibem uma grande diversidade de espécies e, muitas vezes, as maiores densidades do zooplâncton (Velho et al, 1999; 2005). Assim, tal dominância de protozoários testáceos na área de influência da UHE Cana Brava, em termos de número de espécies, evidencia a ocorrência de regiões predominantemente lólicas na área de amostragem do programa de monitoramento.

**Tabela 6.** Inventário de espécies registradas nas amostras de zooplâncton e suas respectivas densidades, nos diferentes pontos de amostragem do programa de monitoramento do reservatório de Cana Brava, em setembro de 2013.

Grupo	Família	Espécies/Pontos	P2	P7	P10	P21	P22
Testáceos	Arcellidae	<i>Arcella conica</i>	1		60		
		<i>Arcella discoides</i>	1		180		1
		<i>Arcella hemisphaerica</i>	60				
		<i>Arcella megastoma</i>	60	1	120		
		<i>Arcella vulgaris</i>	1		1		

	Centropxyidae	<i>Centropxyis aculeata</i>		60	300		180
		<i>Centropxyis ecornis</i>	1	60	1		
		<i>Centropxyis marsupiformis</i>			60		2
	Difflogiidae	<i>Cucurbitella dentata trilobata</i>			900	1	
		<i>Difflogia acuminata</i>			60		
		<i>Difflogia corona</i>					1
		<i>Difflogia urceolata</i>			240		1
		<i>Pontigulasia</i> sp.			120		
	Euglyphidae	<i>Euglypha acanthophora</i>		1			
	Lesquereusiidae	<i>Lesquereusia modesta</i>			120		
		<i>Lesquereusia spiralis spiralis</i>		1	300		
		<i>Lesquereusia spiralis caudata</i>					1
		<i>Lesquereusia spiralis hirsuta</i>		2			
		<i>Netzelia tuberculata</i>					1
	Trigonopyxidae	<i>Cuyclopyxis impressa</i>			60		1
		<i>Cuyclopyxis</i> sp.		120			1
<b>TOTAL DE TESTÁCEOS</b>			<b>124</b>	<b>245</b>	<b>2522</b>	<b>1</b>	<b>189</b>
Rotíferos	Brachionidae	<i>Brachionus falcatus</i>		120			1
		<i>Plationus patulus</i>					
		<i>macrachantus</i>		2			
		<i>Plationus patulus patulus</i>		1	60		
		<i>Platyias quadricornis</i>					
		<i>quadricornis</i>		2	60		
	Euchlanidae	<i>Euchlanis dilatata</i>		1			
	Lecanidae	<i>Lecane bulla</i>		60			
	Lepadellidae	<i>Lepadella</i> sp.			1		
	Philodinidae	<i>Bdelloidea</i>		3	60		
	Testudinellidae	<i>Testudinella patina</i>		1	1		
	Trichotriidae	<i>Macrochaetus sericus</i>		1			
<b>TOTAL DE ROTÍFEROS</b>			<b>191</b>	<b>61</b>	<b>121</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Cladóceros	Bosminidae	<i>Bosmina hagdmani</i>					1
		<i>Bosminopsis deitersi</i>		60			
	Chydoridae	<i>Chydorus eurynotus</i>			60	360	
		<i>Euryalona</i> sp.			1		
	Daphniidae	<i>Ceriodaphnia cornuta</i>		2			1
		<i>Daphnia gessneri</i>					4
	Macrothricidae	<i>Macrothrix spinosa</i>			60		
	Moinidae	<i>Moina minuta</i>		5			
	Sididae	<i>Diaphanosoma spinulosum</i>			2		8
<b>TOTAL DE CLADÓCEROS</b>			<b>67</b>	<b>123</b>	<b>360</b>	<b>14</b>	<b>0</b>

Copépodes	Cyclopidae	Náuplio de Cyclopoida	240	60	240	240	
		Copepodito de Cyclopoida	60	300	720		
		<i>Thermocyclops decipiens</i>		1	180		
		<i>Thermocyclops minutus</i>		120			
	Diaptomidae	Náuplio de Calanoida	240			60	
		Copepodito de Calanoida	300			120	
		<i>Notodiaptomus cearensis</i>	120			60	
	<b>TOTAL DE COPÉPODES</b>			<b>300</b>	<b>1141</b>	<b>1140</b>	<b>480</b>
						<b>121</b>	

Em relação à composição dos grupos, em setembro de 2013, destacaram-se, mais uma vez, entre os testáceos, as famílias Arcellidae, Diffugiidae e Centropyxidae, e este mês, ainda os Lesquereusidae, em função de uma grande variedade da espécie *Lesquereusia spiralis* (**Tabela 6**). Como já amplamente discutido ao longo de todo o monitoramento, a dominância das 3 primeiras famílias, em termos de número de espécies, entre os testáceos, constitui um padrão recorrente para inventários sobre o grupo nos mais diversos compartimentos de ambientes aquáticos dulcícolas, como rios, lagos e reservatórios (Velho, 1999, Vieira et al., 2007, Lansac-Tôha et al., 2007; Alves et al., 2010).

Para os rotíferos, destacaram-se novamente em setembro de 2013, apenas os Brachionidae (**Tabela 6**). Tal dominância corrobora o padrão de composição frequentemente registrado para os rotíferos em ambientes aquáticos continentais tropicais, considerando que esta família tem se destacado, junto aos Lecanidae e Trichocercidae, no plâncton de distintos ambientes de água doce tropicais (Lansac-Tôha et al., 2004).

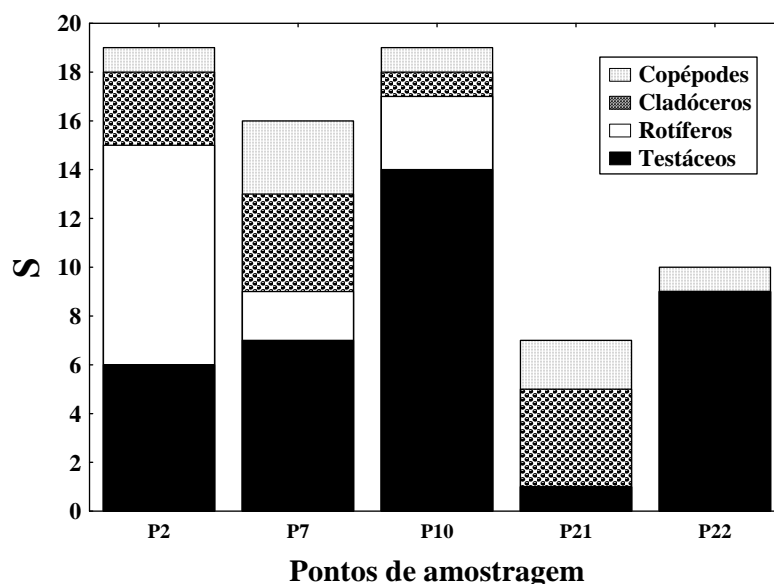
Entre os cladóceros, destacaram-se em setembro último, com duas espécies, duas famílias planctônicas, Bosminidae e Daphnidae, novamente, entre as mais especiosas na área de estudo, e uma litorânea, a família Chydoridae (**Tabela 6**).

