



**UHE CANA BRAVA**  
**PROGRAMA MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO**

**FASE OPERAÇÃO**

**VI RELATÓRIO TÉCNICO PARCIAL**

**SETEMBRO DE 2004**

## **EQUIPE RESPONSÁVEL**

### Equipe de campo

Acad. Biol. Itamar Júnio Tonial

Biol. M.Sc. Priscilla de Carvalho

Valdomiro Oliveira dos Santos

### Equipe de laboratório

Biol. M.Sc. Juliana Machado do Couto Silva

Biol. M.Sc. Priscilla de Carvalho

Biol. Larice de Fátima Machado do Couto (Mestranda)

## **APRESENTAÇÃO**

Este Relatório Técnico apresenta o andamento do Programa de Monitoramento Limnológico da Usina Hidrelétrica Cana Brava, referente à coleta realizada entre os dias 11 e 12 de setembro de 2004.

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

O conteúdo deste Relatório Técnico inclui:

i) a metodologia adotada durante a coleta das amostras de água e análises laboratoriais;

(ii) os resultados obtidos em campo e das análises laboratoriais, com apresentação dos valores medidos em gráficos, bem como uma breve análise de cada parâmetro;

(iii) considerações sobre os resultados obtidos em relação aos limites preconizados na Resolução n° 20 de 1986 do CONAMA, para águas da classe 2.

## **METODOLOGIA**

### 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 para 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 (OD), 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 (ver relatórios de dezembro de 2003 e abril de 2004). 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>-</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).

## RESULTADOS

Os resultados gerais se encontram no Anexo I.

### A. Parâmetros Físico-Químicos

Em setembro de 2004, os valores de temperatura do ar variaram entre 23°C às 7:05 e 39°C às 12:00. A temperatura da água variou entre 22°C (coleta realizada às 8:50) e 29,5°C (coleta realizada às 15:00) (Figura 1). Os resultados demonstram que as variações da temperatura em um mesmo dia podem ser tão elevadas quanto àquelas observadas entre os meses pertencentes a diferentes estações de ano – uma característica marcante de ecossistemas tropicais (Esteves, 1998).

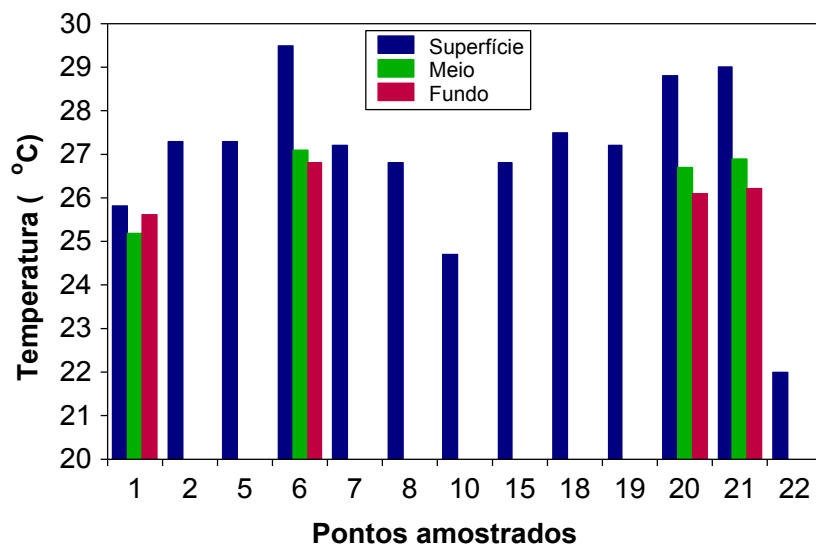


Figura 1. Valores da temperatura.

A transparência da água, medida pela profundidade de desaparecimento do disco de Secchi, apresentou um valor médio de 2,4 metros no reservatório, o maior valor registrado foi 4,1 metros no ponto 20 (meio do reservatório) e o menor valor (0,8 metros) foi registrado no ponto 8, Córrego Varjão (Figura 2), similarmente aos valores encontrados em julho de 2004. O ponto 10 e 22 são tributários rasos (em média 30 cm e 50 cm, respectivamente), onde a transparência da água foi total. Não foi observada diferença significativa entre os meses de julho e setembro com relação à profundidade do disco de Secchi ( $t = 1,46$ ;  $P = 0,17$ ).

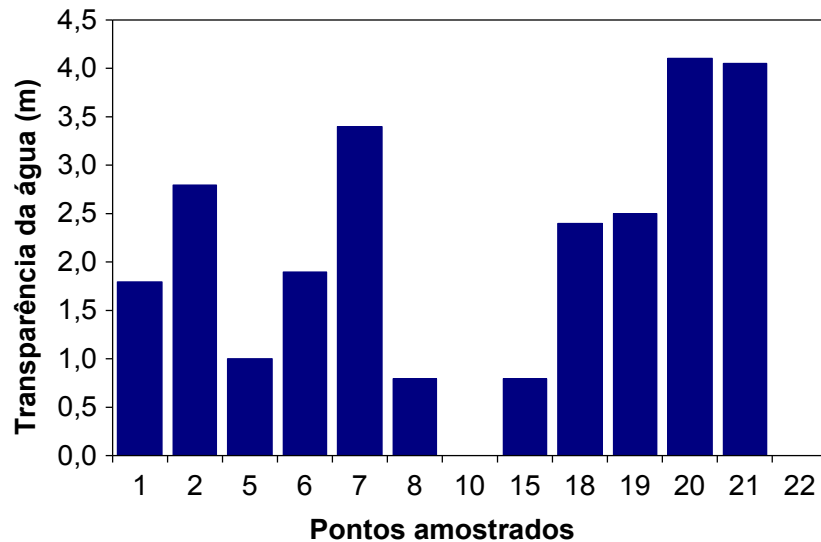


Figura 2. Valores da transparência.

De maneira geral, o reservatório apresenta águas transparentes. Os valores médios de turbidez da água foram de 1,76 NTU; 1,03 NTU e 1,43 NTU na superfície, meio e fundo, respectivamente (Figura 3). O maior valor de turbidez (5,48 NTU) foi obtido no fundo do ponto 8, enquanto que o menor valor (0,53 NTU) foi obtido no ponto 2. Os valores de turbidez foram significativamente similares entre os meses de julho e setembro de 2004 ( $t = 0,15$ ;  $P = 0,88$ ). Os meses de julho e setembro podem ser considerados meses com baixos valores de turbidez, diferentemente do mês de dezembro de 2003 (ver relatório de julho de 2004). A conseqüente redução das taxas de escoamentos e das cargas e materiais, derivados dos ambientes terrestres adjacentes, para os corpos hídricos, pode explicar a progressiva redução da turbidez nos meses de estiagem.



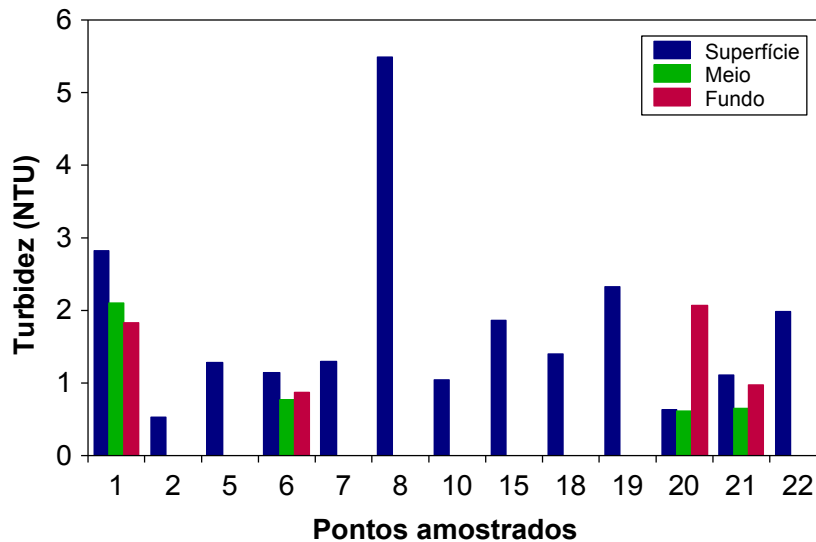


Figura 3. Valores de turbidez.

De maneira geral, as águas do reservatório, não apresentaram odor.

Os valores médios de oxigênio dissolvido para as águas do reservatório foram 7,45; 1,64 e 2,5 mg/l na superfície, meio e fundo, respectivamente. A maior concentração de oxigênio dissolvido (9,01 mg/l) foi obtida na superfície do ponto 21, enquanto que a menor concentração (1,08 mg/l) foi obtida no meio do ponto 20 (12 metros) (Figura 4). Nas maiores profundidades do corpo central do reservatório (meio e fundo dos pontos 1, 6, 20 e 21), as concentrações de oxigênio dissolvido foram menores que o limite máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 20 para águas de classe 2. Isto é esperado, tendo em vista que os processos de decomposição (com conseqüente consumo de oxigênio) ocorrem nos locais mais profundos.

Somente o ponto 1 apresentou baixas concentrações de oxigênio dissolvido na superfície da água (2,99 mg/l). Ressalta-se que este ponto, localizado próximo à ponte do Rubão, vem apresentando concentrações extremamente baixas deste gás, inclusive na superfície da água, o que pode ocasionar a mortandade de peixes no local (o que será discutido no final deste relatório). As possíveis causas destas concentrações baixas de oxigênio, mesmo na superfície da água, estão sendo investigadas pela equipe da Naturae - Consultoria Ambiental, e serão detalhadas em relatórios posteriores, devido a preocupação com a morte de peixes no local.

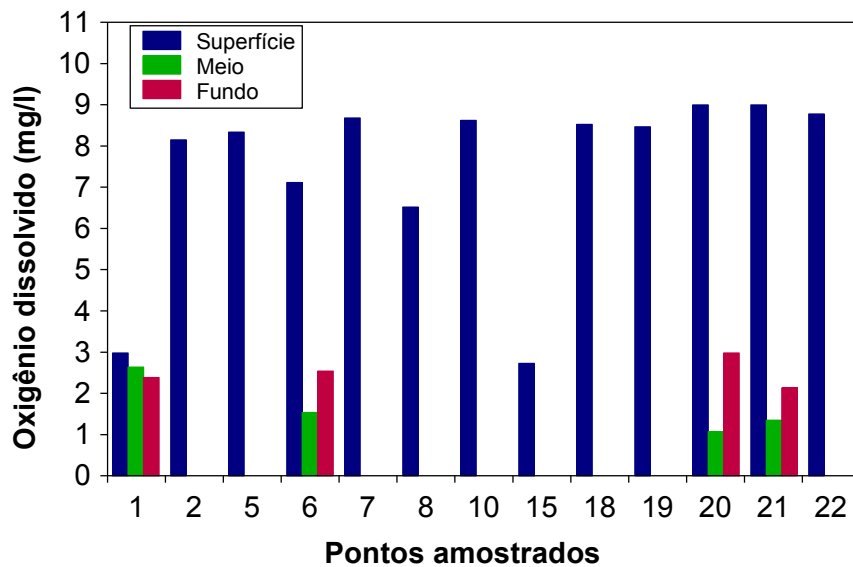


Figura 4. Concentração de oxigênio dissolvido.

