



**UHE CANA BRAVA  
PROGRAMA MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO**

**FASE OPERAÇÃO**

**XV RELATÓRIO TÉCNICO PARCIAL REFERENTE À  
CAMPANHA DE DEZEMBRO DE 2006**

**FEVEREIRO DE 2007**

## **EQUIPE RESPONSÁVEL**

Biol. M.Sc. Juliana Machado do Couto

Biol. M.Sc. Larice de Fátima Machado do Couto

Biol. Kátia Bittar Haddad

## **SUMÁRIO**

1. APRESENTAÇÃO	01
2. METODOLOGIA	02
2.1. Variáveis físico-químicas e bacteriológicas	02
2.2. Variáveis biológicas	05
3. RESULTADOS	07
3.1. Parâmetros físico-químicos	07
3.2. Parâmetros bacteriológicos	34
4. CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE OS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E BACTERIOLÓGICOS	35
5. PARÂMETROS BIOLÓGICOS	36
5.1. Fitoplâncton	36
5.2. Zooplâncton	44
5.3. Zoobentos	50
6. Metal Pesado (mercúrio)	55
7. BIBLIOGRAFIA	57
ANEXO I	59

## 1. APRESENTAÇÃO

Este Relatório Técnico apresenta o andamento do Programa de Monitoramento Limnológico da Usina Hidrelétrica Cana Brava, referente à coleta realizada em dezembro de 2006.

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 físico-químicas e biológicas;
- (ii) apresentar os resultados obtidos em dezembro de 2006, 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 físico-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 ( $DBO_5$ ), 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 da Naturae, em Goiânia para realização das análises. A determinação dos parâmetros físico-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.

<b>PONTO</b>	<b>LOCALIZAÇÃO</b>	<b>LONG.(W)</b>	<b>LAT.(S)</b>	<b>REFERENCIAL</b>
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 físico-químicos e bacteriológico.

Parâmetro	Metodologia	Faixa	Referências	
			USEPA *	Standard Methods
Temperatura	termômetro	0 – 100°C		-
Transparência	disco de secchi	0 – Desaparecimento		-
pH	potenciométrico	0 -14		4500 - H <sup>+</sup> - 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 <sub>2</sub>		4500 - O - G
Oxigênio dissolvido (Winkler)	iodométrico	0 – 30 mg/L O <sub>2</sub>		4500 - O - B
Turbidez	nefelométrico	0-1000 NTU		2130 - B
Alcalinidade	titulação com ácido sulfúrico	10 – 4000 mg/l CaCO <sub>3</sub>	X	2320B
Acidez	titulação com hidróxido de sódio	0 - 400 mg/L CaCO <sub>3</sub>	X	23/10B
CO <sub>2</sub>	titulação com hidróxido de sódio	0 - 125 mg/l CO <sub>2</sub>	X	4500 - CO <sub>2</sub> - C
Cloreto	titulação com nitrato de mercúrio	0 – 40 mg/l Cl <sup>-</sup>	X	4500 - Cl <sup>-</sup> - C
Dureza total	titulação usando método EDTA	10 – 4000 mg/l CaCO <sub>3</sub>	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 <sub>3</sub> <sup>-</sup>		4500 - NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> - E
Nitrito	Espectrofotometria pelo método Diazotação	0 – 0,300 mg/l NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	X	4500 - NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> - B
Nitrogênio amoniacal	Espectrofotometria pelo método do Salicilato	0 – 2,50 mg/L NH <sub>3</sub>		4500 - NH <sub>3</sub>
Orto-fosfato	Espectrofotometria pelo método do Ácido Ascórbico	0 – 2,50 mg/L PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	X	4500 - P - E
Sulfato	Espectrofotometria pelo método do Sulfa Ver 4	0 – 70 mg/L SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	X	4500 - SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> - F
Sulfeto	Espectrofotometria pelo método do Azul de Metileno	0 – 0,600 mg/l S <sup>2-</sup>	X	4500 - S <sup>2-</sup> - D
Óleos e graxas	extração de hexano	15 – 3000mg/L HEM		5520 - B
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. 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 (1995) 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; Wetzel & Likens, 1991).

O índice de diversidade ( $H$ ), expresso em  $\text{bits.ind.}^{-1}$ , 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 moto-bomba, tendo sido filtrados 500 litros de água, por amostra, em uma rede de plâncton de 63  $\mu\text{m}$  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<sup>-3</sup>. 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 cm<sup>2</sup>) em todos os pontos, uma vez que a profundidade encontrava-se alta em todos os pontos devido ao período chuvoso. No mês de junho, a amostragem no ponto 10 foi realizada com surber (1000 cm<sup>2</sup>), 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 m<sup>2</sup> de área de substrato. As seguintes referências bibliográficas foram consultadas para auxílio nas identificações taxonômicas: Da-Silva et al. (2002), 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 físico-químicas se encontram no Anexo I.

#### 3.1. Parâmetros Físicos e Químicos

Em dezembro de 2006, a temperatura do ar variou entre 24°C e 28°C. Os valores da temperatura da água foram, em média, iguais a 28,24°C na superfície, 28,18°C no meio e 27,94°C no fundo dos pontos amostrados (Figura 1). O maior valor de temperatura da água (29,67°C) foi mensurada no ponto 21 às 15:40h, refletindo o alto valor da temperatura ambiente.

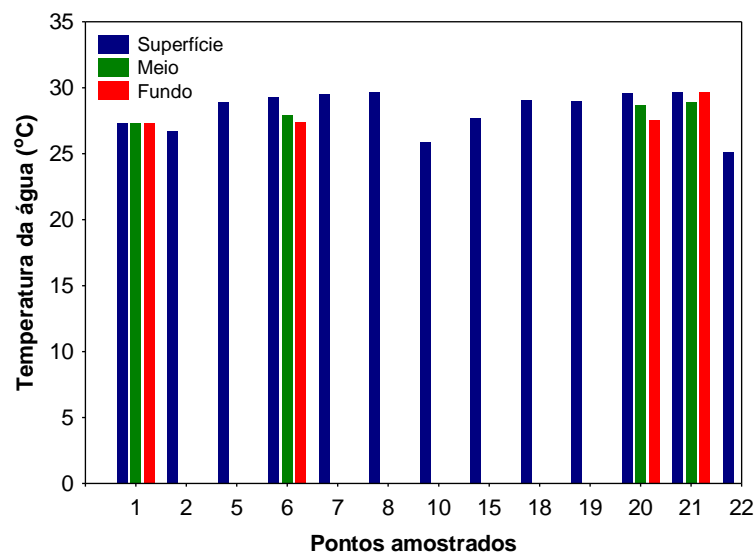


Figura 1. Valores da temperatura da água.

Considerando todo o período monitorado durante a fase de operação do reservatório (desde julho de 2003), observou-se que a sazonalidade é bem demarcada na região, com as maiores temperaturas ocorrendo durante os meses de dezembro e as menores temperaturas ocorrendo em julho (Figura 2).

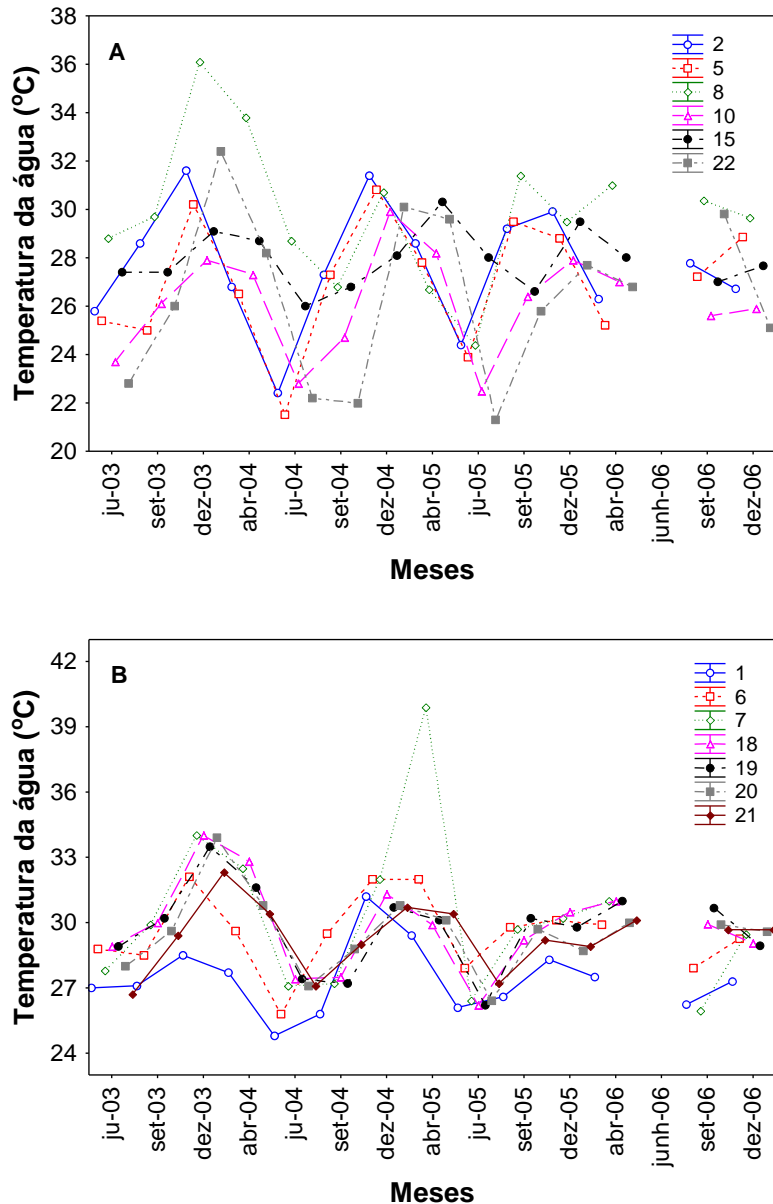


Figura 2. Avaliação temporal da temperatura da água nos tributários (A) e nos pontos localizados no corpo central (B) do reservatório da UHE Cana Brava.

O maior valor de transparência da água mensurado em dezembro de 2006 (4,6 m) foi obtido no ponto 20, seguido pelo ponto 21 (3,9 m) (Figura 3). Em outras palavras, as regiões próximas à barragem da UHE Cana Brava apresentam os maiores valores de transparência da coluna da água, provavelmente devido as maiores taxas de sedimentação do material em suspensão nesta região do reservatório. Os pontos 2, 5, 10 e 22 apresentam transparência total, tendo em vista que são tributários com menor profundidade.

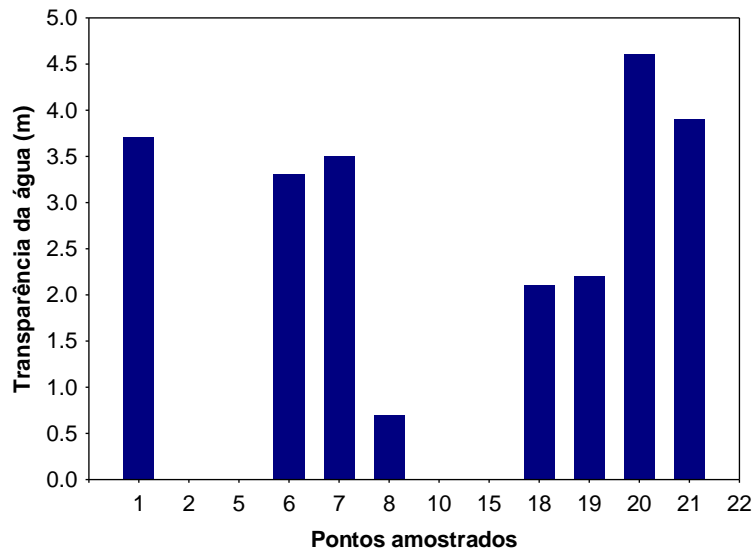


Figura 3. Valores de transparência da água.

Os valores de turbidez corroboram os resultados da transparência da água, ou seja, o reservatório da UHE Cana Brava apresenta águas transparentes, onde a turbidez variou entre 1,5 NTU (fundo do ponto 21) e 133 NTU (ponto 22 – Rio Bonito) (Figura 4). Somente o ponto 22 apresentou valor de turbidez superior ao limite preconizado pela resolução CONAMA nº 357/2005 (100 NTU), provavelmente por ser um local bastante influenciado pelo escoamento superficial do ambiente terrestre durante o período de chuvas. No entanto, em média, todas as profundidades apresentaram baixos valores de turbidez (17,3 NTU na superfície; 2,62 NTU no meio e 2,2 NTU no fundo).

Analisando a variabilidade temporal dos dados, os menores valores de turbidez foram obtidos no corpo central do reservatório mesmo durante o período de chuvas. Considerando os tributários, grande parte dos locais amostrados apresentaram valores de turbidez dentro dos limites preconizados pela resolução CONAMA nº 357/2005 para águas de Classe II (100 NTU), com exceção dos pontos 5 e 10, no mês de setembro de 2003; ponto 2 no mês de abril de 2004; e ponto 22 em dezembro de 2006 (Figura 5). Pode-se concluir que mesmo em períodos onde foram observados altos valores de turbidez nos tributários, estes não afetaram significativamente o corpo central do reservatório, onde o material em suspensão acaba sendo depositado no sedimento.

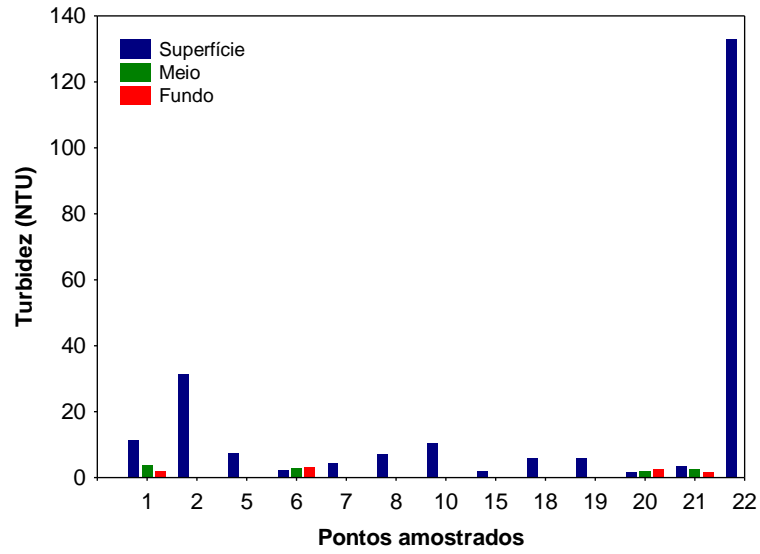
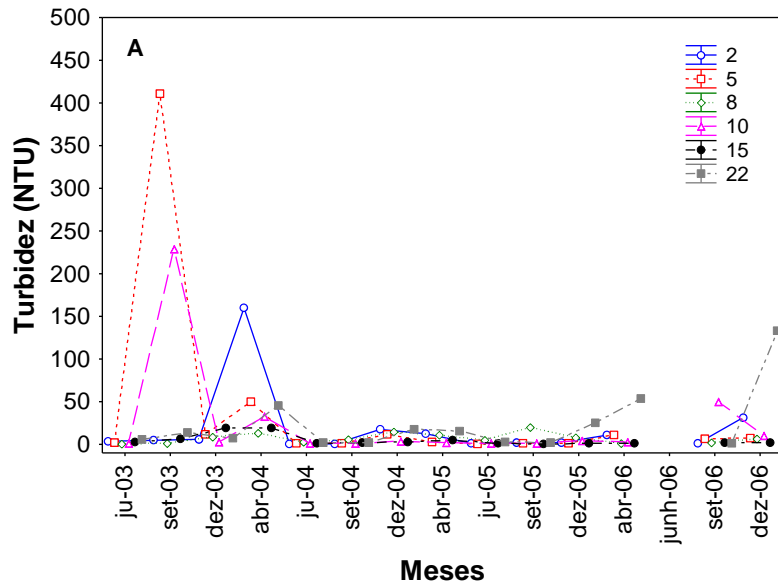


Figura 4. Valores de turbidez.



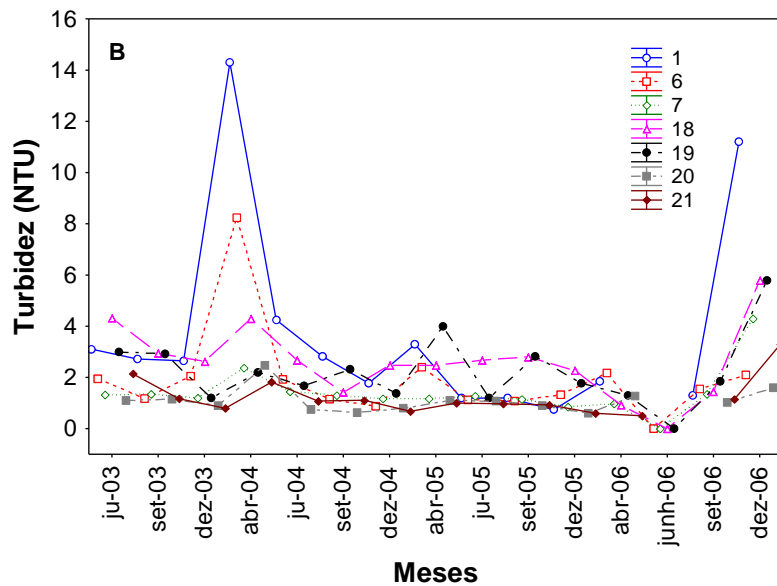


Figura 5. Avaliação temporal da turbidez nos tributários (A) e nos pontos localizados no corpo central (B) do reservatório da UHE Cana Brava.

Em dezembro de 2006, as concentrações de oxigênio dissolvido foram, em média, iguais a 6,6 mg/l; 5,55 mg/l e 5,42 mg/l, na superfície, meio e fundo, respectivamente (Figura 6). Na superfície da coluna da água, tais concentrações variaram entre 4,51 mg/l (ponto 15 – jusante da barragem) e 9,52 mg/l (ponto 10 – Rio do Carmo). De maneira geral, não houve diferença significativa entre as três profundidades amostradas. Considerando o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas de classe 2 (5,0 mg/l), o ponto 6 apresentou concentrações inferiores nas três profundidades amostradas, enquanto que o ponto 15 apresentou baixa concentração na superfície da coluna da água.

De maneira geral, o ponto 15 (jusante da barragem) vem apresentando baixas concentrações de oxigênio dissolvido desde o fechamento da barragem. No corpo central do reservatório, o ponto 1 vem apresentando, em média, as menores concentrações de oxigênio, assim como destacado em relatórios anteriores. Mesmo considerando as baixas concentrações desse gás no ponto 1, de maneira geral, o corpo central apresenta altas concentrações de oxigênio (média = 6,58 mg/l) (Figura 7).

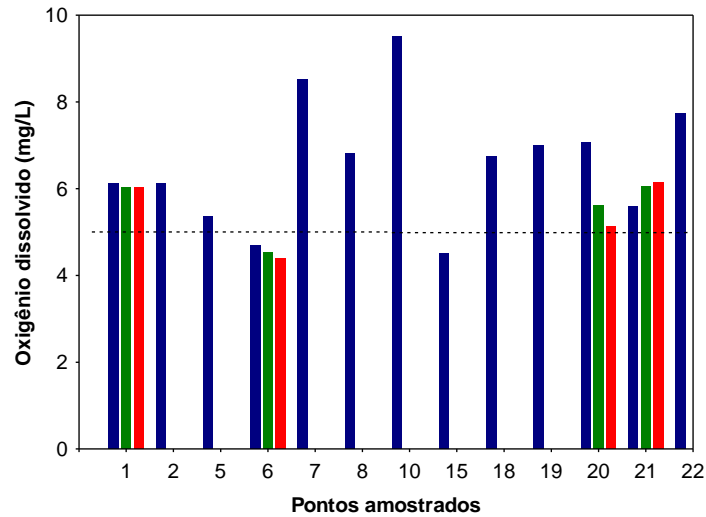


Figura 6. Concentração de oxigênio dissolvido.

