

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E
RECURSOS NATURAIS**

**A COMUNIDADE DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS NOS
RESERVATÓRIOS DE PROMISSÃO, NOVA AVANHANDAVA E
TRÊS IRMÃOS (BAIXO RIO TIETÊ - SP)**

ROBERTA SEBASTIANY FRANÇA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais

Orientadora: Profa. Dra. Odete Rocha

**São Carlos - SP
2006**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

F814ci

França, Roberta Sebastiany.

A comunidade de invertebrados bentônicos nos reservatórios de Promissão, Nova Avanhandava e Três Irmãos (baixo rio Tietê – SP) / Roberta Sebastiany França. -- São Carlos : UFSCar, 2006.
145 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2006.

1. Limnologia. 2. Animais exóticos. 3. Reservatórios do Rio Tietê . I. Título.

CDD: 574.52632 (20^a)

A elaboração deste trabalho contou com os recursos financeiros do Projeto PROBIO (MMA/CNPq/BIRD/GEF), convênio 952/02 como produto do subprojeto “Monitoramento e Desenvolvimento de Tecnologias para o Manejo de Espécies Exóticas em águas Doces”.

“Tudo o que sabemos hoje, aprendemos com os acertos e erros do passado, e cada vez que desistimos de alguma coisa por medo de errar estamos nos privando da possibilidade de descobrir e aprender.”

HAMMED

*Dedico este trabalho especialmente aos meus pais,
exemplos de luta, dedicação e perseverança...
Aos meus irmãos, pelo carinho, amizade e companheirismo...
E a todos aqueles que contribuíram com a minha formação.*

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Profa. Dra. Odete Rocha, pela oportunidade, apoio, confiança, pelos conselhos e orientação na realização deste trabalho.

À CAPES (Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal e Ensino Superior), pela bolsa de estudo concedida e ao PROBIO (MMA/CNPq/BIRD/GEF).

Aos técnicos Alcídio, Airton, Valdecir, Maria Luiza e Marcelo pelo auxílio indispensável nas análises e na realização das coletas.

Aos meus pais, Terezinha e Ivan, que mesmo estando longe sempre me deram muito carinho, apoio, estímulo e, acima de tudo, sempre confiaram na minha capacidade e estiveram presentes nos momentos mais difíceis.

Aos meus irmãos, Danilo e Tarcísio, pelo estímulo, confiança e principalmente pelo carinho despendido.

Ao meu avô Didi, ao meu tio Carlos, às minhas tias Márcia, Dóia e Marize que mesmo distantes sempre me deram muito apoio e carinho.

Às amigas Caroline, Cinthia, Marcela e Eloize pela amizade, carinho, paciência, pelos conselhos, e por sempre me apoiarem nos momentos mais difíceis durante nossa convivência em São Carlos.

Às amigas Mara, Camila e Alessandra, que mesmo distantes sempre me apoiaram.

Às amigas Rosana, Fernanda, Mônica e Virgínia, pelo auxílio na elaboração deste trabalho, pelos conselhos e acima de tudo pela amizade.

Aos amigos Paulo, Magno e Valdecir, pelo auxílio na elaboração deste trabalho, pela paciência em vários momentos, pelo tempo despendido, pelos conselhos, pelos ensinamentos e acima de tudo pela amizade.

A todos os amigos do Departamento de Biologia e Ecologia Evolutiva, pelo auxílio, descontração e alegria que proporcionaram durante o nosso convívio durante a realização deste trabalho (Edna, Dorinha, Malu, Rafael, Fábio, Manoela, Patrícia, Elisa e Fernando), especialmente às amigas Patrícia, Renatinha, Fernanda, Denise e Kátia.

À todos que direta ou indiretamente contribuíram com a realização deste trabalho.

E em especial, a amiga Ana Lucia, com a qual eu compartilhei momentos alegres e difíceis durante o desenvolvimento deste trabalho, e a qual eu devo minha amizade, respeito, carinho e admiração.

SUMÁRIO

RESUMO	I
ABSTRACT	II
LISTA DE FIGURAS	III
LISTA DE TABELAS	VIII
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	4
3. ÁREA DE ESTUDO	5
3.1. Localização dos reservatórios do baixo rio Tietê.....	5
3.2. Caracterização geral da bacia do baixo rio Tietê	5
3.2.1. Caracterização do reservatório de Promissão	6
3.2.2. Caracterização do reservatório de Nova Avanhandava	7
3.2.3. Caracterização do reservatório de Três Irmãos.....	8
4. MATERIAIS E MÉTODOS	9
4.1. Pontos de amostragem e periodicidade de coleta.....	9
4.2. Variáveis físicas e químicas da água	9
4.2.1. Transparência.....	9
4.2.2. Potencial hidrogeniônico, condutividade elétrica, concentração de oxigênio dissolvido e temperatura	9
4.2.3. Compostos Nitrogenados e Fosfatados.....	9
4.2.4. Dureza e Alcalinidade.....	10
4.2.5. Concentração de material em suspensão.....	10
4.3. Composição granulométrica e conteúdo de matéria orgânica do sedimento	10
4.4. - Variáveis Climatológicas: Precipitação pluviométrica	10
4.5. Índice de Estado Trófico	11
4.6. Variáveis bióticas.....	12
4.6.1. Biomassa fitoplanctônica (concentração de clorofila a)	12
4.6.2. Coleta e análise da comunidade de macroinvertebrados bentônicos	12
4.6.3. Determinação da densidade média e da abundância relativa da comunidade de macroinvertebrados bentônicos.....	13
4.6.4. Determinação do Índice de Diversidade de Shannon-Wiener da comunidade de macro-invertebrados bentônicos.....	13

4.6.5. Determinação do Índice de Uniformidade de Pielou da comunidade de macro-invertebrados bentônicos.....	14
4.6.6. Determinação da similaridade de Jaccard (análise de agrupamento tipo cluster) da comunidade de macro-invertebrados bentônicos.....	14
4.6.7. Determinação das curvas do componente dominância da diversidade da comunidade de macro-invertebrados bentônicos.....	15
5. RESULTADOS.....	16
5.1 - Variáveis Climatológicas: Precipitação pluviométrica.....	16
5.2. Variáveis físicas e químicas da água.....	16
5.2.2. Potencial hidrogeniônico.....	21
Desvio Padrão.....	23
5.2.3. Condutividade elétrica.....	24
5.2.4. Temperatura.....	27
5.2.5. Concentração de Oxigênio Dissolvido.....	30
5.2.6. Concentração de Nutrientes: Compostos nitrogenados.....	33
5.2.7. Concentração de nutrientes: Compostos fosfatados.....	39
5.2.8. Dureza.....	45
5.2.9. Alcalinidade.....	47
5.2.10. Concentração de Material em Suspensão.....	50
5.3. Composição granulométrica do sedimento e conteúdo de matéria orgânica.....	55
5.4.Índice de Estado Trófico (IET) de Toledo.....	61
5.5. Variáveis bióticas.....	62
5.5.1. Variação espacial e temporal da biomassa fitoplanctônica (clorofila a).....	62
5.5.2. Caracterização taxonômica da comunidade de macro-invertebrados bentônicos nos reservatórios de Promissão, Nova Avanhandava e Três Irmãos.....	65
5.5.3. Diversidade, uniformidade, curvas do componente dominância da diversidade e análise de agrupamento (cluster) da fauna de macro-invertebrados bentônicos nos reservatórios de Promissão, Nova Avanhandava e Três Irmãos.....	68
5.5.4. Densidade média dos grupos componentes da comunidade de macro-invertebrados bentônicos do reservatório de Promissão.....	70
5.5.5. Densidade média dos grupos componentes da comunidade de macro-invertebrados bentônicos do reservatório de Nova Avanhandava.....	73
5.5.6. Densidade média dos grupos componentes da comunidade de macro-invertebrados bentônicos do reservatório de Três Irmãos.....	76
5.5.7. Abundância relativa das espécies de invertebrados bentônicos do Reservatório de Promissão.....	79
5.5.8. Abundância relativa das espécies de invertebrados bentônicos do Reservatório de Nova Avanhandava.....	81
5.5.9. Abundância relativa das espécies de invertebrados bentônicos do Reservatório de Três Irmãos.....	83
6. DISCUSSÃO.....	85
6.1. Variáveis abióticas.....	85
6.2. Variáveis bióticas.....	92
7. CONCLUSÕES.....	103

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	104
APÊNDICES	120

RESUMO

Os objetivos do presente trabalho foram: caracterizar a comunidade bentônica dos reservatórios de Promissão, Nova Avanhandava e Três Irmãos em relação à composição taxonômica, estimar a densidade das populações e verificar a existência de espécies de moluscos exóticos. Além disso, procurar avaliar a possível relação entre as características físicas e químicas da água e do sedimento e a estrutura da comunidade em relação às escalas espacial (porções superior, mediana e inferior do reservatório) e temporal. As amostragens foram realizadas em novembro de 2002 (período chuvoso) e agosto de 2003 (período seco). As amostras de sedimento para a análise da comunidade bentônica foram coletadas utilizando-se uma draga do tipo van Veen. A comunidade bentônica esteve representada, no período chuvoso, por um total de 24, 23 e 15 táxons, e no período seco, por um total de 25, 25 e 17 táxons, para os reservatórios de Promissão, Nova Avanhandava e Três Irmãos, respectivamente. Em ambos os períodos de amostragem foram registrados, em todos os reservatórios, representantes dos Filos Arthropoda, Annelida, Mollusca e Platyhelminthes, e, somente no reservatório de Nova Avanhandava, foi registrada a ocorrência de indivíduos pertencentes ao Filo Crustacea. Os principais grupos representantes da comunidade bentônica foram os Mollusca, Oligochaeta e Chironomidae. Dentre os Mollusca foram encontradas três espécies exóticas: *Melanoides tuberculata*, *Corbicula fluminea* e *Helisoma* sp. *M. tuberculata* foi a espécie mais abundante, correspondendo a mais de 60 % do total de indivíduos. As espécies *C. fluminea* e *Helisoma* sp foram bem menos abundantes e não foram registradas em todas as porções dos reservatórios. Dentre os representantes da classe Oligochaeta, a espécie *Branchiura sowerbyi* foi freqüente em todos os reservatórios e períodos amostrados, mas com abundância máxima de apenas 6 % do total de macroinvertebrados bentônicos durante o período chuvoso, na porção superior do reservatório de Promissão. A maior riqueza de espécies foi registrada para a família Chironomidae, sendo que *Coelotanypus* sp foi a espécie mais abundante em todos os reservatórios. A maior estimativa da diversidade de táxons foi obtida para o reservatório de Promissão, com condições mais eutróficas. A eutrofização e conseqüente aumento na produção primária pode ter favorecido a sobrevivência e o estabelecimento de diversas espécies. Os baixos valores de equitabilidade estimados para os três reservatórios em ambos os períodos de amostragem refletem a presença de espécies altamente dominantes, como é o caso de *M. tuberculata*. O presente estudo evidenciou a elevada capacidade de invasão desta espécie, a qual esteve amplamente distribuída em todos os reservatórios e porções destes, evidenciando a urgente necessidade de controle ou erradicação destas espécies exóticas e invasoras nos reservatórios.

