

PROGRAMA DE MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO – UHE CANA BRAVA



Tractebel Energia
GDF SVEZ

**Relatório Técnico Referente à
Campanha de Monitoramento
- Setembro de 2011**

EQUIPE TÉCNICA

Coordenadora do projeto

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

Trabalhos de campo e laboratório

Bióloga Dra. Priscilla de Carvalho
Bióloga Esp. Kátia Bittar Haddad
Biólogo M.Sc. Leonardo de Assis Ítalo
Biólogo Wagner Batista Xavier
Biólogo Paulício Maconi Filho
Bióloga Lívia Ferreira e Silva
Químico Brunno Misofante da Silva Gomides
Téc. Aline Caetano Luz
Biólogo Dr. Luiz Felipe Machado-Velho (Zooplâncton)
Bióloga Dra. Luzia Cleide Rodrigues (Fitoplâncton)
Bióloga M.Sc. Carolina Bussadori Piva (Zoobentos)

Sumário

1. Introdução	01
2. Resumo Executivo	01
3. Objetivos específicos do relatório	04
4. Descrição da Coleta	05
5. Coleta e Análise dos Parâmetros Físicos, Químicos e Bacteriológicos	06
5.1. Resultados e Discussão	07
6. Análise de mercúrio no sedimento	24
7. Comunidades Biológicas	26
7.1. Comunidade Fitoplanctônica	26
7.2. Comunidade Zooplanctônica	41
7.3. Comunidade Zoobentônica	47
8. Considerações Finais	52
9. Próximas Atividades	53
10. Registro Fotográfico	54
11. Referências	56
ANEXO I – Resultados obtidos no monitoramento realizado em setembro de 2011	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 assembleias 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 2011, 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, grande parte do trecho monitorado no reservatório da UHE Cana Brava, em setembro de 2011, apresentou resultados compatíveis com os limites preconizados pela referida resolução. As seguintes não conformidades foram observadas:

- concentração de oxigênio dissolvido menor que 5,0 mg/L no ponto 15 (jusante da barragem);
- densidade de coliformes termotolerantes superior a 1000 NMP/100ml no ponto 22 (localizado no rio Bonito).

De maneira geral, em setembro de 2011, o trecho monitorado do reservatório da UHE Cana Brava apresentou águas com elevada transparência da água (baixos valores de turbidez), baixas concentrações de nutrientes nitrogenados e fosfatados, baixos valores de DBO₅ e baixa densidade de

bactérias do grupo coliformes, além de elevadas concentrações de oxigênio dissolvido.

Destacam-se as elevadas concentrações de íons no ponto 22 (rio Bonito), que apresentou os maiores valores de condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, alcalinidade e CO₂ total (medida indireta da concentração de carbono inorgânico total).

Perfil vertical

Nesse mês, 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, pH, condutividade elétrica, turbidez e nutrientes. Foi possível observar somente as baixas concentrações de oxigênio dissolvido e as maiores concentrações de CO₂ livre nas maiores profundidades de coleta, tendo em vista as maiores taxas de decomposição e respiração no hipolímnio.

Além disso, considerando a análise 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. Destaca-se, no entanto, as baixas concentrações de oxigênio dissolvido nas maiores profundidades de coleta no ponto 21, nas proximidades da barragem.

Características do sedimento

Em setembro de 2011, o sedimento analisado no reservatório da UHE Cana Brava apresentou concentrações de mercúrio abaixo do esperado para ambientes poluídos.

Comunidade fitoplanctônica

A comunidade fitoplanctônica amostrada semestralmente na área de influência da UHE Cana Brava durante o período de setembro de 2004 a setembro de 2011 mostrou alta complexidade taxonômica. Em setembro de 2011 foram registrados 115 táxons, distribuídos entre 10 grupos taxonômicos.

Este número de táxons foi superior ao verificado nos demais meses de estudo anteriores, exceto em setembro de 2007, quando ocorreram 140 táxons.

Foram registrados altos valores de riqueza de espécies em setembro de 2011. Os valores de densidade e biomassa fitoplanctônica foram altos no ponto 7 e 21 e menores nos pontos 2, 10 e 22. De acordo com os critérios estabelecidos por Vollenweider os resultados de biovolume obtidos para o reservatório de Cana Brava em setembro de 2011 indicaram condições oligotróficas ($< 2 \text{ mm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$).

Cyanobacteria foi dominante nos pontos localizados na região lântica do reservatório, os quais apresentaram maior tempo de retenção da água. Os valores de biovolume de cianobactérias obtidos em setembro de 2011 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.

Comunidade zooplanctônica

Em setembro de 2011, os resultados de composição do zooplâncton evidenciaram a ocorrência de 47 táxons, destacando-se os protozoários testáceos, com 19 espécies, seguidos por rotíferos com 14 táxons. De maneira geral, um grande número de espécies de testáceos é observado nas áreas predominantemente lólicas, enquanto muitas espécies de rotíferos são registradas nas áreas lânticas.

Os maiores valores de densidade foram registrados nos pontos predominantemente lânticos (pontos 7 e 21), onde copépodes foram amplamente dominantes, enquanto que os menores valores de abundância foram registrados nos pontos com maior influência de condições lólicas (pontos 2, 10 e 22), e onde os testáceos foram, em geral, os mais abundantes. Assim como observado em meses anteriores, a co-ocorrência das espécies de *Thermocyclops*, com o predomínio de *T. minutus* sugere uma boa qualidade ambiental para a área de estudo.

Comunidade zoobentônica

Em setembro de 2011 foram identificados 21 táxons da comunidade bentônica, na área de influência do UHE Cana Brava. Dentre os táxons

anotados, destaca-se Chironomidae e Oligochaeta, que apresentaram maiores valores de abundância média e frequência.

Os pontos 10 (córrego do Carmo) e 2 (rio Preto) apresentaram os maiores valores de riqueza taxonômica, destacando-se a presença de 6 gêneros de Ephemeroptera e 3 de Trichoptera, que foram registrados em sua maioria no ponto 10, que é um ambiente lótico e apresenta o fundo formado por pedras.

Na maioria dos pontos amostrados o substrato coletado foi areia fina e matéria orgânica, favorecendo a colonização dos táxons registrados com as maiores densidades e frequências (Oligochaeta, Chironomidae, Nematoda e Nemertea).

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 biológicas;
- (ii) apresentar os resultados obtidos em setembro de 2011, 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 os limites preconizados pela Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005, para águas da Classe 2;
- iv) apresentar os resultados referentes à análise de fitoplâncton, zooplâncton e zoobentos na área do reservatório da UHE Cana Brava.

4. Descrição da Coleta

A campanha de campo foi realizada entre os dias 24 e 27 de setembro de 2011.

Foram coletadas amostras de água, destinadas à determinação dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos em 13 pontos de coleta ao longo do reservatório. Além disso, amostras de fitoplâncton, zooplâncton e zoobentos foram coletadas em 5 locais, já monitorados anteriormente (rio Preto, rio Bonito-dentro da cidade de Minaçu, rio Bonito-região lacustre, rio do Carmo, e região próximo a barragem-P21) (Figura 1 e Tabela 1).

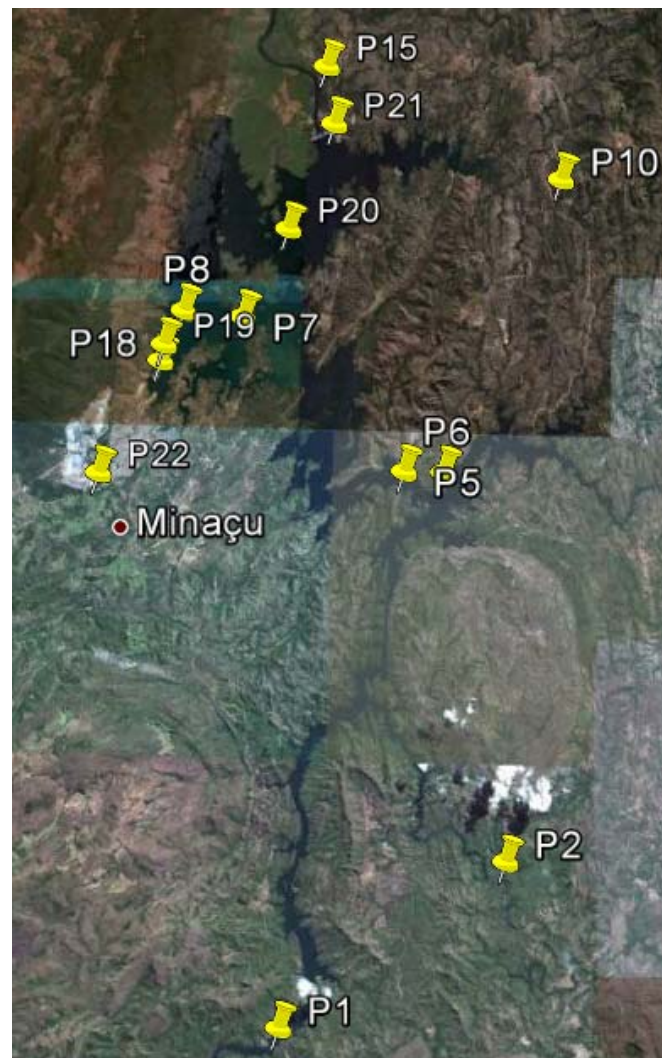


Figura 1. Pontos de coleta localizados na área de influência da UHE Cana Brava.

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

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

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⁻ B, Standard Methods, 2005);
- Coliformes totais, termotolerantes e *E. coli*: método dos tubos múltiplos;

- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅): 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-NO₃-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-NO₂-B, Standard Methods, 2005);
- Nitrogênio amoniacal: método fenol, e posterior leitura em espectrofotômetro a 655 nm (Método 4500-NH₃ 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).

5.1. Resultados e Discussão

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

Variáveis Abióticas

Durante o período de coleta, os valores de temperatura do ar variaram entre 28°C e 36°C (média igual a 34,7°C) (**Figura 2a**). Os valores da

temperatura da água foram, em média, iguais a 27,3°C, na superfície da coluna da água (**Figura 2a**). 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 hipolímnio (2,0°C) foi obtida no ponto 21 (local mais profundo – 30 metros; próximo à barragem), indicando ausência de estratificação térmica da coluna da água em setembro de 2011 (**Figura 2b**).

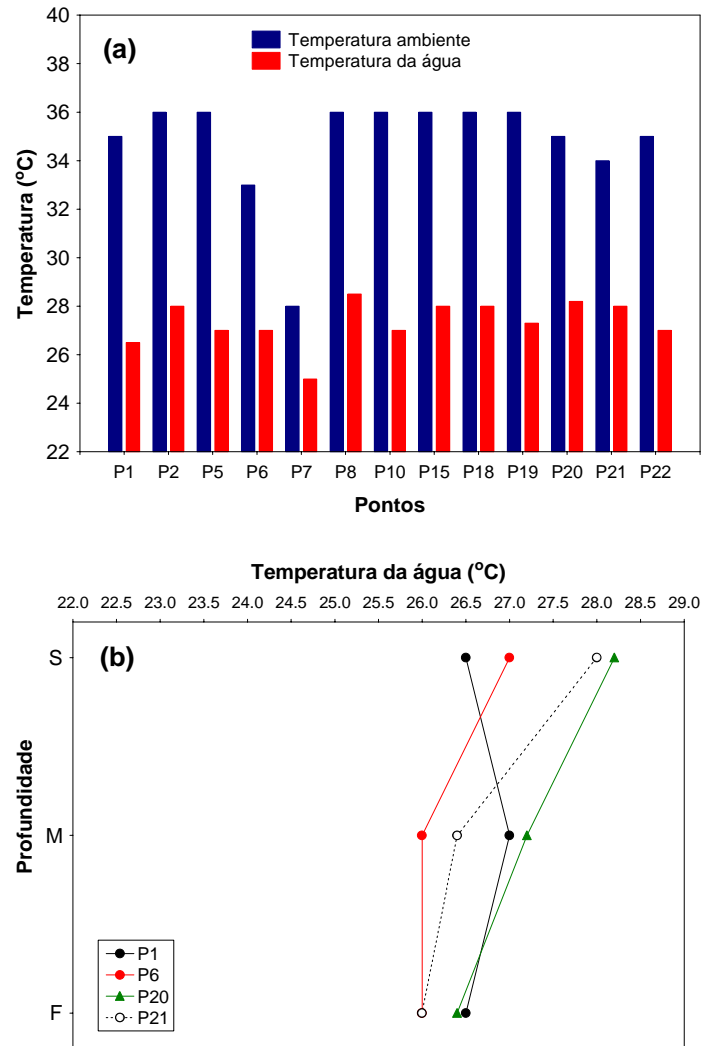


Figura 2. Valores de temperatura do ar e da água nos 13 pontos de coleta (a) e perfil vertical da temperatura da água nos pontos localizados no interior do reservatório (b).

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, as concentrações deste gás na superfície da coluna da água variaram entre 4,3 mg/L (ponto 15 – jusante da barragem) e 8,5 mg/L (ponto 20 – meio do reservatório) (**Figura 3a**). Assim, nesse mês, somente o ponto 15 apresentou concentração de oxigênio inferior 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 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 3,8 mg/L no meio e 3,0 mg/L no fundo dos pontos de coleta) (**Figura 3c**). A análise do perfil vertical dos pontos 1, 6, 20 e 21 demonstrou concentrações de oxigênio abaixo de 5,0 mg/L nas maiores profundidades de coleta em todos os pontos monitorados, com exceção somente do meio do ponto 20 (10 metros) (**Figura 3c**).

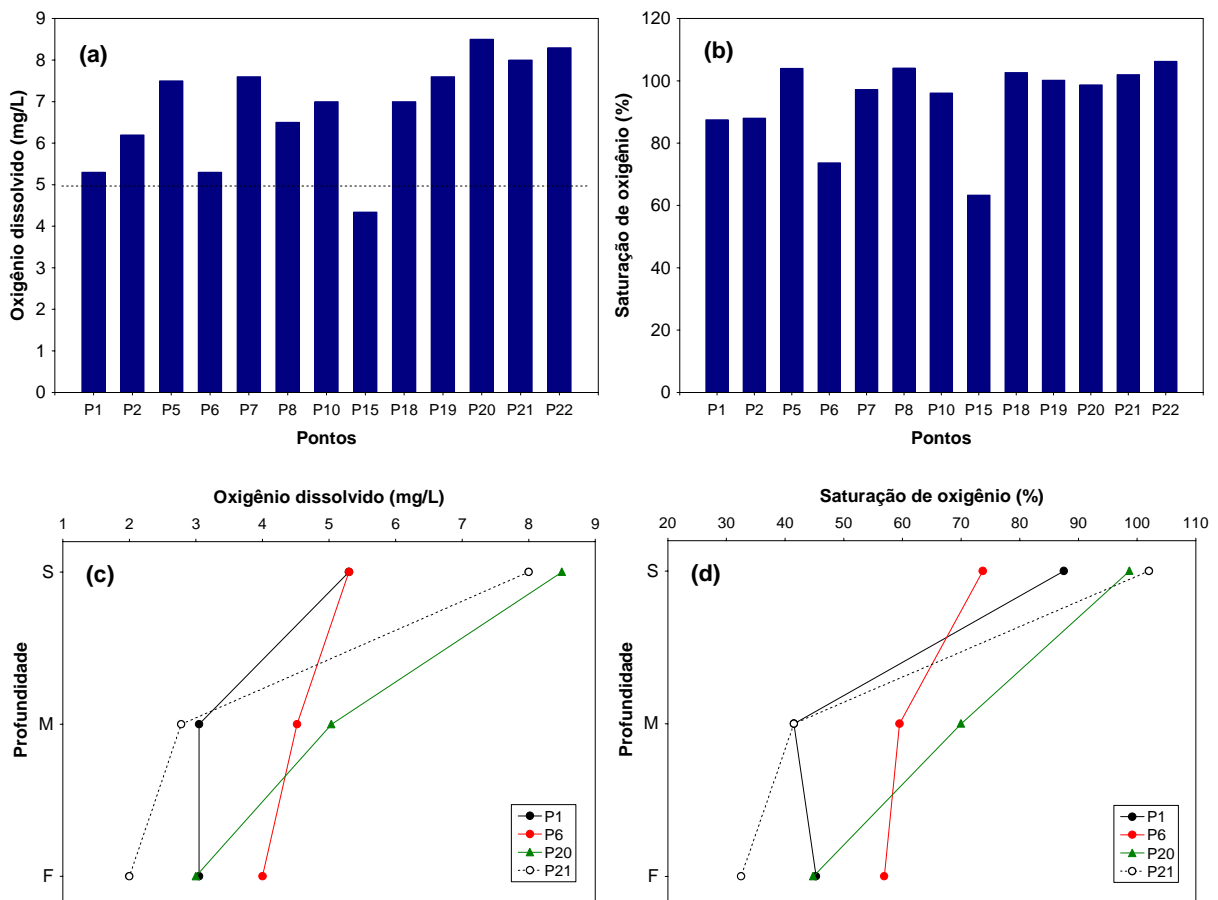


Figura 3. Concentrações de oxigênio dissolvido (a), porcentagem de saturação de oxigênio (b) e perfil vertical das concentrações de oxigênio dissolvido (c) e saturação de oxigênio (d).

Variáveis indicadoras de luminosidade subaquática

Em setembro de 2011, o reservatório da UHE Cana Brava apresentou águas com elevada transparência da água. Nesse mês, a maior profundidade do disco de Secchi (maior transparência da água; 4,6 metros) foi registrada no ponto 21, nas proximidades da barragem (**Figura 4**).

De maneira similar, foram registrados baixos valores de turbidez, no trecho estudado, variando entre 1,2 NTU e 5,0 NTU (ponto 2) (**Figura 5a**). Assim, nesse mês, todos os locais monitorados apresentaram valores de turbidez inferiores ao limite máximo preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (100 NTU). Além disso, não houve diferença significativa entre as profundidades de coleta (**Figura 5b**), ou seja, também foram registrados baixos valores de turbidez no meio e fundo da coluna da água do reservatório.

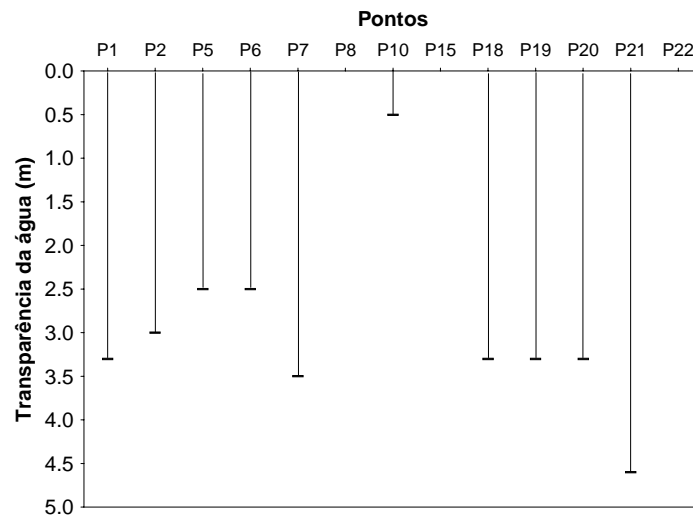
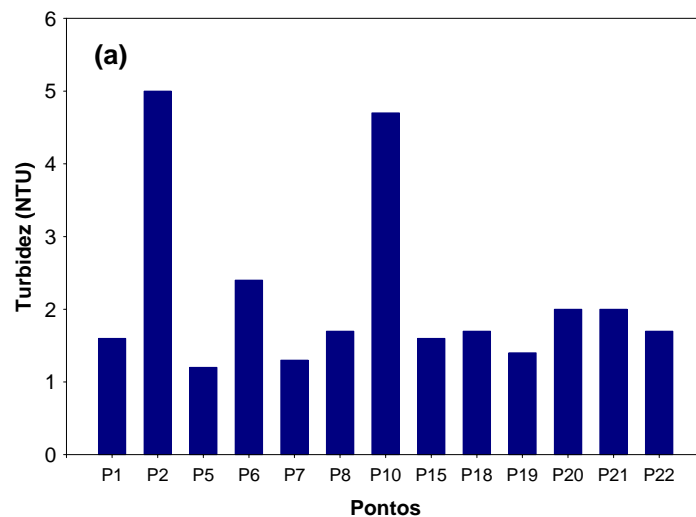


Figura 4. Valores de transparência da água mensurados em setembro de 2011.



