



**UHE CANA BRAVA
PROGRAMA MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO**

FASE OPERAÇÃO

**XXI RELATÓRIO TÉCNICO PARCIAL REFERENTE À
CAMPANHA DE MAIO DE 2008**

AGOSTO DE 2008

EQUIPE RESPONSÁVEL

Coordenadora do laboratório

Bióloga M.Sc. Juliana Machado do Couto

Trabalhos de campo e laboratório

Bióloga M.Sc. Carolina Bussadori Piva

Bióloga Kátia Bittar Haddad

Bióloga Lívia Naves de Moraes

Téc. Wagner Batista Xavier

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	01
2. METODOLOGIA	02
3. RESULTADOS	05
3.1. Parâmetros físicos e químicos	05
3.2. Perfil vertical do ponto 21	18
3.3. Parâmetros bacteriológicos	19
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	20
5. BIBLIOGRAFIA	21
ANEXO I	22

1. APRESENTAÇÃO

Este Relatório Técnico apresenta o andamento do Programa de Monitoramento Limnológico da Usina Hidrelétrica Cana Brava, referente à coleta realizada em maio de 2008.

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

O conteúdo deste Relatório Técnico inclui:

- (i) descrever os métodos analíticos que foram utilizados para determinação das variáveis físicas, químicas e bacteriológicas;
- (ii) apresentar os resultados obtidos em maio de 2008, 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;

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. A demanda bioquímica de oxigênio (DBO_5) foi determinada 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, (potenciômetro digital), oxigênio dissolvido, porcentagem de saturação de oxigênio, temperatura da água (YSI 550A), temperatura do ar (termômetro de mercúrio) e transparência da água (disco de Secchi).

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

Análise das amostras

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

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

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

Tabela 2. Métodos de análise e faixa de detecção dos parâmetros 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 ⁺ - B
Condutividade elétrica	potenciométrico	0 – 199,9µS/cm		2510 - B
Oxigênio dissolvido	potenciométrico	0 – 30 mg/L O ₂		4500 - O - G
Oxigênio dissolvido (Winkler)	iodométrico	0 – 30 mg/L O ₂		4500 - O - B
Turbidez	nefelométrico	0-1000 NTU		2130 - B
Alcalinidade	titulação com ácido sulfúrico	10 – 4000 mg/l CaCO ₃	X	2320B
Acidez	titulação com hidróxido de sódio	0 - 400 mg/L CaCO ₃	X	23/10B
Cloreto	titulação com nitrato de mercúrio	0 – 40 mg/l Cl ⁻	X	4500 - Cl ⁻ - C
Dureza total	titulação usando método EDTA	10 – 4000 mg/l CaCO ₃	X	2340C
Ferro total	Espectrofotometria pelo método Ferro Ver	0 – 3,00 mg/L	X	3500B
Nitrato	Espectrofotometria pelo método Redução de Cádmio	0 – 4,5 mg/l NO ₃ ⁻		4500 - NO ₃ ⁻ - E
Nitrito	Espectrofotometria pelo método Diazotação	0 – 0,300 mg/l NO ₂ ⁻	X	4500 - NO ₂ ⁻ - B
Nitrogênio amoniacal	Espectrofotometria pelo método do Salicilato	0 – 2,50 mg/L NH ₃		4500 - NH ₃
Orto-fosfato	Espectrofotometria pelo método do Ácido Ascórbico	0 – 2,50 mg/L PO ₄ ³⁻	X	4500 - P - E
Fósforo total	Espectrofotometria pelo método do Ácido Ascórbico	0 – 2,50 mg/L PO ₄ ³⁻		4500 - P
Sulfato	Espectrofotometria pelo método do Sulfa Ver 4	0 – 70 mg/L SO ₄ ²⁻	X	4500 - SO ₄ ²⁻ - F
Sulfeto	Espectrofotometria pelo método do Azul de Metileno	0 – 0,600 mg/l S ²⁻	X	4500 - S ²⁻ - D
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).

3. RESULTADOS

Os resultados das análises dos parâmetros físicos e químicos se encontram no Anexo I.

3.1. Parâmetros Físicos e Químicos

Temperatura e oxigênio

Em maio de 2008, a temperatura média do ar foi igual a 29,2°C. Os valores da temperatura da água variaram entre 23,49°C e 30,64°C, na superfície da coluna da água. Em média, as maiores profundidades apresentaram os menores valores da temperatura da água (média = 27,41°C na superfície; 27,36°C no meio e 26,68°C no fundo da coluna da água) (Figura 1). A maior diferença nos valores de temperatura mensurados na superfície e fundo dos pontos monitorados (2,52°C) foi obtida no ponto 21 (próximo à barragem e local mais profundo do reservatório). Nos demais locais (pontos 1 e 6), as diferenças nos valores de temperatura obtidas entre a superfície e fundo dos pontos de coleta foi menor (0,06°C no ponto 1 e 1,5°C no ponto 6).

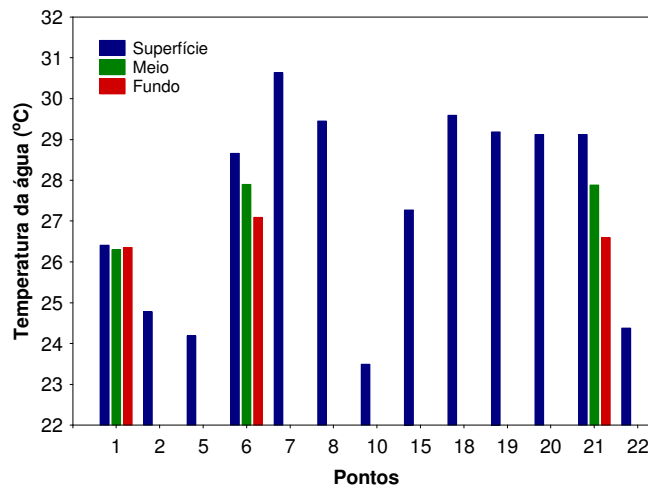


Figura 1. Valores da temperatura da água.

