



**UHE CANA BRAVA
PROGRAMA MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO**

FASE OPERAÇÃO

**XXV RELATÓRIO TÉCNICO PARCIAL REFERENTE À
CAMPANHA DE SETEMBRO DE 2009**

Janeiro de 2010

EQUIPE RESPONSÁVEL

Coordenadora do laboratório

Bióloga M.Sc. Juliana Machado do Couto

Trabalhos de campo e laboratório

Bióloga Kátia Bittar Haddad

Biólogo Wagner Batista Xavier

Biólogo Paulício Maconi Filho

Análise das comunidades aquáticas

Biólogo Dr. Luiz Felipe Machado-Velho (Nupelia, UEM) (Zooplâncton)

Bióloga Dr. Luzia Cleide Rodrigues (Nupélia, UEM) (Fitoplâncton)

Bióloga M.Sc. Carolina Bussadori Piva (Zoobentos)

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	01
2. METODOLOGIA	02
2.1. Variáveis físico-químicas e bacteriológicas	02
2.2. Análise de mercúrio no sedimento	05
2.3. Variáveis biológicas	05
3. RESULTADOS	07
3.1. Parâmetros físico-químicos	07
3.2. Concentração de mercúrio no sedimento	18
3.3. Parâmetros bacteriológicos	20
3.4. Parâmetros biológicos	21
3.4.1. Fitoplâncton	21
3.4.2. Zooplâncton	28
3.4.3. Zoobentos	34
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
5. BIBLIOGRAFIA	42
ANEXO I	46

1. APRESENTAÇÃO

Este Relatório Técnico apresenta o andamento do Programa de Monitoramento Limnológico da Usina Hidrelétrica Cana Brava, referente à coleta realizada em setembro de 2009.

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).

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 2009, 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.

2. METODOLOGIA

2.1. Variáveis físicas, químicas e bacteriológicas

Coleta das amostras

Foram coletadas amostras de água em 13 pontos de coletas (Tabela 1). As coletas de água foram realizadas com barco. Nas estações localizadas no corpo central do reservatório (pontos 1, 6, 20 e 21) foram coletadas amostras de superfície, meio e fundo. Nos demais pontos, foram amostrados somente água na superfície. Os parâmetros: demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅), coliformes totais e coliformes fecais foram determinados apenas na superfície em todos os pontos amostrados. As amostras de água foram coletadas com uma garrafa de Van Dorn horizontal com capacidade para 3 litros, a qual foi submersa até a profundidade desejada, presa num cabo de poliamida graduado.

Em campo foram obtidos os valores de pH, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos (STD) (potenciômetro digital), oxigênio dissolvido, porcentagem de saturação de oxigênio, temperatura da água (YSI 550A), temperatura do ar (termômetro de mercúrio) e transparência da água (disco de Secchi).

A profundidade do disco de Secchi também foi utilizada para estimar a extensão da zona eufótica. A porção iluminada da coluna da água é denominada zona eufótica, e sua extensão depende, principalmente, da capacidade do meio em atenuar a radiação subaquática. O limite inferior da zona eufótica é geralmente assumido como sendo aquela profundidade onde a intensidade da radiação correspondente a 1% da que atinge a superfície. Esta profundidade da coluna da água é também chamada de “ponto de compensação”, uma vez que a produção primária líquida é aproximadamente igual à respiração das comunidades (Esteves, 1998; Kalff, 2002). Desta maneira, assumiu-se como o meio da coluna da água (para as coletas nos pontos 1, 6, 20 e 21) o final da zona eufótica. A zona afótica (onde não ocorre penetração de luz), localizada nas maiores profundidades foi classificada como fundo nestes mesmos pontos.

Análise das amostras

As amostras destinadas à análise laboratorial foram preservadas, e encaminhadas para o laboratório de limnologia, em Goiânia, para realização das análises. A determinação dos parâmetros físicos e químicos foi analisada segundo os métodos do manual de operação do laboratório portátil DR 2010 da HACH, conforme relacionados na Tabela 2.

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

Tabela 2. Métodos de análise e faixa de detecção dos parâmetros físicos, químicos e bacteriológico.

Parâmetro	Metodologia	Faixa	Referências	
			USEPA *	Standard Methods
Temperatura	termômetro	0 – 100 °C		-
Transparência da água	disco de secchi	0 – Desaparecimento		-
pH	potenciométrico	0 -14		4500 - H ⁺ - B
Condutividade elétrica	potenciométrico	0 – 199,9µS/cm		2510 - B
Sólidos totais dissolvidos	potenciométrico	0 – 750 mg/l		-
Oxigênio dissolvido	potenciométrico	0 – 30 mg/L O ₂		4500 - O - G
Oxigênio dissolvido (Winkler)	iodométrico	0 – 30 mg/L O ₂		4500 - O - B
Turbidez	nefelométrico	0-1000 NTU		2130 - B
Alcalinidade	titulação com ácido sulfúrico	10 – 4000 mg/l CaCO ₃	X	2320B
Acidez	titulação com hidróxido de sódio	0 - 400 mg/L CaCO ₃	X	23/10B
Cloreto	titulação com nitrato de mercúrio	0 – 40 mg/l Cl ⁻	X	4500 - Cl ⁻ - C
Dureza total	titulação usando método EDTA	10 – 4000 mg/l CaCO ₃	X	2340C
Ferro total	Espectrofotometria pelo método Ferro Ver	0 – 3,00 mg/L	X	3500B
Nitrato	Espectrofotometria pelo método Redução de Cádmio	0 – 4,5 mg/l NO ₃ ⁻		4500 - NO ₃ ⁻ - E
Nitrito	Espectrofotometria pelo método Diazotação	0 – 0,300 mg/l NO ₂ ⁻	X	4500 - NO ₂ ⁻ - B
Nitrogênio amoniacal	Espectrofotometria pelo método do Salicilato	0 – 2,50 mg/L NH ₃		4500 - NH ₃
Orto-fosfato	Espectrofotometria pelo método do Ácido Ascórbico	0 – 2,50 mg/L PO ₄ ³⁻	X	4500 - P - E
Fósforo total	Espectrofotometria pelo método do Ácido Ascórbico	0 – 2,50 mg/L PO ₄ ³⁻	X	
Sulfato	Espectrofotometria pelo método do Sulfa Ver 4	0 – 70 mg/L SO ₄ ²⁻	X	4500 - SO ₄ ²⁻ - F
Sulfeto	Espectrofotometria pelo método do Azul de Metileno	0 – 0,600 mg/l S ²⁻	X	4500 - S ²⁻ - D
DBO	diferença entre oxigênio final e inicial	-		5210 - B
Coliformes fecais	tubos múltiplos	-		9222 - D / 9221 - E
Coliformes totais	tubos múltiplos	-		9222 - B / 9221 - B

Metodologias adaptadas do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

* Metodologia aprovada pela agência de proteção ambiental dos Estados Unidos (USEPA – United States Environmental Protection Agency).

2.2. Análise de mercúrio no sedimento

A análise para determinação de mercúrio no sedimento foi realizada pelo Laboratório Bioagri Ambiental de Piracicaba-SP, através de espectrofotometria por absorção atômica. A coleta do sedimento foi realizada nos pontos 2, 7, 10, 21 e 22.

2.3. Variáveis biológicas

As amostragens da comunidade fitoplanctônica foram realizadas na subsuperfície, utilizando-se frascos de vidro. As amostras foram fixadas com lugol acético e guardadas no escuro até o momento da identificação e contagem dos organismos (Bicudo & Bicudo, 1970).

O estudo taxonômico e quantitativo do fitoplâncton foi efetuado através de microscópio invertido (Carl Zeiss – modelo Axiovert 135), com aumento de 400 vezes. Para o estudo taxonômico também foram analisadas as amostras coletadas com a rede.

A densidade fitoplanctônica foi estimada segundo o método de Utermöhl (1958) com prévia sedimentação de 10 mililitros 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.

A biomassa fitoplanctônica foi estimada através do biovolume, multiplicando-se os valores de densidade de cada espécie pelo volume médio de suas células, considerando-se as dimensões médias das espécies mais abundantes. O volume de cada célula foi calculado a partir de modelos geométricos aproximados à forma dos indivíduos, como esferas, cilindros, cones, paralelepípedos, pirâmides, elipses e outros (Edler, 1979; Sun & Liu, 2003).

O índice de diversidade (H), expresso em bits.ind.^{-1} , foi estimado segundo Shannon e Wiener. A equitabilidade, como uma medida de quão homogeneamente a biomassa ou densidade é distribuída entre as espécies, foi expressa em porcentagem. Como riqueza de espécies considerou-se o número de espécies presentes em cada amostra quantitativa. As espécies dominantes foram definidas como aquelas que apresentaram densidades ou biovolume superiores a 50% do total da amostra (Huszar, 1994).

As amostras de zooplâncton foram coletadas com auxílio de uma motobomba, tendo sido filtrados 1000 litros de água nos pontos 2, 10 e 22, e 500 litros de água nos pontos 7 e 21, 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.

A abundância zooplanctônica foi determinada a partir da contagem das amostras em câmaras de Sedwigck-Rafter, sob microscópio ótico. As amostras foram concentradas em um volume de 75 mL, e as contagens realizadas a partir de 3 sub-amostras (7,5 mL) tomadas com pipeta do tipo Stempel, sendo a densidade final expressa em indivíduos.m⁻³. Visto que as amostras não foram contadas na íntegra e que o método de sub-amostragens não é eficiente para fornecer resultados de riqueza de espécies (apesar de fornecer uma estimativa confiável da abundância total, as espécies pouco abundantes podem não ocorrer nas sub-amostras), após as contagens das 3 sub-amostras, uma análise qualitativa da amostra foi realizada. Assim, em cada amostra, sub-amostras foram analisadas até que nenhuma nova espécie fosse encontrada.

A amostragem quali-quantitativa dos organismos bentônicos foi realizada com um amostrador tipo Petersen (252 cm²) em todos os pontos. Somente a amostragem no ponto 10 foi realizada com surber (1000 cm²), por apresentar pequena profundidade e substrato pedregoso. Em cada ponto foram feitas três réplicas, para obtenção de uma melhor representatividade da comunidade. O material coletado foi acondicionado em galões plásticos (5L), fixado com formol 5% e identificado com uma etiqueta.

Em laboratório, o material foi lavado através de uma série de peneiras com diferentes aberturas de malhas, para facilitar o processo de triagem, quando é feita a separação dos organismos do sedimento, com o auxílio de um microscópio estereoscópio. Logo após, estes foram identificados, contados e conservados em frascos plásticos com álcool 80%. A partir da contagem, foi estimado o número de indivíduos por m² de área de substrato. As seguintes referências bibliográficas foram consultadas para auxílio nas identificações taxonômicas: Edmunds Jr., G. F. & Waltz, R. D. (1996), Edmunds Jr. et al.

(1979), El Moor-Loureiro (1997), Fernández & Dominguez (2001), Merrit & Cummins (1996), Peckarsky et al. (1990) e Wiggins (1977).

Os dados foram tabulados e utilizados para o cálculo da abundância média e frequência de cada táxon, abundância total, índice de diversidade de Shannon (H'), Equitabilidade (J) (Magurran, 1988) e riqueza taxonômica para cada ponto amostral.

3. RESULTADOS

Os resultados das análises se encontram no Anexo I.

3.1. Parâmetros Físicos e Químicos

Em setembro de 2009, a temperatura média do ar foi igual a 30,5°C (Figura 1A). Os valores da temperatura da água foram, em média, iguais a 28,77°C na superfície, 26,6°C no meio e 25,8°C no fundo dos pontos amostrados (Figura 1B). Tais valores foram inferiores àqueles obtidos em fevereiro de 2009 (valores médios em fevereiro iguais a 29,32°C na superfície, 29,7°C no meio e 28,9°C no fundo).

Nos pontos onde foi mensurada a temperatura da água em três profundidades, a maior diferença nos valores entre a superfície e fundo da coluna da água foi observado no ponto 20 (meio do reservatório; diferença igual a 4,69°C). Os pontos 6 e 21 também apresentaram grande diferença nos valores entre o epilímnio e hipolímnio (4,3°C e 4,52°C, respectivamente). De maneira geral, tais diferenças foram superiores àquelas registradas em novembro de 2008 (diferença no ponto 20 igual a 1,56°C) e fevereiro de 2009 (diferença no ponto 20 igual a 2,3°C). Pode-se considerar assim que, no mês de setembro, houve a estratificação térmica da coluna da água no reservatório da UHE Cana Brava.

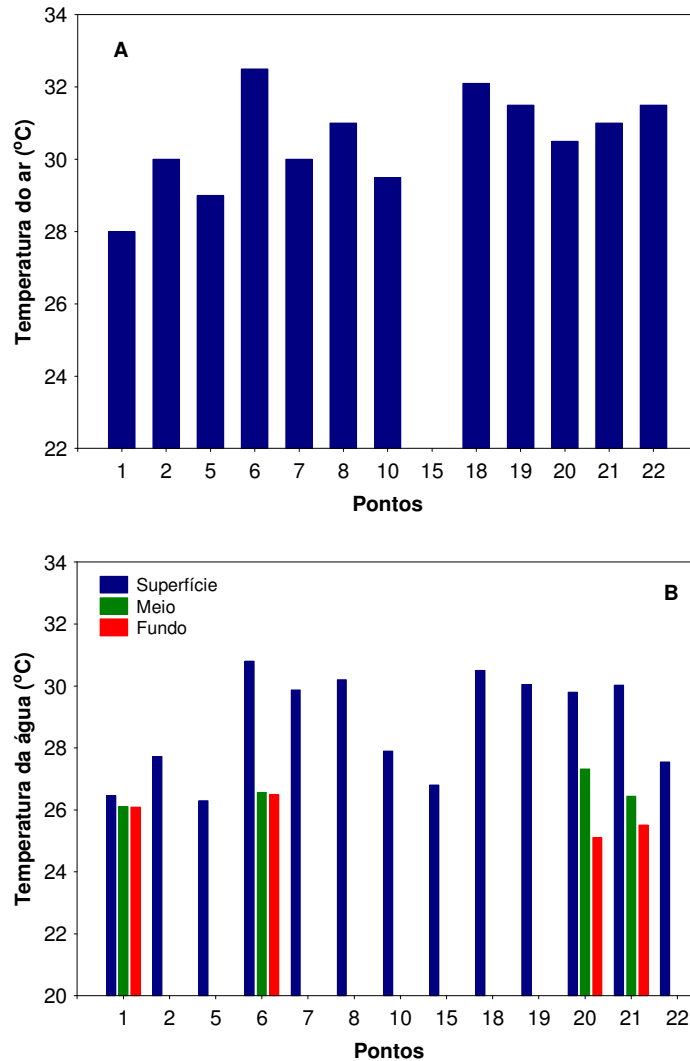


Figura 1. Valores da temperatura do ar (A) e temperatura da água (B).

Em setembro de 2009, as concentrações de oxigênio dissolvido foram, em média, iguais a 7,71 mg/L; 5,62 mg/L e 4,82 mg/L, na superfície, meio e fundo, respectivamente (Figura 2). Tais valores foram superiores àqueles registrados em fevereiro de 2009 (média igual a 6,78 mg/l; 5,15 mg/l e 4,01 mg/l, na superfície, meio e fundo, respectivamente). Na superfície da coluna da água, tais concentrações variaram entre 5,2 mg/L (ponto 1 – foz do córrego Florêncio) e 9,4 mg/L (ponto 8). Considerando o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas de classe 2 (5,0 mg/L), a superfície de todos os pontos de coleta apresentaram concentrações desse gás superiores a 5,0 mg/L. O fundo dos pontos de coleta apresentaram baixas

concentrações de oxigênio na maior parte dos pontos de coleta, com exceção do ponto 6.