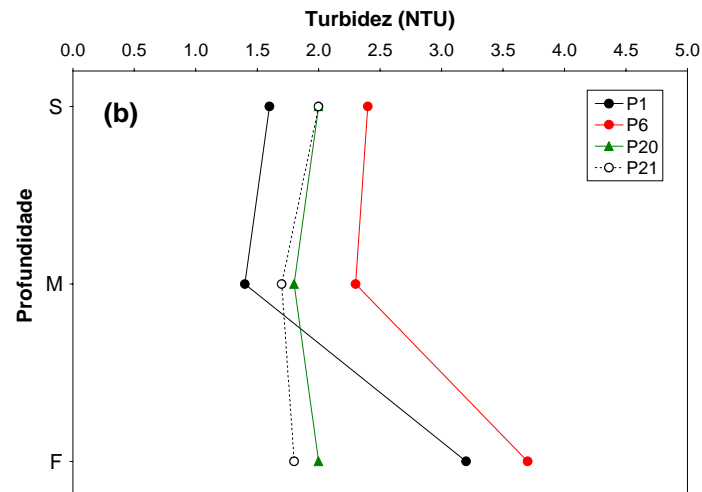


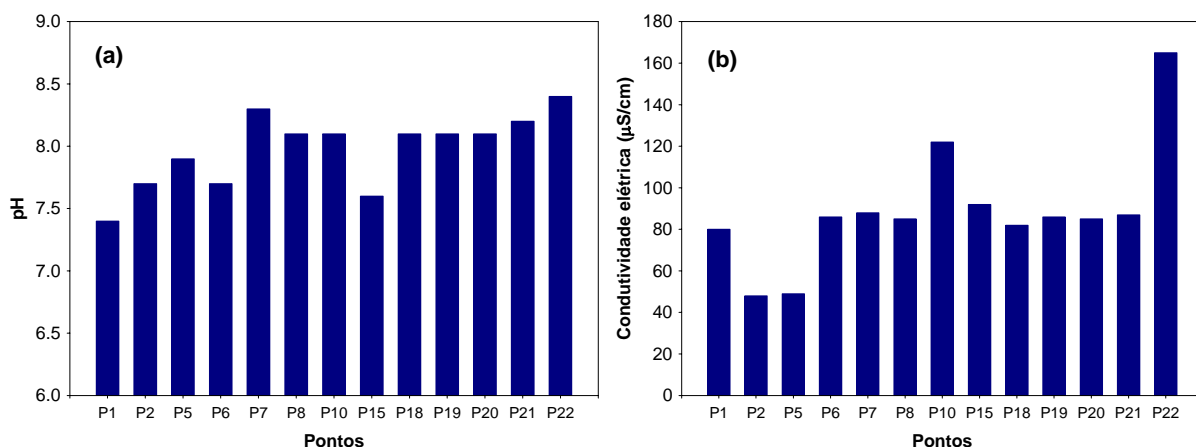
Figura 5. Valores de turbidez mensurados nos 13 pontos de coleta na área de influência da UHE Cana Brava (a) e perfil vertical dos valores de turbidez no corpo central do reservatório (b).

pH, condutividade elétrica, STD, alcalinidade e carbono inorgânico

Os valores do pH registrados variaram entre 7,4 e 8,4, estando assim, dentro dos limites preconizados pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (6,0-9,0) (**Figura 6a**). Em média, houve similaridade nos valores de pH mensurados na superfície, meio e fundo dos pontos de coleta (média igual a 7,9; 7,57 e 7,47, respectivamente) (**Figura 7a**).

Os valores de condutividade elétrica variaram entre 48 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (ponto 2) e 165 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (ponto 22- rio Bontio) (**Figura 6b**). De maneira geral, os maiores valores de condutividade elétrica foram registrados nos pontos localizados nos tributários do reservatório (valores médios iguais a 84,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ nos pontos localizados no reservatório e 93,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ nos pontos localizados nos tributários). Além disso, os valores de condutividade elétrica foram similares entre as profundidades amostradas (média igual a 88,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na superfície; 83,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no meio e 83,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no fundo da coluna da água; **Figura 7b**). Resultado similar foi obtido considerando as concentrações de sólidos totais dissolvidos (STD), que variou entre 24 mg/L e 82 mg/L (ponto 22), sendo inferiores ao limite preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (500 mg/L) (**Figura 6c e 7c**). De fato, houve uma forte estrutura de correlação entre os valores de condutividade elétrica e STD ($r = 0,99$; $P < 0,001$).

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). Nesse mês, tais valores variaram entre 28 mg/L e 85 mg/L (ponto 22 – rio Bonito) (**Figura 6d**). Assim como observado para os valores de condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos e alcalinidade, a maior concentração de CO₂ total (medida indireta da concentração de carbono inorgânico total) também foi registrada no rio Bonito (ponto 22) (75,5 mg/L) (**Figura 6e**). Tais resultados demonstram a elevada concentração de íons, principalmente carbono inorgânico, nesse local. Além disso, considerando o perfil vertical nos pontos localizados no interior do reservatório, foi possível observar similaridade nos valores de alcalinidade e CO₂ total nas três profundidades amostradas, assim como observado para os valores de condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos (**Figuras 7d e 7e**). As concentrações de CO₂ livre variaram entre 0,42 mg/L e 3,34 mg/L (ponto 1), corroborando com as baixas concentrações de oxigênio dissolvido nesse local (**Figura 6f**). A análise do perfil vertical demonstrou um aumento nas concentrações de CO₂ livre ao longo das maiores profundidades no fundo dos pontos 20 e 21. No entanto, as maiores concentrações desse gás foram registradas ao longo de toda a coluna da água do ponto 1 (**Figura 7f**).



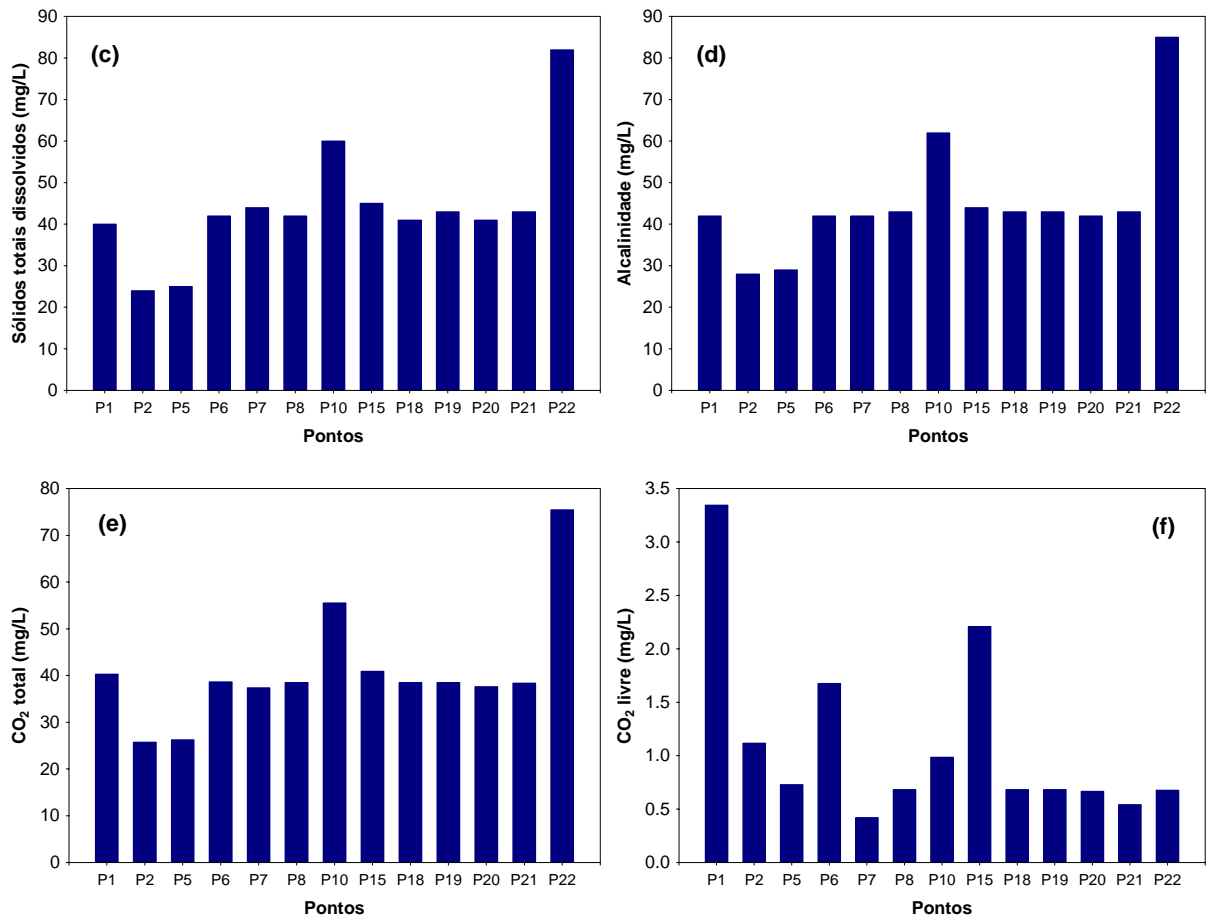
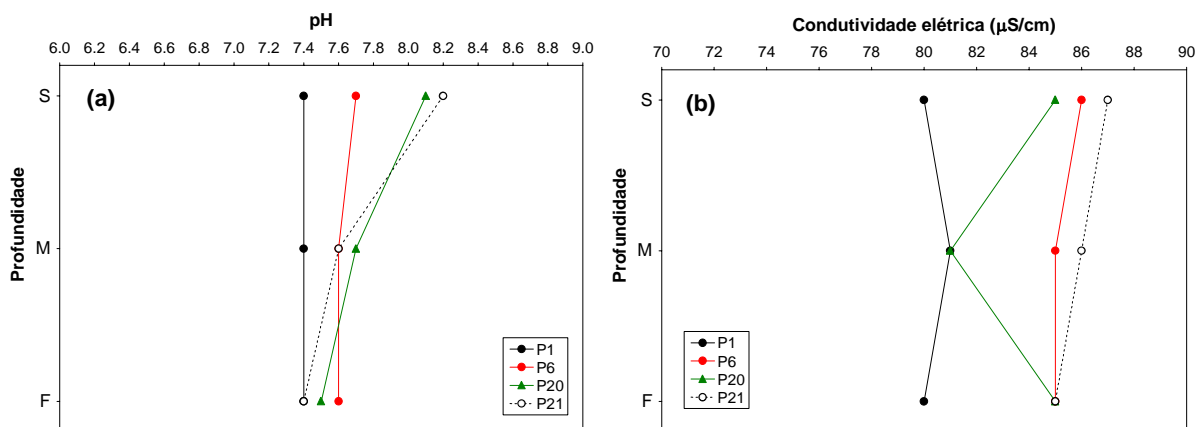


Figura 6. Valores de pH (a), condutividade elétrica (b), sólidos totais dissolvidos (STD; c), alcalinidade (d), CO₂ total (e) e CO₂ livre (f) mensurados nos 13 pontos de coleta na área de influência da UHE Cana Brava.



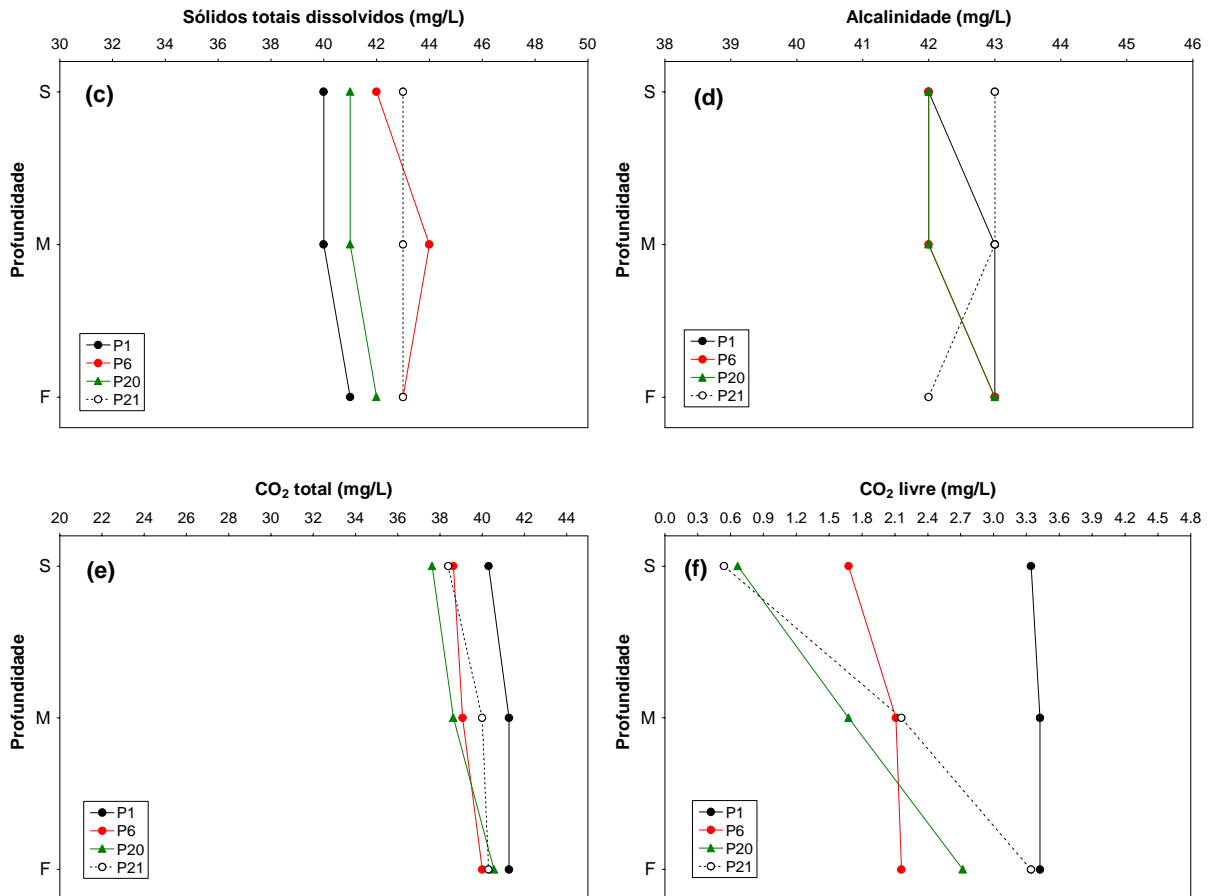


Figura 7. Perfil vertical dos valores de pH (a), condutividade elétrica (b), sólidos totais dissolvidos (STD; c), alcalinidade (d), CO₂ total (e) e CO₂ livre (f) mensurado no corpo central do reservatório da UHE Cana Brava.

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). No trecho monitorado, as concentrações de cloreto foram inferiores ao limite de detecção do método (<0,5 mg/L) em todos os pontos de coleta, sendo, portanto, significativamente inferiores ao limite preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (250 mg/L). Além disso, tais concentrações também foram inferiores ao limite de detecção do método (<0,5 mg/L) nas maiores profundidades de coleta (meio e fundo dos pontos 1, 6, 20 e 21).

Em ecossistemas aquáticos, o enxofre pode ocorrer em diferentes formas, tais como, como íon sulfato (SO_4^{2-}), íon sulfito (SO_3^{2-}), íon sulfeto (S^{2-}), gás sulfídrico (H_2S), entre outras. Dentre as várias formas de enxofre presentes na água, o íon sulfato e o gás sulfídrico são as mais freqüentes. 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 2011, as concentrações de sulfato foram inferiores ao limite de detecção do método (<1 mg/L) em todos os pontos e profundidades de coleta, ou seja, todos os locais monitorados apresentaram concentrações do íon sulfato que coadunam com o limite estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas de classe 2 (250 mg/L). De maneira similar, as concentrações de sulfeto também foram inferiores ao limite de detecção do método ($<0,001$ mg/L) na maior parte dos pontos de coleta. Somente o fundo do ponto 1 apresentou concentração igual a 0,001 mg/L. Assim, todos os locais apresentaram valores inferiores ao limite preconizado pela Resolução CONAMA (0,002 mg/L).

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 (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 (Fe^{3+} e Mn^{4+}). Em setembro de 2011, as concentrações de ferro total, na superfície da coluna da água, variaram entre 0,12 mg/L (ponto 19) e 0,54 mg/L (ponto 1 – foz do córrego Florêncio) (**Figura 8a**). Provavelmente, esse resultado se deva a baixa concentração de oxigênio dissolvido mensurada nesse local, e a conseqüente liberação de ferro do sedimento para a coluna da água. De fato, as concentrações de ferro total foram elevadas ao longo de toda a coluna da água do ponto 1 (**Figura 8b**).

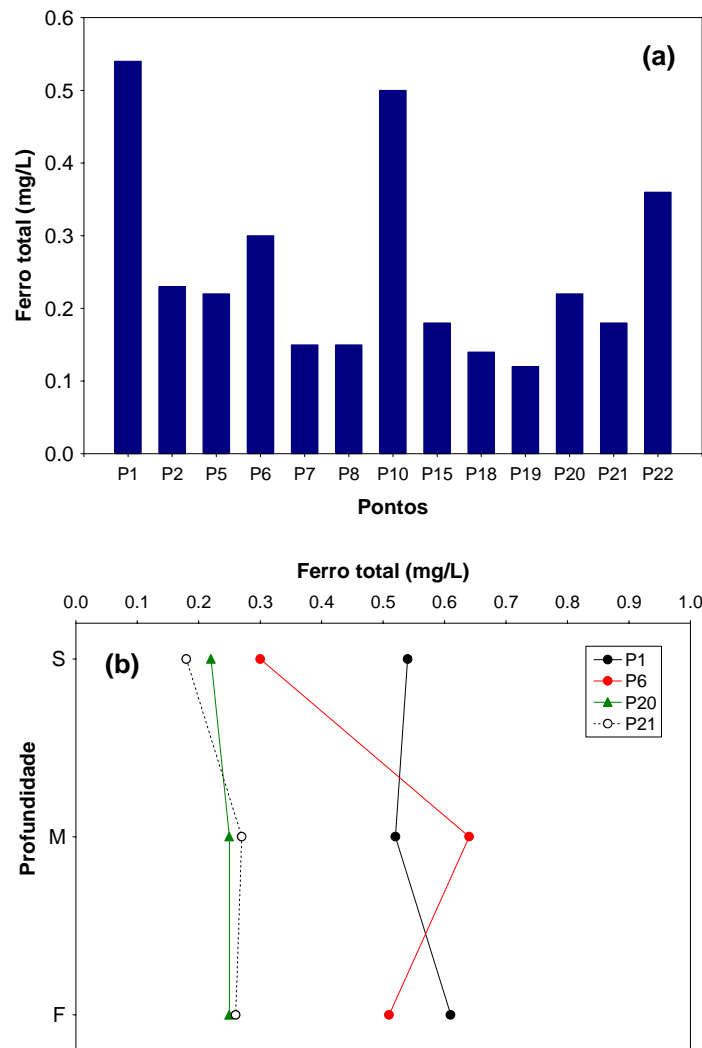


Figura 8. Concentrações de ferro total mensuradas nos 13 pontos de coleta na área de influencia da UHE Cana Brava (a) e perfil vertical das concentrações de ferro total no corpo central do reservatório (b).