As concentrações de oxigênio dissolvido foram, em média, iguais a 7,06 mg/l; 5,17 mg/l e 4,29 mg/l, na superfície, meio e fundo, respectivamente. Na superfície da coluna da água, as concentrações variaram entre 2,91 mg/l (ponto 1 – foz do córrego Florêncio) e 10,25 mg/l (ponto 7 – foz do rio Bonito) (Figura 2A). Considerando o limite mínimo preconizado pela resolução

CONAMA nº 357/2005 para água da classe 2 (5,0 mg/L), a superfície dos pontos 1 e 15 (jusante da barragem), meio e fundo dos pontos 1 e 21, apresentaram concentrações inferiores ao referido limite. Assim, o ponto 1 (foz do córrego Florêncio) apresentou baixas concentrações desse gás ao longo de toda a coluna d'água. Baixas concentrações de oxigênio são freqüentemente mensuradas nos pontos 1 e 15. No entanto, desde agosto de 2007, as concentrações desse gás estavam acima de 5,0 mg/L em todos os pontos monitorados.

O mesmo padrão foi observado considerando a porcentagem de saturação de oxigênio, que foi, em média, igual a 87,55% na superfície, 65,02% no meio e 62,23% no fundo dos pontos amostrados. A menor porcentagem (29,2%) foi mensurada na superfície do ponto 15 (jusante da barragem; Figura 2B).

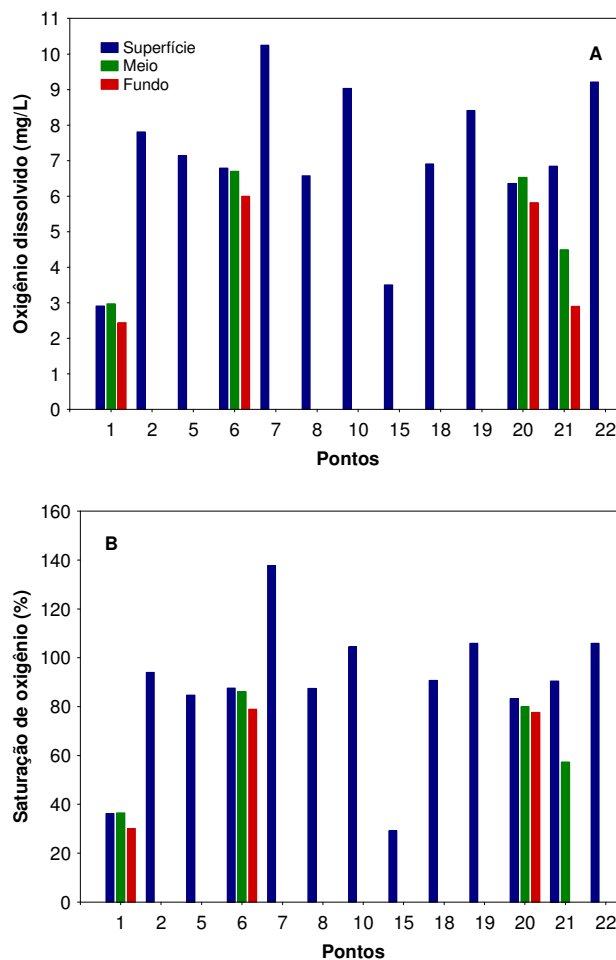


Figura 2. Concentração de oxigênio dissolvido (A) e porcentagem de saturação de oxigênio (B) em maio de 2008.

Variáveis indicadoras de luminosidade subaquática

Considerando as variáveis indicadoras de luminosidade subaquática, o reservatório da UHE Cana Brava apresentou elevada transparência da água (média = 3,8 metros). Em média, tais valores foram superiores àqueles registrados em fevereiro de 2008. Em maio, o maior valor de transparência (5,0 m) foi mensurado no ponto 21 (próximo à barragem; Figura 3). Os pontos 2 (rio Preto), 5 (rio São Félix), 10 (rio do Carmo) e 22 (rio Bonito), apresentaram valor de transparência total, tendo em vista que são tributários com menor profundidade.

Os valores de turbidez da água foram, em média, iguais a 2,12 NTU; 2,56 NTU e 2,36 NTU, na superfície, meio e fundo, respectivamente. O maior valor (5,82 NTU) foi mensurado no fundo do ponto 1 (foz do córrego Florêncio) (Figura 4). Todos os locais apresentaram valores de turbidez inferiores ao limite preconizado pela resolução CONAMA nº 357/2005 (100 NTU).

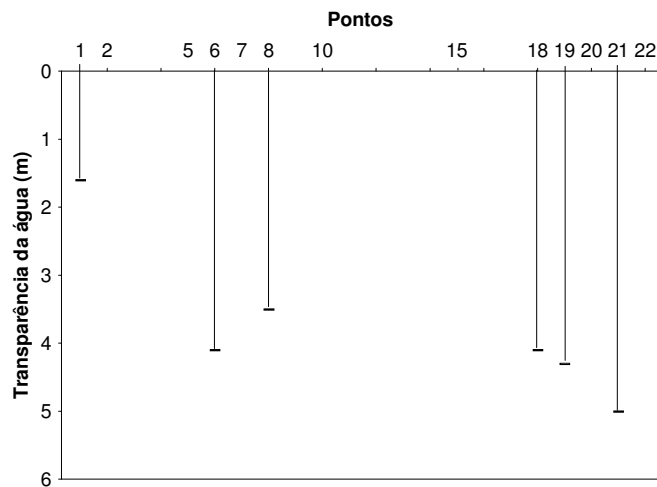


Figura 3. Valores de transparência da água.

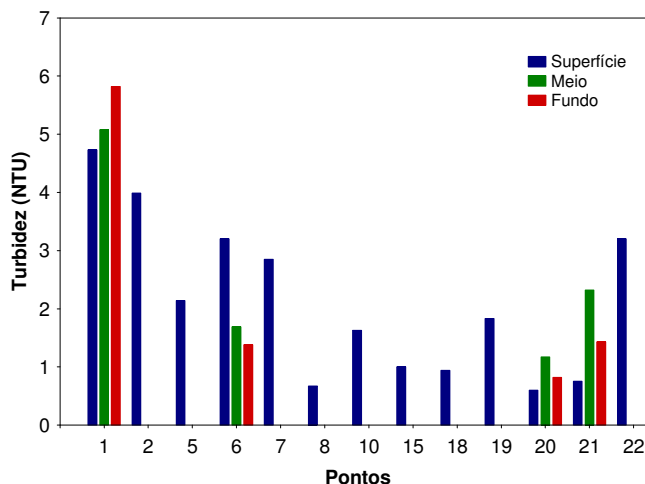


Figura 4. Valores de turbidez.