Para os copépodes, corroborando o padrão frequentemente registrado para a área de estudo, destacaram-se, novamente os Cyclopidae, com duas espécies, enquanto que os Diaptomidae estiveram representados por apenas uma táxon (**Tabela 6**).

## Riqueza de Espécies



Os resultados de riqueza de espécies, obtidos em setembro de 2013, na área de influência do reservatório de Cana Brava, evidenciaram valores desse atributo fluando entre 7 e 19 espécies (**Figura 27**), com média aproximada de 14 espécies para a área de estudo. Temporalmente, este resultado representa um incremento médio também na riqueza de espécies, considerando a média de 11 espécies obtida em março de 2013. Como discutido em relatórios anteriores, assim como para a diversidade total do zooplâncton na área de estudo, também para a riqueza tem sido registradas alterações sazonais, com maiores valores médios de riqueza de espécies nos meses de estiagem (setembro), e os menores durante o período de chuva (setembro).



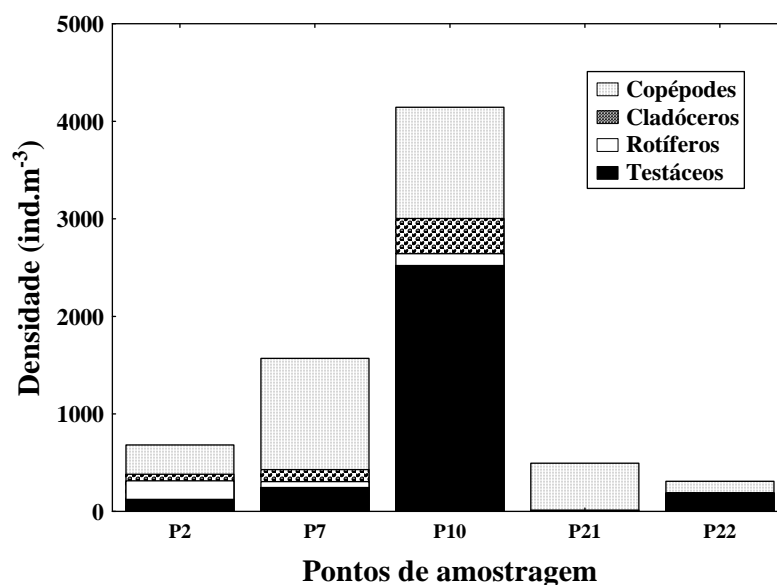
**Figura 27.** Variação espacial da riqueza de espécies dos diferentes grupos zooplanctônicos na área de influência do reservatório de Cana Brava, em setembro de 2013.

Espacialmente, maiores valores de riqueza de espécies foram novamente observados nos pontos com predomínio de condições lólicas, onde protozoários testáceos foram, em geral, dominantes, em termos de número de espécies. Assim, em setembro último, maiores valores de riqueza de espécies foram verificados para os pontos P2 e P10. Por outro lado, assim como registrado em março, os menores valores de riqueza do zooplâncton foram observados nas regiões predominantemente lânticas da área de estudo, representadas pelos pontos P7, e este mês, especialmente o ponto P21, onde predominaram os microcrustáceos. Além destes, baixo valor de riqueza de espécies foi observado também no ponto

P22 onde, mais uma vez, os grupos planctônicos como rotíferos, cladóceros e copépodes foram pobremente representados (**Figura 27**).

### Abundância

Os resultados de abundância do zooplâncton, obtidos na área de influência do reservatório de Cana Brava, em setembro de 2013, evidenciaram um padrão de distribuição espacial distinto daquele frequentemente registrado para a área de estudo (**Figura 28**).



**Figura 28.** Variação espacial da abundância dos diferentes grupos zooplânctônicos na área de influência do reservatório de Cana Brava, em setembro de 2013.

Assim, em setembro de 2013, um maior valor de densidade do zooplâncton foi evidenciando para o ponto P10, em função da elevada abundância de protozoários testáceos neste ponto. Por outro lado, os menores valores de abundância numérica da comunidade foram verificados para as regiões mais a jusante da área de estudo, na região lacustre do reservatório, onde apenas uma baixa densidade de copépodes foi registrada, e a jusante do mesmo, onde um reduzido número de indivíduos de copépodes e protozoários testáceos foram (**Figura 28**).

Em relação à contribuição dos diferentes grupos, no entanto, os resultados de abundância são semelhantes aos registrados ao longo do monitoramento, com predomínio de protozoários testáceos nos pontos P2, P10 e P22, enquanto que nos

pontos localizados em áreas predominantemente lênticas P7 e P21, destacaram-se novamente os microcrustáceos, especialmente os copépodes (**Figura 28**).

Assim, em setembro de 2013, os valores de densidade do zooplâncton variaram entre 310 e 4143 ind.m<sup>-3</sup> (**Figura 28**), com uma densidade média de 1440 ind.m<sup>-3</sup> para a área de estudo. Temporalmente, essa densidade média corresponde a aproximadamente 50% daquela registrada em março de 2013.

Como discutido em relatórios anteriores, apesar das expressivas variações espaciais e temporais da densidade do zooplâncton, na área de influência do reservatório de Cana Brava, todos os valores registrados nestes últimos meses de amostragem devem ser considerados baixos, se comparados a reservatórios com elevado grau de trofia, onde a densidade do zooplâncton pode atingir valores próximos a 1.000.000 ind.m<sup>-3</sup> (Lansac-Tôha *et al.*, 2005), cerca de 250 vezes maior que a maior densidade registrada em setembro último, valores estes.

Dois principais fatores podem explicar as reduzidas densidades aqui observadas: i) a elevada velocidade de corrente, registradas em áreas predominantemente lólicas, que constitui um dos principais fatores limitantes ao desenvolvimento de populações tipicamente zooplanctônicas; ii) uma reduzida disponibilidade de nutrientes (condições de oligotrofia) e, conseqüentemente, uma baixa produtividade primária nas lênticas do reservatório que, em última análise, limitam o desenvolvimento de populações zooplanctônicas pela limitação de recurso alimentar.

Em relação à participação das diferentes espécies na abundância do zooplâncton, entre os protozoários testáceos, que foram especialmente abundantes no ponto P10, destacaram-se, em setembro último, *Cucurbitella dentata* e *Centropyxis aculeata* (**Tabela 6**).

Entre os rotíferos, novamente pouco representados na área de estudo, neste último período de amostragem, destacou-se uma espécie planctônica, *Brachionus falcatus*, essencialmente no ponto P2 (**Tabela 6**). Para os cladóceros, melhor representados nos pontos P7 e P10, destacou-se uma espécie litorânea *Chydorus eurynotus* (**Tabela 6**).

Para os copépodes, mais uma vez, amplamente dominantes na área de estudo, essencialmente nos pontos predominantemente lênticos do reservatório (pontos 7 e 21), destacaram-se, novamente, suas formas jovens (náuplios e

copepoditos), especialmente os jovens de ciclopídeos (**Tabela 6**). Como já amplamente discutido ao longo de todo o monitoramento, a dominância de náuplios e copepoditos em relação aos adultos é freqüentemente registrada em reservatórios brasileiros (Cabianca & Sendacz, 1985; Lopes *et al.*, 1997; Lansac-Tôha *et al.*, 1999; Serafim Jr, 2002), sendo a produção de um grande número de formas larvais uma estratégia reprodutiva do grupo (Cabianca & Sendacz, 1985).