Os valores médios de pH foram 7,59; 6,82 e 6,8, na superfície, meio e fundo, respectivamente. O maior valor (8,56) foi obtido na superfície do ponto 7, e o menor valor (5,67) foi obtido no ponto 10. De modo geral as águas do reservatório são neutras. Somente o ponto 10 apresentou valores menores do que o estabelecido pela resolução CONAMA para águas de classe 2 (pH entre 6,0 e 9,0). (Figura 6).

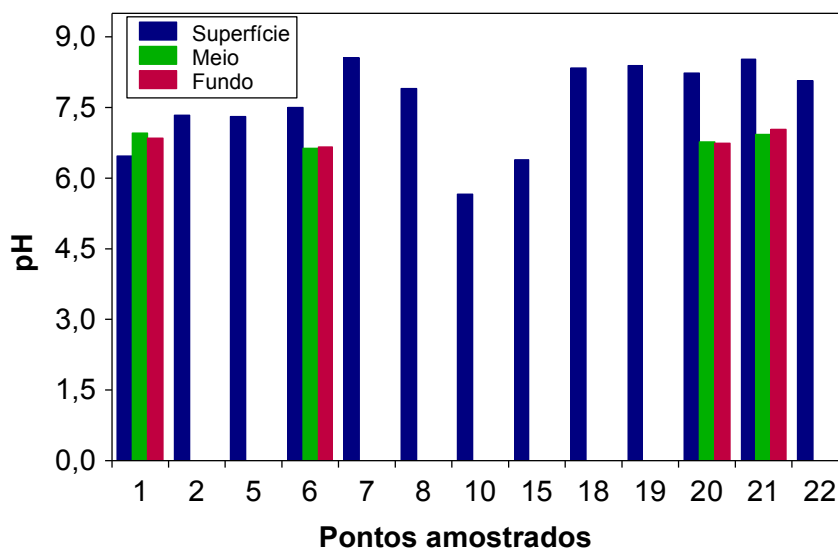


Figura 6. Valores de pH.

A condutividade elétrica indica a capacidade de condução da corrente elétrica de uma solução que é dependente da concentração de íons na água.

A média da condutividade elétrica nas águas do reservatório foi de 90,3; 84,5 e 83,7  $\mu\text{S}/\text{cm}$  na superfície, meio e fundo, respectivamente. O maior valor (190  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) foi encontrado no ponto 22 (rio Bonito), enquanto que o menor valor (46  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) foi encontrado no ponto 5 (rio São Félix) (Figura 7).

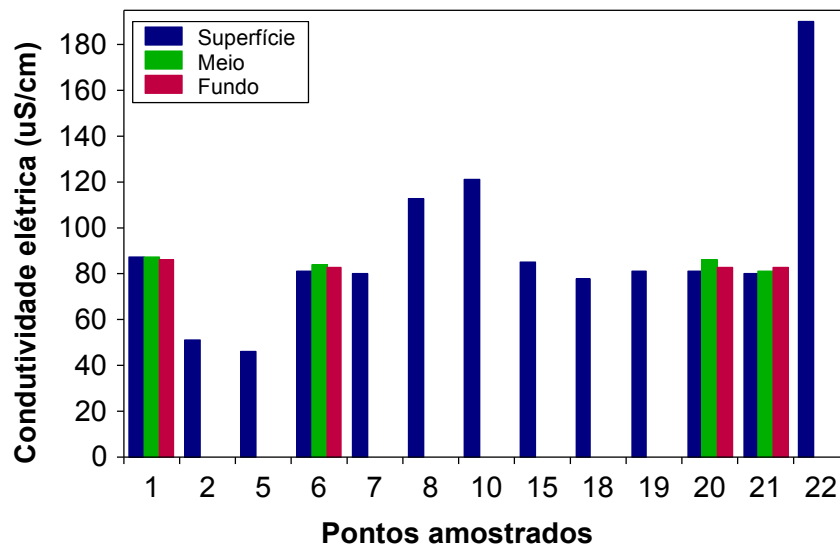


Figura 7. Valores de condutividade elétrica.

Assim como observado em julho de 2004, as variáveis condutividade elétrica e alcalinidade foram significativamente correlacionadas ( $r = 0,77$ ;  $P = 0,002$ ). Assim, os pontos de coleta com elevadas concentrações iônicas são também os que apresentam os maiores valores de alcalinidade, sugerindo que o bicarbonato de cálcio e de magnésio encontra-se entre os principais íons que determinam a condutividade. A alcalinidade reflete a capacidade que um ecossistema aquático apresenta em neutralizar (tamponar) ácidos a ele adicionados, dependendo de alguns compostos como bicarbonatos e carbonatos.

A média dos valores de alcalinidade total das águas do reservatório foi de 36,9; 35,0 e 34,2  $\text{mg}/\text{l}$   $\text{CaCO}_3$  na superfície, meio e fundo, respectivamente. O maior valor (54  $\text{mg}/\text{l}$ ) foi encontrado no ponto 10, e o menor (22  $\text{mg}/\text{l}$ ) foi encontrado no ponto 2, rio Preto (Figura 8).

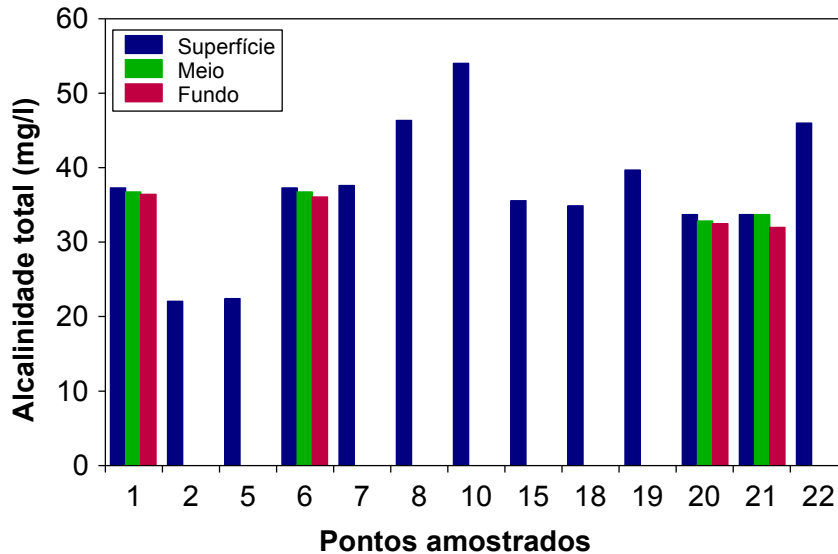


Figura 8. Valores de alcalinidade total.

A média dos valores da dureza da água no reservatório foi de 29,3; 25,8 e 27 mg/l CaCO<sub>3</sub>, na superfície, meio e fundo, respectivamente. O maior valor (76,8 mg/l) foi encontrado no ponto 22, rio Bonito, enquanto que o menor valor (14 mg/l) foi encontrado no ponto 2 e 5 (Figura 9).

Semelhante aos meses anteriores, os valores de dureza foram altamente correlacionados com os valores de alcalinidade e condutividade elétrica ( $r=0,7$ ;  $P=0,008$ ;  $r=0,97$ ;  $P<0,001$ ; respectivamente). Ressalta-se que a forte estrutura de correlação entre as variáveis alcalinidade, condutividade elétrica e dureza, encontrada durante os meses de monitoramento limnológico no reservatório, indicam que estas variáveis podem ser consideradas redundantes.

A variável STD (sólidos totais dissolvidos) pode estar fortemente relacionada com as concentrações de íons (Ca, Mg, Na, K e os ânions: HCO<sub>3</sub>, CO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub> e Cl) e, deste como, com a condutividade elétrica da água. A concentração média dos sólidos totais dissolvidos nas águas do reservatório foi de 44,7; 41,75 e 41,5 mg/l na superfície, meio e fundo, respectivamente. A maior concentração foi de 95 mg/l no ponto 22, rio Bonito, enquanto que a menor concentração (23 mg/l) foi obtida no ponto 5 (Figura 10).

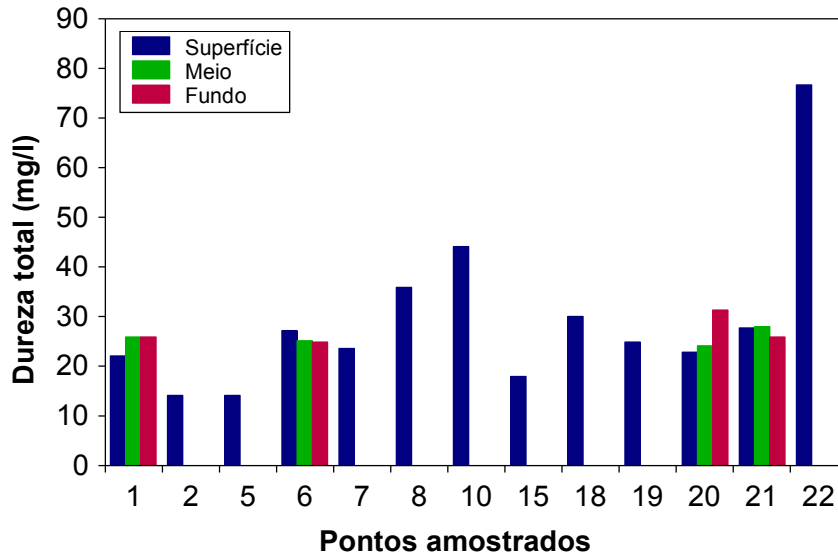


Figura 9. Valores de dureza total.

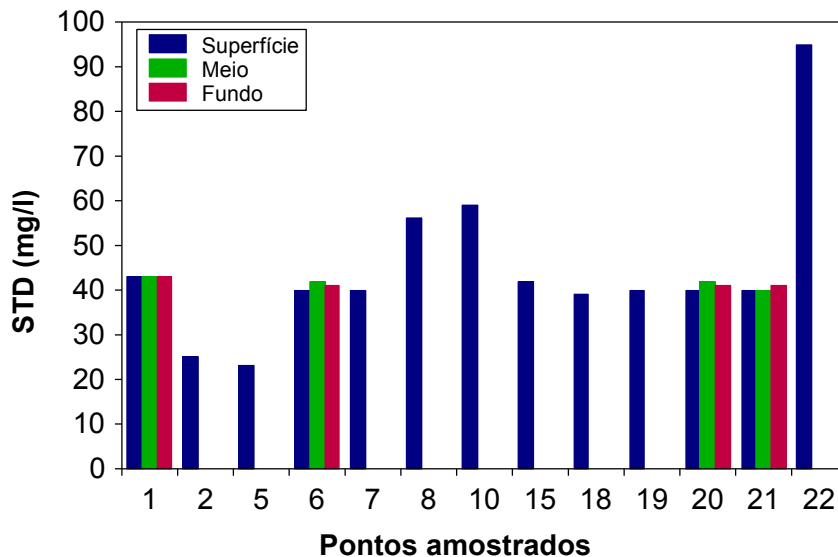


Figura 10. Valores de sólidos totais dissolvidos (STD).