Palavras chaves: espécies exóticas, ecologia de reservatórios, baixo rio Tietê, comunidade bentônica

ABSTRACT

The aim of the present study was to characterize the benthic community of Promissão, Nova Avanhandava and Três Irmãos reservoirs, in relation to the composition of taxa, population densities and also to verify the occurrence of exotics mollusks in this reservoir system. Moreover, it aimed to evaluate possible relations between the physical and chemical characteristics of the water and of the sediment and the structure of the community considering the spatial (upper, middle and lower portions of each reservoir) and temporal scales (dry and rainy periods). Sampling was carried out through November 2002 (rainy period) and August 2003 (dry period). Sediment samples for the analyses of the benthic community were obtained using a van Veen grab. The benthic communities of Promissão, Nova Avanhandava and Três Irmãos Reservoirs, were represented, in the rainy period, for a total of 24, 23 and 15 taxa, and in the dry period, for a total of 25, 25 and 17 taxa, respectively. In both sampling periods, and in all reservoirs, there were representatives of Phylum Arthropoda, Annelida, Mollusca and Platyhelminthes. Only in Nova Avanhandava Reservoir the occurrence of individuals belonging to the Phylum Crustacea were registered. The main groups in the benthic communities were Mollusca, Oligochaeta and Chironomidae. Amongst the Mollusca, three exotic species were found: *Melanoides tuberculata*, *Corbicula fluminea* and *Helisoma* sp. *M. tuberculata* was the most abundant species, corresponding to more than 60 % of the total individuals. *C. fluminea* and *Helisoma* sp were less abundant and they did not register in all the portions of the reservoirs. Among the representatives of the Oligochaeta, the species *Branchiura sowerbyi* was the most abundant and unique, occurring in all reservoirs and periods sampled, being registered with a maximum abundance of 6 %, during the rainy period in the upper portion of Promissão Reservoir. Chironomidae had the highest species richness, and *Coelotanytus* sp was the most abundant taxon, in all the reservoirs studied. The highest diversity of taxons was found in Promissão Reservoir. It is possible that eutrophication have favored the primary production, the survival and the establishment of certain species. The low values of uniformity found in all three reservoirs and in both periods of sampling reflects the presence of highly dominant species, as it is the case of *M. tuberculata*. The present study evidenced the high capacity of invasion of this species, which is widely distributed in all the reservoirs, evidencing the necessity of control or eradication of these exotic and invasive species in the reservoirs.

Key words: exotic species, reservoirs, baixo rio Tietê, benthic community

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sistema Tietê no estado de São Paulo, evidenciando a localização dos reservatórios do baixo rio Tietê. Fonte: São Paulo (Estado) 1982. Coordenadoria da Indústria e Comércio. Diretrizes para a Política de Desenvolvimento e Desconcentração Industrial. Desenho de Cristina Criscuolo.....	5
Figura 2. Valores mensais de precipitação pluviométrica registrados nas estações meteorológicas de Araçatuba e Auriflana, pertencentes à bacia do baixo rio Tietê, para o período de 2002 - 2003.	16
Figura 3. Variações da profundidade máxima (m) e da transparência da água (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior no reservatório de Promissão, em novembro de 2002 (C = região central do transecto e M = região marginal do transecto).	17
Figura 4. Variações da profundidade máxima (m) e da transparência da água (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em agosto de 2003 (C = região central do transecto e M = região marginal do transecto).	17
Figura 5. Variações da profundidade máxima (m) e da transparência da água (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior no reservatório de Nova Avanhandava, em novembro de 2002 (C = região central do transecto e M = região marginal do transecto).	18
Figura 6. Variações da profundidade máxima (m) e da transparência da água (m) em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior no reservatório de Nova Avanhandava, em agosto de 2003 (C = região central do transecto e M = região marginal do transecto).	19
Figura 7. Variações da profundidade máxima (m) e da transparência da água (m) em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em novembro de 2002 (C = região central do transecto e M = região marginal do transecto).	20
Figura 8. Variações da profundidade máxima (m) e da transparência da água (m) em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em agosto de 2003 (C = região central do transecto e M = região marginal do transecto).	20
Figura 9. Variação dos valores de pH da água, em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em novembro de 2002 e agosto de 2003.....	21
Figura 10. Variação dos valores de pH da água, em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava, em novembro de 2002 e agosto de 2003.....	22
Figura 11. Variação dos valores de pH da água, em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em novembro de 2002.	23
Figura 12. Variação dos valores de condutividade elétrica da água ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) em relação à profundidade em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em novembro de 2002.....	24

Figura 13. Variação dos valores de condutividade elétrica da água ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	25
Figura 14. Variação dos valores de condutividade elétrica da água ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), em relação à profundidade em três transectos, correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em novembro de 2002.	26
Figura 15. Variação dos valores de temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	27
Figura 16. Variação dos valores de temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	28
Figura 17. Variação dos valores de temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	29
Figura 18. Variação dos valores de concentração de oxigênio dissolvido da água ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	30
Figura 19. Variação dos valores de concentração de oxigênio dissolvido da água ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	31
Figura 20. Variação dos valores de concentração de oxigênio dissolvido da água ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	32
Figura 21. Variação dos valores de concentração dos compostos nitrogenados na água ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em novembro de 2002 (em escala logarítmica).	33
Figura 22. Variação dos valores de concentração dos compostos nitrogenados na água ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), em relação à profundidade, nos três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em agosto de 2003 (em escala logarítmica).	34
Figura 23. Variação dos valores de concentração dos compostos nitrogenados na água ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava, em novembro de 2002 (em escala logarítmica).	35
Figura 24. Variação dos valores de concentração dos compostos nitrogenados na água ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava, em agosto de 2003 (em escala logarítmica).	36
Figura 25. Variação dos valores de concentração dos compostos nitrogenados na água ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções	

superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em novembro de 2002 (em escala logarítmica).....	37
Figura 26. Variação dos valores de concentração dos compostos nitrogenados na água ($\mu\text{g.L}^{-1}$), em relação à profundidade em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em agosto de 2003 (em escala logarítmica).....	38
Figura 27. Variação dos valores de concentração dos compostos fosfatados na água ($\mu\text{g.L}^{-1}$), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em novembro de 2002 (em escala logarítmica).....	39
Figura 28. Variação dos valores de concentração dos compostos fosfatados na água ($\mu\text{g.L}^{-1}$), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em agosto de 2003 (em escala logarítmica).....	40
Figura 29. Variação dos valores de concentração dos compostos fosfatados na água ($\mu\text{g.L}^{-1}$), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava, em novembro de 2002 (em escala logarítmica).....	41
Figura 30. Variação dos valores de concentração dos compostos fosfatados na água ($\mu\text{g.L}^{-1}$), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava, em agosto de 2003 (em escala logarítmica).....	42
Figura 31. Variação dos valores de concentração dos compostos fosfatados na água ($\mu\text{g.L}^{-1}$), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em novembro de 2002 (em escala logarítmica).....	43
Figura 32. Variação dos valores de concentração dos compostos fosfatados na água ($\mu\text{g.L}^{-1}$), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em agosto de 2003 (em escala logarítmica).....	44
Figura 33. Variação dos valores de dureza da água ($\text{mg de CaCO}_3\text{.L}^{-1}$), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em novembro de 2002 e agosto de 2003.....	45
Figura 34. Variação dos valores de dureza da água ($\text{mg de CaCO}_3\text{.L}^{-1}$), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	46
Figura 35. Variação dos valores de dureza da água ($\text{mg de CaCO}_3\text{.L}^{-1}$), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	47
Figura 36. Variação dos valores de alcalinidade da água (meq.L^{-1}), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em novembro de 2002 e agosto de 2003.....	48
Figura 37. Variação dos valores de alcalinidade da água (meq.L^{-1}), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	49

Figura 38. Variação dos valores de alcalinidade da água (meq.L^{-1}), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em agosto de 2003.....	50
Figura 39. Variação dos valores de material em suspensão na água (mg.L^{-1}), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em novembro de 2002.....	51
Figura 40. Variação dos valores de material em suspensão na água (mg.L^{-1}), em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em agosto de 2003.....	51
Figura 41. Variação dos valores de material em suspensão na água (mg.L^{-1}), em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava, em novembro de 2002.....	52
Figura 42. Variação dos valores de material em suspensão na água (mg.L^{-1}), em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava, em agosto de 2003.....	53
Figura 43. Variação dos valores de material em suspensão na água (mg.L^{-1}), em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em novembro de 2002.	54
Figura 44. Variação dos valores de material em suspensão na água (mg.L^{-1}), em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em agosto de 2003.	54
Figura 45. Variação da composição granulométrica do sedimento e conteúdo de matéria orgânica (%), em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em novembro de 2002.	55
Figura 46. Variação da composição granulométrica do sedimento e conteúdo de matéria orgânica (%), em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em agosto de 2003.	56
Figura 47. Variação da composição granulométrica do sedimento e conteúdo de matéria orgânica (%), em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava, em novembro de 2002.	57
Figura 48. Variação da composição granulométrica do sedimento e conteúdo de matéria orgânica (%), em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava, em agosto de 2003.	58
Figura 49. Variação da composição granulométrica do sedimento e conteúdo de matéria orgânica (%), em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em novembro de 2002.	59
Figura 50. Variação da composição granulométrica do sedimento e conteúdo de matéria orgânica (%), em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em agosto de 2003.	60