Entre os adultos, destacaram-se este mês também os ciclopídeos, representados, pelas espécies de *Thermocyclops*, *T. minutus* e *T. decipiens*. A ocorrência destas espécies tem sido, algumas vezes, utilizadas como bioindicadoras das condições ambientais nos reservatórios que ocorrem, sendo a primeira dominante em reservatórios de bacias preservadas, e a segunda, sob condições de eutrofia. Considerando que ambas apresentaram densidades semelhantes, a ocorrência destas espécies poderia sugerir condição de mesotrofia para a área de influência da UHE Cana Brava, em setembro de 2013. No entanto, as baixas densidades do zooplâncton registradas para a área de estudo, este mês, trazem evidências mais robustas de baixa disponibilidade de nutrientes e reduzida produção primária e secundária no reservatório de Cana Brava.

## Zoobentos

Em setembro de 2013 foram identificados 22 táxons da comunidade bentônica, sendo verificada uma redução da diversidade geral em relação ao observado em março de 2013 onde foram identificados 27 táxons. Apesar desta redução houve um aumento da densidade dos táxons, associada a estabilidade que o período seco oferece (**Figura 30** e **Tabela 7**). Embora sempre seja observada uma variação da composição a estrutura da comunidade é similar. Essa variação está associada aos fatores ambientais, especialmente sazonalidade.

É importante enfatizar o aparecimento de *Corbicula fluminea* a partir de março de 2013 no reservatório da UHE Cana Brava. Apesar de registrado no reservatório da UHE Peixe Angical e de São Salvador há algum tempo, foi registrado neste reservatório pela primeira vez, em março de 2013 nos pontos 21 e 22. Em setembro de 2013 esta espécie também foi identificada nesses locais,

porém em maior densidade devido à estabilidade do período seco (**Tabela 7**). Simões (2007) relata que os primeiros registros do gênero de bivalve *Corbicula* para a América do Sul foram realizados por Ituarte (1981) no rio da Prata, costa argentina, entre os anos de 1965 e 1975. No Brasil, o primeiro registro de *C. manilensis* (= *C. fluminea*) foi feito por Veitenheimer-Mendes (1981) nas bacias do Jacuí e Guaíba, Rio Grande do Sul, provavelmente na década de 1970. Mansur *et al.* (1988) descrevem que, no histórico da invasão das espécies do gênero *Corbicula* na América do Sul, constatou-se que *C. largillierti* foi pioneira na colonização dos ecossistemas límnicos, seguida da invasão de *C. fluminea*, sendo que, com a chegada de *C. fluminea* geralmente a espécie *C. largillierti* desaparece. Esta espécie também possui forte impacto negativo sobre as espécies nativas (França *et al.*, 2007).

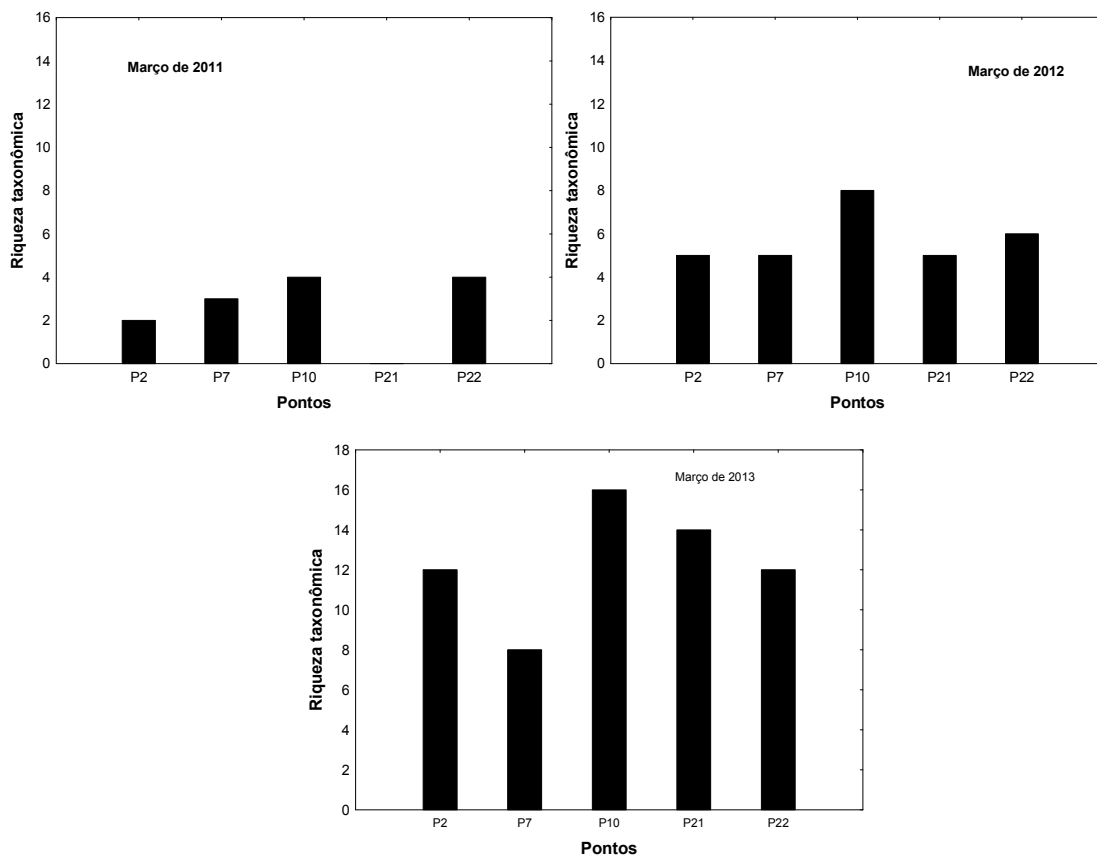
Dentre os táxons anotados, destaca-se Chironomidae e Oligochaeta, registrados em todos os locais monitorados (**Tabela 7**). Esses táxons foram os que apresentaram maiores valores de frequência e abundância durante todo o monitoramento da comunidade bentônica realizado no período pós-enchimento do lago da UHE Cana Brava.