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

Em maio, os valores médios de pH foram iguais a 7,81; 7,39 e 7,6, na superfície, meio e fundo, respectivamente (Figura 5). Todos os locais monitorados apresentaram valores de pH dentro dos limites estabelecido pela resolução CONAMA para águas de classe 2 (pH entre 6,0 e 9,0), com exceção somente do ponto 7 (foz do rio Bonito; 9,19). De maneira geral, as águas do reservatório podem ser consideradas neutras.

Os valores de condutividade elétrica foram, em média, iguais a 90,08 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na superfície, 82,25 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no meio e 82,75 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no fundo (Figura 6). Na superfície da coluna da água, tais valores variaram entre 53 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no ponto 2 (rio Preto) e 162 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no ponto 22 (rio Bonito). Os valores de condutividade elétrica foram altamente correlacionados com as concentrações de sólidos totais dissolvidos ($r = 0,94$; $P < 0,001$), assim como observado em meses anteriores. As concentrações de sólidos totais dissolvidos (STD) variaram entre 32 mg/L (ponto 2) e 106 mg/L (ponto 22) (Figura 7). Assim, todos os locais apresentaram concentrações de sólidos totais dissolvidos inferiores ao limite preconizado pela resolução CONAMA nº 357/2005 (500 mg/L).

De maneira geral, não houve diferença significativa entre as profundidades amostradas, considerando os valores de pH, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos.

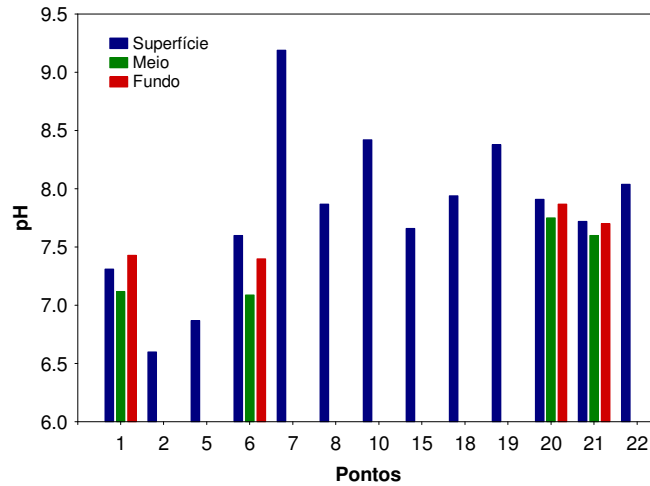


Figura 5. Valores de pH.

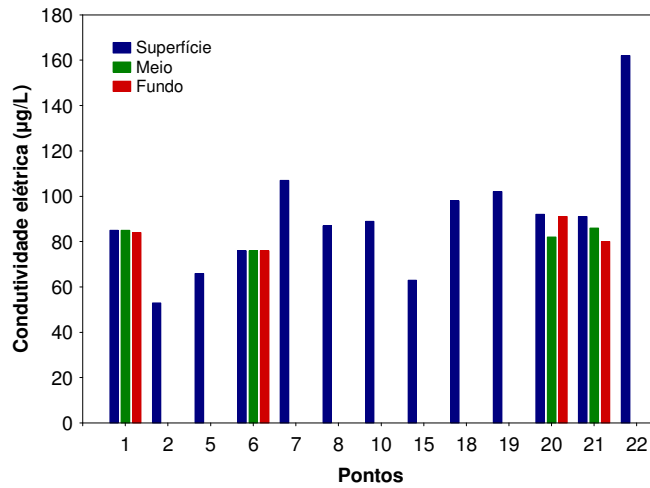


Figura 6. Valores de condutividade elétrica.

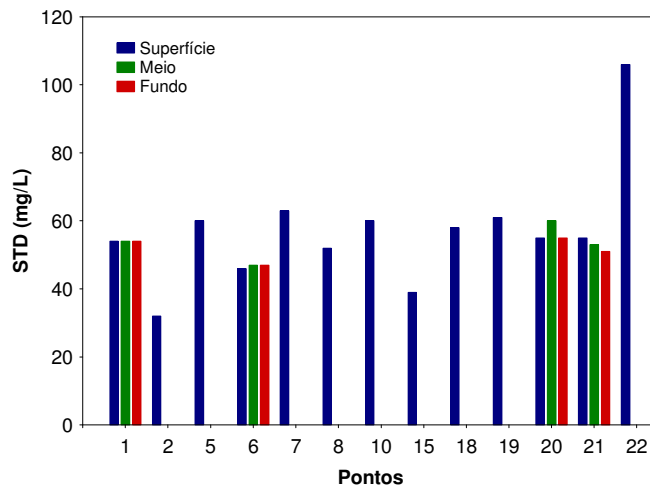


Figura 7. Concentração de sólidos totais dissolvidos (STD).

Considerando os valores de alcalinidade, também não foi observada diferença significativa entre as profundidades de amostragem. Tais valores foram, em média, iguais a 46,23 mg/L na superfície; 41,5 mg/L no meio e 43,75 mg/L no fundo (Figura 8). Tais valores são similares àqueles freqüentemente mensurados no reservatório. De maneira geral, os valores de alcalinidade variaram entre 30 mg/L (ponto 5 – rio São Félix) e 78 mg/L (ponto 22 – rio Bonito). Os valores de acidez variaram entre 3,0 mg/l (ponto 22) e 5,9 mg/l (pontos 7 e 8; foz do rio Bonito e córrego Varjão, respectivamente) (Figura 9).

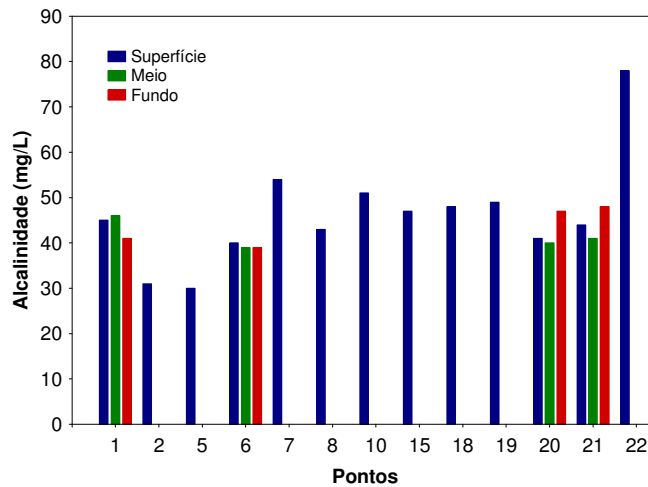


Figura 8. Valores de alcalinidade.

