



**UHE CANA BRAVA
PROGRAMA MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO**

FASE OPERAÇÃO

**XXIV RELATÓRIO TÉCNICO PARCIAL REFERENTE À
CAMPANHA DE FEVEREIRO DE 2009**

Maio de 2009

EQUIPE RESPONSÁVEL

Coordenadora do laboratório

Bióloga M.Sc. Juliana Machado do Couto

Trabalhos de campo e laboratório

Bióloga Kátia Bittar Haddad

Bióloga Lívia Ferreira e Silva

Biólogo Paulício Maconi Filho

Biólogo Wagner Batista Xavier

Análise das comunidades aquáticas

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

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

Bióloga M.Sc. Carolina Bussadori Piva (Zoobentos)

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	01
2. METODOLOGIA	02
2.1. Variáveis físico-químicas e bacteriológicas	02
2.2. Análise de mercúrio no sedimento	05
2.3. Variáveis biológicas	05
3. RESULTADOS	07
3.1. Parâmetros físico-químicos	07
3.2. Concentração de mercúrio no sedimento	20
3.3. Parâmetros bacteriológicos	22
3.4. Parâmetros biológicos	23
3.4.1. Fitoplâncton	23
3.4.2. Zooplâncton	29
3.4.3. Zoobentos	34
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
5. BIBLIOGRAFIA	41
ANEXO I	44

1. APRESENTAÇÃO

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

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

O conteúdo deste Relatório Técnico inclui:

- (i) descrever os métodos analíticos que foram utilizados para determinação das variáveis físicas, químicas e biológicas;
- (ii) apresentar os resultados obtidos em fevereiro de 2009, em 13 pontos de monitoramento localizados no reservatório da UHE Cana Brava e, assim, contribuir com a caracterização limnológica deste trecho;
- (iii) comparar os resultados obtidos com os limites preconizados pela Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005, para águas da Classe 2;
- iv) apresentar os resultados referentes à análise de fitoplâncton, zooplâncton e zoobentos na área do reservatório da UHE Cana Brava.

2. METODOLOGIA

2.1. Variáveis físicas, químicas e bacteriológicas

Coleta das amostras

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

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

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

Análise das amostras

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

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

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

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

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

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

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

2.2. Análise de mercúrio no sedimento

A análise para determinação de mercúrio no sedimento foi realizada pelo Centro de Assistência Toxicológica (CEATOX) da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) - Botucatu – SP, através de espectrofotometria por absorção atômica. A coleta do sedimento foi realizada nos pontos 2, 7, 10, 21 e 22.

2.3. Variáveis biológicas

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

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

A densidade fitoplanctônica foi estimada segundo o método de Utermöhl (1958) com prévia sedimentação de 10 mililitros da amostra. A densidade fitoplanctônica foi calculada de acordo com APHA (1998) 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, 2000).

O índice de diversidade (H'), expresso em bits.ind.^{-1} , foi estimado segundo Shannon e Wiener. A equitabilidade, como uma medida de quão homogeneamente a biomassa ou densidade é distribuída entre as espécies, foi expressa em porcentagem. Como riqueza de espécies considerou-se o número de espécies presentes em cada amostra quantitativa. As espécies dominantes

foram definidas como aquelas que apresentaram densidades ou biovolume superiores a 50% do total da amostra (Huszar, 1994).

As amostras de zooplâncton foram coletadas com auxílio de uma moto-bomba, tendo sido filtrados 1000 litros de água nos pontos 2, 10 e 22, e 500 litros de água nos pontos 7 e 21, em uma rede de plâncton de 68 μm de abertura de malha. O material coletado foi acondicionado em frascos de polietileno e fixado em solução de formaldeído a 4%, tamponada com carbonato de cálcio.

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

A amostragem quali-quantitativa dos organismos bentônicos foi realizada com um amostrador tipo Petersen (252 cm^2) em todos os pontos. Somente a amostragem no ponto 10 foi realizada com surber (1000 cm^2), 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^2 de área de substrato. As seguintes referências bibliográficas foram consultadas para auxílio nas identificações

taxonômicas: Edmunds Jr., G. F. & Waltz, R. D. (1996), Edmunds Jr. et al. (1979), El Moor-Loureiro (1997), Fernández & Dominguez (2001), Merrit & Cummins (1996), Peckarsky et al. (1990) e Wiggins (1977).

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

3. RESULTADOS

Os resultados das análises se encontram no Anexo I.

3.1. Parâmetros Físicos e Químicos

Em fevereiro de 2009, a temperatura média do ar foi igual a 28,4°C. Os valores da temperatura da água foram, em média, iguais a 29,32°C na superfície, 29,7°C no meio e 28,9°C no fundo dos pontos amostrados (Figura 1). Nos pontos onde foi mensurada a temperatura da água em três profundidades, a maior diferença nos valores entre a superfície e fundo da coluna da água foi observado no ponto 20 (meio do reservatório; diferença igual a 2,3°C). Tal diferença foi superior àquela registrada em novembro de 2008 (diferença igual a 1,56°C no ponto 20). Dessa maneira, assim como observado em maio, agosto e novembro de 2008, em fevereiro de 2009, provavelmente, não houve estratificação térmica no trecho monitorado.

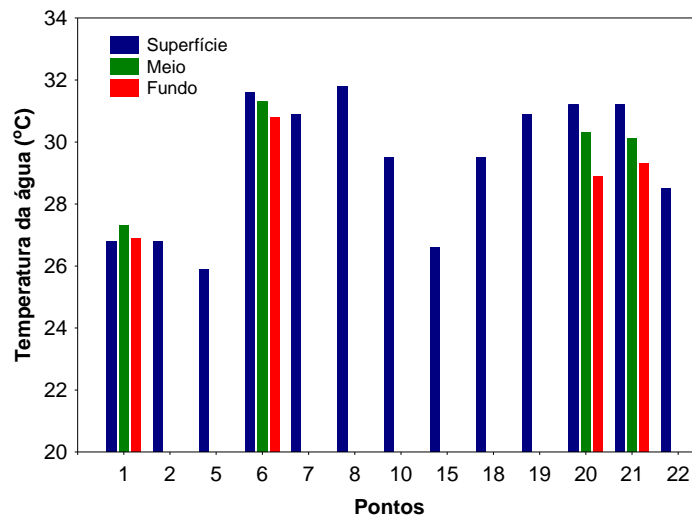


Figura 1. Valores da temperatura da água.

Em fevereiro de 2009, as concentrações de oxigênio dissolvido foram, em média, iguais a 6,78 mg/L; 5,15 mg/L e 4,01 mg/L, na superfície, meio e fundo, respectivamente (Figura 2). Tais valores foram inferiores àqueles registrados em novembro de 2008, principalmente nas maiores profundidades (média igual a 6,16 mg/l; 5,85 mg/l e 5,14 mg/l, na superfície, meio e fundo, respectivamente). Na superfície da coluna da água, tais concentrações variaram entre 4,0 mg/L (ponto 1 – foz do córrego Florêncio) e 7,9 mg/L (ponto 7). Considerando o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas de classe 2 (5,0 mg/L), somente a superfície do ponto 1 apresentou concentração desse gás inferior a 5,0 mg/L. O meio e fundo do ponto 1, assim como o fundo do ponto 20 (meio do reservatório) também apresentaram baixas concentrações de oxigênio dissolvido.

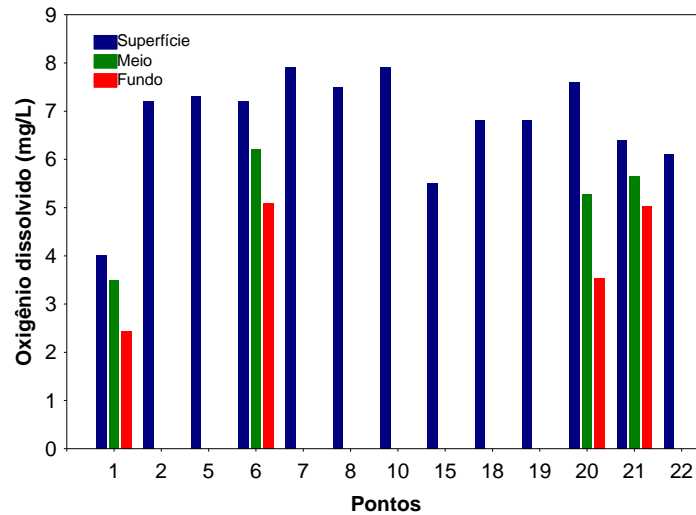


Figura 2. Concentração de oxigênio dissolvido.

Variáveis indicadoras de luminosidade subaquática

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

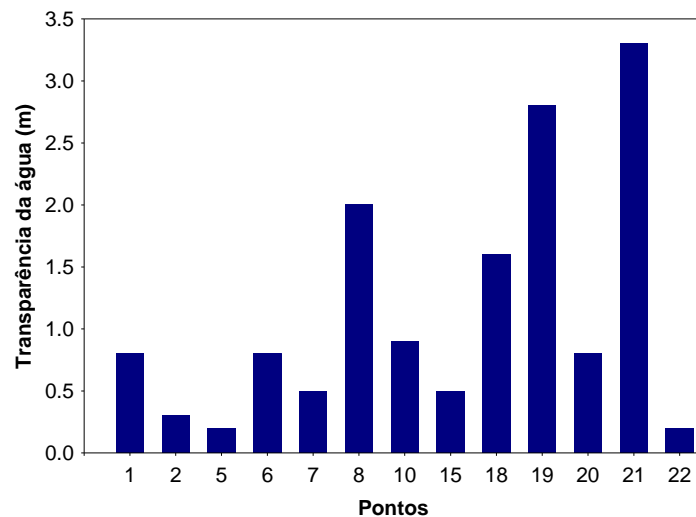


Figura 3. Valores de transparência da água.

Os valores de turbidez corroboram os resultados da transparência da água, ou seja, o reservatório da UHE Cana Brava apresenta águas

transparentes. Em fevereiro de 2009, os valores de turbidez variaram entre 1,0 NTU e valor superior a 1000 NTU (ponto 22 – rio Bonito) (Figura 4). Assim, nesse mês, todos os locais monitorados apresentaram valores de turbidez inferiores ao limite preconizado pela resolução CONAMA nº 357/2005 (100 NTU), com exceção dos pontos 5 (rio São Félix) e ponto 22 (rio Bonito). Em novembro de 2008, o ponto 22 também apresentou o maior valor de turbidez.

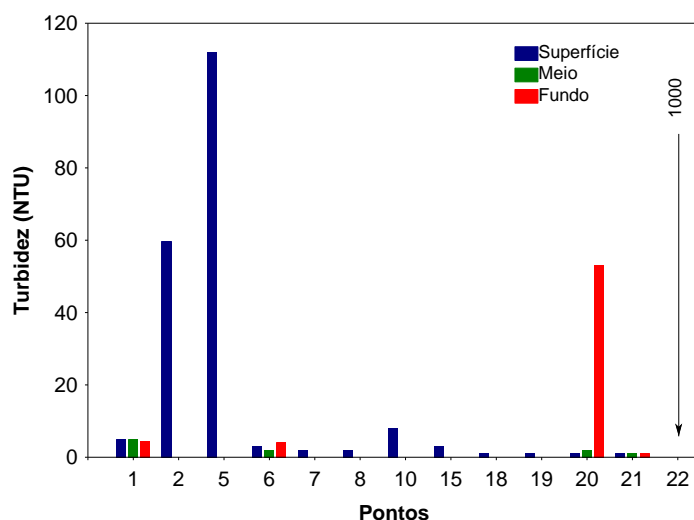


Figura 4. Valores de turbidez.

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

Os valores médios de pH foram iguais a 7,6; 7,91 e 7,41, na superfície, meio e fundo, respectivamente (Figura 5). De maneira geral, todos os locais monitorados apresentaram valores de pH dentro do limite preconizado pela resolução CONAMA para águas de classe 2 (pH entre 6,0 e 9,0). Além disso, as águas do reservatório podem ser consideradas neutras, ocorrendo poucas transgressões da resolução CONAMA, durante o período monitorado na fase de operação do reservatório.