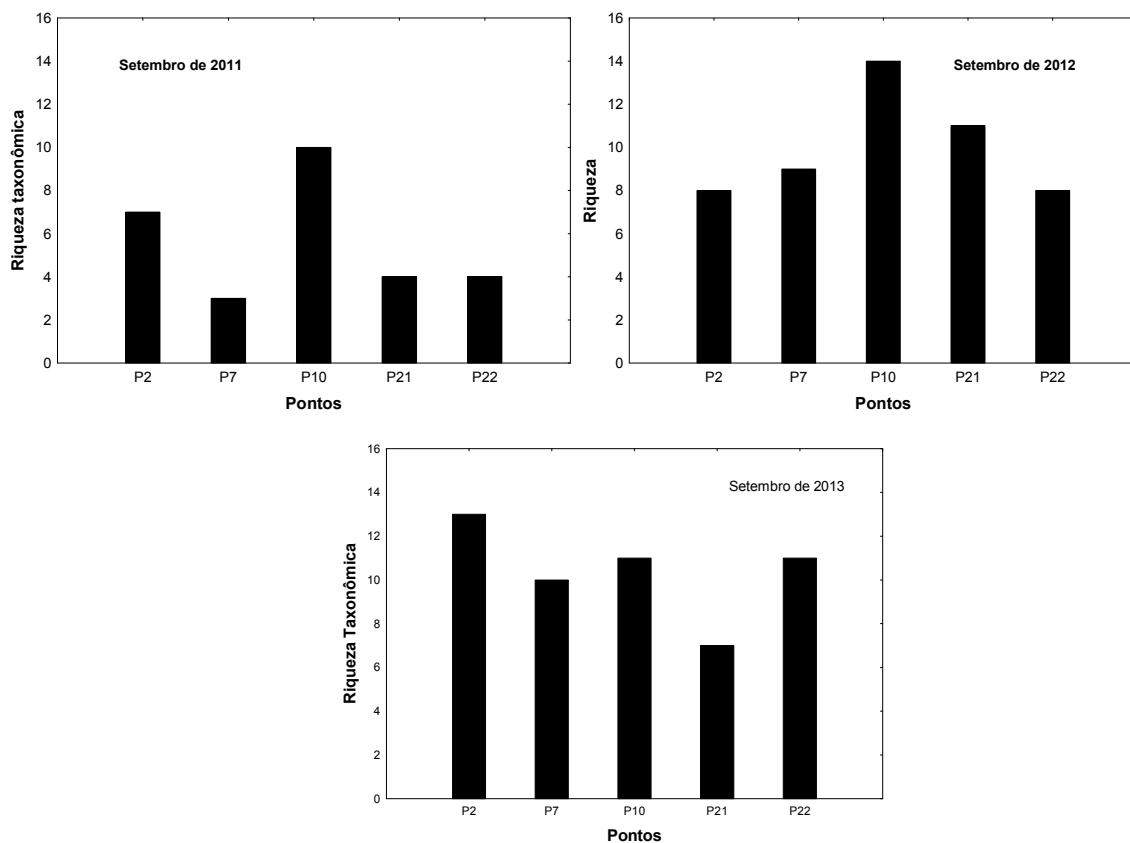
Na fase de operação do reservatório tem sido verificado um padrão de distribuição e composição ao longo das amostragens, geralmente realizadas em março e setembro de cada ano. Nos meses de março tem-se observado uma redução da riqueza de Ephemeroptera e Trichoptera, que são mais sensíveis em relação aos dados obtidos em setembro, onde esses táxons apresentam um aumento significativo da riqueza, especialmente no ponto 10, que é um ambiente lótico e apresenta substrato formado por folhoso e pedra. Em setembro de 2013, no ponto 2 também foi verificada alta riqueza desses táxons.

Em setembro de 2013 foi observado o aumento da riqueza nos pontos 2, 7 e 10 e redução nos pontos 21 e 22 em relação à março de 2013 (**Figura 29**). Nos pontos 21 e 22, assim como verificado em março de 2013, *Corbicula fluminea*, que é um invasor, foi identificando novamente. O ponto 21, próximo à barragem, além de apresentar riqueza de apenas táxons mais resistentes, registrou os moluscos *Melanoidea* e *Corbicula*, que são moluscos invasores e geralmente dominam os locais onde vivem devido ausência de predador natural. Esse local apresenta a maior profundidade dentre os monitorados, por isso a presença de táxons mais

resistentes. Em março foi verificado o registro de *Nectopsyche* e *Hydropsyche* (Trichoptera) no ponto 21, não sendo observados novamente em setembro de 2013.

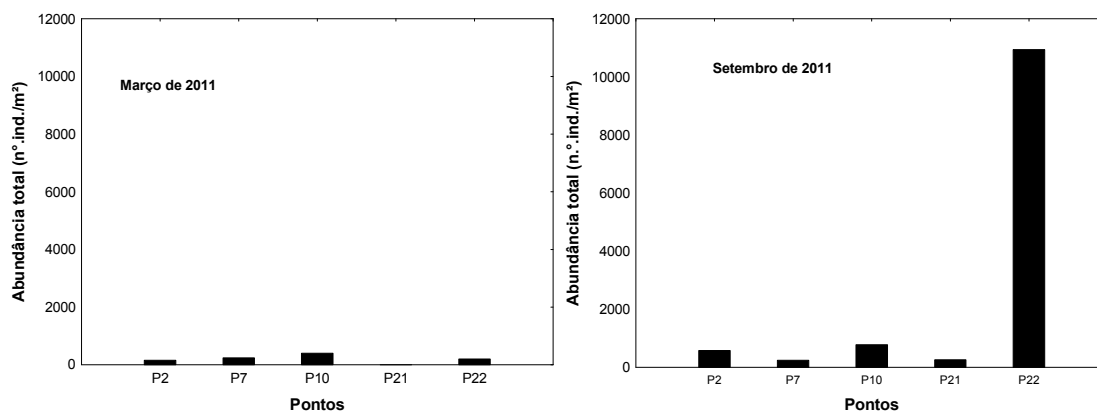
A variação da riqueza taxonômica verificada entre as amostragens deve-se principalmente à sazonalidade, uma vez que sempre no período chuvoso o reservatório em questão apresenta influência de vários tributários o que o torna mais sujeito às alterações físicas impostas pela influência pluvial. Assim, nas amostragens realizadas em março, a riqueza sempre é menor do que a verificada em setembro. Apenas em março de 2013 foi observada uma riqueza mais elevada do que neste mesmo mês nos anos anteriores (**Figura 29**).