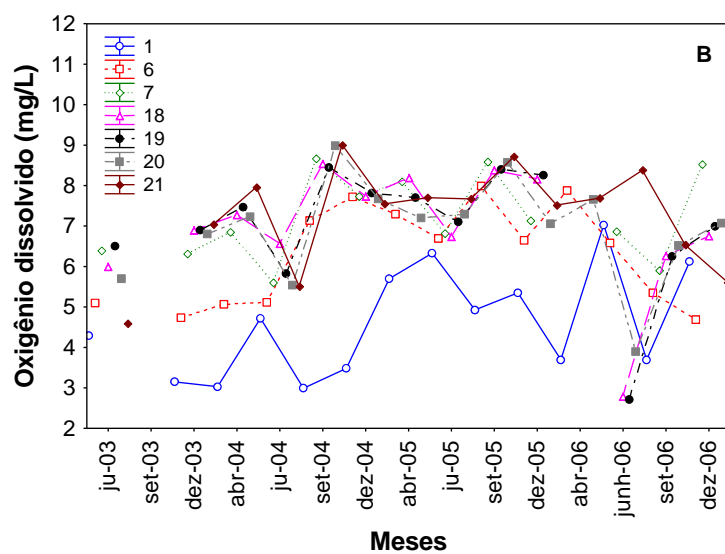
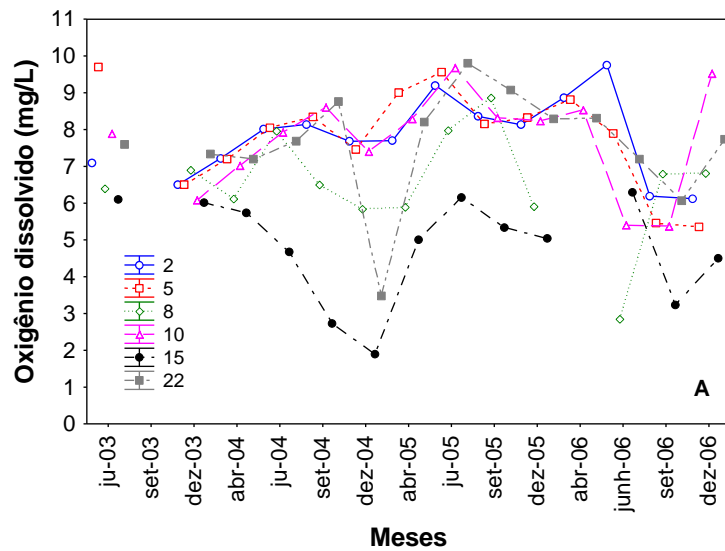


Figura 7. Avaliação temporal da concentração de oxigênio dissolvido nos tributários (A) e nos pontos localizados no corpo central (B) do reservatório da UHE Cana Brava.

Em média, a porcentagem de saturação de oxigênio foi igual a 84,53% na superfície, 74,47% no meio e 68,67% no fundo dos pontos amostrados. A menor porcentagem (54,2%) foi mensurada no fundo do ponto 6, enquanto que a maior porcentagem de oxigênio (118,3%) foi obtida na superfície do ponto 10 (Rio do Carmo) (Figura 8).

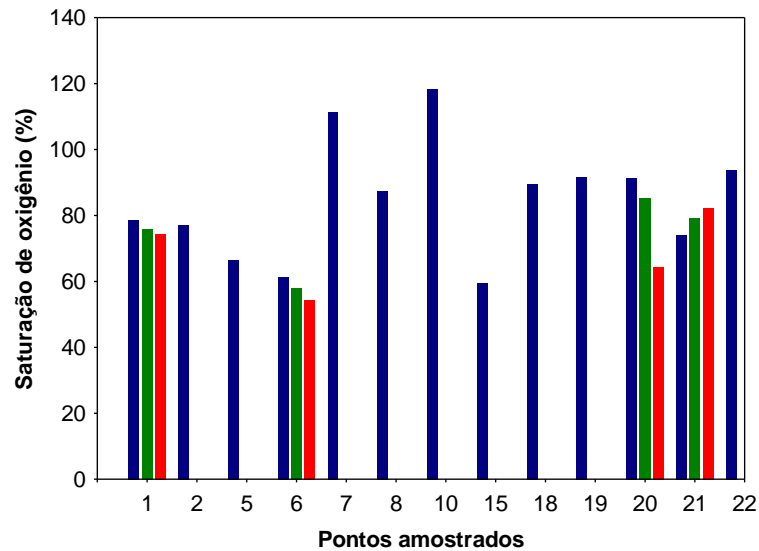


Figura 8. Porcentagem de saturação de oxigênio.

Os valores médios de pH foram iguais a 7,97; 7,58 e 7,41, na superfície, meio e fundo, respectivamente (Figura 9). 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).

De maneira geral, as águas do reservatório podem ser consideradas neutras (Figura 10). Em média, o corpo central do reservatório apresentou valores iguais a 7,32 ( $IC_{95\%} = 7,17-7,46$ ), enquanto que os tributários apresentaram valores próximos a 7,17 ( $IC_{95\%} = 7,01-7,34$ ).



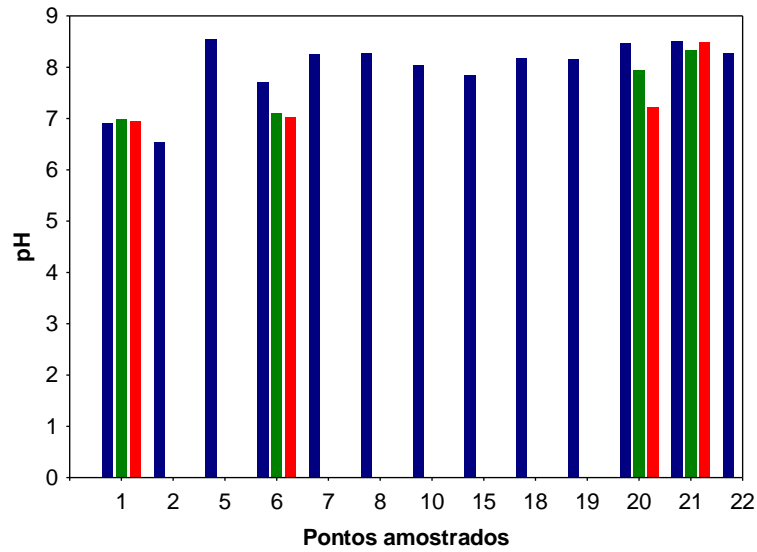


Figura 9. Valores de pH.

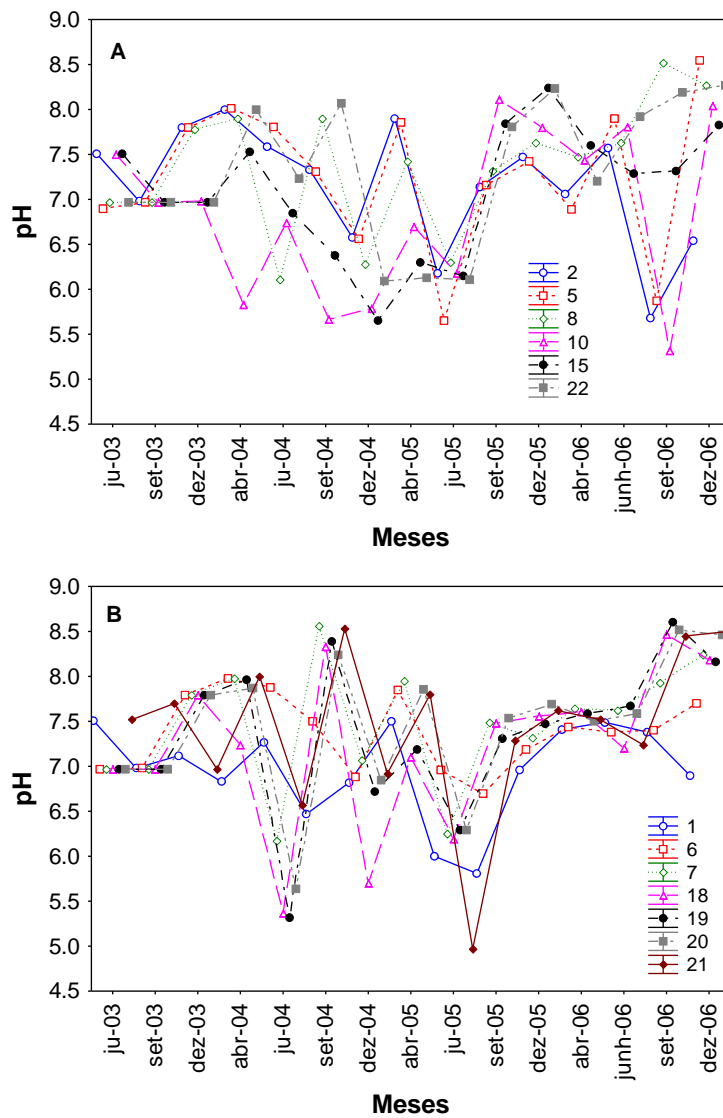


Figura 10. Avaliação temporal dos valores de pH nos tributários (A) e nos pontos localizados no corpo central (B) do reservatório da UHE Cana Brava.

Em dezembro de 2006, os valores de condutividade elétrica foram, em média, iguais a 96,21  $\mu\text{S}/\text{cm}$  na superfície; 97,75  $\mu\text{S}/\text{cm}$  no meio e 98,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  no fundo (Figura 11). O menor valor (22,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) foi mensurado no ponto 2 (Rio Preto), enquanto que o maior valor (163  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) foi obtido no ponto 22 (Rio Bonito).

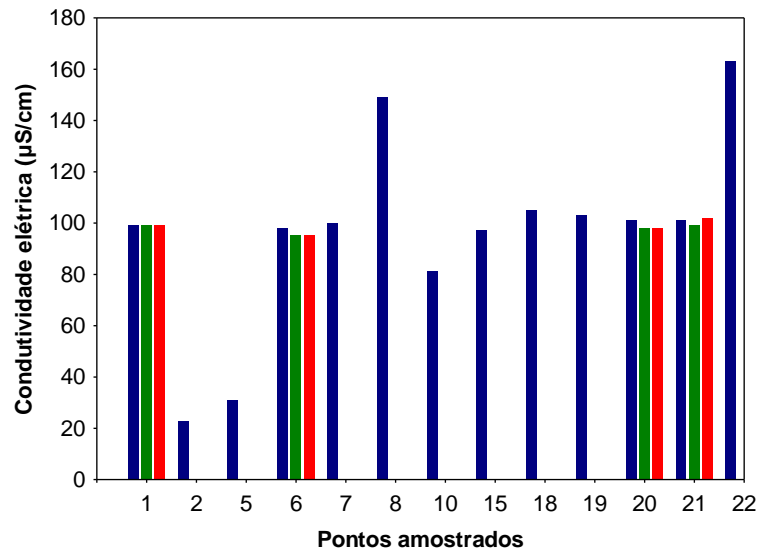


Figura 11. Valores de condutividade elétrica.

Dentre os tributários, os pontos 2 (Rio Preto) e 5 (Rio São Félix) tendem a apresentar os menores valores de condutividade elétrica, enquanto que os pontos 22 (Rio Bonito) e 8 (Córrego Varjão) apresentam os maiores valores (média = 154,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e 127,7  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , respectivamente) (Figura 12A). No corpo central do reservatório (Figura 12B) os valores de condutividade elétrica são, em média, significativamente menores que àqueles mensurados nos tributários. Além disso, considerando todo o período de monitoramento, não existe diferença significativa entre os pontos amostrados no corpo central do reservatório.

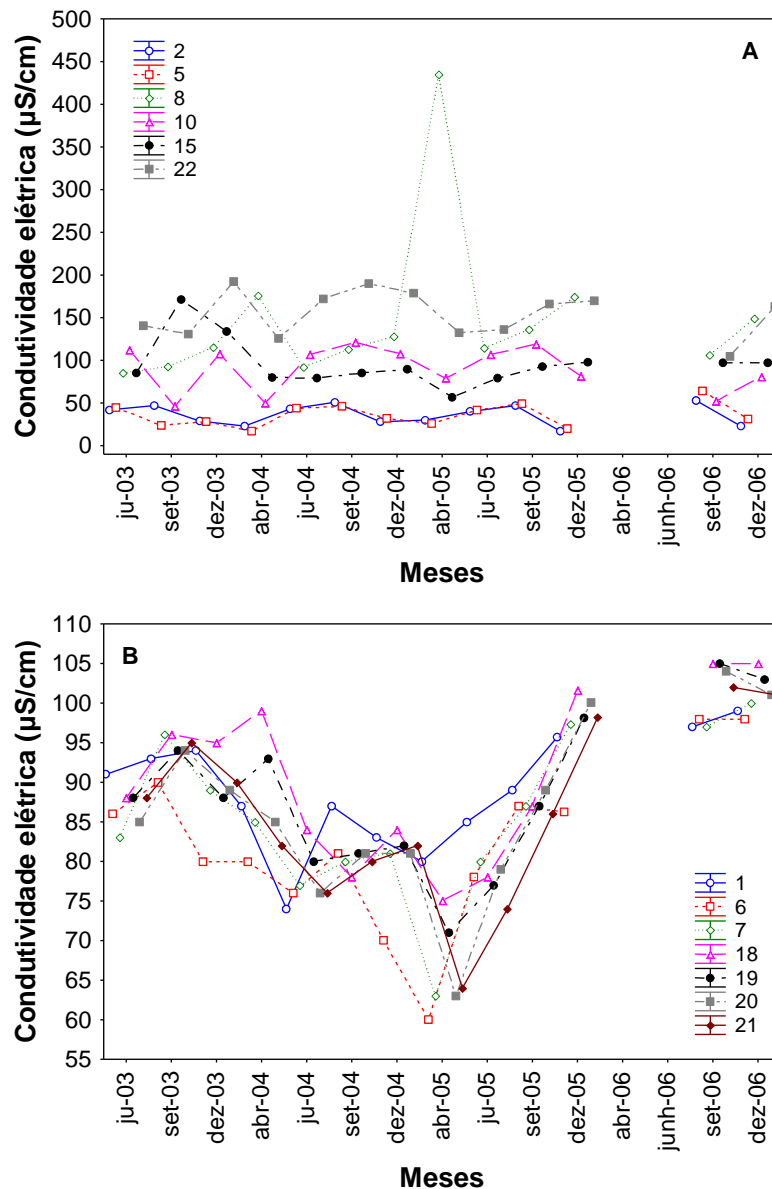


Figura 12. Avaliação temporal dos valores de condutividade elétrica nos tributários (A) e nos pontos localizados no corpo central (B) do reservatório da UHE Cana Brava.

Em média, os valores de alcalinidade variaram entre 16 mg/l (ponto 2 – Rio Preto) e 60 mg/l (ponto 8 – Córrego Varjão) (Figura 13). De maneira geral, os valores de alcalinidade não apresentaram diferença significativa entre as profundidades amostradas. Além disso, considerando toda a série temporal, os maiores valores de alcalinidade têm sido mensurados em alguns tributários, tais como rio Bonito (ponto 22) e córrego Varjão (ponto 8), enquanto que os menores valores tem sido obtidos no rio Preto (ponto 2) e rio São Félix (ponto 5) (Figura 14A). No corpo central do reservatório, não há diferença significativa entre os pontos amostrados, assim como observado para a condutividade elétrica (Figura 14B).

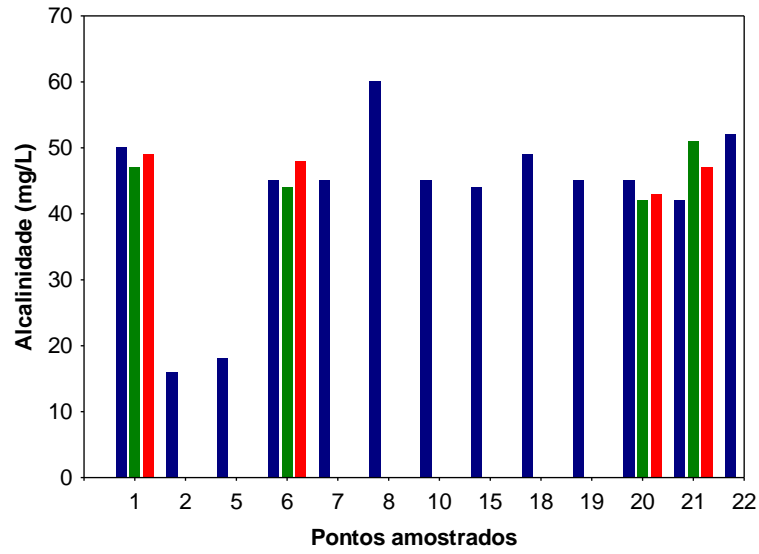
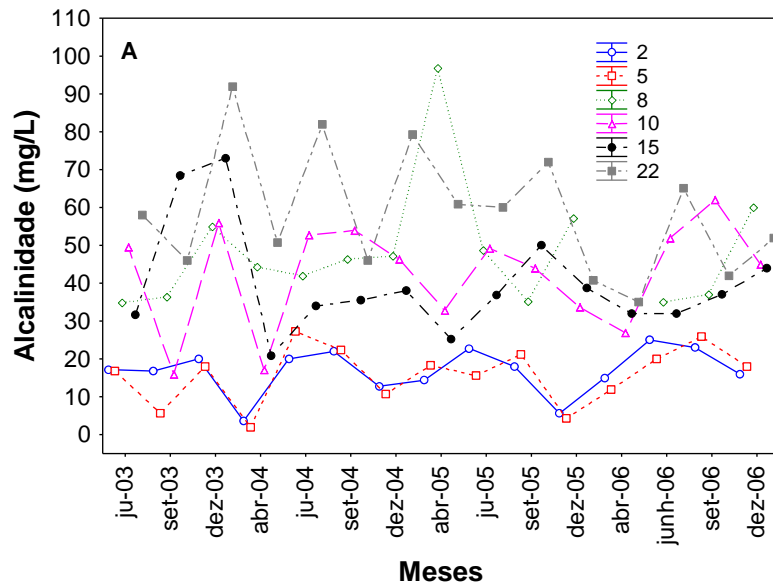


Figura 13. Valores de alcalinidade.



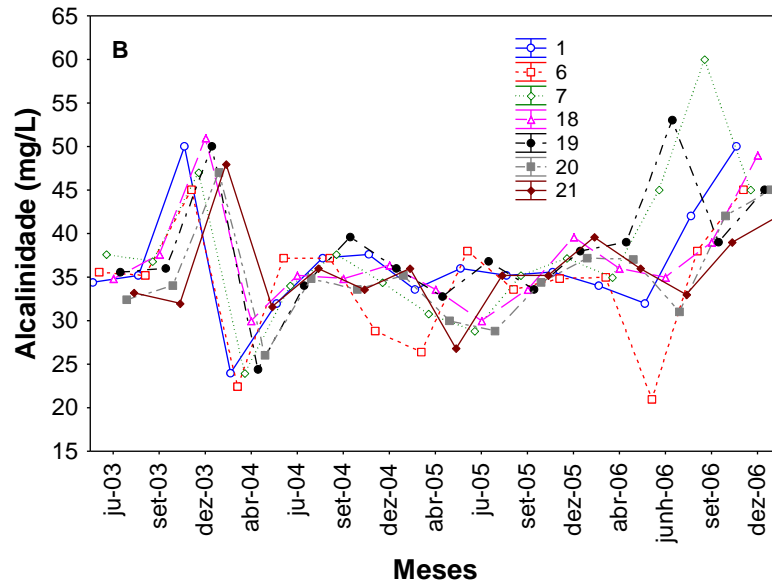


Figura 14. Avaliação temporal da alcalinidade nos tributários (A) e nos pontos localizados no corpo central (B) do reservatório da UHE Cana Brava.

Os valores de acidez variaram entre 2,7 mg/l (ponto 15 – jusante da barragem) e 7,8 mg/l (ponto 22 – Rio Bonito) (Figura 15).

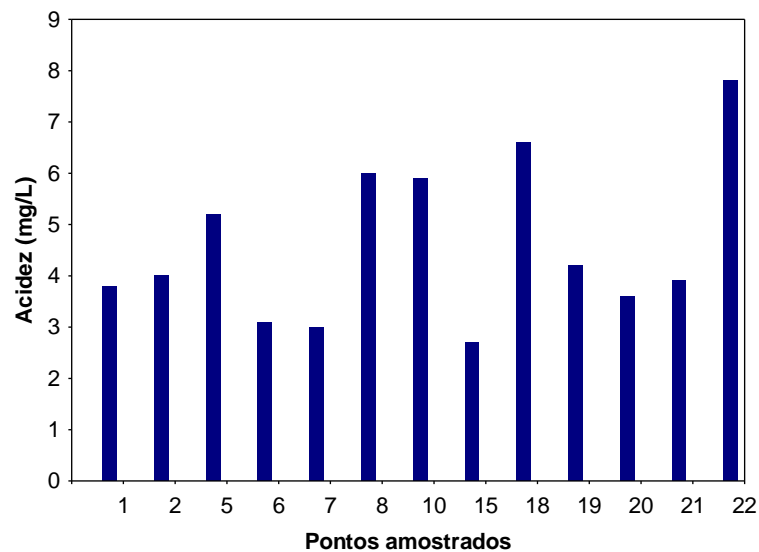


Figura 15. Valores de acidez.

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 26 mg/l (superfície do ponto 2 – Rio Preto) e 82 mg/l (Rio Bonito – ponto 22) (Figura 16). De fato, há uma forte estrutura de correlação entre as variáveis dureza e condutividade elétrica ( $r = 0,89$ ;  $P < 0,001$ ) e alcalinidade ( $r = 0,83$ ;  $P < 0,001$ ). De maneira geral, a água do reservatório da UHE Cana Brava pode ser classificada como mole.