Em média os valores de acidez total nas águas do reservatório foram 10,67; 9,9 e 9,7 mg/l na superfície, meio e fundo, respectivamente. O maior valor (16 mg/l) foi obtido no ponto 22, e o menor valor (8 mg/l) foi obtido na superfície do ponto 2 (Figura 11).

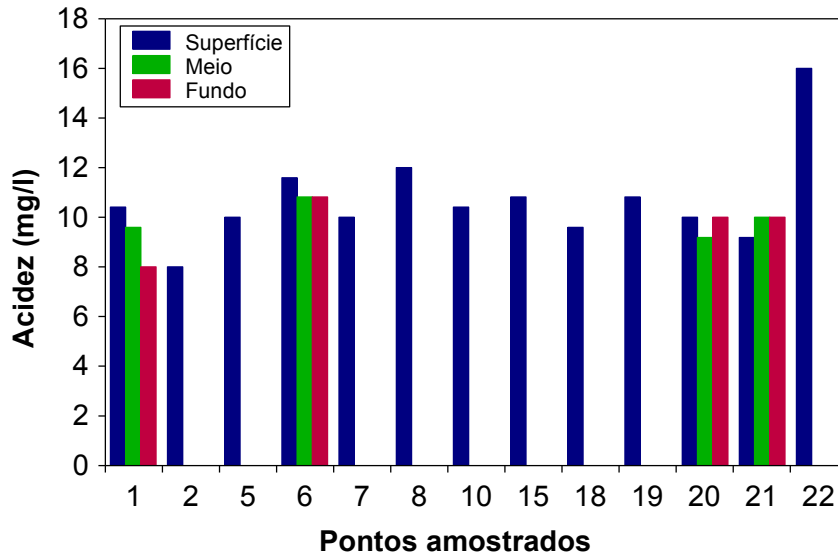


Figura 11. Valores de acidez total.

Os valores médios de cloretos para as águas do reservatório foram de 3,56; 2,6 e 2,6 mg/l na superfície, meio e fundo, respectivamente. O maior valor (6,4 mg/l) foi encontrado no ponto 8, córrego Varjão, e o menor valor (1,2 mg/l) na superfície e fundo do ponto 1 (Figura 12). A análise das concentrações de cloretos sugere que dificilmente o limite máximo de 250 mg/l, preconizado pela resolução CONAMA nº 20, 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). Resultados semelhantes foram encontrados nos demais meses de monitoramento (ver relatórios anteriores).

A concentração média de sulfato nas águas do reservatório foi de 1,92; 2,33 e 1,75 mg/l na superfície, meio e fundo, respectivamente. O maior valor (3 mg/l) foi obtido na superfície e meio do ponto 1, meio do ponto 6, ponto 8 e 10. As menores concentrações foram obtidas nos pontos 18, 19, todas as profundidades do ponto 20 e na superfície e meio do ponto 21 (Figura 13).

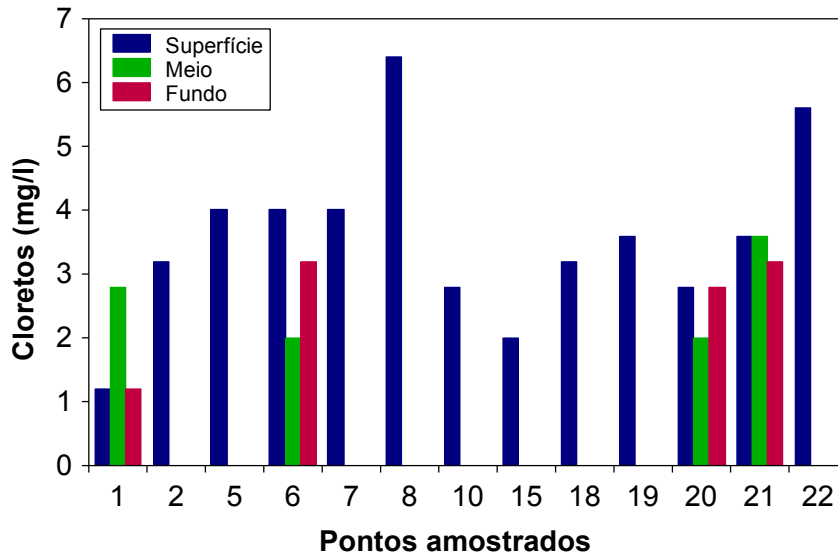


Figura 12. Valores de cloretos.

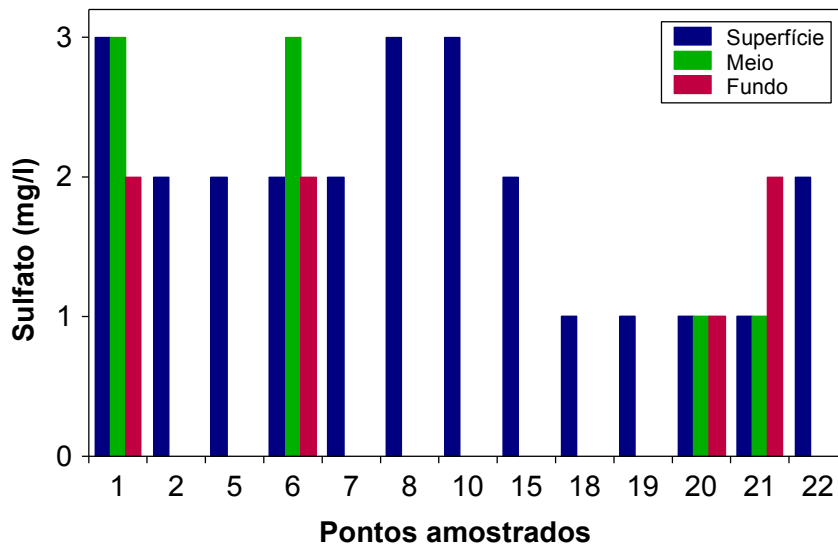


Figura 13. Valores de sulfato.

A concentração média de ferro total nas águas do reservatório foi de 0,12; 0,185 e 0,18 mg/l na superfície, meio e fundo, respectivamente. O maior valor (0,48 mg/l) foi obtido no meio do ponto 1, e valores abaixo do limite de detecção foram obtidos na superfície dos pontos 20 e 21 (Figura 14).

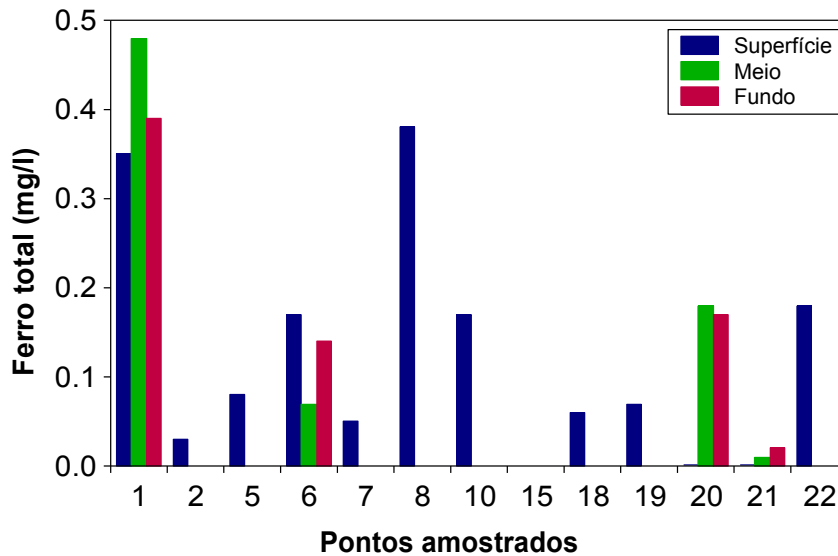


Figura 14. Valores de ferro total.

Juntamente com o nitrogênio, o fósforo é o principal nutriente responsável pelo processo de eutrofização dos ecossistemas aquáticos (Kalff, 2002). A concentração média de orto-fosfato nas águas do reservatório foi de 0,15; 0,12 e 0,13 mg/l na superfície, meio e fundo, respectivamente. O maior valor (0,25 mg/l) foi encontrado na superfície do ponto 6. O menor valor (0,01 mg/l) foi obtido na superfície do ponto 1 (Figura 15).

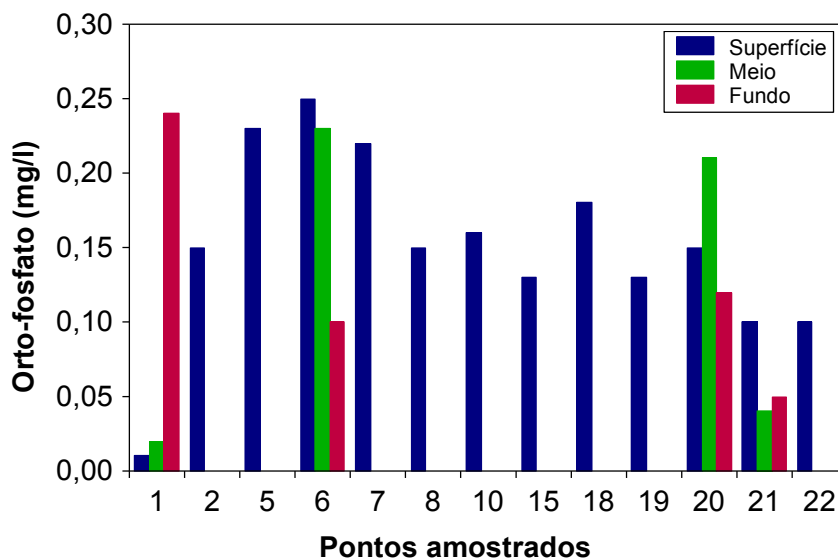


Figura 15. Concentração de orto-fosfato.

A concentração média de nitrato nas águas do reservatório de Cana Brava foi de 0,12; 0,17 e 0,125 mg/l na superfície, meio e fundo, respectivamente. A maior concentração de nitrato (0,2 mg/l) foi obtida na



superfície e meio do ponto 1, meio e fundo do ponto 6, ponto 18, meio do ponto 21 e no ponto 22. Nos demais locais foram obtidas concentrações de 0,1 mg/l. Durante todos os meses de monitoramento limnológico, a concentração de nitrato sempre é menor do que o limite máximo estabelecido pela resolução CONAMA nº 20 (10 mg/l).

A concentração média de nitrito nas águas do reservatório foi de 0,0052; 0,004 e 0,0025 mg/l na superfície, meio e fundo, respectivamente. A maior concentração (0,018 mg/l) foi obtida no ponto 22, rio Bonito (Figura 16).