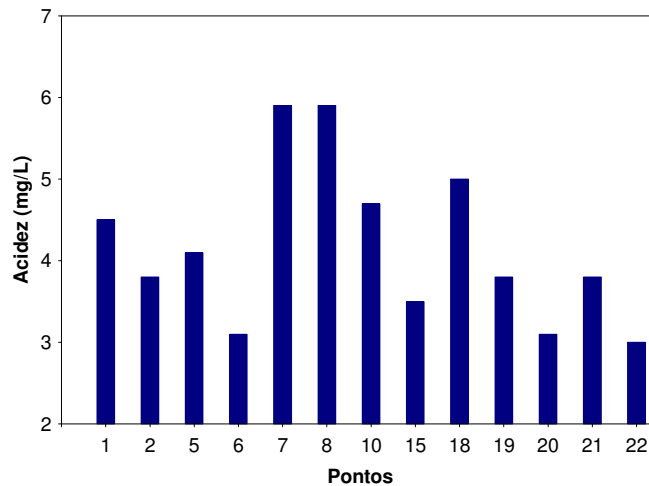


Figura 9. Valores de acidez.

Em maio, os valores de dureza mensurados na superfície da coluna da água, variaram entre 38 mg/l (ponto 2 – rio Preto) e 90 mg/l (ponto 22 - rio Bonito) (Figura 10). Em média, tais valores foram iguais a 58,77 mg/L na superfície; 54,5 mg/L no meio e 55,5 mg/L no fundo. Águas com valor de dureza inferior 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). De maneira geral, a água do reservatório da UHE Cana Brava pode ser classificada como mole. Resultado similar foi obtido em meses anteriores.

Provavelmente, em maio de 2008, o ponto 22 (rio Bonito) apresentou elevadas concentrações de íons carbonato e bicarbonato, tendo em vista os maiores valores de alcalinidade, dureza e condutividade elétrica.

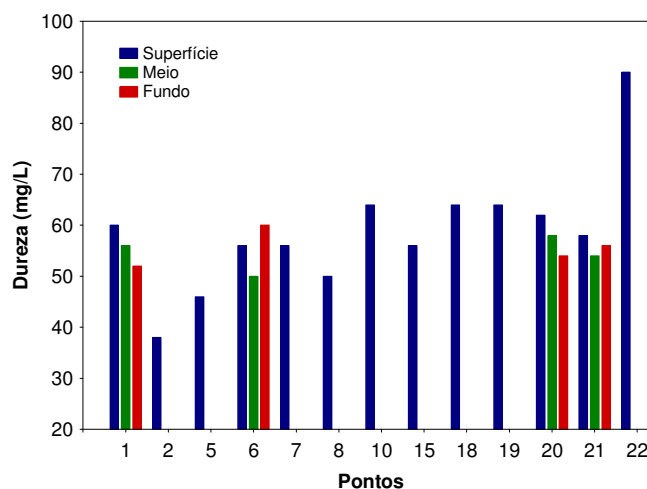


Figura 10. Valores de dureza.

Íons cloreto, sulfato, sulfeto e ferro

No trecho monitorado da UHE Cana Brava, as concentrações de cloreto variaram entre 0,4 mg/L (pontos 7, 18 e 19) e 1,6 mg/L (ponto 5 e meio do ponto 20). Todos os locais amostrados apresentaram concentrações de cloreto inferiores ao limite preconizado pela Resolução CONAMA nº 357 de 2005 (250 mg/L), assim como observado nos demais meses de monitoramento (Figura 11).

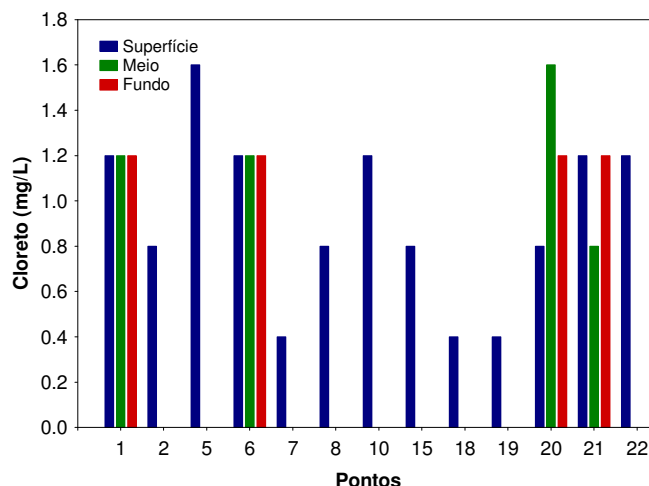


Figura 11. Concentração de cloro.

Dentre as várias formas de enxofre presentes na água, o íon sulfato e o gás sulfídrico são as mais freqüentes, sendo que o íon sulfato assume maior importância na produtividade do ecossistema, visto que constitui a principal fonte de enxofre para os produtores primários (Esteves, 1998). Em maio, as concentrações de sulfato foram inferiores ao limite de detecção do método em grande parte dos pontos monitorados. Somente a superfície dos pontos 1 e 2 apresentaram concentrações de sulfato detectáveis (2,0 mg/L e 1,0 mg/L, respectivamente). Assim, todas as concentrações de sulfato foram inferiores ao limite máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357 de 2005 (250 mg/l).

As concentrações de sulfeto variaram entre 0,001 mg/L e 0,004 mg/L (Figura 12). As concentrações mensuradas na superfície e meio do ponto 1 (foz do córrego Florêncio), superfície dos pontos 8 e 22 (córrego Varjão e rio Bonito, respectivamente) e o fundo do ponto 20, foram superiores ao limite preconizado pela resolução CONAMA (0,002 mg/l).

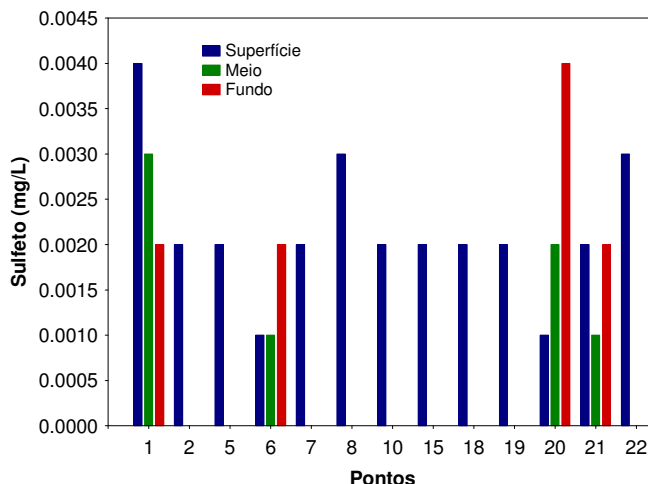


Figura 12. Concentração de sulfeto.