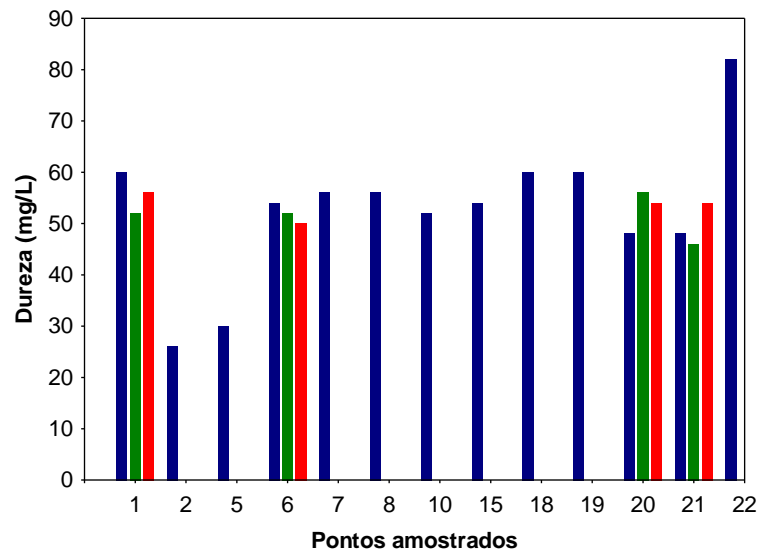


Figura 16. Valores de dureza.

Em média, as concentrações de cloretos foram iguais a 0,95 mg/l; 0,9 mg/l e 1,3 mg/l, na superfície, meio e fundo, respectivamente. A maior concentração (2,0 mg/l) foi obtido no ponto 2 (Rio Preto) (Figura 17). De maneira geral, as maiores concentrações de cloretos tem sido observadas nos tributários do reservatório, principalmente o rio Bonito (ponto 22) e Córrego Varjão (ponto 8). Por outro lado, os locais amostrados no corpo central do reservatório apresentam padrão similar de variação temporal (Figura 18).

A análise das concentrações de cloretos sugere que dificilmente o limite máximo de 250 mg/l, preconizado pela resolução CONAMA n° 357/2005, será ultrapassado, mesmo nos pontos de coleta que apresentam evidentes problemas de qualidade da água (e.g. ponto 22 de coleta, situado no Rio Bonito e ponto 8, no córrego Varjão).

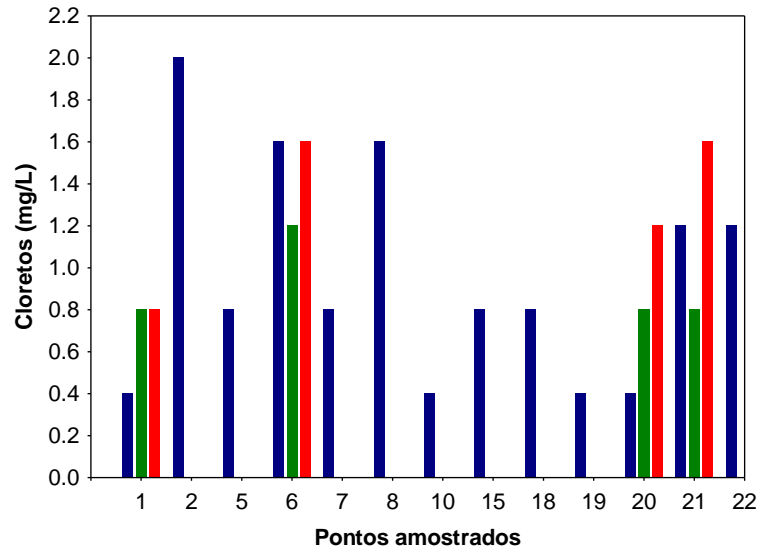


Figura 17. Concentração de cloretos.

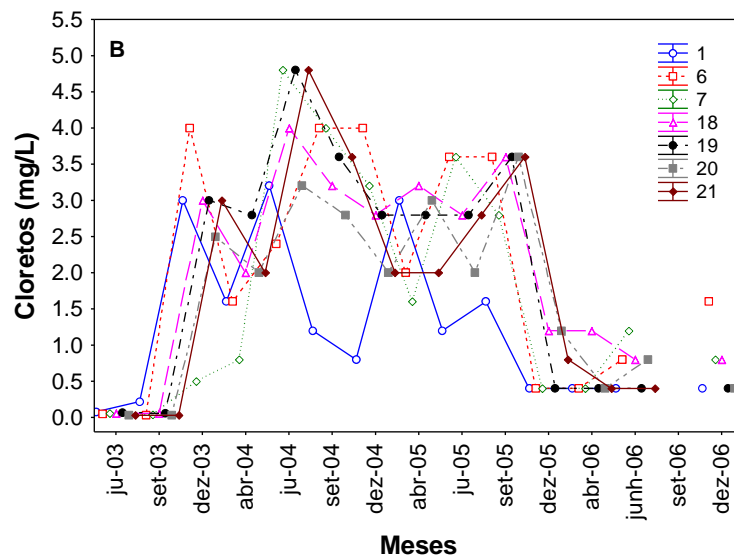
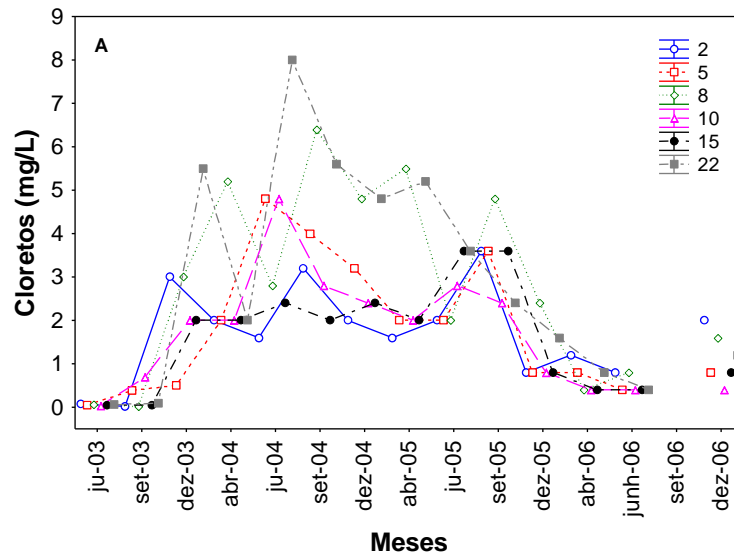


Figura 18. Avaliação temporal da concentração de cloretos nos tributários (A) e nos pontos localizados no corpo central (B) do reservatório da UHE Cana Brava.

Em dezembro de 2006, as concentrações de sulfato foram, em média, iguais a 3,3 mg/l na superfície, 0,25 mg/l no meio e 0,25 mg/l no fundo. A maior concentração (12,0 mg/l) foi mensurada no ponto 22 (Rio Bonito) (Figura 19). Ao longo de todo o período monitorado, as concentrações de sulfato foram similares entre os locais amostrados, com exceção apenas das altas concentrações obtidas nos pontos 10 e 5 (rio do Carmo e rio São Félix, respectivamente), no mês de setembro de 2003, e ponto 1, em julho de 2005 (Figura 20). Em dezembro de 2006, as altas concentrações mensuradas nos pontos 22 (Rio Bonito), 8 (Córrego Varjão), 7 (foz do Rio Bonito) e 19 (praia de Minaçu, parte externa) também são consideradas exceções comparando com os demais meses de monitoramento. Pode-se destacar que, mesmo nos períodos que apresentaram as maiores concentrações de sulfato, essas foram significativamente inferiores ao limite máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357 de 2005 (250 mg/l).

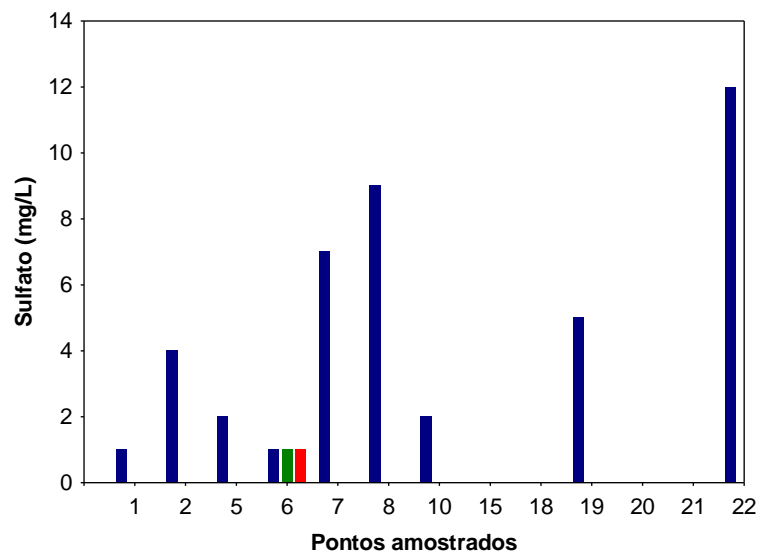


Figura 19. Concentração de sulfato.



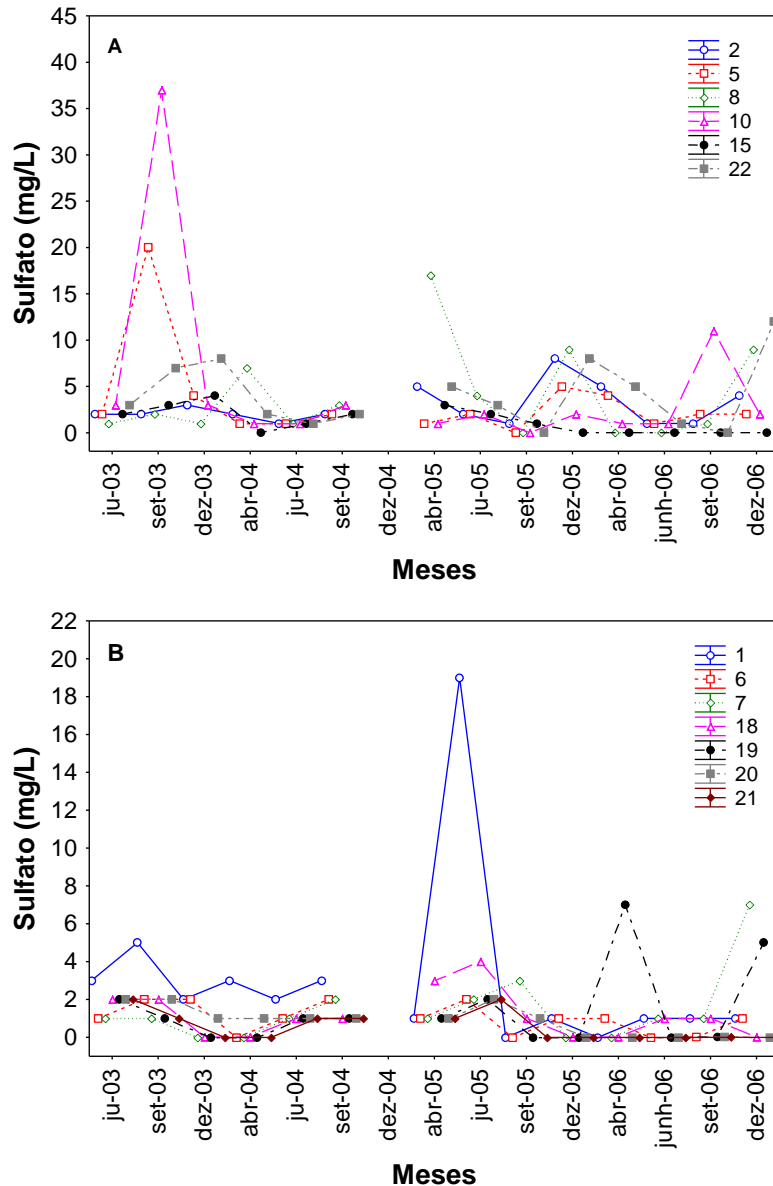


Figura 20. Avaliação temporal da concentração de sulfato nos tributários (A) e nos pontos localizados no corpo central (B) do reservatório da UHE Cana Brava.

A concentração de sulfato variou entre 0,003 mg/l (superfície dos pontos 6, 15, 18 e 21) e 0,01 mg/l (superfície e meio do ponto 1) (Figura 21). Em dezembro de 2006, todos os locais amostrados apresentaram concentração de sulfato superior ao limite estabelecido pela resolução CONAMA (0,002 mg/l). Assim como para as concentrações de sulfato, as maiores concentrações de sulfato foram encontradas nos pontos 5 e 10 no mês de setembro de 2003 (Figura 22A). No corpo central do reservatório freqüentemente são mensuradas baixas concentrações de sulfato, com exceção dos pontos 6 e 19, que apresentaram altas concentrações em setembro de 2003; ponto 21 em setembro de 2003, abril de 2005 e 2006; e os pontos 1 e 7 que apresentaram altos

valores em dezembro de 2006 (Figura 22B). Não foi observado um padrão sazonal nas concentrações de sulfato e sulfeto no reservatório da UHE Cana Brava.

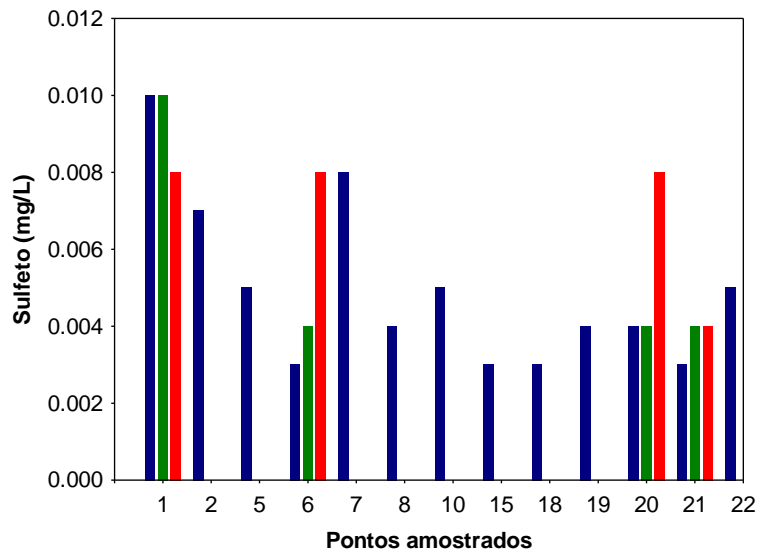
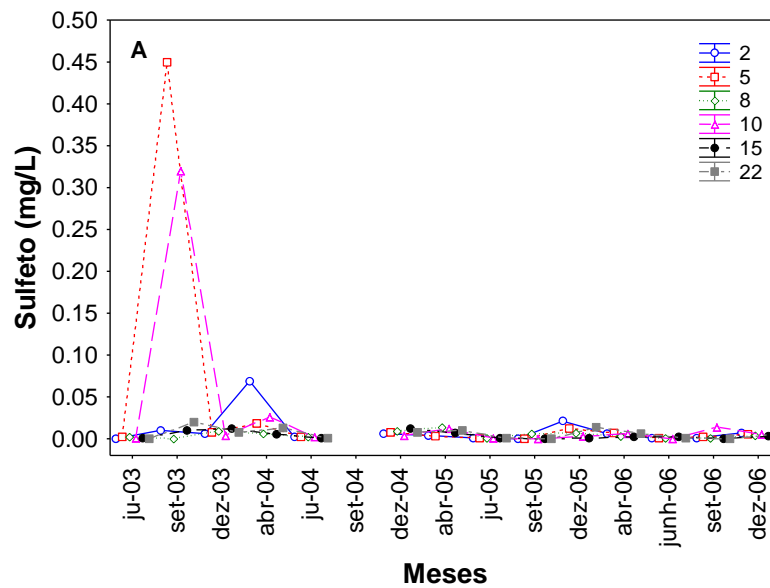


Figura 21. Concentração de sulfeto.



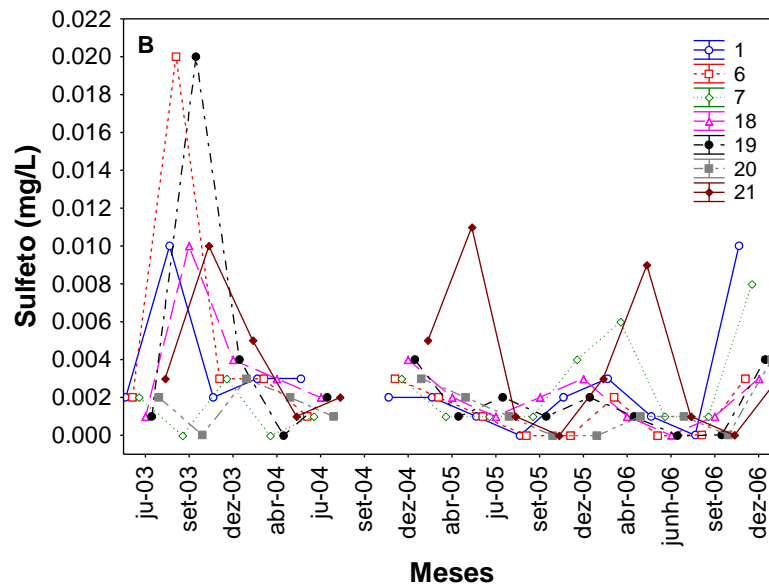


Figura 22. Avaliação temporal da concentração de sulfeto nos tributários (A) e nos pontos localizados no corpo central (B) do reservatório da UHE Cana Brava.

A concentração média de ferro total nas águas do reservatório foi de 0,44; 0,19 e 0,29 mg/l na superfície, meio e fundo, respectivamente. O maior valor (2,32 mg/l) foi obtido no ponto 22 (Rio Bonito), enquanto que o menor valor (0,04 mg/l) foi mensurado na superfície do ponto 21 (Figura 23). De maneira geral, os tributários tendem a apresentar maiores concentrações de ferro total (média = 0,50 mg/l; IC<sub>95%</sub> = 0,37-0,63), comparando com o corpo central do reservatório (média = 0,23 mg/l; IC<sub>95%</sub> = 0,11-0,35) (Figura 24), destacando-se o ponto 22 (Rio Bonito) em abril, junho e dezembro de 2006. No corpo central do reservatório, as maiores concentrações de ferro são freqüentemente obtidas nas maiores profundidades, com exceção apenas do ponto 6 em setembro de 2003.

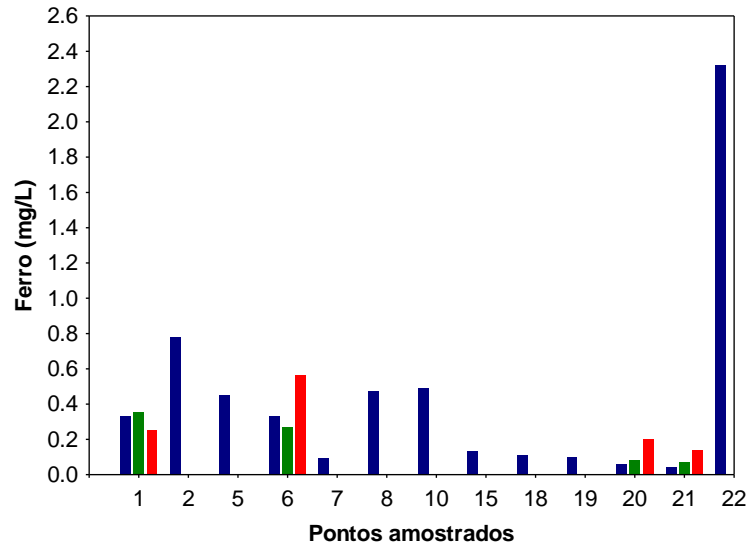


Figura 23. Concentração de ferro total.

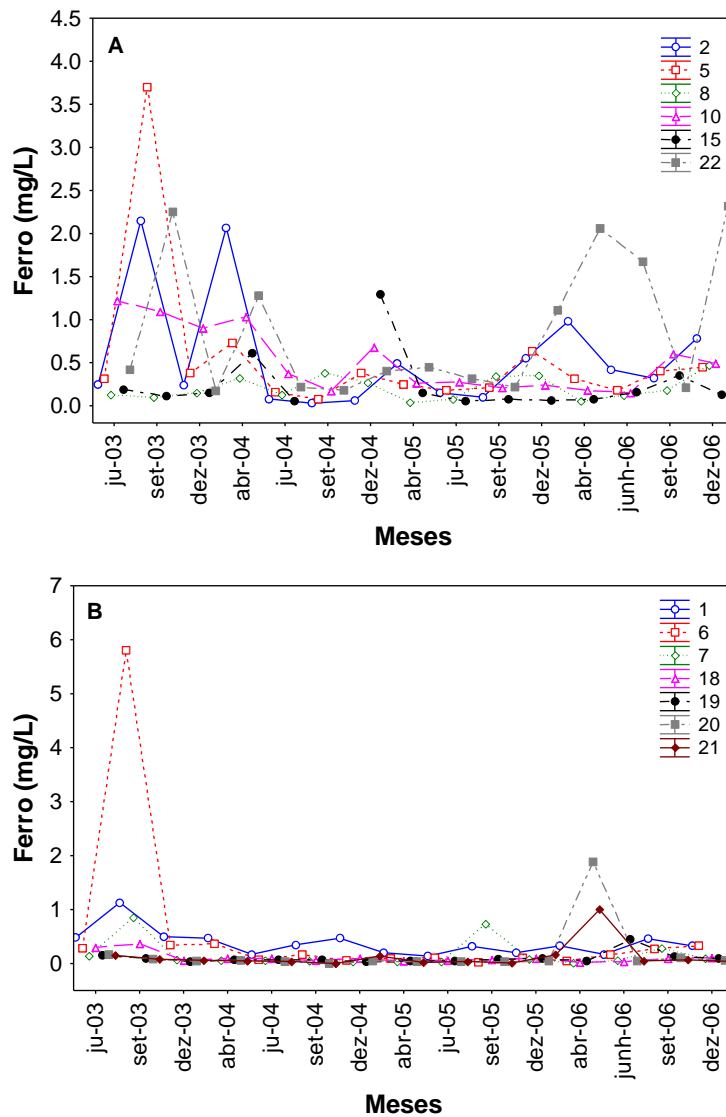
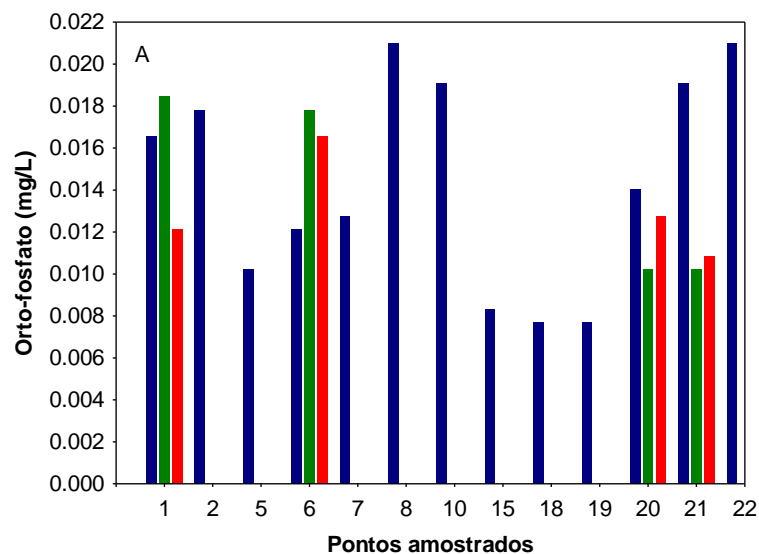


Figura 24. Avaliação temporal da concentração de ferro total nos tributários (A) e nos pontos localizados no corpo central (B) do reservatório da UHE Cana Brava.