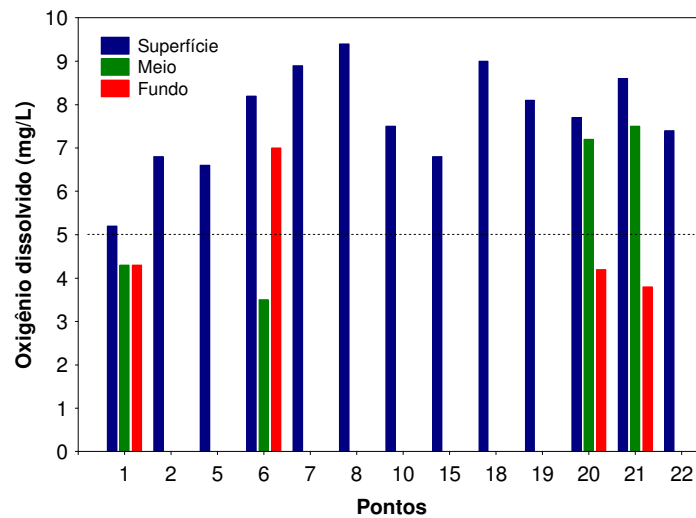


Figura 2. Concentração de oxigênio dissolvido.

Variáveis indicadoras de luminosidade subaquática

O maior valor de transparência da água (4,8 m) foi obtido no ponto 21 (próximo à barragem) (Figura 3), sendo superior ao valor registrado em fevereiro de 2009 (3,3 m). Assim como observado nos demais meses de monitoramento, de maneira geral, os pontos localizados no eixo central do reservatório da UHE Cana Brava apresentam os maiores valores de transparência, provavelmente devido as maiores taxas de sedimentação do material em suspensão nesta região.

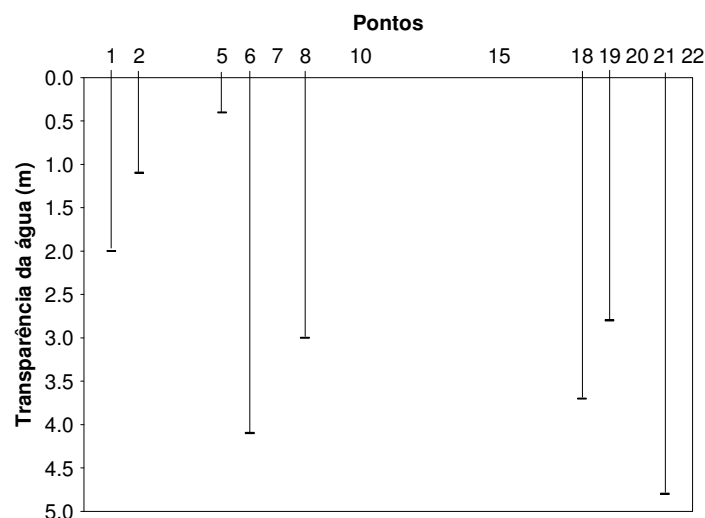


Figura 3. Valores de transparência da água.

Os valores de turbidez corroboram os resultados da transparência da água, ou seja, o reservatório da UHE Cana Brava apresenta águas transparentes. Em fevereiro de 2009, os valores de turbidez variaram entre 1,0 NTU e 69,7 NTU (ponto 5 – rio São Félix) (Figura 4). Assim, nesse mês, todos os locais monitorados apresentaram valores de turbidez inferiores ao limite preconizado pela resolução CONAMA nº 357/2005 (100 NTU). Em fevereiro de 2009 (período de chuvas), os pontos 5 (rio São Félix) e 22 (rio Bonito) apresentaram valores superiores ao referido limite.

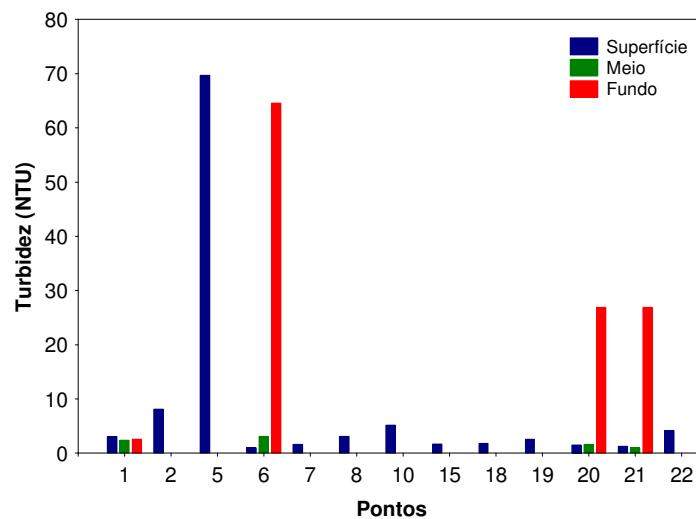


Figura 4. Valores de turbidez.

pH, condutividade elétrica, STD, alcalinidade, acidez e dureza

Os valores de pH variaram entre 6,7 e 8,31 (média igual a 7,55) (Figura 5). De maneira geral, todos os locais monitorados apresentaram valores de pH dentro do limite preconizado pela resolução CONAMA para águas de classe 2 (pH entre 6,0 e 9,0). Além disso, as águas do reservatório podem ser consideradas neutras, ocorrendo poucas transgressões da resolução CONAMA, durante o período monitorado na fase de operação do reservatório.

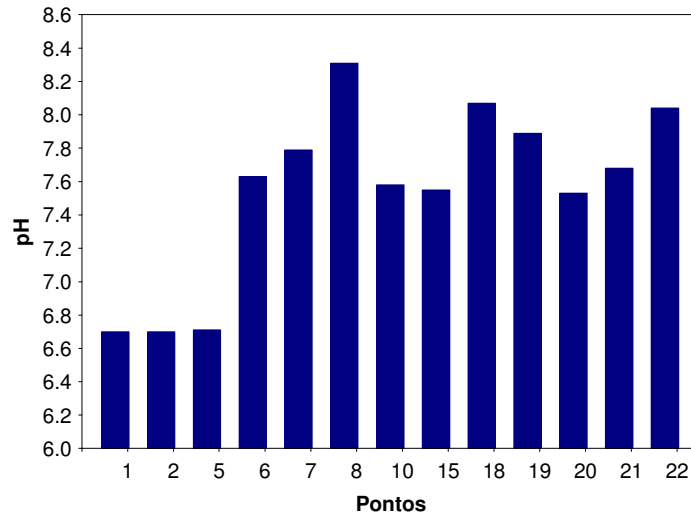


Figura 5. Valores de pH.

Em setembro de 2009, os valores de condutividade elétrica foram, em média, iguais a 81,66 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na superfície; 80,45 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no meio e 80,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no fundo (Figura 6). O menor valor (40,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$) foi mensurado no ponto 5 (rio São Félix), enquanto que o maior valor (156,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$) foi obtido na superfície do ponto 22 (rio Bonito). De maneira geral, os maiores valores de condutividade elétrica freqüentemente são obtidos no rio Bonito.

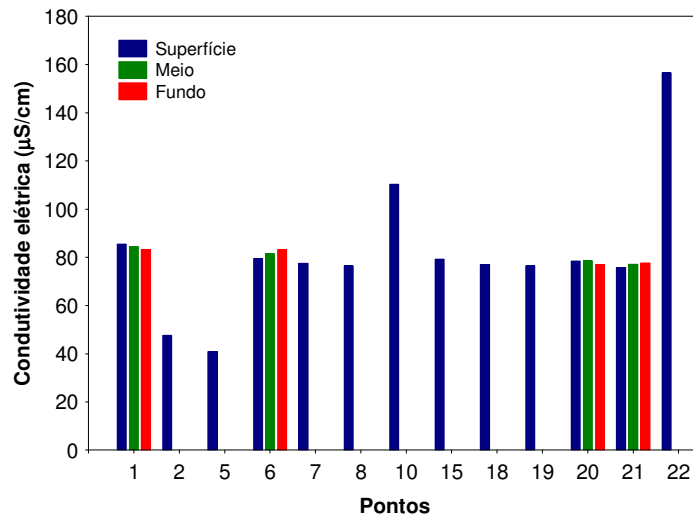


Figura 6. Valores de condutividade elétrica.

Em setembro, os valores de condutividade elétrica foram altamente correlacionados com as concentrações de sólidos totais dissolvidos ($r = 0,99$; $P < 0,001$). Tais concentrações, na superfície da coluna da água, variaram entre 12,8 mg/L (ponto 5 – rio São Félix) e 66,1 mg/L (ponto 22 - rio Bonito (Figura

7). Assim, todos os locais apresentaram concentrações de sólidos totais dissolvidos inferiores ao limite preconizado pela resolução CONAMA n° 357/2005 (500 mg/L).

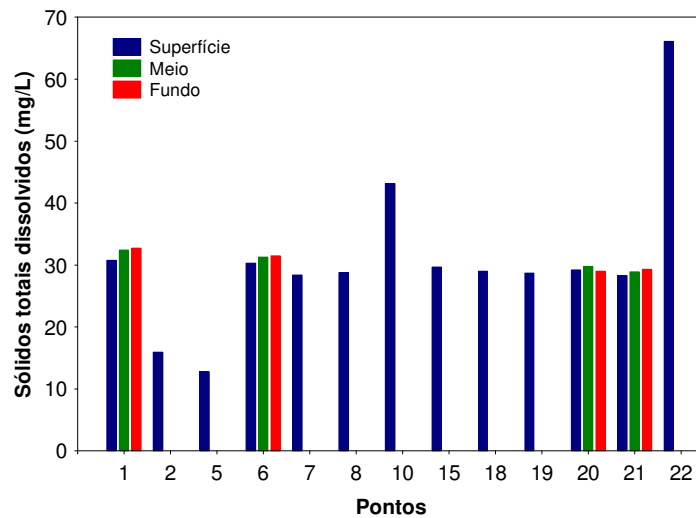


Figura 7. Concentração de sólidos totais dissolvidos (STD).

Em média, os valores de alcalinidade foram iguais a 36,5 mg/L na superfície, 39,7 mg/L no meio e 39,5 mg/L no fundo dos pontos amostrados (Figura 8). Tais valores foram similares àqueles mensurados em fevereiro de 2009. A maior concentração (55 mg/L) foi mensurada no rio do Carmo (ponto 10). Os valores de acidez foram iguais a 10,3 mg/L na superfície, 9,25 mg/L no meio e 9,6 mg/L no fundo dos pontos amostrados (Figura 9). A maior concentração (15 mg/L) foi detectada na superfície dos pontos 1 e 20 e no fundo do ponto 1.

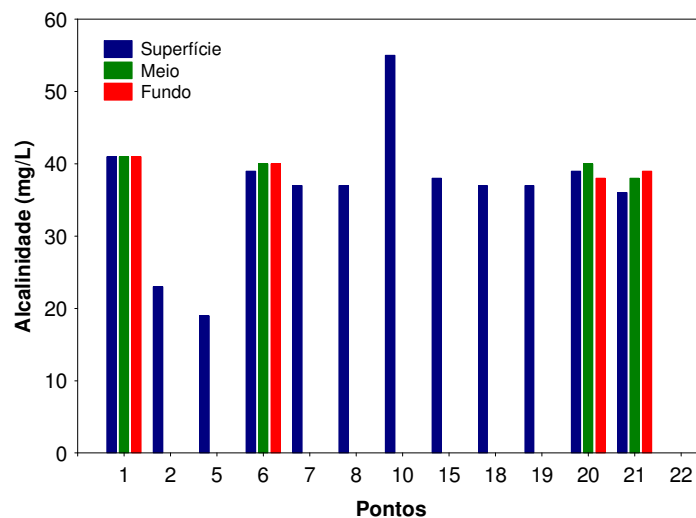


Figura 8. Valores de alcalinidade.

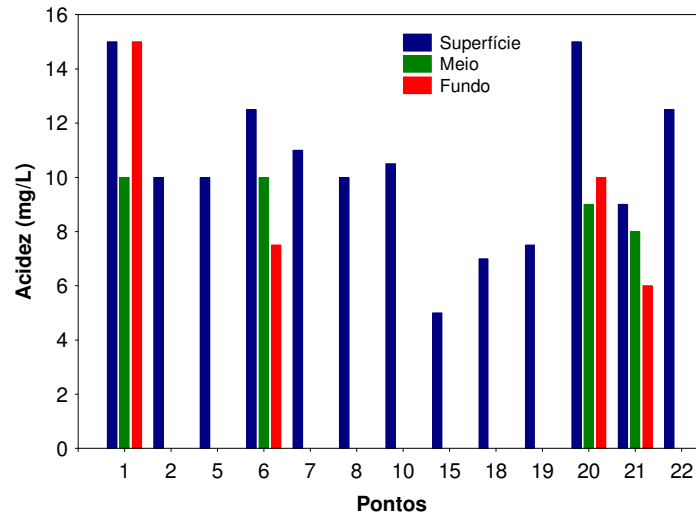


Figura 9. Valores de acidez.

A dureza da água depende basicamente da concentração de sais de cálcio e magnésio dissolvidos. Estes íons normalmente ocorrem sob a forma de carbonatos e bicarbonatos e são importantes também para a condutividade, pH e alcalinidade. Águas com teores destes sais inferiores a 125 mg/l são classificadas como moles; de 125 a 230 mg/l, como médias ou ligeiramente duras e de 230 a 450 mg/l como duras. Esta classificação não tem aplicação biológica, somente é importante em termos de tratamento de água (Baumgarten e Pozza, 2001). Os valores de dureza no sistema monitorado variaram entre 36 mg/L (ponto 2 – rio Preto) e 88 mg/L (ponto 22 – rio Bonito) (Figura 10). De maneira geral, a água do reservatório da UHE Cana Brava pode ser classificada como mole.

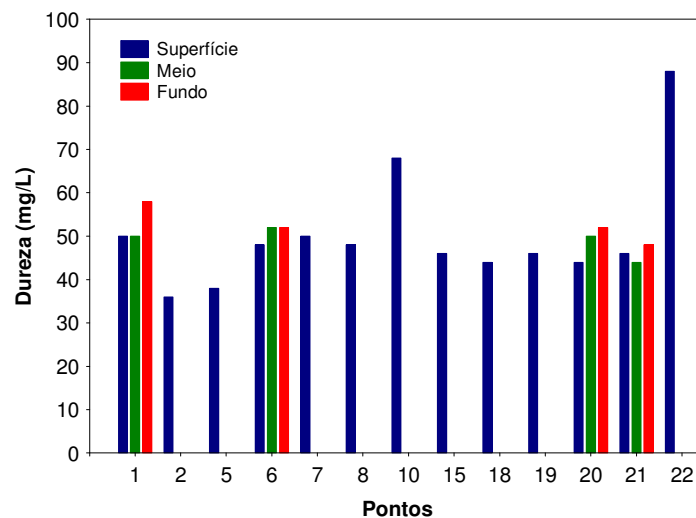


Figura 10. Valores de dureza.

Íons cloreto, sulfato, sulfeto e ferro

Todas as águas naturais, em maior ou menor escala contêm íons cloreto resultantes da dissolução de minerais ou de sais e da intrusão de águas salinas no continente. Altas concentrações de cloreto impedem o uso da água para a agricultura e exigem tratamento adequado para usos industriais (dessalinização), bem como causam danos a estruturas metálicas (corrosão) (Baumgarten e Pozza, 2001). Em setembro de 2009, as concentrações de cloreto foram inferiores a 0,5 mg/L em todos os pontos e profundidades de coleta. De maneira geral, concentrações extremamente baixas de cloreto são freqüentes no reservatório da UHE Cana Brava. Assim, todos os locais amostrados apresentaram concentrações inferiores ao limite preconizado pela Resolução CONAMA nº 357 de 2005 (250 mg/L), assim como observado nos demais meses de monitoramento.