Em maio de 2008, a concentração média de ferro total nas águas do reservatório foi de 0,16 mg/L na superfície; 0,16 mg/L no meio e 0,42 mg/L no fundo (Figura 13). Tais concentrações variaram entre valores menores que o limite de detecção do método e 1,48 mg/L (fundo do ponto 1 – foz do córrego Florêncio). A maior concentração de ferro no ponto 1 pode ser explicada pela menor concentração de oxigênio dissolvido nesse local, tendo em vista que em ambientes onde predominam condições redox (baixas concentrações de oxigênio), grande parte dos íons de ferro encontra-se na forma reduzida (Fe^{2+}), tornando-se solúvel no ambiente aquático e, liberando o fósforo do sedimento para a coluna da água.

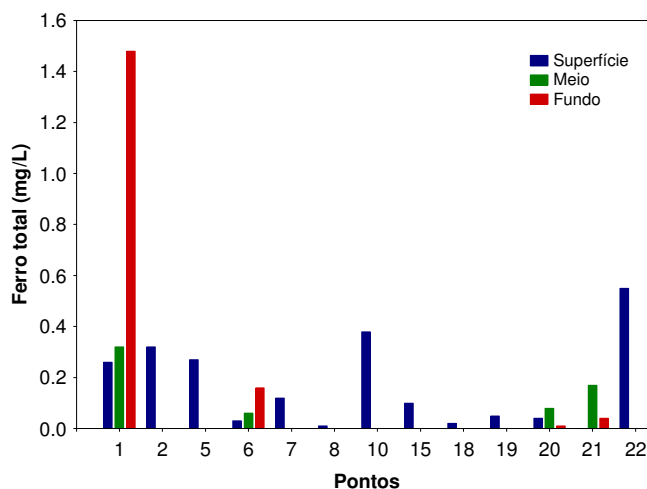
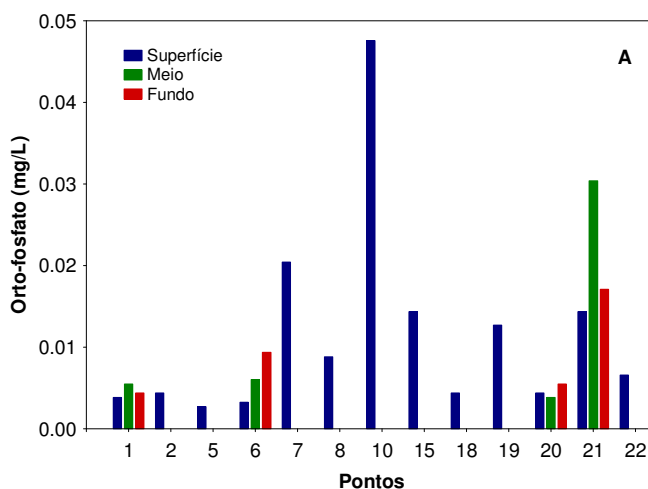


Figura 13. Concentração de ferro total.

Nutrientes

Juntamente com o nitrogênio, o fósforo é o principal nutriente responsável pelo processo de eutrofização dos ecossistemas aquáticos (Kalff, 2002; Baumgarten e Pozza, 2001). Em maio, as concentrações de orto-fosfato foram, em média, iguais a 0,011 mg/L na superfície; 0,011 mg/L no meio e 0,009 mg/L no fundo (Figura 14A). Tais concentrações foram similares às aquelas obtidas em fevereiro de 2008. As concentrações de fósforo total foram, em média, iguais a 0,024 mg/L na superfície; 0,013 mg/L no meio e 0,015 mg/L no fundo (Figura 14B). As maiores concentrações de orto-fosfato e fósforo total foram mensuradas no ponto 10 (rio do Carmo; concentração igual a 0,047 mg/L e 0,049 mg/L, respectivamente).

Considerando a resolução CONAMA nº 357/2005, ambientes intermediários (lótico/lêntico) devem apresentar concentrações de fósforo total inferiores a 0,050 mg/L. Em ambientes lóticos (como o rio do Carmo), esse limite é de 0,1 mg/L. Assim, em maio de 2008, todos os locais monitorados apresentaram concentrações de fósforo total inferiores aos limites referidos. Resultado similar foi obtido em fevereiro de 2008.



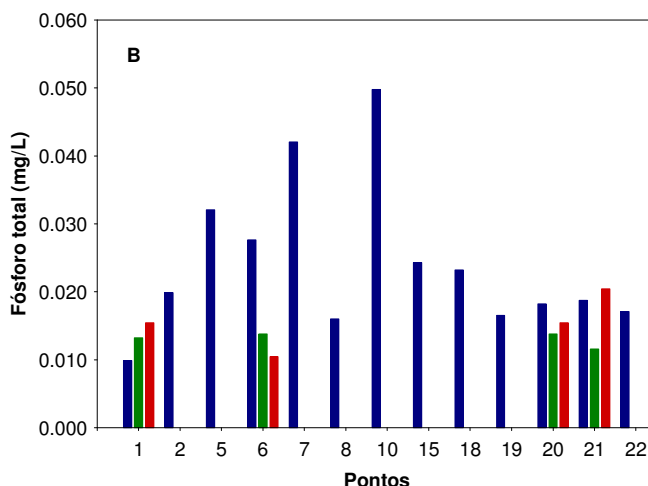


Figura 14. Concentração de orto-fosfato (A) e fósforo total (B).