Em dezembro de 2006, as concentrações de orto-fosfato foram, em média, iguais a 0,014 mg/l na superfície, 0,014 mg/l no meio e 0,013 mg/l no fundo dos pontos amostrados. A maior concentração (0,021 mg/l) foi obtida nos pontos 8 (córrego Varjão) e 22 (Rio Bonito) (Figura 25A). A concentração de fósforo total engloba todas as formas fosfatadas no ambiente, ou seja, as formas dissolvidas e particuladas (material em suspensão). No reservatório da UHE Cana Brava, a menor concentração de fósforo total (0,016 mg/l) foi obtida na superfície do ponto 1, enquanto que a maior concentração (0,057 mg/l) foi mensurada no ponto 22 (Rio Bonito) (Figura 25B). De maneira geral as maiores concentrações de fósforo total nos tributários foram obtidas em abril de 2006 (média = 0,082 mg/l), enquanto que no corpo central as maiores concentrações foram mensuradas em junho e dezembro de 2006 (média = 0,041 mg/l e 0,039 mg/l, respectivamente). Em dezembro de 2006, os pontos 2, 6 (superfície e meio) e 22 apresentaram concentrações de fósforo total superiores ao limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (0,050 mg/l).



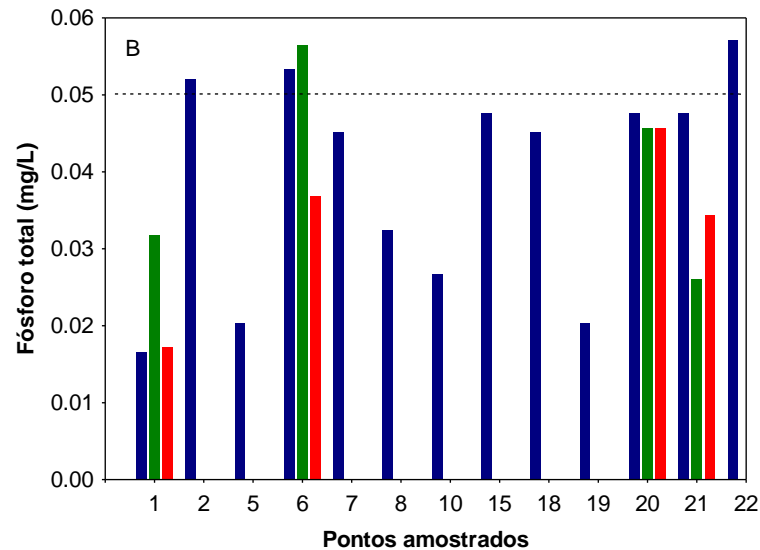


Figura 25. Concentração de orto-fosfato (A) e fósforo total (B).

Em média, as concentrações de nitrato foram iguais a 0,11; 0,07 e 0,07 mg/l na superfície, meio e fundo, respectivamente. A maior concentração (0,6 mg/l) foi obtida no ponto 22 (Rio Bonito), enquanto que a superfície dos pontos 1, 6, 18, 19, 20 e todas as profundidades do ponto 21, apresentaram concentração abaixo do limite de detecção do método (Figura 26). 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 para grande parte das variáveis mensuradas, as concentrações de nitrato são menores no corpo central do reservatório (Figura 27). Além disso, considerando a variabilidade temporal, o mês de abril de 2006 apresentou um acréscimo significativo nas concentrações dessa variável, nos pontos 18 e 19 (praia de Minaçu – parte interna e externa, respectivamente), com posterior decréscimo nos meses de junho, setembro e dezembro de 2006.

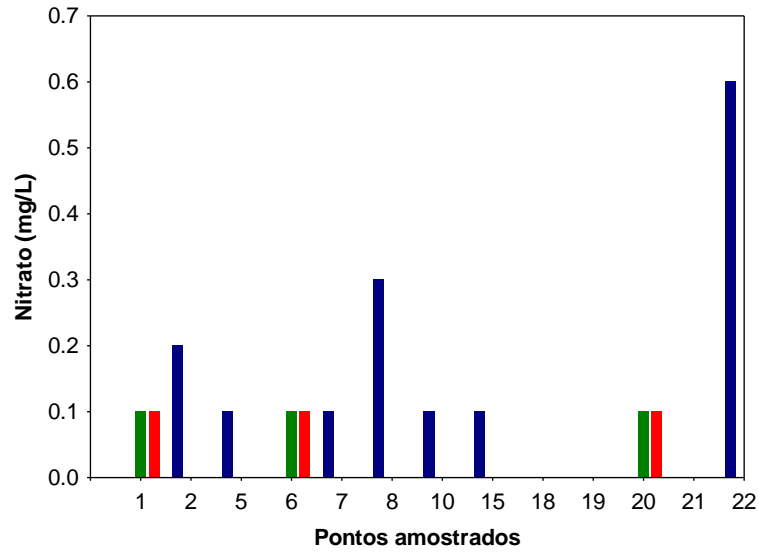


Figura 26. Concentração de nitrato.

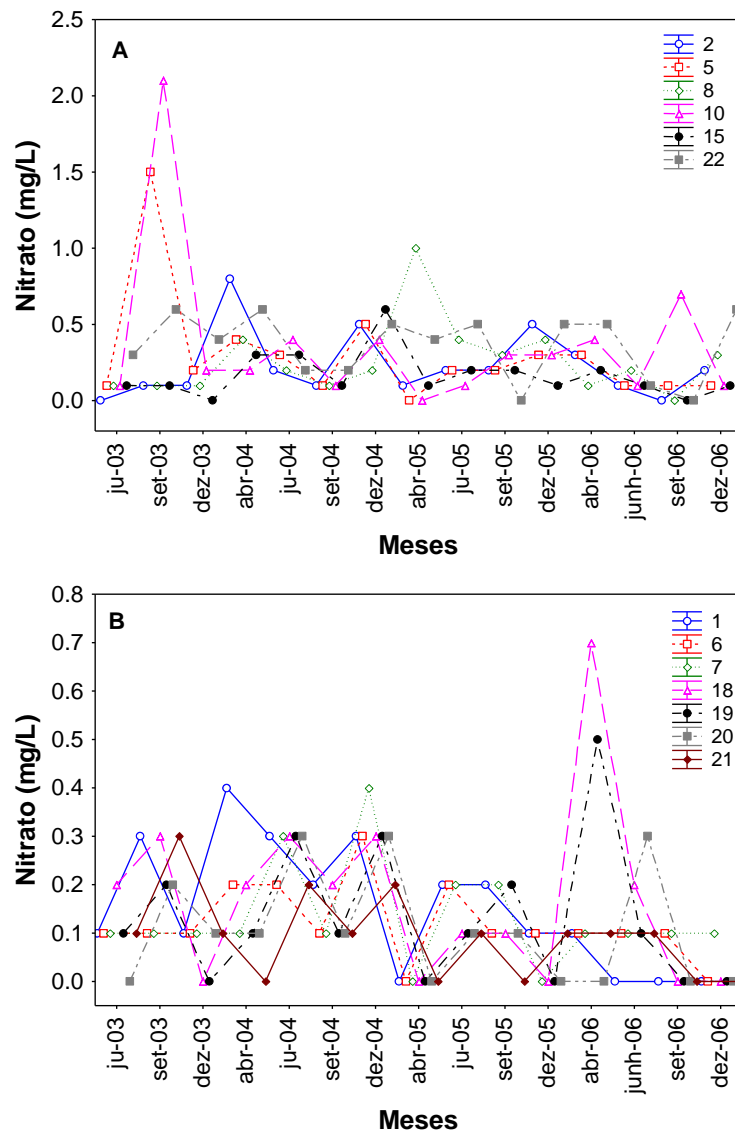


Figura 27. Avaliação temporal da concentração de nitrato nos tributários (A) e nos pontos localizados no corpo central (B) do reservatório da UHE Cana Brava.

A concentração média de nitrito foi igual a 0,0043 mg/l na superfície, 0,0025 mg/l no meio e 0,0045 mg/l no fundo dos locais amostrados. A maior concentração (0,009 mg/l) foi mensurada no ponto 8 (Córrego Varjão) (Figura 28). Todos os locais e profundidades amostradas apresentaram concentrações de nitrito inferiores ao limite estabelecido pela Resolução CONAMA (1,0 mg/l).

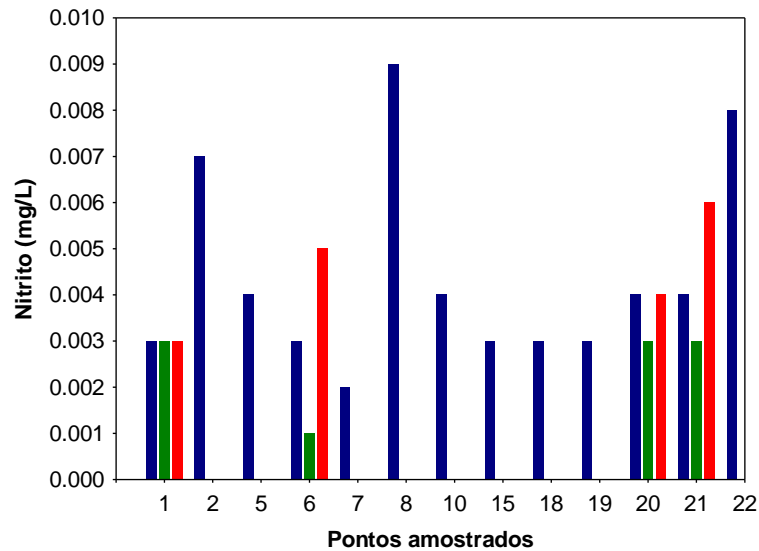


Figura 28. Concentração de nitrito.

Em média, as maiores concentrações de nitrito tem sido mensuradas nos tributários do reservatório da UHE Cana Brava. Nesses locais, as maiores concentrações foram obtidas no ponto 10 (rio do Carmo) em setembro de 2003, ponto 2 (rio Preto) em abril de 2004, ponto 8 (córrego Varjão) em abril de 2005 e ponto 22 (rio Bonito) em abril de 2006 (Figura 29A). No entanto, mesmo considerando essas maiores concentrações, estas são significativamente inferiores ao limite preconizado pela resolução CONAMA. No corpo central do reservatório, a maior concentração foi obtida em abril de 2006, no ponto 19 (Figura 29B).



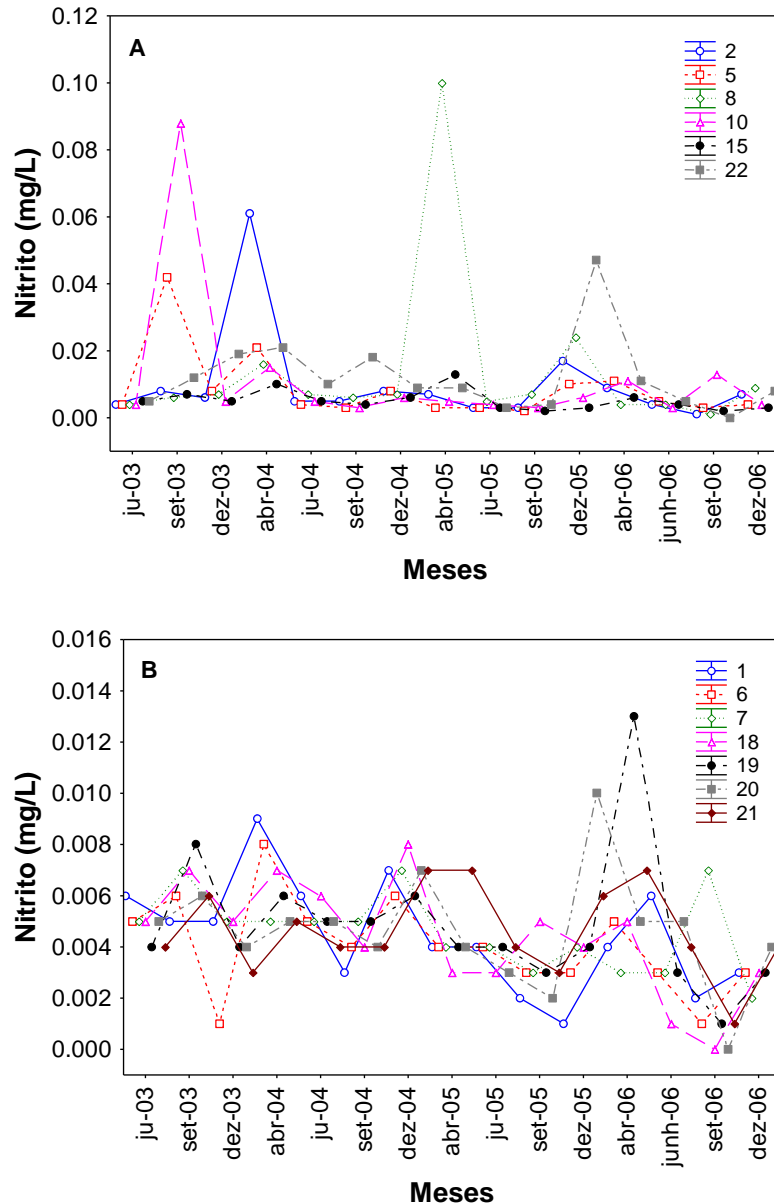


Figura 29. Avaliação temporal da concentração de nitrito nos tributários (A) e nos pontos localizados no corpo central (B) do reservatório da UHE Cana Brava.

As concentrações de nitrogênio amoniacal variaram entre 0,05 mg/l (ponto 7 – foz do Rio Bonito) e 0,24 mg/l (ponto 22 – Rio Bonito) (Figura 30). 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  $\text{pH} \leq 7,5$ ; e 2,0 mg/l para  $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$ ).

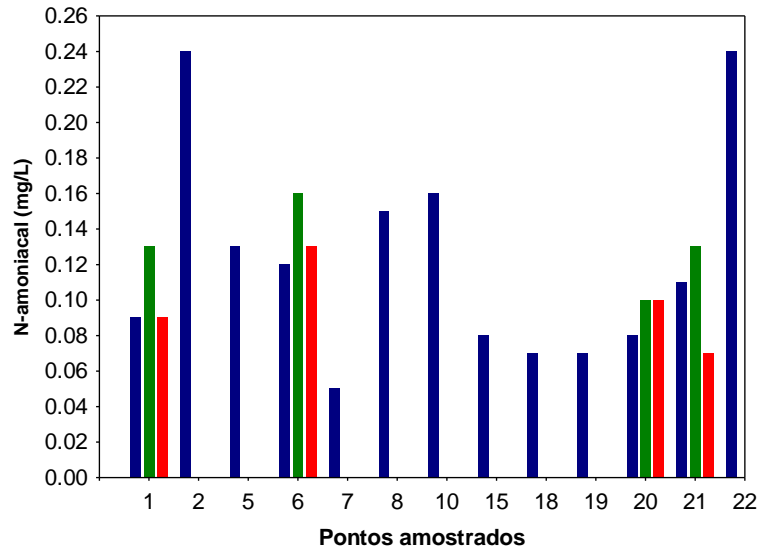
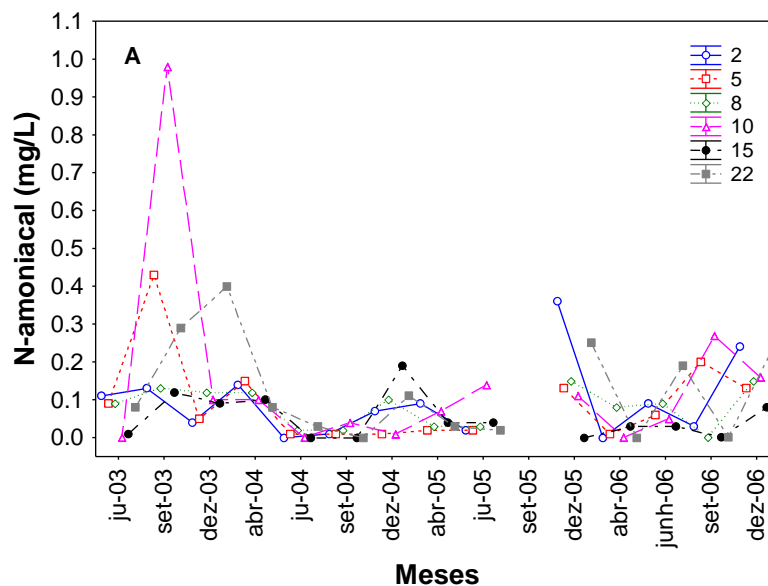


Figura 30. Concentração de nitrogênio amoniacoal.

Altas concentrações de nitrogênio amoniacoal foram determinadas apenas em setembro de 2003 em alguns pontos monitorados (ponto 10, 5 e 20) (Figura 31). Ao longo dos demais meses de monitoramento, todos os locais amostrados apresentaram concentrações abaixo do limite preconizado pela resolução CONAMA, principalmente no corpo central do reservatório.



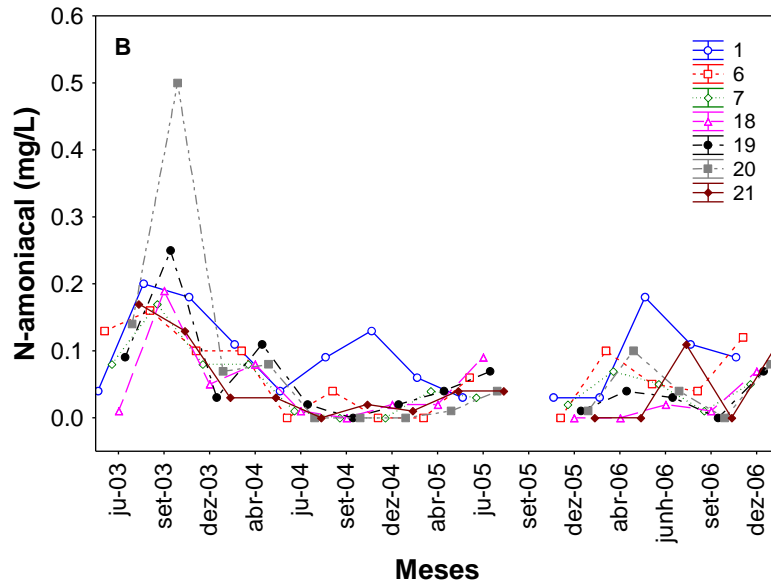


Figura 31. Avaliação temporal da concentração de nitrogênio amoniacal nos tributários (A) e nos pontos localizados no corpo central (B) do reservatório da UHE Cana Brava.

A demanda bioquímica de oxigênio avalia a quantidade de oxigênio dissolvido consumido pelos organismos aeróbios ao degradarem a matéria orgânica. Em dezembro de 2006, os valores de  $DBO_5$  foram inferiores ao limite preconizado pela Resolução nº 357 de março de 2005 (5,0 mg/l). O menor valor de  $DBO_5$  (0,5 mg/l) foi mensurado no ponto 6, enquanto que o maior valor (3,1 mg/l) foi obtido no ponto 15 (jusante da barragem) (Figura 32).