Nutrientes fosfatados e nitrogenados

Em conjunto com o nitrogênio (N), o 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, o fósforo pode ser disponibilizado para a coluna d'água e, assim,

mesmo sem fontes externas, o processo de eutrofização pode ocorrer (Kalf, 2002; Baumgarten e Pozza, 2001).

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).

Em setembro de 2011, as concentrações de orto-fosfato foram inferiores ao limite de detecção do método ($<0,001$ mg/L) em todos os pontos e profundidades de coleta. As concentrações de fósforo total também foram inferiores ao limite de detecção do método ($<0,001$ mg/L) em todos os pontos e profundidades de coleta, sendo, portanto, inferiores ao limite máximo indicado na Resolução CONAMA nº 357/2005 (0,05 mg/L).

Considerando as formas inorgânicas de nitrogênio, as concentrações de nitrato (NO_3^-) variaram entre 0,1 mg/L e 0,6 mg/L (ponto 22 - rio Bonito) (**Figura 9a**). As concentrações de nitrito (NO_2^-) variaram entre valores inferiores ao limite de detecção do método ($< 0,001$ mg/L) e 0,006 mg/L (ponto 22) (**Figura 9b**), enquanto que as concentrações de nitrogênio amoniacal variaram entre valores inferiores ao limite de detecção do método ($< 0,01$ mg/L) e 0,18 mg/L (ponto 22) (**Figura 9c**). Assim, de maneira geral, a maior concentração de nutrientes nitrogenados foi registrada no ponto 22, localizado no rio Bonito. Considerando o perfil vertical dos pontos localizados no interior do reservatório da UHE Cana Brava, foi possível verificar semelhança nas concentrações mensuradas nas diferentes profundidades de coleta (**Figuras 10a, b, c**). Destaca-se apenas as maiores concentrações de nitrogênio amoniacal ao longo de toda a coluna da água do ponto 1 (foz do córrego Florêncio), corroborando com as baixas concentrações de oxigênio dissolvido nesse local.

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 também apresentou concentrações de N-amoniacal inferiores ao limite indicado pela resolução.

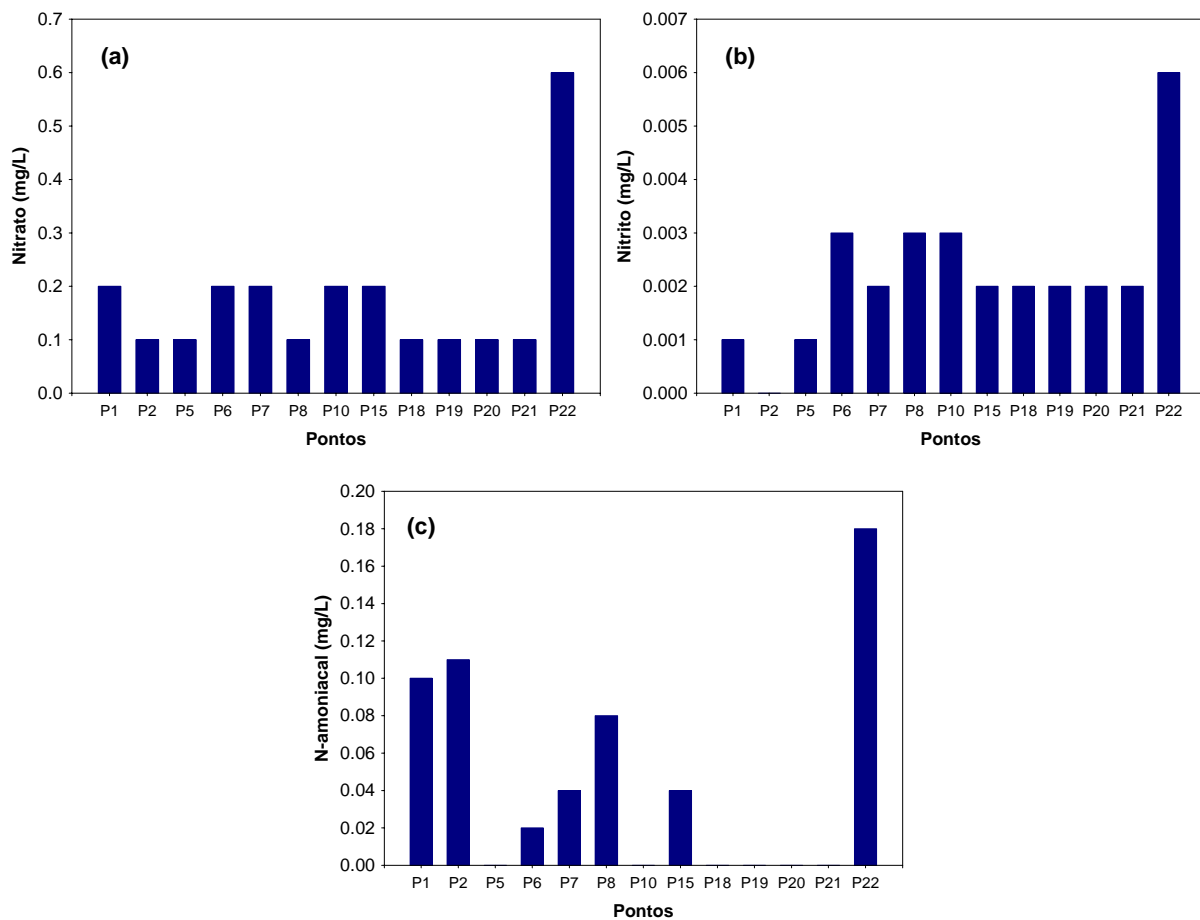


Figura 9. Concentrações de nitrato (a), nitrito (b) e nitrogênio amoniacal (c) mensuradas nos 13 pontos de coleta na área de influência da UHE Cana Brava.

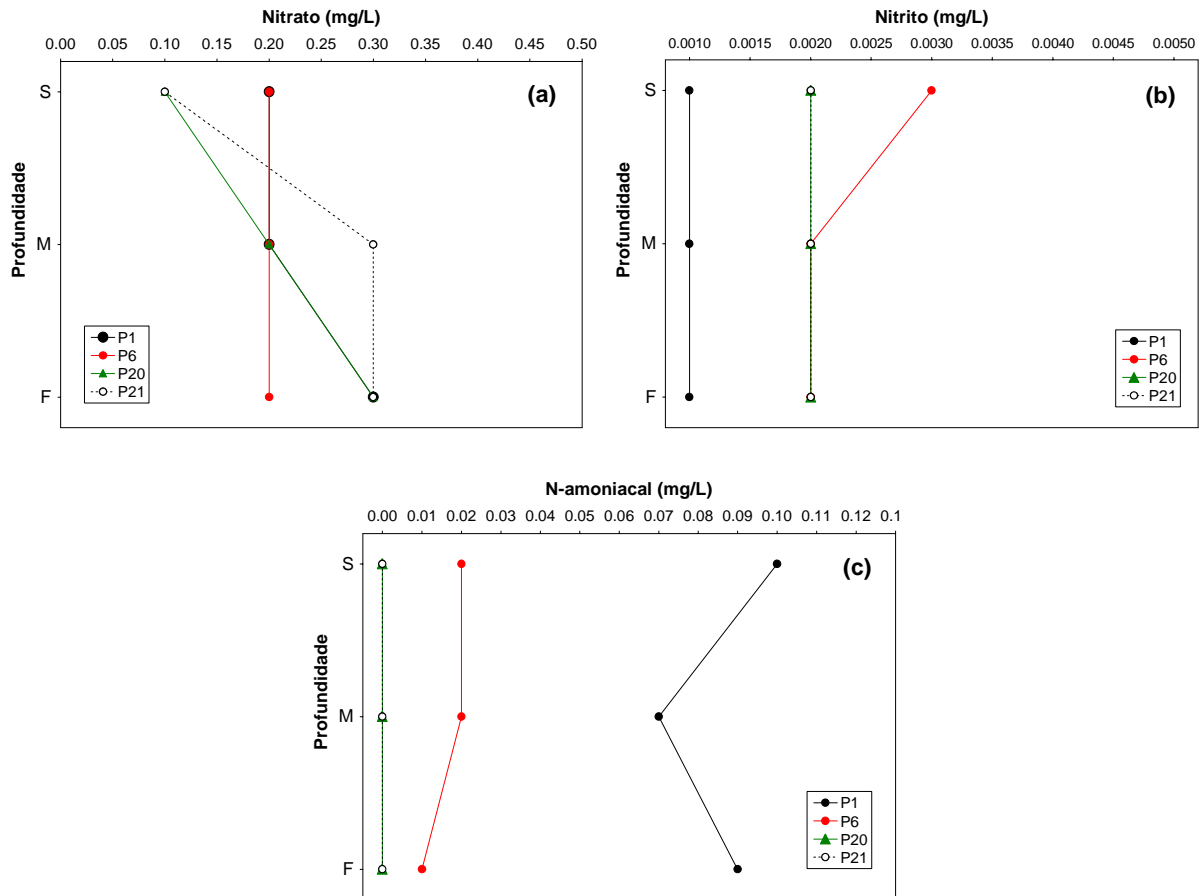


Figura 10. Perfil vertical das concentrações de nitrato (a), nitrito (b) e nitrogênio amoniacoal (c) mensurado no corpo central do reservatório da UHE Cana Brava.

DBO₅

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅) 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 monitorado do reservatório da UHE Cana Brava, as concentrações de DBO₅ variaram entre 0,8 mg/L e 2,7 mg/L (ponto 20) (**Figura 11**). Assim, todos os locais apresentaram valores de DBO₅ abaixo do limite máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (5,0 mg/L).

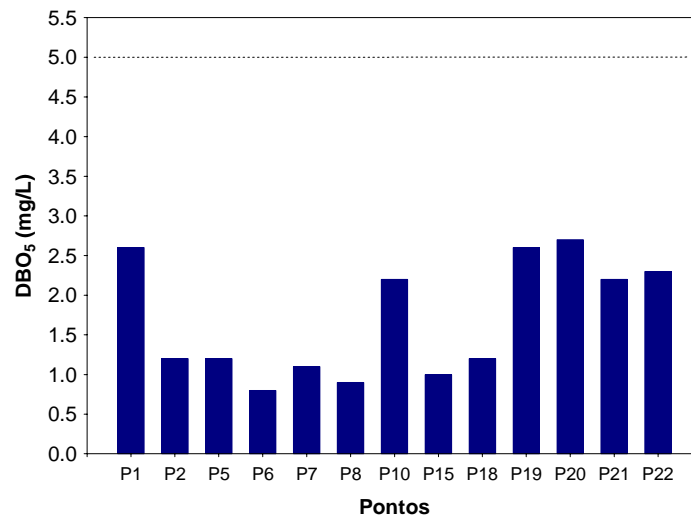


Figura 11. Valores de DBO₅ obtidos em setembro de 2011.

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.

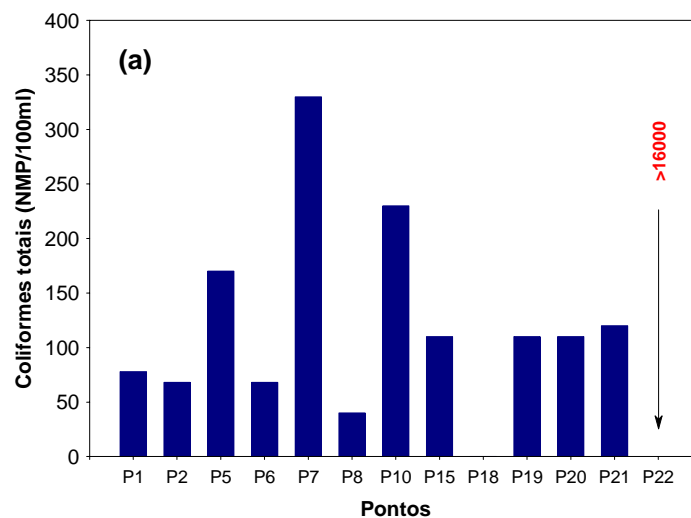
Em setembro de 2011, as concentrações de óleos e graxas no trecho monitorado estavam de acordo com o estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (i.e., para águas de classe 2 as concentrações de óleos e graxas devem ser virtualmente ausentes - V.A.).

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, a densidade de coliformes totais variou entre valores inferiores ao limite de detecção do método ($< 18 \text{ NMP}/100\text{ml}$) e valor $> 16.000 \text{ NMP}/100 \text{ ml}$ (ponto 22 – rio Bonito) (**Figura 12a**). A densidade de coliformes termotolerantes (fecais) também variou entre valores inferiores ao limite de detecção do método ($< 18 \text{ NMP}/100\text{ml}$) e valor $> 16.000 \text{ NMP}/100 \text{ ml}$ (ponto 22 – rio Bonito) (**Figura 12b**). Para águas de classe 2, no mês de setembro de 2011, somente o ponto 22, localizado no rio Bonito apresentou densidade de coliformes termotolerantes superior ao limite máximo permitido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 ($1.000 \text{ NMP}/100 \text{ ml}$).



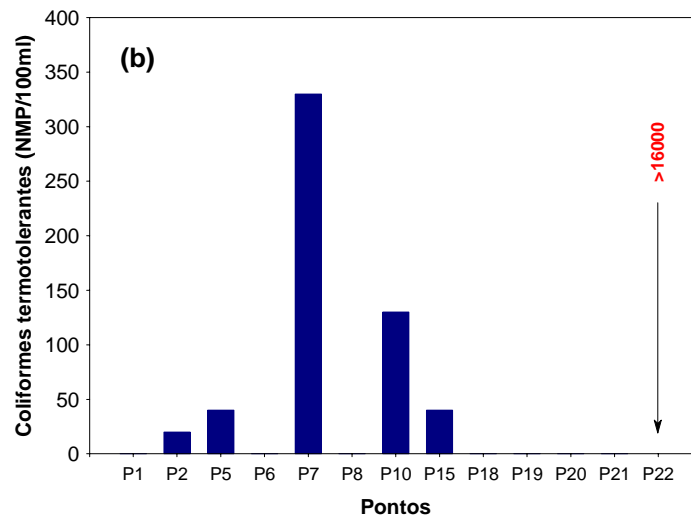


Figura 12. Densidade de coliformes totais (a) e coliformes termotolerantes (b) no trecho monitorado da UHE Cana Brava, em setembro de 2011.

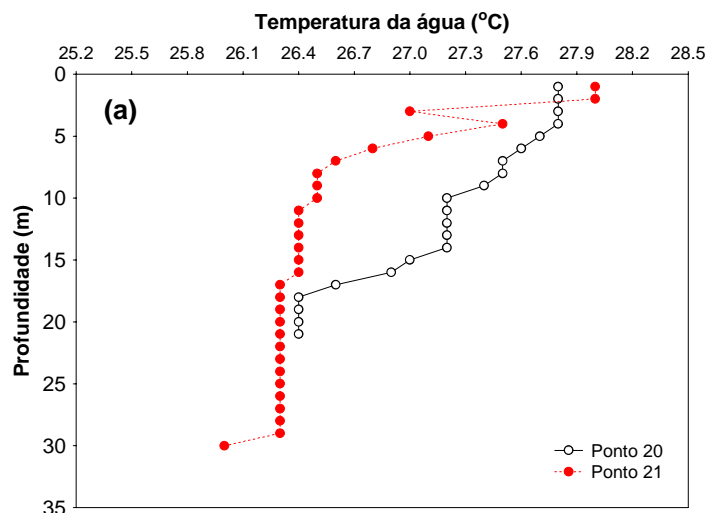
Perfil vertical dos pontos 20 e 21

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. Esta situação torna-se ainda mais limitante, com a formação de gases nocivos, tais como gás sulfídrico e metano, formados em condições anaeróbicas no ambiente (Esteves, 1998).

Assim, em setembro de 2011 foi realizada a análise do perfil vertical nos pontos 20 e 21, no interior do reservatório da UHE Cana Brava, com o objetivo principal de verificar a existência de estratificação térmica. Foi obtida a temperatura da água e concentração de oxigênio dissolvido, até a profundidade de 21 metros no ponto 20 e 30 metros no ponto 21 (**Figura 13**).

Nesse mês, a camada superficial e de fundo apresentaram diferenças de temperatura iguais a 1,4°C no ponto 20 e 2,0°C no ponto 21 (**Figura 13a**). Tais diferenças foram inferiores àquelas registradas em março de 2011 (3,5°C no ponto 20 e 3,4°C no ponto 21) e junho de 2011 (2,2°C no ponto 20 e 2,4°C no ponto 21). A análise das concentrações de oxigênio dissolvido demonstrou baixas concentrações desse gás (<5,0 mg/L) a partir de 13 metros de profundidade no ponto 20 e a partir de 6 metros no ponto 21 (**Figura 13b**).

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. Destaca-se, no entanto, as baixas concentrações de oxigênio dissolvido nas maiores profundidades de coleta no ponto 21, nas proximidades da barragem.



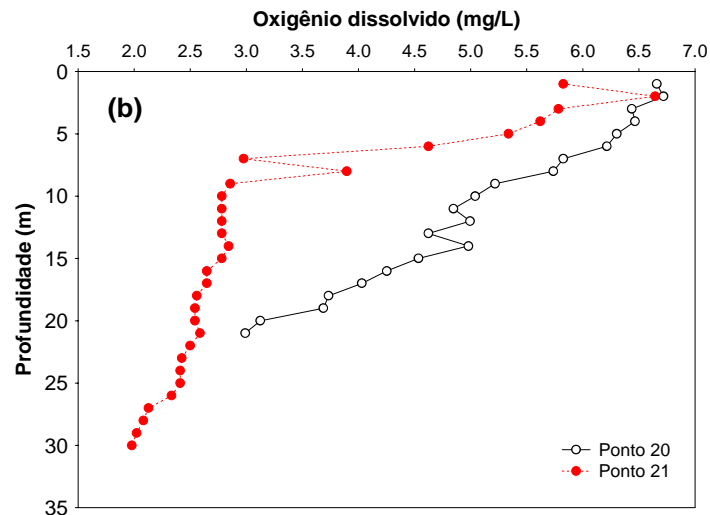


Figura 13. Perfil vertical dos valores de temperatura da água (a) e oxigênio dissolvido (b) em dois pontos localizados no corpo central do reservatório da UHE Cana Brava, em setembro de 2011.

6. Análise de mercúrio no sedimento

Metodologia

A análise para determinação de mercúrio no sedimento foi realizada através de espectrofotometria por absorção atômica. A coleta do sedimento foi realizada nos pontos 2, 7, 10, 21 e 22.

Resultados

Devido à capacidade do sedimento de liberar metais para a coluna da água por muitos anos após cessarem as fontes desses poluentes, a análise das concentrações desses compostos no material particulado, nos organismos aquáticos e nos sedimentos fornece maiores informações sobre a poluição do ambiente do que as análises das concentrações desses poluentes dissolvidos na água.