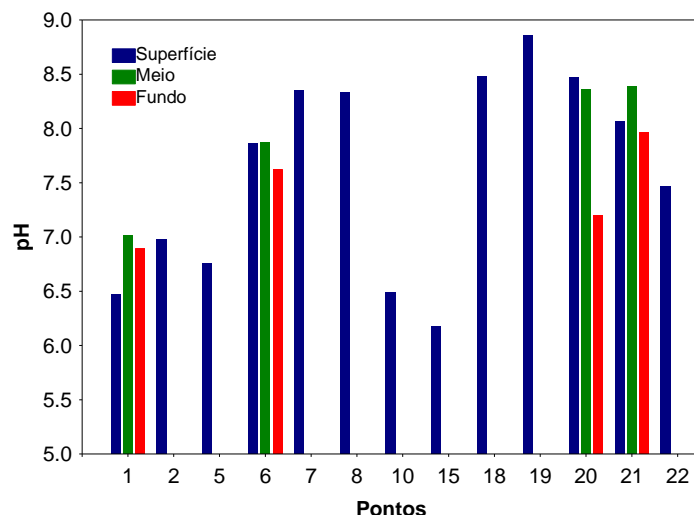


Figura 5. Valores de pH.

Em fevereiro de 2009, os valores de condutividade elétrica foram, em média, iguais a 102,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na superfície; 110,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no meio e 108,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no fundo (Figura 6). O menor valor (51 $\mu\text{S}/\text{cm}$) foi mensurado no ponto 5 (rio São Félix), enquanto que o maior valor (158 $\mu\text{S}/\text{cm}$) foi obtido na superfície do ponto 22 (rio Bonito). De maneira geral, os maiores valores de condutividade elétrica freqüentemente são obtidos no rio Bonito (ponto 22; ver relatório referente a agosto de 2008).

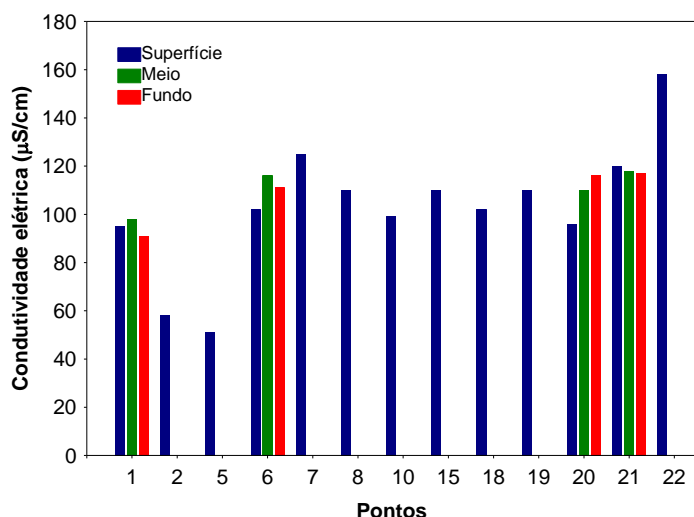


Figura 6. Valores de condutividade elétrica.

Em fevereiro, os valores de condutividade elétrica foram altamente correlacionados com as concentrações de sólidos totais dissolvidos ($r = 0,81$; P

<0,001). Tais concentrações, na superfície da coluna da água, variaram entre 18 mg/L (ponto 5 – rio São Félix) e 132 mg/L (ponto 22 - rio Bonito (Figura 7). Assim, todos os locais apresentaram concentrações de sólidos totais dissolvidos inferiores ao limite preconizado pela resolução CONAMA n° 357/2005 (500 mg/L).

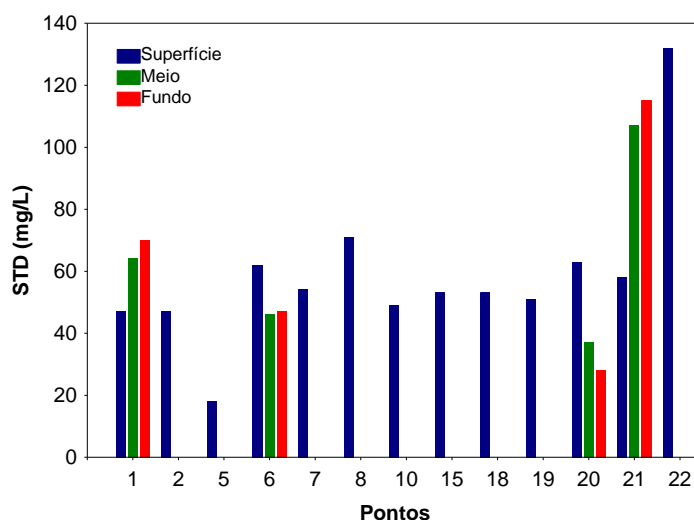


Figura 7. Concentração de sólidos totais dissolvidos (STD).

Em média, os valores de alcalinidade foram iguais a 32,3 mg/L na superfície, 32,5 mg/L no meio e 32,5 mg/L no fundo dos pontos amostrados (Figura 8). Tais valores foram similares àqueles mensurados em maio, agosto e novembro de 2008. A maior concentração (68 mg/L) foi mensurada no rio Bonito (ponto 22). Os valores de acidez foram similares àqueles obtidos em novembro de 2008, variando entre 3,0 mg/l e 12 mg/l (média igual a 5,7 mg/L) (Figura 9).

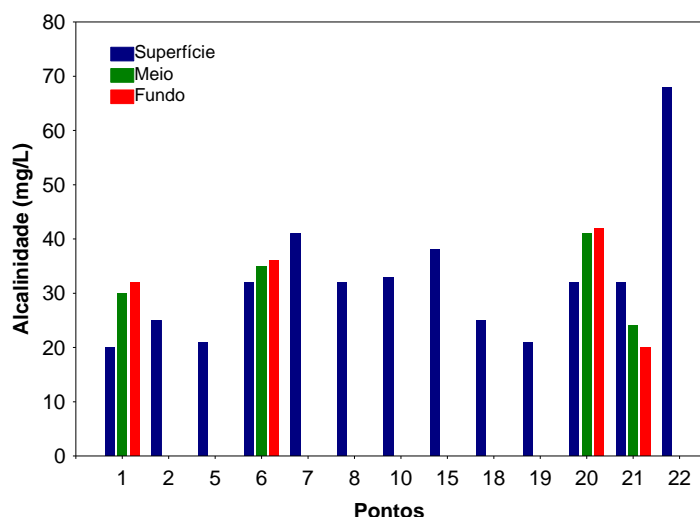


Figura 8. Valores de alcalinidade.

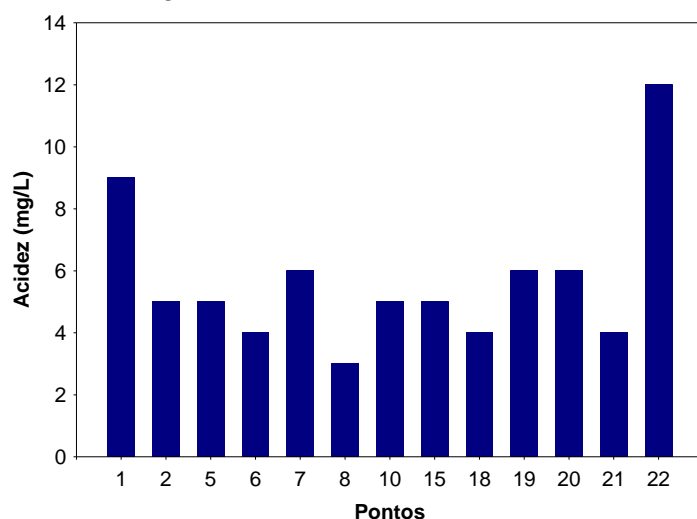


Figura 9. Valores de acidez.

A dureza da água depende basicamente da concentração de sais de cálcio e magnésio dissolvidos. Estes íons normalmente ocorrem sob a forma de carbonatos e bicarbonatos e são importantes também para a condutividade, pH e alcalinidade. Águas com teores destes sais inferiores a 125 mg/l são classificadas como moles; de 125 a 230 mg/l, como médias ou ligeiramente duras e de 230 a 450 mg/l como duras. Esta classificação não tem aplicação biológica, somente é importante em termos de tratamento de água (Baumgarten e Pozza, 2001). Os valores de dureza no sistema monitorado variaram entre 30 mg/L (ponto 2 – rio Preto) e 66 mg/L (ponto 8 – córrego Varjão) (Figura 10). Em média, tais concentrações foram inferiores àquelas

registradas em novembro de 2008. De maneira geral, a água do reservatório da UHE Cana Brava pode ser classificada como mole.

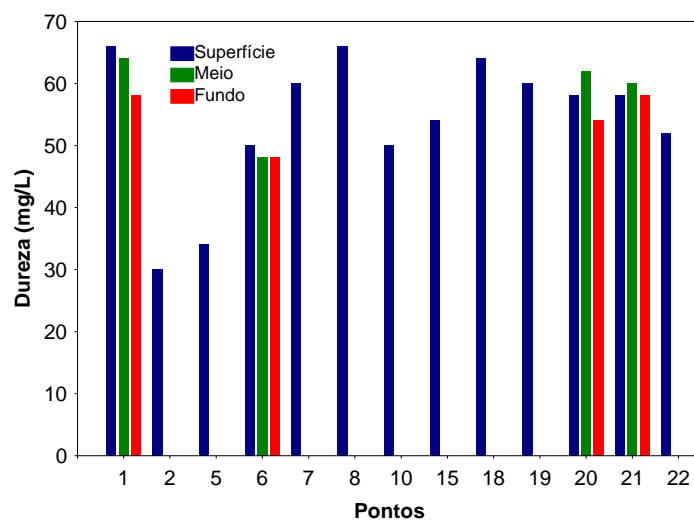


Figura 10. Valores de dureza.

Íons cloreto, sulfato, sulfeto e ferro

Todas as águas naturais, em maior ou menor escala contêm íons cloreto resultantes da dissolução de minerais ou de sais e da intrusão de águas salinas no continente. Altas concentrações de cloreto impedem o uso da água para a agricultura e exigem tratamento adequado para usos industriais (dessalinização), bem como causam danos a estruturas metálicas (corrosão) (Baumgarten & Pozza, 2001). Em fevereiro de 2009, as concentrações de cloreto foram, em média, iguais a 0,61 mg/L; 0,40 mg/L e 0,5 mg/L na superfície, meio e fundo, respectivamente. A maior concentração (1,2 mg/l) foi obtida no ponto 18 (parte interna da praia de Minaçu) (Figura 11). Todos os locais amostrados apresentaram concentrações de cloreto inferiores ao limite preconizado pela Resolução CONAMA n° 357 de 2005 (250 mg/L), assim como observado nos demais meses de monitoramento.

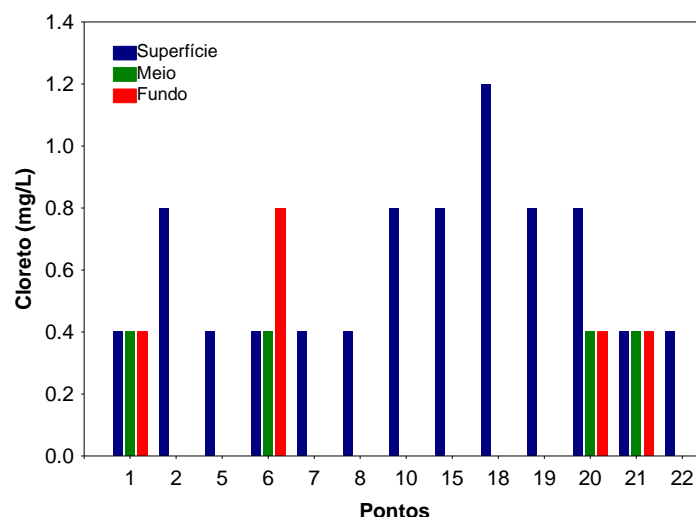


Figura 11. Concentração de cloretos.

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

Em fevereiro de 2009, a concentração de sulfato foi detectada somente na superfície dos pontos 2, 5, 10 e 22 (Figura 12a). A maior concentração (8 mg/L) foi detectada no ponto 22 (rio Bonito). Assim, tais concentrações foram inferiores ao limite máximo estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357 de 2005 (250 mg/l), como observado nos demais meses de monitoramento limnológico. As concentrações de sulfeto variaram entre 0,001 mg/L e 0,044 mg/l (ponto 22 – rio Bonito) (Figura 12b). Em fevereiro de 2009, a superfície dos pontos 2, 5, 10, 22, e o meio e fundo do ponto 6, apresentaram concentração de sulfeto superior ao limite estabelecido pela resolução CONAMA (0,002 mg/l).