O enxofre em ecossistemas aquáticos pode apresentar-se sob várias formas: como íon sulfato (SO_4^{2-}), íon sulfito (SO_3^{2-}), íon sulfeto (S^{2-}), gás sulfídrico (H_2S), entre outros. Dentre as várias formas de enxofre presentes na água, o íon sulfato e o gás sulfídrico são as mais freqüentes, sendo que o íon sulfato assume maior importância na produtividade do ecossistema, visto que constitui a principal fonte de enxofre para os produtores primários (Esteves, 1998). Em ecossistemas de águas interiores sujeitos à contaminação antropogênica, podem ser encontrados valores altos para a concentração de sulfato.

Em setembro de 2009, a concentração de sulfato foi inferior a 1 mg/L em todos os pontos de coleta, sendo inferiores ao limite máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357 de 2005 (250 mg/l). As concentrações de sulfeto variaram entre 0,001 mg/L e 0,078 mg/l (ponto 5 – rio São Félix) (Figura 11). Em setembro de 2009, somente a superfície dos pontos 15, 18, 19, 20 e 21, e o meio dos pontos 6, 20 e 21, apresentaram concentração de sulfeto inferior ao limite estabelecido pela resolução CONAMA (0,002 mg/l).

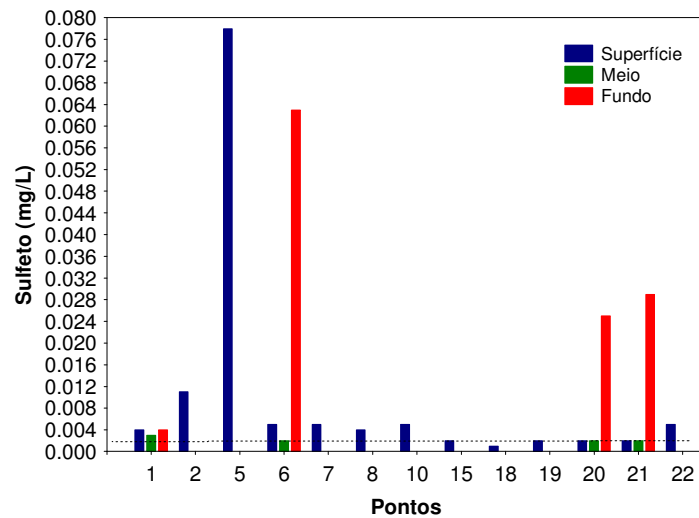


Figura 11. Concentração de sulfeto.

A concentração média de ferro total nas águas do reservatório foi de 0,19 mg/L; 0,19 mg/L e 2,05 mg/L na superfície, meio e fundo, respectivamente. O maior valor (4,52 mg/L) foi obtido no fundo do ponto 6 (foz do rio São Félix) (Figura 12). De maneira geral, elevadas concentrações de ferro são esperadas nas maiores profundidades, tendo em vista que em ambientes onde predominam condições redox (baixas concentrações de oxigênio), grande parte dos íons de ferro encontra-se na forma reduzida (Fe^{2+}), tornando-se solúvel no ambiente aquático.

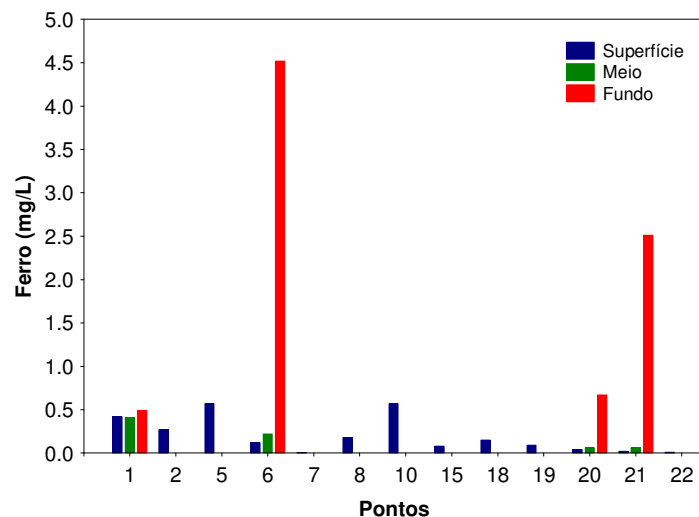


Figura 12. Concentração de ferro total.

Nutrientes

O fósforo é um importante nutriente para os produtores primários, e, juntamente com o nitrogênio, é o principal nutriente responsável pelo processo de eutrofização dos ecossistemas aquáticos (Kalff, 2002; Baumgarten e Pozza, 2001). Em setembro de 2009, as concentrações de orto-fosfato foram, em média, iguais a 0,0041 mg/L na superfície, <0,001 mg/L no meio e 0,0012 mg/L no fundo dos pontos amostrados. A maior concentração (0,049 mg/L) foi obtida no ponto 5 (rio São Félix) (Figura 13A). As concentrações de fósforo total variaram entre valores inferiores a 0,001 mg/L e 0,080 mg/L (ponto 5) (Figura 13B). Nesse mês, a superfície do ponto 5 e o fundo do ponto 6 apresentaram concentrações de fósforo total superiores ao limite preconizado pela resolução CONAMA nº 357/2005 (0,05 mg/L; em ambientes intermediários).

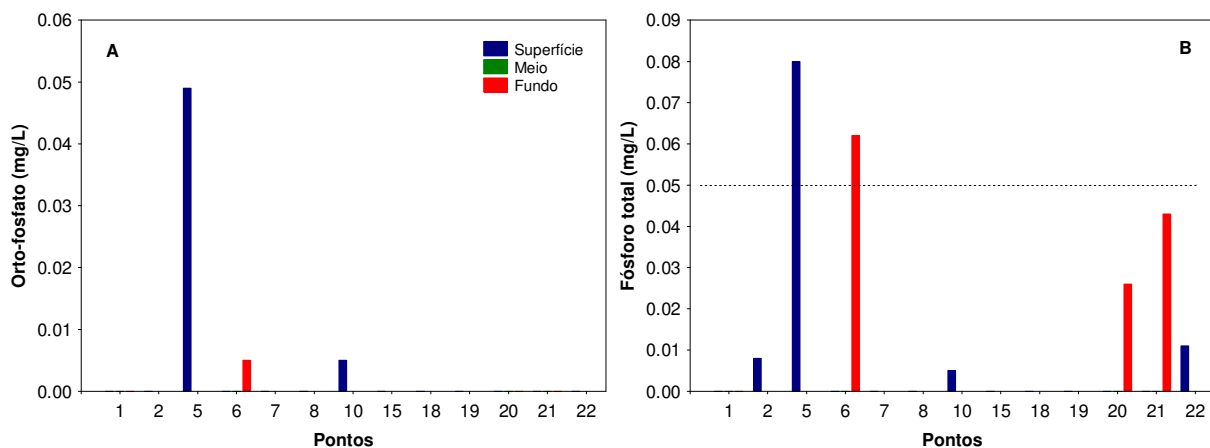


Figura 13. Concentração de orto-fosfato (A) e fósforo total (B).

Juntamente com o fosfato, o nitrogênio é um dos elementos mais importantes no metabolismo de ecossistemas aquáticos. Dentre as diferentes formas, o nitrato, juntamente com o íon amônio, assumem grande importância nos ecossistemas aquáticos, uma vez que representam as principais fontes de nitrogênio para os produtos primários. O nitrito é encontrado em baixas concentrações notadamente em ambientes oxigenados.

Em média, as concentrações de nitrato foram iguais a 0,19 mg/L; 0,1 mg/L e 0,42 mg/L na superfície, meio e fundo, respectivamente. A maior concentração (1,1 mg/L) foi obtida no ponto 5 (rio São Félix) (Figura 14A). Todos os locais amostrados apresentaram concentrações de nitrato inferiores

ao limite preconizado pela Resolução CONAMA para águas de classe 2 (10 mg/l), assim como observado nos demais meses de monitoramento. As concentrações de nitrito variaram entre 0,001 mg/L e 0,8 mg/L (fundo do ponto 6) (Figura 14B). Todos os locais e profundidades amostradas apresentaram concentrações de nitrito inferiores ao limite estabelecido pela Resolução CONAMA (1,0 mg/L). As concentrações de nitrogênio amoniacal variaram entre 0,03 mg/L e 0,88 mg/L (ponto 5 – rio São Félix) (Figura 14C). De acordo com os valores de pH nas águas monitoradas, pode-se afirmar que as concentrações de nitrogênio amoniacal foram inferiores ao limite estabelecido pela Resolução CONAMA (3,7 mg/l para $\text{pH} \leq 7,5$; 2,0 mg/l para $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$; e 1,0 mg/L para $8,0 < \text{pH} \leq 8,5$).

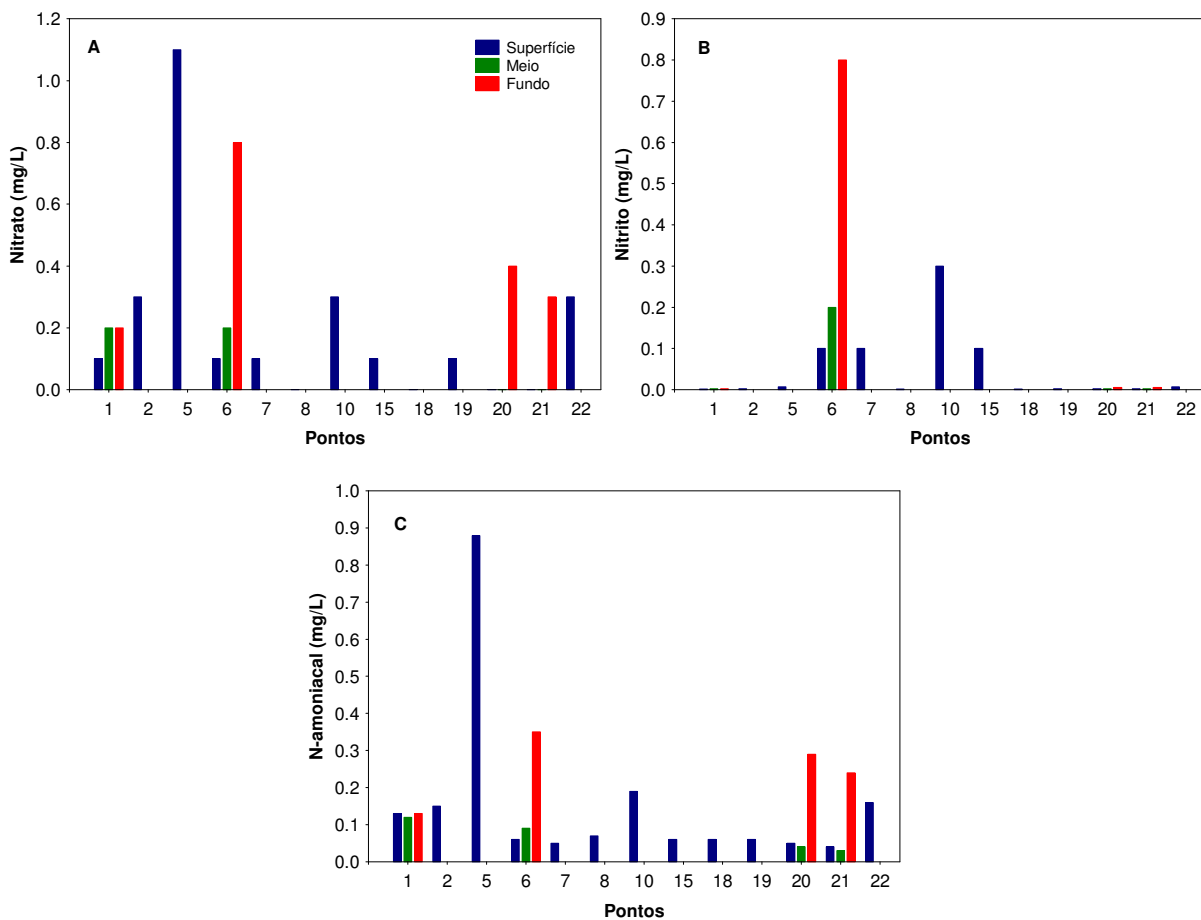


Figura 14. Concentração de nitrato (A), nitrito (B) e nitrogênio amoniacal (C).

A demanda bioquímica de oxigênio avalia a quantidade de oxigênio dissolvido consumido pelos organismos aeróbios ao degradarem a matéria orgânica. Em setembro de 2009, os valores de DBO_5 variaram entre 0,3 mg/L e 2,4 mg/L (ponto 18 – parte interna da praia de Minaçu) (Figura 15). Tais valores foram inferiores ao limite preconizado pela Resolução nº 357 de março de 2005 (5,0 mg/L), assim como observado em fevereiro de 2009.

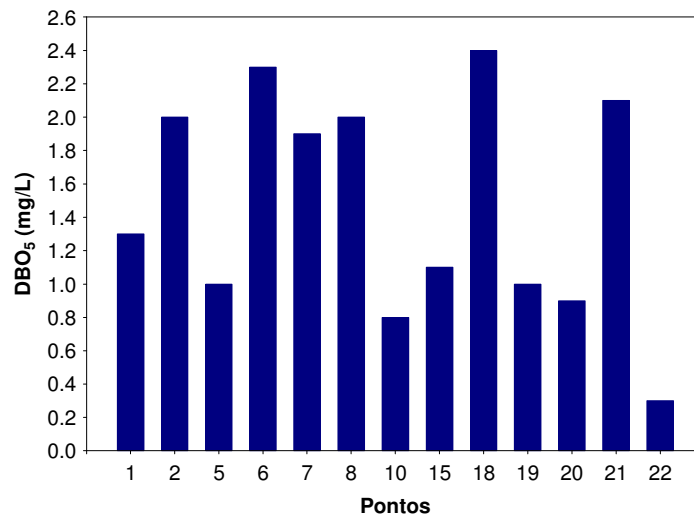


Figura 15. Valores de DBO_5 .

3.2. Concentração de mercúrio no sedimento

Simultaneamente à coleta das amostras de água no reservatório da UHE Cana Brava, foram coletadas amostras de sedimento para posterior análise de mercúrio nos pontos 2, 7, 10, 21 e 22.

Devido à capacidade do sedimento de liberar metais e/ou biocidas 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.

Os metais são introduzidos no ambiente aquático pela lixiviação de solos e rochas, erupções vulcânicas e por uma variedade de atividades humanas envolvendo mineração e processos industriais pelo uso de metais ou de substâncias que contenham metais. Alguns metais como manganês, ferro,

cobre e zinco são micronutrientes essenciais, enquanto outros como mercúrio, cádmio e chumbo não são requeridos mesmo em baixas quantidades pelos organismos.

O mercúrio é um metal traço extremamente tóxico e não-essencial que não tem função bioquímica ou nutricional. No ambiente aquático, o mercúrio 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 de água é geralmente pequena.

De maneira geral, o sedimento analisado ao longo do reservatório da UHE Cana Brava apresentou concentrações abaixo do esperado para ambientes poluídos (Tabela 3). No Brasil, não existe legislação para o nível de contaminação de mercúrio em sedimentos. De acordo com a legislação dos Estados Unidos o nível de mercúrio (Hg) de 0,696 mg/kg é considerado o limite a partir do qual ocorrem efeitos biológicos adversos na comunidade aquática. (EPA, 2003). Assim, conforme a tabela 3, nenhum local apresentou concentração superior à legislação estabelecida pelos Estados Unidos, sendo que todos os locais de coleta apresentaram concentrações inferiores ao limite de quantificação do método. Resultado similar foi obtido em agosto de 2008 e fevereiro de 2009.