O Mercúrio é um metal traço extremamente tóxico e não-essencial que não tem função bioquímica ou nutricional. No ambiente aquático, ele é mais comumente encontrado no estado mercúrico (II), e o seu destino, uma vez que o composto é lançado, é dominado pela adsorção rápida no material orgânico solúvel e particulado; seguido pela floculação, precipitação e o acúmulo final no

sedimento de fundo. Devido à força com a qual o mercúrio se liga ao sedimento, a troca com a coluna d'água é geralmente pequena.

Para se controlar os níveis de contaminação, os órgãos ambientais estabelecem limites máximos de concentrações permissíveis desses elementos para que não ocorram danos aos organismos e à saúde pública. No Brasil, a resolução CONAMA estabelece limites para as concentrações de metais na água, no entanto, ainda não existe legislação pertinente para a concentração desses compostos no sedimento aquático.

Para efeito de comparação e para se ter uma idéia sobre as conseqüências dos teores de metais nos sedimentos, a Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), utiliza os valores-guia gerados no Canadá, na avaliação da contaminação das águas paulista desde 2002. De maneira geral, Os valores-guia do Canadá são baseados em um banco de dados químicos e biológicos obtidos na América do Norte e elaborados sob patrocínio do Conselho Canadense de Ministérios do Meio Ambiente (CCME), o qual originou o Protocolo de Derivação dos Princípios Canadenses para a Qualidade dos Sedimentos e para a Proteção da Vida Aquática (Environment Canadá, 1995). A elaboração desse protocolo teve por objetivo estabelecer critérios para avaliação da qualidade dos sedimentos e do significado toxicológico das substâncias associadas aos mesmos para os organismos aquáticos.

Nesse caso foram derivados dois valores guia, o TEL (*threshold effect level*) e o PEL (*probable effect level*). O menor limite (TEL), representa a concentração abaixo da qual raramente são esperados efeitos adversos para os organismos aquáticos, enquanto que o maior limite (PEL), representa a concentração acima da qual são freqüentemente esperados efeitos adversos para os organismos. Na faixa entre TEL e PEL situam-se os valores onde, ocasionalmente, espera-se a ocorrência de tais efeitos.

Em setembro de 2011, o sedimento analisado no reservatório da UHE Cana Brava apresentou concentrações de mercúrio abaixo do esperado para ambientes poluídos (**Tabela 2**). Valores inferiores ao TEL são classificados como “ótimos”.

Tabela 2. Concentração de mercúrio no sedimento (mg/kg), no trecho monitorado do reservatório da UHE Cana Brava, em setembro de 2011.

Variáveis	P2	P7	P10	P21	P22	TEL	PEL
Mercúrio	<0,043	<0,029	<0,029	<0,032	<0,033	0,17	0,486

7. Comunidades Biológicas

O simples monitoramento das alterações de variáveis físicas e químicas da água não é um meio seguro de avaliação de impactos, pois, muitas vezes, estas ocorrem em um período de tempo tão curto, que não são detectadas. Por outro lado, o compartimento biótico oferece um registro confiável das pressões naturais ou não, impostas ao sistema, constituindo numa somatória temporal das condições ambientais (Brandinarte *et al.*, 1999).

Assim, simultaneamente às coletas das amostras de água para as análises dos parâmetros físicos e químicos (descritos anteriormente), foram também amostradas as comunidades de fitoplâncton, zooplâncton e zoobentos, em 05 (cinco) pontos de coleta (P2, P7, P10, P21 e P22).

7.1. Comunidade Fitoplanctônica

Metodologia

As amostragens da comunidade fitoplanctônica foram realizadas a sub-superfície, utilizando-se frascos de vidro. As amostragens para o estudo quantitativo da comunidade fitoplanctônica foram fixadas com solução de lugol acético e guardadas no escuro até o momento da identificação e contagem dos organismos. Paralelamente, foram realizadas coletas com rede de plâncton de 15 micrômetros de abertura de malha, para auxiliar no estudo qualitativo, sendo estas amostras fixadas com solução de Transeau, segundo Bicudo e Menezes (2006).

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

(2005) e o resultado foi expresso em indivíduos (células, cenóbios, colônias ou filamentos) por mililitro.

Analisou-se a presença de cianobactérias visando atender a Resolução CONAMA nº 357/2005. Para a contagem do número de células de cianobactérias utilizou-se o retículo de Whipple, normalmente empregado para contagem de Unidade-Padrão de Área (UPA). As colônias intactas foram sobrepostas ao quadrado e contou-se o número de células. O retículo foi calibrado e as contagens foram realizadas utilizando câmaras de Utermöhl ou Sedgwick Rafter.

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).

Resultados

Composição e riqueza

A comunidade fitoplanctônica amostrada semestralmente na área de influência da UHE Cana Brava durante o período de setembro de 2004 a setembro de 2011 mostrou alta complexidade taxonômica (**Tabela 3**). Em setembro de 2011 foram registrados 115 táxons, distribuídos entre 10 grupos taxonômicos (**Tabela 4**). Este número de táxons foi superior ao verificado nos demais meses de estudo, exceto em setembro de 2007, quando ocorreram 140 táxons.

Como registrado ao longo do monitoramento da UHE Cana Brava, os grupos taxonômicos mais especiosos em setembro de 2011 foram Chlorophyceae, Cyanobacteria, Bacillariophyceae e Zygnemaphyceae (**Tabelas 3 e 4**), os quais são os mais freqüentes e/ou abundantes em ambientes dulcícolas.

As cianobactérias apresentaram uma média de 17 táxons ao longo do período de estudo, sendo representadas por táxons tipicamente planctônicos (**Tabela 3**), e adaptadas a uma gama de variabilidade ambiental, podendo 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).

Tabela 3. Composição fitoplanctônica na área de influência da UHE Cana Brava (GO), durante o período de setembro de 2004 a setembro de 2011.

Táxons	2004	2005		2006		2007	2008		2009		2010		2011	
	Set	Jul	Dez	Jun	Dez	Set	Fev	Ago	Fev	Out	Fev	Set	Mar	Set
Bacillariophyceae	23	29	11	25	24	34	14	26	13	20	28	20	10	32
Cyanobacteria	12	15	14	14	21	21	16	15	14	25	17	17	14	23
Chlorophyceae	29	38	30	38	37	50	33	30	20	27	20	26	20	29
Chrysophyceae	4	3	1	4	2	3	6	3	2	1	3	5	3	3
Euglenophyceae	2	1	6	5	6	3	2	2		5		3	1	3
Cryptophyceae	3	3	4	5	4	4	3	3	3	3	3	2	1	3
Zygnemaphyceae	12	11	4	13	19	18	7	17	7	17	5	15	10	18
Dinophyceae	2	1	1	1	2	2	2	1	2	1	1	3	2	2
Xanthophyceae		1		3	3	4	2	1	1	1			1	1
Oedogoniophyceae					2	1	1	1	1	1				1
Total	87	102	71	108	120	140	86	99	63	101	77	91	62	115

Tabela 4. Táxons fitoplanctônicos inventariados na área de influência da UHE Cana Brava (GO), em setembro de 2011.

Táxons	Ponto 2	Ponto 7	Ponto 10	Ponto 21	Ponto 22
BACILLARIOPHYCEAE					
<i>Achnanthes exigua</i> Grunow	x				
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kütz.) Czarn.	x	x	x		x
<i>Achnantes exigua</i> (Grunow) D.B.Czarn.					x
<i>Achnanthes</i> sp.	x	x	x		
<i>Amphipleura lindheimeri</i> Grun.	x				
<i>Amphora</i> sp.	x				
<i>Cocconeis</i> sp.					x
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.		x	x	x	x
<i>Discostella stelligera</i> (Cl. & Grunow) Houk & Klee	x	x		x	
<i>Discostella</i> sp.					
<i>Cymbella affinis</i> Kütz.	x				x
<i>Cymbella microcephala</i> Grunow	x	x	x		x
<i>Cymbella naviculiformes</i>	x		x		
<i>Eunotia</i> sp1	x				
<i>Fragilaria</i> sp.	x				
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kütz.) Rab.	x				
<i>Gomphonema augur</i> Ehrenb.					x
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenb.			x		
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kütz.) Kütz.	x		x		x
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.	x				x
<i>Navicula</i> sp.	x		x		x
<i>Navicula viridula</i> (Kütz.) Ehrenb.	x				x
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.		x			
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Smith	x	x	x		x
<i>Nitzschia</i> sp.	x				
<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehrenb.) Cleve	x		x		
<i>Pinnularia</i> sp.	x				x
<i>Surirella linearis</i> W. Sm.	x		x		
<i>Surirella</i> sp.	x				x
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitz.) Comp.	x		x		x
<i>Synedra goulardii</i> Bréb.			x		x
<i>Urosolenia eriensis</i> (Smith) Round e Craw.			x		
CYANOBACTERIA					
<i>Aphanizomenum gracile</i> Lemmerm.			x		
<i>Aphanocapsa delicatissima</i> W. et G. S. West					x

Táxons	Ponto 2	Ponto 7	Ponto 10	Ponto 21	Ponto 22
<i>Aphanocapsa elachista</i> W. & West		X		X	
<i>Aphanocapsa holsatica</i>				X	
<i>Aphanocapsa koordersii</i> Stroem	X	X		X	
<i>Chroococcus limneticus</i> Lemmerm.				X	
<i>Chroococcus minimus</i> (Keis.) Lemmerm.		X		X	
<i>Chroococcus minutus</i> (Kütz.) Näg.		X		X	
<i>Cyanodyction</i> cf. <i>imperfectum</i> Cronb. & Weib.		X		X	
<i>Cyanogranis ferruginea</i> (Wawrik) Hindák		X			
<i>Geitlerinema amphibium</i> (Gom.) Anag.		X			
<i>Geitlerinema</i> sp.	X	X	X		
<i>Jaaginema</i> sp.					X
<i>Komvophoron groenlandicum</i> Anag. & Komark.	X	X			X
<i>Komvophoron</i> sp.					X
<i>Lemmermanniella pallida</i> (Lemmerm.) Geit.		X		X	
<i>Lemmermanniella parva</i> Hind.		X		X	
<i>Lemmermanniella flexa</i> Hind.		X		X	
<i>Oscillatoria</i> sp.		X			
<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemmerm.) Kom.-Legn. & Cronb.		X		X	
<i>Planktothrix agardhii</i> (Gom.) Anag. & Kom.		X			
<i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemmerm.) Kom.					X
<i>Snowella atomus</i> Kom. & Hind		X		X	
CHLOROPHYCEAE					
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i> Cor.	X	X			
<i>Ankistrodesmus spiralis</i> (Turn.) Lem.		X			
<i>Coelastrum pulchrum</i> Schm.			X		X
<i>Crucigenia fenestrata</i> (Schm.) Schm.		X			
<i>Desmodesmus communis</i> (E. Hegew.) E. Hegew.	X				
<i>Desmodesmus hystrix</i> (Lagerh.) E. Hegew.	X		X		
<i>Desmodesmus serratus</i> (Corda) E. Hegew.	X				
<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i> Näg.	X				
<i>Euastropsis richteri</i> (Schim.) Lag.		X			
<i>Eudorina elegans</i> Ehrenb.		X			
<i>Eutetramorus fottii</i> (Hind.) Kom. Ssensu Kom.	X	X	X	X	
<i>Fusola</i> sp.				X	
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Kors.) Hind.	X				
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thur.) Kom. - Legn	X				
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berk.) Kom.-Legn.				X	
<i>Monoraphidium irregulare</i> (G. M. Smith) Kom.-Legn.	X	X			
<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nyg.	X	X		X	
<i>Monoraphidium tortile</i> (W. e G.S. West) Komárk.- Legn.	X	X			
<i>Nephrocytium lunatum</i> W. West				X	
<i>Oocystis borgei</i> Snow	X				
<i>Oocystis lacustris</i> Chod.				X	
<i>Pediastrum tetras</i> (Ehrenb.) Ralfs		X			
<i>Scenedesmus ecornis</i> (Ehrenb. ex Ralfs) Chod.	X				
<i>Spermatozopsis exsultans</i> Korschikoff	X				
<i>Sphaerocystis planctonica</i> (Kors.) Bourr.	X	X			
<i>Tetraedron caudatum</i> (Cor.) Hansg.	X	X			
<i>Tetraedron minimum</i> (A. Br.) Hansg.		X			
<i>Tetrastrum komarekii</i> Hind.				X	
Chlorococcales não identificada 2		X		X	
CHRYSOPHYCEAE					
<i>Dinobryon divergens</i> Imh.		X	X	X	
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehrenb.			X		
<i>Mallomonas</i> sp.	X				
EUGLENOPHYCEAE					
<i>Lepocinclis caudata</i> (Da Cunha) Pascher					X
<i>Lepocynclis ovum</i> (Ehrenb.) Lemmerm.					X
<i>Trachelomonas intermedia</i> P. A. Dangeard	X				
CRYPTOPHYCEAE					
<i>Chroomonas acuta</i> Uterm.	X				
<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja	X	X			
<i>Cryptomonas</i> sp.	X	X	X	X	X
ZYGNEMAPHYCEAE					
<i>Closterium</i> sp.	X				
<i>Cosmarium candianum</i> Delponte					X

Táxons	Ponto 2	Ponto 7	Ponto 10	Ponto 21	Ponto 22
<i>Cosmarium punctulatum</i> Bréb.	x		x		x
<i>Cosmarium sphagnicolum</i> West & West		x		x	
<i>Cosmarium trilobulatum</i> Reinsch	x				x
<i>Desmidium swartzii</i> C.Agardh ex Ralfs		x		x	
<i>Gonatozygon kinahanii</i> (Arch.) Rab.	x	x	x		
<i>Gonatozygon pilosum</i> Wolle		x			
<i>Micrasterias truncata</i> (Corda) Bréb ex Ralfs			x		
<i>Spirogyra</i> sp.		x			
<i>Staurastrum gracile</i> Ralfs		x			
<i>Staurastrum muticum</i> (Breb.) Ralfs		x			
<i>Staurastrum quadrangulare</i> (Breb.) Ralfs	x				
<i>Staurastrum tetracerum</i> (Kütz.) Ralfs		x	x	x	
<i>Staurastrum tetracerum</i> (Kütz.) Ralfs var. <i>excavatum</i>		x		x	
<i>Staurastrum volans</i> West & GS West		x			
<i>Staurodesmus cuspidatus</i> (Breb.) Teil.		x			
<i>Staurodesmus dickiei</i> (Ralfs)S.Lillieroth		x			
DINOPHYCEAE					
<i>Peridinium</i> sp.				x	
<i>Peridinium</i> sp1	x	x	x	x	x
XANTHOPHYCEAE					
<i>Isthmochloron gracile</i> (Reins.) Skuja				x	
OEDOGONIOPHYCEAE					
<i>Oedogonium</i> sp.	x	x			

Altos valores de riqueza de espécies ocorreram na maioria dos pontos monitorados na área de influência da UHE Cana Brava, durante o período de estudo. Os maiores valores ocorreram nos pontos 7 e 21, localizados no corpo do reservatório e os menores nos pontos situados nos tributários (**Figura 14**).

Em setembro de 2011 os maiores valores foram verificados nos pontos 2 e 7 (**Tabela 5, Figura 14**). O número de táxons variou de 19 no ponto 10 a 41 no ponto 7, com média de 30 táxons por amostra. Chlorophyceae, Bacillariophyceae e Cyanobacteria foram os grupos com maior contribuição à riqueza de espécies fitoplanctônicas (**Tabela 5, Figuras 15, 16, 17**).

Como verificado durante todo o monitoramento, em setembro de 2011 as bacilariofíceas apresentaram o maior número de táxons no ponto 10, localizado no rio do Carmo, ponto 22, situado no rio Bonito e ponto 2, situado no rio Preto e as cianobactérias, clorofíceas e zignemafíceas foram as mais importantes nos pontos localizados na região lântica do reservatório.

As clorofíceas estão geralmente associadas à alta disponibilidade de luz, fósforo e mistura da coluna de água (Reynolds et al., 2002). As bacilariofíceas foram representadas por táxons ticoplanctônicos e meroplanctônicos, sendo comuns em sistemas com alta velocidade de fluxo da água e alta turbidez.

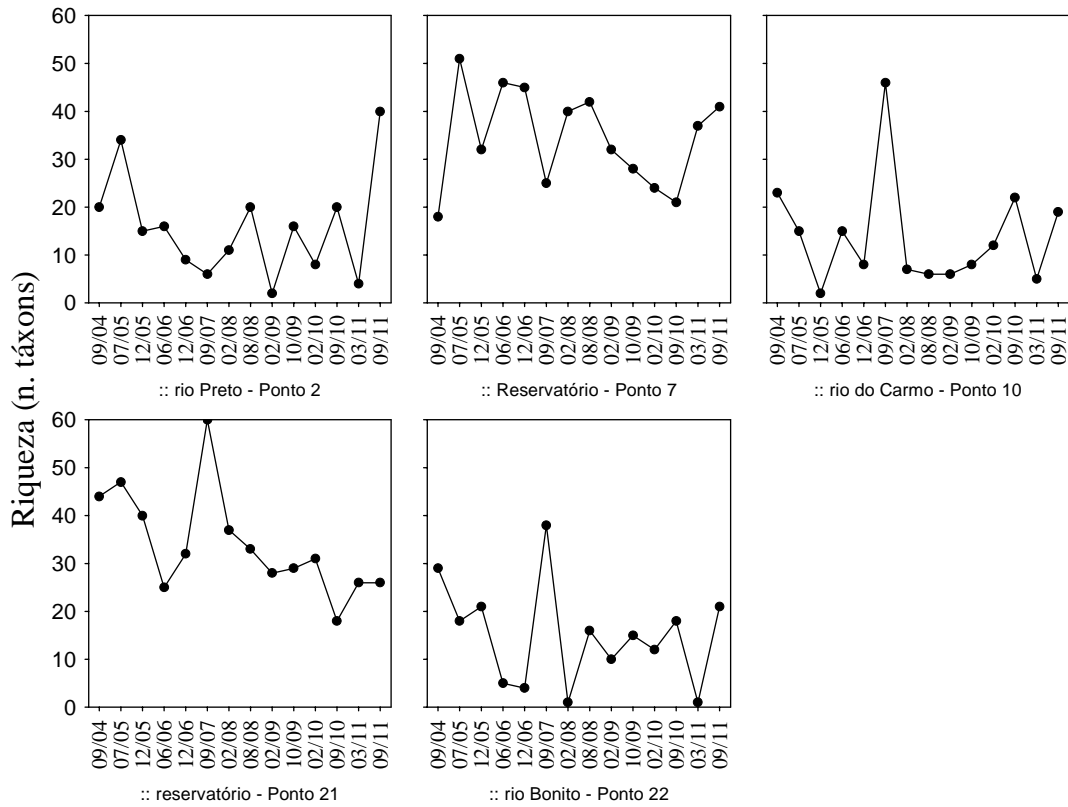


Figura 14. Riqueza de espécies fitoplancônicas na área de influência da UHE Cana Brava (GO), durante o período de estudo.