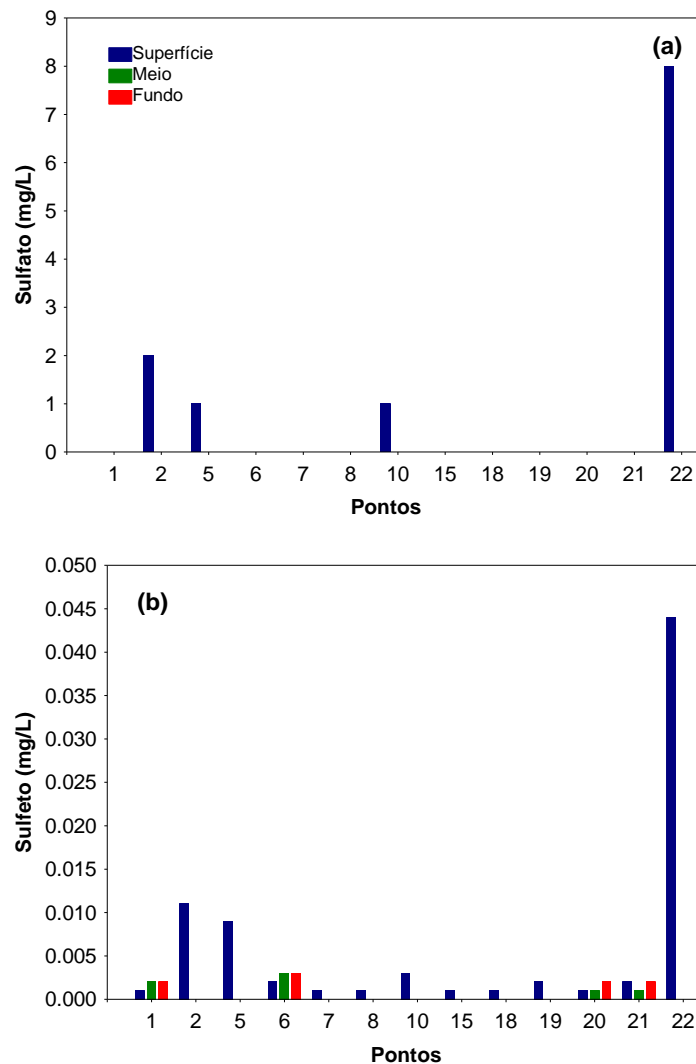


Figura 12. Concentração de sulfeto.

A concentração média de ferro total nas águas do reservatório foi de 0,42 mg/L; 0,13 mg/L e 0,16 mg/L na superfície, meio e fundo, respectivamente. O maior valor (1,61 mg/L) foi obtido na superfície do ponto 5 (rio São Félix), enquanto que o menor valor (0,03 mg/L) foi mensurado no ponto 19 (parte externa da praia de Minaçu) (Figura 13). Tais concentrações foram, em média, inferiores àquelas mensuradas em novembro de 2008. No entanto, de maneira geral, elevadas concentrações de ferro são observadas durante o período chuvoso, tendo em vista que em ambientes onde predominam condições redox (baixas concentrações de oxigênio), grande parte dos íons de ferro encontra-se na forma reduzida (Fe^{2+}), tornando-se solúvel no ambiente aquático.

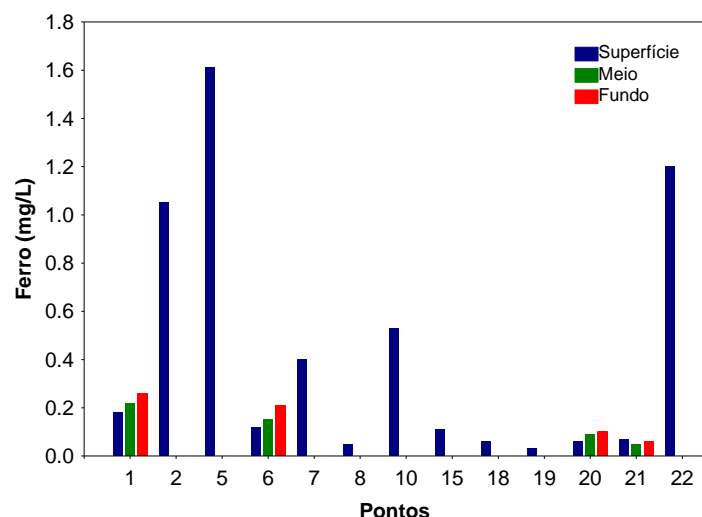


Figura 13. Concentração de ferro total.

Nutrientes

Em fevereiro de 2009, as concentrações de orto-fosfato foram, em média, iguais a 0,0054 mg/L na superfície, 0,0029 mg/L no meio e 0,0027 mg/L no fundo dos pontos amostrados. A maior concentração (0,027 mg/L) foi obtida no ponto 22 (rio Bonito) (Figura 14). Em novembro de 2008, a maior concentração de orto-fosfato também foi mensurada no rio Bonito (ponto 22).

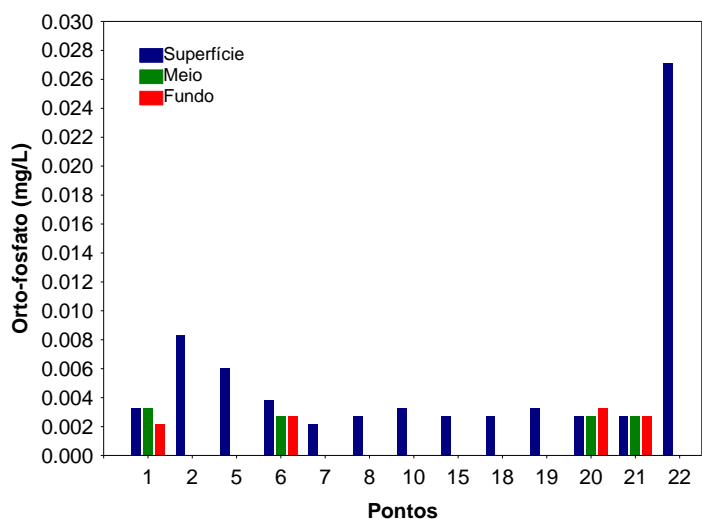


Figura 14. Concentração de orto-fosfato.

Em média, as concentrações de nitrato foram iguais a 0,28 mg/L; 0,15 mg/L e 0,12 mg/L na superfície, meio e fundo, respectivamente. A maior concentração (1,1 mg/l) foi obtida no ponto 22 (rio Bonito), assim como observado em novembro de 2008 (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 0,006 mg/L e 0,031 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 e 0,57 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, as concentrações de nitrato, nitrito e nitrogênio amoniacal em novembro de 2008 e fevereiro de 2009 foram superiores às registradas em maio e agosto de 2008. Provavelmente, o aumento da precipitação pluviométrica na região durante os meses de novembro e fevereiro seja o responsável por esses resultados. No entanto, mesmo considerando essas maiores concentrações, tais valores foram inferiores ao limite máximo estabelecido pela Resolução CONAMA.

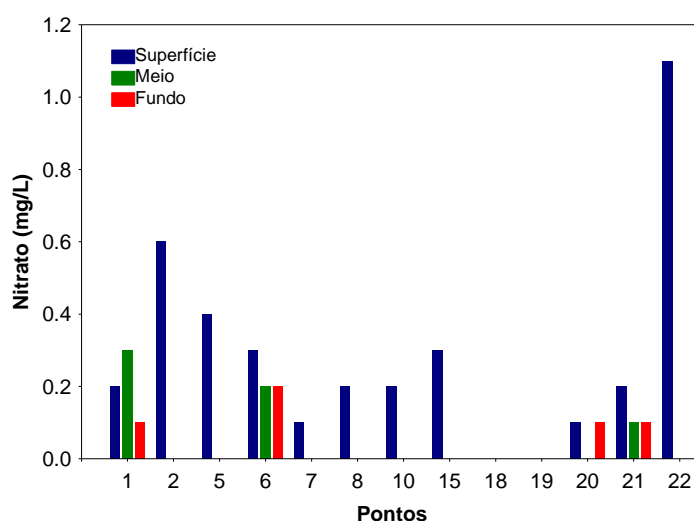


Figura 15. Concentração de nitrato.

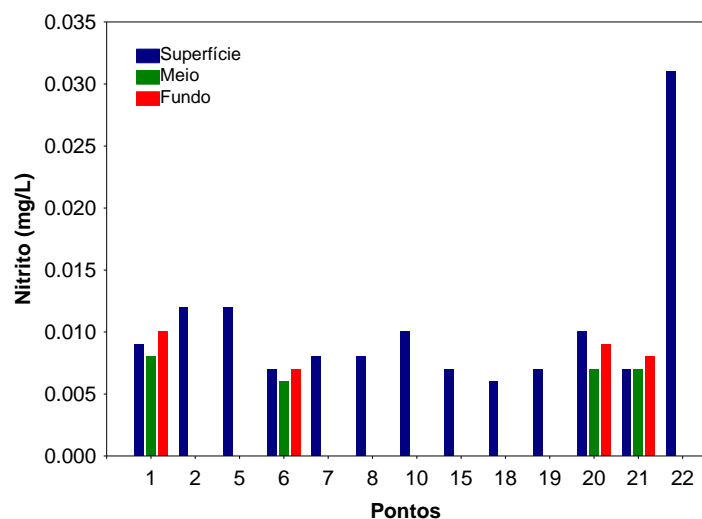


Figura 16. Concentração de nitrito.

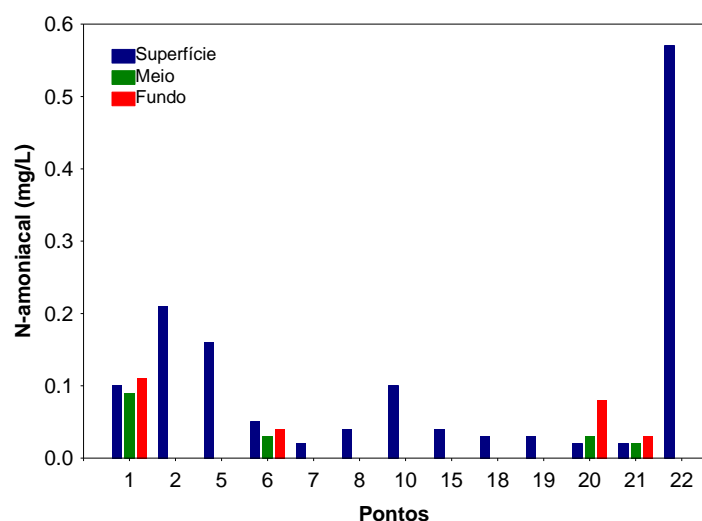


Figura 17. Concentração de nitrogênio amoniacal.

A demanda bioquímica de oxigênio avalia a quantidade de oxigênio dissolvido consumido pelos organismos aeróbios ao degradarem a matéria orgânica. Em fevereiro de 2009, os valores de DBO_5 variaram entre 0,5 mg/L (pontos 8, 18 e 21) e 3,4 mg/L (ponto 22 – rio Bonito) (Figura 18). Tais valores foram inferiores ao limite preconizado pela Resolução nº 357 de março de 2005 (5,0 mg/l), assim como observado em novembro de 2008.

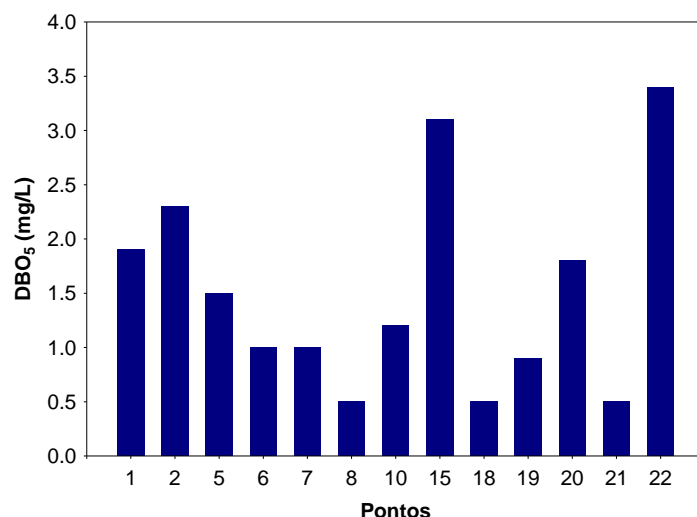


Figura 18. Valores de DBO₅.

3.2. Concentração de mercúrio no sedimento

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

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

Os metais são introduzidos no ambiente aquático pela lixiviação de solos e rochas, erupções vulcânicas e por uma variedade de atividades humanas envolvendo mineração e processos industriais pelo uso de metais ou de substâncias que contenham metais. Alguns metais como manganês, ferro, cobre e zinco são micronutrientes essenciais, enquanto outros como mercúrio, cádmio e chumbo não são requeridos mesmo em baixas quantidades pelos organismos.