- Figura 51.** Variação dos valores de concentração de clorofila a ($\mu\text{g.L}^{-1}$), em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em novembro de 2002 e agosto de 2003. 62
- Figura 52.** Variação dos valores de concentração de clorofila a ($\mu\text{g.L}^{-1}$), em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava, em novembro de 2002 e agosto de 2003. 63
- Figura 53.** Variação dos valores de concentração de clorofila ($\mu\text{g.L}^{-1}$), em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em novembro de 2002 e agosto de 2003. 64
- Figura 54.** Curvas do componente dominância da diversidade de táxons nos reservatórios de Promissão, Nova Avanhandava e Três Irmãos, em agosto de 2003. 69
- Figura 55.** Curvas do componente dominância da diversidade de táxons nos reservatórios de Promissão, Nova Avanhandava e Três Irmãos, em agosto de 2003. 69
- Figura 56.** Dendrograma resultante da análise de agrupamento segundo índice de Jaccard e ligação tipo UPGMA (média de grupo) para as associações de macro-invertebrados bentônicos dos reservatórios de Promissão (**P**), Nova Avanhandava (**NA**) e Três Irmãos (**TI**), nos períodos chuvoso (**1**) e seco (**2**) ($cf = 0,9311$). 70
- Figura 57.** Variação da densidade média (Ind.m^{-2}) dos grupos componentes da comunidade de macro-invertebrados bentônicos, em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em novembro de 2002. 71
- Figura 58.** Variação da densidade média (Ind.m^{-2}) dos grupos componentes da comunidade de macro-invertebrados bentônicos, em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em agosto de 2003. 72
- Figura 59.** Variação da densidade média (Ind.m^{-2}) dos grupos componentes da comunidade de macro-invertebrados bentônicos, em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava, em novembro de 2002. 74
- Figura 60.** Variação da densidade média (Ind.m^{-2}) dos grupos componentes da comunidade de macro-invertebrados bentônicos, em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava, em agosto de 2003. 75
- Figura 61.** Variação da densidade média (Ind.m^{-2}) dos grupos componentes da comunidade de macro-invertebrados bentônicos, em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em novembro de 2002. 77
- Figura 62.** Variação da densidade média (Ind.m^{-2}) dos grupos componentes da comunidade de macro-invertebrados bentônicos, em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes à porção superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em agosto de 2003. 78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características morfométricas e hidrológicas do reservatório de Promissão.	7
Tabela 2. Características morfométricas e hidrológicas do reservatório de Nova Avanhandava.	8
Tabela 3. Características morfométricas e hidrológicas do reservatório de Três Irmãos.	8
Tabela 4. Valores médios de transparência da água nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	18
Tabela 5. Valores médios de transparência da água nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	19
Tabela 6. Valores médios de transparência da água nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	21
Tabela 7. Valores médios de pH da água nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	22
Tabela 8. Valores médios de pH da água nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	23
Tabela 9. Valores médios de pH da água nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	24
Tabela 10. Valores médios de condutividade elétrica da água ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	25
Tabela 11. Valores médios de condutividade elétrica da água ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	26
Tabela 12. Valores médios de condutividade elétrica da água ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	27
Tabela 13. Valores médios de temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	28
Tabela 14. Valores médios de temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	29
Tabela 15. Valores médios de temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	30
Tabela 16. Valores médios de oxigênio dissolvido da água ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	31

Tabela 17. Valores médios de oxigênio dissolvido da água (mg.L^{-1}) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	32
Tabela 18. Valores médios de oxigênio dissolvido da água (mg.L^{-1}) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	32
Tabela 19. Valores médios da concentração dos compostos nitrogenados na água ($\mu\text{g.L}^{-1}$) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	34
Tabela 20. Valores médios da concentração dos compostos nitrogenados na água ($\mu\text{g.L}^{-1}$) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	36
Tabela 21. Valores médios da concentração dos compostos nitrogenados na água ($\mu\text{g.L}^{-1}$) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	38
Tabela 22. Valores médios dos compostos fosfatados na água ($\mu\text{g.L}^{-1}$) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	40
Tabela 23. Valores médios dos compostos fosfatados na água ($\mu\text{g.L}^{-1}$) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	42
Tabela 24. Valores médios dos compostos fosfatados na água ($\mu\text{g.L}^{-1}$) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	44
Tabela 25. Valores médios de dureza da água ($\text{mg de CaCO}_3.\text{L}^{-1}$) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	45
Tabela 26. Valores médios de dureza da água ($\text{mg de CaCO}_3.\text{L}^{-1}$) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	46
Tabela 27. Valores médios de dureza da água ($\text{mg de CaCO}_3.\text{L}^{-1}$) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	47
Tabela 28. Valores médios de alcalinidade da água (meq.L^{-1}) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	48
Tabela 29. Valores médios de alcalinidade da água (meq.L^{-1}) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	49
Tabela 30. Valores médios de alcalinidade da água (meq.L^{-1}) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	50
Tabela 31. Valores médios da concentração de material em suspensão na água (inorgânico e orgânico), em mg.L^{-1} , nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	52

Tabela 32. Valores médios da concentração de material em suspensão na água (inorgânico e orgânico), em mg.L^{-1} , nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	53
Tabela 33. Valores médios da concentração de material em suspensão na água (inorgânico e orgânico), em mg.L^{-1} , nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	55
Tabela 34. Valores médios (em porcentagem) das frações granulométricas do sedimento e do conteúdo de matéria orgânica nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	57
Tabela 35. Valores médios (em porcentagem) das frações granulométricas do sedimento e do conteúdo de matéria orgânica nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	59
Tabela 36. Valores médios (em porcentagem) das frações granulométricas do sedimento e do conteúdo de matéria orgânica nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	61
Tabela 37. Valores do Índice de Estado Trófico médio (IET) em novembro de 2002 e agosto de 2003.	61
Tabela 38. Valores médios da concentração de clorofila a ($\mu\text{g.L}^{-1}$) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	62
Tabela 39. Valores médios da concentração de clorofila a ($\mu\text{g.L}^{-1}$) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	63
Tabela 40. Valores médios da concentração de clorofila a ($\mu\text{g.L}^{-1}$) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	64
Tabela 41. Composição taxonômica e ocorrência das espécies de macro-invertebrados bentônicos nos reservatórios de Promissão (P), Nova Avanhandava (NA) e Três Irmãos (TI) em novembro de 2002 e agosto de 2003.	66
Tabela 42. Valores dos Índices de Diversidade de Shannon-Wiener (H'), de Uniformidade de Pielou (E) e da riqueza (R) de espécies da comunidade de macro-invertebrados bentônicos nas represas de Promissão (P), Nova Avanhandava (NA) e Três Irmãos (TI), amostrados em novembro de 2002 (período chuvoso) e agosto de 2003 (período seco).	68
Tabela 43. Densidade média (Ind.m^{-2}) dos grupos componentes da comunidade de macro-invertebrados bentônicos do reservatório de Promissão em cada uma de suas porções (superior, mediana e inferior) Irmãos e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	73
Tabela 44. Densidade média (Ind.m^{-2}) dos grupos componentes da comunidade de macro-invertebrados bentônicos do reservatório de Nova Avanhandava em cada uma de suas	

porções (superior, mediana e inferior) Irmãos e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	76
Tabela 45. Densidade média (Ind.m ⁻²) dos grupos componentes da comunidade de macro-invertebrados bentônicos do reservatório de Três Irmãos em cada uma de suas porções (superior, mediana e inferior) Irmãos e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.	78
Tabela 46. Abundância relativa (%) dos táxons de macro-invertebrados bentônicos presentes na porção superior (S), mediana (M) e inferior (I) do reservatório de Promissão, em novembro de 2002 (período chuvoso) e agosto de 2003 (período seco).	80
Tabela 47. Abundância relativa (%) dos principais táxons de invertebrados bentônicos presentes na porção superior (S), mediana (M) e inferior (I) do reservatório de Nova Avanhandava, em novembro de 2002 (período chuvoso) e agosto de 2003 (período seco).	82
Tabela 48. Abundância relativa (%) dos principais taxons de invertebrados bentônicos presentes na porção superior (S), mediana (M) e inferior (I) do reservatório de Três Irmãos, em novembro de 2002 (período chuvoso) e agosto de 2003 (período seco)...	84
Tabela 49. Tabela comparativa dos valores médios de transparência, condutividade elétrica da água, concentração de fósforo total e de clorofila a, dos reservatórios de Promissão (P), Nova Avanhandava (NA) e Três Irmãos (TI), nos períodos chuvoso e seco de 1979/1980, 1997/1998 (somente período chuvoso), 2000 e no presente estudo (2002 e 2003).	86

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a opção pela energia hidrelétrica, graças à extensa rede hidrográfica, tem levado à fragmentação artificial dos rios para a construção de represas, visando atender a demanda energética. A construção de reservatórios promove uma alteração significativa na ecologia (estrutura e função) das bacias hidrográficas. A criação desses sistemas artificiais impõe aos rios e às bacias hidrográficas em que os reservatórios se encontram, alterações funcionais e estruturais ao longo do tempo, ocasionando mudanças na composição química do sedimento, da água, da circulação e da organização das comunidades, sejam elas planctônicas, nectônicas ou bentônicas (TUNDISI *et al.*, 1999a).

A comunidade bentônica, especificamente, é particularmente importante como indicadora de alterações nos ecossistemas aquáticos, devido à sua maior permanência nos sistemas e ao fato de ela estar ligada ao sedimento, o principal depósito de substâncias alóctones recebidas pelos ecossistemas aquáticos. O estudo das comunidades bentônicas é também relevante pela importância destas nos processos ecológicos, pois elas desempenham um papel importante nas cadeias alimentares e na troca de nutrientes (fósforo e nitrogênio) entre o sedimento e a água de interface, através das atividades de escavação e da decomposição da matéria orgânica (GARDNER *et al.*, 1983; FUKUHARA & SAKAMOTO, 1988).

A distribuição das populações bentônicas, similarmente à de outras comunidades, é simultaneamente influenciada por um complexo de fatores físicos, químicos e biológicos interatuantes. Entre esses fatores destacam-se a natureza do sedimento, a profundidade, as flutuações do nível da água, a concentração de oxigênio dissolvido, a variação do potencial hidrogeniônico, o grau de trofia e a competição entre as diferentes populações (ESTEVES, 1988). Qualquer alteração em alguns desses fatores pode interferir na composição, na distribuição e na abundância dos organismos bentônicos (SAETHER, 1979; WARNICK, 1992).

A comunidade bentônica é formada por animais (zoobentos) e vegetais (fitobentos), que se caracterizam por habitar o interior do sedimento ou a superfície deste (ESTEVES, 1988). As larvas de insetos, como por exemplo, aquelas pertencentes aos grupos Diptera, Ephemeroptera, Plecoptera, Odonata, Hemiptera, Neuroptera e Trichoptera são geralmente

encontradas nos ecossistemas aquáticos, além de outros grupos de invertebrados como os Platyhelminthes, Coleoptera, Nematoda, Annelida e Mollusca, entre outros (ESTEVEES, 1988).

Segundo HUTCHINSON (1993), a ordem Diptera é a mais diversa entre as ordens de insetos na água doce, com destaque para a família Chironomidae, pois seus representantes são geralmente os mais abundantes em quase todos os ambientes lacustres e fluviais (SAETHER, 1979; WIEDERHOLM, 1980). Isso ocorre devido à elevada capacidade de adaptação que esses organismos possuem para as diferentes características da água e do sedimento (COHEN, 1986; BASS, 1986).

Assim como os Chironomidae, os representantes da classe Oligochaeta (Filo Annelida) também constituem alguns dos mais importantes grupos de invertebrados, por serem abundantes e bons indicadores ambientais (SAETHER, 1979; WIEDERHOLM, 1980). Os representantes deste grupo se destacam pela alta densidade e pelo papel que desempenham na dinâmica de nutrientes. Eles são particularmente importantes na decomposição do material orgânico e no transporte de materiais de camadas mais profundas do sedimento para as superficiais (ESTEVEES, 1988).

Os moluscos dulciaquícolas são representados por dois grupos principais: Gastropoda e Bivalvia (WETZEL, 1983). Existem aproximadamente 5000 espécies de moluscos de água doce no mundo, sendo a maioria pertencente à classe Gastropoda (THOMPSON, 1984). Há 193 espécies de gastrópodos dulciaquícolas descritas para o Brasil, sendo que 35 destas ocorrem no estado de São Paulo (SIMONE, 1999). Os gastrópodos de água doce estão entre os grupos mais importantes desse ambiente, tanto em número de espécies e em volume de biomassa, quanto em importância para o homem, por servirem de alimento e como vetores de doenças.