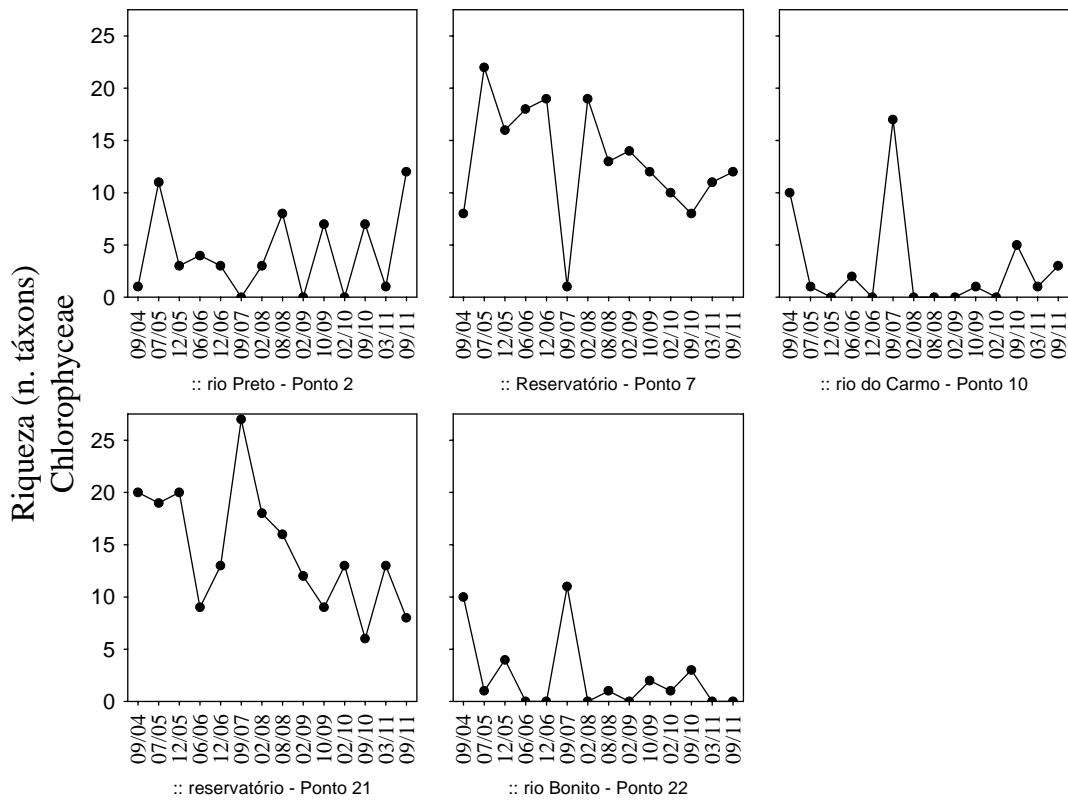


Figura 15. Riqueza de espécies de Chlorophyceae na área de influência da UHE Cana Brava (GO), durante o período de estudo.

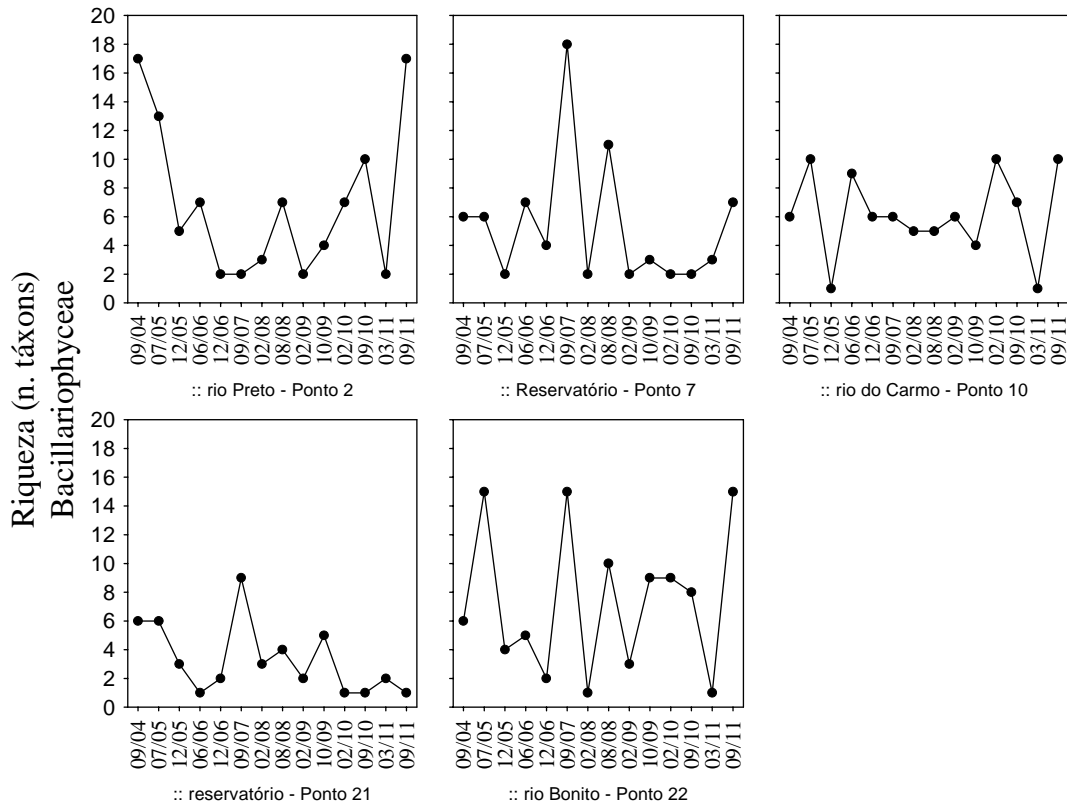


Figura 16. Riqueza de espécies de Bacillariophyceae na área de influência da UHE Cana Brava (GO), durante o período de estudo.

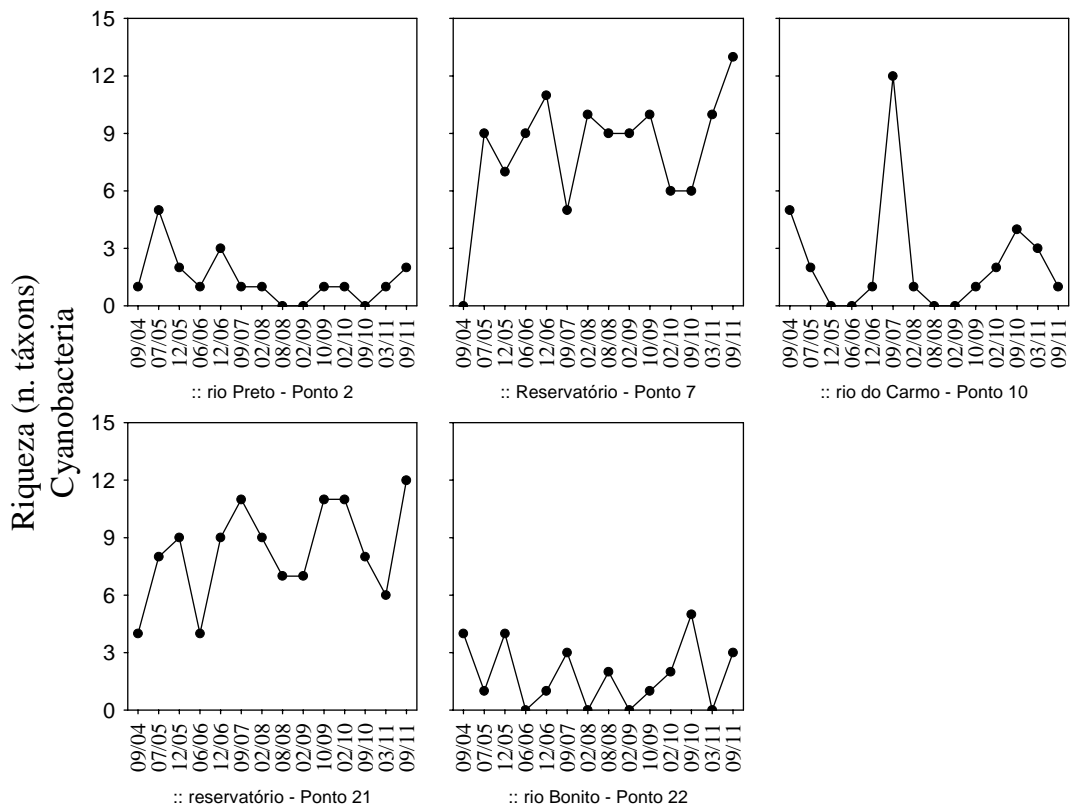


Figura 17. Riqueza de espécies de Cyanobacteria na área de influência da UHE Cana Brava (GO), durante o período de estudo.

Densidade e biomassa fitoplanctônica

Os valores de densidade e biomassa fitoplanctônica foram baixos na maioria dos pontos amostrados na área de influência do reservatório da UHE Cana Brava durante o período de estudo. Altos valores foram verificados na região lântica do reservatório, em especial no ponto 21, localizado próximo à barragem (**Figura 18**). Maiores valores ocorreram nos meses de seca e os menores no período chuvoso.

Em setembro de 2011, os valores médios de densidade e biomassa fitoplanctônica foram 1264 ind.mL^{-1} e $0,44 \text{ mm}^3.\text{L}^{-1}$. De acordo com os critérios estabelecidos por Vollenweider (1968, apud Lind et al., 1993), os resultados de biovolume obtidos para o reservatório de Cana Brava mostraram condições oligotróficas ($< 2 \text{ mm}^3.\text{L}^{-1}$). Estes resultados seguiram o verificado na maior parte do período de estudo.

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, como tem sido verificado para outros reservatórios situados no rio Tocantins (Lajeado, Peixe Angical e São Salvador) e rio Corumbá (Corumbá III) (dados não publicados). Já os menores valores de densidade e biomassa obtidos nos pontos 2, 10 e 22 (**Figura 18**), 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 considerados os principais fatores que regulam as alterações das variáveis físicas, químicas e da comunidade fitoplanctônica de sistemas lóticos (Chételat et al., 2006; Reynolds, 2006).

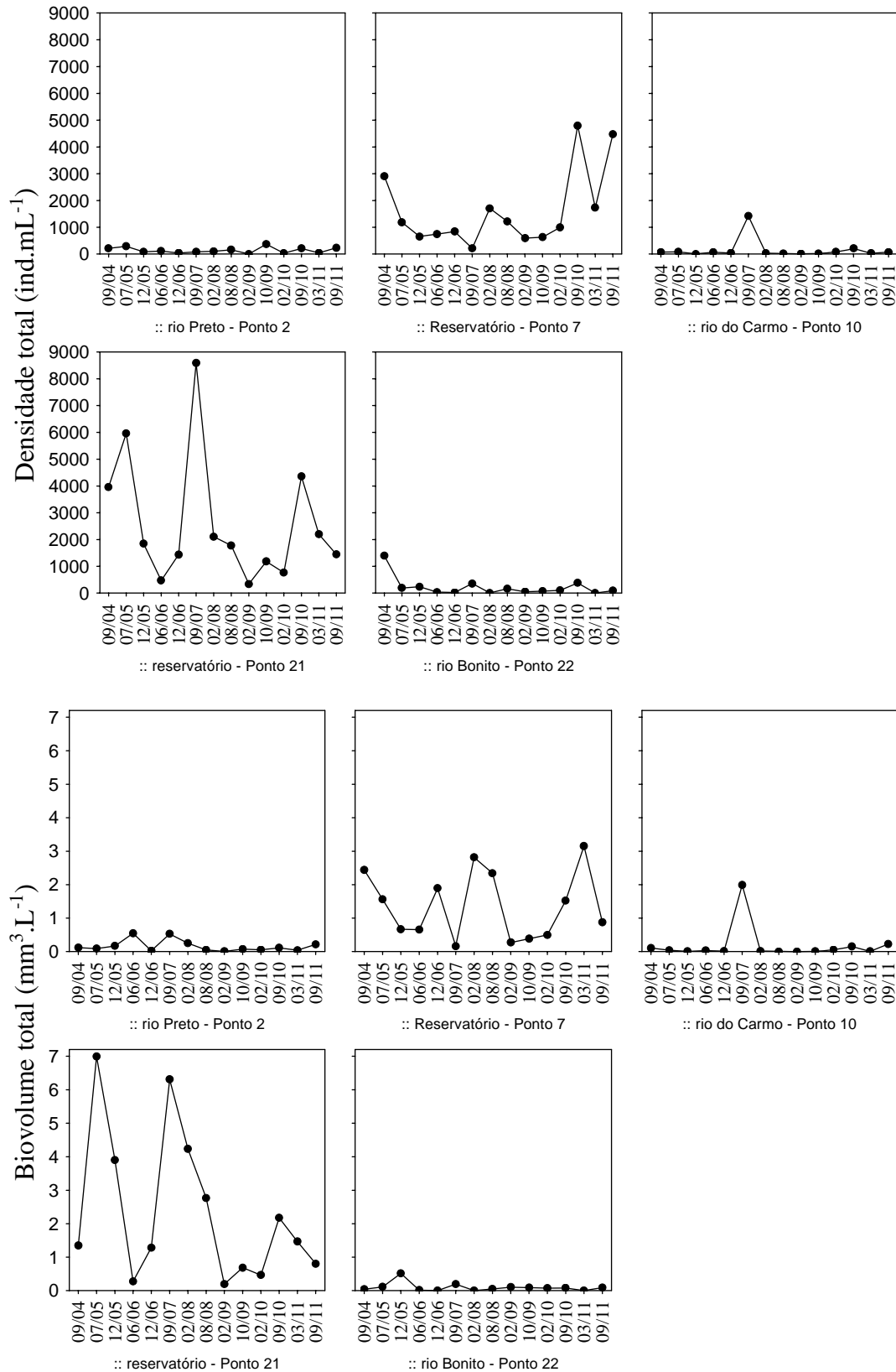


Figura 18. Densidade e biovolume fitoplanctônico nos pontos monitorados no reservatório Cana Brava (GO), durante o período de estudo.

Ao longo do monitoramento, os grupos com maior contribuição aos valores de densidade e biomassa foram Cyanobacteria, Chlorophyceae, Bacillariophyceae, Zygnemaphyceae, Cryptophyceae e Chrysophyceae.

Em setembro de 2011, os grupos mais importantes foram Cyanobacteria (**Figura 19**), Chlorophyceae (**Figura 20**), Bacillariophyceae (**Figura 21**) e Zygnemaphyceae (**Figura 22**). As cianobactérias ocorreram em todos os pontos e foram representadas principalmente por algas coloniais dos gêneros *Cyanoduction*, *Lemmermanniella*, *Snowella* e *Aphanocapsa* e pela filamentosa homocitada *Planktolyngbya limnetica*. Estes táxons apresentam pequenas dimensões, o que justifica os baixos valores de biovolume registrados na maior parte do período de estudo.

Assim como verificado ao longo do monitoramento, os resultados de biovolume de cianobactérias obtidos em setembro de 2011 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).

As clorofíceas, representadas quase que exclusivamente pela Ordem Chlorococcales, representaram o segundo grupo mais importante para a abundância fitoplanctônica nos pontos 7 e 21 (**Figura 20**). Estas algas são favorecidas em condições de disponibilidade luminosa e nutrientes, especialmente o fósforo, e mistura da coluna de água (Reynolds et al., 2002). As bacilarofíceas foram dominantes nos pontos 10 e 22, o que provavelmente esteve relacionado à adaptação que estas apresentam às condições lóxicas, devido à alta taxa de crescimento, alta razão superfície-volume e baixo limiar de saturação de luz (Reynolds, 1994; Reynolds & Descy, 1996).

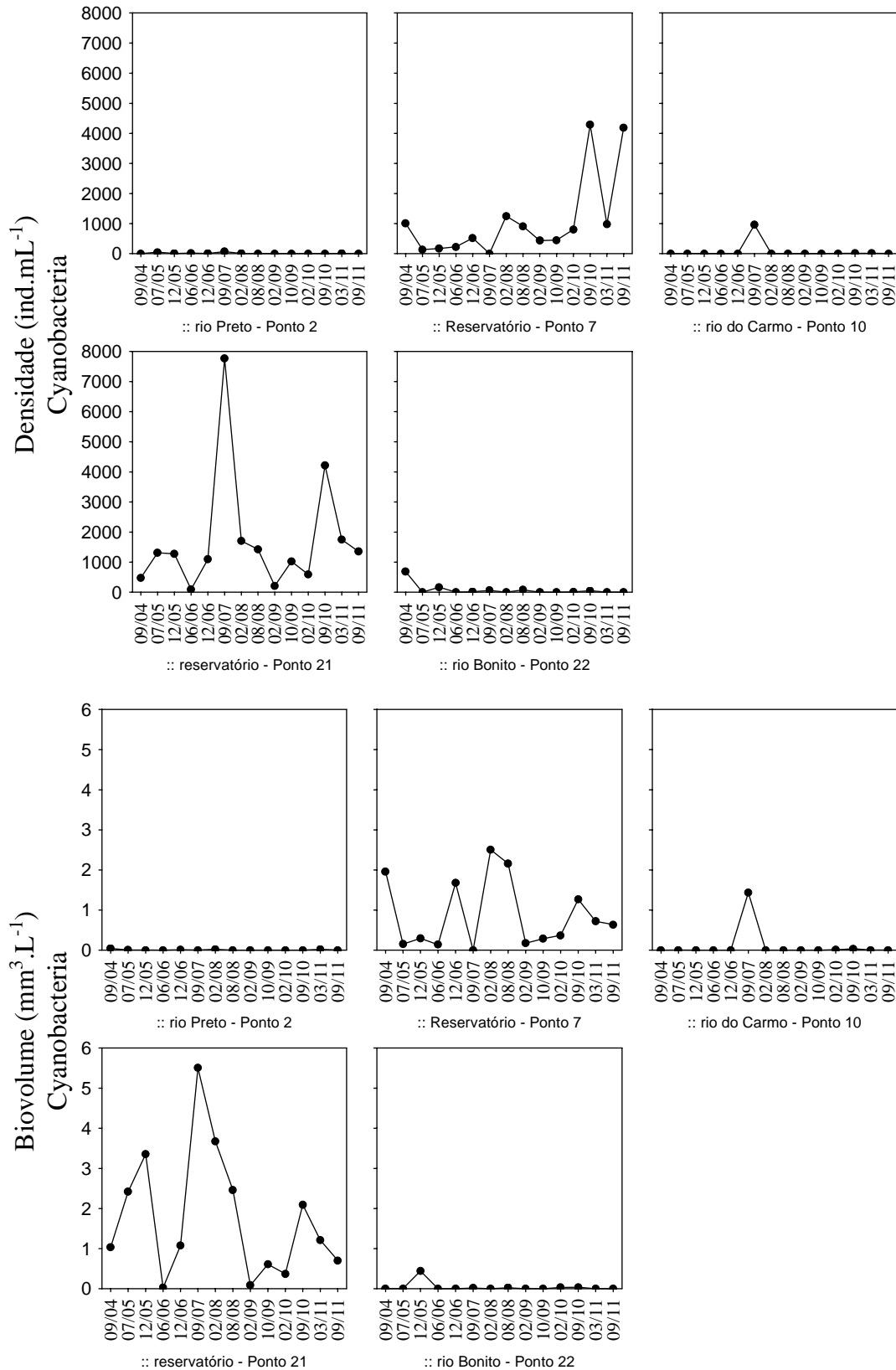


Figura 19. Densidade e biovolume de Cyanobacteria nos pontos monitorados no reservatório Cana Brava (GO), durante o período de estudo.