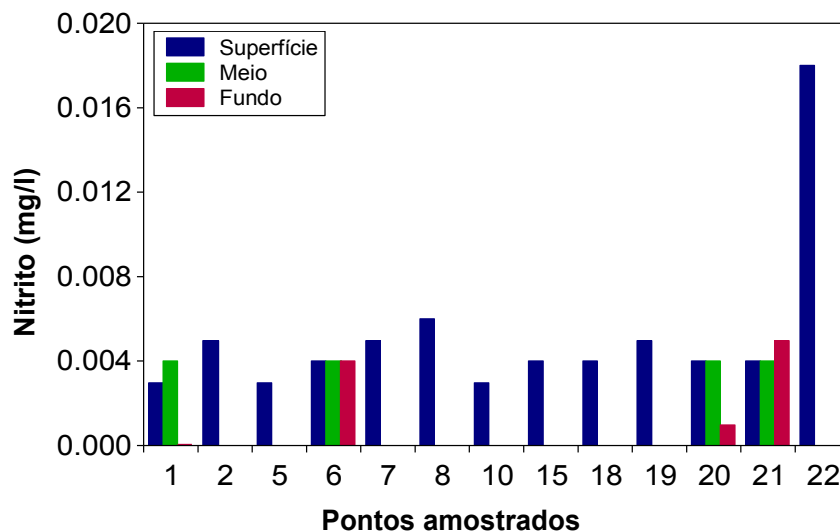


Figura 16. Concentração de nitrito.

A concentração média de nitrogênio amoniacal foi de 0,017; 0,08 e 0,12 mg/l na superfície, meio e fundo, respectivamente. A maior concentração (0,17 mg/l) foi obtida no fundo do ponto 1 (24 metros). Valores não detectáveis foram obtidos na superfície do ponto 7, 15, 18, 19, superfície do ponto 20 e ponto 22 (Figura 17).

A DBO<sub>5</sub> é definida como a quantidade de oxigênio que será utilizada, pelos microorganismos presentes em uma amostra, na oxidação da matéria orgânica para uma forma inorgânica estável (Kalf, 2002). Nas águas do reservatório foi obtido um valor médio de 2,46 mg/l de DBO<sub>5</sub>. Semelhante ao mês de julho de 2004, o maior valor obtido foi de 6,3 mg/l no ponto 22, rio Bonito, e menor valor (0,8 mg/l) foi encontrado no ponto 21, próximo à barragem (Figura 18).

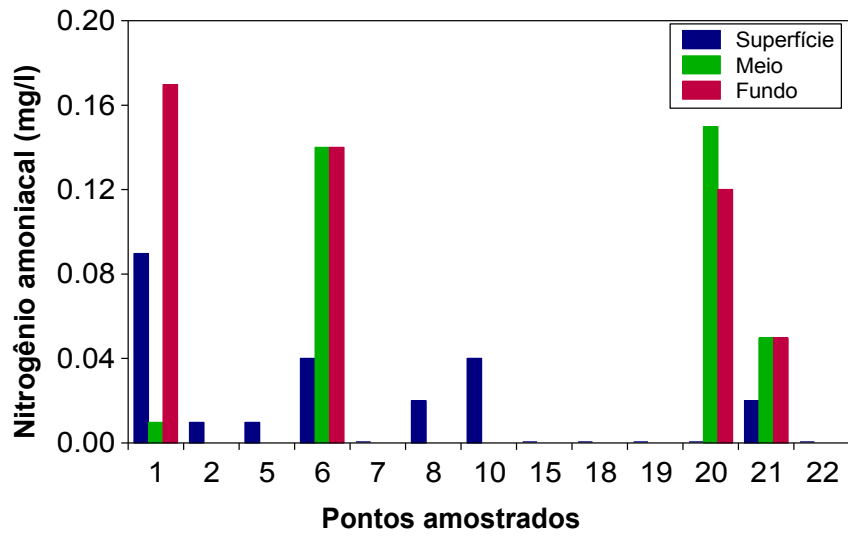


Figura 17. Concentração de nitrogênio amoniacal.

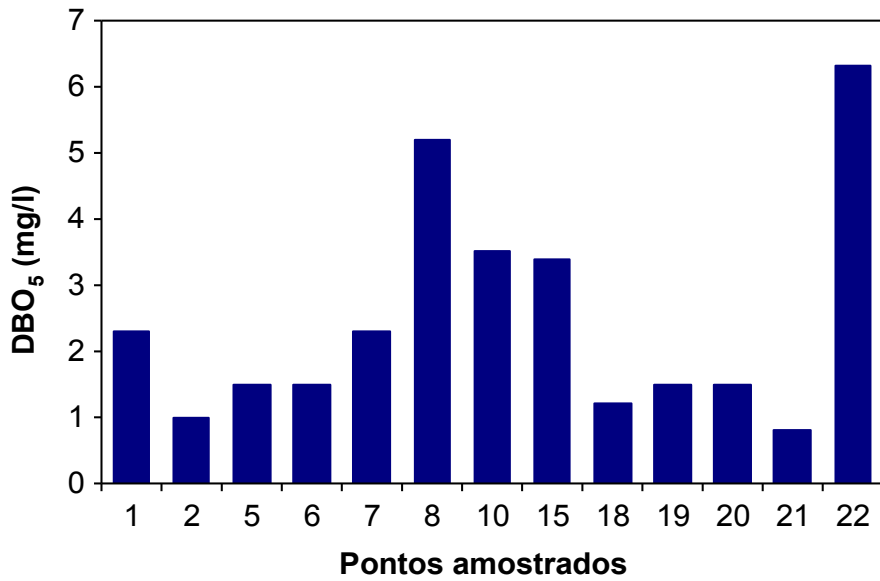


Figura 18. Demanda bioquímica de oxigênio (DBO<sub>5</sub>).

## **PERFIL VERTICAL DO PONTO 21**

O perfil vertical do ponto 21 foi realizado a cada 2 metros de profundidade, da superfície ao hipolímnio (30 metros), e tem como objetivo verificar a existência de estratificação térmica. Foi obtida a temperatura da água, concentração de oxigênio dissolvido e saturação de oxigênio (quantidade máxima de oxigênio que pode ser dissolvida na água em determinada pressão e temperatura).

Em setembro de 2004, a camada superficial e de fundo apresentaram diferenças de temperatura de aproximadamente 3,9°C, uma diferença maior do que a encontrada em julho de 2004 (0,7°C, ver relatório anterior) (Figura 19).

A concentração de oxigênio dissolvido apresentou uma diferença de 8,75 mg/l, entre a maior e menor concentração. A partir de 10 metros de profundidade a concentração de oxigênio dissolvido sofreu uma queda de 6,58 mg/l para 3,35 mg/l, chegando a condições praticamente anóxicas a partir de 14 metros (1,41 mg/l). O mesmo padrão foi observado através da porcentagem de saturação de oxigênio.

Este padrão de estratificação térmica foi observado em meses anteriores de monitoramento no reservatório de Cana Brava.

### **B. Parâmetros Bacteriológicos**

A maior concentração de coliformes totais nas águas do reservatório (4600 NMP/100ml) foi encontrada no ponto 22, e a menor concentração (Valor Ausente) foi encontrada nos pontos 1, 6, 15, 18, 20 e 21 (Tabela 3). Em relação à concentração de coliformes fecais, o maior valor também foi encontrado no ponto 22 (4600 NMP/100ml), enquanto que a menor concentração foi encontrada nos pontos 1, 5, 6, 15, 18, 20 e 21 (Valores Ausentes).

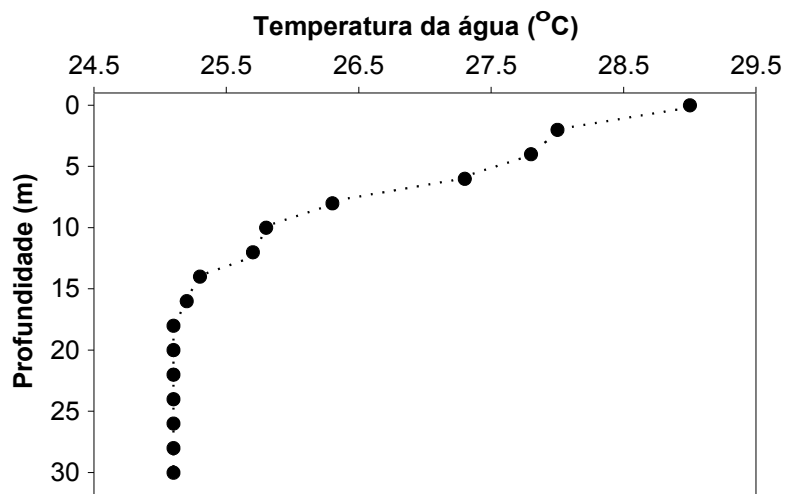
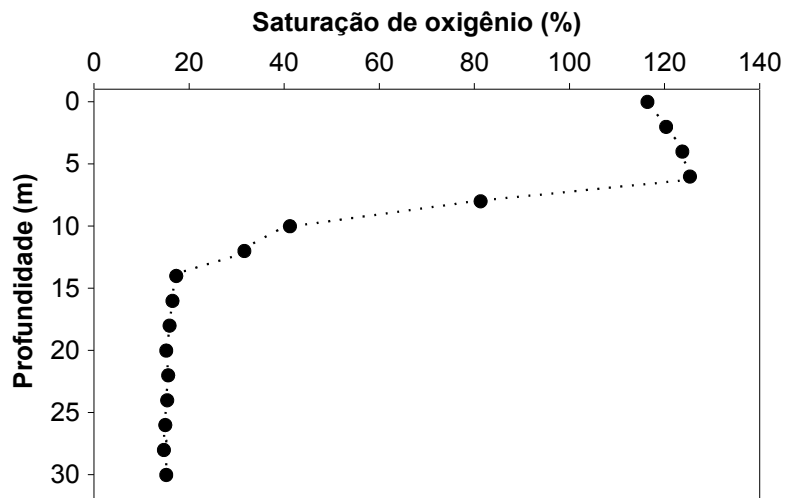
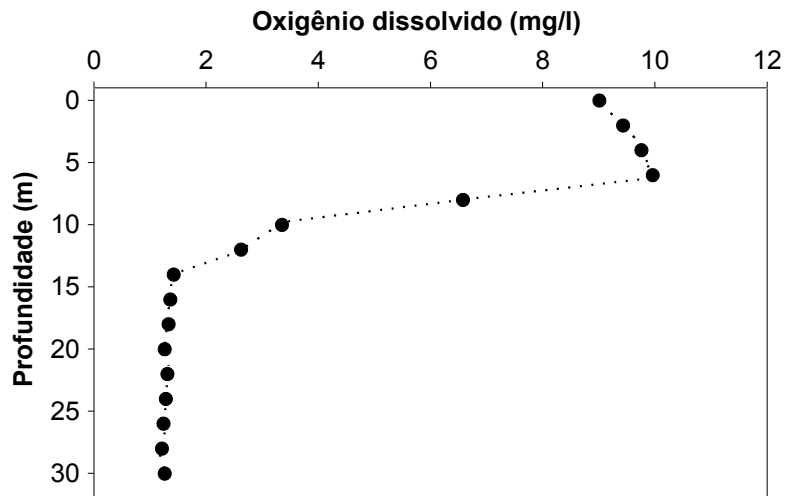


Figura 19. Gradientes de temperatura e oxigênio obtidos no ponto 21, em setembro de 2004.