O mercúrio é um metal traço extremamente tóxico e não-essencial que não tem função bioquímica ou nutricional. No ambiente aquático, o mercúrio é mais comumente encontrado no estado mercúrico (II), e o seu destino, uma vez

que o composto é lançado, é dominado pela adsorção rápida no material orgânico solúvel e particulado; seguido pela floculação, precipitação e o acúmulo final no sedimento de fundo. Devido à força com a qual o mercúrio se liga ao sedimento, a troca com a coluna de água é geralmente pequena.

De maneira geral, o sedimento analisado ao longo do reservatório da UHE Cana Brava apresentou concentrações abaixo do esperado para ambientes poluídos (Tabela 3). No Brasil, não existe legislação para o nível de contaminação de mercúrio em sedimentos. De acordo com a legislação dos Estados Unidos o nível de mercúrio (Hg) de 0,696 mg/kg é considerado o limite a partir do qual ocorrem efeitos biológicos adversos na comunidade aquática. (EPA, 2003). Assim, conforme a tabela 3, nenhum local apresentou concentração superior à legislação estabelecida pelos Estados Unidos, sendo que a maior concentração foi mensurada no rio Bonito (ponto 22) com 0,098 mg/kg. Resultado similar foi obtido em agosto de 2008.

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

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

Pontos	Concentração de mercúrio (mg/kg)
P2	0,028
P7	0,055
P10	0,041
P21	0,046
P22	0,098

3.3. Parâmetros Bacteriológicos

Em fevereiro de 2009, a densidade de coliformes totais no reservatório da UHE Cana Brava variou entre valores ausentes e valores maiores que 16000 NMP/100ml (pontos 2, 5, 15 e 22) (Tabela 4). A densidade de coliformes fecais (termotolerantes) variou entre valores ausentes e valor superior a 16000 NMP/100ml (ponto 22 – rio Bonito) (Tabela 4). De acordo com a resolução CONAMA, para águas de classe 2, no mês de fevereiro, os pontos 5 (rio São Félix) e 22 (rio Bonito) apresentaram densidade de coliformes fecais (termotolerantes) acima do limite permitido (1000 NMP/100ml).

Entre fevereiro de 2008 e fevereiro de 2009, o rio Bonito (ponto 22) apresentou elevadas densidades de coliformes fecais (superiores ao limite preconizado pela resolução CONAMA), o que não era registrado desde abril de 2006.

Tabela 4. Abundância de coliformes totais e fecais (termotolerantes) nos pontos amostrados no reservatório da UHE Cana Brava em fevereiro de 2009. Valores em negrito representam resultados acima do limite permitido pela resolução CONAMA.

Pontos	Coliformes totais (NMP/100ml)	Coliformes fecais (NMP/100ml)
1	68	20
2	>16000	320
5	>16000	5400
6	45	Ausente
7	Ausente	Ausente
8	700	330
10	5400	700
15	>16000	790
18	40	Ausente
19	110	45
20	Ausente	Ausente
21	Ausente	Ausente
22	>16000	>16000

3.4. PARÂMETROS BIOLÓGICOS

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

3.4.1. Fitoplâncton

Composição

A comunidade fitoplanctônica estudada no mês de fevereiro a partir da análise das amostras coletadas no reservatório de Cana Brava, no mês de fevereiro de 2009, mostrou menor diversidade gama (63 táxons), quando comparada ao mês de agosto de 2008, quando foram registrados 99 táxons. No mês fevereiro de 2009 esta comunidade foi representada por 9 grupos taxonômicos.

Os grupos melhores representados qualitativamente foram Chlorophyceae (32%), Cyanobactéria (22%), Bacillariophyceae (21%) e Zygnemaphyceae (11%) (Tabela 5). Estes grupos têm sido verificados como os melhores representados ao longo do monitoramento deste reservatório e também têm sido registrados como os mais representativos para a diversidade de espécies e para a biomassa do fitoplâncton em diversos rios e reservatórios brasileiros (Borges *et al.*, 2003; Train & Rodrigues, 2004; Train *et al.*, 2004; Rodrigues *et al.*, 2005; Pivato *et al.*, 2006; Borges *et al.* 2008).

A análise quantitativa da comunidade fitoplanctônica amostrada no mês de fevereiro de 2009 mostrou altos valores de riqueza de espécies no ponto 7 (corpo do reservatório, a jusante do rio Bonito) e no ponto 21 (região lacustre do reservatório). Os menores valores ocorreram nos pontos localizados nos ambientes lóticos (pontos 2, 10 e 22) (Tabela 5 e Figura 19), devido a alta velocidade do fluxo da água e alta turbidez nos mesmos. Registrou-se um decréscimo dos valores de riqueza em todos os pontos monitorados, em relação ao mês de agosto, o que pode ser atribuído às chuvas ocorridas no mês de fevereiro, que aumentam a carga de materiais inorgânicos de origem

alóctone aumentando a turbidez da água, bem como ao efeito dilutivo, devido ao aumento do nível de água.

Tabela 5. Táxons fitoplanctônicos inventariados a partir das amostras qualitativas e quantitativas dos pontos monitorados no reservatório Cana Brava, em (GO), em fevereiro de 2009.

Táxons	Ponto 2	Ponto 7	Ponto 10	Ponto 21	Ponto 22
BACILLARIOPHYCEAE					
<i>Achnanthes exigua</i> Grun.		x	x		
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Sim. var. <i>granulata</i>	x				
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.				x	x
<i>Discostella stelligera</i> (Cl. & Grun.) Houk & Klee		x		x	
<i>Gomphonema augur</i> Ehr.					x
<i>Gomphonema gracile</i> Ehr.			x		
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kütz.) Kütz.			x		
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.			x		
<i>Navicula schroterii</i> Meist.			x		
<i>Nitzschia</i> sp.			x		
<i>Nitzschia tubicola</i> Grun.	x			x	
<i>Pinnularia</i> sp.	x	x			x
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitz.) Comp.			x	x	x
CYANOBACTERIA					
<i>Aphanocapsa delicatissima</i> W. et G. S. West		x		x	
<i>Aphanocapsa elachista</i> W. & West		x		x	
<i>Chroococcus limneticus</i> Lemm.		x			
<i>Chroococcus minutus</i> (Kütz.) Näg.				x	
<i>Coelomorum tropicale</i> Senn., Peres & Kom.		x		x	
<i>Cyanodicyction</i> cf. <i>imperfectum</i> Cronb. & Weib.		x		x	
<i>Lemmermanniella pallida</i> (Lemm.) Geit.		x		x	
<i>Lemmermanniella parva</i> Hind.		x			
<i>Oscillatoria</i> sp.	x				
<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemm.) Kom.-Legn. & Cronb.		x		x	
<i>Planktothrix agardhii</i> (Gom.) Anag. & Kom.	x				
<i>Pseudanabaena</i> sp.		x			
<i>Raphidiopsis</i> sp.			x		
<i>Snowella atomus</i> Kom. & Hind		x			
CHLOROPHYCEAE					
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i> Cor.		x			
<i>Ankistrodesmus spiralis</i> (Turn.) Lem.				x	
<i>Ankyra judayi</i> (G.W. Smith) Fott		x		x	
<i>Crucigenia fenestrata</i> (Schm.) Schm.		x		x	
<i>Dictyosphaerium elegans</i> Bachm.		x		x	
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood		x		x	
<i>Euastropsis richteri</i> (Schim.) Lag.				x	
<i>Eutetramorus fottii</i> (Hind.) Kom. Ssensu Kom.		x		x	
<i>Fusola</i> sp.		x			
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berk.) Kom.-Legn.		x		x	
<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nyg.		x			
<i>Nephrocytium lunatum</i> W. West		x			
<i>Oocystis lacustris</i> Chod.				x	
<i>Scenedesmus acunae</i> Com.				x	
<i>Scenedesmus ecornis</i> (Ehr. ex Ralfs) Chod.		x			
<i>Scenedesmus linearis</i> Kom.				x	
<i>Sphaerocystis planctonica</i> (Kors.) Bourr.		x			
<i>Stauridium tetras</i> (Ehr.) Hegew. In Buchheim et al.		x		x	
<i>Tetraedron caudatum</i> (Cor.) Hansg.		x		x	
Chlorococcales não identificada		x		x	
CHRYSOPHYCEAE					
<i>Dinobryon divergens</i> Imh.		x			
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehr.		x		x	
CRYPTOPHYCEAE					
<i>Chroomonas acuta</i> Uterm.		x			
<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja				x	
<i>Cryptomonas</i> sp.		x		x	
ZYGNEMAPHYCEAE					
<i>Closterium</i> sp.				x	
<i>Cosmarium regnesi</i> Reins.		x		x	

<i>Staurastrum muticum</i> (Breb.) Ralfs	x		
<i>Staurastrum tetracerum</i> (Kütz.) Ralfs	x		x
<i>Staurastrum leptocladum</i> Nordst.	x		x
<i>Staurastrum punctulatum</i> Bréb.			x
<i>Staurodesmus convergens</i> (Ehr.) Teil.			x
DINOPHYCEAE			
<i>Peridinium</i> sp.	x	x	x
<i>Peridinium</i> sp1	x		x
XANTHOPHYCEAE			
<i>Isthmochloron gracile</i> (Reins.) Skuja	x		
OEDOGONIOPHYCEAE			
<i>Oedogonium</i> sp.		x	

Os grupos Chlorophyceae, Bacillariophyceae e Cyanobacteria apresentaram maior contribuição aos valores de riqueza de espécies fitoplanctônicas nos pontos monitorados. No rio Preto (ponto 2) e rio do Carmo (ponto 10), as bacilariófitas foram as únicas representantes do fitoplâncton. Já nos pontos localizados no corpo do reservatório, as cianobactérias e clorófitas foram as mais importantes (Tabela 5, Figura 19).

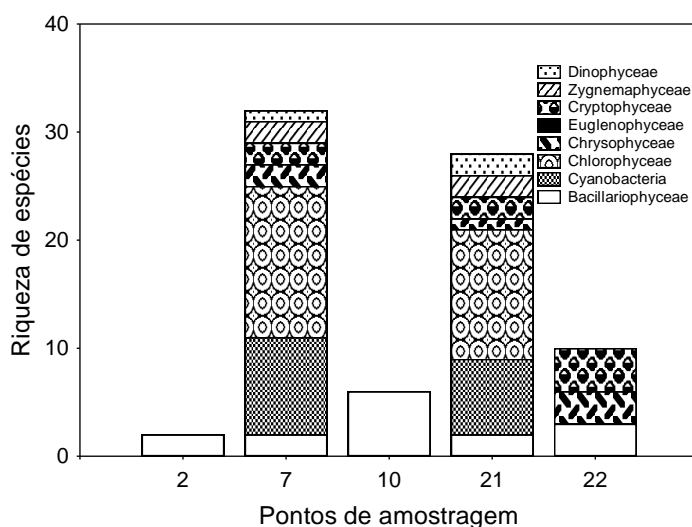


Figura 19. Riqueza de espécies fitoplanctônicas nos pontos monitorados no reservatório Cana Brava (GO), no mês de fevereiro de 2009.

Densidade e biomassa fitoplanctônica

As amostras do fitoplâncton do mês de fevereiro de 2009, na área de influência do reservatório de Cana Brava, seguiram o mesmo padrão verificado nos meses anteriores, quanto a densidade e biomassa, com altos valores no ponto 7 (594 ind.mL^{-1} e $0,27 \text{ mm}^3.\text{L}^{-1}$) e ponto 21 (335 ind.mL^{-1} e $0,20 \text{ mm}^3.\text{L}^{-1}$) e baixos valores nos pontos 2, 10 e 22 (Figuras 20a, b). No mês de fevereiro,

ao contrario do registrado nos meses anteriores, foi registrado maiores valores no ponto 7 com um decréscimo em relação ao mês de agosto de 2008, em todos os pontos monitorados.