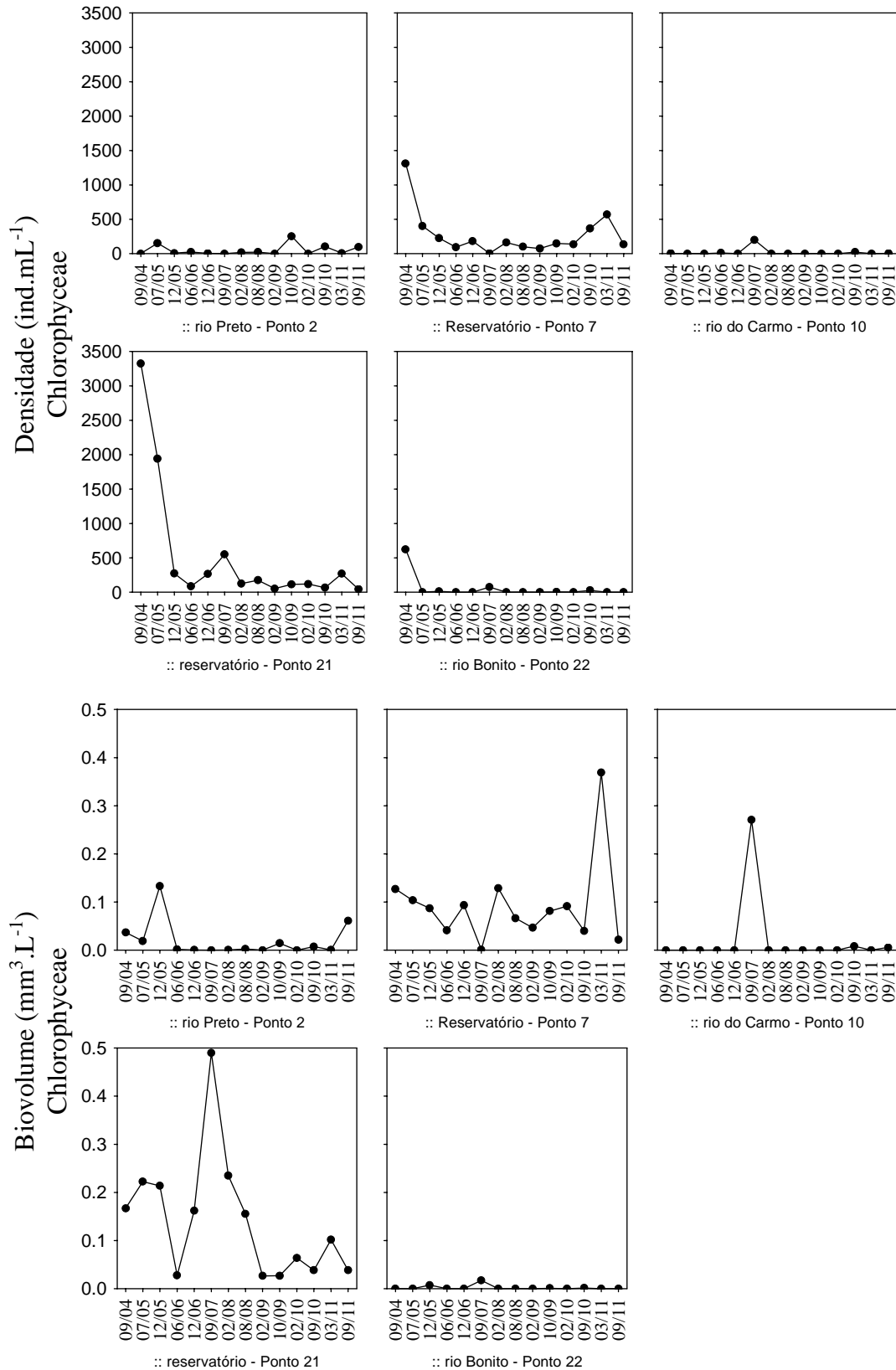


Figura 20. Densidade e biovolume de Chlorophyceae nos pontos monitorados no reservatório Cana Brava (GO), durante o período de estudo.

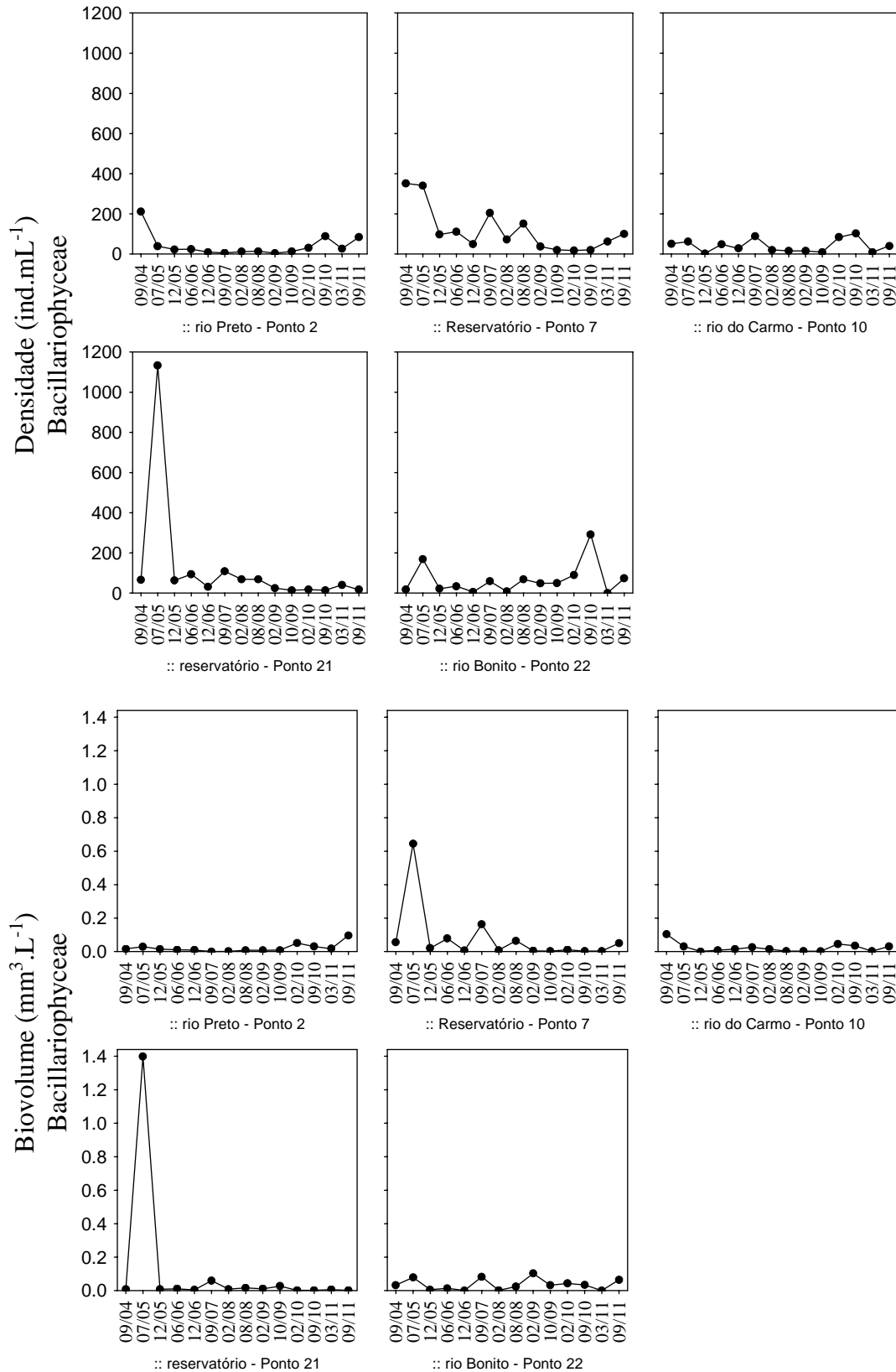


Figura 21. Densidade e biovolume de Bacillariophyceae nos pontos monitorados no reservatório Cana Brava (GO), durante o período de estudo.

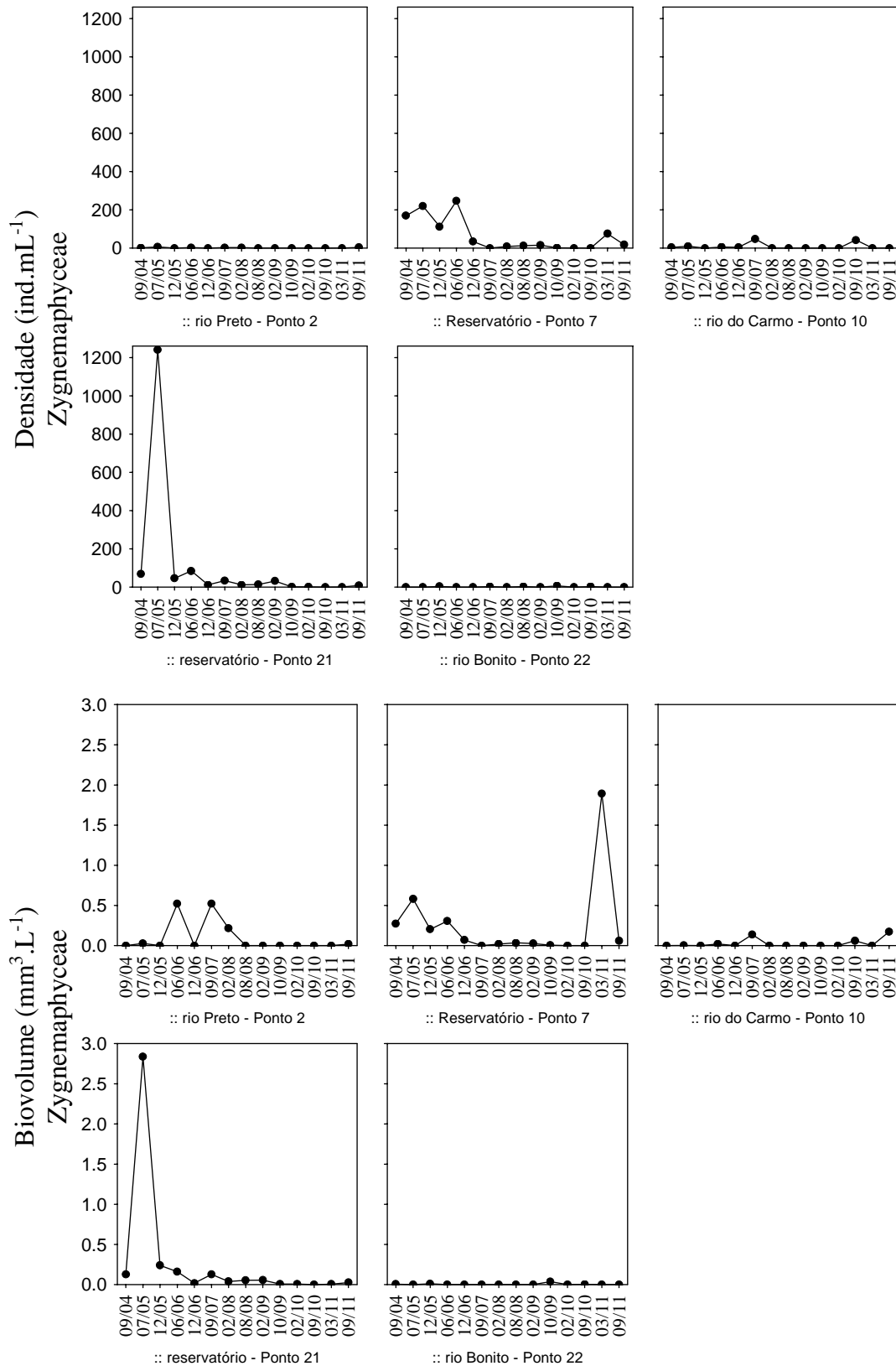


Figura 22. Densidade e biovolume de Zygnemaphyceae nos pontos monitorados no reservatório Cana Brava (GO), durante o período de estudo.

Tabela 5. Densidade (ind.mL⁻¹) dos táxons fitoplanctônicos nos pontos monitorados no reservatório Cana Brava, em (GO), em setembro de 2011.

Táxons	Ponto 2	Ponto 7	Ponto 10	Ponto 21	Ponto 22
BACILLARIOPHYCEAE					
<i>Achnanthes exigua</i> Grunow	1				
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kütz.) Czarn.	3	1	14		3
<i>Achnantes exigua</i> (Grunow) D.B.Czarn.					3
<i>Achnanthes</i> sp.	3	43	1		
<i>Cocconeis</i> sp.					9
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.		1			3
<i>Discostella stelligera</i> (Cl. & Grunow) Houk & Klee	11	14		17	
<i>Cymbella affinis</i> Kütz.	3				6
<i>Cymbella microcephala</i> Grunow	3	14	6		3
<i>Fragilaria</i> sp.	3				
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kütz.) Rab.	3				
<i>Gomphonema augur</i> Ehrenb.					3
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenb.			3		
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kütz.) Kütz.	1		3		12
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.	3				3
<i>Navicula</i> sp.	3		3		9
<i>Navicula viridula</i> (Kütz.) Ehrenb.	6				1
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.		14			
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Smith	14		6		6
<i>Nitzschia</i> sp.	9				
<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehrenb.) Cleve			3		
<i>Pinnularia</i> sp.	1				3
<i>Surirella linearis</i> W. Sm.	3		1		
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitz.) Comp.	14		1		3
<i>Synedra goulardii</i> Bréb.					6
<i>Urosolenia eriensis</i> (Smith) Round e Craw.		14			
CYANOBACTERIA					
<i>Aphanocapsa delicatissima</i> W. et G. S. West				3	
<i>Aphanocapsa elachista</i> W. & West		1		17	
<i>Aphanocapsa holsatica</i>				1	
<i>Aphanocapsa koordersii</i> Stroem		14		3	
<i>Chroococcus limneticus</i> Lemmerm.				3	
<i>Chroococcus minimus</i> (Keis.) Lemmerm.		14		3	
<i>Chroococcus minutus</i> (Kütz.) Näg.		1			
<i>Cyanoduction</i> cf. <i>imperfectum</i> Cronb. & Weib.		101		251	
<i>Cyanogranis ferruginea</i> (Wawrik) Hindák		1			
<i>Geitlerinema</i> sp.	3		6		
<i>Jaaginema</i> sp.					1
<i>Komvophoron groenlandicum</i> Anag. & Komark.	3	14			
<i>Komvophoron</i> sp.					3
<i>Lemmermanniella pallida</i> (Lemmerm.) Geit.		58		121	
<i>Lemmermanniella parva</i> Hind.		14		17	
<i>Lemmermanniella flexa</i> Hind.		14		38	
<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemmerm.) Kom.-Legn. & Cronb.		565		84	
<i>Planktothrix agardhii</i> (Gom.) Anag. & Kom.		1			
<i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemmerm.) Kom.					3
<i>Snowella atomus</i> Kom. & Hind		3391		815	
CHLOROPHYCEAE					
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i> Cor.	3	1			
<i>Ankistrodesmus spiralis</i> (Turn.) Lem.		1			
<i>Coelastrum pulchrum</i> Schm.			1		
<i>Crucigenia fenestrata</i> (Schm.) Schm.		14			
<i>Desmodesmus communis</i> (E. Hegew.) E. Hegew.	1				
<i>Desmodesmus hystrix</i> (Lagerh.) E. Hegew.	9		3		
<i>Desmodesmus serratus</i> (Corda) E. Hegew.	1				
<i>Euastropsis richteri</i> (Schim.) Lag.		1			
<i>Eutetramorus fottii</i> (Hind.) Kom. Ssensu Kom.		1	1	1	
<i>Fusola</i> sp.				6	
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Kors.) Hind.	3				
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thur.) Kom. - Legn	11				
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berk.) Kom.-Legn.				3	
<i>Monoraphidium irregulare</i> (G. M. Smith) Kom.-Legn.	11	87			

Táxons	Ponto 2	Ponto 7	Ponto 10	Ponto 21	Ponto 22
<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nyg.	31	1		6	
<i>Monoraphidium tortile</i> (W. e G.S. West) Komárk.- Legn.	20	14			
<i>Nephrocytium lunatum</i> W. West				6	
<i>Oocystis borgei</i> Snow	3				
<i>Oocystis lacustris</i> Chod.				3	
<i>Pediastrum tetras</i> (Ehrenb.) Ralfs		1			
<i>Scenedesmus ecornis</i> (Ehrenb. ex Ralfs) Chod.	3				
<i>Spermatozopsis exsultans</i> Korschikoff	3				
<i>Tetraedron caudatum</i> (Cor.) Hansg.		1			
<i>Tetraedron minimum</i>		1			
<i>Tetrastrum komarekii</i> Hind.				12	
Chlorococcales não identificada 2		14		6	
CHRYSOPHYCEAE					
<i>Dinobryon divergens</i> Imh.		1	6	20	
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehrenb.			3		
<i>Mallomonas</i> sp.	3				
EUGLENOPHYCEAE					
<i>Lepocinclis caudata</i> (Da Cunha) Pascher					3
<i>Lepocynclis ovum</i> (Ehrenb.) Lemmerm.					3
<i>Trachelomonas intermedia</i> P. A. Dangeard	1				
CRYPTOPHYCEAE					
<i>Chroomonas acuta</i> Uterm.	6				
<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja	6	1			
<i>Cryptomonas</i> sp.	20	14	6	1	3
ZYGNEMAPHYCEAE					
<i>Closterium</i> sp.					
<i>Cosmarium candianum</i> Delponte					
<i>Cosmarium punctulatum</i> Bréb.	3				
<i>Cosmarium sphagnicolum</i> West & West		1		3	
<i>Cosmarium trilobulatum</i> Reinsch	1				
<i>Desmidium swartzii</i> C. Agardh ex Ralfs		1			
<i>Gonatozygon kinahanii</i> (Arch.) Rab.			1		
<i>Staurastrum gracile</i> Ralfs		1			
<i>Staurastrum muticum</i> (Breb.) Ralfs		1			
<i>Staurastrum tetracerum</i> (Kütz.) Ralfs		14		6	
DINOPHYCEAE					
<i>Peridinium</i> sp.					
<i>Peridinium</i> sp1	3		3	3	
XANTHOPHYCEAE					
<i>Isthmochloron gracile</i> (Reins.) Skuja					
OEDOGONIOPHYCEAE					
<i>Oedogonium</i> sp.	3	14			

7.2. Comunidade Zooplânctônica

Metodologia

As amostras de zooplâncton foram obtidas logo abaixo da superfície utilizando-se uma moto-bomba. Por amostra, 1000 litros de água foram filtrados em uma rede de plâncton de 68 µm de abertura de malha. O material coletado foi acondicionado em frascos de polietileno e fixado em solução de formaldeído a 4%, tamponada com carbonato de cálcio.

Previamente às análises, as amostras de zooplâncton foram coradas com Rosa de Bengala, a fim de aprimorar a visualização dos organismos nas amostras. Em seguida, foram concentradas em um volume conhecido e variável (75 a 600 mL), considerando a quantidade de organismos e, principalmente, a quantidade de material em suspensão na amostra, que dificultou a visualização dos espécimes na mesma.

A composição zooplanctônica foi avaliada utilizando-se lâminas e lamínulas comuns e microscópio óptico. A abundância da comunidade foi estimada através da contagem, em câmaras de Sedgwick-Rafter, de 05 (cinco) sub-amostras, de 1,5 ml (total de 7,5 ml), obtidas com pipeta do tipo Hensen-Stempell, sendo os resultados de densidade final apresentados em indivíduos por m³. Visto que o método de sub-amostragem não é suficiente para fornecer resultados satisfatórios de riqueza de espécies, após as contagens das sub-amostras, procedeu-se uma análise qualitativa das mesmas. Como riqueza de espécies, considerou-se o número de espécies presentes em cada unidade amostral (ponto de amostragem).