Tabela 3. Abundância de coliformes totais e fecais nos pontos amostrados no reservatório da UHE Cana Brava em setembro de 2004.

<b>Pontos de Coleta</b>	<b>Coliformes totais NMP/100ml</b>	<b>Coliformes fecais NMP/100ml</b>
1	0	0
2	90	40
5	230	0
6	0	0
7	430	230
8	2300	2300
10	1500	430
15	0	0
18	0	0
19	90	40
20	0	0
21	0	0
22	4600	4600

## **CONSIDERAÇÕES SOBRE O PONTO 1**

Através de uma análise de componentes principais (PCA) (ver relatório de abril/2004), foi observado que em setembro de 2004, assim como nos demais meses de monitoramento, os locais com maior concentração de íons (e.g. ferro, nitrito), demonstrado pelas variáveis alcalinidade, condutividade elétrica, acidez e dureza (consideradas variáveis redundantes, como comentado anteriormente neste relatório), com maiores valores de turbidez e DBO são os tributários rio Bonito (ponto 22), córrego Varjão (ponto 8) e rio do Carmo (ponto 10) (Figura 20). No entanto, tais tributários não vêm afetando negativamente a qualidade das águas do reservatório de Cana Brava (como tem sido demonstrado em relatórios anteriores).

Em setembro de 2004, deve-se destacar o ponto 1, próximo à reserva indígena. Tal local apresentou a menor concentração de oxigênio dissolvido na superfície das águas do reservatório, e, conseqüentemente, a maior concentração de nitrogênio amoniacal (nutriente inorgânico encontrado em baixas concentrações de oxigênio) (Figura 20).

Em agosto de 2004 observou-se a mortandade de peixes próxima à ponte do Rubão, ou seja, próximo ao ponto 1 de monitoramento limnológico. A equipe da Naturae foi ao local verificar as possíveis causas da morte destes peixes (Laudo de agosto de 2004). Foi observado que possivelmente, a concentração extremamente baixa de oxigênio dissolvido no local tenha causado a morte dos peixes. O fato de que a mortandade dos peixes foi um acontecimento local (ocorreu somente naquela região) também corroborou a hipótese de morte por hipoxia.

Em setembro de 2004 não foi observada nenhuma ocorrência de morte de peixes. A concentração de oxigênio dissolvido no ponto 1 estava um pouco acima do que foi observado em agosto de 2004, no entanto ainda pode-se considerar o ponto 1 como um local que apresenta concentrações de oxigênio dissolvido extremamente baixa na superfície da água, quando comparado com os demais locais monitorados no reservatório. Assim, o ponto 1, é um local que merece especial atenção.

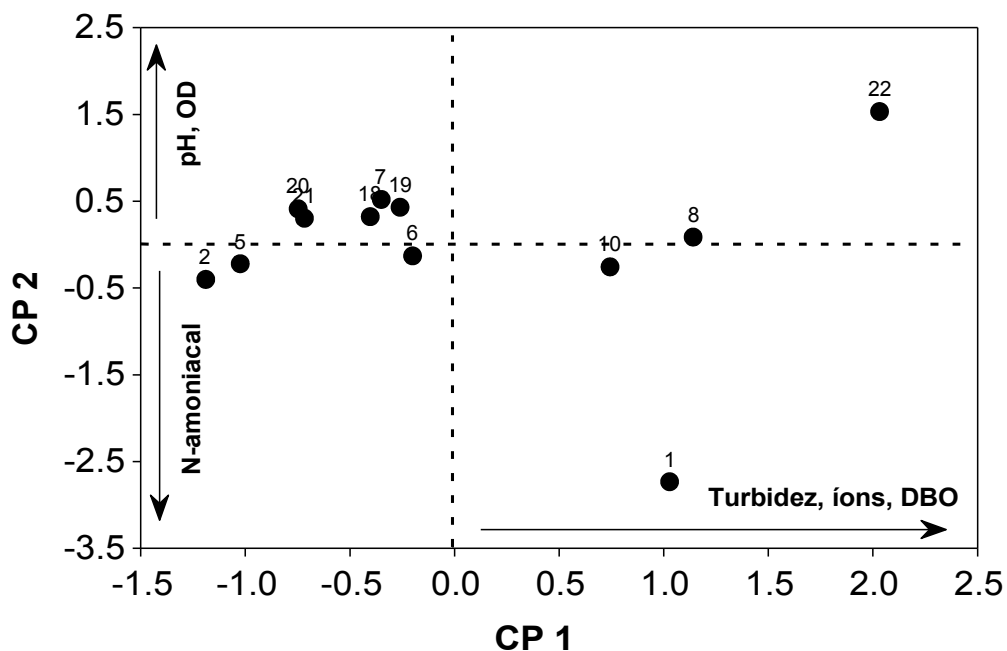


Figura 20. Análise de componentes principais (PCA).

## Fitoplâncton

A comunidade fitoplanctônica amostrada no reservatório Cana Brava em outubro de 2004 esteve representada por 86 táxons, sendo Chlorophyceae e Bacillariophyceae os grupos melhores representados, com 29 e 22 táxons, respectivamente. Cyanobacteria e Zygnemaphyceae apresentaram 12 táxons cada (Tabela 1). As Clorofíceas são comumente registradas como as mais importantes em número de espécies em ambientes dulcícolas, sendo favorecidas por apresentarem alta variabilidade morfométrica podendo se desenvolver em diversos habitats (Haphey-Wood, 1988), sendo o grupo melhor representado no plâncton juntamente com as diatomáceas (Reynolds, 1987).

Quanto a riqueza de espécies, observou-se um incremento de táxons nos pontos 10, 21 e 22 e um decréscimo nos pontos 7 e 22, em relação ao mês de outubro de 2003. O maior número de táxons ocorreu no ponto 21 (44 táxons), seguido do ponto 1, com 36 e o menor nos pontos 2 e 7 (Tabela 4).

Foram registrados altos valores de densidade fitoplanctônica, sendo os maiores nos pontos 7 ( $2.909 \text{ ind.mL}^{-1}$ ) e 21 ( $3.962 \text{ ind.mL}^{-1}$ ). O ponto 1 foi o terceiro com maior densidade ( $1.770 \text{ ind.mL}^{-1}$ ). Cyanobacteria e Chlorophyceae foram os grupos responsáveis pelos maiores valores de densidade na maioria dos pontos monitorados (Figura 21, Tabela 4).

Os pontos 10 e 22 apresentaram os menores valores de densidade, provavelmente pela maior velocidade da água, dificultando o desenvolvimento fitoplanctônico. Nestes pontos ocorreram táxons tipicamente potamoplanctônicos, especialmente representantes perifíticos de Bacillariophyceae (Figura 21, Tabela 4), que são favorecidos em ambientes turbulentos.

Os altos valores de densidade de cianofíceas e clorofíceas nos pontos 1, 7 e 21 sugerem que estes ambientes apresentam alta concentração de nutrientes, uma vez que estes grupos são favorecidos em ambientes ricos, especialmente em fósforo.

Quanto a biomassa fitoplanctônica, estimada através do cálculo do biovolume celular, foram registrados baixos valores (inferiores a  $2 \text{ mm}^3.\text{L}^{-1}$ ), exceto o ponto 7, onde ocorreu o maior valor dos pontos monitorados ( $2,7 \text{ mm}^3.\text{L}^{-1}$ ) (Figura 21).

Os baixos valores de biomassa registrados na maioria dos pontos podem estar relacionados ao fato das algas dominantes em densidade, constituírem algas nanoplanctônicas, de pequeno volume celular, como as clorofíceas, *Monoraphidium contortum* (pontos 7 e 21) e *Spermatozopsis exsultans* (ponto 2) e as cianobactérias *Cyanobium* sp. (ponto 1) e *Synechocystis aquatilis* (pontos 1 e 2) (Tabela 4 e Figura 21).

Nos pontos 7 e 21, registrou-se a dominância em densidade de *Monoraphidium contortum*, mas também altos valores de densidade da cianobactéria heterocitada, *Cylindrospermopsis raciborskii* (Tabela 1), espécie filamentosa de elevado volume celular, o que resultou nos maiores valores de biomassa (Figura 21).

O ponto 1, incluído no monitoramento neste mês, devido a ocorrência de mortandade de peixes, apresentou alta densidade de cianobactérias, destacando *Cyanobium* sp. e *Synechocystis aquatilis* (Tabela 4 e Figura 21). Estas algas ocorrem em ambientes eutrofizados e com mistura da coluna de água (Reynolds, 1997; Reynolds et al., 2002). No entanto, ressalta-se que, outros locais amostrados também apresentaram altas densidades de cianobactérias (por exemplo, *Cylindrospermopsis raciborskii* foi abundante no ponto 7 do monitoramento limnológico) (Tabela 4), assim, a simples existência de cianobactérias no ponto 1 não pode ser associada à mortandade de peixes que vem ocorrendo próximo a este local, pois a densidade deste grupo ainda é considerada similar às encontradas em outros ambientes, além disso, não foi observado “bloom” de algas nesta região. Como já discutido anteriormente, a hipótese mais plausível, entre as possíveis causas da morte de peixes que vem ocorrendo próximo ao ponto 1 de coleta, ainda é a concentração extremamente baixa de oxigênio na região.

Entretanto, o monitoramento da comunidade fitoplanctônica no reservatório da UHE Cana Brava, deve continuar, tendo em vista que a ocorrência de cianobactérias, especialmente *Cylindrospermopsis raciborskii* neste reservatório, é preocupante uma vez que é uma espécie extremamente nociva e resistente a uma grande variabilidade de condições ambientais (Padisák, 1997) sendo amplamente reconhecida como típica e abundante em ambientes hipereutróficos (Codd, 2000; Scheffer et al., 1997).