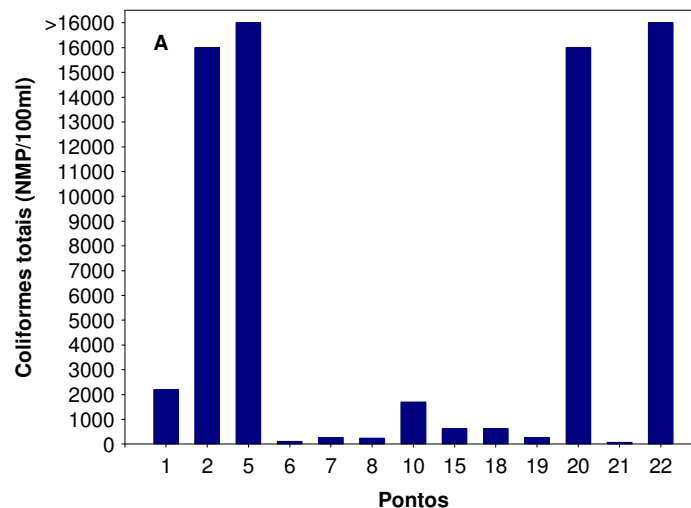
Sedimentos analisados em rios da Bacia do Alto Paraguai nos Estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, apresentaram concentrações de mercúrio no sedimento similares às observadas no reservatório da UHE Cana Brava, sendo consideradas baixas (Antunes *et al.*, 2007). Nesse estudo, somente um rio (Bento Gomes) apresentou elevada concentração de mercúrio (0,365 mg/kg). Segundo esses autores, o rio Bento Gomes localiza-se numa área próxima a garimpo, o que deve contribuir de uma certa forma para a poluição do ecossistema aquático.

Tabela 3. Concentração de mercúrio no sedimento dos pontos monitorados na UHE Cana Brava, em setembro de 2009.

Pontos	Concentração de mercúrio (mg/kg)	
	Fev/09	Set/09
P2	0,028	<0,025
P7	0,055	<0,019
P10	0,041	<0,026
P21	0,046	<0,041
P22	0,098	<0,024

3.3. Parâmetros Bacteriológicos

Em setembro de 2009, a densidade de coliformes totais no reservatório da UHE Cana Brava variou entre 78 NMP/100ml e valores superiores a 16000 NMP/100ml (pontos 5 e 22) (Figura 16). A densidade de coliformes fecais (termotolerantes) variou entre valores ausentes (pontos 7 e 21) e valor superior a 16000 NMP/100ml (ponto 22 – rio Bonito) (Figura 16). De acordo com a resolução CONAMA, para águas de classe 2, no mês de setembro, os pontos 2 (rio Preto), 5 (rio São Félix), 20 (meio do reservatório) e 22 (rio Bonito) apresentaram densidade de coliformes fecais (termotolerantes) acima do limite permitido (1000 NMP/100ml). Entre fevereiro de 2008 e setembro de 2009, o rio Bonito (ponto 22) apresentou elevadas densidades de coliformes fecais (superiores ao limite preconizado pela resolução CONAMA). Em fevereiro de 2009 também foram detectadas elevadas densidades de coliformes fecais.



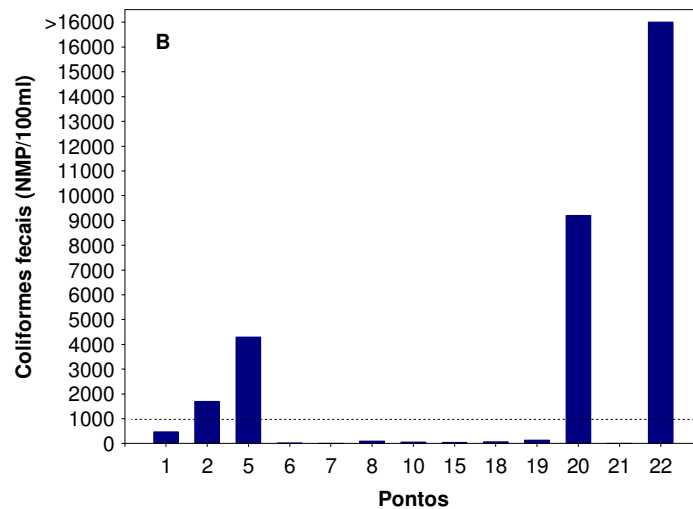


Figura 16. Densidade de coliformes totais (A) e fecais (termotolerantes; B).

3.4. Parâmetros Biológicos

Neste relatório são apresentados os resultados obtidos através da análise qualitativa e quantitativa das comunidades fitoplanctônica, zooplanctônica e zoobentônica referente à amostragem realizada no mês de setembro de 2009, no reservatório da UHE Cana Brava (GO).

3.4.1. Fitoplâncton

Composição

A partir da análise da comunidade fitoplanctônica coletada no mês de setembro de 2009, na área de influência da UHE Cana Brava, foi possível evidenciar alta diversidade gama (101 táxons), inferior a verificada no mês de fevereiro de 2009 (66 táxons) e similar à registrada no mês de agosto de 2008 (99 táxons). No mês setembro de 2009, esta comunidade foi representada por 10 grupos taxonômicos.

Como registrado nos meses anteriores, no mês de setembro também ocorreu maior contribuição de Chlorophyceae, Cyanobacteria, Bacillariophyceae e Zygnemaphyceae (Tabela 4). Estes grupos têm sido verificados como os mais bem representados na comunidade fitoplanctônica

em diversos rios e reservatórios brasileiros (Borges *et al.*, 2003; Train & Rodrigues, 2004; Rodrigues *et al.*, 2005; 2009; Pivato *et al.*, 2006; Borges *et al.*, 2008).

Tabela 4. Táxons fitoplanctônicos inventariados na área de influência da UHE Cana Brava (GO), em setembro de 2009.

Táxons	Ponto 2	Ponto 7	Ponto 10	Ponto 21	Ponto 22
BACILLARIOPHYCEAE					
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Sim. var. <i>angustissima</i> (O. Müller) Sim.					x
<i>Cocconeis</i> sp.				x	
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.		x			
<i>Discostella stelligera</i> (Cl. & Grun.) Houk & Klee		x		x	
<i>Cymbella microcephala</i> Grun.				x	
<i>Cymbella</i> sp.					x
<i>Fragilaria</i> sp.	x				
<i>Gomphonema gracile</i> Ehr.	x				x
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kütz.) Kütz.				x	x
<i>Navicula schroterii</i> Meist.			x		x
<i>Navicula</i> sp.			x		
<i>Navicula viridula</i> (Kütz.) Ehr.	x		x		x
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Smith	x	x	x	x	x
<i>Pinnularia gibba</i> (Ehr.) Ehr.		x			
<i>Pinnularia</i> sp.	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 gouldarii</i> Bréb.					x
Pennales não identificada			x		x
CYANOBACTERIA					
<i>Anabaena solitaria</i> Kleb.					x
<i>Aphanizomenon gracile</i>		x		x	
<i>Aphanocapsa delicatissima</i> W. et G. S. West		x		x	
<i>Aphanocapsa elachista</i> W. & West		x		x	
<i>Aphanocapsa koordersii</i> Stroem		x		x	
<i>Chroococcus minimus</i> (Keis.) Lemm.		x		x	
<i>Chroococcus minutus</i> (Kütz.) Näg.		x		x	
<i>Chroococcus</i> sp.					x
<i>Coelomorum tropicale</i> Senn., Peres & Kom.		x		x	
<i>Cyanodictyon</i> cf. <i>imperfectum</i> Cronb. & Weib.		x		x	
<i>Geitlerinema amphibium</i> (Gom.) Anag.	x	x	x		
<i>Jaaginema</i> sp.	x		x		x
<i>Lyngbya</i> sp.					x
<i>Lemmermanniella pallida</i> (Lemm.) Geit.		x		x	
<i>Lemmermanniella parva</i> Hind.		x		x	
<i>Lemmermanniella flexa</i> Hind.				x	
<i>Merismopedia convoluta</i> Bréb.	x				x
<i>Merismopedia glauca</i> Bréb.					x
<i>Microcystis wesenbergii</i> (Kom.) Kom. & Kom.		x			
<i>Oscillatoria</i> sp.	x				x
<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemm.) Kom.-Legn. & Cronb.		x	x	x	
<i>Planktolyngbya</i> sp.		x		x	
<i>Planktothrix agardhii</i> (Gom.) Anag. & Kom.					x
<i>Pseudanabaena</i> sp.			x		
<i>Snowella atomus</i> Kom. & Hind		x		x	
CHLOROPHYCEAE					
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i> Cor.		x		x	
<i>Ankyra judayi</i> (G.W. Smith) Fott	x				
<i>Chlamydomonas</i> sp.			x		x
<i>Closteriopsis</i> sp.					x
<i>Coelastrum indicum</i> Turn.				x	
<i>Coelastrum reticulatum</i> (Dang.) Senn.	x				
<i>Coenochloris planconvexa</i> Hind.		x		x	
<i>Crucigenia fenestrata</i> (Schm.) Schm.				x	
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood	x				

Tabela 4. Continuação.

Táxons	Ponto 2	Ponto 7	Ponto 10	Ponto 21	Ponto 22
<i>Euastropsis richteri</i> (Schim.) Lag.		x			
<i>Eutetramorus fottii</i> (Hind.) Kom. Ssensu Kom.	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				
<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nyg.	x	x		x	
<i>Nephroclytium lunatum</i> W. West		x			
<i>Oocystis borgei</i> Snow		x			
<i>Paradoxia multisetata</i> Swir.		x			
<i>Pediastrum tetras</i> (Ehr.) Ralfs		x			
<i>Scenedesmus ecornis</i> (Ehr. ex Ralfs) Chod.		x		x	
<i>Scenedesmus linearis</i> Kom.				x	
<i>Sphaerocystis planctonica</i> (Kors.) Bourr.	x	x		x	
<i>Tetraedron caudatum</i> (Cor.) Hansg.				x	
<i>Tetraedron minimum</i> (A. Br.) Hansg.	x	x			
Chlorococcales não identificada		x		x	
CHRYSOPHYCEAE					
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehr.		x		x	
EUGLENOPHYCEAE					
<i>Euglena</i> sp.					x
<i>Lepocynclis ovum</i> (Ehr.) Lemm.					x
<i>Trachelomonas oblonga</i> Lemm.	x				
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i> Swir.	x				
<i>Trachelomonas</i> sp.			x		
CRYPTOPHYCEAE					
<i>Chroomonas acuta</i> Uterm.	x			x	
<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja	x		x		x
<i>Cryptomonas</i> sp.				x	
ZYGNEMAPHYCEAE					
<i>Closterium setaceum</i> Ehr. ex Ralfs			x		
<i>Cosmarium cf. contractum</i> Kirch.		x			
<i>Cosmarium punctulatum</i> Bréb.	x		x		x
<i>Cosmarium pseudopyramidatum</i> Lund.					x
<i>Cosmarium reniforme</i> (Ralfs) Arch.	x		x		x
<i>Desmidium laticeps</i> Nordst.		x		x	
<i>Gonatozygon kinahanii</i> (Arch.) Rab.	x		x		
<i>Micrasterias laticeps</i> Nordst.					x
<i>Micrasteria</i> sp.				x	
<i>Spirogyra</i> sp.					x
<i>Staurastrum gracile</i> Ralfs			x		x
<i>Staurastrum muticum</i> (Breb.) Ralfs			x		x
<i>Staurastrum tetracerum</i> (Kütz.) Ralfs				x	
<i>Staurastrum trifidum</i> Nordst.	x			x	x
<i>Staurastrum pseudotetracerum</i> (Nordst.) West & G.S.West				x	
<i>Staurastrum punctulatum</i> Bréb.					x
<i>Staurodesmus dejectus</i> (Bréb.) Teil.		x			
DINOPHYCEAE					
<i>Peridinium</i> sp.	x				
XANTHOPHYCEAE					
<i>Tetraedriella jovetti</i> (Bourr.) Bourr.		x		x	
OEDOGONIOPHYCEAE					
<i>Oedogonium</i> sp.		x			

As clorofíceas, as quais foram representadas quase que exclusivamente pela Ordem Chlorococcales, são cosmopolitas, sendo favorecidas por apresentarem alta variabilidade morfométrica (Happéy-Wood 1988). A ocorrência deste grupo está associada à alta disponibilidade de luz, fósforo e mistura da coluna de água (Reynolds *et al.* 2002, Padisák *et al.* 2009).

Cyanobacteria ocorreu em todas as amostras, sendo representadas por táxons toxigênicos e comuns em ambientes eutróficos (Tabela 4). As cianobactérias são adaptadas a uma ampla gama de variabilidade ambiental, e podem desenvolver florações em condições de estabilidade da coluna de água, alta concentração de nutrientes, especialmente nitrogênio e fósforo, e em altas temperaturas (Codd *et al.* 2005).

Bacillariophyceae esteve representado tanto por gêneros meroplânctônicos (*Aulacoseira* e *Discostella*) quanto perifíticos e ticoplânctônicos, adaptados à mistura turbulenta. Os demais grupos apresentaram baixa contribuição à diversidade fitoplanctônica nas amostras do mês de setembro de 2009.

Foram registrados altos valores de riqueza de espécies na maioria dos pontos monitorados na área de influência da UHE Cana Brava, no mês de setembro de 2009 (Tabela 4, Figura 17), com média de 19 táxons por amostra e variação de 8 táxons no ponto 10 (rio do Carmo) a 29 no ponto 21 (região lacustre do reservatório). Alta riqueza também foi verificada no ponto 7 (corpo do reservatório, a jusante do rio Bonito).

Os menores valores registrados nos pontos localizados nos ambientes lóticos (pontos 2, 10 e 22) (Tabela 4 e Figura 17), podem ser atribuídos a alta velocidade do fluxo da água e turbidez nos mesmos.

Seguindo o padrão obtido nos meses anteriores, verificou-se maior contribuição dos grupos Chlorophyceae, Bacillariophyceae e Cyanobacteria aos valores de riqueza de espécies fitoplanctônicas no mês de setembro de 2009. As bacilariófitas foram dominantes no rio do Carmo (ponto 10) e rio Bonito (ponto 22), por serem adaptadas às condições lóticas. Nos pontos localizados na região lêntica do reservatório, as cianobactérias e clorófitas foram as mais importantes (Tabela 4, Figura 17).

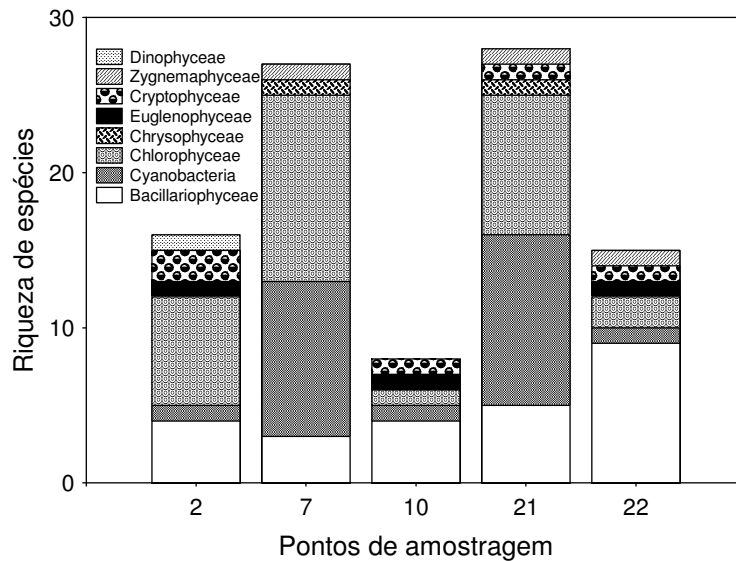


Figura 17. Riqueza de espécies fitoplanctônicas na área de influência da UHE Cana Brava (GO), em setembro de 2009.