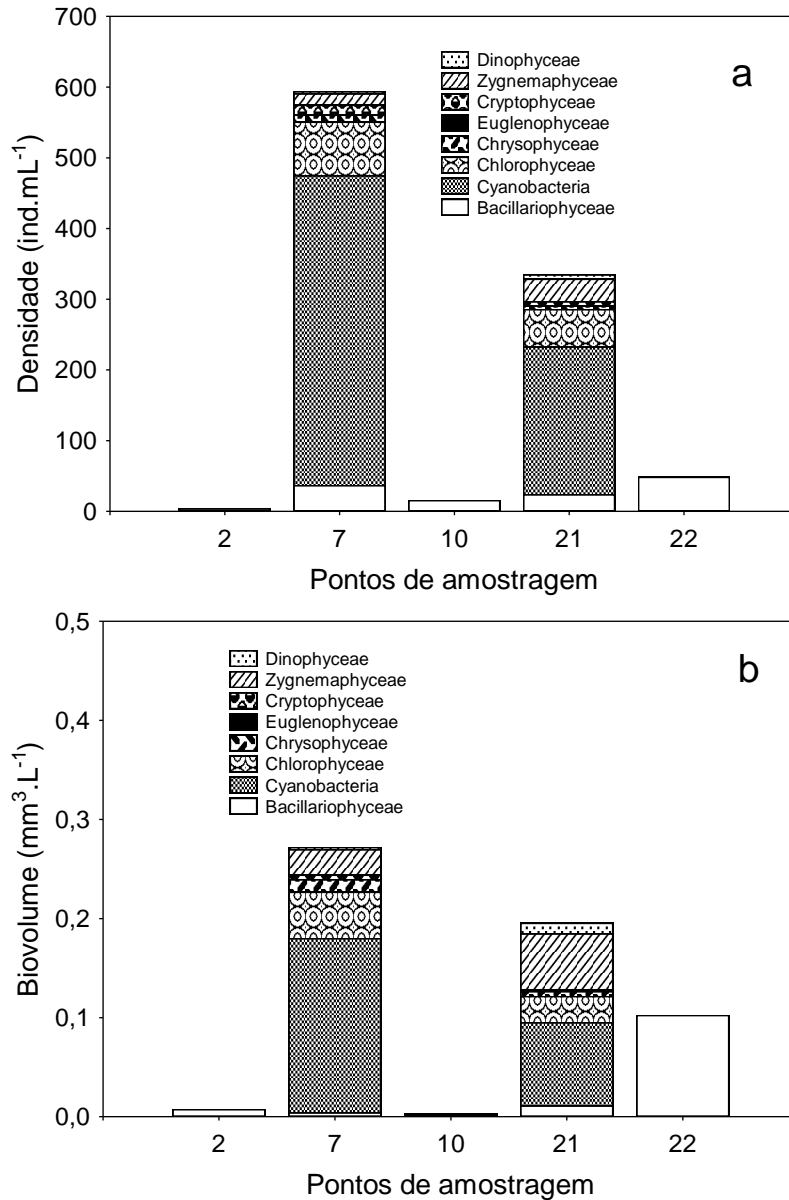


Figura 20. Densidade (a) e biovolume (b) dos grupos fitoplanctônicos nos pontos monitorados no reservatório Cana Brava (GO), em fevereiro de 2008.

Como observado nos relatórios anteriores, o maior desenvolvimento fitoplanctônico registrado no corpo central e na região lacustre do reservatório está relacionado, principalmente, ao aumento do tempo de residência da água no reservatório, que favorece o desenvolvimento do fitoplâncton,

principalmente, pela redução do fluxo e maior estabilidade da coluna de água (Straškraba *et al.*, 1993; Tundisi *et al.*, 1993; Straškraba, 1999). A maior transparência da água e disponibilidade de nutrientes nestas regiões do reservatório, certamente contribuiu para maior biomassa fitoplanctônica.

Já os menores valores obtidos nos pontos 2, 10 e 22, localizados respectivamente no rio Preto, rio do Carmo e rio Bonito, foram provavelmente decorrentes da maior velocidade de corrente e alta turbidez que estes ambientes apresentam, especialmente os pontos 2 e 22, como tem sido verificado para outros sistemas lóticos.

Como também verificado nas amostras dos meses anteriores, as cianobactérias foram responsáveis pelos altos valores de densidade e biomassa nos pontos 7 e 21, sendo representadas, principalmente por algas coloniais dos gêneros *Aphanocapsa* e *Cyanoduction* e pela filamentosa homocitada *Planktolyngbya limnetica* (Tabela 6). Estes táxons são reconhecidamente toxigênicos e florações dos mesmos representam risco potencial à saúde animal e humana (Codd, 2000; Codd *et al.*, 2005).

As clorofíceas também contribuíram para a abundância fitoplanctônica nos pontos 7 e 21, sendo representadas principalmente pela Ordem Chlorococcales (Tabela 5), as quais são favorecidas em ambientes transparentes e ricos em nutrientes, especialmente o fósforo (Reynolds *et al.*, 2002). *Discostella stelligera* foi a principal espécie representante das bacilariofíceas nos pontos 7 e 21, sendo adaptada às condições de mistura da coluna de água (Reynolds *et al.*, 2002).

De acordo com os critérios estabelecidos por Vollenweider (1968, apud Lind *et al.*, 1993), os resultados de biovolume obtidos para o reservatório de Cana Brava no mês de fevereiro de 2009 indicaram condições oligotróficas ($< 2\text{mm}^3.\text{L}^{-1}$) para todos os pontos monitorados. Estes resultados ressaltam a alta variabilidade temporal da comunidade fitoplanctônica, que mostrou elevados valores de biomassa nos pontos 7 e 21 nos meses anteriores.

Os resultados de biovolume de cianobactérias possibilitaram o enquadramento das águas dos pontos monitorados, na Classe 2 ($< 5\text{mm}^3.\text{L}^{-1}$), de acordo com o padrão estabelecido para as águas doces quanto a este parâmetro pela resolução do CONAMA n. 357/05.

Tabela 6. Densidade (ind.mL⁻¹) dos táxons fitoplanctônicos nos pontos monitorados no reservatório Cana Brava, em (GO), em fevereiro de 2009.

Táxons	Ponto 2	Ponto 7	Ponto 10	Ponto 21	Ponto 22
BACILLARIOPHYCEAE					
<i>Achnanthes exigua</i> Grun.		3	3		
<i>Discostella stelligera</i> (Cl. & Grun.) Houk & Klee		34		21	
<i>Gomphonema augur</i> Ehr.					1
<i>Gomphonema gracile</i> Ehr.			3		
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kütz.) Kütz.			3		
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.			3		
<i>Navicula schroterii</i> Meist.			3		
<i>Nitzschia</i> sp.			1		
<i>Nitzschia tubicola</i> Grun.	3				
<i>Pinnularia</i> sp.	1				24
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitz.) Comp.				3	24
CYANOBACTERIA					
<i>Aphanocapsa delicatissima</i> W. et G. S. West		16		11	
<i>Aphanocapsa elachista</i> W. & West		29		8	
<i>Chroococcus minutus</i> (Kütz.) Näg.				3	
<i>Coelomorium tropicale</i> Senn., Peres & Kom.		3		5	
<i>Cyanoduction</i> cf. <i>imperfectum</i> Cronb. & Weib.		132		76	
<i>Lemmermanniella pallida</i> (Lemm.) Geit.		5		3	
<i>Lemmermanniella parva</i> Hind.		5			
<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemm.) Kom.-Legn. & Cronb.		237		103	
<i>Pseudanabaena</i> sp.		3			
<i>Snowella atomus</i> Kom. & Hind		8			
CHLOROPHYCEAE					
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i> Cor.		3			
<i>Ankistrodesmus spiralis</i> (Turn.) Lem.				3	
<i>Ankyra judayi</i> (G.W. Smith) Fott		3		8	
<i>Crucigenia fenestrata</i> (Schm.) Schm.		3		3	
<i>Dictyosphaerium elegans</i> Bachm.		3		3	
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood		5		8	
<i>Eutetramorus fottii</i> (Hind.) Kom. Ssensu Kom.		5		8	
<i>Fusola</i> sp.		11			
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berk.) Kom.-Legn.		3		3	
<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nyg.		3			
<i>Nephrocytium lunatum</i> W. West		3			
<i>Oocystis lacustris</i> Chod.				3	
<i>Scenedesmus ecornis</i> (Ehr. ex Ralfs) Chod.		21			
<i>Scenedesmus linearis</i> Kom.				3	
<i>Stauridium tetras</i> (Ehr.) Hegew. In Buchheim et al.		3		3	
<i>Tetraedron caudatum</i> (Cor.) Hansg.		5		5	
Chlorococcales não identificada		5		3	
CHRYSOPHYCEAE					
<i>Dinobryon divergens</i> Imh.		5			
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehr.		5		5	
CRYPTOPHYCEAE					
<i>Chroomonas acuta</i> Uterm.		1			
<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja				3	
<i>Cryptomonas</i> sp.		13		3	
ZYGNEMAPHYCEAE					
<i>Cosmarium regnesi</i> Reins.		13		24	
<i>Staurastrum tetracerum</i> (Kütz.) Ralfs		3		8	
DINOPHYCEAE					
<i>Peridinium</i> sp.				1	
<i>Peridinium</i> sp1		3		5	

3.4.2. Zooplâncton

Composição

As análises das amostras de zooplâncton, obtidas na área de influência do Reservatório de Cana Brava, em fevereiro de 2009, revelaram a ocorrência de apenas 20 táxons. Esse resultado evidencia uma nova redução no número de espécies na área de estudo, tendo em vista que no último período de amostragem foram registradas 25 espécies. A manutenção deste baixo número de espécies, observada desde agosto de 2008, contrasta com a elevada diversidade do zooplâncton que vinha sendo observado para a área de estudo ao longo do monitoramento (entre 50 e 60 espécies). Ressalta-se, para este último período de amostragem, o registro de uma grande quantidade de matéria orgânica particulada morta, especialmente carapaças de cladóceros.

Em relação à participação dos diferentes grupos, destacaram-se, mais uma vez, os protozoários testáceos representados por 16 espécies, seguidos pelos rotíferos com apenas 3 espécies, e cladóceros com 1 espécie. Entre os copépodes não foram registrados em fevereiro de 2009 nem mesmo suas formas jovens (Tabela 7).

Como tem sido discutido em relatórios anteriores, embora os rotíferos sejam, em geral, registrados como o grupo mais diverso do zooplâncton de reservatórios (Lopes *et al.*, 1997; Lansac-Tôha *et al.*, 1999, 2005; Nogueira, 2001; Sampaio *et al.*, 2002; Velho *et al.*, 2005), esse predomínio é observado, em geral, nas áreas lênticas dos reservatórios, enquanto que em regiões de montante e jusante, predominantemente lóticas, observa-se o predomínio de grupos não planctônicos com os protozoários testáceos (Lansac-tôha *et al.*, 1999, 2005; Velho *et al.*, 2005).

Reforçando os resultados obtidos em períodos anteriores, em fevereiro de 2009 destacaram-se, entre os protozoários testáceos os arcellídeos (6 espécies) e centropixídeos (4 espécies) (Tabela 7). Estudos sobre os testáceos têm evidenciado estas famílias entre as mais especiosas do grupo (Velho, 1999, Lansac-Tôha *et al.*, 2007).

Tabela 7. 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 fevereiro de 2009.

GRUPO	FAMÍLIA	ESPÉCIES/ PONTOS	Ponto 2	ponto 7	ponto 10	Ponto 21	Ponto 22	
Testacea	Arcellidae	<i>Arcella artocrea</i>	20		2			
		<i>A. costata</i>	1		1			
		<i>A. crenulata</i>	1					
		<i>A. dentata</i>	1					
		<i>A. discoides</i>	4			1		
		<i>A. megastoma</i>	1					
	Centropyxidae	<i>Centropyxis aculeata</i>	140			3	1	480
		<i>C. cf. aerophyla</i>						1
		<i>C. discoides</i>						1
		<i>C. ecornis</i>	60			2		160
	Cyclopyxis	<i>Cyclopyxis kahli</i>	3					240
		<i>C. impressa</i>						1
	Diffugiidae	<i>Diffugia gramen</i>						1
		<i>Diffugia</i> sp	1					
Plagyopyxidae	<i>Plagyopyxis cf callida</i>	20						
	<i>Plagyopyxis</i> sp.	20			1		240	
TOTAL TECAMEBAS			272	0	9	2	1124	
Rotifera	Brachionidae	<i>Brachionus dolabratus</i>				1		
		<i>Keratella americana</i>				2		
	Philodinidae	Bdeloidea	60				80	
TOTAL ROTÍFEROS			60	0	0	3	80	
Cladocera	Bosminidae	<i>Bosmina hagmanni</i>			3	6		
TOTAL CLADÓCEROS			0	3	0	6	0	
TOTAL ZOOPLÂNCTON			332	3	9	11	1204	

Os rotíferos estiveram, mais uma vez, representados por apenas 2 famílias, destacando-se, em fevereiro os Brachionidae, freqüentemente registrados como os mais especiosos para o zooplâncton (Tabela 7).