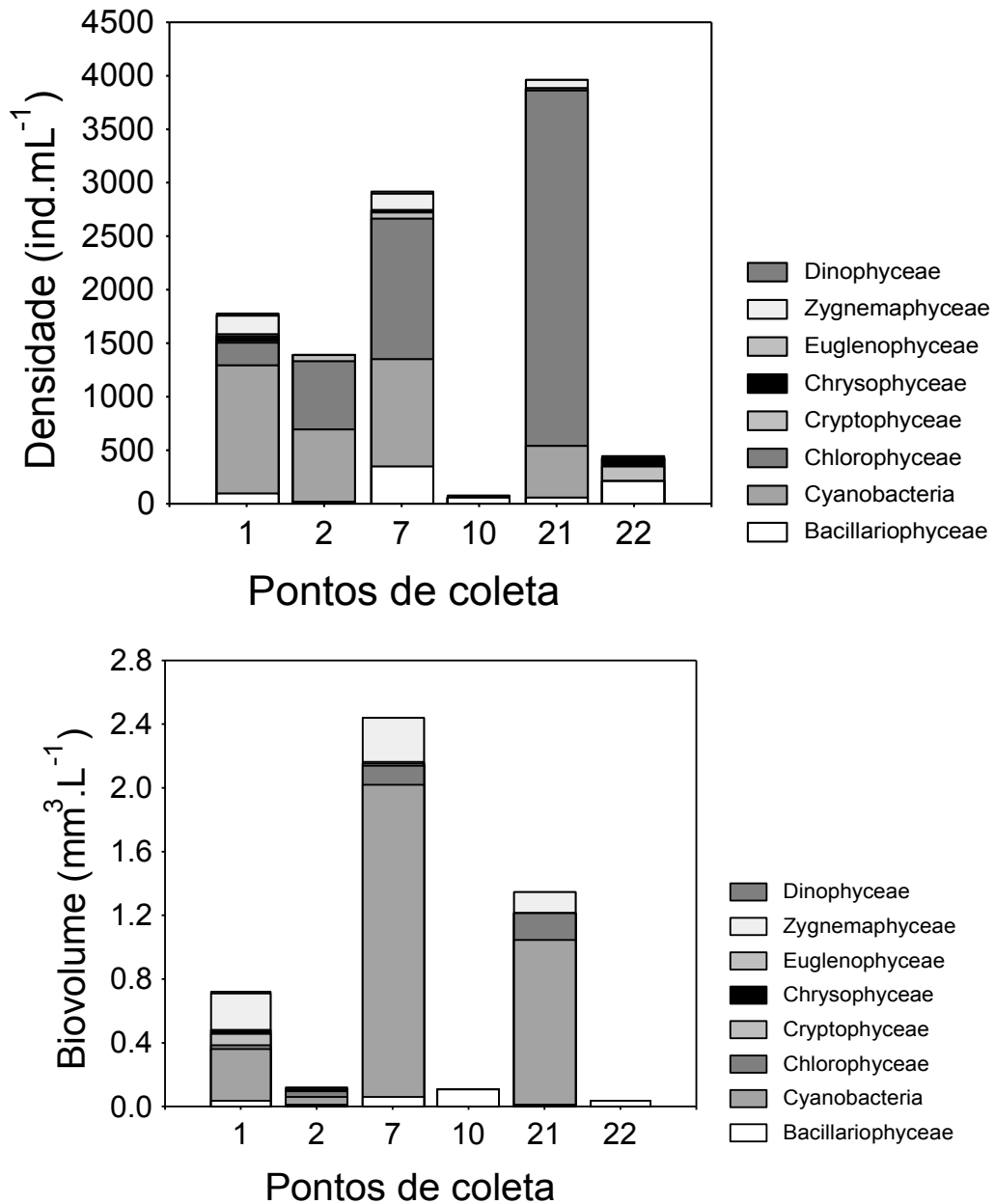


Figura 21. Densidade e biovolume dos grupos fitoplanctônicos nos pontos monitorados no reservatório Cana Brava (GO), em setembro de 2004.

Tabela 4. Densidade dos táxons fitoplanctônicos inventariados nos pontos amostrais.

TAXON	Pontos Amostrais					
	22	10	2	7	21	1
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>						
<i>Achnanthes exigua</i> Grun.	7					
<i>Achnanthes minutissima</i> Kutz.	79	24		2		5
<i>Amphora</i> sp.				2		
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grun.) Sim.		7				
<i>Aulacoseira distans</i> (Ehr.) Sim.	2					
<i>Cyclotella stelligera</i> (Cl. & Grun.) Van Heurck	2		2	324	55	50
<i>Cymbella affinis</i> Kütz.	10					
<i>Cymbella</i> sp.	2					
<i>Fragilaria capuccina</i> Desm.				2	2	
<i>Gyrosigma</i> sp.	2				5	
<i>Gomphonema augur</i> Ehr.	2			5		
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kütz.) Kütz.	2	2				12
<i>Navicula schroterii</i> Meist.	26					
<i>Navicula viridula</i> (Kütz.) Ehr.	2					
<i>Navicula</i> sp.	2					
<i>Nitzschia gracilis</i> Hantz. ex. Rabenh.	5					
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Smith	50	2	5			
<i>Pinularia</i> sp.			5			
<i>Stauroneis</i> sp.	2					
<i>Suirella</i> sp.			2		2	
<i>Synedra</i> sp.		2	2			
<i>Urosolenia eriensis</i> (H. L. Smith) Round e Craw				17	2	34
Penais não identificada	16	14	2			
<b>CYANOBACTERIA</b>						
<i>Aphanocapsa holsatica</i> (Lemm.) Grönb. & Kom.			2	175	65	
<i>Chroococcus</i> sp.						2
<i>Lemmermanniella</i> sp.						7
<i>Cyanobium</i> sp.						790
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (W.) Seen. E Sub. Rajú				761	406	82
<i>Geitlerinema</i> sp.				12	5	
<i>Merismopedia glauca</i> Breb.						26
<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemm.) Kom.-Legn. & Cronb.			12	55	2	106
<i>Pseudanabaena</i> sp.						2
<i>Pseudanabaena mucicola</i> (Hüb.-Pest. & Naum.) Bourr.				5		
<i>Synechocystis aquatilis</i> Sauv.				665		187
Cyanobacteria filamentosa não identificada	2		2			
<b>CHLOROPHYCEAE</b>						
<i>Ankistrodesmus fusiformes</i> Cor.			2	2	5	2
<i>Ankistrodesmus spiralis</i> (Turn.) Lemm.				14		
<i>Closteriopsis</i> sp.				2	2	5
<i>Coelastrum reticulatum</i> (Dang.) Senn.			2	2		
<i>Coelastrum proboscideum</i> Bohl. In Wit. & Nords.				2		2
<i>Coenochloris planconvexa</i> Hind.						5
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirch.) W. e G.S. West				12		
<i>Dictyosphaerium elegans</i> Bachm.				2		
<i>Euastropsis richteri</i> (Schm.) Lag.				10		5
<i>Eutetramorus fotti</i> (Hind.) Kom. sensu Kom.			12			

Tabela 4. Continuação.

TAXON	Pontos Amostrais					
	22	10	2	7	21	1
<i>Fusola viridis</i> Snow			2	2	2	
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thur.) Kom. - Legn.			29	1198	3286	156
<i>Monoraphidium convolutum</i> (Cor.) Kom.-Legn.					2	
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berk.) Kom.-Legn.				2	7	5
<i>Monoraphidium irregulare</i> (G. M. Smith) Kom.-Legn.	2			10		
<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nyg.				5	10	
<i>Pediastrum tetras</i> (Ehr.) Ralfs				12	7	5
<i>Scenedesmus</i> sp.			5			5
<i>Schroederia setigera</i> (Schröd.) Lemm.			2			
<i>Spermatozopsis exsultans</i> Korschikoff	2	545				
<i>Sphaerellopsis</i> sp.			23	2		
<i>Tetraedron caudatum</i> (Cor.) Hansg.				7	2	5
<i>Tetraedron minimum</i> (A Braun) Hansg.				10	2	2
<i>Tetrastrum komarekii</i> Hind.			2			
<i>Tetrastrum heteracanthum</i> Nordst. Chod.				2		
Chlorococcales não identificada 1				4		
Chlorococcales não identificada 2	2					10
Chlorococcales não identificada 3				12		
Volvocales não identificada						5
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>						
<i>Dinobryon divergens</i> Imh.				10	2	38
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehr.						7
<i>Mallomonas</i> sp.						2
Chrysophyceae não identificada				7		
<b>EUGLENOPHYCEAE</b>						
<i>Lepocynclis ovum</i> (Ehr.) Lemm.						2
<i>Trachelomonas oblonga</i> Lemm.						2
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>						
<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja		7	55	10	10	7
<i>Cryptomonas</i> sp.					5	2
<i>Cryptomonas</i> sp. 1				41		
<b>ZYGNEMAPHYCEAE</b>						
<i>Cosmarium</i> cf. <i>contractum</i> Kirch.				2		
<i>Cosmarium regnesi</i> Reins.				90	38	173
<i>Cosmarium</i> sp.	2					
<i>Euastrum rectangulare</i> Frits. & rich.				2	2	
<i>Mougeotia</i> sp.		2				
<i>Staurastrum quadrangulare</i> (Bréb.) Ralfs				2		
<i>Staurastrum tetracerum</i> (Kütz.) Ralfs				43	22	12
<i>Staurastrum</i> sp.				22		
<i>Staurastrum</i> sp. 1				2		
<i>Staurodesmus clepsydra</i> (Nordst.) Teil.					2	
<i>Staurodesmus</i> sp.				7	5	
<i>Spirogyra</i> sp.		2				5
<b>DINOPHYCEAE</b>						
<i>Gymnodinium</i> sp.				2		
<i>Peridinium</i> sp.		5	10	2	7	5

## Zooplâncton

Nas amostras de zooplâncton, referentes às coletas realizada no mês de setembro de 2004, na área de influência do Reservatório de Cana Brava, foi identificado um total de 61 táxons, destacando-se os protozoários testáceos, com 24 espécies, e os rotíferos, com 23 espécies, seguidos por cladóceros, com 10 espécies, e copépodos, com 4 espécies (Tabela 5). Frequentemente os rotíferos constituem o grupo zooplanctônico 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 que esse grupo apresenta. Além disso, o funcionamento hidrodinâmico dos reservatórios, com características de instabilidade, favorece o expressivo estabelecimento de espécies *r* estrategistas, como as de rotífero.

No entanto, os resultados obtidos no presente relatório evidenciaram, ainda que por uma reduzida diferença, o predomínio de protozoários testáceos. Estes resultados se devem, certamente, à um delineamento amostral baseado em coletas em um número representativo de ambientes com características lólicas. Esses organismos, assim como alguns rotíferos, cladóceros e copépodos, são preferencialmente associados a algum tipo de substrato (vegetação marginal e sedimento) e, sob condições de elevada velocidade de corrente, são carreados para a coluna de água constituindo uma parcela representativa da composição zooplanctônica. Por outro lado, formas tipicamente planctônicas não conseguem se estabelecer sob tais condições, tendo em vista que sua taxa de deslocamento em tais ambientes é frequentemente bem mais elevada que sua taxa reprodutiva.

Em relação a riqueza de espécies, é possível distinguir claramente dois grupos de pontos de amostragem. O primeiro, constituído por pontos com características lólicas (pontos 2, 10 e 22) onde se observa o predomínio, em termos de número de espécies, de protozoários testáceos seguidos por rotíferos; e o segundo, formado por pontos com características lênticas (pontos 1, 7 e 21), onde rotíferos e cladóceros foram registrados como grupos mais especiosos. Vale ressaltar uma expressiva contribuição de protozoários

testáceos para a riqueza total de espécies no ponto 1, o que sugere a influência de ambientes lóticos sobre esta estação de amostragem (Figura 22).