Densidade e biomassa fitoplanctônica

Os valores de densidade (Tabela 5, Figura 18a) e biomassa fitoplanctônica (Figura 18b) registrados nas amostras do mês de setembro de 2009, na área de influência do reservatório de Cana Brava, seguiram o mesmo padrão verificado nos meses anteriores, com valores mais altos no ponto 7 (628 ind.mL^{-1} e $0,38 \text{ mm}^3.\text{L}^{-1}$) e ponto 21 (1178 ind.mL^{-1} e $0,69 \text{ mm}^3.\text{L}^{-1}$) e menores valores nos pontos 2, 10 e 22 (Figuras 18a, 18b).

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 no mês de setembro de 2009 indicaram condições oligotróficas ($< 2\text{mm}^3.\text{L}^{-1}$) para todos os pontos monitorados.

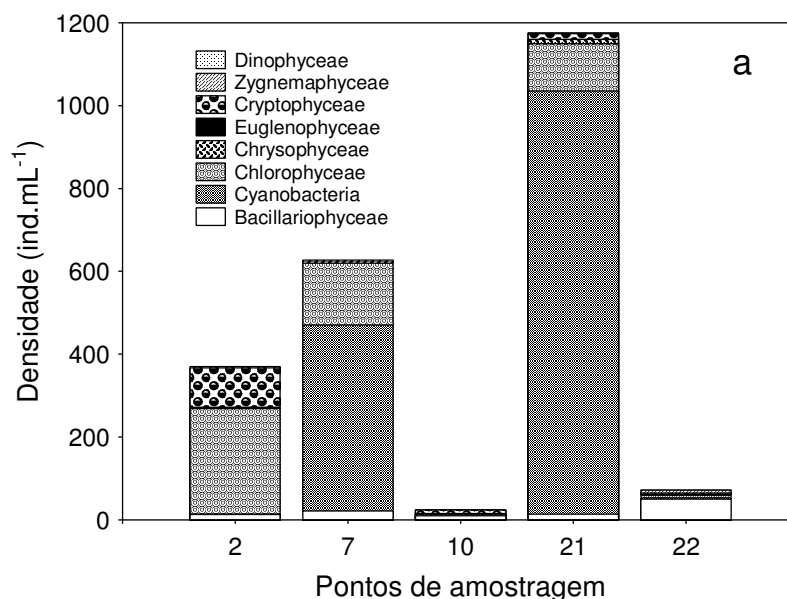
Registrou-se um acréscimo dos valores de densidade e biomassa nos pontos 7 e 21, em relação ao mês de fevereiro de 2009, e um decréscimo em relação ao mês de agosto de 2008. Como observado nos relatórios anteriores, o maior desenvolvimento fitoplanctônico registrado na região lântica do reservatório, está relacionado, principalmente, ao aumento do tempo de residência da água, que favorece o desenvolvimento fitoplanctônico, devido a redução do fluxo e conseqüente maior estabilidade da coluna de água (Straškraba *et al.*, 1993; Tundisi *et al.*, 1993; Straškraba, 1999).

Os menores valores obtidos nos pontos 2, 10 e 22, 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, como tem sido verificado para outros sistemas lóticos.

As cianobactérias foram dominantes em densidade e biomassa nos pontos 7 e 21, sendo representadas, principalmente por algas coloniais dos gêneros *Aphanocapsa* e *Cyanoduction* e pela filamentosa homocitada *Planktolyngbya limnetica* (Tabela 5).

Os resultados de biovolume de cianobactérias 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. 357/2005. No entanto, os táxons registrados como dominantes neste reservatório ao longo do monitoramento são reconhecidamente toxigênicos e florações dos mesmos representam risco potencial à saúde animal e humana (Codd, 2000; Codd *et al.*, 2005).

As clorófitas, representadas quase que exclusivamente pela Ordem Chlorococcales, foram as seguintes mais importante para a abundância fitoplanctônica nos pontos 7 e 21 e foram dominantes no ponto 2 (Tabela 5). Estas algas são favorecidas em condições de disponibilidade luminosa e nutrientes, especialmente o fósforo, e mistura da coluna de água (Reynolds *et al.*, 2002).



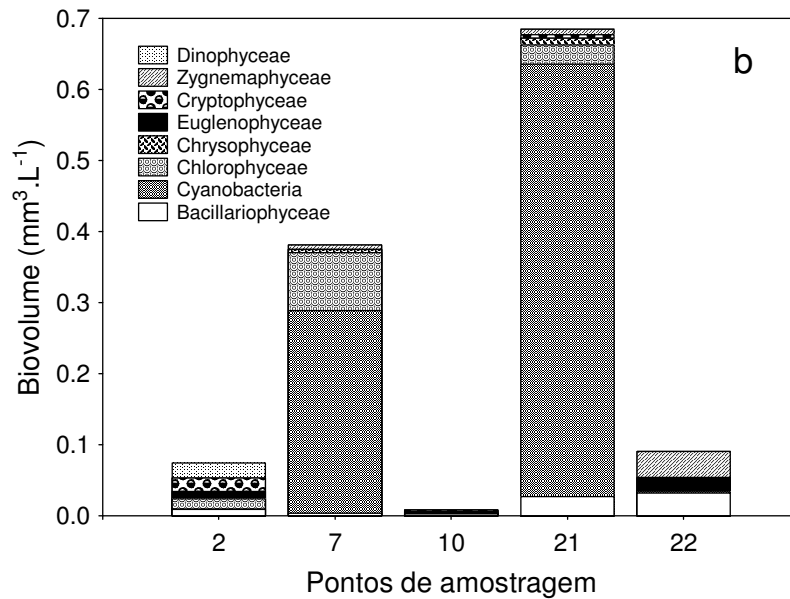


Figura 18. Densidade (a) e biovolume (b) dos grupos fitoplanctônicos nos pontos monitorados no reservatório Cana Brava (GO), em setembro de 2009.

Tabela 5. Densidade (ind.mL⁻¹) dos táxons fitoplanctônicos nos pontos monitorados no reservatório Cana Brava, em (GO), em setembro de 2009.

Táxons	Ponto 2	Ponto 7	Ponto 10	Ponto 21	Ponto 22
BACILLARIOPHYCEAE					
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Sim. var. <i>angustissima</i> (O. Müller) Sim.					3
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.		2			
<i>Discostella stelligera</i> (Cl. & Grun.) Houk & Klee		14		7	
<i>Cymbella microcephala</i> Grun.				2	
<i>Cymbella</i> sp.					3
<i>Fragilaria</i> sp.	6				
<i>Gomphonema gracile</i> Ehr.					1
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kütz.) Kütz.				1	1
<i>Navicula schroterii</i> Meist.			1		10
<i>Navicula</i> sp.			3		
<i>Navicula viridula</i> (Kütz.) Ehr.	3				7
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Smith	3	5		2	
<i>Nitzschia palea</i>			3		21
<i>Suriella linearis</i> W. Sm.				2	
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitz.) Comp.	1				1
Pennales não identificada			3		3
CYANOBACTERIA					
<i>Aphanocapsa delicatissima</i> W. et G. S. West		67		387	
<i>Aphanocapsa elachista</i> W. & West		7		48	
<i>Aphanocapsa koordersii</i> Stroem		2		19	
<i>Chroococcus minimus</i> (Keis.) Lemm.		10		10	
<i>Chroococcus minutus</i> (Kütz.) Näg.		17		5	
<i>Coelomorum tropicale</i> Senn., Peres & Kom.				2	
<i>Cyanoduction</i> cf. <i>imperfectum</i> Cronb. & Weib.		132		130	
<i>Jaaginema</i> sp.	1				
<i>Lemmermanniella pallida</i> (Lemm.) Geit.		38		48	
<i>Lemmermanniella parva</i> Hind.		2		22	
<i>Merismopedia convoluta</i> Bréb.					3
<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemm.) Kom.-Legn. & Cronb.		173		346	
<i>Pseudanabaena</i> sp.			1		
<i>Snowella atomus</i> Kom. & Hind		2		5	
CHLOROPHYCEAE					
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i> Cor.				2	

Tabela 5. Continuação.

Táxons	Ponto 2	Ponto 7	Ponto 10	Ponto 21	Ponto 22
<i>Ankyra judayi</i> (G.W. Smith) Fott	1				
<i>Chlamydomonas</i> sp.			3		3
<i>Closteriopsis</i> sp.					3
<i>Coenochloris planconvexa</i> Hind.		84		48	
<i>Crucigenia fenestrata</i> (Schm.) Schm.				5	
<i>Euastropsis richteri</i> (Schim.) Lag.		5			
<i>Eutetramorus fottii</i> (Hind.) Kom. Ssensu Kom.	3	2		7	
<i>Fusola</i> sp.		2			
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Kors.) Hind.	3				
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thur.) Kom. - Legn	9				
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berk.) Kom.-Legn.		19			
<i>Monoraphidium irregulare</i> (G. M. Smith) Kom.-Legn.	9				
<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nyg.	227	7		7	
<i>Nephrocytium lunatum</i> W. West		1			
<i>Oocystis borgei</i> Snow		2			
<i>Pediastrum tetras</i> (Ehr.) Ralfs		7			
<i>Scenedesmus ecornis</i> (Ehr. ex Ralfs) Chod.		17		29	
<i>Scenedesmus linearis</i> Kom.				2	
<i>Tetraedron caudatum</i> (Cor.) Hansg.				2	
<i>Tetraedron minimum</i>	3	1			
Chlorococcales não identificada 2		2		12	
CHRYSOPHYCEAE					
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehr.		5		10	
EUGLENOPHYCEAE					
<i>Lepocynclis ovum</i> (Ehr.) Lemm.					3
<i>Trachelomonas oblonga</i> Lemm.	3				
<i>Trachelomonas</i> sp.			1		
CRYPTOPHYCEAE					
<i>Chroomonas acuta</i> Uterm.	13				
<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja	82		9		3
<i>Cryptomonas</i> sp.				14	
ZYGNEMAPHYCEAE					
<i>Cosmarium</i> cf. <i>punctulatum</i>					7
<i>Staurastrum tetracerum</i> (Kütz.) Ralfs				2	
<i>Staurodesmus dejectus</i> (Bréb.) Teil.		2			
DINOPHYCEAE					
<i>Peridinium</i> sp.	3				
XANTHOPHYCEAE					
<i>Tetraedriella jovetti</i> (Bourr.) Bourr.		1		2	

3.4.2. Zooplâncton

Composição

A análise qualitativa das amostras de zooplâncton, obtidas na área de influência do Reservatório de Cana Brava, em setembro de 2009, evidenciou a ocorrência de 46 táxons, destacando-se os protozoários testáceos, com 24 espécies, seguidos por rotíferos, com 11 espécies, cladóceros com 8 e copépodes com 3 espécies (Tabela 6). Os resultados obtidos em setembro de 2009 evidenciam um incremento expressivo no número de espécies zooplanctônicas, contrastando, por um lado, com a baixa diversidade registrada nos últimos 2 períodos de amostragem, mas com valores próximos aos que

vinham sendo registrados para a área de estudo ao longo do monitoramento (entre 50 e 60 espécies).

Tabela 6. Inventário de espécies registradas nas amostras de zooplâncton e suas respectivas densidades, nos diferentes pontos de amostragem do programa de monitoramento do reservatório de Cana Brava, em setembro de 2009.

GRUPO	FAMÍLIA	ESPÉCIES/ PONTOS	Ponto 2	ponto 7	ponto 10	Ponto 20	Ponto 22
Testacea	Arcellidae	<i>Arcella conica</i>	1		20		
		<i>A. dentata</i>	40				
		<i>A. discoides</i>	40		80		40
		<i>A. megastoma</i>	40		2		3
		<i>A. vulgaris</i>	80		1		
	Centropyxidae	<i>Centropyxis aculeata</i>	360		140		400
		<i>C. cf. aerophyla</i>					20
		<i>C. constricta</i>			20		
		<i>C. discoides</i>	1				40
		<i>C. ecornis</i>	80		60		140
		<i>C. marsupiformis</i>					1
		<i>C. spinosa</i>	1				
	Cyclopyxis	<i>Cyclopyxis kahli</i>				20	
		<i>C. impressa</i>	1		60		1
	Diffugiidae	<i>Diffugia cf. bryophila</i>	1				
		<i>D. corona</i>				1	180
		<i>D. echinulata</i>				20	
		<i>D. gramen</i>	40				20
		<i>D. oblonga</i>				20	
		<i>Diffugia</i> sp.	1			20	40
<i>D. urceolata</i>		1				60	
<i>Pontigulasia compressa</i>		40			1		
<i>Nebella</i> sp.		40					
Plagyopyxidae	<i>Plagyopyxis</i> sp.	1		20		20	
TOTAL TECAMEBAS			768		485		965
Rotifera	Brachionidae	<i>Plathyas quadricornis</i>	1		100		
	Conochilidae	<i>Euchlanis dilatata</i>	4				
	Floscularidae	<i>Pytigura</i> sp.	40	80		480	
	Lecanidae	<i>Lecane bulla</i>	120		120		80
		<i>L. cornuta</i>	40		2		2
		<i>L. curvivornis</i>			2		1
		<i>L. stenroosi</i>					20
	Lepedellidae	<i>Lepadella ovalis</i>	1		20		20
	Notomatidae	<i>Cephalodella</i> sp.			100		40
	Philodinidae	Bdeloidea	40		120		520
	Trichotridae	<i>Macrochaetus sericus</i>	40	40			
TOTAL ROTÍFEROS			286	120	464	480	683
Cladocera	Bosminidae	<i>Bosmina hagdmani</i>		240		4	1
		<i>Bosminopsis deitersi</i>	1				
	Chydoridae	<i>Alona</i> sp.	1				
		<i>Alona</i> cf. <i>verrucosa</i>					1

Tabela 6. Continuação.

GRUPO	FAMÍLIA	ESPÉCIES/ PONTOS	Ponto 2	ponto 7	ponto 10	Ponto 20	Ponto 22
		<i>Chydorus eurynotus</i>		1			
	Daphniidae	<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	40	80			
		<i>Daphnia gessneri</i>		160		80	
	Sididae	<i>Diaphanosoma spinulosum</i>	1	640		240	
TOTAL CLADÓCEROS			43	1121		324	2
Copepoda	Cyclopidae	<i>Ectocyclops rubencens</i>	1		1		
		<i>Thermocyclops minutus</i>		3		2	
		náuplio de Cyclopoida	160	1280	20	720	2
		copepodito de Cyclopoida	2	240	1	160	
	Diaptomidae	<i>Notodiaptomus cearensis</i>		320		960	
		náuplio de Calanoida	40	400		160	
		copepodito de Calanoida	1	800		800	
TOTAL COPÉPODES			204	3043	22	2802	2

Considerando a contribuição dos diferentes grupos para a diversidade do zooplâncton, o predomínio dos testáceos observado mais uma vez para a área de estudo está, certamente associado a manutenção de áreas lóxicas no delineamento amostral. Como já amplamente discutido em relatórios anteriores, o predomínio de rotíferos no zooplâncton de reservatórios observado em diferentes reservatórios (Lopes *et al.*, 1997; Lansac-Tôha *et al.*, 1999, 2005; Nogueira, 2001; Sampaio *et al.*, 2002; Velho *et al.*, 2005) se dá, em geral, nas áreas lênticas dos reservatórios, enquanto que em regiões de montante e jusante, predominantemente lóxicas, bem como em vários tributários, observa-se o predomínio de grupos não planctônicos com os protozoários testáceos (Lansac-tôha *et al.*, 1999, 2005; Velho *et al.*, 2005).