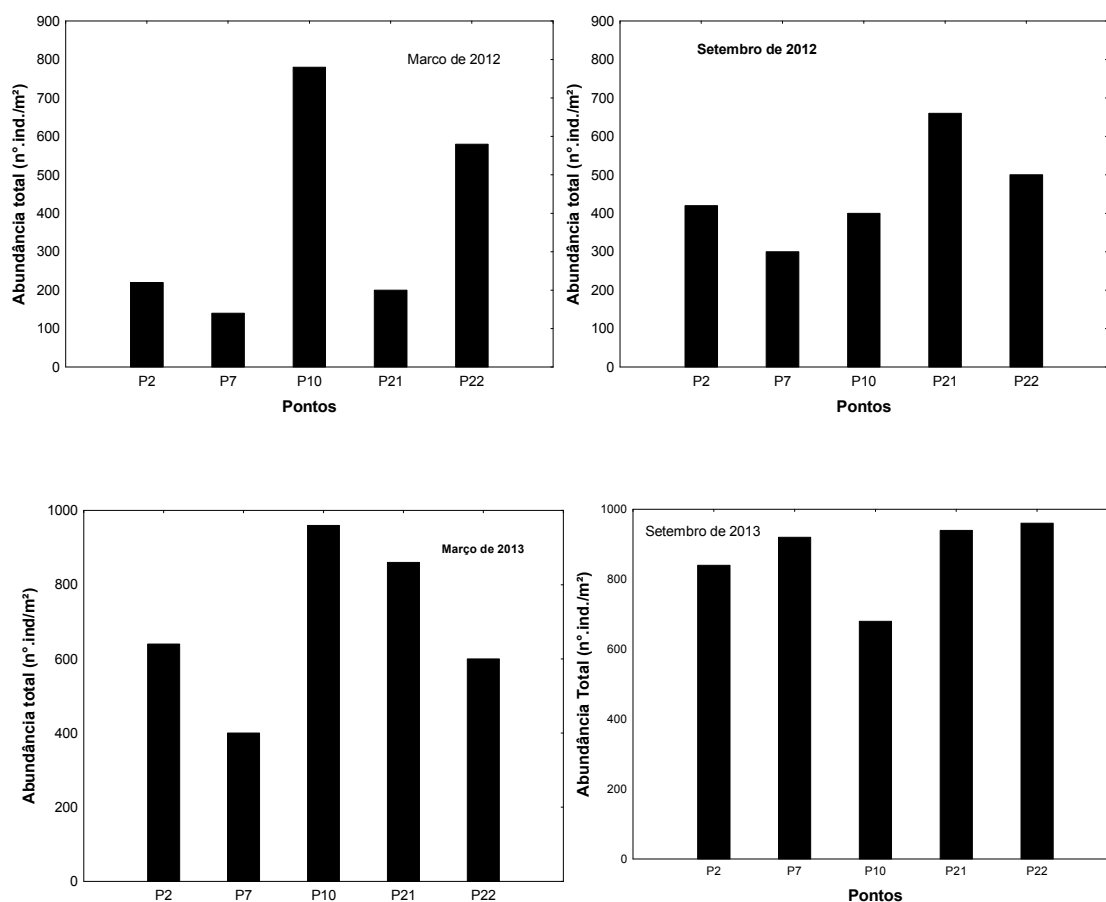




**Figura 29.** Riqueza taxonômica registrada nos locais amostrados, em março e setembro de 2011 e março e setembro de 2013.

Em setembro de 2013 foi verificado aumento das abundâncias totais, assim como esperado para o período seco. Além disso, não foram verificados táxons com elevada densidade, demonstrando alta uniformidade ambiental (**Figura 30**). Esses resultados podem ser observados na **Tabela 7**, nos dados de equitabilidade.





**Figura 30.** Abundância total registrada nos pontos amostrados em março e setembro de 2012 e março e setembro de 2013.

Nas amostragens anteriores, realizadas entre 2011 e 2012, Chironomidae e Oligochaeta foram os táxons mais frequentes. Já em março de 2013, Ostracoda, Oligochaeta e *Nectopsyche* apresentaram a maior frequência e em setembro de 2013, além de Chironomidae e Oligochaeta, *Melanoides*, que também é um molusco invasor foi registrado em 3 dos 5 locais avaliados. Assim como registrado em 2012 e 2011, Ostracoda e Oligochaeta registraram os maiores valores de abundâncias médias (Figuras 25 e 26). Chironomidae e Oligochaeta são táxons que se destacam na fauna bentônica de sedimentos lânticos, por participarem do aspecto funcional e estrutural da comunidade (Silva *et al.*, 2009). Além disso, são extremamente resistentes à mudanças que o ambiente possa vir a sofrer, vivendo tanto em locais poluídos como em ambientes que apresentam ótima qualidade da água.



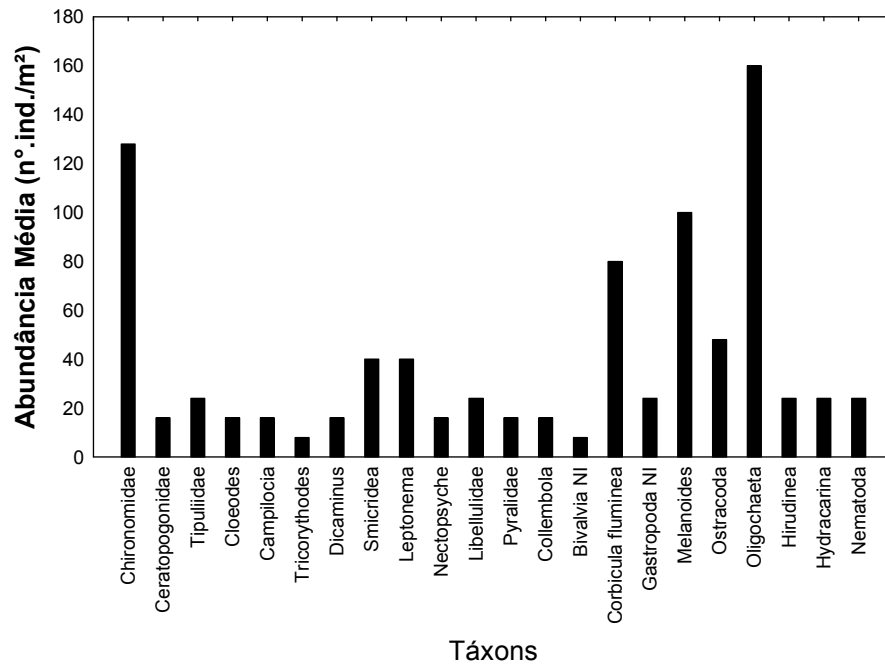


Figura 31. Abundância média dos táxons amostrados em setembro de 2013.

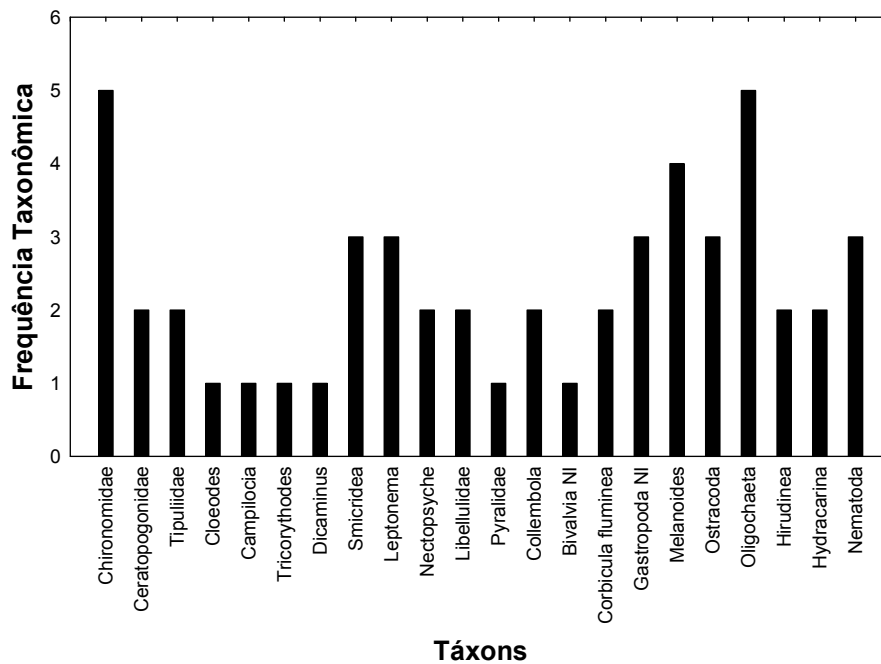


Figura 32. Frequência taxonômica registrada nos locais amostrados em setembro de 2013.