Tabela 5. Inventário de espécies registradas nas amostras de zooplâncton e suas respectivas densidade, nos diferentes pontos amostrais.

TAXON	Pontos Amostrais					
	Ponto1	Ponto 2	Ponto 7	Ponto 10	Ponto 21	Ponto 22
<b>TECAMEBAS</b>						
<i>Arcella discoides</i>	2	40	0	80	0	40
<i>A. Gibbosa</i>	2	0	0	0	0	0
<i>A. hemisphaerica</i>	40	20	0	80	80	0
<i>A. vulgares</i>	0	20	0	0	0	20
<i>A. megastoma</i>	0	0	0	280	0	20
<i>A. dentata</i>	0	2	0	0	0	2
<i>Centropyxis aculeata</i>	4	260	0	200	0	304
<i>C. cf cassis</i>	0	0	0	0	0	20
<i>C. constricta</i>	0	0	0	40	0	0
<i>C. discoides</i>	40	2	0	0	0	0
<i>C. ecornis</i>	4	20	0	4	0	100
<i>C. cf platystoma</i>	0	20	0	0	0	0
<i>Cyclopixis impressa</i>	0	0	0	2	0	4
<i>Plagiopyxis sp</i>	0	0	0	2	0	20
<i>D. acuminata</i>	0	0	0	2	0	0
<i>D. corona</i>	0	0	0	0	0	6
<i>D. globulosa</i>	0	0	0	0	0	20
<i>D. gramem</i>	0	40	0	2	0	0
<i>D. lobostoma</i>	0	0	0	120	0	4
<i>D. litophila</i>	0	20	0	0	0	0
<i>Lesquereusia modesta</i>	0	0	0	0	40	0
<i>L. spiralis</i>	0	20	0	40	0	2
<i>Nebela sp</i>	0	2	0	0	0	0
<i>Euglipha acantophora</i>	0	0	0	0	0	2
<b>ROTÍFEROS</b>						
<i>Ascomorpha cf ovalis</i>	4	0	0	0	0	0
<i>Lecane bulla</i>	720	40	0	0	0	20
<i>L. cornuta</i>	2	0	0	40	0	20
<i>L. curvicornis</i>	0	0	0	0	2	20
<i>L. papuana</i>	0	0	0	0	0	20
<i>Brachionus angularis</i>	40	0	160	0	0	0
<i>B. caudatus</i>	0	0	0	0	2	0
<i>B. falcatus</i>	0	0	160	0	160	0
<i>B. dolabratus</i>	0	0	80	0	0	0
<i>B. quadridentatus</i>	0	0	200	0	360	4
<i>Keratella americana</i>	10	0	4	0	40	0
<i>K. cochlearis</i>	4	0	40	0	0	0
<i>Cephalodella sp</i>	0	0	0	0	0	2
<i>Filinia longiseta</i>	2	0	20	2	80	2
<i>Plationus p.patulus</i>	120	2	2	0	0	0
<i>Euchlanis cf dilatata</i>	0	40	0	0	0	40
<i>Lepadela cf. ovalis</i>	0	2	0	40	0	0
<i>Notomata cf. copeus</i>	0	2	0	120	0	0
<i>Trichocerca cilindrica</i>	6	0	0	0	2	0
<i>T. iernis</i>	2	20	20	0	0	0
<i>T. cf pusila</i>	0	0	20	0	40	0
<i>Pitigura sp.</i>	0	0	8840	0	22760	0
<i>Bdeloidea</i>	480	40	1960	80	3040	60

Tabela 5. Continuação.

TAXON	Pontos Amostrais					
	Ponto1	Ponto 2	Ponto 7	Ponto 10	Ponto 21	Ponto 22
<b>CLADÓCEROS</b>						
<i>Alona</i> sp. (jovem)	0	0	0	0	0	20
<b><i>Bosmina hagmanni</i></b>	80	0	600	0	160	0
<b><i>B. tubicens</i></b>	8	0	1160	0	640	2
<b><i>Bosminopsis deitersi</i></b>	320	2	3240	0	6200	4
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	8	2	18	0	0	0
<i>Ceriodaphnia cf. silvestris</i>	80	0	0	0	0	0
<b><i>Moina minuta</i></b>	40	0	120	0	120	0
<i>Diaphanosoma</i> sp.	0	0	40	0	0	0
<i>Chydorus cf. eurinotus</i>	0	0	80	0	10	0
<b><i>Ilyocryptus spinifer</i></b>	2	0	0	0	4	0
<b>COPÉPODOS</b>						
<i>Mesocyclops</i> sp.	0	0	0	0	2	0
<i>Paracyclops</i> sp.	0	0	0	0	0	4
<b><i>Thermocyclops minutus</i></b>	240	0	320	0	440	0
Nauplio de cyclopoida	960	80	5880	40	14440	40
Nauplio de calanoida	40	0	40	0	280	0
Copepoditode cyclopoida	1160	20	1880	0	5240	0
Copepodito de calanoida	40	0	12	0	120	0

Especialmente, maiores valores de riqueza de espécies foram registrados no Ponto 22 (27 espécies) e no ponto 1 (26 espécies) (Figura 3). Os resultados de composição de espécies nestes dois pontos sugerem a influência de ambientes lóticos e lênticos sobre esta estação de amostragem, tendo em vista a ocorrência tanto de espécies planctônicas, características de ambientes com reduzida velocidade de corrente, como de espécies ticolanctônicas (ou pseudoplanctônicas) que, como discutido anteriormente, constituem uma parcela representativa da composição do zooplâncton em ambientes com elevada velocidade de corrente. Por outro lado, menores valores de riqueza de espécies foram observados no ponto 10, caracterizado pela ausência de espécies de cladóceros e pelos reduzidos valores de riqueza de rotíferos e copépodos (Figura 22).

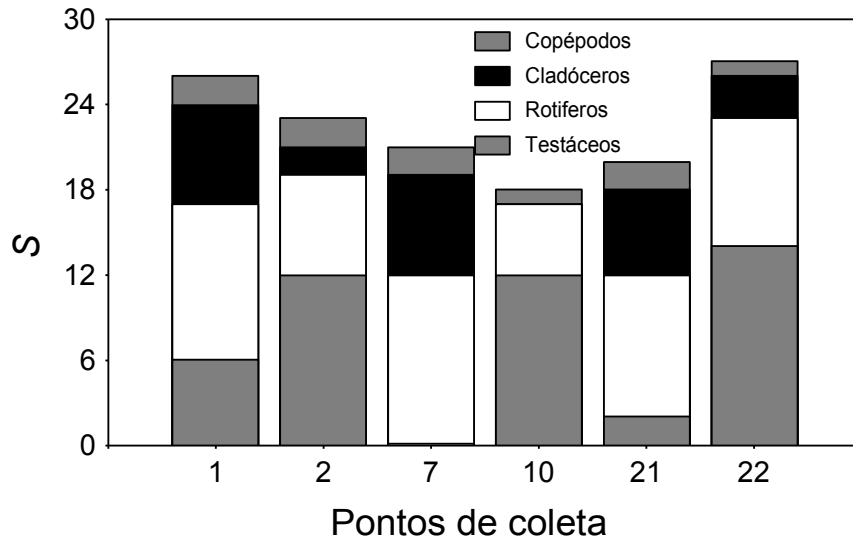


Figura 22. Variação espacial da riqueza de espécies dos diferentes grupos zooplanctônicos registrados nos pontos amostrais.

Os resultados registrados para a abundância corroboram aqueles obtidos para a riqueza de espécies, de forma que é possível distinguir 2 grupos de pontos de amostragem. O primeiro formado pelos pontos 1, 7 e 21, onde se observa a dominância de rotíferos e copépodos, seguidos por cladóceros; e o segundo, constituído pelos pontos 2, 10 e 22, onde os protozoários testáceos foram registrados como o grupo mais abundante (Figura 3). Esses resultados sugerem o predomínio de condições lânticas no primeiro grupo de pontos, onde foram observados os maiores valores de abundância zooplanctônica. Para estes pontos de amostragem é importante destacar um marcante incremento nos valores de densidade do ponto 1 para o ponto 21. Por outro lado, as condições lólicas, características do segundo grupo (pontos 2, 10 e 22) determinaram reduzidos valores de abundância nestes três pontos de amostragem (Figura 23).

Em relação ao ponto 1, incluído neste mês de monitoramento em função de problemas de mortalidade de peixes ocorridos recentemente, os resultados de abundância, assim como aqueles obtidos para a riqueza de espécies, também evidenciaram particularidades em relação a comunidade zooplanctônica. Se por um lado esta estação apresentou a dominância de grupos tipicamente planctônicos, por outro lado, foram registrados neste ponto

baixos valores de abundância. Esses resultados, a princípio, podem sugerir, mais uma vez, a influência de condições lólicas que, embora possibilitem o estabelecimento de populações planctônicas nesta região, limitam o seu desenvolvimento. No entanto, também é possível sugerir que as condições ambientais locais, que afetaram a comunidade íctica, como a reduzida concentração de OD, tenham limitado a desenvolvimento de grandes populações de espécies planctônicas.

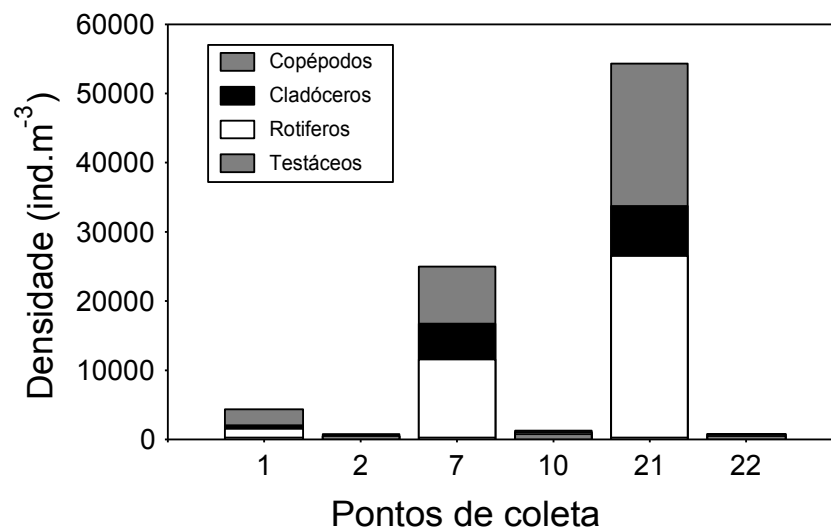


Figura 23. Variação espacial da abundância dos diferentes grupos zooplanctônicos registrados nos pontos amostrais.