Os bivalves de água doce têm importância ecológica relevante, pois ocupam o primeiro nível trófico na cadeia alimentar e parasitam peixes na fase larval (AVELAR, 1999). Algumas espécies podem abrigar bactérias e vírus patogênicos derivados do homem devido à capacidade que elas apresentam de acumular os patógenos recuperados da água ao redor, podendo ser usadas como indicadores da poluição da água (AYRES *et al.*, 1978; TROLLOPE, 1984).

Os moluscos têm invadido com sucesso os ambientes de água doce de alguns países intertropicais como o Brasil, onde em alguns corpos de água é possível verificar com frequência a presença de algumas espécies exóticas invasoras como, por exemplo, *Dreissena polymorpha* (“mexilhão zebra”), *Limnoperna fortunei* (“mexilhão dourado”), *Melanoides tuberculata*, *Corbicula fluminea* (“Asia clam”) e *Achatina fulica* (“Gigante Africano”) (STRAYER, 1999; JOHNSON & CARLTON, 1996; VAZ *et al.*, 1986; AVELAR, 1999). Estas introduções têm se intensificado nos últimos anos em decorrência das atividades humanas que aceleram a movimentação acidental ou deliberada de organismos ao redor do mundo (RICCIARDI & MACISAAC, 2000). Muitas atividades humanas tais como a agricultura, aquacultura, recreação e transporte promovem a dispersão intencional ou acidental de espécies sobre suas barreiras naturais de dispersão (KOLAR & LODGE, 2001).

A permanência destas espécies torna-se uma grande ameaça à comunidade bentônica local, pois as invasões biológicas podem modificar significativamente a estrutura da comunidade e o funcionamento dos ecossistemas de água doce e ocasionar a extinção de suas espécies nativas (POINTIER & AUGUSTIN, 1999). As espécies exóticas além de causarem enormes prejuízos econômicos constituem uma das principais ameaças à biodiversidade e aos ecossistemas naturais e artificiais e são consideradas a segunda causa de extinção de espécies no mundo, atrás apenas da perda de habitat. Desta forma, os estudos sobre a composição específica das populações bentônicas em sistemas artificiais como os reservatórios do baixo rio Tietê (Promissão, Nova Avanhandava e Três Irmãos), são de suma importância para uma avaliação do estado atual da comunidade e para a elaboração de planos de manejo, uma vez que estes ambientes são muito vulneráveis às invasões biológicas.

O presente trabalho faz parte de um esforço para o estudo e desenvolvimento de técnicas de controle e manejo de espécies invasoras no sistema do rio Tietê e nos lagos do Vale do Rio Doce (Projeto “Monitoramento e Desenvolvimento de Tecnologias para o Manejo de Espécies Exóticas em águas Doces”) processo número 952/02 financiado pelo MMA/CNPq sob a coordenação da Profa. Dra. Odete Rocha (DEBE/UFSCar) e vice-coordenação do Prof. Dr. Evaldo Luiz Gaeta Espíndola, do Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

2. OBJETIVOS

- I. Caracterizar a comunidade bentônica dos reservatórios do baixo rio Tietê (Promissão, Nova Avanhandava e Três Irmãos) quanto à composição taxonômica e a densidade das populações;
- II. Verificar a ocorrência de espécies de moluscos exóticos invasores nesses reservatórios;
- III. Avaliar a qualidade da água e do sedimento destes reservatórios quanto aos aspectos físicos e químicos de relevância para a comunidade bentônica, verificando a existência de possíveis relações entre estas e a estrutura da comunidade bentônica, tanto em relação à escala espacial (porções superior, mediana e inferior do reservatório) quanto temporal (período chuvoso e seco).

3.2.1. Caracterização do reservatório de Promissão

O reservatório de Promissão, oficialmente denominado reservatório Mário Lopes Leão, foi formado a partir de 01/01/1974 e encontra-se localizado entre as coordenadas 21°18'S e 49°47'W, confrontando-se a montante com a barragem de Ibitinga e a jusante com o reservatório de Nova Avanhandava. Possui tempo médio de residência de 134,1 dias e uma área de 530 km² (CESP, 1998). Além do rio Tietê, o reservatório recebe o aporte de vários tributários, sendo o rio Dourado, Cervo Grande, Batalha e Ribeirão dos Porcos, os maiores contribuintes.

Os solos desta região são arenosos provenientes da Formação Adamantina, com alguns trechos de solo de origem basáltica tais como na cabeceira do reservatório. Insere-se na zona climática do tipo tropical sub-quento e úmido. A vegetação perimetral mais comum é a pastagem, além de campos de cultivo (milho, soja, arroz, café, etc.), capoeiras e áreas de reflorestamento.

Este reservatório sofre fortes influências antrópicas, seja pela profunda alteração da vegetação em seu entorno, como pelo aporte de esgotos e resíduos industriais. No entanto, o nível de poluição é menor que o dos reservatórios a montante, devido à depuração e retenção ocorrida nos três reservatórios acima (CESP, 1989; 1991 e 1998).

As principais atividades industriais da região são as indústrias alimentícias e curtumes. Em relação ao uso rural do solo da região em que se insere o reservatório de Promissão, existem extensas áreas de pastagens e culturas de café, cana-de-açúcar e milho, além das áreas de conservação (CETESB, 2005). Quanto ao uso da água dessa bacia, além da geração de energia elétrica e navegação, também é utilizada para abastecimento público e industrial, recepção de efluentes domésticos e industriais e irrigação de culturas agrícolas (CETESB, 2005).

As principais características do reservatório de Promissão estão representadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características morfométricas e hidrológicas do reservatório de Promissão.

Reservatório de Promissão	
Área alagada	58.548 ha
Área de drenagem	57.610 km ²
Vazão média anual	640 m ³ . s ⁻¹
Tempo de residência	134.1 dias
Volume total	7.418 10 ⁶ m ³
Volume útil	2.128 10 ⁶ m ³
Perímetro	1.423 km
Profundidade média	12 m

Fonte: CESP, 1989; 1991;1998.

3.2.2. Caracterização do reservatório de Nova Avanhandava

O reservatório de Nova Avanhandava foi formado em 1982 e encontra-se localizado entre as coordenadas 21°07'S e 50°17'W (CESP, 1998), com uma área de inundação de 21.750 ha. Possui tempo de residência médio de 45,7 dias e recebe a contribuição de 4 tributários principais: rio dos Patos, ribeirão dos Ferreiros, ribeirão Bonito e ribeirão Lageado (CESP, 1998).

A atividade rural predominante na região próxima ao reservatório de Nova Avanhandava é a pecuária. Também se encontram áreas de pastagens e culturas de cana-de-açúcar, algodão e mamona. As principais atividades industriais são as usinas de açúcar e álcool, indústrias de calçados e industriais alimentícias. No que se refere aos usos múltiplos da água da bacia, destacam-se a navegação, geração de energia elétrica, abastecimento público e industrial, recepção de efluentes domésticos e industriais e irrigação de plantações (CETESB, 2005).

As principais características do reservatório de Nova Avanhandava estão representadas na Tabela 2.

Tabela 2. Características morfométricas e hidrológicas do reservatório de Nova Avanhandava.

Reservatório de Nova Avanhandava	
Área alagada	21.700 ha
Área de drenagem	62.300 km ²
Vazão média anual	688 m ³ . s ⁻¹
Tempo de residência	45.7 dias
Volume total	2.720 10 ⁶ m ³

Fonte: CESP, 1998.

3.2.3. Caracterização do reservatório de Três Irmãos

O reservatório de Três Irmãos foi formado a partir de 1990 e está situado entre as coordenadas 20°39'S e 51°18W (CESP, 1998). Apresenta uma área de inundação de 81.700 ha e o tempo de residência médio de 217,9 dias. Apesar de ser o último do sistema em cascata de reservatórios do rio Tietê, encontra-se também em processo de eutrofização, com a ocorrência de freqüentes florescimentos de algas cianofíceas. Localiza-se na região oeste do Estado de São Paulo, aproximadamente 28 km da desembocadura do rio Tietê no rio Paraná e a 25 km da cidade de Pereira Barreto que, por sua vez, fica a 630 km da cidade de São Paulo (VILLELA, 1992).

As principais atividades rurais e industriais da região, assim como os usos múltiplos da água da bacia, são as mesmas citadas anteriormente para o reservatório de Nova Avanhandava, de acordo com CETESB (2005).

As principais características do reservatório de Três Irmãos estão representadas na Tabela 3.

Tabela 3. Características morfométricas e hidrológicas do reservatório de Três Irmãos.

Reservatório de Três Irmãos	
Área alagada	81.700 ha
Área de drenagem	70.600 km ²
Vazão média anual	733 m ³ . s ⁻¹
Tempo de residência	217.9 dias
Volume total	13.800 10 ⁶ m ³

Fonte: CESP 1998; VILLELA, 1992

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Pontos de amostragem e periodicidade de coleta

As coletas foram realizadas em novembro de 2002 e agosto de 2003, caracterizando os períodos chuvoso e seco, respectivamente. Foram estabelecidos três transectos na porção superior, mediana e inferior de cada reservatório, sendo que os pontos de amostragem foram escalonados em intervalos que variaram de 2 a 4 metros, de acordo com o gradiente de profundidade de cada reservatório, em cada uma das porções amostradas. A localização dos pontos entre os períodos de coleta foi realizada utilizando-se GPS marca GARMIN modelo 130 SOUNDER.

4.2. Variáveis físicas e químicas da água

4.2.1. Transparência

A transparência da água na região limnética dos reservatórios foi avaliada por meio da leitura do Disco de Secchi, como a média entre as profundidades de desaparecimento e de reaparecimento visual do disco (MARGALEF, 1983).

4.2.2. Potencial hidrogeniônico, condutividade elétrica, concentração de oxigênio dissolvido e temperatura

A medida das variáveis físicas e químicas: pH, condutividade elétrica da água, concentração de oxigênio dissolvido e temperatura da água foram realizadas “in situ”, na interface sedimento-água, utilizando-se um multisensor, da marca HORIBA, modelo U-10.

4.2.3. Compostos Nitrogenados e Fosfatados

As amostras de água para as análises dos compostos fosfatados e nitrogenados (totais e dissolvidos) foram coletadas utilizando-se uma garrafa vertical de 5 litros do tipo van Dorn, para coleta próximo ao sedimento dos pontos de amostragem. Essas amostras foram acondicionadas em frascos de polietileno e congeladas até análise. No laboratório parte das amostras foram filtradas em filtros de microfibras de vidro da marca GF/C Whatman, com 47 mm de diâmetro e 0,7 micron de porosidade, para reter o material particulado. As concentrações dos principais nutrientes presentes na água foram

determinadas através de espectrofotometria segundo metodologias descritas por GOLTERMAN *et al.* (1978) e MACKERETH *et al.* (1978).