Na maioria dos pontos amostrados o substrato coletado foi areia fina e matéria orgânica, favorecendo então os táxons registrados com as maiores

densidades e frequências (Oligochaeta e Chironomidae). O tipo de substrato interfere na fauna bentônica, pois esta depende dele essencialmente como fonte de alimento sob a forma de substâncias autóctones ou alóctones rica em energia (Merrit & Cummins, 1996), além de servir de abrigo e local para fixação.

Em setembro de 2013 os maiores índices de diversidade foram registrados nos pontos 2, 10 e 22, devido às maiores valores de riqueza registrados nesses locais. A equitabilidade apresentou valores similares entre os locais monitorados, demonstrando alta uniformidade ambiental (**Tabela 7**).

**Tabela 7.** Comunidade de invertebrados betônicos em setembro de 2013.

							Abundância	
		P2	P7	P10	P21	P22	Média	Freq.
Diptera	Chironomidae	120	200	40	160	120	128	5
	Ceratopogonidae	0	40	0	40	0	16	2
	Tipuliidae	0	0	80	0	40	24	2
Ephemeroptera	<i>Cloeodes</i>	80	0	0	0	0	16	1
	<i>Campilocia</i>	0	0	0	0	80	16	1
	<i>Tricorythodes</i>	0	0	40	0	0	8	1
Trichoptera	<i>Dicaminus</i>	80	0	0	0	0	16	1
	<i>Smicridea</i>	40	80	0	0	80	40	3
	<i>Leptonema</i>	80	40	80	0	0	40	3
	<i>Nectopsyche</i>	40	0	40	0	0	16	2
Odonata	Libellulidae	40	0	0	0	80	24	2
Lepidoptera	Pyralidae	0	0	80	0	0	16	1
Collembola	<b>Collembola</b>	40	0	0	0	40	16	2
Mollusca	<b>Bivalvia NI</b>	0	40	0	0	0	8	1
	<i>Corbicula fluminea</i>	0	0	0	240	160	80	2
	Gastropoda NI	40	40	0	40	0	24	3
	<i>Melanoides</i>	120	0	80	140	160	100	4
Microcrustacea	<b>Ostracoda</b>	0	120	80	0	40	48	3
Annelida	Oligochaeta	40	240	80	320	120	160	5
	Hirudinea	0	80	40	0	0	24	2
Aracnida	Hydracarina	80	0	0	0	40	24	2
Nematoda	<b>Nematoda</b>	40	40	40	0	0	24	3
Abundância Total		840	920	680	940	960		
Riqueza		13	10	11	7	11		
Índice de Shannon		1,07	0,95		0,69			
		9	4	1	9	1		
Equitabilidade		0,96		0,97	0,83	0,93		
		6	0,89	8	3	9		

## 9. Considerações Finais

De maneira geral, em setembro de 2013 o trecho monitorado do reservatório da UHE Cana Brava apresentou águas com elevada transparência da água (baixos

valores de turbidez), baixos valores de compostos nitrogenados e fosfatados, baixa concentração de clorofila-a (análise feita somente no ponto 21) e DBO<sub>5</sub>. Considerando que as águas do sistema monitorado são enquadradas na classe 2 da Resolução CONAMA nº 357/2005, todos os locais monitorados nesse mês, no reservatório da UHE Cana Brava, apresentaram resultados compatíveis com os limites preconizados pela referida resolução, com exceção somente da maior densidade de coliformes termotolerantes em alguns pontos amostrais (pontos 5, 15, 18 e 22) . Além disso, a análise do perfil vertical dos pontos localizados no interior do reservatório (pontos 1, 6, 20 e 21) demonstrou similaridade nos valores dos parâmetros físicos e químicos mensurados.

Comparando com março e junho de 2013, foi possível verificar pequeno aumento nos valores de temperatura da água, transparência da água, pH, condutividade elétrica, CO<sub>2</sub> total, sólidos totais dissolvidos, cloretos, nitrato e nitrogênio total. Contudo, mesmo considerando esses maiores valores, a maior parte dos parâmetros analisados no mês de setembro também se encontrou dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

A comunidade fitoplanctônica amostrada na área de influência da UHE Cana Brava em setembro de 2013 mostrou alta complexidade taxonômica, sendo registrados 92 táxons, os quais foram distribuídos entre oito grupos taxonômicos. Elevada diversidade gama tem sendo registrada neste sistema durante o monitoramento, sendo maior nos meses correspondentes ao período seco. Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cyanobacteria e Zygnemaphyceae foram os grupos mais especiosos em setembro de 2013, como também verificado para os meses anteriores de estudo.

Em setembro de 2013, foram verificados altos valores de riqueza de espécies em todos os pontos monitorados. De acordo com os critérios estabelecidos por VOLLENWEIDER os resultados de biovolume obtidos para o reservatório de Cana Brava neste mês indicaram condições oligotróficas, como verificado durante a maior parte do período de estudo.

Cyanobacteria foi o grupo dominante nos pontos localizados na região lântica do reservatório, apresentando altos valores de densidade e baixos valores de biomassa. A baixa contribuição deste grupo ao biovolume atendeu aos requisitos para águas de classe 2 ( $< 5 \text{ mm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$ ), utilizando-se os critérios estabelecidos para as águas doces quanto a este parâmetro pela resolução do CONAMA nº 357/05

(BRASIL, 2005). Todavia, o registro de táxons toxigênicos é preocupante, pois o aumento de cianobactérias em condições de estabilidade da coluna de água e disponibilidade de nutrientes tem causado problemas em muitos reservatórios brasileiros, dentre eles a diminuição da biodiversidade e o aumento dos custos para o gerenciamento.

Os resultados de riqueza de espécies de zooplâncton, obtidos em setembro de 2013, na área de influência do reservatório de Cana Brava, evidenciaram valores desse atributo fluando entre 7 e 19 espécies, com média aproximada de 14 espécies para a área de estudo. Temporalmente, este resultado representa um incremento médio também na riqueza de espécies, considerando a média de 11 espécies obtida em março de 2013. As baixas densidades do zooplâncton registradas para a área de estudo, este mês, trazem evidências robustas de baixa disponibilidade de nutrientes e reduzida produção primária e secundária no reservatório de Cana Brava.

No monitoramento da comunidade bentônica realizado no período pós enchimento do reservatório da UHE Cana Brava tem sido verificado um padrão de composição e estrutura da comunidade bentônica, que comumente é registrado em reservatórios. Chironomidae (Diptera) e Oligochaeta (Annelida) vêm apresentando os maiores valores de frequência e densidade ao longo da fase de operação.

Em geral, os pontos do reservatório apresentaram uma estrutura similar, apresentando alterações especialmente decorrentes da sazonalidade. O monitoramento dessa comunidade é extremamente importante, especialmente para acompanhar o estabelecimento do molusco *Melanoides*, e a partir de março de 2013, do molusco *Corbicula fluminea*, que são exóticos. Em setembro de 2013 foi verificado o aumento da densidade desses moluscos invasores, decorrente da estabilidade do período seco e principalmente por não apresentarem predadores naturais.