Em termos de dominância de espécies, *Centropyxis aculeata*, *C. eornis* e *Arcella megastoma*, constituíram-se nos táxons mais abundantes entre as tecamebas, sendo importantes, essencialmente, nos pontos com características lólicas. Entre os rotíferos, *Ptigura* sp foi, em geral, o táxon mais abundantes, destacando-se nos pontos tipicamente lânticos da área de monitoramento (Pontos 7 e 21). Nos pontos 2, 10 e 22 por outro lado, os rotíferos estiveram representados, em geral, por espécies não planctônicas dos gêneros *Lecane*, *Notomata* além de Bdelóideos.

Entre os cladóceros, destacaram-se espécies planctônicas de bosminídeos como *Bosminópsis deitersi* e *Bosmina hagmanni*, especialmente nos ponto 1, 7 e 21, além de e *B. tubincens* nos pontos 7 e 21. Os pontos com característica lólicas estiveram pobremente representados por este grupo,



sendo registrada a ocorrência de gêneros de famílias não planctônicas como quidorídeos (*Alona* e *Chydorus*) e Iliocriptídeos (*Ilyocryptus*).

Entre os copépodos, os ciclopídeos estiveram representados, em grande parte, por suas formas jovens (náuplios e copepoditos) e os diaptomídeos (Calanoida), exclusivamente por essas fases de desenvolvimento. A dominância de náuplios e copepoditos em relação aos adultos é freqüentemente registrada em reservatórios brasileiros (Lopes *et al.*, 1997; Lansac-Tôha *et al.*, 1999; Serafim Jr, 2002). A produção de um grande número de formas larvais pode ser considerada como uma estratégia reprodutiva do grupo.

Entre os adultos, a espécie mais abundante foi *T. minutus*, ocorrendo essencialmente nos pontos lênticos da área de monitoramento. A relação entre a abundância das espécies congênicas de *Thermocyclops*, *T. minutus* e *T. decipiens*, tem sido, muitas vezes, utilizada como um eficiente descritor do grau de trofia em reservatórios, sendo a primeira dominante em ambientes oligotróficos enquanto que a segunda predomina, em geral, em ambientes eutróficos. Nesse sentido, a ocorrência exclusiva de *T. minutus*, neste período de amostragem, sugere o estado de oligotrofia para o reservatório de Cana Brava.

## CONCLUSÃO

Considerando que as águas do sistema monitorado enquadram-se na Classe 2 da Resolução CONAMA nº 20/86, os resultados obtidos no programa de monitoramento da qualidade da água do reservatório da UHE de Cana Brava 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.

- A concentração de oxigênio dissolvido apresentou valores abaixo do limite preconizado pelo CONAMA apenas nas maiores profundidades, e na superfície do ponto 1. A demanda bioquímica de oxigênio apresentou valores acima do limite estabelecido pela resolução nos pontos 6 e 22.

- Com relação às concentrações de alguns íons e nutrientes, a concentração de ferro total ultrapassou o limite estabelecido pela resolução (0,3 mg/l) em todas as profundidades analisadas do ponto 1 e no ponto 8. O nitrogênio amoniacal apresentou concentrações acima do limite estabelecido pela resolução (0,02 mg/l) na superfície e fundo do ponto 1, em todas as profundidades amostradas do ponto 6, no ponto 10, meio e fundo do ponto 20 e 21.

- Nenhum dos locais amostrados apresentou valores de abundância de coliformes totais maiores do que o limite preconizado pela Resolução CONAMA. No entanto, a abundância de coliformes fecais foi superior ao limite preconizado pelo CONAMA nos pontos 8 e 22. Como demonstrado em relatórios anteriores, o Córrego Varjão (ponto 8) e o rio Bonito (ponto 22), são os locais que apresentam os maiores valores de abundância de coliformes totais e fecais, provavelmente devido a proximidade de residências nestes locais.

De maneira geral, as variáveis limnológicas analisadas não diferiram significativamente entre os meses de julho e setembro de 2004, caracterizando o período de estiagem na região Centro-Oeste.

## BIBLIOGRAFIA

ESTEVEES, F.A. 1998. Fundamentos de limnologia. Rio de Janeiro: Interciência.

KALFF, J. 2002. Limnology. New Jersey: Prentice Hall.

WETZEL, R.G. 1983. Limnology. Philadelphia: W.B. Saunders. 743p.

HAPPEY-WOOD, C. Ecology of freshwater planktonic green-algae. In Sandgren, C.D. (Ed.) *Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton*. Cambridge: Cambridge Univ. Press., 1988, p. 175-226.

REYNOLDS, C. S.; HUSZAR, V.; KURK, C.; NASELLI-FLORES, L. and MELO., S. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *J. Plank. Res.*, v. 24, 417-428, 2002.

REYNOLDS, C.S. *Vegetation process in the pelagic: a model for ecosystem theory*. Oldendorf: Ecology Institute, 1997.

SCHEFFER, M.; RINALDI, S.; GRAGNANI, A. MUR, R. L.; VAN NES, E. H. On the dominance of filamentous cyanobacteria in shallow, turbid lakes. *Ecology*, v. 78, n. 1, p. 272-282, 1997.

PADISÁK, J. *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya et Subba Raju, an expanding, highly adaptive cyanobacterium: worldwide distribution and review of its ecology. *Arch. Hydrobiol.*, Stuttgart, v.4, p.563-593, 1997.

LANSAC-TÔHA, F. A, BONECKER, C. C., VELHO, L. F. M. e LIMA, A. F. Composição, distribuição e abundância da comunidade zooplanctônica. In A.E.M. Vazzoler, A.A. Agostinho; N.S. Hahn (eds), *A Planície de Inundação do Alto Rio Paraná: Aspectos Físicos, Químicos, Biológicos e Socioeconômicos*, Editora da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 1997.

- 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. Tese (Doutorado) - Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1996.
- NOGUEIRA, M.G. Zooplankton composition dominance and abundance as indicators of environmental compartmentalization in Jurumirim Reservoir (Paranapanema River), São Paulo, Brasil. *Hydrobiologia*, 455: 1-18, 2001.
- ROLLA, M.E., DABÉS, M.B.G.S., FRANÇA, R.C. & FERREIRA, E.M.V.M. Inventário limnológico do rio Grande na área de influência da futura Usina Hidrelétrica (UHE) de Igarapava. *Acta Limnologica. Brasiliensia*, 4: 139-162, 1992.
- LOPES, R.M., LANSAC-TÔHA F. A. & SERAFIM JR, M. Comunidade zooplancônica 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, 1997.
- SENDACZ, S. Zooplankton studies of floodplain lakes of the upper Paraná River, São Paulo State, Brazil. *Verh. Int. Ver. Limnol.*, 26: 621-627, 1997.
- SAMPAIO, E.V., ROCHA, O., MATSUMURA-TUNDINSI, T. & TUNDISI, J.G. Composition and abundance of zooplankton in the limnetic zone of seven reservoirs of the Paranapanema River, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 62(3): 525-545, 2002.

## **ANEXO I**

### **RESULTADOS DA CAMPANHA DE SETEMBRO DE 2004**

<b>Variáveis / Pontos</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>
Acidez (mg/l)	S	10,4	8	10	11,6	10	12	10,4	10,8	9,6	10,8	10	9,2	16
	M	9,6			10,8							9,2	10	
	F	8			10,8							10	10	
Alcalinidade (mg/l)	S	37,2	22	22,4	37,2	37,6	46,4	54	35,6	34,8	39,6	33,6	33,6	46
	M	36,8			36,8							32,8	33,6	
	F	36,4			36							32,4	32	
Cloreto (mg/l)	S	1,2	3,2	4	4	4	6,4	2,8	2	3,2	3,6	2,8	3,6	5,6
	M	2,8			2							2	3,6	
	F	1,2			3,2							2,8	3,2	
Condutividade elétrica (μS/cm)	S	87	51	46	81	80	113	121	85	78	81	81	80	190
	M	87			84							86	81	
	F	86			83							83	83	
Dureza (mg/l)	S	22	14	14	27,2	23,6	36	44	18	30	24,8	22,8	27,6	76,8
	M	26			25,2							24	28	
	F	26			24,8							31,2	26	
DBO <sub>5</sub>		2,3	1	1,5	1,5	2,3	5,2	3,5	3,4	1,2	1,5	1,5	0,8	6,3
Ferro total (mg/l)	S	0,35	0,03	0,08	0,17	0,05	0,38	0,17		0,06	0,07	0	0	0,18
	M	0,48			0,07							0,18	0,01	
	F	0,39			0,14							0,17	0,02	
Nitrato (mg/l)	S	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2
	M	0,2			0,2							0,1	0,2	
	F	0,1			0,2							0,1	0,1	
Nitrito (mg/l)	S	0,003	0,005	0,003	0,004	0,005	0,006	0,003	0,004	0,004	0,005	0,004	0,004	0,018
	M	0,004			0,004							0,004	0,004	
	F	0			0,004							0,001	0,005	
N-amoniaco (mg/l)	S	0,09	0,01	0,01	0,04	0	0,02	0,04	0	0	0	0	0,02	0
	M	0,01			0,14							0,15	0,05	
	F	0,17			0,14							0,12	0,05	

<b>Variáveis / Pontos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>
---------------------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Orto-fosfato (mg/l)	S	0,01	0,15	0,23	0,25	0,22	0,15	0,16	0,13	0,18	0,13	0,15	0,1	0,1
	M	0,02			0,23							0,21	0,04	
	F	0,24			0,1							0,12	0,05	
Oxigênio dissolvido (mg/l)	S	2,99	8,14	8,34	7,13	8,67	6,51	8,61	2,74	8,54	8,45	8,98	9,01	8,77
	M	2,63			1,53							1,08	1,35	
	F	2,39			2,53							2,98	2,13	
Saturação de oxigênio (%)	S	35,3	101,2	104,2	93,1	109,1	81,3	103,4	35,3	107,7	105,5	116,2	116,4	100,8
	M	31,2			19,6							13,2	17,1	
	F	29,5			31,5							36,7	25,8	
pH	S	6,47	7,33	7,31	7,5	8,56	7,9	5,67	6,38	8,33	8,39	8,24	8,53	8,07
	M	6,96			6,64							6,77	6,93	
	F	6,84			6,67							6,74	7,03	
STD (mg/l)	S	43	25	23	40	40	56	59	42	39	40	40	40	95
	M	43			42							42	40	
	F	43			41							41	41	
Sulfato (mg/l)	S	3	2	2	2	2	3	3	2	1	1	1	1	2
	M	3			3								1	
	F	2			2							1	2	
Temperatura da água (°C)	S	25,8	27,3	27,3	29,5	27,2	26,8	24,7	26,8	27,5	27,2	28,8	29	22
	M	25,2			27,1							26,7	26,9	
	F	25,6			26,8							26,1	26,2	
Transparência da água (m)		1,8	2,8	total	1,9	3,4	0,8	total	0,8	2,4	2,5	4,1	4,05	total
Turbidez (NTU)	S	2,82	0,53	1,29	1,14	1,3	5,48	1,04	1,87	1,41	2,32	0,63	1,11	1,98
	M	2,11			0,77							0,61	0,65	
	F	1,83			0,87							2,07	0,98	