Resultados

Os resultados de composição do zooplâncton, obtidos para a área de influência do reservatório da UHE Cana Brava, em setembro de 2011, evidenciaram a ocorrência de 47 táxons, destacando-se, neste período, os protozoários testáceos, com 19 espécies, seguidos por rotíferos com 14 táxons, cladóceros com 8 e copépodes com 6 espécies (**Tabela 6**).

Temporalmente, este resultado representa um incremento substancial no número de espécies do zooplâncton na área de estudo, quando comparado ao resultado obtido em março de 2011 (34 espécies), e reforça a idéia de alterações cíclicas no número de espécies para a área de estudo, determinadas pelas variações hidrodinâmicas sazonais associadas ao regime de chuvas.

Esse elevado número de espécies de protozoários testáceos e rotíferos, observado na área de estudo, até mesmo com a dominância de testáceos em alguns períodos é, certamente, determinado pela ocorrência de áreas lóticicas e lênticas no delineamento amostral, de forma que, um grande número de

espécies de testáceos é observado nas áreas predominantemente lóxicas, enquanto muitas espécies de rotíferos são registradas nas áreas lênticas (**Tabela 6**). No zooplâncton de ambientes lênticos seria esperada uma ampla dominância de rotíferos, em termos de número de espécies, e uma ocorrência pouco representativa de protozoários testáceos.

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 da UHE Cana Brava, em setembro de 2011.

GRUPO	FAMÍLIA	ESPÉCIES/ PONTOS	Ponto 2	ponto 7	ponto 10	Ponto 21	Ponto 22
Testacea	Arcellidae	<i>Arcella discoides</i>	60	1	140		2
		<i>A. gibbosa</i>	40				
		<i>A. hemisphaerica</i>			20		
		<i>A. megastoma</i>			1		
		<i>A. vulgaris</i>	80				
	Centropyxidae	<i>Centropyxis aculeata</i>	200	160	80		30
		<i>C. discoides</i>		1	1		10
		<i>C. ecornis</i>	80	160			1
		<i>C. gibba</i>		80			
		<i>C. platystoma</i>	1				
	Cyclopyxis	<i>Cyclopyxis impressa</i>	1		40		
		<i>Cyclopyxis kahli</i>	100		1		
	Diffugiidae	<i>Diffugia gramen</i>		80			
		<i>D. lobostoma</i>					20
		<i>Diffugia</i> sp.	1		20		
	Lesquereusidae	<i>Lesquereusia spiralis</i>		400			
	Plagyopyxidae	<i>Plagyopyxis</i> sp.	20				
Trigonopyxidae	<i>Trigonopyxis arcula</i>	1					
TOTAL TECAMEBAS			584	882	303	0	64
Rotifera	Brachionidae	<i>Brachionus falcatus</i>			60		
		<i>Keratella americana</i>		80		40	
		<i>Plathyas quadricornis</i>				1	
		<i>Plathyonus patulus patulus</i>		1			
		<i>P. patulus macrachanthus</i>	1				
	Euchlanidae	<i>Euchlanis dilatata</i>	1				
	Lecanidae	<i>Lecane bulla</i>	20	80	60		
		<i>L. cornuta</i>	1		20		
		<i>L. leontina</i>	20				
		<i>L. luna</i>	1				
	Notomatidae	<i>Notomata</i> sp.	1				10
	Philodinidae	<i>Bdeloidea</i>	20			1	10
	Testudinellidae	<i>Testudinella patina</i>		1			
Trichotridae	<i>Macrochaetus sericus</i>	80	80				
TOTAL ROTÍFEROS			145	242	140	42	20
Cladocera	Bosminidae	<i>Bosmina hagdmani</i>		80		40	
		<i>Bosminopsis deitersii</i>	580	160			
	Chydoridae	<i>Chydorus eurynotus</i>		80			

GRUPO	FAMÍLIA	ESPÉCIES/ PONTOS	Ponto 2	ponto 7	ponto 10	Ponto 21	Ponto 22
		<i>Alona</i> sp.		1			
		<i>Ephemeropurus</i> cf. <i>barroisi</i>			20		
	Daphnidae	<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	20				
		<i>Daphnia gessneri</i>				3	
	Sididae	<i>Diaphanosoma spinulosum</i>		80		7	
TOTAL CLADÓCEROS			600	401	20	50	0
Copepoda	Cyclopidae	<i>Ectocyclops rubencens</i>	1				
		<i>Thermocyclops decipiens</i>			20		
		<i>Thermocyclops minutus</i>		80			
		náuplio de Cyclopoida	140	1360	40	600	10
		copepodito de Cyclopoida	1	1120	60	120	
	Diaptomidae	<i>Argirodiaptomus azevedoi</i>				2	
		<i>Notodiaptomus cearensis</i> .				80	
		<i>Notodiaptomus</i> sp.		800			
		náuplio de Calanoida		800		560	
		copepodito de Calanoida		560	1	400	
TOTAL COPÉPODES			142	4720	121	1762	10

Em relação à composição dos diferentes grupos, em setembro de 2011, destacaram-se, mais uma vez, entre os testáceos, as famílias Arcellidae e Centropixidae (**Tabela 6**), famílias estas frequentemente registradas entre as três mais especiosas de testáceos, em ambientes dulcícolas amplamente aquáticos, como rios, lagos e reservatórios (Velho, 1999, Vieira et al., 2007, Lansac-Tôha et al., 2007; Alves et al., 2010).

Para os rotíferos, corroborando o padrão observado para ambientes aquáticos continentais tropicais (Lansac-Tôha et al., 2004), observou-se, em setembro último, o predomínio das famílias Lecanidae e Braquionidae (**Tabela 6**).

Entre os cladóceros destacou-se, em setembro de 2011, os Chydoridae, com 3 espécies (**Tabela 6**). Esta família é a que apresenta o maior número de espécies descritas entre os cladóceros, e é constituída, em grande parte, por espécies de hábito preferencialmente litorâneo.

Os copépodes, em setembro último, estiveram representados igualmente por Diaptomidae e Cyclopidae, cada família com 3 espécies (**Tabela 6**).

Em geral, os resultados de composição específica do zooplâncton, obtidos em setembro de 2011, evidenciam uma marcada contribuição de organismos não planctônicos, especialmente testáceos, mas também uma elevada ocorrência de espécies litorâneas de rotíferos e microcrustáceos,

sugerindo uma maior influência de condições lótica na área de estudo, neste último período de amostragem.

Riqueza de Espécies

Os resultados de riqueza de espécies obtidos em setembro de 2011 evidenciaram valores variando entre 9 e 23 espécies (**Figura 23**), com média aproximada de 17 espécies para a área de estudo. Temporalmente, observa-se um incremento substancial na riqueza de espécies, em relação a março de 2011, estando o valor registrado em setembro, no entanto, dentro da variação que vinham sendo observada para a área de estudo, nos últimos meses de amostragem (entre 15 e 18 espécies).

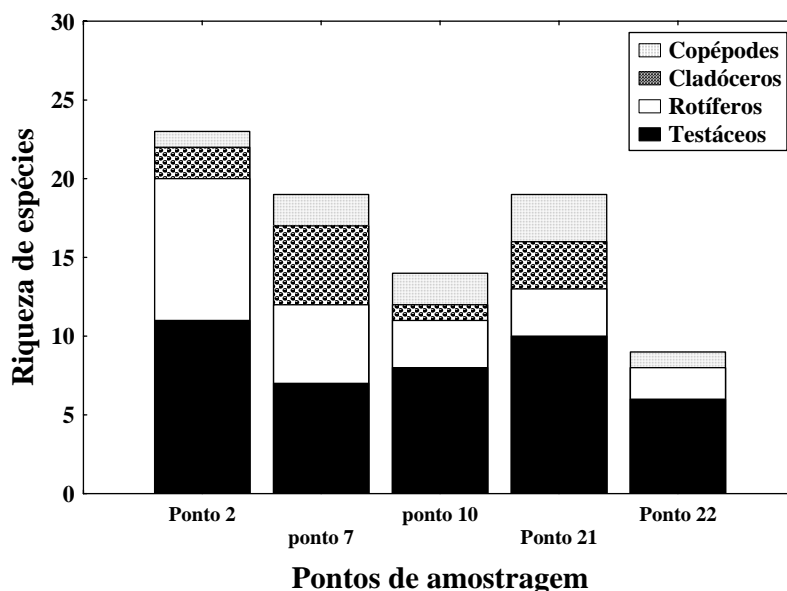


Figura 23. Variação espacial da riqueza de espécies dos diferentes grupos zooplânctônicos registrados nos pontos de amostragem do programa de monitoramento do reservatório da UHE Cana Brava, em setembro de 2011.

Espacialmente, contrariando os resultados frequentemente registrados para a área de estudo, em setembro último maiores valores de riqueza de espécies foram registrados nos pontos 2 e 21, determinados pela grande contribuição de testáceos em ambos os pontos e de rotíferos no primeiro. Por outro lado, os menores valores deste atributo foram verificados nos pontos 10 e 22, caracterizados pela baixa riqueza de rotíferos e microcrustáceos, mas também com reduzida riqueza de testáceos (**Figura 23**). Esses pontos apresentam, em geral, elevados valores de riqueza de espécies do zooplâncton, com elevada diversidade de testáceos.

Abundância

Em setembro de 2011, os valores de densidade do zooplâncton variaram entre 94 e 6.245 ind.m⁻³ (**Figura 24**), com uma densidade média aproximada de 2.050 ind.m⁻³ para a área de estudo. Temporalmente esse resultado evidencia um incremento de cerca de 50% na densidade, em relação a março deste ano.

Embora os resultados de riqueza de espécies, este mês, tenham sido diferentes do padrão frequentemente registrado para a área de estudo, a distribuição espacial da abundância do zooplâncton, reforça mais uma vez, o padrão frequentemente observado ao longo do monitoramento, de forma que, maiores valores de densidade foram, novamente, registrados nos pontos predominantemente lânticos (pontos 7 e 21), onde copépodes foram amplamente dominantes, enquanto que os menores valores de abundância foram registrados nos pontos com maior influência de condições lólicas (pontos 2, 10 e 22), e onde os testáceos foram, em geral, os mais abundantes (**Figura 24**). Destaca-se, para o ponto 2, as maiores densidades de cladóceros, e para o ponto 7, as maiores densidades de protozoários testáceos registradas para a área de estudo, neste último mês de amostragem (**Figura 24**).

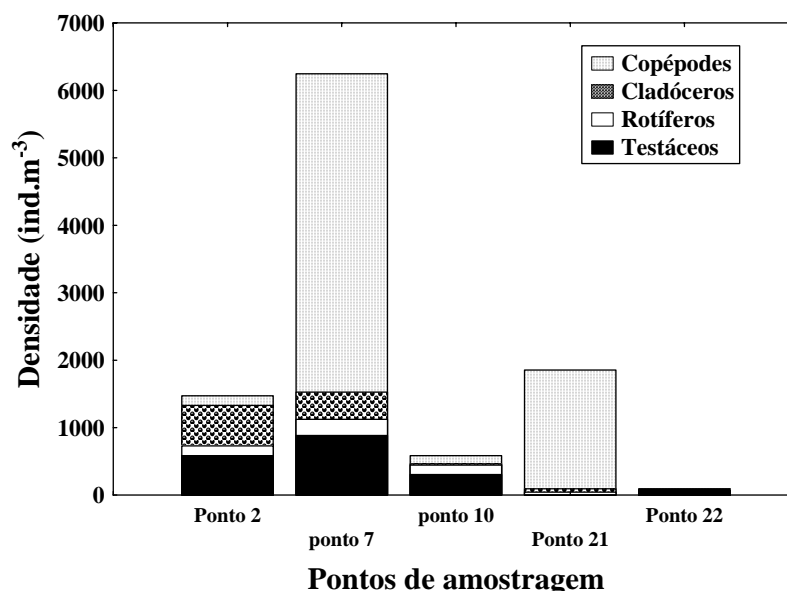


Figura 24. Variação espacial da abundância dos diferentes grupos zooplanctônicos registrados nos pontos de amostragem do programa de monitoramento do reservatório da UHE Cana Brava, em setembro de 2011.

Considerando-se a participação das diferentes espécies na abundância do zooplâncton, entre os protozoários testáceos, dominantes nos pontos 2, 10 e 22, destacaram-se este mês as espécies *Centropyxis aculeata* e *C. ecornis*, além de *Lesquereusia spiralis*, essencialmente no ponto 7 (**Tabela 6**). Entre os rotíferos, novamente pouco representados na área de estudo, destacaram-se as espécies *Keratella americana* e *Lecane bulla* (**Tabela 6**).

Para os cladóceros, destacou-se em setembro último o bosminídeo *Bosminopsis deitersi*, abundante principalmente no ponto 1 (**Tabela 6**).

Entre os copépodes, destacaram-se novamente suas formas jovens (náuplios e copepoditos), tanto de ciclopídeos como de diaptomídeos (**Tabela 6**). Como já amplamente discutido em relatórios anteriores, a dominância de náuplios e copepoditos em relação aos adultos é freqüentemente registrada em reservatórios brasileiros (Cabianca e 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 e Sendacz, 1985).

Para os adultos deste grupo, assim como em períodos anteriores, predominaram, em setembro de 2011, os diaptomídeos, representados por *Notodiaptomus cearensis*. Entre os ciclopídeos, registrou-se este mês a ocorrência das espécies de *Thermocyclops*, com o predomínio de *T. minutus* o que sugere, mais uma vez, uma boa qualidade ambiental para a área de estudo.

7.3. Comunidade Zoobentônica

Metodologia

A amostragem qualitativa e quantitativa dos organismos bentônicos foi realizada com uma draga de Petersen em todos os pontos. O material coletado foi levado ao laboratório e processado utilizando uma série de peneiras com diferentes aberturas de malhas, para facilitar o processo de triagem. Em seguida foi acondicionado em frascos plásticos e fixado com álcool 80%. A análise desse material (triagem, identificação e contagem dos táxons encontrados) foi realizada com estereomicroscópio. Foram utilizadas as

seguintes referências bibliográficas para auxílio nas identificações dos táxons: Edmondson (1959), Wiggins (1977), Edmunds Jr. et al. (1979), Wiederholm (1983), Pérez (1987), McCafferty (1988), Peckarsky et al. (1990), Thorp e Covich (1991), Epler (1992), Trivinho-Strixino e Strixino (1995), Merrit e Cummins (1996), Rosemberg e Resh, (1996) Pes et al. (2005) e Mugnai et al. (2010).

A densidade numérica dos invertebrados bentônicos foi calculada pela área do amostrador Petersen e o resultado expresso em indivíduos por metro quadrado.

Resultados

Em setembro de 2011 foram identificados 21 táxons da comunidade bentônica, na área de influência da UHE Cana Brava (**Tabela 7**). Foi verificado um aumento de 14 táxons da comunidade em relação à amostragem realizada em março de 2011, sendo a maioria representada pelos insetos. Esse aumento pode ser atribuído ao período seco, uma vez que oferece maior estabilidade aos táxons.

Dentre os táxons identificados, destaca-se Chironomidae e Oligochaeta, registrados em 4 dos 5 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 no lago do reservatório da UHE Cana Brava.

Destaca-se a presença de 6 gêneros de Ephemeroptera e 3 de Trichoptera que foram registrados em sua maioria no ponto 10 (rio do Carmo), que é um ambiente lótico e apresenta o fundo formado por pedras, o que fisicamente é favorável à colonização desses táxons. Assim, a maior riqueza taxonômica foi registrada nesse local (**Figura 25**). Pode-se considerar esse local com boa qualidade da água, pois esses gêneros apresentam certo grau de sensibilidade, especialmente os da família Leptophlebiidae (*Thraulodes* e *Hagenulopsys*).

Os pontos 10 (10 táxons) e 2 (7 táxons) apresentaram os maiores valores de riqueza taxonômica dentre os locais monitorados em setembro de 2011. Em geral, em setembro de 2011 foram verificados maiores valores para

este atributo em relação à amostragem realizada em março de 2011, período chuvoso (**Figura 25**).

Os pontos 7 e 22 mantiveram baixos valores de riqueza, quando comparados com a amostragem realizada em março de 2011. Por outro lado, no ponto 21 (próximo à barragem), local que apresenta alta profundidade, foi verificado um aumento da riqueza taxonômica, uma vez que em março de 2011 não foram registrados táxons da comunidade bentônica nesse local (**Figura 25**). É importante mencionar a presença do Gastopoda *Melanoides* nesse local, que apesar da baixa densidade, deve ser monitorado com cautela, devido ser uma espécie invasora. Esse gênero, quando presente em alta densidade, provoca uma redução significativa da biodiversidade do local, por não existir predador natural para esse gastrópode.

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. Quando comparados os resultados obtidos em setembro com as amostragens anteriores, verifica-se que sempre nas amostragens realizadas em setembro, período de estiagem, a riqueza taxonômica é maior.

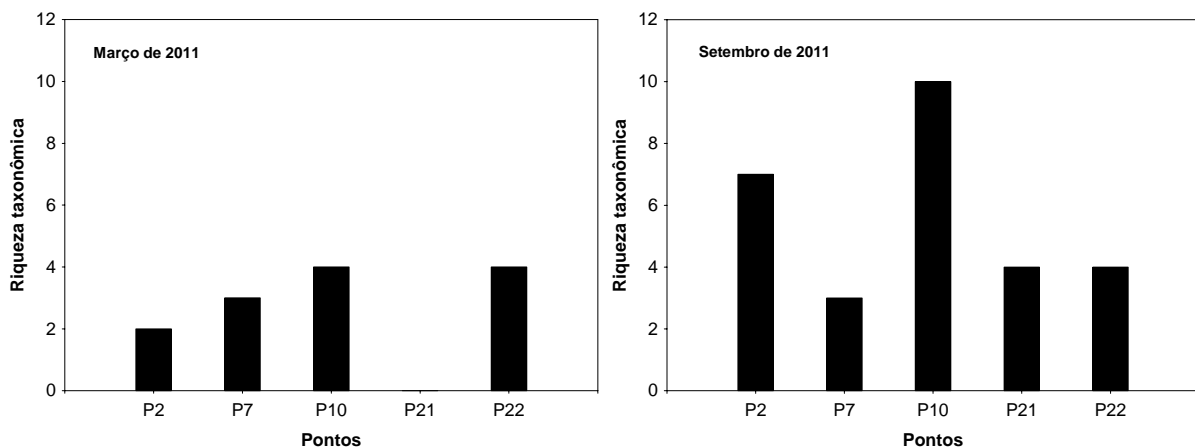


Figura 25. Riqueza taxonômica registrada nos locais amostrados, em março e setembro de 2011.

Em setembro de 2011 foi verificado um aumento significativo da abundância total, especialmente no ponto 22, demonstrando assim que este local encontra-se com baixa uniformidade de recursos. Esse resultado foi

confirmado pela equitabilidade, que apresentou resultado extremamente baixo (0,88). Neste local foi verificada uma densidade bastante elevada de Chironomidae, Nematoda e Nemertea, que são táxons extremamente resistentes à alterações ambientais (**Tabela 7**).