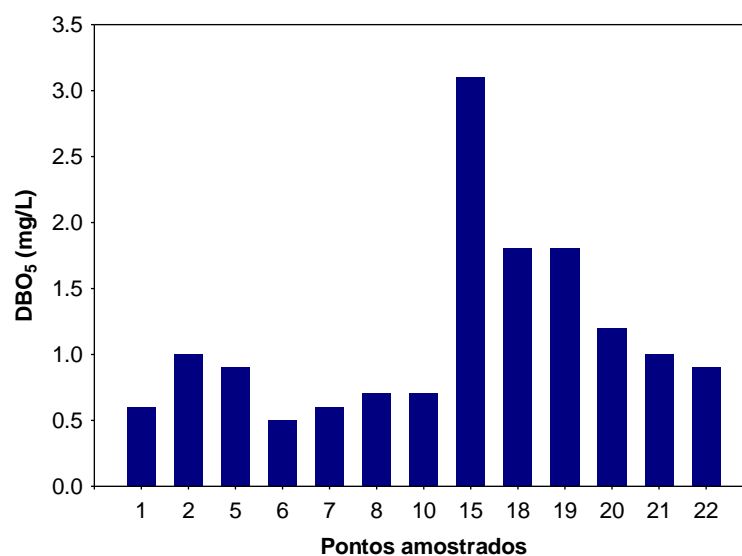


Figura 32. Valores de  $DBO_5$ .

De maneira geral, os tributários apresentaram maiores valores de DBO<sub>5</sub> (média = 2,36 mg/l; IC<sub>95%</sub> = 1,91-2,82), comparando com o corpo central do reservatório (média = 1,82 mg/l; IC<sub>95%</sub> = 1,5-2,13) (Figura 33). Além disso, pode-se observar que, de maneira geral, as concentrações tendem a ser inferiores que 5,0 mg/l (limite máximo permitido pelo CONAMA).

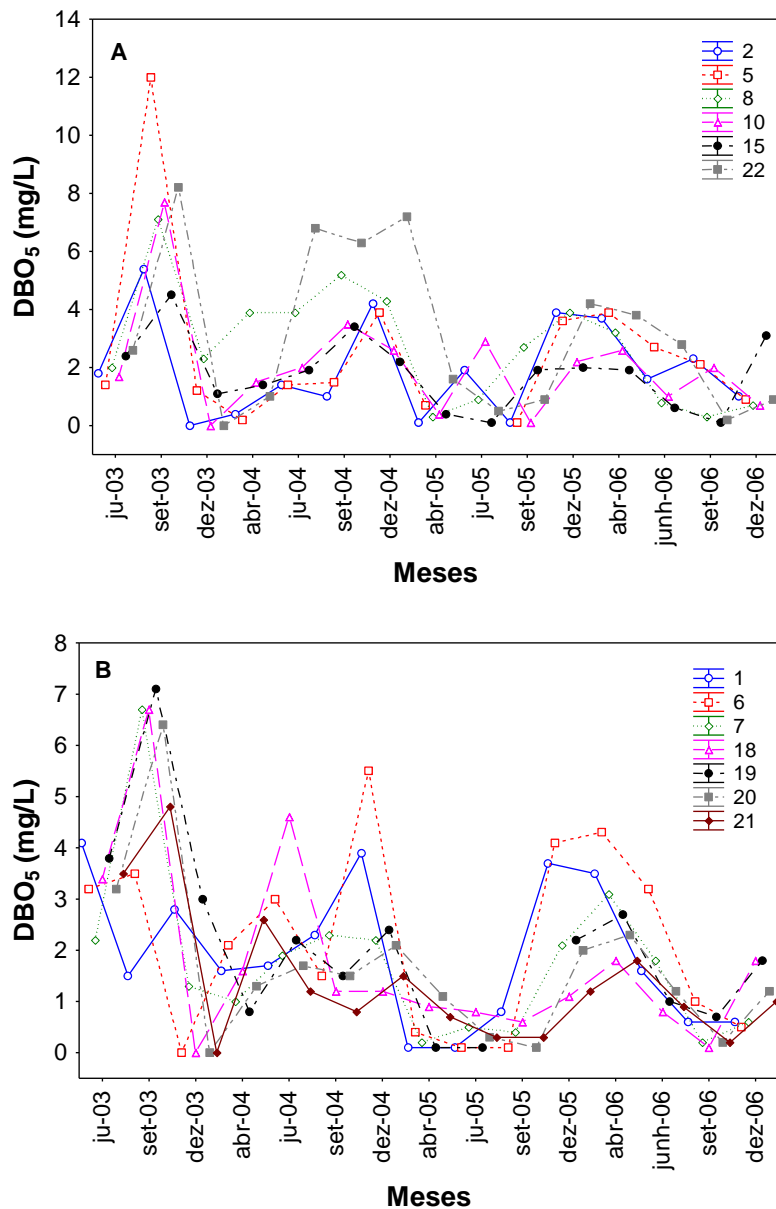


Figura 33. Avaliação temporal da DBO<sub>5</sub> nos tributários (A) e nos pontos localizados no corpo central (B) do reservatório da UHE Cana Brava.

### 3.2. PARÂMETROS BACTERIOLÓGICOS

Em dezembro de 2006, a densidade de coliformes totais no reservatório da UHE Cana Brava variou entre 6,0 NMP/100ml (ponto 20 – meio do reservatório) e 34 NMP/100ml (pontos 2, 5, 8, 10 e 22) (Tabela 3). A densidade de coliformes fecais (termotolerantes) variou entre valores ausentes e 34 NMP/100ml (pontos 2, 8, 10 e 22). Assim como observado em monitoramentos anteriores, as maiores densidades de bactérias do grupo coliformes tem sido detectadas no ponto 10 (Rio do Carmo).

De acordo com a resolução CONAMA, para águas de classe 2, no mês de dezembro, todos os locais monitorados apresentaram densidade de coliformes fecais (termotolerantes) abaixo do limite permitido (1000 NMP/100ml).

Tabela 3. Abundância de coliformes totais e fecais nos pontos amostrados no reservatório da UHE Cana Brava em dezembro de 2006.

<b>Pontos</b>	<b>Coliformes totais (NMP/100ml)</b>	<b>Coliformes fecais (NMP/100ml)</b>
1	17	2
2	34	34
5	34	7
6	27	AUSENTE
7	17	AUSENTE
8	34	34
10	34	34
15	14	4
18	14	13
19	9	2
20	6	AUSENTE
21	8	AUSENTE
22	34	34

#### **4. CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE OS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS**

Considerando que as águas do sistema monitorado enquadram-se na Classe 2 da Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005, os resultados obtidos no programa de monitoramento da qualidade da água do reservatório da UHE de Cana Brava, em dezembro de 2006, foram contrastados com as condições limnológicas preconizadas pela referida resolução:

- Considerando grande parte das variáveis analisadas, os locais amostrados apresentaram valores dentro dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA.
- Valor de turbidez superior a 100 NTU no ponto 22 (Rio Bonito);
- As concentrações de oxigênio dissolvido foram inferiores a 5,0 mg/l na superfície, meio e fundo do ponto 6 (Tocantins/ foz do Rio São Félix); e ponto 15 (jusante da barragem);
- As concentrações de sulfeto foram superiores a 0,002 mg/l em todos os locais monitorados em dezembro de 2006;
- As concentrações de fósforo total foram superiores a 0,05 mg/l nos pontos 2 (Rio Preto), superfície e meio do ponto 6, e ponto 22 (Rio Bonito).

Analisando a variabilidade temporal dos dados, pode-se observar que, de maneira geral, os pontos monitorados são similares entre si, principalmente no corpo central do reservatório. Além disso, freqüentemente as concentrações de íons e nutrientes mensuradas no corpo central do reservatório são inferiores àquelas obtidas nos tributários. Dentre os tributários, destaca-se o Rio Bonito (ponto 22) e Córrego Varjão (ponto 8), como sendo os locais que apresentam o maior número de parâmetros que transgridem a resolução CONAMA, no entanto, tais tributários não estão afetando significativamente as características limnológicas da água no corpo central do reservatório.

## 5. 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 dezembro de 2006, no reservatório da UHE Cana Brava (GO).

### 5.1. Fitoplâncton

#### *Composição*

Através da análise das amostras qualitativas e quantitativas da comunidade fitoplanctônica coletadas no reservatório Cana Brava no mês de dezembro de 2006, foram inventariados 118 táxons, distribuídos entre os grupos Chlorophyceae (36), Bacillariophyceae (24), Cyanobacteria (21), Zygnemaphyceae (19), Euglenophyceae (6), Cryptophyceae (4), Chrysophyceae (2), Xanthophyceae (3), Dinophyceae (2) e Oedogoniophyceae (1).

A Classe Chlorophyceae foi a mais especiosa, representando 29,1% do total de táxons, como o registrado para os meses anteriores. *Monoraphidium* foi o gênero mais especioso com 5 táxons, seguido de *Ankistrodesmus*, *Dictyosphaerium* e *Oocystis* com 3 táxons, respectivamente (Tabela 4).

Bacillariophyceae foi o segundo grupo mais importante, seguido por Cyanobacteria e Zygnemaphyceae, os quais também mostraram importante contribuição para a ficoflórula do reservatório de Cana Brava. Bacillariophyceae é abundante no plâncton de rios e reservatórios brasileiros (Borges *et al.*, 2003; Rodrigues *et al.*, 2005; Train e Rodrigues, 2004; Train *et al.*, 2005) e é favorecido em ambientes com mistura vertical devido a sua elevada taxa de sedimentação (Reynolds *et al.*, 2002). Estes grupos têm sido registrados como os mais freqüentes e ou abundantes em reservatórios tropicais (Rodrigues *et al.*, 2005).

Tabela 4. Táxons fitoplanctônicos inventariados a partir das amostras qualitativas e quantitativas dos pontos monitorados no reservatório Cana Brava, em (GO), em dezembro de 2006.

Táxons	Pontos	2	7	10	21	22
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>						
<i>Achnanthydium minutissimum</i> (Kütz.) Czarn.				X		
<i>Amphipleura lindheimeri</i> Grun			X			X
<i>Amphipleura</i> sp.	X					
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grun.) Sim.			X			
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Sim. var. <i>angustissima</i> (Mul.) Sim.	X	X				X
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.	X					
<i>Discostella stelligera</i> (Cl. & Grun.) Houk & Klee, comb. Nova			X		X	
<i>Discostella</i> sp.			X			X
<i>Cymbella naviculiformes</i> (Auers.) Cleve						X
<i>Cymbella</i> cf. <i>silesiaca</i> Bleisch.						X
<i>Cymbella</i> sp.				X		
<i>Fragilaria</i> sp.	X	X				
<i>Gomphonema gracile</i> Ehr.	X			X		
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kütz.) Kütz.						X
<i>Navicula schroterii</i> Meist.				X		
<i>Navicula</i> sp.			X	X		X
<i>Nitzschia gracilis</i> Hantz. ex Rabenh.				X		
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Smith				X	X	
<i>Nitzschia tubicola</i> Grun.	X					
<i>Nitzschia</i> sp.						X
<i>Pinnularia</i> sp.	X			X		
<i>Surirella</i> sp.	X			X		X
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitz.) Comp.	X			X		X
Penales não identificada				X		
<b>CYANOBACTERIA</b>						
<i>Aphanocapsa delicatissima</i> W. et G. S. West				X	X	
<i>Aphanocapsa elachista</i> W. & West			X			
<i>Aphanocapsa holsatica</i> (Lemm.) Cronb. & Kom.			X		X	
<i>Aphanocapsa koordersii</i> Strom			X			
<i>Chroococcus limneticus</i> Lemm.						X
<i>Chroococcus</i> sp.					X	
<i>Coelomorum tropicale</i> Senn. Peres & Kom.				X	X	
<i>Cylindropermopsis raciborskii</i> (W.) Seen. & Sub. Rajú	X	X			X	
<i>Geitlerinema</i> sp.	X	X				
<i>Konvophoron</i> sp.			X		X	
<i>Lemmermanniella pallida</i> (Lemm.) Geit.			X		X	
<i>Lemmermanniella parva</i> Hind.			X		X	
<i>Lynxbya</i> sp.					X	
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemm.			X			
<i>Microcystis wesenbergii</i> (Kom.) Kom.			X	X	X	X
<i>Planktolynxbya limnetica</i> (Lemm.) Kom.-Legn. & Cronb.			X		X	
<i>Planktothrix agardhii</i> (Gom.) Kom. & Anag.	X					
<i>Phormidium</i> sp.				X		
<i>Pseudanabaena</i> sp.	X				X	
<i>Synechocystis aquatilis</i> Sauv.			X			
Cianobacteria não identificada				X		X
<b>CHLOROPHYCEAE</b>						
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerh.			X			
<i>Ankistrodesmus densus</i> Kors.			X			
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i> Cor.			X			
<i>Ankistrodesmus spiralis</i> (Turn.) Lem.					X	
<i>Closteriopsis</i> sp.			X			
<i>Coelastrum reticulatum</i> (Dang.) Senn.			X	X	X	
<i>Coenochloris</i> sp.			X			
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirch.) W. e G.S. West					X	
<i>Desmodesmus armatus</i> (Chod.) Hegew.	X					
<i>Dictyosphaerium elegans</i> Bachm.					X	
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood			X			
<i>Dictyosphaerium tetrachotomum</i> Printz						X
<i>Euastropsis richteri</i> (Schim.) Lag.			X		X	
<i>Eutramorus</i> sp.			X	X		
<i>Eutramorus fotti</i> (Hind.) Kom. Sensu Kom.			X	X	X	X
<i>Fusola viridis</i> Snow			X		X	
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thur.) Kom. - Legn	X			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>Monoraphidium minutum</i> (Näg.) Kom.-Legn.		X			
<i>Monoraphidium tortile</i> (W. e G.S. West) Kom.- Legn.					X
<i>Nephrocytium lunatum</i> W. West					X
<i>Oocystis borgei</i> Snow		X			X
<i>Oocystis solitaria</i> Wittr.		X			
<i>Oocystis tainoensis</i> Kom.					X
<i>Pandorina morum</i> (Mül.) Bory		X			
<i>Pediastrum simplex</i> Mey. var. <i>simplex</i>		X	X		
<i>Pediastrum tetras</i> (Ehr.) Ralfs		X			X
<i>Scenedesmus ecornis</i> var. <i>ecornis</i> (Ehr. ex Ralfs) Chod.		X			
<i>Scenedesmus ovalternus</i> Chod.					X
<i>Tetraedron caudatum</i> (Cor.) Hansg.		X			X
<i>Tetrastrum komarekii</i> Hind.		X			
<i>Volvox</i> sp.		X			
Chlorococcales não identificada 1					X
Chlorococcales não identificada 2		X			
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>					
<i>Dinobryon divergens</i> Imh.		X			
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehr.			X	X	
<b>EUGLENOPHYCEAE</b>					
<i>Lepocinclis salina</i> Fritsch					X
<i>Phacus longicauda</i> (Ehr.) Duj.			X		X
<i>Phacus cf. pleuronectes</i> (O.F. Müll.) Duj.					X
<i>Trachelomonas armata</i> var. <i>armata</i> (Ehr.) Stein					X
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i> Swir.		X			
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehr.			X		
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>					
<i>Chroomonas acuta</i> Uterm.		X	X		
<i>Cryptomonas brasiliensis</i> Castro, Bic. & Bic.			X		
<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja		X		X	X
<i>Cryptomonas</i> sp.		X			
<b>ZYGNEMAPHYCEAE</b>					
<i>Actinotaenium</i> sp.		X			
<i>Closterium</i> sp.		X			X
<i>Cosmarium lagoense</i> var. <i>amoebium</i> Först. & Eckert			X		
<i>Cosmarium margaritatum</i> (Lund.) Roy e Bis.					X
<i>Cosmarium punctulatum</i> Bréb. ex Ralfs		X		X	
<i>Cosmarium regnesi</i> Reins.			X		X
<i>Cosmarium</i> sp.			X		
<i>Gonatozygon pilosum</i> Wolle.		X			
<i>Hialotheca</i> sp.					X
<i>Staurastrum leptocladum</i> Nordst.			X	X	X
<i>Staurastrum retangulare</i> G. West e West		X			
<i>Staurastrum rotula</i> Nordst.			X		
<i>Staurastrum tetracerum</i> (Kütz.) Ralfs			X		X
<i>Staurastrum</i> sp.			X	X	
<i>Stauroidesmus corniculatus</i> Lundell ( <i>saco de leite</i> )					X
<i>Stauroidesmus cuspidatus</i> (Breb.) Teil.		X			
<i>Stauroidesmus dejectus</i> (Bréb.) Teil.					X
<i>Stauroidesmus</i> sp.				X	
Zygnemaphyceae não identificada				X	
<b>DINOPHYCEAE</b>					
<i>Peridinium</i> sp.		X	X	X	X
<i>Peridinium</i> sp 1.			X	X	X
<b>XANTHOPHYCEAE</b>					
<i>Isthmochloron gracile</i> (Reins.) Skuja		X			
<i>Isthmochloron lobulatum</i> (Naeg.) Skuja					X
<i>Tetraplektron torsum</i> (Skuja) Dedus. Sceg.		X			
<b>OEDOGONIOPHYCEAE</b>					
<i>Oedogonium</i> sp.					X

### **Riqueza e abundância fitoplanctônica**

A análise quantitativa da comunidade fitoplanctônica amostrada no mês de dezembro mostrou altos valores de riqueza de espécies, no ponto 7 e no ponto 21, localizados no corpo do reservatório, enquanto os pontos localizados no rio do Carmo (ponto 10), rio Bonito (ponto 22) e rio Preto (ponto 2) apresentaram baixa riqueza de espécies. Os valores variaram de 4 no ponto 2 a 45 no ponto 7 (Figura 34, Tabela 5).

Considerando a contribuição dos grupos fitoplanctônicos para a riqueza total, a clorofíceas e as cianobactérias foram os grupos responsáveis pelos maiores valores de riqueza registrados nos pontos 7 e 21. As bacilariofíceas foram mais importantes nos pontos com características lóxicas, em especial no ponto 10, onde apresentou a maior contribuição aos valores de riqueza total, provavelmente devido ao favorecimento deste grupo de algas em condições de maior turbulência.

De forma geral, os valores de riqueza neste mês de dezembro foram semelhantes aos registrados no mês de junho, repetindo o padrão dos meses anteriores, com os menores valores nos pontos monitorados na região lótica, e os maiores valores no corpo do reservatório, influenciados pela hidrodinâmica de cada compartimento (Tabela 5 e Figura 34).

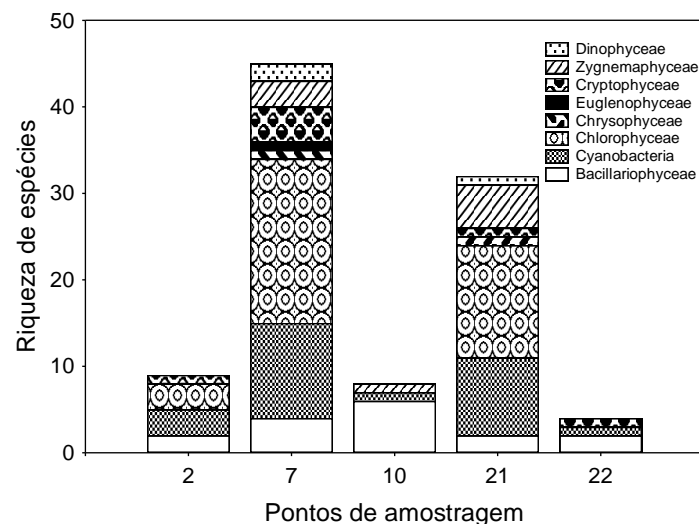


Figura 34. Riqueza de espécies fitoplanctônicas nos pontos monitorados no reservatório Cana Brava (GO), no mês de dezembro de 2006.

Quanto aos valores de densidade e biovolume fitoplanctônico registrou-se, um decréscimo em relação ao mês de junho, na maioria dos pontos monitorados, exceto nos pontos 7 e 21, os quais apresentaram um acréscimo dos valores destes atributos (Figura 35, Tabela 4). Pode-se observar o mesmo padrão dos meses anteriores, com os menores valores ocorrendo nos pontos 2, 10 e 22, localizados respectivamente no

rio Preto, rio do Carmo e rio Bonito. Em ambientes com características lólicas, os baixos valores de densidade e biovolume são determinados principalmente pela baixa disponibilidade luminosa, determinada pelas altas concentrações de material suspenso; e o elevado fluxo da água (Reynolds, 1994; 1995).

Os maiores valores de densidade e biovolume, no mês de dezembro de 2006, ocorreram nos pontos 7 (843 ind.mL<sup>-1</sup> e 1,89 mm<sup>3</sup>.L<sup>-1</sup>) e 21 (1439 ind.mL<sup>-1</sup> e 1,28 mm<sup>3</sup>.L<sup>-1</sup>). Nestes pontos, localizados no corpo central e na região lacustre do reservatório, o maior desenvolvimento fitoplanctônico poder ser atribuído ao maior tempo de retenção da água, alta transparência da água e disponibilidade de nutrientes (Figura 35, Tabela 4).

Tabela 5. Densidade dos táxons fitoplanctônicos inventariados nos pontos monitorados no reservatório Cana Brava, em (GO), em dezembro de 2006.