4.2.4. Dureza e Alcalinidade

Os valores de alcalinidade e dureza foram obtidos segundo os procedimentos descritos em GOLTERMAN *et al.* (1978).

4.2.5. Concentração de material em suspensão

As concentrações de material em suspensão, expressas em mg.L^{-1} (matéria orgânica e inorgânica), foram determinadas em cada ponto de coleta, filtrando-se um volume de água em filtros de fibra de vidro GF/C da marca Whatman (47 mm) e 0,7 micron de porosidade, previamente calcinados a 480°C por uma hora, seguindo-se os procedimentos descritos por TEIXEIRA *et al.* (1965).

4.3. Composição granulométrica e conteúdo de matéria orgânica do sedimento

Após a coleta, as amostras de sedimento foram deixadas para secar à temperatura ambiente. Depois de secas, as amostras foram destorroadas com martelo de madeira e passadas em peneira de 2 mm de abertura de malha para remoção de materiais grosseiros como, por exemplo, fragmentos de vegetais, pedregulhos, entre outros materiais indesejáveis, como sugerido por TRINDADE (1980).

O conteúdo de matéria orgânica do sedimento foi determinado segundo a metodologia descrita por BUCHMAN & BRADY (1979) e a composição granulométrica do sedimento foi determinada segundo os procedimentos descritos por SUGUIO (1973).

4.4. - Variáveis Climatológicas: Precipitação pluviométrica

Os dados de precipitação pluviométrica foram obtidos das estações meteorológicas dos municípios de Araçatuba e Auriflama e referem-se aos meses de novembro de 2002 a agosto de 2003 (período de coleta).

4.5. Índice de Estado Trófico

Utilizou-se o Índice de Estado Trófico proposto por TOLEDO *et al.* (1983), os quais modificaram o índice de CARLSON (1977) para melhor adaptá-lo às condições climáticas e ambientais das regiões tropicais e subtropicais brasileiras.

Os parâmetros utilizados por TOLEDO *et al.* (1983) baseiam-se em valores ponderados da transparência da água (**S**), das concentrações de fósforo total (**P**), de fosfato inorgânico (**PO₄**) e de clorofila a (**CL**).

As equações que expressam as relações são:

$$\text{IET (S)} = 10 \times \{6 - [(0,64 + \ln S) / \text{Ln } 2]\}, \text{ para a transparência da água}$$

$$\text{IET (P)} = 10 \times \{6 - [\ln (80,32 / P) / \text{Ln } 2]\}, \text{ para fósforo total}$$

$$\text{IET (PO}_4\text{)} = 10 \times \{6 - [\ln (21,67 / \text{PO}_4) / \text{Ln } 2]\}, \text{ para a transparência da água}$$

$$\text{IET (CL)} = 10 \times \{6 - [(2,04 + \ln S) / \text{Ln } 2]\}, \text{ para a clorofila}$$

Onde:

S = leitura da transparência da água pelo disco de Secchi (m)

P = concentração de fósforo total (μgL^{-1})

PO₄ = concentração de fosfato dissolvido inorgânico (μgL^{-1})

CL = concentração de clorofila (μgL^{-1})

De acordo com TOLEDO *et al.* (1983), a profundidade do disco de Secchi é muito afetada pela alta turbidez dos reservatórios tropicais durante a maior parte do ano. Assim, para controlar esse problema, os autores sugerem ponderar o IET médio, de forma a dar menos peso à variável disco de Secchi e não eliminá-lo. Tal ponderação é feita de acordo com a equação abaixo:

$$\text{ET (médio)} = \text{IET (S)} + 2 [\text{IET (P)} + \text{IET (PO}_4\text{)} + \text{IET (CL)}] / 7$$

A partir do IET médio, os critérios para a classificação do estado trófico são:

Oligotrófico, se: $\text{IET} \leq 44$

Mesotrófico, se: $44 < \text{IET} < 54$

Eutrófico, se: $\text{IET} \geq 54$

4.6. Variáveis bióticas

4.6.1. Biomassa fitoplanctônica (concentração de clorofila a)

Para a análise da clorofila a ($\mu\text{g.L}^{-1}$), as amostras foram filtradas no próprio local de coleta utilizando-se o filtro GF/F 47 mm de diâmetro e 0,45 μm de abertura de poro para retenção do material. Posteriormente os filtros foram acondicionados em frascos escuros contendo sílica gel e congelados imediatamente. Para a determinação da concentração de clorofila, utilizou-se a técnica descrita em LORENZEN (1967).

4.6.2. Coleta e análise da comunidade de macroinvertebrados bentônicos

Em cada local de amostragem foram coletadas amostras de sedimento em duplicata, com uma draga do tipo VanVeen com 377 cm^2 de área amostral. Posteriormente, o sedimento foi lavado e passado em peneira com 0,21 mm de abertura de malha. O material retido na peneira foi preservado em solução de formol a 8%, no próprio local de coleta. No laboratório, utilizando-se uma bandeja transluminada, os organismos bentônicos foram triados e preservados em álcool a 70%. Estes organismos foram analisados sob microscópio estereoscópico da marca Zeiss, modelo Stemi SV 6, com aumento de até 40 vezes e sob microscópio óptico da marca Zeiss, modelo Standard 25. Os organismos foram identificados até o menor nível taxonômico possível, utilizando-se as seguintes chaves de identificação: MERRITT & CUMMINS (1984); ROLDAN-PÉREZ (1988); EPLER (1992); TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO (1995), RIGHI (1984), THOMPSON (2004) e BRINKHURST & MARCHESE (1993).

Além disso, foram consultados os seguintes pesquisadores para auxílio na identificação dos diferentes grupos da comunidade bentônica: Dr. Wagner Avelar da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (USP) e o Dr. Luiz Ricardo Lopez de Simone, do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, para a identificação dos moluscos; Dra. Mercedes Marchese, do Instituto Nacional de Limnología (Argentina), para a identificação dos Oligochaeta; Dra. Márcia Regina Spies do Laboratório de Entomologia Aquática da USP de Ribeirão Preto, para a identificação das larvas de Trichoptera; Dra. Janira Martins Costa, do Museu Nacional do Rio de Janeiro, para a identificação das ninfas de Odonata; Dra. Alaíde Fonseca Gessner do Departamento de Hidrobiologia, da Universidade Federal de São Carlos, para identificação das larvas de

Chironomidae e o Dr. Manoel Martins Dias Filho do Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva, da Universidade Federal de São Carlos, para a identificação das larvas de Lepidóptera e Dr. Gustavo Augusto Schimidt de Melo do Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo para identificação do camarão de água doce, *Macrobrachium jelskey*.

As aquisições de imagens das larvas de Chironomidae e dos representantes da classe Oligochaeta foram realizadas utilizando-se um microscópio da marca Zeiss (modelo Axioskop 2 plus), através do programa Auxil Vision. Para os demais invertebrados utilizou-se uma câmera digital da marca Nikon (Cool Pix 4300) acoplada a um microscópio estereoscópico (lupa) da marca Zeiss, modelo Stemi SV 6, através do programa Nikon View.

4.6.3. Determinação da densidade média e da abundância relativa da comunidade de macroinvertebrados bentônicos

A densidade dos organismos bentônicos foi calculada a partir da contagem total dos organismos nas amostras e calculada para a área de 1 m², de acordo com a seguinte fórmula (WELCH, 1948):

$$n = (o/a \times s) \times 10.000$$

onde, **n** é o número de indivíduos por m², **o** é o número de organismos contados na amostra, **a** é a área do amostrador (cm²), **s** é o número de amostras coletadas em cada ponto amostrado e **10.000** é utilizado para conversão da área do amostrador de cm² para m².

A abundância relativa (%) dos organismos foi calculada a partir da contagem total dos organismos nas amostras e calculadas de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{Abundância (\%)} = (n/N) \times 100$$

onde, **n** = número de indivíduos de cada espécie e **N** = número total de indivíduos de todas as espécies.

4.6.4. Determinação do Índice de Diversidade de Shannon-Wiener da comunidade de macro-invertebrados bentônicos

O índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') foi calculado de acordo com a fórmula (ODUM, 1988):

$$H' = -\sum(n_i/N) \log (n_i/N) \text{ ou } - \sum P_i \log P_i$$

onde,

n_i = valor de importância de cada espécie

N = total dos valores de importância

P_i = propabilidade de importância de cada espécie = n_i/N

4.6.5. Determinação do Índice de Uniformidade de Pielou da comunidade de macro-invertebrados bentônicos

O índice de uniformidade de Pielou (e) foi determinado de acordo com a seguinte fórmula (ODUM, 1988):

$$e = H/\log S$$

onde,

H = índice de diversidade de Shannon

S = número total de espécies

4.6.6. Determinação da similaridade de Jaccard (análise de agrupamento tipo cluster) da comunidade de macro-invertebrados bentônicos

A similaridade para a composição taxonômica da comunidade de macro-invertebrados bentônicos entre os pontos de amostragem nos reservatórios do baixo rio Tietê foi calculada utilizando-se a análise de agrupamento do tipo cluster, com a medida de similaridade de Jaccard (Magurran, 1989) como coeficiente de associação, e método de ligação do tipo UPGMA (média de grupo). Foi calculado também o coeficiente de correlação cofenética para verificar a proporção expressa com que os resultados representam os dados originais. Para estes cálculos foi utilizado o programa R 2.2.1 (A Language and Environment Copyright, 2005).

A medida de similaridade de Jaccard foi feita utilizando-se os táxons identificados até o menor nível taxonômico possível, e calculada de acordo com a seguinte fórmula:

$$C_j = j / (a + b - j)$$

onde,

j = número de espécies comuns entre as amostras **a** e **b**

a = número de espécies da amostra a

b = número de espécie da amostra b

4.6.7. Determinação das curvas do componente dominância da diversidade da comunidade de macro-invertebrados bentônicos

Para ilustrar os dois componentes da diversidade (riqueza e uniformidade), utilizou-se a curva do componente dominância da diversidade ou curvas de importância das espécies, de acordo com WHITTAKER (1972).

5. RESULTADOS

5.1 - Variáveis Climatológicas: Precipitação pluviométrica

Os dados mensais da precipitação pluviométrica para o ano de 2002 e de 2003 estão representados na Figura 2.

Na estação meteorológica de Araçatuba, em novembro de 2002, foi registrado 112,6 mm de precipitação, caracterizando um período chuvoso, e no mês de agosto de 2003, a precipitação foi de 14,2 mm, refletindo um período de seca (estiagem).

Na estação meteorológica de Auriflama, foi registrado 217,9 mm de precipitação, em novembro de 2002, caracterizando um período chuvoso, e no mês de agosto de 2003, a precipitação foi de 20,1 mm refletindo um período de seca, com chuvas mais escassas.