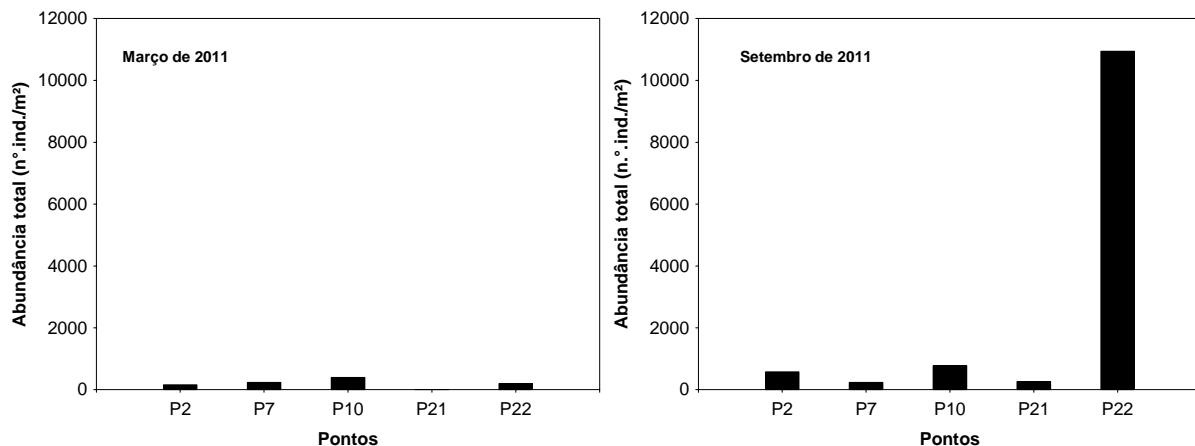


Figura 26. Abundância total registrada nos pontos amostrados, em março e setembro de 2011.

Em setembro de 2011, assim como em março de 2011, em setembro e março de 2010 e em fevereiro e setembro de 2009, os táxons Chironomidae e Oligochaeta apresentaram as maiores abundâncias médias e freqüências. Nematoda e Nemertea também apresentaram alta abundância média nesse período (**Tabela 7**). 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 a mudanças que o ambiente possa vir a sofrer, vivendo tanto em locais poluídos como em ambientes que apresentam ótima qualidade da água.

Na maioria dos pontos amostrados o substrato coletado foi areia fina e matéria orgânica, favorecendo então os táxons registrados com as maiores densidades e freqüências (Oligochaeta, Chironomidae, Nematoda e Nemertea). 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 e Cummins, 1996), além de servir de abrigo e local para fixação.

Em setembro de 2011 os maiores índices de diversidade foram registrados nos pontos 2 e 10, devido à maior riqueza verificada. A equitabilidade apresentou valores similares entre os locais monitorados, com exceção do ponto 21, que devido ao predomínio de Chironomidae, Nemertea e Nematoda, registrou uma equitabilidade extremamente baixa (**Tabela 7**).

Tabela 7. Comunidade de invertebrados bentônicos registrada em setembro de 2011.

Táxons	P2	P7	P10	P21	P22	Abundância Média	Frequência
Diptera							
Chironomidae	220	0	440	100	4160	984	4
Ceratopogonidae	20	0	0	0	0	4	1
Tipulidae	0	0	0	20	20	8	2
Ephemeroptera							
Ephemeroptera NI	20	0	0	0	0	4	1
<i>Cloeodes</i>	20	0	0	0	0	4	1
<i>Thraulodes</i>	0	0	20	0	0	4	1
<i>Hagenulopsys</i>	0	0	20	0	0	4	1
<i>Tricorythopsis</i>	0	0	20	0	0	4	1
<i>Tricorythodes</i>	0	0	40	0	0	8	1
<i>Campilocia</i>	0	0	20	0	0	4	1
Trichoptera							
<i>Barypenthus</i>	0	0	20	0	0	4	1
<i>Macronema</i>	0	0	20	0	0	4	1
<i>Nectopsyche</i>	180	0	0	0	0	36	1
Collembola	0	20	0	0	0	4	1
Gastropoda							
Gastropoda NI	0	0	20	0	0	4	1
<i>Melanoides</i>	0	0	0	40	0	8	1
Ostracoda	0	40	0	0	0	8	1
Anellida							
Oligochaeta	100	180	160	100	0	108	4
Hirudinea	20	0	0	0	0	4	1
Nematoda	0	0	0	0	3060	612	1
Nemertea	0	0	0	0	3700	740	1
Abundância Total	580	240	780	260	10940		
Riqueza	7	3	10	4	4		
Índice de Shannon	0,845	0,477	1	0,602	0,602		
Equitabilidade	0,77	0,657	0,633	0,88	0,795		

Em setembro de 2011 a comunidade bentônica esteve formada por táxons mais resistentes, com excessão do ponto 10 (rio do Carmo) que apresentou uma riqueza relativamente alta e a presença de táxons sensíveis. Esse local demonstrou boa qualidade da água. Em geral, os pontos do reservatório apresentaram uma estrutura similar, apresentando alterações especialmente decorrentes da sazonalidade.

É importante mencionar que os táxons da comunidade bentônica registrados na área da UHE Cana Brava são comumente registrados em reservatórios.

8. Considerações Finais

A partir da análise dos resultados obtidos, foi possível observar que, de maneira geral, em setembro de 2011 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, DBO_5 e baixa densidade de bactérias do grupo coliformes, além de elevadas concentrações de oxigênio dissolvido. Considerando que as águas do sistema monitorado são enquadradas na classe 2 da Resolução CONAMA nº 357/2005, grande parte do trecho monitorado no reservatório da UHE Cana Brava, em setembro de 2011, apresentou resultados compatíveis com os limites preconizados pela referida resolução.

O sedimento analisado no reservatório da UHE Cana Brava também apresentou concentrações de mercúrio abaixo do esperado para ambientes poluídos.

Considerando a comunidade fitoplanctônica, nesse mês, os maiores valores de densidade e biomassa foram registrados nos pontos 7 e 21 (corpo central do reservatório), enquanto que os menores nos pontos 2, 10 e 22 (tributários). De acordo com os critérios estabelecidos por Vollenweider os resultados de biovolume obtidos para o reservatório de Cana Brava em setembro de 2011 indicaram condições oligotróficas ($< 2 \text{ mm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$). Além disso, os valores de biovolume de cianobactérias obtidos em setembro de 2011 possibilitaram o enquadramento das águas dos pontos monitorados na classe 2

(< 5 mm³.L⁻¹), de acordo com o padrão estabelecido para as águas doces quanto a este parâmetro pela resolução do CONAMA n. 357/05.

Os maiores valores de densidade dos organismos zooplactônicos também foram registrados nos pontos predominantemente lênticos (pontos 7 e 21), onde copépodes foram amplamente dominantes, enquanto que os menores valores de abundância foram registrados nos pontos com maior influência de condições lóticicas (pontos 2, 10 e 22), e onde os testáceos foram, em geral, os mais abundantes. Assim como observado em meses anteriores, a co-ocorrência das espécies de *Thermocyclops*, com o predomínio de *T. minutus* sugere uma boa qualidade ambiental para a área de estudo.

Considerando a comunidade zoobentônica, assim como nos meses anteriores, foram registrados elevados valores de abundância dos táxons Chironomidae e Oligochaeta. Na maioria dos pontos amostrados o substrato coletado foi areia fina e matéria orgânica, o que favorece a colonização desses táxons.

9. Próximas atividades

Em dezembro de 2011 será realizada a campanha de campo trimestral, onde serão coletadas, somente, amostras de água para as análises físico-químicas.

10. Registro Fotográfico



Foto 1. Ponto 1 de coleta, localizado na foz do córrego Florêncio.



Foto 2. Ponto 2 de coleta, localizado no rio Preto.



Foto 3. Ponto 5 de coleta, localizado no rio São Félix.



Foto 4. Ponto 6 de coleta, localizado na foz do rio São Félix.



Foto 5. Ponto 10 de coleta, localizado no rio do Carmo.



Foto 6. Ponto 15 de coleta, localizado na jusante da barragem.



Foto 7. Ponto 18 de coleta, localizado na parte interna da praia de Minaçu.



Foto 8. Ponto 20 de coleta, localizado no meio do reservatório.



Foto 9. Ponto 21 de coleta, localizado próximo à barragem.



Foto 10. Ponto 22 de coleta, localizado no rio Bonito.

6. Referências

- ALVES, G.M. ; VELHO, LFM ; SIMÕES, NR ; LANSAC-TÔHA, FA. Biodiversity of testate amoebae (Arcellinida and Euglyphida) in different habitats of a lake in the Upper Paraná River floodplain. **European Journal of Protistology**, 46, p. 310-318, 2010.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington: Byrd Prepress Springfield, 2005.
- BICUDO, C.E.M.; MENEZES, M. **Gêneros de algas de águas continentais do Brasil**: chave para identificação e descrições. São Carlos: RIMA, 2006. 489 p.
- CABIANCA, M.A.A., SENDACZ, S. Limnologia do reservatório do Borba (Pindamonhangaba,SP). II-Zooplâncton. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.12, n. 3, p. 86-95, 1985.
- CHÉTELAT, J. *et al.* Potamoplankton size structure and taxonomic composition: Influence of river size and nutrient concentrations. **Limnology Oceanography**, 51(1, part 2): 681–689, 2006.
- CODD, G.A. et al. Cyanobacterial toxins: risk management for health protection. **Toxicol. and Applied Pharm.**, v. 203, p. 264-272, 2005.
- EDMUNDS Jr., G.F.; JENSEN, S.L.; BERNER, L. **The Mayflies of North and Central America**. University of Minnesota Press, 1979. 330 p.
- EPLER, J. H. **Identification manual for the larval Chironomidae (Diptera) of Florida**. Florida, USA, 1992.
- ESTEVEES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. Interciência – FINEP, Rio de Janeiro, 1998. 575p.
- FERNÁNDEZ, H. R., DOMINGUEZ (eds.). **Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos**. Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Tucumán, 282p, 2001.
- GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R.S.; OHNSTAD, M.A.M. **Methods for physical and chemical analysis of freshwaters**. 2nd ed. Oxford: Blackwell Scientific, 1978. (IBP Handbook, no. 8) 214 p.
- KALFF, J. **Limnology**. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 592 p.

- LANSAC-TOHA, F.A. *et al.* 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, 1999.
- LANSAC-TOHA, F.A. *et al.* 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, 2004. p. 75-84.
- LANSAC-TOHA, F.A., *et al.* Species richness and geographic distribution of testate amoebae (Rhizopoda) in Brazilian freshwater environments. **Acta Scientiarum**, v. 29, p. 63-74, 2007.
- LIND, O.T., *et al.* Problems in reservoir trophic-state classification and implications for reservoir management. In STRASKRABA, M., *et al* (eds). **Comparative reservoir limnology and water quality management**. Kluwer Academic Press, Netherlands, 1993. p. 57-67.
- LOPES, R.M. *et al.* Comunidade zooplanctônica do Reservatório de Segredo. In: AGOSTINHO, A.A., GOMES, L.C. (ed.). **Reservatório de Segredo**: bases ecológicas para o manejo. Maringá: Eduem. 1997. 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. **Ecological Diversity and Its Measurement**. Princeton Univ. Press, New Jersey, 179p., 1988.
- MCCAFFERTY, W.P. **Aquatic entomology**. Ed. Jones and Bartlett Publishers, Boston, USA, 1988.
- MERRITT, R.W., CUMMINS, K.W. **An introduction to the aquatic insects of North America**. Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa, USA, 1996.
- MUGNAI, R., NESSIMIAN, J.L., BAPTISTA, D.F. **Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro**. Technical Books, 2010. 176p.
- NESSIMIAN J.L., CARVALHO A.L. Ecologia de Insetos Aquáticos. **Séries Oecologia Brasiliensis**, PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, 1998.

- PECKARSKY, B.L., FRAISSINET, P.R., PENTON, M.A., CONKLIN Jr., D.J. **Freshwater macroinvertebrates of northeastern North America**. Cornell University Press, USA, 1990.
- PÉREZ, G.R. **Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia**. Colombia, 1987.
- PES, A.M.O., HAMADA, N., NESSIMIAN, J.L. Chaves de identificação de larvas para famílias e gêneros de Trichoptera (Insecta) da Amazônia Central, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 49, p. 181-204, 2005.
- REYNOLDS, C.S. The long, the short and the stalled: on the attributes of phytoplankton selected by physical mixing in lakes and rivers. **Hydrobiologia**, 289: 9-22, 1994.
- REYNOLDS, C.S. *The Ecology of Phytoplankton*. University Press, Cambridge, 2006.
- REYNOLDS, C.S., DESCY, J.P. The production, biomass and structure of phytoplankton in large rivers. **Archiv für Hydrobiologie/Suppl. band 113(1-4)**: 161-187, 1996.
- REYNOLDS, C.S. *et al.* Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. **J. Plankton Res.**, v. 24, n. 5, 417-428, 2002.
- ROSEMBERG, D.M.; RESH, V.M. **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. London: Chapman & Hall, 1996. 488 p.
- SENDACZ, S. *et al.* Limnologia de reservatórios do sudeste do Estado de São Paulo, Brasil. VIII. Zooplâncton. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.12, p.187-207, 1985.
- SERAFIM-JUNIOR, M. **Efeitos do represamento em um trecho do rio Iguaçu sobre a estrutura e dinâmica da comunidade zooplanctônica**. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2002.
- 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.
- SUN, J.; LIU, D. Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton. **Journal of Plankton Research**, v. 25, p. 1331-1346, 2003.

- THORP, J.H., COVICH, A.P. **Ecology and classification of North American freshwater invertebrates**. Academic Press, Inc. EUA, San Diego, USA, 1991.
- TRIVINHO-STRIXINO, S., STRIXINO, G. **Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo: Guia de identificação e diagnose dos gêneros**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos/Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, São Carlos, São Paulo, Brasil, 1995.
- UTERMÖHL, H. Zur Vervollkommnung der quantitativen phytoplankton-methodic. **Mitt. int. Verein. Limnol.**, v. 9, p. 1-38, 1958.
- VELHO, L.F.M. *et al.* Spatial and temporal variation in densities of testate amoebae in the plankton on the Upper Paraná River floodplain, Brazil. **Hydrobiologia**, v. 411, p.103-113, 1999.
- VELHO, L.F.M., *et al.* Distribuição longitudinal da comunidade zooplanctônica em reservatórios. In: RODRIGUES, L., *et al.* (eds). **Biocenoses em reservatórios: Padrões espaciais e temporais**. São Carlos: RIMA, 2005. p. 129-140.
- VIEIRA, L.C.G. *et al.* Influence of spatial complexity on the abundance and diversity of periphytic rotifers, microcrustaceans and testate amoebae. **Archiv für Hydrobiologie**, v.170, p. 77-85, 2007.
- WETZEL, R.G.; LIKENS, G.E. **Limnological analysis**. 2 ed. New York: Springer-Verlag, 2000. 429 p.
- WIEDERHOLM, T. **Chironomidae of the Holartic Region**. Keys and Diagnoses. Part. 1 Larvae. Montala. Borgströms Tryckeri AB, (Entomologica Scandinavica, supplement 19), 1983.
- WIGGINS, G.B. **Larvae of the North American Caddisfly Genera (Trichoptera)**. University of Toronto Press, 1977. 393 p.

ANEXO I . Resultados obtidos no monitoramento realizado em setembro de 2011, na área de influência da UHE Cana Brava. Os valores destacados em vermelho referem-se a resultados fora do limite preconizado pela Resolução CONAMA n° 357/2005.

Variáveis / Pontos	Prof	1	2	5	6	7	8	10	15	18	19	20	21	22
Temperatura ambiente (°C)		35	36	36	33	28	36	36	36	36	36	35	34	35
Temperatura da água (°C)	S	26,5	28	27	27	25	28,5	27	28	28	27,3	28,2	28	27
	M	27			26							27,2	26,4	
	F	26,5			26							26,4	26	
Transparência da água (m)		3,3	3	2,5	2,5	3,5		0,5		3,3	3,3	3,3	4,6	
Turbidez (NTU)	S	1,6	5,0	1,2	2,4	1,3	1,7	4,7	1,6	1,7	1,4	2,0	2,0	1,7
	M	1,4			2,3							1,8	1,7	
	F	3,2			3,7							2,0	1,8	
Oxigênio dissolvido (mg/L)	S	5,3	6,2	7,5	5,3	7,6	6,5	7,0	4,3	7,0	7,6	8,5	8,0	8,3
	M	3,05			4,52							5,04	2,78	
	F	3,05			3,96							2,99	1,98	
pH	S	7,4	7,7	7,9	7,7	8,3	8,1	8,1	7,6	8,1	8,1	8,1	8,2	8,4
	M	7,4			7,6							7,7	7,6	
	F	7,4			7,6							7,5	7,4	
Condutividade elétrica	S	80	48	49	86	88	85	122	92	82	86	85	87	165
	M	81			85							81	86	
	F	80			85							85	85	
STD (mg/L)	S	40	24	25	42	44	42	60	45	41	43	41	43	82
	M	40			44							41	43	
	F	41			43							42	43	
Alcalinidade (mg/L)	S	42	28	29	42	42	43	62	44	43	43	42	43	85
	M	43			42							42	43	
	F	43			43							43	42	
CO ₂ livre (mg/L)	S	3,34	1,12	0,73	1,68	0,42	0,68	0,98	2,21	0,68	0,68	0,67	0,54	0,68
	M	3,42			2,11							1,68	2,16	
	F	3,42			2,16							2,72	3,34	
CO ₂ total (mg/L)	S	40,30	25,76	26,25	38,64	37,38	38,52	55,54	40,93	38,52	38,52	37,63	38,38	75,48
	M	41,26			39,07							38,64	40,00	
	F	41,26			40,00							40,56	40,30	

Cloretos (mg/L)	S	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	M	<0,5			<0,5							<0,5	<0,5	
	F	<0,5			<0,5							<0,5	<0,5	
Sulfato (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	
Sulfeto (mg/L)	S	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	M	<0,001			<0,001							<0,001	<0,001	
	F	0,001			<0,001							<0,001	<0,001	
Ferro total (mg/L)	S	0,54	0,23	0,22	0,30	0,15	0,15	0,5	0,18	0,14	0,12	0,22	0,18	0,36
	M	0,52			0,64							0,25	0,27	
	F	0,61			0,51							0,25	0,26	
Orto-fosfato (mg/L)	S	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	M	<0,001			<0,001							<0,001	<0,001	
	F	<0,001			<0,001							<0,001	<0,001	
Fósforo total (mg/L)	S	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	M	<0,001			<0,001							<0,001	<0,001	
	F	<0,001			<0,001							<0,001	<0,001	
Nitrato (mg/L)	S	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,6
	M	0,2			0,2							0,2	0,3	
	F	0,3			0,2							0,3	0,3	
Nitrito (mg/L)	S	0,001	<0,001	0,001	0,003	0,002	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,006
	M	0,001			0,002							0,002	0,002	
	F	0,001			0,002							0,002	0,002	
N-amoniaco (mg/L)	S	0,1	0,11	<0,01	0,02	0,04	0,08	<0,01	0,04	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,18
	M	0,07			0,02							<0,01	<0,01	
	F	0,09			0,01							<0,01	<0,01	
DBO ₅ (mg/L)	S	2,6	1,2	1,2	0,8	1,1	0,9	2,2	1,0	1,2	2,6	2,7	2,2	2,3
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.
Coliformes totais	S	78	68	170	68	330	40	230	110	<18	110	110	120	>16000
Coliformes termotolerantes	S	<18	20	40	<18	330	<18	130	40	<18	<18	<18	<18	>16000

Life Projetos Limnológicos
www.lifelimnologia.com.br

Fone/Fax: (62) 3223 1530

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