O molusco *Lymnoperma fortunei* (mexilhão dourado), que causa prejuízos à geração de energia elétrica, não foi verificado até o presente momento.

## Referências

Alves, G. M.; Velho, L F M; Simões, N R; Lansac-Tôha, FA (2010). Biodiversity of testate amoebae (Arcellinida and Euglyphida) in different habitats of a lake in the Upper Paraná River floodplain. **European Journal of Protistology**, v. 46, p. 310-318.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA) **Standard methods for the examination of water and wastewater**, 19<sup>th</sup> edn. American Public Health Association Publications, Washington DC, 1995.

BRASIL, 2005. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357. Classificação dos corpos de água e diretrizes para o enquadramento dos corpos de água superficiais e estabelecimento das condições e padrões de lançamentos de efluentes. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 53, 18 de março de 2005. Seção 1, p. 58-63.

CABIANCA, M.A.A.; SENDACZ, S. (1985). Limnologia do reservatório do Borba (Pindamonhangaba,SP). II-Zooplâncton. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.12, n. 3, p. 86-95.

CHÉTELAT, J.; PICK F. R.; HAMILTON P. B. Potamoplankton size structure and taxonomic composition: Influence of river size and nutrient concentrations. **Limnology Oceanography**, v. 51, n.1, part 2, p. 681–689, 2006.

CODD, G. A. MORRISON, J. S; METCALF, L. F. Cyanobacterial toxins: risk management for health protection. **Toxicology and applied pharmacology**, v. 203, p. 264-272, 2005.

ESTEVEES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. Interciência – FINEP, Rio de Janeiro, 1998. 575p.

FERNÁNDEZ, H. R. & DOMINGUEZ (eds.), (2001). *Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos*. Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Tucumán, 282p.

FRANÇA, R. S., SURIANI, A. L. & ROCHA, O., 2007. Composição das espécies de moluscos bentônicos nos reservatórios do baixo rio Tietê (São Paulo, Brasil) com uma avaliação do impacto causado pelas espécies exóticas invasoras. *Revista Brasileira de Zoologia*, 24 (1): 41 – 51.

- GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R.S.; OHNSTAD, M.A.M. **Methods for physical and chemical analysis of freshwaters**. 2<sup>nd</sup> ed. Oxford: Blackwell Scientific, 1978. (IBP Handbook, no. 8) 214 p.
- KALFF, J. **Limnology**. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 592 p.
- LANSAC-TÔHA, F.A. *et al.* (1999). Estrutura da comunidade zooplanctônica antes e após a formação do reservatório de Corumbá-GO. In: HENRY, R (Ed.). **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu: Fundibio/Fapesp. cap. 12, p. 347-74.
- LANSAC-TÔHA, F.A. *et al.* (2004). Zooplankton in the upper Paraná river floodplain: richness, abundance and relationships with the hydrological level and the connectivity. In: Agostinho, A. A. *et al.* (Org.). **Structure and Function of the Paraná River and its floodplain**. Eduem, Maringá: p. 75-84.
- LANSAC-TÔHA, F.A. *et al.* (2007). Species richness and geographic distribution of testate amoebae (Rhizopoda) in Brazilian freshwater environments. **Acta Scientiarum**, v. 29, p. 63-74.
- LIND, O. T.; TERRELL, T. T.; KIMMEL, B. L. Problems in reservoir trophic-state classification and implications for reservoir management. In STRASKRABA, M.; TUNDISI, J. G.; DUNCAN, A. (ed.), **Comparative reservoir limnology and water quality management**. Kluwer Academic Press, Netherlands, 1993. p. 57-67.
- LOPES, R.M. *et al.* (1997). Comunidade zooplanctônica do Reservatório de Segredo. in: Agostinho, A.A.; Gomes L.C. (ed.). **Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo**. Maringá: Eduem. Cap. 3, p. 39-60.
- MACKERETH, F.Y.H.; HERON, J.G.; TALLING, J.J. **Water analysis some revised methods for limnologist**. Ambleside: Freshwater Biological Association, 1978. (Freshwater Biological Association. Scientific Publication, v. 36) 120 p.
- MAGURRAN, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton Univ. Press, New Jersey, 179p
- MÉRIGOUX, S. & DOLÉDEC, S. 2004. Hydraulic requirements of stream communities: a case study on invertebrates. *Freshwater Biology*. Vol. 49: 600-613.
- MANSUR, M.C.D. & L.M.M.P. GARCES. 1988. Ocorrência e Densidade de *Corbicula fluminea* (Mueller, 1774) e *Neocorbicula limosa* (Maton, 1811) na Estação Ecológica do Taim e áreas adjacentes, Rio Grande do Sul, Brasil (Mollusca, Bivalvia, Corbiculidae). *Iheringia, Série Zool.* (68): 99-115.

- MERRIT, R. W., Cummins, K. W. (eds.). (1996). *An introduction to the aquatic insects of North America*. 3<sup>a</sup> ed. Kendall/Hunt Pub. 862p.
- MORETTO, Y. Higuti, J. & Takeda, A.M.. Spatial variation of the benthic community in the Corumbá reservoir, Goiás, Brazil. *Maringá*, v. 25, n. 1, p. 23-30, 2003.
- Peckarsky, B. L., Fraissinet, P. R., Penton, M. A., Conklin Jr., D. J. (1990). *Freshwater macroinvertebrates o Northeastern North America*. Cornell Univ. Press. 442p.
- REYNOLDS, C. S. **The Ecology of Phytoplankton**. University Press, Cambridge, 2006.
- REYNOLDS, C. S. *The long, the short and the stalled: on the attributes of phytoplankton selected by physical mixing in lakes and rivers*. **Hydrobiologia**, v. 289 p. 9-22, 1994.
- REYNOLDS, C. S.; DESCY, J. P. The production, biomass and structure of phytoplankton in large rivers. **Archiv für Hydrobiologie/Suppl. Band**, v. 113, n. 1-4, p. 161-187, 1996.
- REYNOLDS, C.S.; HUSZAR, V.; KRUK, C.; NASELLI-FLORES, L.; MELO, S. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. **Journal of Plankton Research**, v. 24, n. 5, p. 417-428, 2002.
- SERAFIM-JUNIOR, M. (2002). *Efeitos do represamento em um trecho do rio Iguaçu sobre a estrutura e dinâmica da comunidade zooplanctônica*. 2002. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- SILVA, F.L, SILVEIRA, A.L, TALAMONI, B., RUIZ, S.S. Temporal variation of Chironomidae larvae (Insecta, Diptera) in the Batalha River, Midwestern São Paulo State, Brazil. *Ciência et Praxis* v. 2, n. 3, 2009.
- SIMÕES, R. I., 2002. Comunidade de moluscos bentônicos na área de abrangência da Usina Hidrelétrica de Dona Francisca, rio Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil: fase de pré e pós-enchimento do reservatório. Dissertação de mestrado. PPG em Biologia Animal, Instituto de Biociências, UFRGS.
- SUN, J. e LIU, D. Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton. **Journal of Plankton Research**, v. 25, p. 1331–1346, 2003.