As concentrações de nitrato variaram entre valores abaixo do limite de detecção do método e 0,4 mg/L (ponto 22 – rio Bonito) (Figura 15). Todos os locais amostrados apresentaram concentrações de nitrato inferiores ao limite preconizado pela Resolução CONAMA para águas de classe 2 (10 mg/l), assim como observado nos demais meses de monitoramento. As concentrações de nitrito variaram entre 0,001 mg/L e 0,008 mg/L (ponto 22) (Figura 16). Todos os locais e profundidades amostradas apresentaram concentrações de nitrito inferiores ao limite estabelecido pela Resolução CONAMA (1,0 mg/l). As concentrações de nitrogênio amoniacal variaram entre 0,02 mg/L (ponto 5 – rio São Félix) e 0,18 mg/L (ponto 22) (Figura 17). De acordo com os valores de pH nas águas monitoradas, pode-se afirmar que as concentrações de nitrogênio amoniacal foram inferiores ao limite estabelecido pela Resolução CONAMA (3,7 mg/l para $\text{pH} \leq 7,5$; 2,0 mg/l para $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$; e 1,0 mg/L para $8,0 < \text{pH} \leq 8,5$).

De maneira geral, houve um decréscimo nas concentrações de nitrato, nitrito e nitrogênio amoniacal em maio de 2008, comparando com fevereiro de 2008. Além disso, ao longo de todo o período de monitoramento limnológico, as concentrações desses nutrientes jamais ultrapassaram o limite preconizado pela referida resolução.

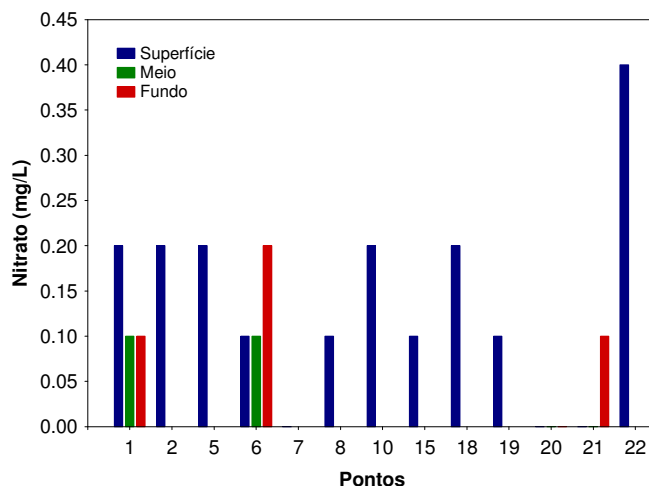


Figura 15. Concentração de nitrato.

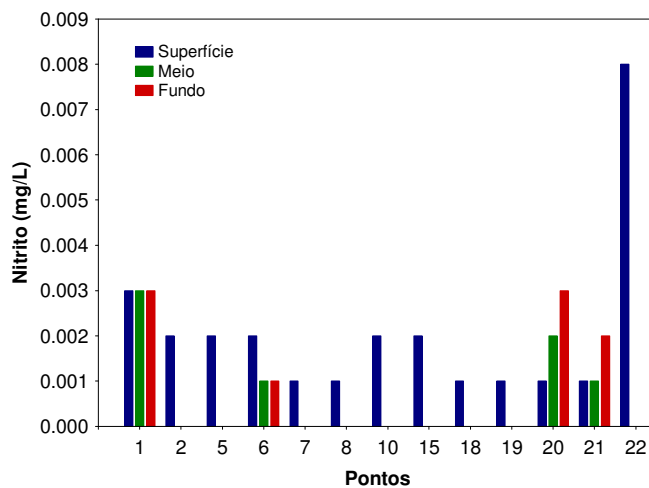


Figura 16. Concentração de nitrito.

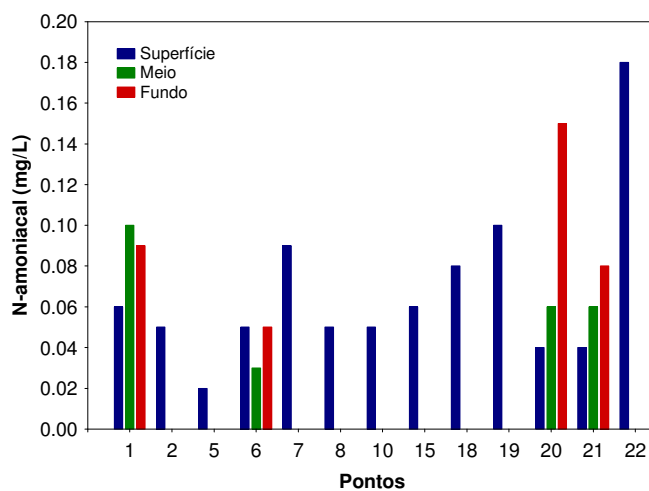


Figura 17. Concentração de nitrogênio amoniacal.

Em maio de 2008, os valores de DBO_5 variaram entre 2,2 mg/l (ponto 21 – próximo à barragem) e 9,1 mg/l (ponto 22 – rio Bonito) (Figura 18). Tais valores foram, em média, similares àqueles obtidos em fevereiro de 2008, com exceção somente do valor discrepante obtido no ponto 7 nesse mês de maio. Assim, os pontos 7, 10 (rio do Carmo) e 22 (rio Bonito) apresentaram valores de DBO_5 superiores ao limite máximo preconizado pela Resolução nº 357 de março de 2005 (5,0 mg/l).

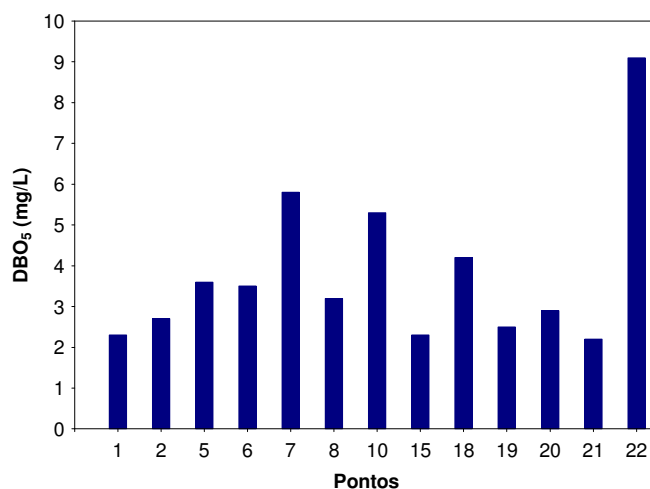
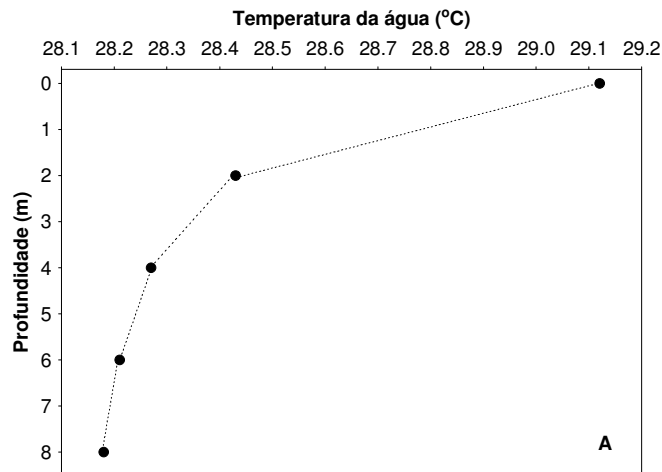


Figura 18. Valores de DBO_5 .