Entre os microcrustáceos, assim como em agosto de 2008, os cladóceros estiveram representados por apenas 1 família, a família Bosminidae, com apenas 1 espécie (Tabela 7). Como discutido anteriormente, os bosminídeos são típicos do plâncton de lagos e reservatórios brasileiros (Lansac-Tôha *et al.*, 2004).

Entre os copépodes, como relatado anteriormente, nem mesmo suas formas jovens, freqüentes e abundantes no compartimento planctônico, foram registrados em fevereiro de 2009.

Riqueza de espécies

A análise da riqueza de espécies nas amostras tomadas em fevereiro de 2009, na área de influência do reservatório de Cana Brava, evidenciou valores variando entre 1 e 13 espécies, com média de 9 espécies para a área de estudo (Figura 21). Temporalmente, apesar de valores mínimos e máximos menores que aqueles registrados em agosto de 2008, em média a riqueza foi muito semelhante àquela registrada em agosto de 2008 (10 espécies), ambas com valores bem menores que aqueles observados em períodos anteriores quando os valores médios observados foram próximos de 20 espécies.

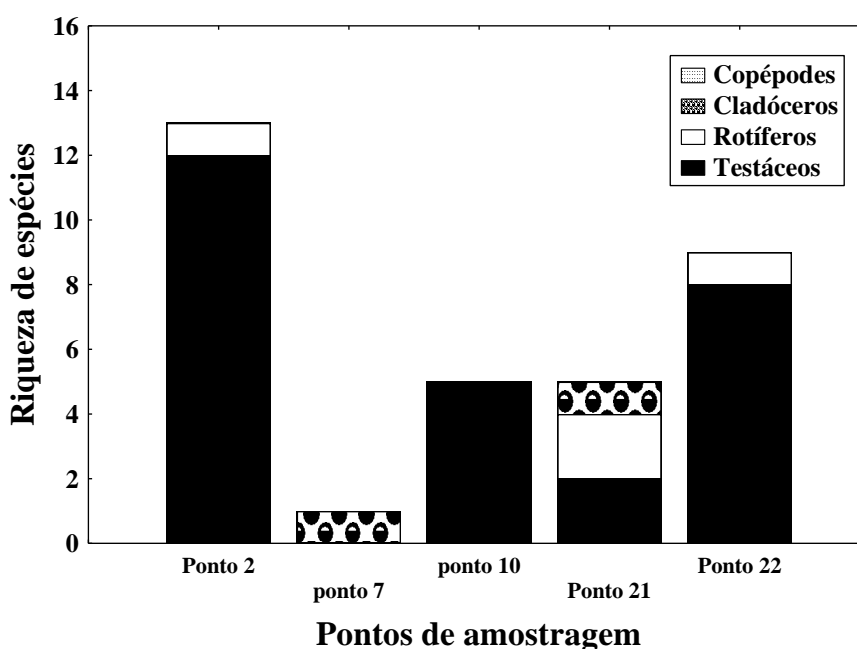


Figura 21. Variação espacial da riqueza de espécies dos diferentes grupos zooplancctônicos registrados nos pontos de amostragem do programa de monitoramento do reservatório de Cana Brava, em fevereiro de 2009.

Em fevereiro de 2009, maiores valores de riqueza de espécies foram observados nos pontos 2 e 22, e o menor no ponto 7 (Figura 21). Esse resultado evidencia um padrão de distribuição da riqueza semelhante aquele registrado em períodos anteriores de amostragem, especialmente antes de agosto de 2008.

Em relação à contribuição dos diferentes grupos para a riqueza, nos pontos 2, 10 e 22 predominaram os protozoários testáceos, evidenciando uma maior influência de condições lóxicas nestas áreas, enquanto que nos pontos 7 e 21 observou-se, em geral, uma maior contribuição de rotíferos e

microcrustáceos o que indica ambientes predominantemente lânticos, embora os testáceos tenham uma contribuição expressiva no ponto 21 (Figura 21).

Abundância

A análise dos resultados obtidos para a abundância do zooplâncton, na área de influência do reservatório de Cana Brava, em fevereiro de 2009, revelou, assim como em agosto de 2008, um padrão de distribuição deste atributo bem distinto daquele observado ao longo do monitoramento. Assim, maiores valores de abundância foram registrados nos pontos 2 e 22, predominantemente lóticos, com o predomínio marcante de protozoários testáceos (Figura 22). Por outro lado, valores extremamente reduzidos de densidade foram observados nas áreas lânticas do reservatório, pontos 7 e 21 (Figura 22), onde populações tipicamente planctônicas deveriam apresentar elevados valores de densidade, assim como vinha sendo observado, em geral, antes de agosto de 2008.

Como relatado anteriormente, em fevereiro de 2009 foi observado uma grande quantidade de material particulado morto nas amostras, destacando-se as carapaças de microcrustáceos que são difíceis de decomporem. Essa grande quantidade de organismos mortos poder estar relacionada à condições físicas e químicas desfavoráveis (Oxigênio dissolvido por exemplo) ou a um empobrecimento de nutrientes essenciais (N e P) da coluna de água que se traduz em uma escassez de recursos para o zooplâncton.

Uma análise superficial dos dados históricos do zooplâncton desde 2004 no reservatório de Cana Brava parece sugerir certo empobrecimento nas áreas lânticas do reservatório, com densidades decrescendo desde aquele período (50.000 e 100.000 ind.m⁻³ entre 2004 e 2006; 10.000 e 20.000 ind.m⁻³ entre 2007 e 2008), e culminando com densidades extremamente baixas em agosto de 2008 e fevereiro de 2009.

Assim, neste último período de amostragem os valores de densidade variaram entre 3 e 1204 ind.m⁻³ (Figura 22), com uma densidade média de 312 ind.m⁻³ para a área de estudo, sendo este valor médio muito próximo àquele

observado em agosto de 2008 (337 ind.m⁻³), e extremamente reduzido quando comparado àqueles obtidos em amostragens anteriores a agosto.

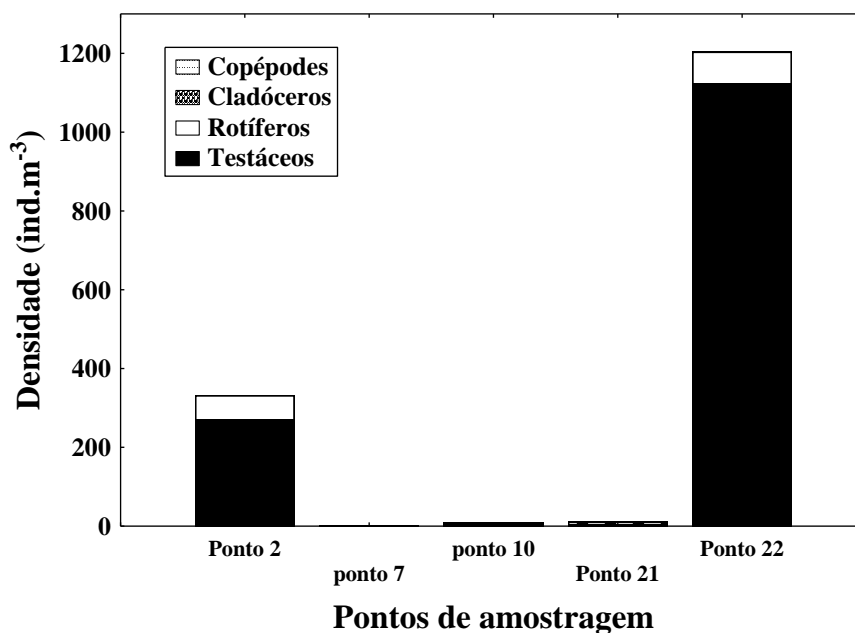


Figura 22. Variação espacial da abundância dos diferentes grupos zooplancônicos registrados nos pontos de amostragem do programa de monitoramento do reservatório de Cana Brava, em fevereiro de 2009.

Considerando-se a abundância das diferentes espécies, entre os protozoários testáceos, grupo dominante em termos de abundância em fevereiro de 2009, destacaram-se, mais uma vez, as espécies do gênero *Centropyxis* como *C. aculeata*, *C. ecornis*, além de *Cyclopyxis kahli* (Tabela 7).

Os rotíferos, assim como em agosto de 2008, foram pobremente representados em termos tanto de riqueza como abundância, destacando-se como mais abundantes os Bdelóideos, especialmente nos pontos 2 e 22. Como discutido em relatório anterior, estes organismos são organismos de hábito sésil, e característicos do potamoplâncton.

Entre os cladóceros, corroborando os resultados obtidos em agosto de 2008, apenas *Bosmina hagmanni* foi registrada em fevereiro, ocorrendo apenas nos pontos 7 e 21, e em densidades extremamente reduzidas (Tabela 7).

Os copépodes, como relatado anteriormente, não foram registrados nas amostras coletadas em fevereiro de 2009.

3.4.3. Comunidade zoobentônica

Em fevereiro de 2009, na área de influência da Usina Hidrelétrica Cana Brava foram amostrados apenas 9 táxons (Tabela 8 e figura 23), sendo a maioria insetos. Segundo Hynes (1970), os insetos destacam-se em diversidade e abundância no ecossistema aquático.

Os pontos 10 e 2 apresentaram as maiores riquezas, devido ao tipo de regime lótico e semi lótico, respectivamente (Figura 24). Apesar das maiores riquezas observadas nesses locais, esses valores ainda estão baixos para este atributo, refletindo o período de águas altas. Apenas nesses pontos foram registrados gêneros de Ephemeroptera. Em águas correntes, o aumento do volume das águas (período chuvoso) provoca o carreamento de alguns táxons e o soterramento de outros, devido ao escoamento do ambiente terrestre para o aquático. Por outro lado, em ambientes lênticos, o escoamento do ambiente terrestre para o aquático aumenta a concentração de matéria orgânica, provocando uma piora da qualidade da água.

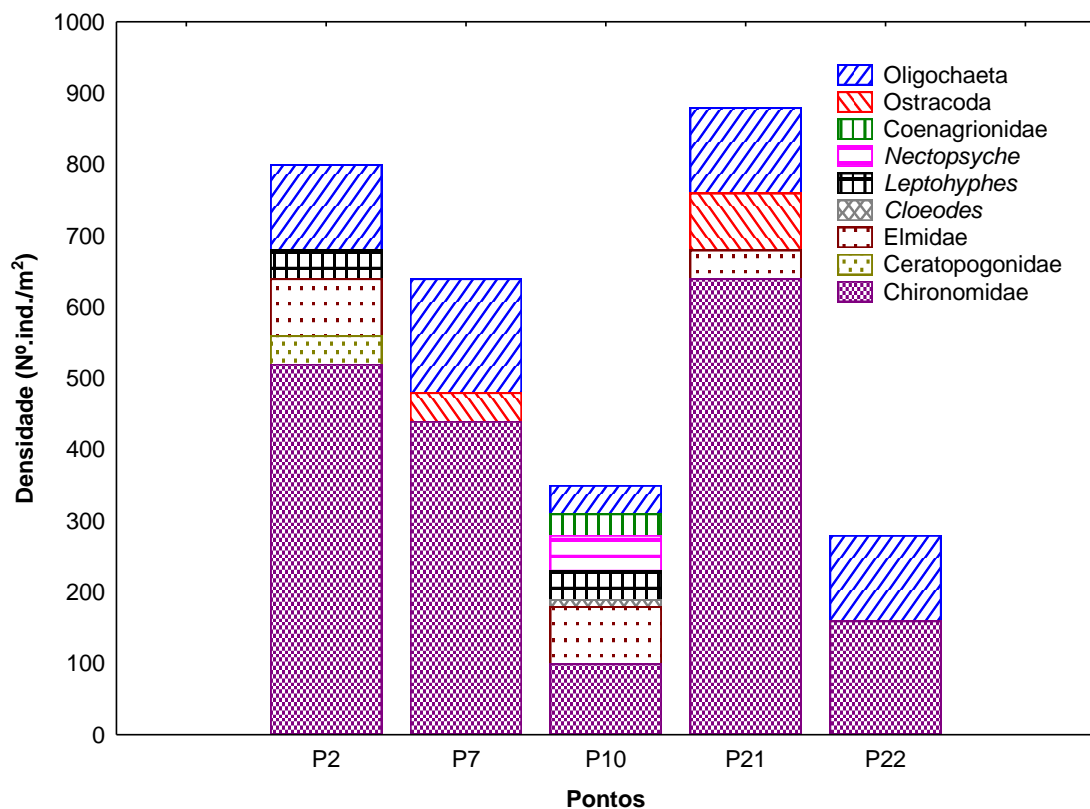


Figura 23. Densidade dos táxons amostrados.