- UTERMÖHL, H. Zur Vervollkommnung der quantitativen phytoplankton-methodic. **Mitteilungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie**, v. 9, p. 1-38, 1958.
- VANNOTE, R.L.; G.W. MINSHALL; K.W.L. CUMMINS; J.R. SEDELL, C.E. CUSHING.,1980. The River Continuum Concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37: 130-137.
- VELHO, L. F. M. *et al.* (1999). Spatial and temporal variation in densities of testate amoebae in the plankton on the Upper Paraná River floodplain, Brazil. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 411, p.103-113.
- VEITENHEIMER-MENDES,1.1. 1981. *Corbicula manilensis*(Philippi, 1844) moluscoasiático, na bacia do Jacuí e do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil (Bivalvia, Corbiculidae). *Iheringia, Série Zoo.* (60): 63-74.
- VIEIRA, L.C.G. *et al.* (2007). Influence of spatial complexity on the abundance and diversity of periphytic rotifers, microcrustaceans and testate amoebae. **Archiv für Hydrobiologie**, v.170, p. 77-85.
- WETZEL, R.G.; LIKENS, G.E. **Limnological analysis**. 2 ed. New York: Springer-Verlag, 2000. 429 p.



**ANEXO I.** Resultados obtidos no monitoramento realizado em setembro de 2013, na área de influência da UHE Cana Brava. Os valores destacados em vermelho referem-se a resultados fora do limite preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

Variáveis / Pontos	Prof	1	2	5	6	7	8	10	15	18	19	20	21	22
Temperatura ambiente (°C)		27	28	27	26	26	26	27	28	32	31	25	26	30
Temperatura da água (°C)	S	26.9	29.8	21.13	27.57	29.76	28.72	26.38	27.47	30.26	29.84	28.99	28.87	27.8
	M	26.43			27.26							28.42	27.21	
	F	26.43			26.97							28.4	26.9	
Transparência da água (m)		2.6	0.9	1.2	3.4	3.4	4					5.3	4.8	total
Turbidez (NTU)	S	0.98	3.4	6.9	2.5		0.7	21.8	7.1	1.2	2.0	0.4	0.7	5.3
	M	1.78			2.85							0.56	1.02	
	F	1.26			2.18							0.64	0.91	
Oxigênio dissolvido (mg/L)	S	4.9	6.3	7.4	5.8	7	7.7	7	5.2	6.8	6.4	7	2.6	7
	M													
	F	5.30			1.50							7.00	4.70	
pH	S	8.89	8.86	8.56	8.4	8.94	8.53	7.93	8.01	8.28	8.43	8.86	8.72	8.51
	M	8.45			8.37							8.86	8.23	
	F	8.18			8.35							8.85	0.91	
Condutividade elétrica	S	83.2	54	51.2	87.4	89.9	88.8	87.9	88.4	87.7	87.6	87.3	87.8	194.5
	M	81			87.4							88.2	86.4	
	F	84.1			89							88.4	86.4	
STD (mg/L)	S	41.6	27	25.6	43.7	45	44.4	43.9	44.2	43.8	43.8	43.6	43.8	97.3
	M	40.5			43.7							44	43.2	

Variáveis / Pontos	Prof	1	2	5	6	7	8	10	15	18	19	20	21	22
Alcalinidade (mg/L)	F	42			44.5							44.2	43.2	
	S	48.0	30.0	32.0	48.0	49.0	50.0	46.0	50.0	51.0	49.0	49.0	49.0	109.0
	M	48.0			51.0							49.0	51.0	
	F	49.0			46.0							44.2	46.0	
CO <sub>2</sub> livre (mg/L)	S	0.12	0.08	0.18	0.38	0.11	0.30	1.08	0.98	0.54	0.36	0.14	0.19	0.67
	M	0.34			0.44							0.14	0.60	
	F	0.65			0.41							0.14	0.29	
CO <sub>2</sub> total (mg/L)	S	42.36	26.48	28.34	42.62	43.23	44.30	41.56	44.98	45.42	43.48	43.48	43.31	96.59
	M	42.58			45.32							43.26	45.48	
	F	43.77			40.89							43.26	40.77	
Cloretos (mg/L)	S	3.5	1	3	3	6	5	3	3.5	2	3.5	2.5	2	4
	M	4			5							5	1.5	
	F	4.5			4.5							2.5	3	
Sulfato (mg/L)	S													
	M													
	F													
Sulfeto (mg/L)	S	<1	<1	<1	<1	<1	>1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	M	<1			<1							<1	<1	
	F	<1			<1							<1	<1	
Ferro total (mg/L)	S	0.32	0.31	0.37	0.2	0.19	0.1	0.97	0.34	0.1	0.1	0.06	0.06	0.44
	M	0.35			0.35							0.07	0.15	
	F	0.31			0.28							0.07	0.15	

Variáveis / Pontos	Prof	1	2	5	6	7	8	10	15	18	19	20	21	22
Orto-fosfato (mg/L)	S	<0.001	0.003	<0,001	<0.001	<0.001		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	M	<0.001										<0.001	<0.001	
	F	<0.001										<0.001	0.001	
Fósforo total (mg/L)	S	<0.001	0.005	0.006	<0.001	<0.001	<0.001	0.016	0.008	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	0.019
	M	<0.001			<0.001							<0.001	<0.001	
	F	<0.001			<0.001							0.06	<0.001	
Nitrogênio total (mg/L)	S	0.812	0.914	1.045	0.603	0.692	0.673	2.350	0.883	1.403	0.692	0.583	0.462	0.969
	M	0.671			0.665							0.373	0.482	
	F	0.763			0.683							0.461	0.782	
Nitrato (mg/L)	S	0.4	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	1.1	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.7
	M	0.4			0.4							0.003	0.3	
	F	0.4			0.4							0.3	0.4	
Nitrito (mg/L)	S	0.002	0.002	0.015	0.003	0.002	0.003	<0.001	0.003	0.003	0.002	0.003	0.002	0.049
	M	0.001			0.005							0.003	0.002	
	F	0.003			0.003							0.001	0.002	
N-amoniaco (mg/L)	S	0.11	0.18	0.23	0.2	0.09	0.07	1.15	0.18	0.9	0.09	0.08	0.06	0.12
	M	0.07			0.06							0.07	0.08	
	F	0.16			0.08							0.06	0.08	
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	S	1.4	1.5	4.2	2.3	2.8	3.6	2.8	0.9	0.3	0.5	3	2.6	3.2
Óleos e graxas (mg/L)	S	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.

<b>Variáveis / Pontos</b>	<b>Prof</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>
Coliformes totais (NMP/100ml)	S	<18	330	4,300	2.6	310	<18	110	1,700	3,500	140	<18	<18	3,500
Coliformes termotolerantes (NMP/100ml)	S	<18	130	1,200	1.5	78	20	400	3,500	<16.000	2,800	20	18	<16.000

*Juliana Machado do Couto Curti*

---

**Biól. MSc. Juliana Machado do Couto Curti**  
**Diretora Técnica**  
**CRBio n° 30921/D**

**Life Projetos Limnológicos**  
**[www.lifelimnologia.com.br](http://www.lifelimnologia.com.br)**

Fone/Fax: (62) 3223 1530

Rua 14A nº 99  
CEP 74070-110 Setor Aeroporto  
Goiânia - Goiás - Brasil