3.2. Perfil vertical do ponto 21 (próximo à barragem)

O perfil vertical do ponto 21 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) (Figura 19).

Em maio de 2008, a camada superficial e de fundo apresentaram diferenças de temperatura de $0,94^{\circ}\text{C}$, ou seja, superior àquela registrada em fevereiro de 2008 ($0,03^{\circ}\text{C}$), no entanto, inferior à obtida em novembro e agosto de 2007 ($3,4^{\circ}\text{C}$ e $1,15^{\circ}\text{C}$, respectivamente). A concentração de oxigênio dissolvido apresentou uma diferença igual a $0,6\text{ mg/L}$, entre a maior e menor concentração. Desta maneira, no mês de maio, não foi observado estratificação térmica da coluna da água no reservatório da UHE Cana Brava, assim como registrado em fevereiro de 2008.



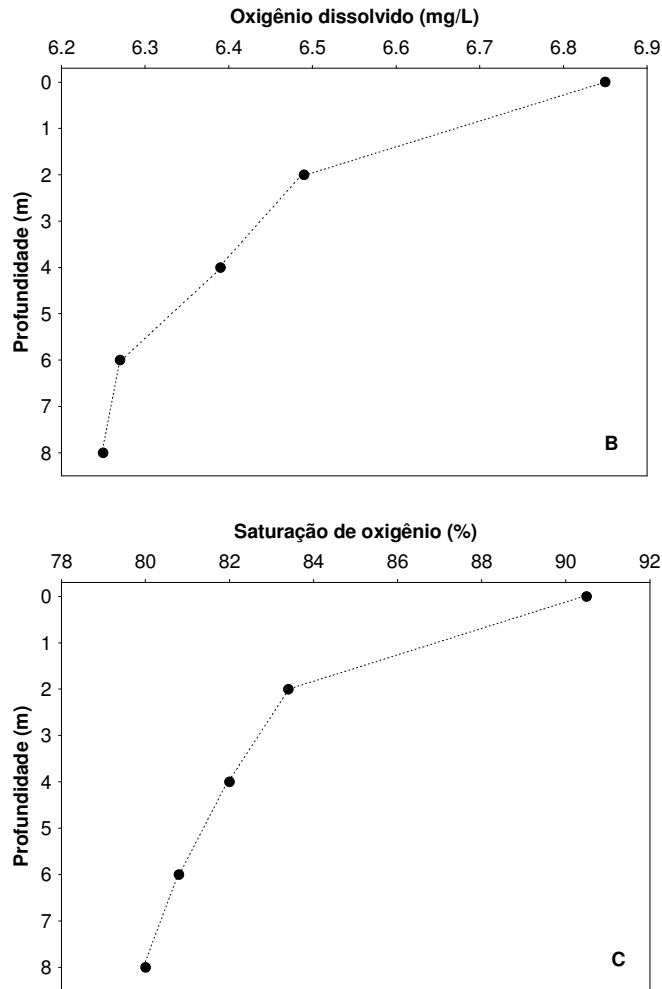


Figura 19. Gradiente vertical de temperatura (A), oxigênio dissolvido (B) e porcentagem de saturação de oxigênio (C), no ponto 21, em maio de 2008.

3.3. Parâmetros Bacteriológicos

Em maio de 2008, a densidade de coliformes totais no reservatório da UHE Cana Brava variou entre valores ausentes (pontos 6 e 20) e >1600 NMP/100ml (ponto 7 – foz do rio Bonito) (Tabela 3). A densidade de coliformes fecais (termotolerantes) variou entre valores ausentes (pontos 1, 6, 18 e 20) e 1600 NMP/100ml (ponto 22 – rio Bonito).

De acordo com a resolução CONAMA, para águas de classe 2, no mês de maio, somente o ponto 22 (rio Bonito) apresentou densidade de coliformes fecais (termotolerantes) acima do limite permitido (1000 NMP/100ml).

Tabela 3. Densidade de coliformes totais e fecais nos pontos amostrados no reservatório da UHE Cana Brava em maio de 2008.

Pontos	Coliformes totais (NMP/100ml)	Coliformes fecais (NMP/100ml)
1	2	Ausente
2	350	17
5	170	11
6	Ausente	Ausente
7	>1600	14
8	4,0	4,0
10	170	110
15	1600	6,8
18	2,0	Ausente
19	26	21
20	Ausente	Ausente
21	11	7,8
22	1600	1600

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pressupondo que as águas do sistema monitorado são enquadradas na Classe 2 da Resolução nº 357 de março de 2005 do CONAMA, grande parte do trecho monitorado, em maio de 2008, no reservatório da UHE Cana Brava, apresentaram resultados compatíveis com os limites preconizados pela referida resolução. As seguintes transgressões foram observadas:

- Concentrações de oxigênio dissolvido inferiores a 5,0 mg/L na superfície dos pontos 1 (foz do córrego Florêncio) e 15 (jusante da barragem), meio e fundo dos pontos 1 e 21;
- Valor de pH acima de 9,0 na superfície do ponto 7 (foz do rio Bonito);
- Concentração de sulfeto superior a 0,002 mg/L na superfície e meio do ponto 1 (foz do córrego Florêncio), superfície dos pontos 8 e 22 (córrego Varjão e rio Bonito, respectivamente) e o fundo do ponto 20 (meio do reservatório);
- Valor de DBO₅ superior a 5,0 mg/L nos pontos 7 (foz do rio Bonito), 10 (rio do Carmo) e 22 (rio Bonito);
- Densidade de coliformes fecais (termotolerantes) superior a 1000 NMP/100ml no ponto 22 (rio Bonito).