Táxons	Pontos	2	7	10	21	22
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>						
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kütz.) Czarn.				2		
<i>Discostella stelligera</i> (Cl. & Grun.) Houk & Klee, comb. Nova			29		25	
<i>Discostella</i> sp.			17			3
<i>Fragilaria</i> sp.	8	2				
<i>Navicula schroterii</i> Meist.				7		
<i>Navicula</i> sp.			2	2		3
<i>Nitzschia gracilis</i> Hantz. ex Rabenh.				5		
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Smith					6	
<i>Nitzschia tubicola</i> Grun.	2					
<i>Pinnularia</i> sp.				7		
Penales não identificada				5		
<b>Total Bacillariophyceae</b>		<b>10</b>	<b>50</b>	<b>23</b>	<b>31</b>	<b>6</b>
<b>CYANOBACTERIA</b>						
<i>Aphanocapsa delicatissima</i> W. et G. S. West					284	
<i>Aphanocapsa elachista</i> W. & West			6			
<i>Aphanocapsa holsatica</i> (Lemm.) Cronb. & Kom.			4		95	
<i>Aphanocapsa koordersii</i> Strom			8			
<i>Coelomorum tropicale</i> Senn. Peres & Kom.					22	
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (W.) Seen. & Sub. Rajú	4	21			16	
<i>Geitlerinema</i> sp.	2	2				
<i>Konvophoron</i> sp.			4		19	
<i>Lemmermanniella pallida</i> (Lemm.) Geit.			220		85	
<i>Lemmermanniella parva</i> Hind.			79		158	
<i>Microcystis wesenbergii</i> (Kom.) Kom.			31			
<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemm.) Kom.-Legn. & Cronb.			123		410	
<i>Pseudanabaena</i> sp.	2				6	
<i>Synechocystis aquatilis</i> Sauv.			21			
Cianobacteria não identificada				5		16
<b>Total Cyanobacteria</b>		<b>8</b>	<b>519</b>	<b>5</b>	<b>1095</b>	<b>16</b>
<b>CHLOROPHYCEAE</b>						
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerh.			2			
<i>Ankistrodesmus densus</i> Kors.			4			
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i> Cor.			10			
<i>Ankistrodesmus spiralis</i> (Turn.) Lem.					9	
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirch.) W. e G.S. West					3	
<i>Desmodesmus armatus</i> (Chod.) Hegew.	2					
<i>Dictyosphaerium elegans</i> Bachm.					3	
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood				10		
<i>Euastropsis richteri</i> (Schim.) Lag.				2	13	
<i>Eutetramorus fotti</i> (Hind.) Kom. Sensu Kom.				35		
<i>Fusola viridis</i> Snow				15	6	
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thur.) Kom. - Legn	2					

<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berk.) Kom.-Legn.		12		
<i>Monoraphidium irregulare</i> (G. M. Smith) Kom.-Legn.			69	
<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nyg.	2	12	22	
<i>Monoraphidium minutum</i> (Näg.) Kom.-Legn.		15		
<i>Monoraphidium tortile</i> (W. e G.S. West) Kom.- Legn.			3	
<i>Oocystis borgei</i> Snow		2		
<i>Oocystis solitaria</i> Wittr.		2		
<i>Oocystis tainoensis</i> Kom.			47	
<i>Pandorina morum</i>		2		
<i>Pediastrum tetras</i> (Ehr.) Ralfs		2	44	
<i>Scenedesmus ecornis</i> var. <i>ecornis</i> (Ehr. ex Ralfs) Chod.		17		
<i>Scenedesmus ovalternus</i> Chod.			3	
<i>Tetraedron caudatum</i> (Cor.) Hansg.		17	28	
<i>Tetrastrum komarekii</i> Hind.		2		
<i>Volvox</i> sp.		4		
Chlorococcales não identificada 1			16	
Chlorococcales não identificada 2		17		
<b>Total Chlorophyceae</b>	<b>6</b>	<b>182</b>	<b>286</b>	
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>				
<i>Dinobryon divergens</i> Imh.		6		
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehr.			13	
<b>Total Chrysophyceae</b>		<b>6</b>	<b>13</b>	
<b>EUGLENOPHYCEAE</b>				
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i> Swir.		2		
<b>Total Euglenophyceae</b>		<b>2</b>		
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>				
<i>Chroomonas acuta</i> Uterm.	15	2		
<i>Cryptomonas brasiliensis</i> Castro, Bic. & Bic.		2		
<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja		27	16	3
<i>Cryptomonas</i> sp.		6		
<b>Total Cryptophyceae</b>	<b>15</b>	<b>37</b>	<b>16</b>	<b>3</b>
<b>ZYGNEMAPHYCEAE</b>				
<i>Cosmarium regnesi</i> Reins.		23	6	
<i>Cosmarium</i> sp.		2		
<i>Staurastrum tetracerum</i> (Kütz.) Ralfs		10	3	
<i>Stauroidesmus corniculatus</i> Lundell ( <i>saco de leite</i> )			3	
Zygnemaphyceae não identificada			5	
<b>Total Zygnemaphyceae</b>		<b>35</b>	<b>5</b>	<b>12</b>
<b>DINOPHYCEAE</b>				
<i>Peridinium</i> sp.		2		
<i>Peridinium</i> sp 1.		10	6	
<b>Total Dinophyceae</b>		<b>12</b>	<b>6</b>	

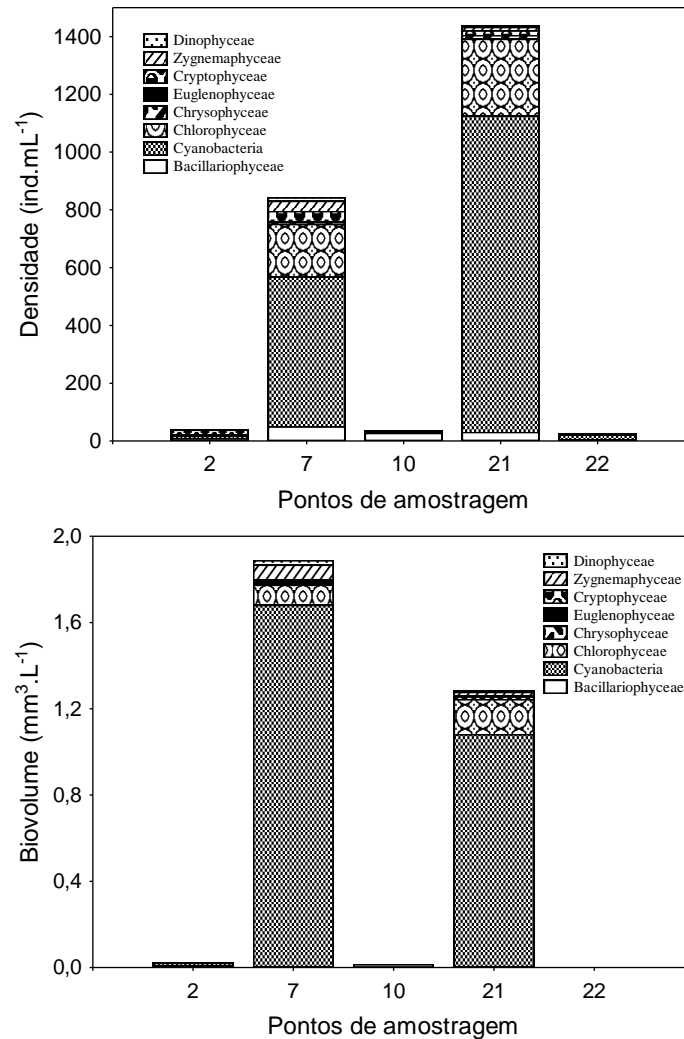


Figura 35. Densidade e biovolume dos grupos fitoplancetônicos nos pontos monitorados no reservatório Cana Brava (GO), em dezembro de 2006.

Como discutido em relatórios anteriores, os altos valores de densidade observados no ponto 21, região lacustre do reservatório, sugerem o predomínio de processos de retenção no reservatório de Cana Brava, de forma que as informações produzidas nos pontos localizados a montante deste, como nutrientes e inóculos de algas, se acumulam na região lacustre.

Destacou-se neste mês a alta contribuição em densidade de cianobactérias potencialmente tóxicas nos pontos 7 e 21, representadas principalmente por *Aphanocapsa* spp., *Lemmermanniella* spp., *Synechocystis aquatilis*, *Planktolyngbya limnetica*, *Cylindrospermopsis raciborskii* e *Microcystis wesenbergii*, as quais são amplamente reconhecidas como típicas e abundantes em ambientes hipereutróficos (Scheffer *et al.*, 1997; Padisák e Reynolds, 1998; Stoyneva, 2003).

Como discutido nos relatórios anteriores, a ocorrência de cianobactérias em geral, é preocupante, uma vez que florações deste grupo de algas reduzem a qualidade

da água, prejudicando seus múltiplos usos e ainda freqüentemente estas florações podem produzir uma ampla variedade de toxinas na coluna de água, as quais apresentam risco potencial à saúde animal e humana. As florações de cianobactérias também são negativas do ponto de vista ecológico, pois diminuem a diversidade de espécies do ambiente, afetando a teia trófica (Codd, 2000; Marinho *et al.*, 2005; McGregor e Fabbro, 2005).

As clorofíceas e bacilariofíceas também se destacaram. *Discostella stelligera* e *Discostella* sp. foram as principais bacilariofíceas registradas nestes pontos, já as clorofíceas foram representadas principalmente por clorococales nanoplanctônicas, especialmente *Monoraphidium irregulare*, *Oocystis tainoensis*, *Pediastrum tetras* e *Tetraedron caudatum*. Estes táxons são comuns em ambientes eutrofizados, sendo sensíveis a deficiência de nutrientes e à herbivoria (Reynolds, *et al.*, 2002).

Nos pontos 2, 10 e 22, as bacilaríficeas e as criptofíceas foram os grupos que mais contribuíram para biomassa fitoplanctônica. Estes grupos de algas são frequentes no plâncton de ambientes lóticos (Borges *et al.*, 2003; Silva *et al.* 2001), o que pode ser atribuído às características morfológicas e fisiológicas que os representantes destes grupos apresentam. Uma importante característica das diatomáceas é a sua habilidade superior na intercepção da luz, o que permite melhor aproveitamento da luminosidade em ambientes misturados e túrbidos, sendo também favorecidas neste ambientes devido a sua elevada taxa de sedimentação (Reynolds, 1994; 1995). As criptofíceas, algas tipicamente nanoplanctônicas, apresentam alta taxa reprodutiva, e, portanto, são favorecidas em condições de alta turbulência características de ambientes lóticos (Reynolds, 1997).

## 5.2. Zooplâncton

### Composição

A análise das amostras de zooplâncton tomadas em dezembro de 2006, na área de influência do Reservatório de Cana Brava, evidenciou a ocorrência de um total de 44 espécies. Mais uma vez, observa-se uma redução no número de espécies nas amostras zooplancônicas, tendo em vista que em dezembro de 2005 foram registradas 77 espécies e em junho, 51 espécies. Este valor é, no entanto, semelhante àquele observado em junho de 2005, quando foram registradas 47 espécies. Em dezembro de 2006 destacaram-se, mais uma vez os protozoários testáceos, com 21 espécies, seguidos por rotíferos, com 15 espécies e cladóceros e copépodes, com 4 espécies cada (Tabela 6). Como discutido em relatório anterior, os rotíferos constituem, freqüentemente, o grupo zooplancônico mais especioso em reservatórios (Rolla *et al.*, 1992; Moreno, 1996; Lopes *et al.*, 1997; Sendacz, 1997; Lansac-Tôha *et al.*, 1999; Nogueira, 2001; Sampaio *et al.*, 2002) e este predomínio está relacionada à elevada capacidade de colonização, bem como a processos hidrodinâmico dos reservatórios, que se caracterizam por certa instabilidade, favorecendo o estabelecimento de espécies *r* estrategistas, como as de rotíferos (Matsumura-Tundisi, 1999). No entanto, o zooplâncton em dezembro de 2006 esteve representado especialmente por protozoários testáceos, e esta dominância se deve certamente ao delineamento amostral que inclui um número representativo de estações com características lólicas. Em tais áreas, a elevada velocidade de corrente propicia, por um lado, uma maior contribuição de espécies ticolancônicas, como testáceos e um grande número de espécies de rotíferos, que são arrastados do sedimento e vegetação para a coluna de água; por outro, impossibilita o desenvolvimento de espécies verdadeiramente planctônicas, considerando que o arraste destes organismos rio abaixo é maior que sua taxa reprodutiva.

Além de alguns grupos essencialmente bentônicos registrados nas amostras de zooplâncton, como ostrácodes, oligoquetos, hidracarinos e larvas de inseto, ressalta-se mais uma vez a ausência de juvenis de bivalvia como havia sido registrado em amostragens anteriores, tendo em vista a preocupação com espécies invasoras de moluscos como *Corbicula fluminea* e *Limnoperna fortunei*.

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 dezembro de 2006.

GRUPO	FAMÍLIA	ESPÉCIES/ PONTOS DE AMOSTRAGEM	Ponto 2	ponto 7	ponto 10	Ponto 21	Ponto 22
Testacea	Arcellidae	<i>Arcella conica</i>			1		
		<i>A. costata</i>	40		80		
		<i>A. dentata</i>	1				
		<i>A. discoides</i>	240		80	60	200
		<i>A. megastoma</i>	2				3
		<i>A. mitrata spectabilis</i>					1
		<i>A. vulgaris</i>	80		80	60	2
	Centropyxidae	<i>Centropyxis aculeata</i>	560		40	60	520
		<i>C. constricta</i>					120
		<i>C. discoides</i>	2				
		<i>C. ecornis</i>	200		1		240
		<i>C. marsupiformis</i>					1
	Trigonopyxidae	<i>Cyclopyxis impressa</i>				1	
		<i>C. kahli</i>	80				
	Diffugiidae	<i>D. corona</i>	1				
		<i>D. gramen</i>	1				
		<i>D. lobostoma</i>	1				40
Lesquereusidae	<i>Lesquereusia spiralis</i>	40		1		2	
	<i>L. modesta</i>					1	
Plagyopyxidae	<i>Plagyopyxis sp</i>	40		40		160	
<b>total tecamebas</b>			<b>1328</b>	<b>0</b>	<b>324</b>	<b>181</b>	<b>1290</b>
Rotifera	Gastropodidae	<i>Ascomorpha ecaudis</i>		180			
		Brachionidae	<i>Brachionus falcatus</i>		120	1	60
	<i>Keratella americana</i>			660		360	
	<i>K. cochlearis</i>			420		240	
	<i>Plationus patulus patulus</i>			60	40	120	40
	<i>Platyas quadricornis Brevispinus</i>				2		
	<i>Euchlanis dilatata</i>				1		
	Floscularidae	<i>Pitigura sp.</i>		1		1140	
	Lecanidae	<i>Lecane bulla</i>					240
		<i>L. cornuta</i>	40				
		<i>L. curvicornis</i>	1				
		<i>L. lunaris</i>			1		
	Notomatidae	<i>Cephalodella sp</i>					1
	Philodinidae	<i>Bdeloidea</i>	40	1	80	60	160
Trichocercidae	<i>T. cf. iernis</i>	40					
<b>Total de rotíferos</b>			<b>121</b>	<b>1442</b>	<b>125</b>	<b>1980</b>	<b>441</b>
Cladocera	Bosminidae	<i>Bosmina hagamni</i>	1	360	80	240	
	Daphnidae	<i>Ceriodaphnia cornuta</i>		1040		60	
	Moinidae	<i>Moina minuta</i>		180	1	60	
	Sididae	<i>Diaphanosoma birgei</i>		840		1560	
<b>Total Cladóceros</b>			<b>1</b>	<b>2420</b>	<b>81</b>	<b>1920</b>	<b>0</b>
Copepoda	Cyxlopidae	<i>Mesocyclops meridianus</i>		120			
		<i>Thermocyclops minutus</i>		540	2	2	40
		<i>T. decipiens</i>		60			5
		náuplio de cyclopoida	40	8280	120	4140	80
		Copepodito de cyclopoida		6420	40	2760	200
	Diaptomidae	<i>Notodiaptomus cearensis</i>		600	1	480	1
		náuplio de calanoida		14220	40	7740	
Copepodito de calanoida	1	7680		9480			
<b>Total de copépodes</b>			<b>41</b>	<b>37920</b>	<b>203</b>	<b>24602</b>	<b>326</b>



Considerando os diferentes grupos zooplanctônicos, entre os protozoários testáceos, foram identificadas espécies pertencentes a seis diferentes famílias, destacando-se os arcellídeos (7 espécies), centropixídeos (6 t espécies) e difflugídeos (3 espécies) ( Tabela 6). O predomínio destas famílias, em termos de número de espécies, entre os testáceos, têm sido observado ao longo de todo o monitoramento e este prdomínio é um padrão recorrente, em diversos ambientes aquáticos continentais brasileiros, seja em ambientes lóticos ou lênticos, seja em amostras de plâncton, sedimento ou de fauna associada à vegetação aquática (Lansac-Tôha *et al.*, 2000 e 2001).

Os rotíferos estiveram representados por 8 famílias, sendo as mais especiosa as famílias Brachionidae (5 espécies) e Lecanidae (4 espécies) (Tabela 6). Estas famílias são características do zooplâncton de reservatórios e tem sido registradas entre as mais especiosas em diversos ambientes aquáticos continentais (Lansac-Tôha *et al.*, 1997).

Entre os microcrustáceos, os cladóceros foram igualmente representados pelas famílias Bosminidae, Daphnidae, Moinidae e Sididae, considerando que foram registradas apenas 1 espécie de cada família (Tabela 6). Essas famílias são constituídas por espécies tipicamente planctônicas e caracterizam o plâncton de água doce, considerando a freqüência de ocorrência e a dominância de suas espécies (Lansac-Tôha *et al.*, 2004).

Os copépodos foram, mais uma vez, principalmente representados pela família Cyclopidae, com 3 espécies, enquanto que a família Diaptomidae, tipicamente planctônica, foi representada por apenas 1 espécie (Tabela 6).

### **Riqueza de espécies**

A análise da riqueza de espécies do zooplâncton, em dezembro de 2006, revelou valores variando entre 13 e 24 espécies (Figura 36), com média de 18 espécies para a área de estudo. Esses resultados evidenciam, assim como para a composição de espécies, uma redução representativa nos valores desse atributo, quando comparado à amostragem anterior (junho/06).

Especialmente, em dezembro foi bem evidente a tendência de se observar maiores valores de riqueza de espécies em pontos com características lóticas como nos pontos 2, 10 e 22 e menores nos pontos caracteristicamente lênticos como os pontos 21 e especialmente no ponto 7 (Figura 36).

Assim como em amostragens anteriores, foi também bem marcante as diferenças na contribuição dos diferentes grupos zooplancônicos para os distintos pontos de amostragem. Desta forma, observou protozoários testáceos e rotíferos predominaram nos pontos com maior influência lítica, como os pontos 2, 10 e 22, enquanto que nos pontos 7 e 21 destacaram-se grupos tipicamente planctônicos como rotíferos, cladóceros e copépodos (Figura 36), evidenciando o predomínio de condições lânticas nestas regiões.

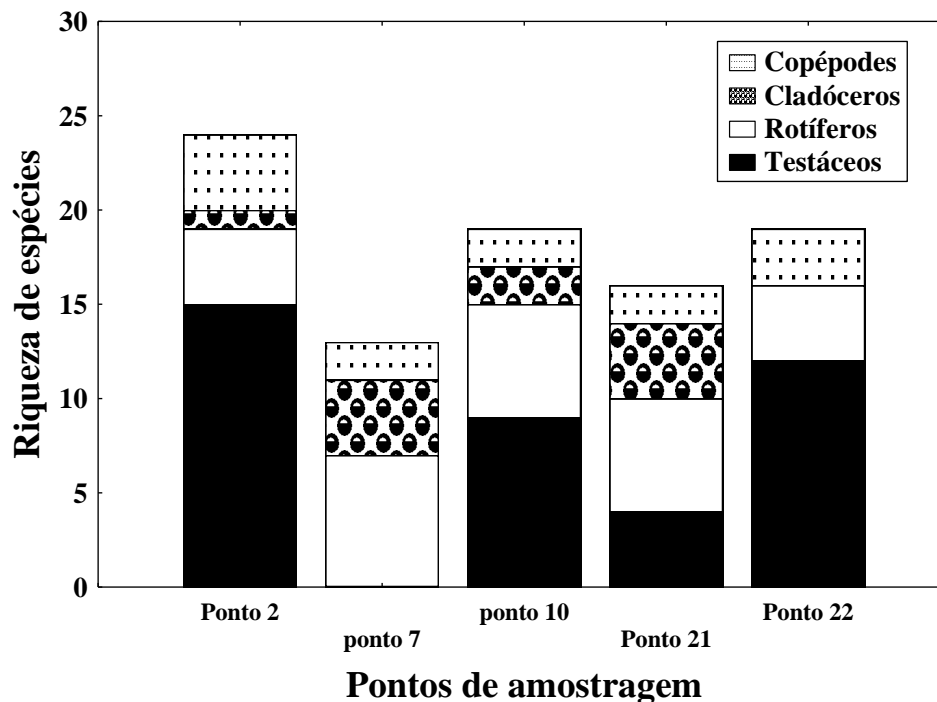


Figura 36. Variação espacial da riqueza de espécies dos diferentes grupos zooplancônicos registrados nos pontos de amostragem do programa de monitoramento do reservatório de Cana Brava, em dezembro de 2006.