Como um padrão observado, em geral, ao longo de todo o monitoramento, em setembro de 2009 os protozoários testáceos estiveram representados especialmente pelos arcellídeos, diflugídeos e centropixídeos (Tabela 6). Os estudos sobre os testáceos, em ambientes dulcícolas, amplamente aquáticos, como rios, lagos e reservatórios, têm evidenciado estas famílias como as mais especiosas do grupo, seja no plâncton, vegetação ou sedimento (Velho, 1999, Vieira *et al.*, 2007, Lansac-Tôha *et al.*, 2007).

Entre os rotíferos destacaram-se, em setembro de 2009, os lecanídeos (Tabela 6). Esta família, tem sido registrada junto aos braquionídeos e tricocercídeos, entre as mais especiosas do zooplâncton em ambientes dulcícolas tropicais Lansac-Tôha *et al.*, 2004).

Entre os microcrustáceos, os cladóceros estiveram representados por 4 famílias, destacando-se os Chydoridae, família esta tipicamente litorânea, como família mais especiosa (Tabela 6).

Entre os copépodes, destacaram-se os ciclopídeos como mais especiosos em setembro, representados por 2 espécies. Os diatomídeos, tipicamente planctônicos, foram representados apenas por 1 espécie (Tabela 6).

Riqueza de Espécies

Os resultados de riqueza de espécies obtidos em setembro de 2009, evidenciaram valores variando entre 6 e 31 espécies (Figura 19), com média de 18 espécies para a área de estudo. Este resultado representa um incremento substancial na riqueza do zooplâncton, valor este cerca de 2 vezes maior que o observado nos últimos períodos de amostragem (entre 9 e 10 espécies). A riqueza observada em setembro é, no entanto, próxima à média que vinha sendo observada para a área de estudo ao longo do monitoramento (cerca de 20 espécies, em média).

Corroborando o padrão observado, em geral, ao longo do monitoramento, em setembro de 2009, maiores valores de riqueza de espécies foram observados nos pontos com alguma influência lótica, os pontos 2, 10 e 22, e os menores nos pontos caracteristicamente lênticos, os pontos 7 e 21 (Figura 19).

Em relação à contribuição dos diferentes grupos para a riqueza, nos pontos 2, 10 e 22 predominaram, mais uma vez, os protozoários testáceos, considerando a maior influência de condições lógicas nestas áreas, enquanto que nos pontos 7 e 21 observou-se, em geral, uma maior contribuição de microcrustáceos, em especial cladóceros, tendo em vista o predomínio de condições lênticas nestas áreas (Figura 19).

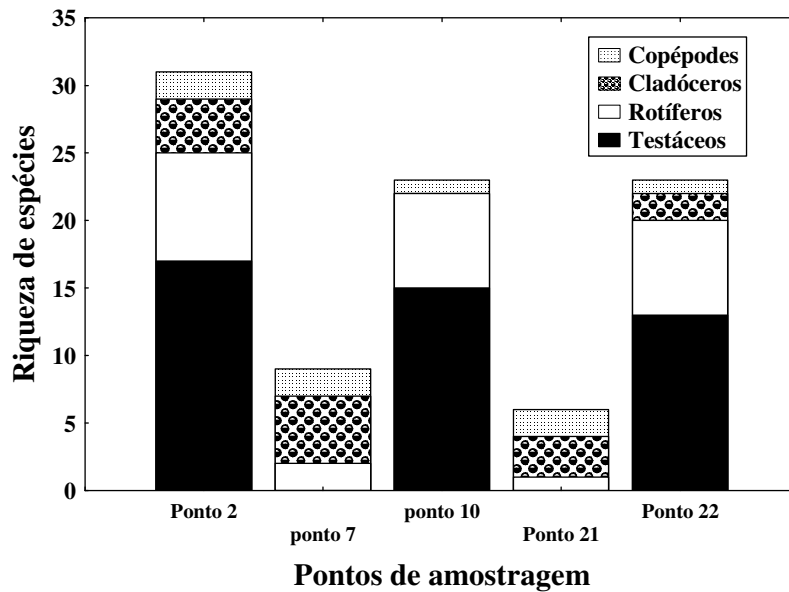


Figura 19. Variação espacial da riqueza de espécies dos diferentes grupos zooplânctônicos registrados nos pontos de amostragem do programa de monitoramento do reservatório de Cana Brava, em setembro de 2009.

Abundância

Os resultados de abundância do zooplâncton, obtidos em setembro de 2009, na área de influência do reservatório de Cana Brava, revelaram um padrão semelhante ao que vinha sendo registrado para a área de estudo na grande maioria dos períodos de amostragem. Assim, diferente da riqueza de espécies, maiores valores de densidade foram registrados nos pontos 7 e 21, predominantemente lênticos, enquanto que os menores valores deste atributo foram registrados nos pontos com maior influência de condições lólicas, os pontos 2, 10 e 22 (Figura 20). Assim como observado para a riqueza, nos pontos 2, 10 e 22 predominaram os protozoários testáceos como mais abundantes, enquanto que nos pontos localizados em áreas lênticas, pontos 7 e 21, predominaram os microcrustáceos e, para a densidade, especialmente os copépodes (Figura 20).

Em setembro de 2009, os valores de densidade variaram entre 971 e 4284 ind.m⁻³ (Figura 20), com uma densidade média de 2363 ind.m⁻³ para a área de estudo, sendo este valor médio cerca de 7 vezes maior que o observado nos últimos 2 períodos de amostragem (cerca de 300 ind.m⁻³).

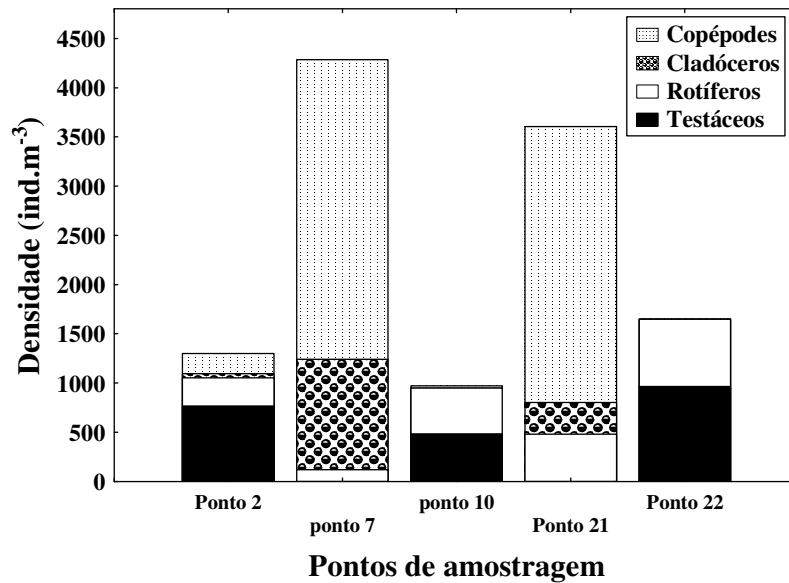


Figura 20. Variação espacial da abundância dos diferentes grupos zooplânctônicos registrados nos pontos de amostragem do programa de monitoramento do reservatório de Cana Brava, em setembro de 2009.

Considerando-se a abundância das diferentes espécies, entre os protozoários testáceos, dominantes nos pontos predominantemente lóticos, destacaram-se, mais uma vez, as espécies do gênero *Centropyxis* como *C. aculeata*, *C. ecornis* (Tabela 6).

Entre os rotíferos predominaram os bdelóideos, além das espécies *Pytigura* sp. e *Lecane Bulla*. Entre os cladóceros, destacaram-se em setembro de 2009 as espécies *Diaphanosoma spinulosum* e *Bosmina hagmanni* (Tabela 6).

Entre os copépodes, grupo mais representativo em termos de abundância em setembro, e predominante nos pontos 7 e 21, destacaram-se suas formas jovens (náuplios e copepoditos) especialmente da família Cyclopidae (Tabela 6). Como discutido em relatórios anteriores, a dominância de náuplios e copepoditos em relação aos adultos de copépodes é freqüentemente registrada em reservatórios brasileiros (Cabianca & Sendacz, 1985; Lopes *et al.*, 1997; Lansac-Tôha *et al.*, 1999; Serafim Jr, 2002). Segundo Cabianca & Sendacz, (1985), a produção de um grande número de formas larvais pode ser considerada como uma estratégia reprodutiva do grupo.

Em relação aos adultos de copépodes, os resultados obtidos em setembro de 2009 reforçam aqueles que têm sido observados ao longo do monitoramento, com o predomínio de *Thermocyclops minutus*, entre os ciclopóides, e a ocorrência de *Notodiaptomus cearensis* entre os diaptomídeos (Tabela 6). Considerando que *T. minutus* tem sido observado como dominante, em relação à sua espécie congênica *T. decipiens*, em condições oligotróficas, particularmente em lagos e reservatórios de bacias preservadas (Sendacz *et al.*, 1985), o predomínio de *T. minutus* na área de influência do Reservatório de Cana Brava sugere, mais uma vez, o predomínio de condições de oligotrofia para a área de estudo.

3.4.3. Zoobentos

Em fevereiro e setembro de 2009, na área de influência da Usina Hidrelétrica Cana Brava foram amostrados apenas 12 táxons (Tabela 7 e Figura 21), sendo a maioria insetos. Dentre os táxons identificados em fevereiro e setembro de 2009, a maioria é formada pelos insetos, que se destacam em diversidade e abundância no ecossistema aquático (Hynes, 1970). Nas amostragens anteriores, o mesmo foi observado.

De maneira geral, a comunidade de invertebrados bentônicos registrada nos 5 pontos amostrados vêm mantendo um padrão de distribuição, sendo a maior riqueza registrada no ponto 10 (Figura 22). Provavelmente a maior riqueza registrada neste ponto deve-se ao regime lótico deste corpo aquático. É importante notar a presença de gêneros de Ephemeroptera extremamente sensíveis, como o *Needhamella*, o *Thraulodes* e o *Hagenulopsis*, que são geralmente encontrados apenas em locais que apresentam excelente qualidade da água e condições favoráveis, como por exemplo, o substrato rochoso.

Na maioria dos pontos foi observada uma redução da riqueza, provavelmente atribuídas ao regime antecipado de chuvas. Em águas correntes, o aumento do volume das águas (período chuvoso) provoca o carreamento de alguns táxons e o soterramento de outros, devido ao escoamento do ambiente terrestre para o aquático. Por outro lado, em

ambientes lânticos, o escoamento do ambiente terrestre para o aquático aumenta a concentração de matéria orgânica, provocando uma piora da qualidade da água.

Tabela 7. Comunidade de invertebrados bentônicos em fevereiro (F) e setembro (S) de 2009.

Táxons		P2F	P2S	P7F	P7S	P10F	P10S	P21F	P21S	P22F	P22S
Diptera	Chironomidae	520	800	440	720	100	400	640	80	160	1880
	Ceratopogonidae	40	80	0	0	0	0	0	0	0	0
Coleoptera	Elmidae	80	0	0	0	80	600	40	40	0	0
	<i>Cloeodes</i>	0	0	0	0	10	40	0	0	0	0
Ephemeroptera	<i>Hagenulopsis</i>	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0
	<i>Thraulodes</i>	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0
	<i>Needhamella</i>	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0
	<i>Leptohyphes</i>	40	40	0	0	40	80	0	0	0	0
Trichoptera	<i>Nectopsyche</i>	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0
Odonata	<i>Coenagrionidae</i>	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0
Microcrustacea	Ostracoda	0	80	40	0	0	0	80	0	0	0
Anellida	Oligochaeta	120	0	160	200	40	40	120	200	120	480
Abundância Total		800	1000	640	920	350	1280	880	320	280	2360
Riqueza		5	4	3	2	7	8	4	3	2	2
Índice de Shannon		0,699	0,602	0,477	0,301	0,845	0,903	0,602	0,477	0,301	0,301
Equitabilidade		0,68	0,513	0,708	0,755	0,915	0,689	0,622	0,819	0,985	0,729

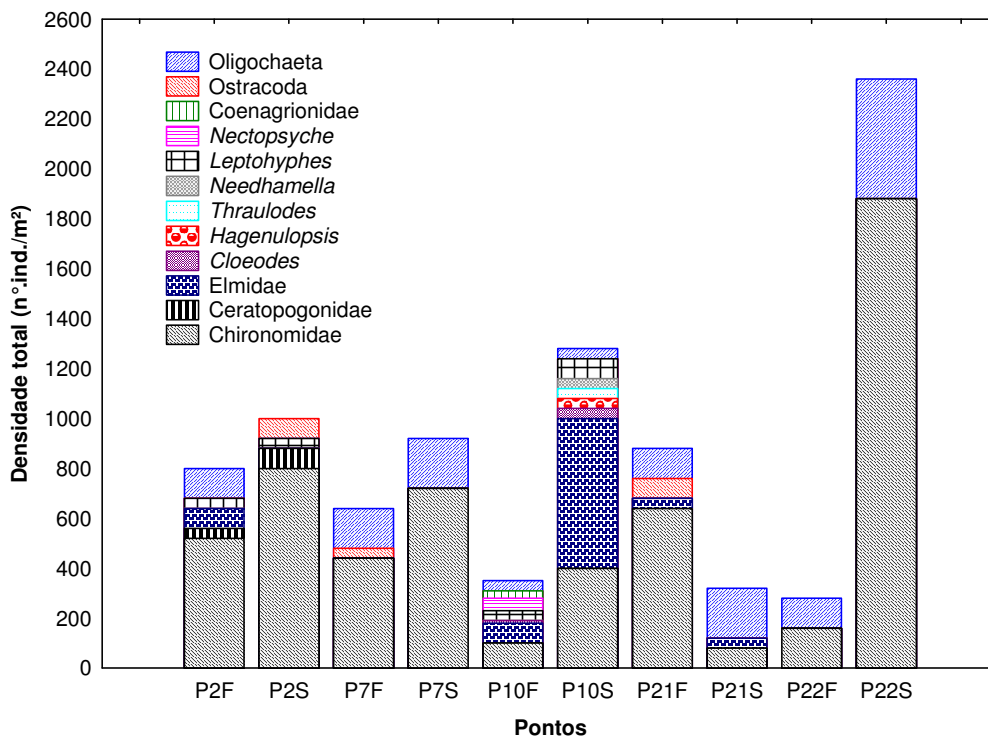


Figura 21. Densidade dos táxons amostrados em fevereiro (F) e setembro (S) de 2009.

Como na amostragem realizada em fevereiro o ponto 22 registrou riqueza apenas de 2 táxons. Este ponto demonstra claramente as pressões antrópicas sofridas no local, devido apenas ao registro de táxons mais resistentes (Figura 22). Além disso, foi notado um grande aumento da densidade dos dois táxons amostrados (Chironomidae e Oligochaeta), o que demonstra a baixa oferta de recursos.

O ponto 21 situa-se próximo à barragem, apresentando uma grande profundidade. A profundidade e a característica do substrato são fatores que podem interferir na estruturação e na dinâmica da comunidade bentônica. Provavelmente, por este motivo, sempre foi registrada uma baixa riqueza neste local, além do substrato ser formado por areia e matéria orgânica (Figura 22). Locais que apresentam grande profundidade, geralmente apresentam baixas concentrações de oxigênio ou até mesmo a anoxia.