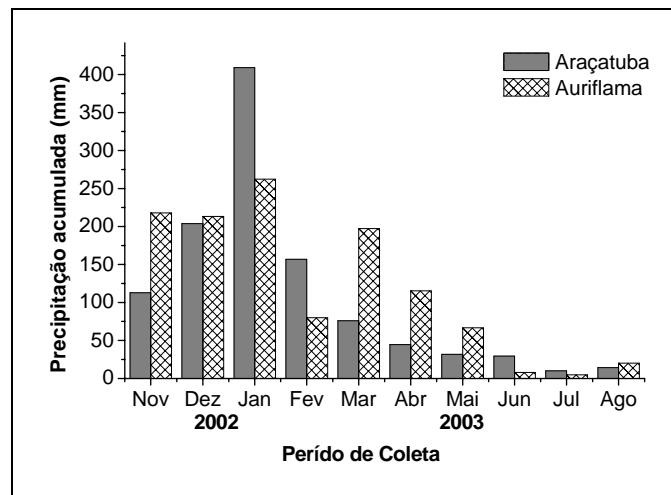


Figura 2. Valores mensais de precipitação pluviométrica registrados nas estações meteorológicas de Araçatuba e Auriflama, pertencentes à bacia do baixo rio Tietê, para o período de 2002 - 2003.

5.2. Variáveis físicas e químicas da água

5.2.1. Transparência

Reservatório de Promissão

No período chuvoso, a transparência da água no reservatório de Promissão variou de 0,5 m na porção superior a 2,3 m na porção mediana (Figura 3).

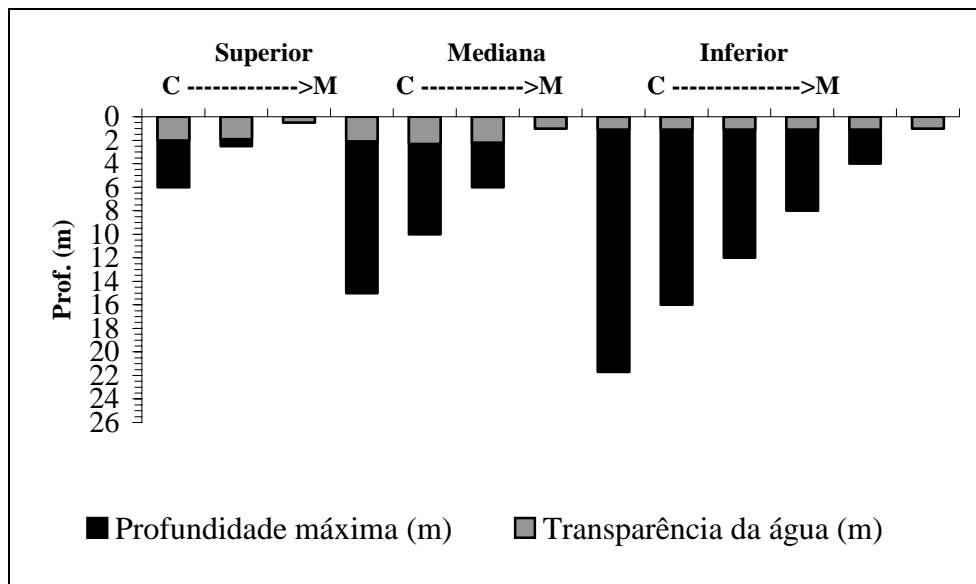


Figura 3. Variações da profundidade máxima (m) e da transparência da água (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior no reservatório de Promissão, em novembro de 2002 (C = região central do transecto e M = região marginal do transecto).

No período seco, a transparência da água variou de 0,6 m a 3,7 m na porção mediana do reservatório (Figura 4).

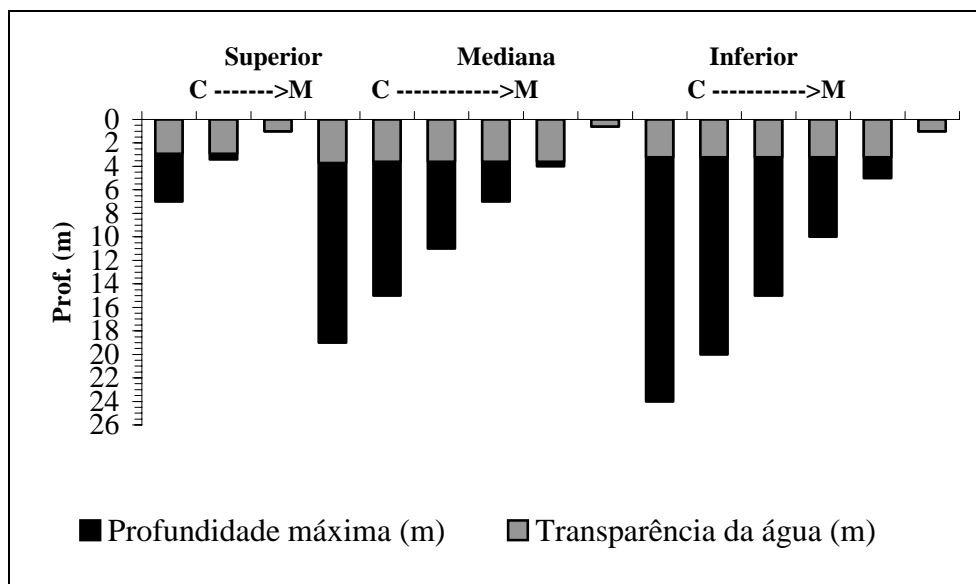


Figura 4. Variações da profundidade máxima (m) e da transparência da água (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em agosto de 2003 (C = região central do transecto e M = região marginal do transecto).

Os maiores valores de transparência da água foram registrados no período seco. Em ambos os períodos o valor médio de transparência da água foi mais elevado na porção mediana do reservatório, sendo, respectivamente 1,9 m e 3,1 m (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios de transparência da água nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Média	
	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03
Transparência	1,5	2,3	1,9	3,1	1,1	2,8	1,5	2,7
Desvio Padrão	0.84	1.1	0.61	1.23	0.04	0.9	0.41	0.28

Reservatório de Nova Avanhandava

No período chuvoso, a transparência da água no reservatório de Nova Avanhandava variou de 0,5 m na porção superior a 5 m, também na porção superior (Figura 5).

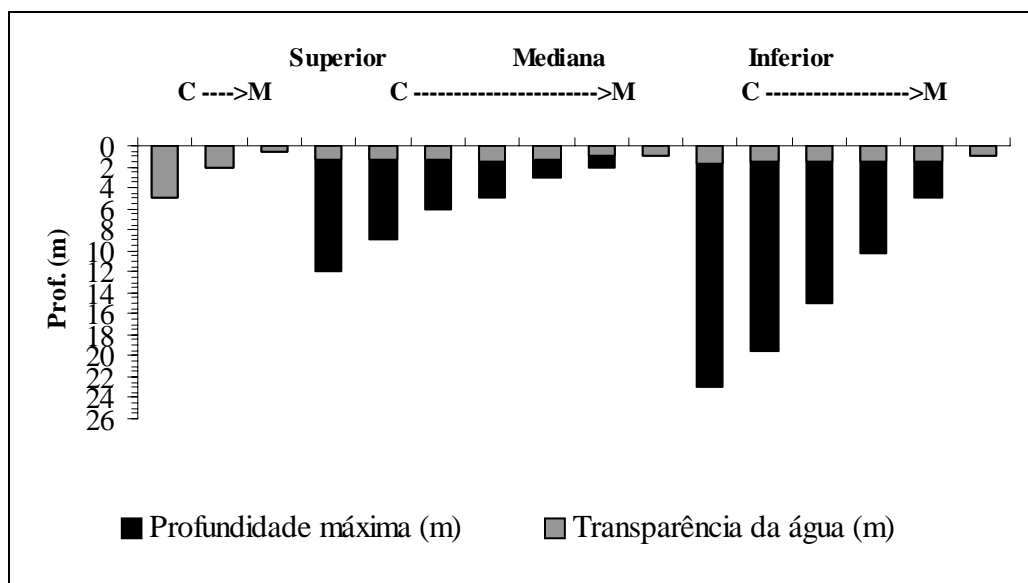


Figura 5. Variações da profundidade máxima (m) e da transparência da água (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior no reservatório de Nova Avanhandava, em novembro de 2002 (C = região central do transecto e M = região marginal do transecto).

No período seco, quando foi registrada a maior transparência da água, registrou-se um valor mínimo de 0,7 m, na porção superior, e um valor máximo de 4,2 m, também na porção superior do reservatório (Figura 6).

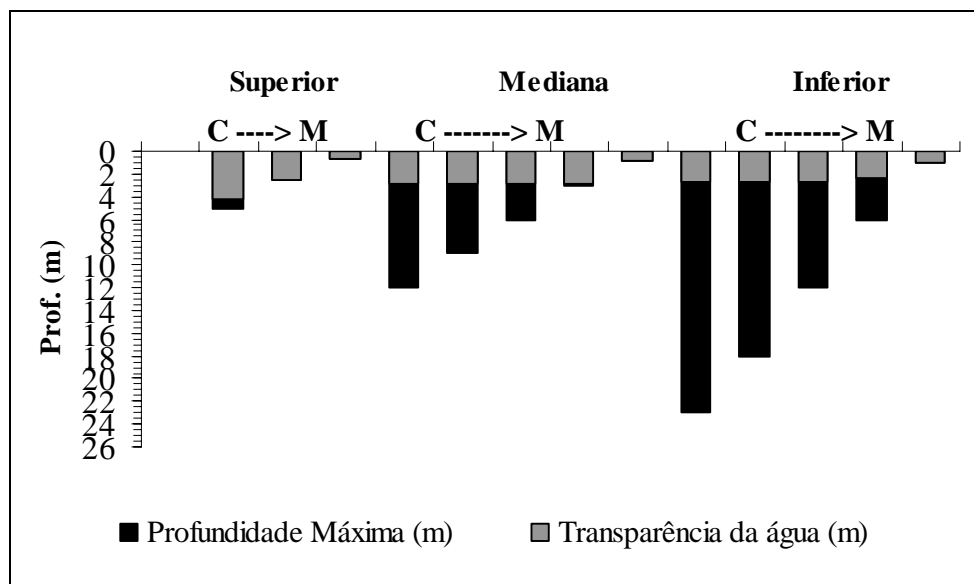


Figura 6. Variações da profundidade máxima (m) e da transparência da água (m) em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior no reservatório de Nova Avanhandava, em agosto de 2003 (C = região central do transecto e M = região marginal do transecto).

Os maiores valores de transparência da água foram registrados no período seco. No período chuvoso, a transparência da água foi mais elevada na porção superior do reservatório, com um valor médio de 2,5 m. Neste período, observou-se um padrão semelhante para a transparência da água, com valores médios semelhantes, nas três porções amostradas do reservatório (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios de transparência da água nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Média	
	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03
Transparência	2,5	2,5	1,24	2,4	1,46	2,28	1,7	2,4
Desvio Padrão	2.29	1.75	0.18	0.89	0.25	0.74	0.67	0.11

Reservatório de Três Irmãos

No período chuvoso, a transparência da água no reservatório de Três Irmãos variou de 0,5 m na porção mediana, a 1,7 m na porção inferior (Figura 7).