### **Abundância**

Em relação à abundância, os resultados obtidos corroboram mais uma vez o padrão que vem sendo registrado para este atributo ao longo de todo o período de monitoramento. Neste sentido, os valores de densidade variaram marcadamente na área de estudo, com densidade fluando entre 733 e 41782 ind.m<sup>-3</sup>, com média de 14949 ind.m<sup>-3</sup> (Figura 37). Temporalmente, esses resultados evidenciam, assim como para a riqueza de espécies, uma redução representativa nos valores de densidade em dezembro de 2006, quando comparado a períodos anteriores.

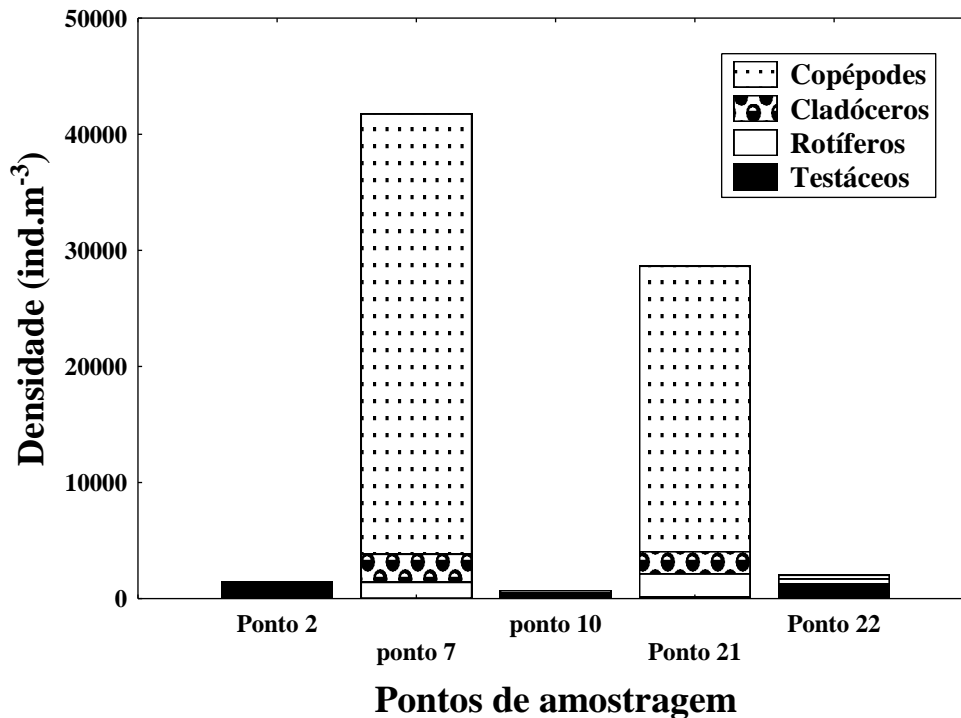


Figura 37. Variação espacial da abundância dos diferentes grupos zooplânctônicos registrados nos pontos de amostragem do programa de monitoramento do reservatório de Cana Brava, em dezembro de 2006.

Espacialmente, maiores valores de abundância zooplânctônica foram, mais uma vez, observados nos pontos 7 e 21, com a dominância marcante de organismos tipicamente planctônicos como copépodes, seguidos por rotíferos e cladóceros (Figura 37). Por outro lado, nos pontos 2, 10 e 22, registraram-se reduzidos valores de densidade zooplânctônica (Figura 37), pontos estes caracterizados pelo predomínio de condições lólicas, o que impossibilita o desenvolvimento de grandes populações tipicamente planctônicas, como discutido anteriormente.

Considerando a abundância das diferentes espécies, *Centropyxis aculeata*, *Arcella discoides* e *A. costata* constituíram-se mais uma vez nas espécies dominantes entre os protozoários testáceos, assim como observado em junho de 2006, destacando-se obviamente, nos pontos de amostragem com maior influência lólica (Tabela 6).

Entre os rotíferos, destacaram-se os Brachionídeos, especialmente *K. americana* e *K. cochlearis* nos pontos de amostragem com características lânticas, 7 e 21, e ainda *Ptigura* sp., essencialmente no ponto 21 (Tabela 6). Nos demais pontos de amostragem, embora em menores densidades, destacaram-se, mais uma vez, os Bdeloideos, além de algumas espécies do gênero *Lecane* (Tabela 6).

Contrariando o padrão freqüentemente observado ao longo do monitoramento, entre os cladóceros os bosminídeos mostraram uma menor contribuição para a densidade total do zooplâncton, não sendo registrada a ocorrência de *Bosminopsis deitersi*. Por outro lado, em dezembro de 2006 destacaram-se entre os cladóceros as espécies *Ceriodaphnia cornuta* e *Diaphanosoma birgei*.

Os copépodos, como sempre evidenciado, foram, em grande parte (96%, em média), representados por suas formas jovens (náuplios e copepoditos) (Figura 38). 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 dezembro de 2006 confirmam aqueles obtidos em relatórios anteriores, os quais tem evidenciado o predomínio de *Thermocyclops minutus*, entre os ciclopóides, e *Notodiaptomus cearensis* entre os diaptomídeos. Tais resultados, mais uma vez sugerem o predomínio de condições oligotróficas para a área de estudo, tendo em vista que *T. minutus* é usualmente dominante, em relação à sua congênica *T. decipiens*, em condições oligotróficas, particularmente em lagos e reservatórios de bacias preservadas (Sendacz *et al.*, 1985).

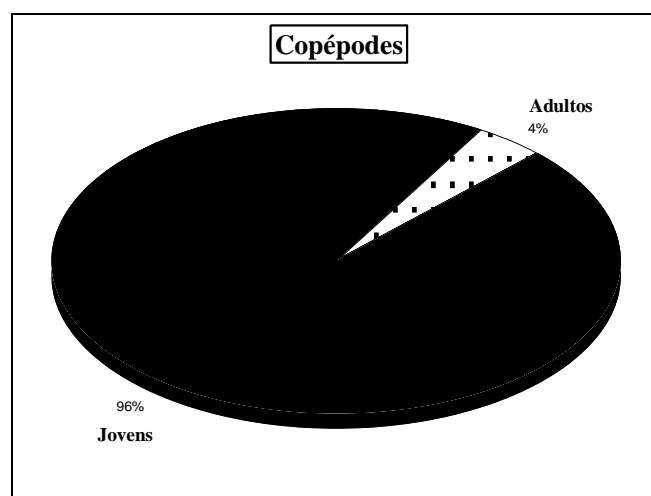


Figura 38. Contribuição média (%) de jovens e adultos para a abundância total de copépodes, na área do programa de monitoramento do reservatório de Cana Brava, em dezembro de 2006.

### 5.3. Zoobentos

Em junho de 2006 foram registrados 22 e em dezembro 9 táxons (Figura 39 e Tabela 7). Essa redução ocorreu principalmente no ponto 10, que é um ambiente lótico e apresentou grande redução devido ao período chuvoso. Em junho, esse ponto apresentou a maior riqueza de insetos, devido ao tipo de substrato, pedra e folhiço, a velocidade da corrente e a menor quantidade de água. Na estação seca o ambiente mais estável pode proporcionar uma melhor estruturação da comunidade e elevação nas suas densidades. Esta elevação poderia ser atribuída à redução da disponibilidade de habitat e ao crescimento da agregação entre os indivíduos, devido à redução do nível da água (Diniz-Filho et al., 1998).

A influência da precipitação pluviométrica na abundância dos organismos da comunidade bentônica é demonstrada por vários autores (Kikuchi & Uieda, 1998, Oliveira et al., 1997 e Bispo & Oliveira, 1998). A correnteza pode exercer um efeito direto sobre os organismos, quando em período de grande vazão, as pedras do fundo do rio são deslocadas, ocasionando a remoção dos organismos que estão sobre e entre os substratos (Whitton, 1975). Aparentemente, a correlação negativa entre as chuvas e a abundância dos invertebrados é um padrão geral para a região Neotropical (Buss et al., 2004). Geralmente, as maiores densidades são encontradas na estação seca.

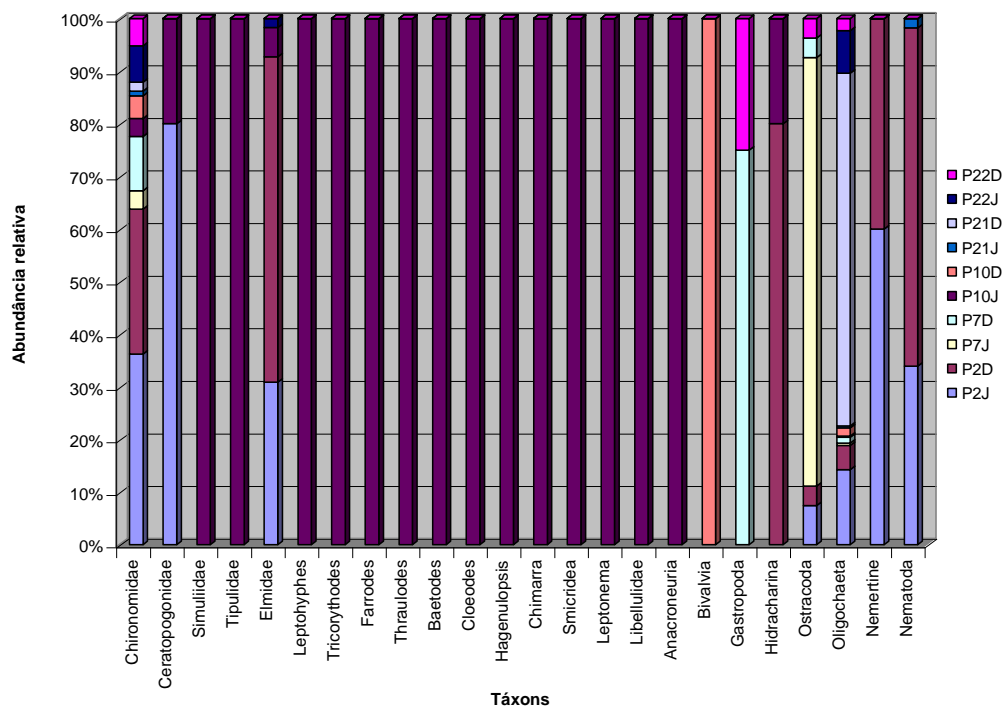


Figura 39. Abundância Relativa da comunidade de invertebrados bentônicos nos meses de junho (J) e dezembro (D) de 2006.

Os táxons que apresentaram maiores abundâncias médias em dezembro foram Elmidae, devido ao aumento da sua abundância no ponto 2, Bivalvia (ponto 10D) e Gastropoda (pontos 7D e 22D). Oligochaeta apresentou um notável aumento no ponto 21D, provavelmente devido ao substrato ser formado por matéria orgânica. Esse táxon é comedor de matéria orgânica. Em junho, o substrato dominante neste ponto foi areia. Bivalvia e Gastropoda não foram registrados em junho (Figura 40).

Em dezembro os táxons mais freqüentes foram Chironomidae, Oligochaeta e Ostracoda. Chironomidae e Oligochaeta são táxons resistentes a alterações ambientais, sendo freqüentes em praticamente todos os meses amostrados (Figura 40). 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 (Baptista et al., 2001).

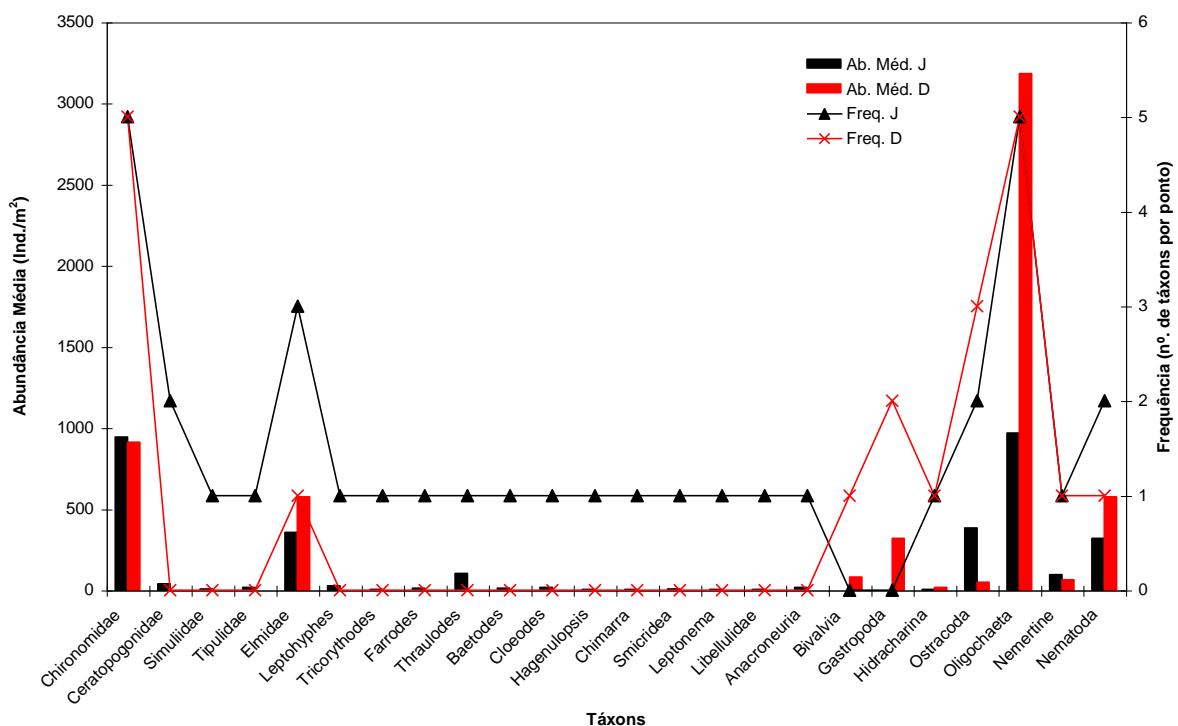


Figura 40. Abundância média e freqüência da comunidade de invertebrados bentônicos, UHE Cana Brava, junho (J) e dezembro (D) de 2006.

O ponto 21 apresentou a maior abundância total em dezembro, ao contrário das amostragens anteriores. Esse fato ocorreu devido à alta abundância de Oligochaeta neste ponto, que suporta situações anóxicas. Entretanto apresentou a menor riqueza taxonômica, devido às baixas concentrações de oxigênio dissolvido registradas neste ponto. 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. A riqueza taxonômica não apresentou grandes diferenças em relação ao mês de dezembro em quase todos os pontos. Apenas o ponto 10 apresentou grande redução da riqueza taxonômica, sendo registrados 19 táxons em junho e 3 em dezembro (Figura 41).

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 freqüências (*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.

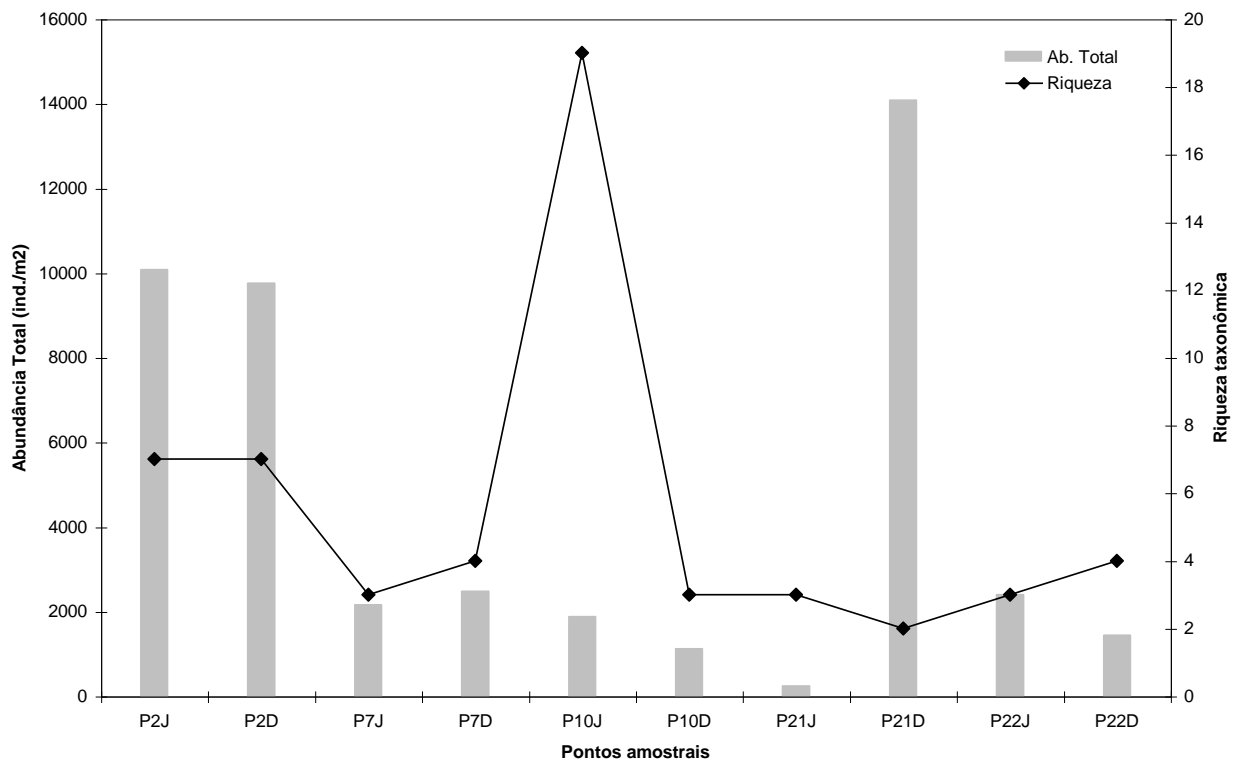


Figura 41. Abundância total e riqueza da comunidade de invertebrados bentônicos, encontrada nos pontos amostrados, junho (J) e dezembro (D) de 2006, UHE Cana Brava.

Foi observado um aumento do O índice de diversidade ( $H'$ ) nos pontos 7 e 22 em dezembro e uma notável redução no ponto 10D em relação ao mês de junho de 2006. A equitabilidade apresentou o menor valor no ponto 21 em dezembro, devido a grande abundância de *Oligochaeta* registrada neste ponto (Tabela 7 e Figura 42).

Nesta campanha, foi encontrado um padrão de riqueza semelhante ao das amostragens anteriores. Porém foram registradas fortes alterações no ponto 10, que é um ambiente lótico, refletindo a forte influência da precipitação na comunidade bentônica em ambientes lóticos.

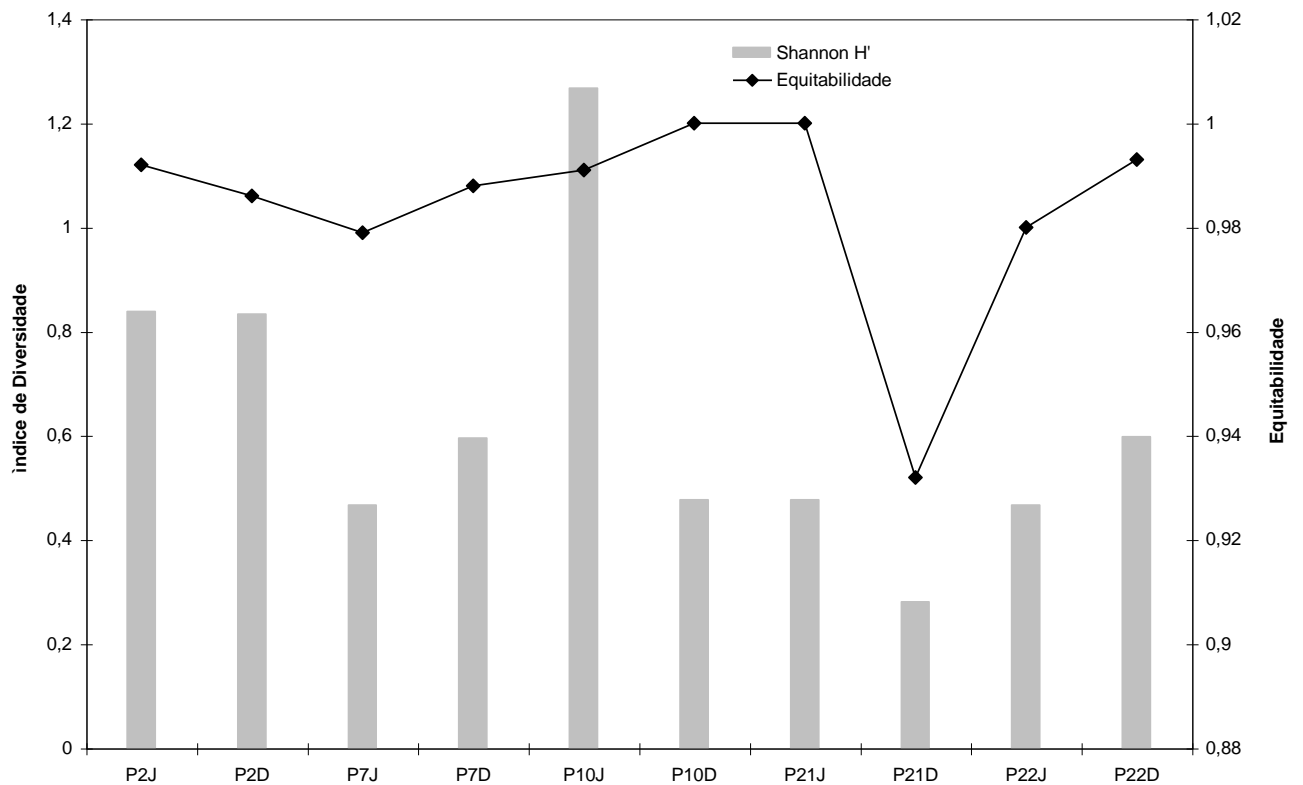


Figura 42. Índice de diversidade de Shannon e Equitabilidade dos meses de junho (J) e dezembro (D) de 2006, UHE Cana Brava.