O ponto 22, registrou uma riqueza apenas de 2 táxons, como nas amostragens anteriores. Este ponto demonstra claramente a influência antrópica pelo registro apenas de táxons mais resistentes (Figura 24)

O ponto 21 situa-se próximo à barragem, apresentando uma grande profundidade. A profundidade e a característica do substrato são fatores que podem interferir na estruturação e na dinâmica da comunidade bentônica. Provavelmente, por este motivo, foi registrada uma baixa riqueza, sendo que o substrato neste local é formado por matéria orgânica e areia (Figura 24). Locais que apresentam grande profundidade, geralmente apresentam baixas concentrações de oxigênio ou até mesmo a anoxia.

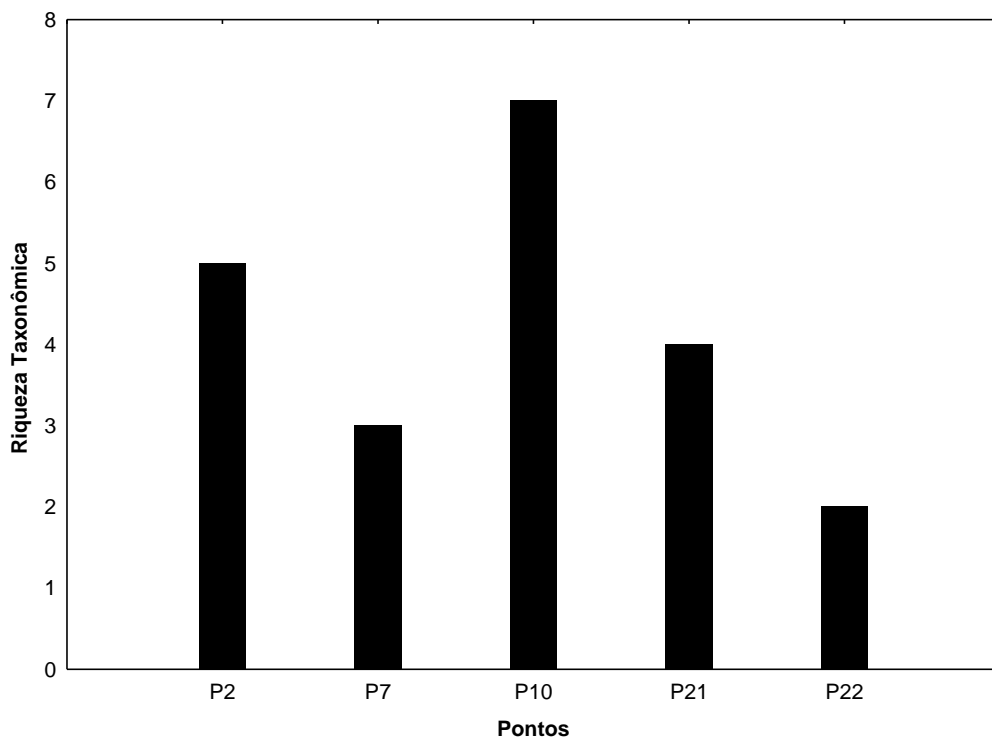


Figura 24. Riqueza taxonômica registrada nos locais amostrados.

As maiores abundâncias totais foram registradas nos pontos 21 e 2, devido à alta densidade de Chironomidae e Oligochaeta registradas nesses locais (Figuras 23 e 25). O táxon Oligochaeta é comedor de matéria orgânica, sendo registrado em menores quantidades em locais que apresentaram areia,

cascalho e/ou folhiço como substrato principal. No presente estudo, a grande quantidade de matéria orgânica registrada nesses locais amostrados favoreceu a alta abundância média e frequência dos Oligochaeta e Chironomidae (Figuras 26 e 27). Os Chironomidae apresentam uma distribuição cosmopolita, sendo encontrado em todos os tipos de ambientes, não apresentando preferência por tipo de substrato. Ambos vivem em locais com concentração de oxigênio extremamente baixa.

O tipo de substrato tem sido usado como um preditor da abundância e da diversidade de macroinvertebrados (Vannote *et. al.*, 1980).

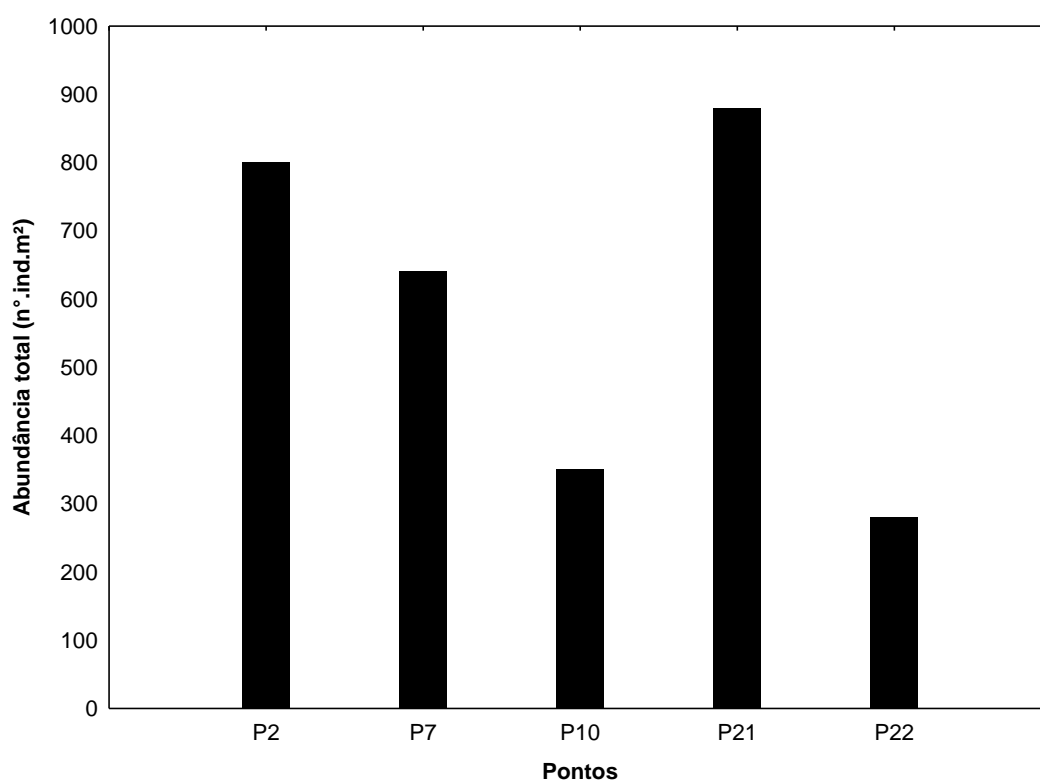


Figura 25. Abundância total registrada nos pontos amostrados.

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). A maioria dos Oligochaeta está adaptada a ocupar os sedimentos moles, de arenosos a lodosos, o que explica a ocorrência em todos os pontos, formados principalmente por areia. Além disso, esse táxon é altamente resistente às mudanças ambientais e a ambientes com alto grau de poluição.

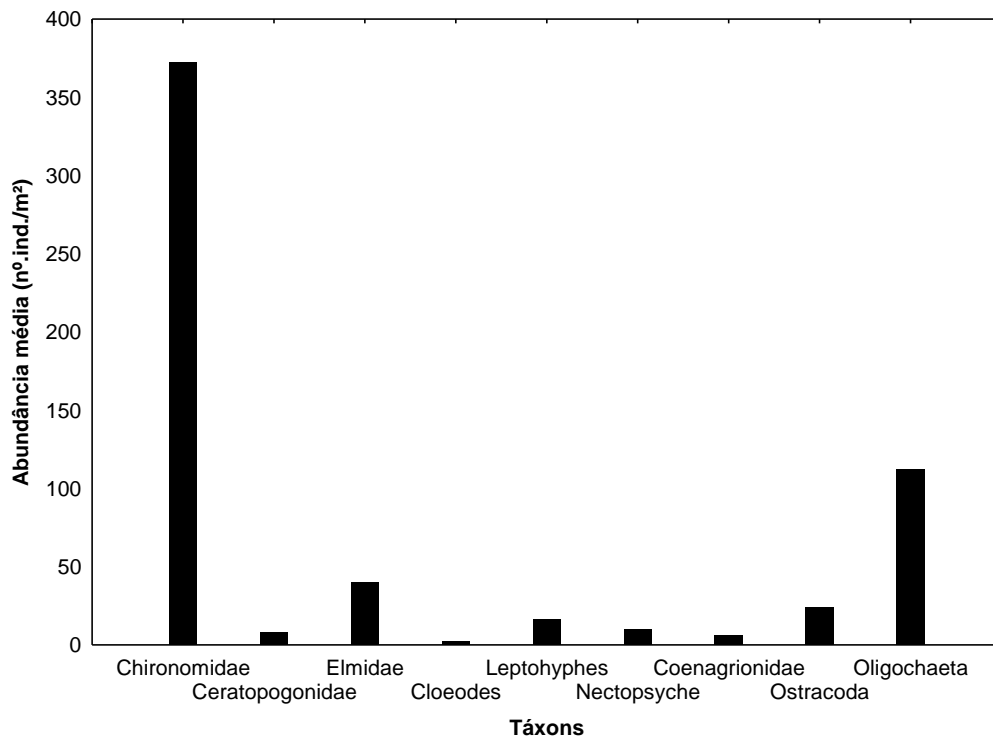


Figura 26. Abundância média dos táxons amostrados.

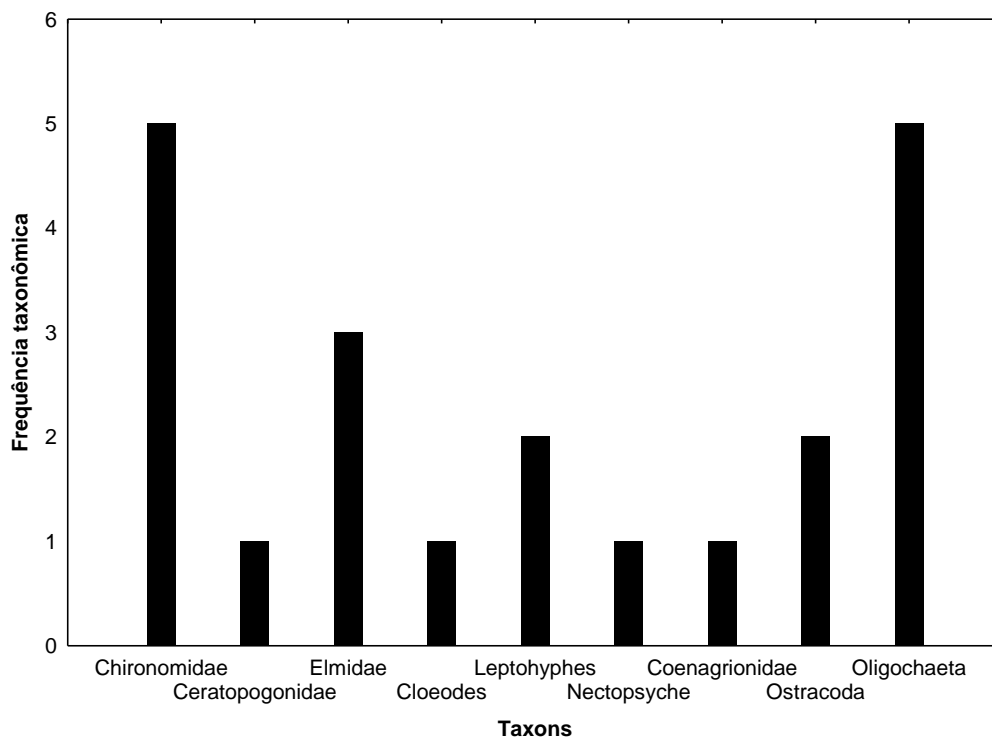


Figura 27. Frequência taxonômica registrada nos locais amostrados.

Em quase todos os pontos amostrados o substrato coletado foi areia fina e matéria orgânica, favorecendo então os táxons registrados com as maiores densidades e 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.

O maior índice de diversidade de Shannon foi registrado no ponto 10, devido maior riqueza registrada neste local. Por outro lado, a maior equitabilidade foi registrada no ponto 22, devido uma equidistribuição homogênea (Tabela 8).