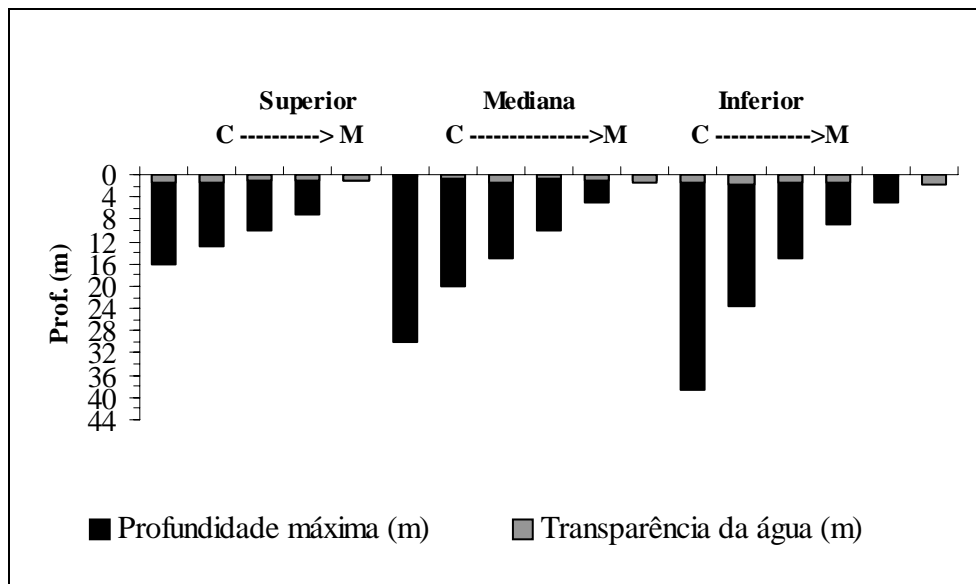


Figura 7. Variações da profundidade máxima (m) e da transparência da água (m) em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em novembro de 2002 (C = região central do transecto e M = região marginal do transecto).

No período seco, a transparência da água do reservatório de Três Irmãos foi mais elevada quando comparada ao período chuvoso, e variou de 1 m nas porções mediana e superior do reservatório, a 6,5 m na porção inferior (Figura 8).

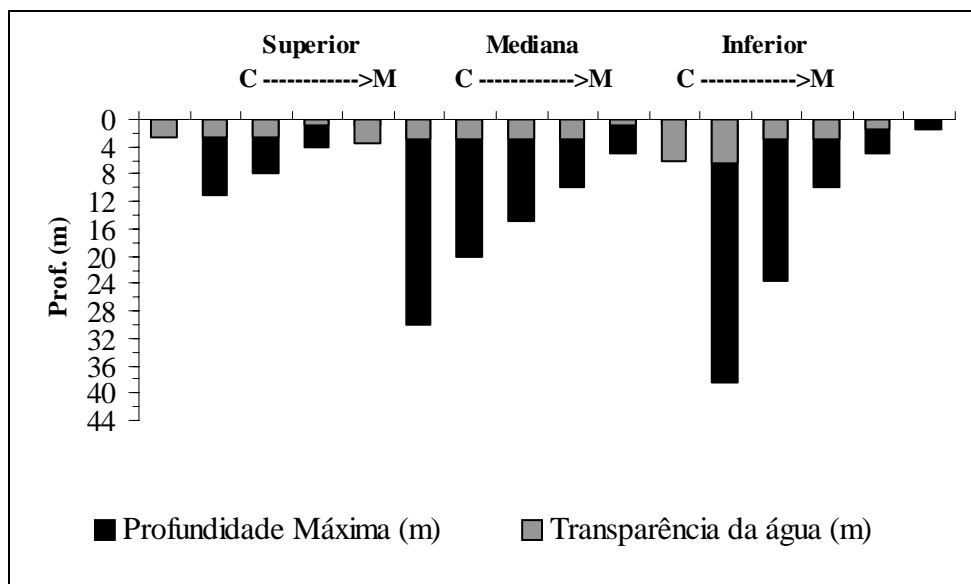


Figura 8. Variações da profundidade máxima (m) e da transparência da água (m) em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em agosto de 2003 (C = região central do transecto e M = região marginal do transecto).

Os maiores valores de transparência da água foram registrados no período seco. Estes valores foram mais elevados na porção superior do reservatório, durante o período chuvoso (1,32 m), enquanto no período seco, registrou-se os maiores valores (3,48 m) de transparência na porção inferior do reservatório (Tabela 6).

Tabela 6. Valores médios de transparência da água nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Média	
	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03
Transparência	1,32	2,2	1,02	3,04	1,4	3,48	1,2	2,9
Desvio Padrão	0.27	0.8	0.48	0.86	0.45	2.18	0.20	0.92

5.2.2. Potencial hidrogeniônico

Reservatório de Promissão

No período chuvoso, o valor máximo de pH da água foi de 9,8 na profundidade de 12 m da porção inferior, e o valor mínimo foi de 6,5 na profundidade de 6 m da porção superior do reservatório. Para o período seco, o valor máximo de pH da água foi de 8,22 na profundidade de 1 m da porção superior e o valor mínimo foi de 6,56 na profundidade de 19 m da porção mediana do reservatório (Figura 9).

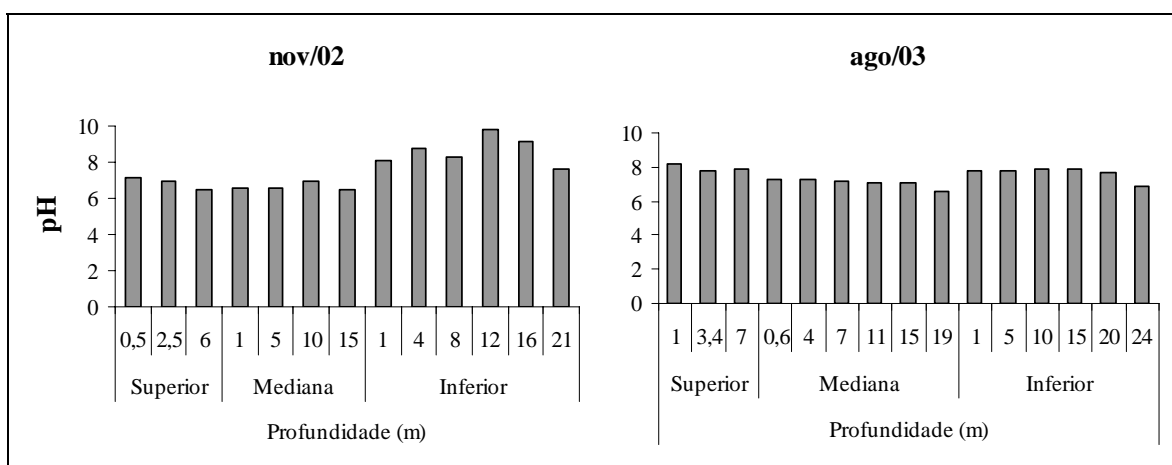


Figura 9. Variação dos valores de pH da água, em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

O valor médio de pH da água não variou muito entre os períodos amostrados. Os valores mais elevados foram registrados na porção inferior (8,6), durante o período chuvoso, e durante o período seco, na porção superior (7,9) do reservatório (Tabela 7).

Tabela 7. Valores médios de pH da água nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Média	
	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03
pH	6,9	7,9	6,6	7,1	8,6	7,6	7,4	7,5
Desvio Padrão	0,33	0,24	0,18	0,28	0,78	2,27	0,89	0,43

Reservatório de Nova Avanhandava

No período chuvoso, o valor máximo de pH da água foi de 8,7 nas profundidades de 0,7 m da porção superior e 1 m da porção mediana, e o valor mínimo foi de 6,38 na profundidade de 23 m da porção inferior do reservatório. Enquanto no período seco, estes valores foram ligeiramente mais elevados, sendo o valor máximo de 8,7 na profundidade de 24 m da porção inferior, e o valor mínimo foi de 7,15 na profundidade de 12 m da porção mediana do reservatório (Figura 10).

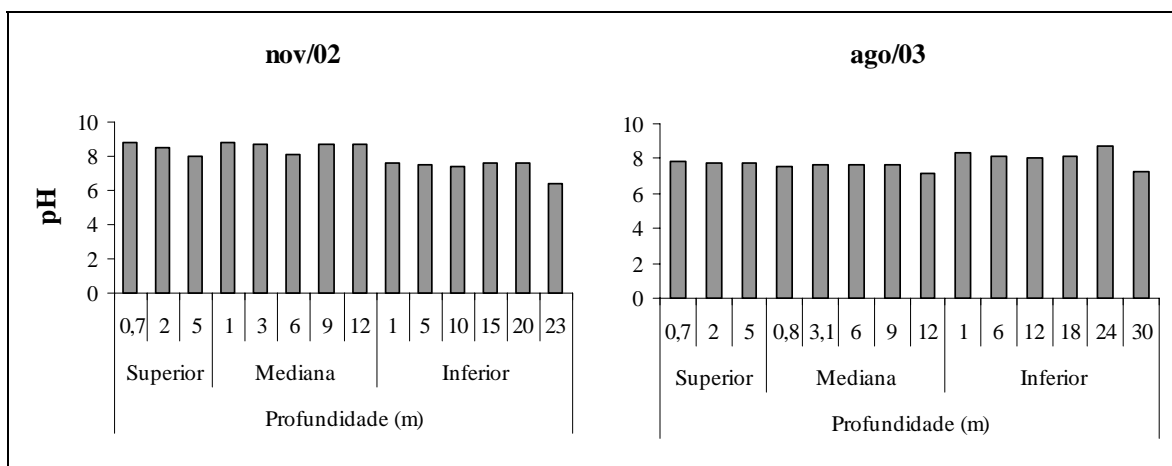


Figura 10. Variação dos valores de pH da água, em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

No período chuvoso, o valor médio mais elevado (8,6) foi registrado na porção mediana e no período seco, na porção superior do reservatório (Tabela 8).

Tabela 8. Valores médios de pH da água nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Média	
	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03
pH	8,4	7,8	8,6	7,5	7,4	8,1	8,1	7,8
Desvio Padrão	0,39	0,06	0,25	0,22	0,49	0,47	1,09	0,29

Reservatório de Três Irmãos

No período chuvoso, os valores de pH da água foram ligeiramente mais elevados. O valor máximo foi de 7,9 na profundidade de 15 m da porção mediana, e o valor mínimo foi de 6,59 na profundidade de 30 m também da porção mediana. No período seco, estes valores foram ligeiramente mais elevados. O valor máximo foi de 8,3 na profundidade de 15 m da porção mediana, e o valor mínimo foi de 7,12 na profundidade de 30 m também da porção mediana (Figura 11).