Tabela 7. Comunidade bentônica (ind./m<sup>2</sup>) encontrada nos pontos amostrados, junho (J) de 2006 e dezembro (D) de 2006.

		P2J	P2D	P7J	P7D	P10J	P10D	P21J	P21D	P22J	P22D	Ab. Méd. J	Ab. Méd. D	Freq. J	Freq. D
Diptera	Chironomidae	3360	2560	320	960	320	400	80	160	640	480	944	912	5	5
	Ceratopogonidae	160	0	0	0	40	0	0	0	0	0	40	0	2	0
	Simuliidae	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	8	0	1	0
	Tipulidae	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	16	0	1	0
Coleoptera	Elmidae	1440	2880	0	0	260	0	0	0	80	0	356	576	3	1
Ephemeroptera	<i>Leptohyphes</i>	0	0	0	0	140	0	0	0	0	0	28	0	1	0
	<i>Tricorythodes</i>	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	4	0	1	0
	<i>Farrodos</i>	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	12	0	1	0
	<i>Thraulodes</i>	0	0	0	0	520	0	0	0	0	0	104	0	1	0
	<i>Baetodes</i>	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	12	0	1	0
	<i>Cloeodes</i>	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	16	0	1	0
	<i>Hagenulopsis</i>	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	4	0	1	0
Trichoptera	<i>Chimarra</i>	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	4	0	1	0
	<i>Smicridea</i>	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	8	0	1	0
	<i>Leptonema</i>	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	4	0	1	0
Odonata	Libellulidae	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	4	0	1	0
Plecoptera	<i>Anacroneuria</i>	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	16	0	1	0
Molusco	Bivalvia	0	0	0	0	0	400	0	0	0	0	0	80	0	1
	Gastropoda	0	0	0	1200	0	0	0	0	0	400	0	320	0	2
Aracnida	<i>Hidracharina</i>	0	80	0	0	20	0	0	0	0	0	4	16	1	1
Crustacea	Ostracoda	160	80	1760	80	0	0	0	0	0	80	384	48	2	3
Anellida	Oligochaeta	2960	960	80	240	40	320	80	13920	1680	480	968	3184	5	5
Nemertea	Nemertine	480	320	0	0	0	0	0	0	0	0	96	64	1	1
Nematoda	Nematoda	1520	2880	0	0	0	0	80	0	0	0	320	576	2	1
	Ab. Total	10080	9760	2160	2480	1880	1120	240	14080	2400	1440				
	Riqueza	7	7	3	4	19	3	3	2	3	4				
	Shannon H'	0,838	0,833	0,467	0,595	1,267	0,477	0,477	0,281	0,467	0,598				
	Equitabilidade	0,992	0,986	0,979	0,988	0,991	1	1	0,932	0,98	0,993				

**Legenda:**

**Ab. Total = abundância total; Ab. Média = abundância média; Freq. = frequência.**

## 6. MERCÚRIO NO SEDIMENTO

### Introdução

A contaminação dos ecossistemas aquáticos vem sendo causada por um número crescente de poluentes que, uma vez despejados no ambiente, se distribuem e interagem de acordo com suas características e com as condições do meio receptor, (sendo sujeitos a transformações químicas hidrólises), físicas (fotólises) e biológicas (decomposição), podendo atingir níveis mais altos da cadeia trófica por meio da bioacumulação (Costa e Espíndola, 2002).

O monitoramento de ecossistemas aquáticos não deve estar limitado apenas às análises do compartimento água, mas também deve incluir o sedimento, uma vez que o ambiente sedimentar pode alterar a qualidade das águas quando substâncias naturais e de origem antropogênica, introduzidas nos sistemas, são liberadas para a coluna d'água devido a mudanças (físicas, químicas e biológicas – bioturvação) das condições ambientais. Porém, apesar da reconhecida importância do sedimento para o ecossistema como um todo, a avaliação de sua qualidade está geralmente limitada a caracterização química.

Outro fator importante que deve ser destacado é a capacidade do mercúrio de se acumular nos organismos ao longo da cadeia alimentar, magnificando-se. As espécies inorgânicas do metal e o metilmercúrio (forma orgânica) têm capacidade de reagir com ligantes intracelulares o que pode explicar o alto grau de acumulação desses compostos (WHO, 1989).

Apesar de sua importância, ainda são poucos os estudos de avaliação dos níveis de mercúrio em peixes e sedimentos em reservatórios brasileiros. Assim o presente relatório tem como objetivo avaliar as concentrações de mercúrio no sedimento e em peixes ao longo do reservatório de Cana Brava.

### Metodologia

#### *Coleta de Sedimento*

Foram coletadas amostras de sedimentos em 5 pontos no reservatório de Cana Brava: 2 pontos no Rio Preto; 2 pontos no Rio Carmo e 1 ponto no Rio Cana Brava. As coordenadas geográficas de cada ponto amostrado estão na Tabela 1.

Amostras de sedimento foram coletadas com draga (amostrador tipo Petersen, 252 cm<sup>2</sup>), acondicionadas em potes de polietileno e mantidas em caixas de isopor até o laboratório.

#### *Determinação de mercúrio*

O método utilizado para determinação de mercúrio foi espectrofotometria por absorção atômica - atomização com gerador de hidretos (Hatch e Ott, 1968).

Tabela 1: Coordenadas geográficas dos pontos onde foram coletadas amostras de sedimento e de peixe.

Pontos	Latitude	Longitude
<b>Sedimento</b>		
Rio Preto 1	13°38'01"	48°06'48"
Rio Preto 2	13°41'41"	48°04'2,4"
Rio Cana Brava	13°11'47"	48°09'54"
Rio do Carmo 1	13°24'49"	48°08'25"
Rio do Carmo 2	13°24'41"	48°05'18"

## **Resultados e Discussão**

### *Sedimento*

A concentração máxima de mercúrio encontrada nas amostras de sedimento foi de 82,1 ng/g no Rio Preto 1 (ponto mais distante do reservatório) e a menor concentração foi 17,8ng/g no Rio Preto 2 (ponto localizado próximo do reservatório) Tabela 2.

Tabela 2: Concentração de mercúrio no sedimento nos pontos amostrados no reservatório de Cana Brava.

Amostras	Concentração de Mercúrio (ng/g)
Rio Preto 1	82,1
Rio Preto 2	17,8
Rio Cana Brava	72,1
Rio do Carmo 1	61,2
Rio do Carmo 2	78,1

Mesmo devido à importância do sedimento para o ecossistema, não há normas no Brasil que especifiquem as concentrações de contaminantes

permissíveis no sedimento para garantir sua qualidade. No entanto ressalta-se a importância de um monitoramento contínuo a fim de verificar as possíveis causas das concentrações encontradas.

## 7. BIBLIOGRAFIA

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

Baptista, D.F., Buss, D.F., Dorvillé, L.F.M & Nessimian, J.L., 2001. Diversity and habitat preference of aquatic insects along the longitudinal gradient of the Macaé River Basin, Rio de Janeiro, Brazil. *Rev. Bras. Biol.*, 61(2):249-258.

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.

Buss, D.F., Baptista, D.F., Nessimian, J.L. & Egler, M., 2004. Substrate specificity, environmental degradation and disturbance structuring macroinvertebrates assemblages in neotropical streams. *Hydrobiologia*. 518:179-188.

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

Da-Silva, E. R., Salles, F. F. & Baptista, M. S. (2002). As brânquias dos gêneros de Leptophlebiidae (Insecta: Ephemeroptera) ocorrentes no Estado do Rio de Janeiro. *Biota Neotropica*. **2**: 1- 4.

Diniz-Filho, J. A. F., Oliveira, L. G., & Silva, M. M., 1998. Explaining the beta diversity of aquatic insects in “cerrado” streams from Central Brazil using multiple Mantel Test. *Rev. Bras. Biol.*, 58:223-231.

Edler, L. (1979) *Recommendations 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: Merritt, R. W. & Cummins, K. W. (eds). *An introduction to the aquatic insects of North America*. 3<sup>rd</sup> 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.

Higuti, J., Takeda, A. M., Pereira, S. R. S., Moretto, Y., Bibian, J. P., R. & Amaro, C. L., (2000). Variação longitudinal da comunidade zoobêntica no reservatório de Corumbá, Goiás. *Anais do V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: Conservação* (V.03). Vitória-ES. p383-392.

Huszar, V. L. M. *et al.* (2000) Cyanoprokaryote assemblages in eight productive tropical Brazilian waters. *Hydrobiologia*, **424**, p. 67-77.

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

Kikuchi, R. M. & Uieda, V.S. (1998). Composição da comunidade de invertebrados de um ambiente lótico tropical e sua variação espacial e temporal. In: Nessimian, J. L. & A. L. Carvalho. (eds). *Ecologia de insetos aquáticos*. Series Oecologia Brasiliensis, PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro. V: 157–173.

Lansac-Tôha, F.A *et al.* (2000) On the occurrence of testate amoebae (Protozoa, Rhizopoda) in Brazilian inland waters. I. Family Arcellidae. *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 22, n. 2, p. 355-363.

LANSAC-TOHA, F.A *ET AL.* (2001) ON THE OCCURRENCE OF TESTATE AMOEBAE (PROTOZOA, RHIZOPODA) IN BRAZILIAN INLAND WATERS. III. FAMILY DIFFLUGIIDAE: GENUS *DIFFLUGIA*. *ACTA SCIENTIARUM*, MARINGÁ, v.23, p. 305-319.

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.* (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.* (2005) Estrutura da comunidade zooplanctônica em reservatórios. In: Rodrigues, L., *et al.* (eds). *Biocenoses em reservatórios: Padrões espaciais e temporais*. São Carlos: RIMA, p. 115-1128.

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.

Marinho, M. M. *et al.* (2005) *Cylindrospermopsis* (Cyanobacteria) em ecossistemas brasileiros: um novo desafio para o gerenciamento aquático. In: *Lições de Limnologia* (Eds Roland, F. *et al.*). Rima, São Carlos. p. 325-339.

Marzolf, G.R. (1990) Reservoirs as environmental factors for zooplankton. In: Thornton, K.W.; Kimml, B.L.; Payne, F.E. (eds.), *Reservoir limnology: ecological perspectives*. Wiley-Interscience, New York, p. 195-118.

Matsumura-Tundisi, T. (1999) Diversidade de zooplâncton em represas do Brasil. In: Henry, R (Ed.). *Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais*. Botucatu: Fundibio/Fapesp, cap. 2, p. 39-54.

Matsumura-Tundisi, T. *et al.* (1990) Eutrofização da represa de Barra Bonita: estrutura e organização da comunidade de Rotífera. *Rev. Bras. Biol.*, Rio de Janeiro, **50** (4), 923-935.

McGregor, G. B.; Fabbro, L. D. (2005) Dominance of *Cylindrospermopsis raciborskii* (Nostocales, Cyanoprokaryota) in Queensland tropical and subtropical reservoirs: Implications for monitoring and management. *Lakes and Reservoirs: Research and Management*, **5**, 195-205.

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

Moreno, I. H. *Estrutura da comunidade planctônica do reservatório da UHE - Balbina (floresta tropical úmida-Amazonas) e sua relação com as condições limnológicas apresentadas na fase de enchimento e pós-enchimento, 1987-1990*. 1996. Tese (Doutorado) - Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1996.

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

Padisák, J.; Reynolds, C. S. (1998) Selection of phytoplankton associations in Lake Balaton, Hungary, in response to eutrophication and restoration measures, with special reference to the cyanoprokaryotes. *Hydrobiologia*, **384**, 43-53.

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

Piva, C.B. (2004). *Estrutura da Comunidade de Insetos Aquáticos de Três Córregos da Área de Proteção Ambiental (APA) Nascentes do Rio Vermelho, Nordeste do Estado de Goiás, Brasil*. Dissertação de mestrado apresentada para o Programa de Pós Graduação da Universidade Federal de Goiás.

Reynolds, C. S. (1994) The long, the short and the stalled: on the attributes of phytoplankton selected by physical mixing in lakes and rivers. *Hydrobiologia*, **289**, 9-21.

Reynolds, C. S. (1995). *River Plankton: The Paradigm Regained*. In: Harper, D. M.; Ferguson, A. J. D. (eds). *The ecological basis for river management*. pp.161-180. John Willet & Sons publishers.



- Reynolds, C. S. (1997) Vegetation process in the pelagic: A model for ecosystem theory. Oldendorf. Ecology Institute
- 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.
- Rolla, M.E. *et al.* (1992) Inventário limnológico do rio Grande na área de influência da futura Usina Hidrelétrica (UHE) de Igarapava. *Acta Limnol. Brasil.*, São Paulo, **4**, p. 139-162.
- 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.
- Scheffer, M. *et al.* (1997) On the dominance of filamentous cyanobacteria in shallow, turbid lakes. *Ecology*, **78** (1), p. 272-282.
- Sendacz, S. (1997) Zooplankton studies of floodplain lakes of the upper Paraná River, São Paulo State, Brazil. *Verh. Int. Ver. Limnol.*, Stuttgart, **26**, p. 621-627.
- Sendacz, S. *et al.* (1985) Limnologia de reservatórios do sudeste do Estado de São Paulo, Brasil. VIII. Zooplâncton. *Boletim do Instituto de Pesca*, **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.
- Silva, C. A. *et al.* (2001) Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica a jusante e montante do reservatório de Corumbá, Caldas Novas, Estado de Goiás, Brasil. *Acta Scientiarum*, **23** (2), 283-290.
- Silva, C. A. *et al.* (2005) Phytoplankton assemblages in a subtropical cascading reservoir system. *Hydrobiologia*, **537**, 99-109.
- Tundisi, J. G. *et al.* (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.
- Wetzel, R. G., Linkens, G.E. (1991) *Limnological analyses*. New York: Springer-Verlag.
- Wiggins, G. B. (1977). *Larvae of the North American Caddisfly Genera (Trichoptera)*. University of Toronto Press, 393p.
- Witton, B. A. (1975). *River Ecology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 725p.
- Azevedo, F. A. 2003. Toxicologia do Mercúrio. RiMa: São Carlos.

- Costa, J. B., Espíndola, E. L. G. 2002. Avaliação ecotoxicológica da água e sedimento em tributários do Reservatório de Barra Bonita (Médio Tietê Superior, SP). In: Espíndola, E. L. G., Paschoal, C. M. R. B., Rocha, O., Bohrer, M. B. C., Neto, A. L. O. (eds.). Ecotoxicologia: perspectivas para o século XXI. p. 75-93.
- Hatch, W., Ott, W. 1968. Determination of submicrogram quantities of mercury by atomic absorption spectrophotometry. Anal. Chem. 40: 2085-2087.
- HSDB – Hazardous Substances Data Bank. 2000. Mercury. In: Tomes CPS System. Toxicology, occupational medicine and environmental series. Englewood: Micromedex.
- Ikingura, J. R., Akagi, H. 2003. Total mercury and methylmercury levels in fish from hydroelectric reservoirs in Tanzania. The Science of the Total Environment 304: 355-368.
- Kehrig, H. A., Malm, O., Akagi, H., Guimarães, J. R. D., Torres, J. P. M. 1998. Methylmercury in fish and hair from Balbina Reservoir, Brazilian Amazon. Environ. Res. 77: 84-90.
- Lodenus, M. 1992. Mercury contamination in the Tucuruí Reservoir, Brazil. Proceedings International Symposium Epidemiology Studies in Environmental Pollution and Health Effects of Methylmercury. NIMD Kumamoto, Japan. p. 44-49.
- WHO. World Health Organization. 1989. Mercury – environmental aspects. Geneva, Environmental Health Criteria 86. 115p.



## **ANEXO I**

### **RESULTADOS DA CAMPANHA DE DEZEMBRO DE 2006**

## Resultados referentes à campanha de dezembro de 2006 na UHE Cana Brava.

Variáveis / Pontos	Prof	1	2	5	6	7	8	10	15	18	19	20	21	22
Temperatura ambiente (°C)		26	24	27	28	28	26	24	25	26	26	27	28	25
Temperatura da água (°C)	S	27,3	26,71	28,86	29,27	29,46	29,66	25,89	27,67	29,05	28,95	29,58	29,67	25,11
	M	27,3			27,92							28,63	28,9	
	F	27,28			27,34							27,5	29,64	
Transparência da água (m)		3,7	-	-	3,3	3,5	0,7	-	-	2,1	2,2	4,6	3,9	-
	S	11,2	31,4	7,2	2,1	4,3	7	10,3	1,9	5,8	5,8	1,6	3,3	133
	M	3,7			2,7							1,7	2,4	
Turbidez (NTU)	F	1,9			3							2,4	1,5	
	S	6,12	6,12	5,35	4,69	8,52	6,82	9,52	4,51	6,75	7	7,07	5,6	7,74
	M	6,03			4,53							5,61	6,04	
Oxigênio dissolvido (mg/L)	F	6,02			4,38							5,13	6,15	
	S	78,5	76,9	66,4	61,2	111,1	87,3	118,3	59,4	89,5	91,6	91,3	73,8	93,6
	M	75,8			57,9							85,2	79	
Saturação de oxigênio (%)	F	74,2			54,2							64,2	82,1	
	S	6,9	6,54	8,55	7,7	8,24	8,27	8,04	7,83	8,18	8,16	8,46	8,5	8,27
	M	6,98			7,1							7,93	8,32	
pH	F	6,94			7,03							7,21	8,48	
	S	99	22,8	31	98	100	149	81	97	105	103	101	101	163
	M	99			95							98	99	
Condutividade elétrica	F	99			95							98	102	
	S	50	16	18	45	45	60	45	44	49	45	45	42	52
	M	47			44							42	51	
Alcalinidade (mg/L)	F	49			48							43	47	
	S	3,8	4	5,2	3,1	3	6	5,9	2,7	6,6	4,2	3,6	3,9	7,8
	M													
Acidez (mg/L)	F													
	S	60	26	30	54	56	56	52	54	60	60	48	48	82
	M	52			52							56	46	
Dureza total (mg/L)	F	56			50							54	54	

Cloretos (mg/L)	S	0,4	2	0,8	1,6	0,8	1,6	0,4	0,8	0,8	0,4	0,4	1,2	1,2
	M	0,8			1,2							0,8	0,8	
	F	0,8			1,6							1,2	1,6	
Sulfato (mg/L)	S	1	4	2	1	7	9	2	ALD	ALD	5	ALD	ALD	12
	M	ALD			1							ALD	ALD	
	F	ALD			1							ALD	ALD	
Sulfeto (mg/L)	S	0,01	0,007	0,005	0,003	0,008	0,004	0,005	0,003	0,003	0,004	0,004	0,003	0,005
	M	0,01			0,004							0,004	0,004	
	F	0,008			0,008							0,008	0,004	
Ferro (mg/L)	S	0,33	0,78	0,45	0,33	0,09	0,47	0,49	0,13	0,11	0,1	0,06	0,04	2,32
	M	0,35			0,27							0,08	0,07	
	F	0,25			0,56							0,2	0,14	
Orto-fosfato (mg/L)	S	0,0165	0,0178	0,0102	0,0121	0,0127	0,0210	0,0191	0,0083	0,0077	0,0077	0,0140	0,0191	0,0210
	M	0,0184			0,0178							0,0102	0,0102	
	F	0,0121			0,0165							0,0127	0,0108	
Fósforo total (mg/L)	S	0,0165	0,0520	0,0203	0,0533	0,0451	0,0324	0,0267	0,0476	0,0451	0,0203	0,0476	0,0476	0,0571
	M	0,0318			0,0565							0,0457	0,0260	
	F	0,0172			0,0368							0,0457	0,0343	
Nitrato (mg/L)	S	ALD	0,2	0,1	ALD	0,1	0,3	0,1	0,1	ALD	ALD	ALD	ALD	0,6
	M	0,1			0,1							0,1	ALD	
	F	0,1			0,1							0,1	ALD	
Nitrito (mg/L)	S	0,003	0,007	0,004	0,003	0,002	0,009	0,004	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,008
	M	0,003			0,001							0,003	0,003	
	F	0,003			0,005							0,004	0,006	
N-amoniaco (mg/L)	S	0,09	0,24	0,13	0,12	0,05	0,15	0,16	0,08	0,07	0,07	0,08	0,11	0,24
	M	0,13			0,16							0,1	0,13	
	F	0,09			0,13							0,1	0,07	
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	S	0,6	1,0	0,9	0,5	0,6	0,7	0,7	3,1	1,8	1,8	1,2	1,0	0,9
Coliformes totais	S	17	34	34	27	17	34	34	14	14	9	6	8	34
Coliformes fecais	S	2	34	7	Ausente	Ausente	34	34	4	13	2	Ausente	Ausente	34

ALD=abaixo do limite de detecção do método.