Em maio, pode-se destacar os baixos valores de turbidez, compostos nitrogenados e, principalmente, fósforo total. Além disso, ressalta-se as baixas concentrações de oxigênio dissolvido em toda a coluna da água do ponto 1 (foz

do córrego Florêncio), o que é preocupante, tendo em vista a morte de peixes que ocorreu no local em anos anteriores. A elevada concentração de ferro no fundo do ponto 1, também indica as condições anóxicas do ambiente.

Considerando a variabilidade espacial, em maio, o ponto 22 (rio Bonito) apresentou os maiores valores de condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos (STD), alcalinidade e dureza, indicando a elevada concentração de íons, principalmente carbonatos e bicarbonatos, nesse ambiente. Além disso, o rio Bonito apresentou elevados valores de densidade de coliformes totais e fecais (termotolerantes). Os demais locais monitorados foram similares entre si, considerando as características limnológicas.

5. BIBLIOGRAFIA

American Public Health Association (APHA) (1998) *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 19th edn. American Public Health Association Publications, Washington DC.

Baumgarten, M. G. Z., Pozza, S. A., 2001. *Qualidade de águas: descrição de parâmetros químicos referidos na legislação ambiental*. Rio Grande: Editora FURG, 166p.

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

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

ANEXO I

RESULTADOS DA CAMPANHA DE MAIO DE 2008

Resultados referentes à campanha de maio de 2008 na UHE Cana Brava.

Pontos		1	2	5	6	7	8	10	15	18	19	20	21	22
Temperatura ambiente (°C)		26	29	30	33	28	29	29	30	28	28	30	30	30
Temperatura da água (°C)	S	26,41	24,78	24,19	28,66	30,64	29,45	23,49	27,27	29,59	29,18	29,12	29,12	24,38
	M	26,3			27,9								27,88	
	F	26,35			27,09								26,6	
Transparência da água (m)		1,6	-	-	4,1	-	3,5	-	-	4,1	4,3	-	5	-
Turbidez (NTU)	S	4,73	3,99	2,14	3,2	2,85	0,67	1,63	1,0	0,94	1,83	0,6	0,75	3,2
	M	5,08			1,69							1,17	2,32	
	F	5,82			1,38							0,82	1,43	
pH	S	7,31	6,6	6,87	7,6	9,19	7,87	8,42	7,66	7,94	8,38	7,91	7,72	8,04
	M	7,12			7,09							7,75	7,6	
	F	7,43			7,4							7,87	7,7	
Condutividade elétrica (µS/cm)	S	85	53	66	76	107	87	89	63	98	102	92	91	162
	M	85			76							82	86	
	F	84			76							91	80	
Oxigênio dissolvido (mg/l)	S	2,91	7,81	7,14	6,79	10,25	6,57	9,03	3,5	6,91	8,41	6,36	6,85	9,21
	M	2,97			6,7							6,53	4,49	
	F	2,44			6							5,82	2,9	
Saturação de oxigênio (%)	S	36,3	94	84,8	87,6	137,8	87,5	104,5	29,2	90,8	105,9	83,3	90,5	106
	M	36,5			86,2							80,1	57,3	
	F	30,1			79							77,6		
Sólidos totais dissolvidos (mg/l)	S	54	32	60	46	63	52	60	39	58	61	55	55	106
	M	54			47							60	53	
	F	54			47							55	51	
Alcalinidade (mg/l)	S	45	31	30	40	54	43	51	47	48	49	41	44	78
	M	46			39							40	41	
	F	41			39							47	48	
Acidez (mg/l)	S	4,5	3,8	4,1	3,1	5,9	5,9	4,7	3,5	5	3,8	3,1	3,8	3
Dureza total (mg/l)	S	60	38	46	56	56	50	64	56	64	64	62	58	90
	M	56			50							58	54	
	F	52			60							54	56	

Cloreto (mg/L)	S	1,2	0,8	1,6	1,2	0,4	0,8	1,2	0,8	0,4	0,4	0,8	1,2	1,2
	M	1,2			1,2							1,6	0,8	
	F	1,2			1,2							1,2	1,2	
Ferro (mg/l)	S	0,26	0,32	0,27	0,03	0,12	0,01	0,38	0,1	0,02	0,05	0,04	ALD	0,55
	M	0,32			0,06							0,08	0,17	
	F	1,48			0,16							0,01	0,04	
Sulfato (mg/l)	S	2	1	ALD	ALD	ALD	ALD	ALD	ALD	ALD	ALD	ALD	ALD	ALD
	M	ALD			ALD							ALD	ALD	
	F	ALD			ALD							ALD	ALD	
Sulfeto (mg/l)	S	0,004	0,002	0,002	0,001	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,002	0,003
	M	0,003			0,001							0,002	0,001	
	F	0,002			0,002							0,004	0,002	
Orto-fosfato (mg/L)	S	0,0038	0,0044	0,0027	0,0033	0,0204	0,0088	0,0476	0,0144	0,0044	0,0127	0,0044	0,0144	0,0066
	M	0,0055			0,0061							0,0038	0,0304	
	F	0,0044			0,0094							0,0055	0,0171	
Fósforo total (mg/L)	S	0,0099	0,0199	0,0321	0,0276	0,0420	0,0160	0,0498	0,0243	0,0232	0,0166	0,0182	0,0188	0,0171
	M	0,0132			0,0138							0,0138	0,0116	
	F	0,0155			0,0105							0,0155	0,0204	
Nitrato (mg/l)	S	0,2	0,2	0,2	0,1	ALD	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	ALD	ALD	0,4
	M	0,1			0,1							ALD	ALD	
	F	0,1			0,2							ALD	0,1	
Nitrito (mg/l)	S	0,003	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,008
	M	0,003			0,001							0,002	0,001	
	F	0,003			0,001							0,003	0,002	
N-amoniaco (mg/l)	S	0,06	0,05	0,02	0,05	0,09	0,05	0,05	0,06	0,08	0,1	0,04	0,04	0,18
	M	0,1			0,03							0,06	0,06	
	F	0,09			0,05							0,15	0,08	
DBO ₅ (mg/l)	S	2,3	2,7	3,6	3,5	5,8	3,2	5,3	2,3	4,2	2,5	2,9	2,2	9,1
Coliformes totais (NMP/100ml)	S	2,0	350	170	Ausente	>1600	4,0	170	1600	2,0	26	Ausente	11	1600
Coliformes fecais (NMP/100ml)	S	Ausente	17	11	Ausente	14	4,0	110	6,8	Ausente	21	Ausente	7,8	1600

ALD=abaixo do limite de detecção do método.