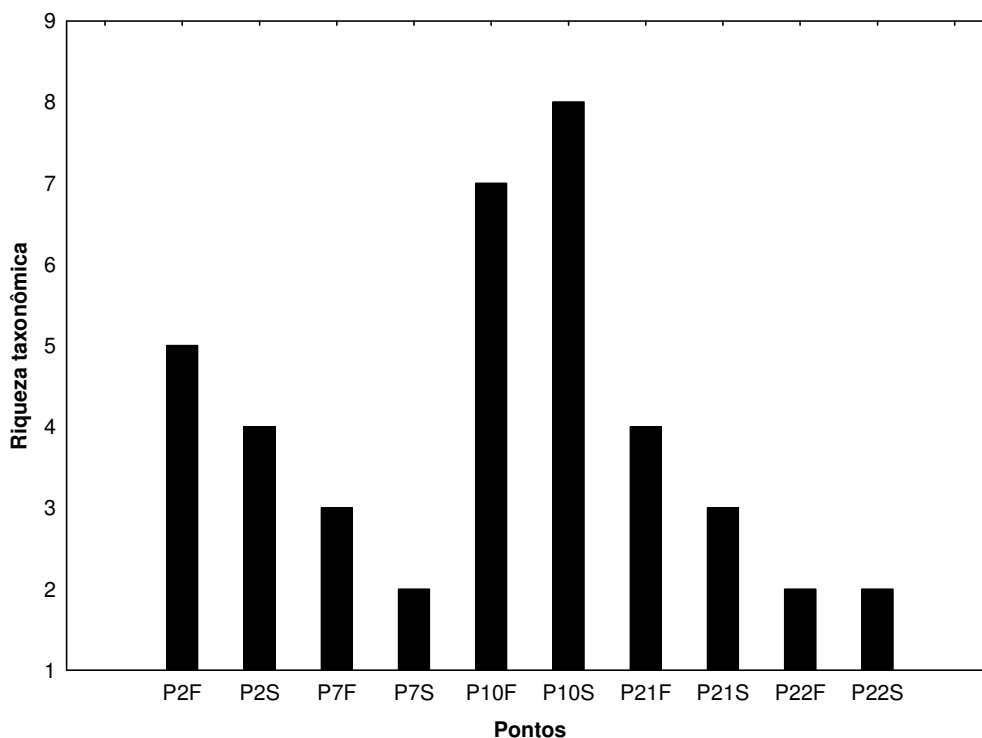


Figura 22. Riqueza taxonômica registrada nos locais amostrados, em fevereiro (F) e setembro (S) de 2009.

Ao contrário do observado em fevereiro de 2009, em setembro as maiores abundâncias totais foram registradas nos pontos 22 e 10. No ponto 22 houve um grande aumento da densidade dos táxons registrados (Chironomidae

e Oligochaeta) e no ponto 10, além da uniformidade da densidade dos táxons registrada, foi notada uma alta densidade de Chironomidae (Figura 23). O ponto 10, ao contrário do ponto 22, registrou uma riqueza taxonômica maior, com a presença de táxons bioindicadores. O ponto 2, além de apresentar uma boa qualidade da água possui um substrato formado por pedra e folhiço, o que torna o ambiente mais favorável à colonização dos mesmos. O tipo de substrato tem sido usado como um preditor da abundância e da diversidade de macroinvertebrados (Vannote *et. al.*, 1980).

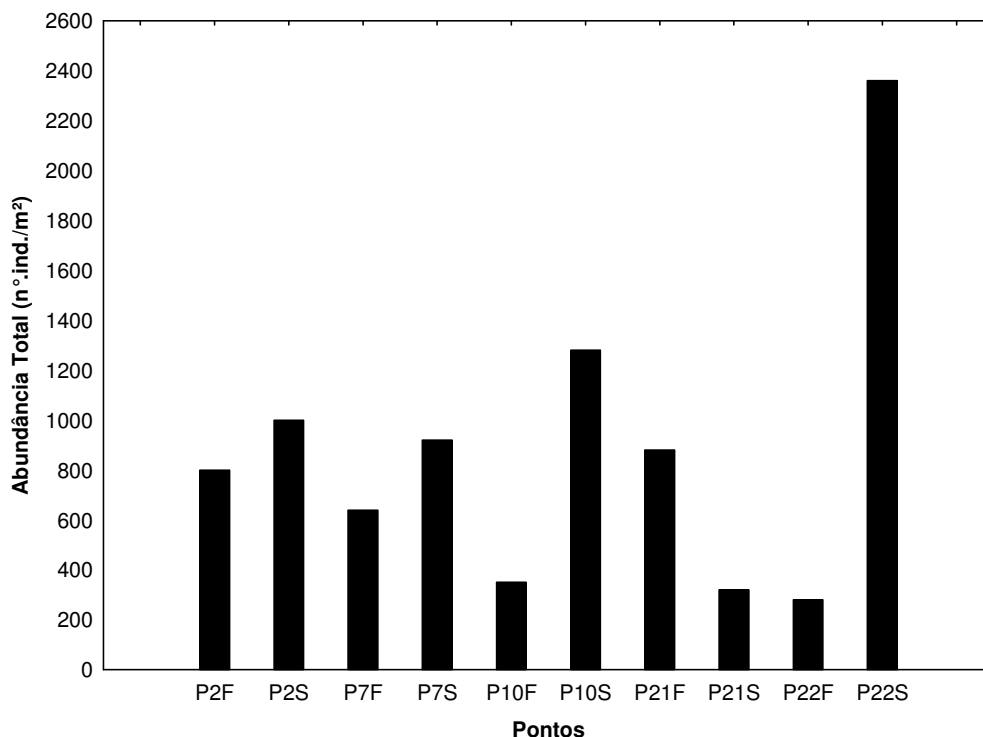


Figura 23. Abundância total registrada nos pontos amostrados, em fevereiro (F) e setembro (S) de 2009.

Em setembro de 2009, os táxons Chironomidae e Oligochaeta apresentaram as maiores abundâncias médias e freqüências (Figuras 24 e 25). O táxon Oligochaeta é comedor de matéria orgânica, sendo registrado em menores quantidades em locais que apresentaram areia, cascalho e/ou folhiço como substrato principal. No presente estudo, a grande quantidade de matéria orgânica registrada nesses locais amostrados favoreceu a alta abundância média e freqüência dos Oligochaeta e Chironomidae (Figuras 24 e 25). Os Chironomidae apresentam uma distribuição cosmopolita, sendo encontrado em

todos os tipos de ambientes, não apresentando preferência por tipo de substrato. Ambos vivem em locais com concentração de oxigênio extremamente baixa.

Chironomidae não tem preferência em relação ao tipo de substrato (Piva, 2004). Esse resultado geral tem sido encontrado em outros estudos realizados na região Neotropical (Balbour, 1999). A maioria dos Oligochaeta está adaptada a ocupar os sedimentos moles, de arenosos a lodosos, o que explica a ocorrência em todos os pontos, formados principalmente por areia. Além disso, esse táxon é altamente resistente às mudanças ambientais e a ambientes com alto grau de poluição. Resultados semelhantes foram observados nas amostragens anteriores.

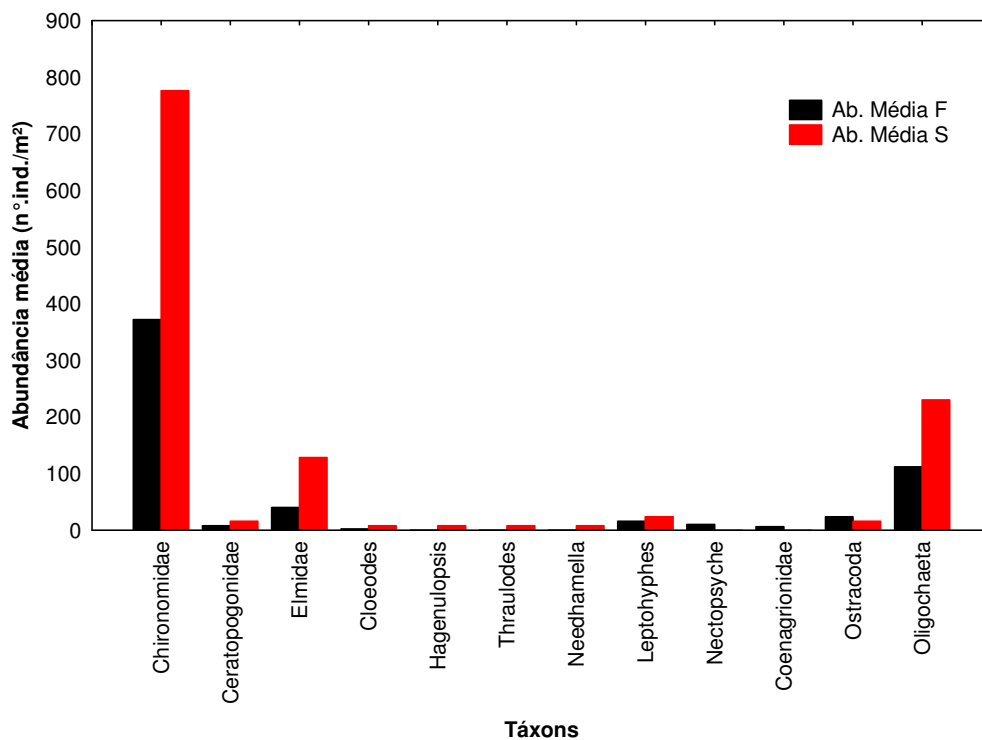


Figura 24. Abundância média dos táxons amostrados.

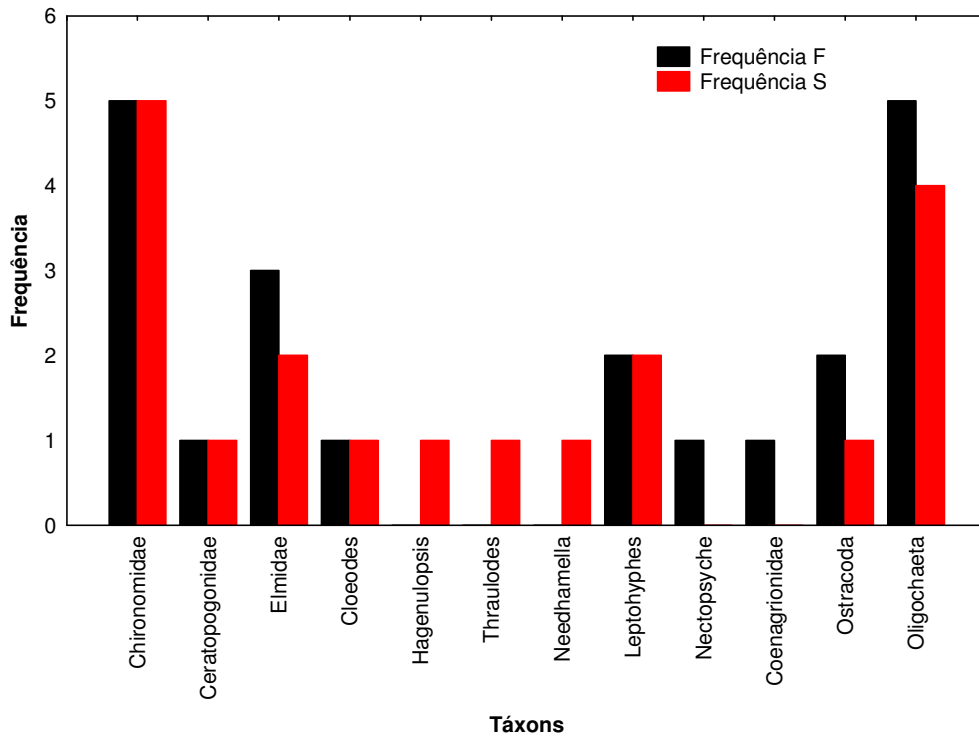


Figura 25. Frequência taxonômica registrada nos locais amostrados.

Em quase todos os pontos amostrados o substrato coletado foi areia fina e matéria orgânica, favorecendo então os táxons registrados com as maiores densidades e frequências (Oligochaeta e Chironomidae). O tipo de substrato interfere na fauna bentônica, pois esta depende dele essencialmente como fonte de alimento sob a forma de substâncias autóctones ou alóctones rica em energia (Lellak, 1966), além de servir de abrigo e local para fixação.

Entre fevereiro e setembro de 2009, o maior índice de diversidade de Shannon foi registrado no ponto 10 (setembro), devido maior riqueza registrada neste local. Por outro lado, a maior equitabilidade foi registrada no ponto 22 (Tabela 7).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pressupondo que as águas do sistema monitorado são enquadradas na Classe 2 da Resolução nº 357 de março de 2005 do CONAMA, grande parte do trecho monitorado, em setembro de 2009, no reservatório da UHE Cana Brava, apresentaram resultados compatíveis com os limites preconizados pela referida resolução. As seguintes transgressões foram observadas:

- Concentração de oxigênio dissolvido inferior a 5,0 mg/L no meio e fundo do ponto 1 (foz do córrego Florêncio); meio do ponto 6; e fundo dos pontos 20 e 21;
- Concentração de sulfeto superior a 0,002 mg/L na superfície dos pontos 15, 18, 19, 20 e 21; e meio dos pontos 6, 20 e 21;
- Concentração de fósforo total superior a 0,05 mg/L no fundo do ponto 6;
- Densidade de coliformes fecais (termotolerantes) superior a 1000 NMP/100ml nos pontos 2 (rio Preto); 5 (rio São Félix), 20 (meio do reservatório) e 22 (rio Bonito).

Em setembro de 2009, o fundo do ponto 6 apresentou baixas concentrações de oxigênio dissolvido, resultando nas maiores concentrações de ferro total, sulfeto e fósforo total nesse ambiente. Por outro lado, nesse mês houve redução nos valores de turbidez, condutividade elétrica e nutrientes nitrogenados e fosfatados, comparando com fevereiro de 2009.

A partir da análise da comunidade fitoplanctônica coletada no mês de setembro de 2009, na área de influência da UHE Cana Brava, foi possível evidenciar alta diversidade gama (101 táxons), inferior a verificada no mês de fevereiro de 2009 (66 táxons) e similar a registrada no mês de agosto de 2008 (99 táxons). No mês setembro de 2009, esta comunidade foi representada por 10 grupos taxonômicos. Chlorophyceae, Cyanobacteria, Bacillariophyceae e Zygnemaphyceae foram os principais contribuintes da diversidade fitoplanctônica e têm sido verificados como os mais bem representados em diversos rios e reservatórios brasileiros.

Foram registrados altos valores de riqueza nos pontos monitorados na área de influência do reservatório de Cana Brava. Os valores de densidade e

biomassa fitoplanctônica, seguiram o mesmo padrão verificado nos meses anteriores, com valores mais altos no ponto 7 e menores nos pontos 2, 10 e 22 devido a alta velocidade do fluxo da água e alta turbidez nos mesmos.

De acordo com os critérios estabelecidos por Vollenweider os resultados de biovolume obtidos para o reservatório de Cana Brava no mês de setembro de 2009 indicaram condições oligotróficas ($< 2\text{mm}^3.\text{L}^{-1}$) para todos os pontos monitorados. Além disso, os resultados de biovolume de cianobactérias possibilitaram o enquadramento das águas dos pontos monitorados, na Classe 2 ($< 5\text{mm}^3.\text{L}^{-1}$), de acordo com o padrão estabelecido para as águas doces quanto a este parâmetro pela resolução do CONAMA n. 357/05 (Brasil, 2005). No entanto, os táxons registrados como dominantes neste reservatório ao longo do monitoramento são reconhecidamente toxigênicos e florações dos mesmos representam risco potencial à saúde animal e humana.