Na presente amostragem, a comunidade bentônica apresentou uma baixa riqueza taxonômica, refletindo o período chuvoso e o tipo de substrato. A comunidade bentônica presente nos locais influenciados pelo lago da Usina Hidrelétrica de Cana Brava vêm apresentando um padrão de distribuição, apresentando variações normais, devido ao período de sazonalidade. Como os pontos 2 e 10 apresentam características semi-lóticas e lóticas, respectivamente, estes foram fortemente influenciados pelo período de águas altas, apesar de apresentarem as maiores riquezas entre os pontos. Os demais locais, que apresentam características lênticas, praticamente não apresentaram alterações.

Tabela 8. Comunidade de invertebrados bentônicos em fevereiro de 2009.

Táxons		P2	P7	P10	P21	P22	Ab. Média	Frequência
Diptera	Chironomidae	520	440	100	640	160	372	5
	Ceratopogonidae	40	0	0	0	0	8	1
Coleoptera	Elmidae	80	0	80	40	0	40	3
Ephemeroptera	<i>Cloeodes</i>	0	0	10	0	0	2	1
	<i>Leptohyphes</i>	40	0	40	0	0	16	2
Trichoptera	<i>Nectopsyche</i>	0	0	50	0	0	10	1
Odonata	<i>Coenagrionidae</i>	0	0	30	0	0	6	1
Microcrustacea	Ostracoda	0	40	0	80	0	24	2
Anellida	Oligochaeta	120	160	40	120	120	112	5
Abundância Total		800	640	350	880	280		
Riqueza		5	3	7	4	2		
Índice de Shannon		0,699	0,477	0,845	0,602	0,301		
Equitabilidade		0,68	0,708	0,915	0,622	0,985		

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 fevereiro de 2009, no reservatório da UHE Cana Brava, apresentaram resultados compatíveis com os limites preconizados pela referida resolução. As seguintes transgressões foram observadas:

- Concentração de oxigênio dissolvido inferior a 5,0 mg/L na superfície, meio e fundo do ponto 1 (foz do córrego Florêncio) e fundo do ponto 20 (meio do reservatório);
- Valores de turbidez superiores a 100 NTU na superfície dos pontos 5 (rio São Félix) e 22 (rio Bonito);
- Concentração de sulfeto superior a 0,002 mg/L na superfície dos pontos 2, 5, 10, 22, e no meio e fundo do ponto 6
- Densidade de coliformes fecais (termotolerantes) superior a 1000 NMP/100ml nos pontos 5 (rio São Félix) e 22 (rio Bonito).

Em fevereiro, ressalta-se as baixas concentrações de oxigênio dissolvido em todas as profundidades de coleta 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.

Considerando a variabilidade espacial, em fevereiro de 2009, o ponto 22 (rio Bonito) apresentou os maiores valores de turbidez, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos (STD), alcalinidade, sulfeto, orto-fosfato, compostos nitrogenados, DBO₅ e coliformes fecais (termotolerantes). Resultado semelhante foi obtido em novembro de 2008. De fato, assim como destacado no relatório referente a agosto de 2008, a análise temporal dos dados indicam que os maiores valores de turbidez, ferro total, fósforo, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal e DBO₅ são, freqüentemente, registrados nos tributários do reservatório, principalmente no ponto 22 (rio Bonito).

A comunidade fitoplanctônica estudada no mês de fevereiro a partir da análise das amostras coletadas no reservatório de Cana Brava, no mês de fevereiro de 2009, mostrou menor diversidade gama (63 táxons), quando

comparada ao mês de agosto de 2008, quando foram registrados 99 táxons. No mês fevereiro de 2009 esta comunidade foi representada por 9 grupos taxonômicos. Os grupos melhores representados qualitativamente foram Chlorophyceae (32%), Cyanobactéria (22%), Bacillariophyceae (21%) e Zygnemaphyceae (11%), os quais têm sido verificados como os melhores representados ao longo do monitoramento deste reservatório e em diversos rios e reservatórios brasileiros.

Foram registrados altos valores de riqueza, densidade e biomassa nos pontos lênticos e baixos valores nos pontos lóticos, devido a alta velocidade do fluxo da água e alta turbidez nos mesmos. Registrou-se um decréscimo dos valores de riqueza em todos os pontos monitorados, em relação ao mês de agosto, o que pode ser atribuído às chuvas ocorridas no mês de fevereiro, que aumentam a carga de materiais inorgânicos de origem alóctone aumentando a turbidez da água, bem como ao efeito dilutivo, devido ao aumento do nível de água. As cianobactérias foram responsáveis pelos altos valores de densidade e biomassa nos pontos 7 e 21, sendo representadas por táxons toxigênicos.

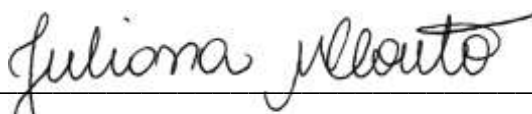
De acordo com os critérios estabelecidos por Vollenweider (1968, apud Lind et al., 1993), os resultados de biovolume obtidos para o reservatório de Cana Brava no mês de fevereiro de 2009 indicaram condições oligotróficas ($< 2\text{mm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$) para todos os pontos monitorados. Estes resultados ressaltam a alta variabilidade temporal da comunidade fitoplanctônica, que mostrou elevados valores de biomassa nos pontos 7 e 21 nos meses anteriores.

Os resultados de biovolume de cianobactérias possibilitaram o enquadramento das águas dos pontos monitorados, na Classe 2 ($< 5 \text{mm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$), de acordo com o padrão estabelecido para as águas doces quanto a este parâmetro pela resolução do CONAMA n. 357/05.

A análise da composição de espécies da comunidade zooplanctônica, em fevereiro de 2009, evidenciou a ocorrência de apenas 20 táxons. Os protozoários testáceos foram, mais uma vez, o grupo mais especioso, com 16 espécies. Em fevereiro de 2009, maiores valores de riqueza de espécies foram observados nos pontos 2 e 22, e o menor no ponto 7. Esse resultado evidencia um padrão de distribuição da riqueza semelhante aquele registrado em períodos anteriores de amostragem, especialmente antes de agosto de 2008.

Uma análise superficial dos dados históricos do zooplâncton desde 2004 no reservatório de Cana Brava parece sugerir certo empobrecimento nas áreas lênticas do reservatório, com densidades decrescendo desde aquele período (50.000 e 100.000 ind.m⁻³ entre 2004 e 2006; 10.000 e 20.000 ind.m⁻³ entre 2007 e 2008), e culminando com densidades extremamente baixas em agosto de 2008 e fevereiro de 2009.

Na presente amostragem, a comunidade bentônica apresentou uma baixa riqueza taxonômica, refletindo o período chuvoso e o tipo de substrato. A comunidade bentônica presente nos locais influenciados pelo lago da Usina Hidrelétrica de Cana Brava vêm apresentando um padrão de distribuição, apresentando variações normais, devido ao período de sazonalidade. Como os pontos 2 e 10 apresentam características semi-lóticas e lóticas, respectivamente, estes foram fortemente influenciados pelo período de águas altas, apesar de apresentarem as maiores riquezas entre os pontos amostrados. Os demais locais, que apresentam características lênticas, praticamente não apresentaram alterações.



M.Sc. Juliana Machado do Couto Curti
Diretora Técnica - CRBio nº 30921

5. BIBLIOGRAFIA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Lansac-Tôha, F.A. *ET AL.* (2005). A COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA EM RESERVATÓRIOS. IN: *BIOCENOSSES EM RESERVATÓRIOS: PADRÕES ESPACIAIS E TEMPORAIS*. SÃO CARLOS: RIMA, P.129-136.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Straškraba, M.; Tundisi, J. G.; Duncan, A. (1993) State-of-the-art of reservoir limnology and water quality management. In: Straškraba, M.; Tundisi, J. G.; Ducan, A. Eds.

Comparative reservoir limnology and water quality management. Netherlands, Kluwer Academic Press.

Train, S. *et al.* (2004) Phytoplankton Composition and biomass in environments of the Upper Paraná River Floodplain. In *Structure and function of the Paraná River and its floodplain* (Eds Agostinho, A. A. *et al.*). Maringá. EDUEM. p. 63-73.

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

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

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

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

Velho, L. F. M. *ET AL.* (2005). Distribuição longitudinal da comunidade zooplanctônica em reservatórios. In: *Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais*. São Carlos: RiMa, p. 129-136.

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

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

ANEXO I

RESULTADOS DA CAMPANHA DE FEVEREIRO DE 2009

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

Variáveis / Pontos	Prof	1	2	5	6	7	8	10	15	18	19	20	21	22
Temperatura ambiente (°C)		27	27	30	31	29	30	24	27	29	29	29	30	27
Temperatura da água (°C)	S	26,8	26,8	25,9	31,6	30,9	31,8	29,5	26,6	29,5	30,9	31,2	31,2	28,5
	M	27,3			31,3							30,3	30,1	
	F	26,9			30,8							28,9	29,3	
Transparência da água (m)		0,8	0,3	0,2	0,8	0,5	2	0,9	0,5	1,6	2,8	0,8	3,3	0,2
Turbidez (NTU)	S	4,8	59,6	112	3	2	2	8	3	1	1	1	1	>1000
	M	4,8			2							2	1	
	F	4,4			4							53	1	
Oxigênio dissolvido (mg/L)	S	4	7,2	7,3	7,2	7,9	7,5	7,9	5,5	6,8	6,8	7,6	6,4	6,1
	M	3,5			6,2							5,27	5,64	
	F	2,43			5,08							3,53	5,02	
pH	S	6,47	6,98	6,76	7,86	8,35	8,33	6,49	6,18	8,48	8,86	8,47	8,07	7,47
	M	7,01			7,87							8,36	8,39	
	F	6,89			7,62							7,2	7,96	
Condutividade elétrica	S	95	58	51	102	125	110	99	110	102	110	96	120	158
	M	98			116							110	118	
	F	91			111							116	117	
STD (mg/L)	S	47	47	18	62	54	71	49	53	53	51	63	58	132
	M	64			46							37	107	
	F	70			47							28	115	
Alcalinidade (mg/L)	S	20	25	21	32	41	32	33	38	25	21	32	32	68
	M	30			35							41	24	
	F	32			36							42	20	
Dureza total (mg/L)	S	66	30	34	50	60	66	50	54	64	60	58	58	52
	M	64			48							62	60	
	F	58			48							54	58	
Acidez (mg/L)	S	9	5	5	4	6	3	5	5	4	6	6	4	12
Cloretos (mg/L)	S	0,4	0,8	0,4	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	1,2	0,8	0,8	0,4	0,4
	M	0,4			0,4							0,4	0,4	
	F	0,4			0,8							0,4	0,4	

Sulfato (mg/L)	S	<1	2	1	<1	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1	<1	8
	M	<1			<1							<1	<1	
	F	<1			<1							<1	<1	
Sulfeto (mg/L)	S	0,001	0,011	0,009	0,002	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,044
	M	0,002			0,003							0,001	0,001	
	F	0,002			0,003							0,002	0,002	
Ferro (mg/L)	S	0,18	1,05	1,61	0,12	0,4	0,05	0,53	0,11	0,06	0,03	0,06	0,07	1,2
	M	0,22			0,15							0,09	0,05	
	F	0,26			0,21							0,1	0,06	
Orto-fosfato (mg/L)	S	0,0033	0,0083	0,0061	0,0038	0,0022	0,0027	0,0033	0,0027	0,0027	0,0033	0,0027	0,0027	0,0271
	M	0,0033			0,0027							0,0027	0,0027	
	F	0,0022			0,0027							0,0033	0,0027	
Nitrato (mg/L)	S	0,2	0,6	0,4	0,3	0,1	0,2	0,2	0,3	<0,1	<0,1	0,1	0,2	1,1
	M	0,3			0,2							<0,1	0,1	
	F	0,1			0,2							0,1	0,1	
Nitrito (mg/L)	S	0,009	0,012	0,012	0,007	0,008	0,008	0,01	0,007	0,006	0,007	0,01	0,007	0,031
	M	0,008			0,006							0,007	0,007	
	F	0,01			0,007							0,009	0,008	
N-amoniacal (mg/L)	S	0,1	0,21	0,16	0,05	0,02	0,04	0,1	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,57
	M	0,09			0,03							0,03	0,02	
	F	0,11			0,04							0,08	0,03	
DBO ₅ (mg/L)	S	1,9	2,3	1,5	1	1	0,5	1,2	3,1	0,5	0,9	1,8	0,5	3,4
Coliformes totais	S	68	>16000	>16000	45	Ausente	700	5400	>16000	40	110	Ausente	Ausente	>16000
Coliformes fecais	S	20	320	5400	Ausente	Ausente	330	700	790	Ausente	45	Ausente	Ausente	>16000