A análise da composição de espécies da comunidade zooplanctônica, em setembro de 2009, evidenciou a ocorrência de 46 táxons. Os protozoários testáceos foram, mais uma vez, o grupo mais especioso, com 24 espécies. Os resultados obtidos em setembro de 2009 evidenciam um incremento expressivo no número de espécies zooplanctônicas, contrastando, por um lado, com a baixa diversidade registrada nos últimos 2 períodos de amostragem. Corroborando o padrão observado, em geral, ao longo do monitoramento, em setembro de 2009, maiores valores de riqueza de espécies foram observados nos pontos com alguma influência lótica, os pontos 2, 10 e 22, e os menores nos pontos lênticos, os pontos 7 e 21. Assim como observado para a riqueza, nos pontos 2, 10 e 22 predominaram os protozoários testáceos como mais abundantes, enquanto que nos pontos localizados em áreas lênticas, pontos 7 e 21, predominaram os microcrustáceos e, para a densidade, especialmente os copépodes.

Em setembro, assim como em fevereiro de 2009, a comunidade bentônica registradas nos 5 pontos de amostragem apresentou em sua maioria táxons mais resistentes à alterações ambientais, principalmente Chironomidae e Oligochaeta. Por outro lado, foi registrado um aumento dos táxons mais sensíveis à alterações no ponto 10, o que sugere que este local está com boas condições. A comunidade bentônica presente nos locais influenciados pelo lago

da Usina Hidrelétrica de Cana Brava vêm apresentando um padrão de distribuição, apresentando variações normais, devido ao período de sazonalidade. Como os pontos 2 e 10 apresentam características semi-lóticas e lóticas, respectivamente, estes foram fortemente influenciados pelo período de águas altas, apesar de apresentarem as maiores riquezas entre os pontos. Os demais locais, que apresentam características lênticas, praticamente não apresentaram alterações.

5. BIBLIOGRAFIA

American Public Health Association (APHA) (2005) *Standard methods for the examination of water and wastewater*. American Public Health Association Publications, Washington DC.

Antunes, K.C.P., Castro E Silva, E., Da Silva, J.D., Freitas, R.M., Guesdes, S.F., Magalhães, A., Silva, D. D. (2007). Mercúrio em Sedimento de alguns rios da Bacia do Alto Paraguai. Resumo, 47^o Congresso Brasileiro de Química, Natal, 2007.

Balbour, M.T.; Gerritsen, J.; Snyder, B.D., Stribling, J.D. (1999). Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers. *Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish*. 2^a ed., New York.

Bicudo, C.E.M.; Bicudo, R.M.T. (1970). *Algas de águas continentais brasileiras: chave ilustrada para identificação de gêneros*. São Paulo: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências.

Borges, P. A. F. *et al.* (2003) Spatial variation of phytoplankton and some abiotic variables in the Pirapó River – Pr (Brazil) in august 1999: a preliminary study. *Acta Scientiarum*, 25, 1-8.

Borges, P.A.F. *et al.* (2008) Spatial and temporal variation of phytoplankton in two subtropical Brazilian reservoirs. *Hydrobiologia*; 607, 63-74.

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

Codd, G. A. (2000) Cyanobacterial toxins, the perception of water quality, and the prioritization of eutrofication control. *Ecological engineering*, 16, p. 51-60.

Codd, G. A. *et al.* (2005). Cyanobacterial toxins: risk management for health protection. *Toxicology and Applied Pharmacology* 203:264-272.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução CONAMA nº 357*, de março de 2005, Brasília, SEMA, 2005.

Edler, L. (1979) *Recomendations for marine biological studies in the Baltic Sea, phytoplankton and chlorophyll*. [Paris]: Unesco, 38 p. (UNESCO, Working Group, 11, Baltic Marine Biologists).

Edmunds Jr., G. F. & Waltz, R. D. (1996). Ephemeroptera. In: Merrit, R. W. & Cummins, K. W. (eds). *An introduction to the aquatic insects of North America*. 3rd ed. Kendall / Hunt Publishing Company, 129 – 163.

Edmunds Jr., G. F., Jensen, S. L. & Berner, L., (1979). *The Mayflies of North and Central America*. University of Minnesota Press. 330p.

El Moor - Loureiro, L. M. (1997). *Manual de identificação de cladoceros límnicos do Brasil*. Ed. Universa-UCB. p. 155.

Esteves, F.A. (1998) *Fundamentos de limnologia*. Rio de Janeiro: Interciência.

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

Hynes, H. B. N. (1970). *The Ecology of Running Waters*. Liverpool University Press, 555p.

Lansac-Tôha, F.A. *et al.* (1999) Estrutura da comunidade zooplanctônica antes e após a formação do reservatório de Corumbá-GO. In: Henry, R (Ed.). *Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais*. Botucatu: Fundibio/Fapesp, 1999. cap. 12, p. 347-74.

Lansac-Tôha, F.A. *et al.* (2004) Zooplankton in the upper Paraná river floodplain: richness, abundance and relationships with the hydrological level and the connectivity. In: Agostinho, A. A. *et al.* (Org.). *Structure and Function of the Paraná River and its floodplain*. Eduem, Maringá: p. 75-84.

Lansac-Tôha, F.A., *et al.* (2005). Estrutura da comunidade zooplanctônica em reservatórios. In: Rodrigues, L., *et al.* (eds). *Biocenoses em reservatórios: Padrões espaciais e temporais*. São Carlos: RIMA. p. 115-128.

Lansac-Tôha, F.A. *et al.* (2007). Species richness and geographic distribution of testate amoebae (Rhizopoda) in Brazilian freshwater environments. *Acta Scientiarum*, v. 29, p. 63-74.

Lopes, R.M. *et al.* (1997) Comunidade zooplanctônica do reservatório de Segredo. In: Agostinho, A.A.; Gomes L.C. (Ed.). *Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo*. Maringá: Eduem, cap. 3, p. 39-60.

Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton Univ. Press, New Jersey, 179p
Mérigoux, S. & Dolédec, S. 2004. Hydraulic requirements of stream communities: a case study on invertebrates. *Freshwater Biology*. Vol. 49: 600-613.

Merrit, R. W., Cummins, K. W. (eds.). (1996). *An introduction to the aquatic insects of North America*. 3^a ed. Kendall/Hunt Pub. 862p.

Nogueira, M.G. (2001) Zooplankton composition dominance and abundance as indicators of environmental compartmentalization in Jurumirim Reservoir (Paranapanema River), São Paulo, Brasil. *Hydrobiologia*, Dordrecht, **455**, p. 1-18.

Peckarsky, B. L., Fraissinet, P. R., Penton, M. A., Conklin Jr., D. J. (1990). *Freshwater macroinvertebrates o Northeastern North America*. Cornell Univ. Press. 442p.

Piva, C.B. (2004). *Estrutura da comunidade de insetos aquáticos em córregos localizados na APA Nascentes do Rio Vermelho, NE do estado de Goiás*. Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação da UFG, para obtenção do título de mestre em biologia, área de concentração em ecologia.

Pivato, B. M. *et al.* (2006) Dinâmica nictemeral das assembléias fitoplanctônicas em um reservatório tropical (reservatório de Corumbá – GO), em dois períodos do ciclo hidrológico. *Acta Sci. Biol. Sci.* Maringá, 28, (1), 19-29.

Reynolds, C.S. *et al.* (2002) Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *J. Plankton Res.*, Oxford, 24 (5), p. 417-428.

Rodrigues, L. C. *et al.* (2005) Assembléias Fitoplanctônicas de 30 Reservatórios do Estado do Paraná. In: Rodrigues, L., *et al.* (eds). *Biocenoses em reservatórios: Padrões espaciais e temporais*. São Carlos: RIMA, p. 57-72.

Sampaio, E. V. *et al.* (2002) Composition and abundance of zooplankton in the limnetic zone of seven reservoirs of the Paranapanema River, Brazil. *Braz. J. Biol.*, São Carlos, 62 (3), p. 525-545.

Sendacz, S. *et al.* (1985). Limnologia de reservatórios do sudeste do Estado de São Paulo, Brasil. VIII. Zooplâncton. *Boletim do Instituto de Pesca*, v.12, p.187-207.

Serafim-Junior, M. (2002). *Efeitos do represamento em um trecho do rio Iguaçu sobre a estrutura e dinâmica da comunidade zooplanctônica*. 2002. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

Straškraba, M. (1999) Retention time as a key variable of reservoir limnology. In: Tundisi, J.G. & Straškraba, M. *Theoretical reservoir ecology and its applications*. International Institute of Ecology, Brazilian Academy of Sciences and Backhuys Publishers. p.385-410.

Straškraba, M.; Tundisi, J. G.; Duncan, A. (1993) State-of-the-art of reservoir limnology and water quality management. In: Straškraba, M.; Tundisi, J. G.; Duncan, A. Eds. *Comparative reservoir limnology and water quality management*. Netherlands, Kluwer Academic Press.

Sun, J., Liu, D. (2003) Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton. *J. Plankton Res.*, 25: 1331–1346.

Train, S., Rodrigues, L. C. (2004) Assemblages Phytoplanktonic. In: *The Upper Paraná River and its floodplain: Physical aspects, ecology and conservation* (Eds Thomaz, S. M. *et al.*), pp. 103-124. Backhuys, Leiden.

Tundisi, J.G.; Matumura-Tundisi, T.; Calijuri, M. C. (1993) Limnology and management of reservoirs in Brazil. In: Straškraba, M.; Tundisi, J.G. & Duncan, A. *Comparative reservoir limnology and water quality management*. Kluwer Academic Publishers., p.25-55.

Utermöhl, H. (1958) Zur Vervollkommnung der quantitativen phytoplankton-methodic. *Mitt. int. Verein. Limnol.*, 9, 1-38.

Vannote, R.L.; G.W. Minshall; K.W.L. Cummins; J.R. Sedell, C.E. Cushing.,1980. The River Continuum Concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37: 130-137.

Velho, L. F. M.; Lansac-Tôha, F.A.; Bini, L. M. (1999). Spatial and temporal variation in densities of testate amoebae in the plankton on the Upper Paraná River floodplain, Brazil. *Hydrobiologia*, Dordrecht, v. 411, p.103-113.

Velho, L.F.M., *et al.* (2005). Distribuição longitudinal da comunidade zooplanctônica em reservatórios. In: Rodrigues, L., *et al.* (eds). *Biocenoses em reservatórios: Padrões espaciais e temporais*. São Carlos: RIMA, p. 129-140.

Wetzel, R. G., Linkens, G.E. (2000) *Limnological analyses*. New York: Springer-Verlag.

Wiggins, G. B. (1977). *Larvae of the North American Caddisfly Genera (Trichoptera)*. University of Toronto Press, 393p.

ANEXO I

RESULTADOS DA CAMPANHA DE SETEMBRO DE 2009

Resultados referentes à campanha de setembro de 2009, na UHE Cana Brava.

Variáveis / Pontos	Prof	1	2	5	6	7	8	10	15	18	19	20	21	22
Temperatura ambiente (°C)		28	30	29	32,5	30	31	29,5		32,1	31,5	30,5	31	31,5
Temperatura da água (°C)	S	26,47	27,72	26,3	30,8	29,87	30,2	27,9	26,8	30,5	30,05	29,8	30,03	27,55
	M	26,11			26,57							27,32	26,44	
	F	26,09			26,5							25,11	25,51	
Transparência da água (m)		2	1,1	0,4	4,1	-	3	-	-	3,7	2,8	-	4,8	-
	S	3,05	8,12	69,7	1,0	1,6	3,1	5,2	1,7	1,8	2,6	1,5	1,3	4,2
	M	2,39			3,1							1,6	1,0	
Turbidez (NTU)	F	2,59			64,6							26,9	26,9	
	S	5,2	6,8	6,6	8,2	8,9	9,4	7,5	6,8	9	8,1	7,7	8,6	7,4
	M	4,3			3,5							7,2	7,5	
Oxigênio dissolvido (mg/L)	F	4,3			7							4,2	3,8	
	S	29,3	79,3	86,2	81,4	49,5	54,7	86	7,1	98,5	43,9	49,8	86,8	43
	M	17,9			18,8							21,8	16,1	
Saturação de oxigênio (%)	F	17,3			17,9							16	12,1	
	S	6,7	6,7	6,71	7,63	7,79	8,31	7,58	7,55	8,07	7,89	7,53	7,68	8,04
	M	85,5	47,7	40,9	79,5	77,5	76,5	110,3	79,3	77	76,5	78,5	75,8	156,6
Condutividade elétrica	F	83,2			83,3							77	77,7	
	S	30,8	15,96	12,79	30,3	28,4	28,8	43,2	29,7	29	28,7	29,2	28,3	66,1
	M	32,4			31,3							29,8	28,9	
STD (mg/L)	F	32,7			31,5							29	29,3	
	S	41	23	19	39	37	37	55	38	37	37	39	36	-
	M	41			40							40	38	
Alcalinidade (mg/L)	F	41			40							38	39	
	S	50	36	38	48	50	48	68	46	44	46	44	46	88
	M	50			52							50	44	
Dureza total (mg/L)	F	58			52							52	48	
	S	15	10	10	12,5	11	10	10,5	5,0	7,0	7,5	15	9,0	12,5
	M	10			10							9,0	8,0	
Acidez (mg/L)	F	15			7,5							10	6,0	

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	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
	M	<1,0			<1,0							<1,0	<1,0	
	F	<1,0			<1,0							<1,0	<1,0	
Sulfeto (mg/L)	S	0,004	0,011	0,078	0,005	0,005	0,004	0,005	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	0,005
	M	0,003			0,002							0,002	0,002	
	F	0,004			0,063							0,025	0,029	
Ferro (mg/L)	S	0,42	0,27	0,57	0,12	0,004	0,18	0,57	0,08	0,15	0,09	0,04	0,02	0,01
	M	0,41			0,22							0,06	0,06	
	F	0,49			4,52							0,67	2,51	
Orto-fosfato (mg/L)	S	<0,001	<0,001	0,049	<0,001	<0,001	<0,001	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	M	<0,001			<0,001							<0,001	<0,001	
	F	<0,001			0,005							<0,001	<0,001	
Fósforo total (mg/L)	S	<0,001	0,008	0,08	<0,001	<0,001	<0,001	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,011
	M	<0,001			<0,001							<0,001	<0,001	
	F	<0,001			0,062							0,026	0,043	
Nitrato (mg/L)	S	0,1	0,3	1,1	0,1	0,1	<0,1	0,3	0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	0,3
	M	0,2			0,2							<0,1	<0,1	
	F	0,2			0,8							0,4	0,3	
Nitrito (mg/L)	S	0,001	0,002	0,007	0,1	0,1	0,001	0,3	0,1	0,001	0,002	0,002	0,002	0,007
	M	0,002			0,2							0,002	0,002	
	F	0,002			0,8							0,005	0,005	
N-amoniaco (mg/L)	S	0,13	0,15	0,88	0,06	0,05	0,07	0,19	0,06	0,06	0,06	0,05	0,04	0,16
	M	0,12			0,09							0,04	0,03	
	F	0,13			0,35							0,29	0,24	
DBO ₅ (mg/L)	S	1,3	2,0	1,0	2,3	1,9	2,0	0,8	1,1	2,4	1,0	0,9	2,1	0,3
Coliformes totais	S	2200	16000	>16000	110	260	240	1700	630	630	270	16000	78	>16000
Coliformes fecais	S	470	1700	4300	20	Ausente	93	61	45	78	140	9200	Ausente	>16000