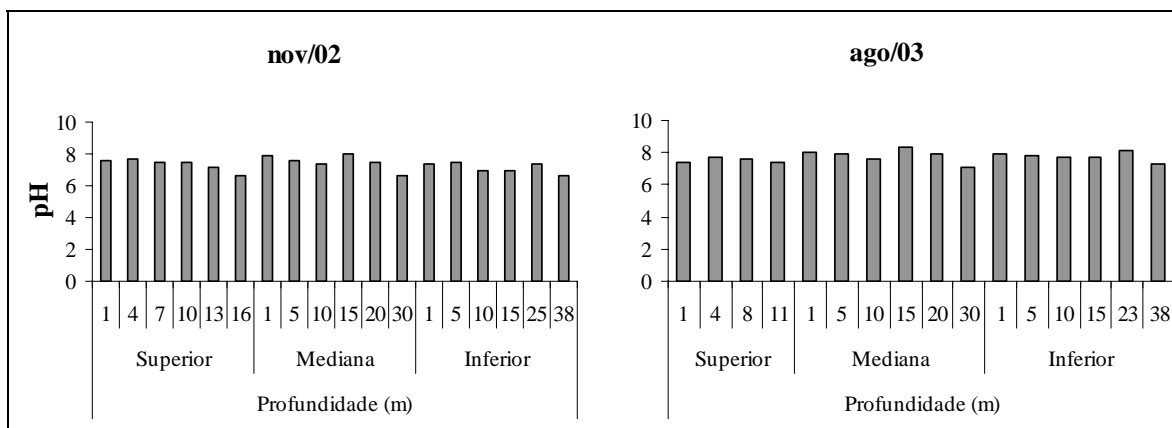


Figura 11. Variação dos valores de pH da água, em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em novembro de 2002.

O valor médio de pH foi mais elevado durante o período seco, nas porções mediana e inferior do reservatório (7,8). No período chuvoso, o valor médio mais elevado (7,5) foi registrado na porção mediana do reservatório (Tabela 9).

Tabela 9. Valores médios de pH da água nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Média	
	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03
pH	7,4	7,5	7,5	7,8	7,1	7,8	7,3	7,7
Desvio Padrão	0,40	0,19	0,50	0,41	0,33	0,29	0,18	0,15

5.2.3. Condutividade elétrica

Reservatório de Promissão

Os valores de condutividade elétrica da água do reservatório de Promissão foram mais elevados no período chuvoso, e ficaram compreendidos entre $135 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ nas profundidades de 1, 4, 8, 12 e 16 m da porção inferior e $276 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ na profundidade de 6 m da porção superior deste reservatório. Observa-se um decréscimo progressivo da região superior para a região inferior do reservatório. No período seco, estes valores ficaram compreendidos entre $128 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ nas profundidades de 7, 11 e 15 m da porção mediana, e $152 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ na profundidade de 7 m da porção superior. Observa-se apenas uma ligeira diminuição da condutividade elétrica da água, ao passar da porção superior para a porção mediana e inferior do reservatório, conforme se observa na Figura 12.

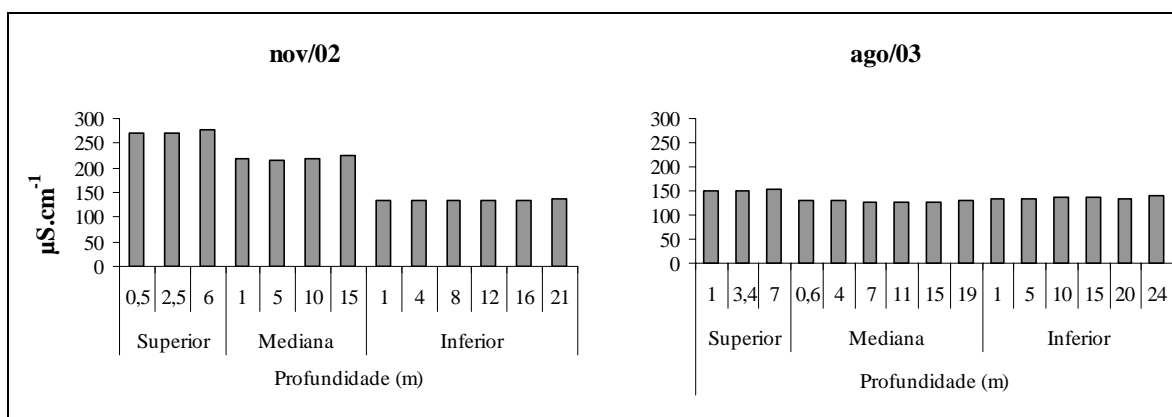


Figura 12. Variação dos valores de condutividade elétrica da água ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) em relação à profundidade em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em novembro de 2002.

O valor médio de condutividade elétrica da água foi mais elevado durante o período chuvoso ($209 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$). Observa-se um decréscimo progressivo dos valores médios de

condutividade da porção superior para a porção inferior do reservatório, em ambos os períodos, porém mais acentuado no período chuvoso (Tabela 10).

Tabela 10. Valores médios de condutividade elétrica da água ($\mu\text{S.cm}^{-1}$) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Média	
	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03
Condutividade	273	151	218,8	128,5	135,3	135,7	209,0	138,4
Desvio Padrão	2,65	1,00	4,35	0,55	0,82	42,55	69,35	11,49

Reservatório de Nova Avanhandava

Os valores de condutividade elétrica da água do reservatório de Nova Avanhandava foram mais elevados no período chuvoso, e ficaram compreendidos entre $127\mu\text{S.cm}^{-1}$ na profundidade de 0,7 m da porção inferior e $164 \mu\text{S.cm}^{-1}$ nas profundidades de 5, 10 e 23 m da porção inferior. No período seco, estes valores ficaram compreendidos entre $107 \mu\text{S.cm}^{-1}$ na profundidade de 5 m da porção superior e $150 \mu\text{S.cm}^{-1}$ em todas as profundidades da porção inferior (Figura 13).

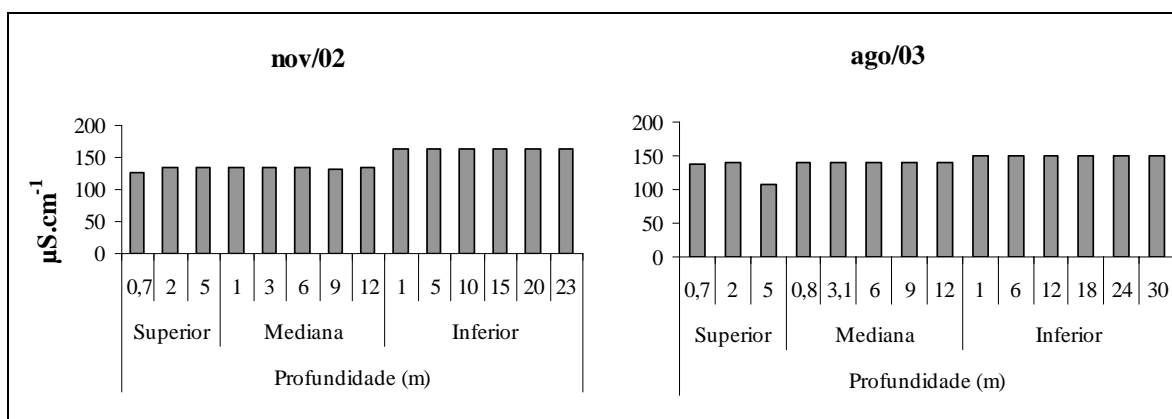


Figura 13. Variação dos valores de condutividade elétrica da água ($\mu\text{S.cm}^{-1}$) em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

Os valores médios de condutividade elétrica da água, de maneira geral, foram mais elevados durante o período chuvoso, e em ambos os períodos foram crescentes da região

superior para a região inferior do reservatório, conforme se observa pelas Figuras 17 e 18 pelos valores médios de condutividade (Tabela 11).

Tabela 11. Valores médios de condutividade elétrica da água ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Média	
	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03
Condutividade	131,7	128,7	133	139,6	163,5	149,8	142,7	139,4
Desvio Padrão	4,04	18,82	0,71	0,89	0,55	0,41	18,01	10,59

Reservatório de Três Irmãos

Os valores de condutividade elétrica da água no reservatório de Três Irmãos foram mais elevados no período chuvoso, e ficaram compreendidos entre $132 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ nas profundidades de 1, 5 e 10 m da porção inferior e $166 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ nas profundidades de 16 m da porção superior. No período seco, esses valores ficaram compreendidos entre $124 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ na profundidade de 23 m da porção superior e $152 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ na profundidade de 1 m da porção superior (Figura 14).

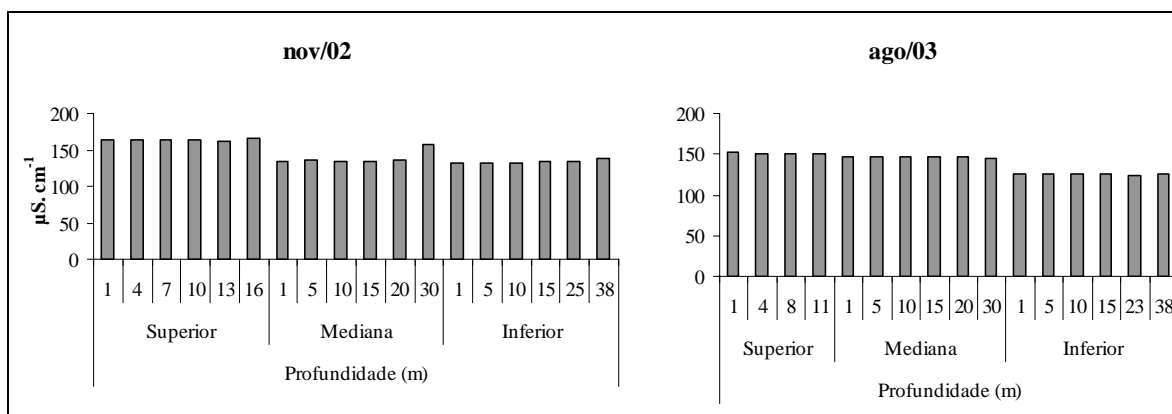


Figura 14. Variação dos valores de condutividade elétrica da água ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), em relação à profundidade em três transectos, correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em novembro de 2002.

Os valores médios de condutividade elétrica da água foram mais elevados no período chuvoso ($145,2 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), e, em ambos os períodos, foram decrescentes em direção a região inferior do reservatório (Tabela 12).

Tabela 12. Valores médios de condutividade elétrica da água ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Média	
	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03
Condutividade	163,3	150,8	139	146,3	133,3	124,8	145,2	140,6
Desvio Padrão	1,37	0,96	8,83	0,82	2,34	0,40	15,94	13,88

5.2.4. Temperatura

Reservatório de Promissão

A temperatura da água na superfície do reservatório de Promissão evidenciou a variação sazonal, com temperaturas mais elevadas no período chuvoso. Neste período, os valores estiveram compreendidos entre 24,7 °C (na profundidade de 21 m da porção inferior) e 30,8 °C (na profundidade de 1 m da porção inferior). Observa-se que os valores de temperatura foram mais baixos na camada mais profunda do reservatório. No período seco, esses valores variram de 20,1 °C, na profundidade de 1m da porção inferior, e 22,9 °C, registrada na profundidade de 1 m da porção superior. Observa-se que neste período há maior homogeneidade de temperatura entre as profundidades amostradas (Figura 15).

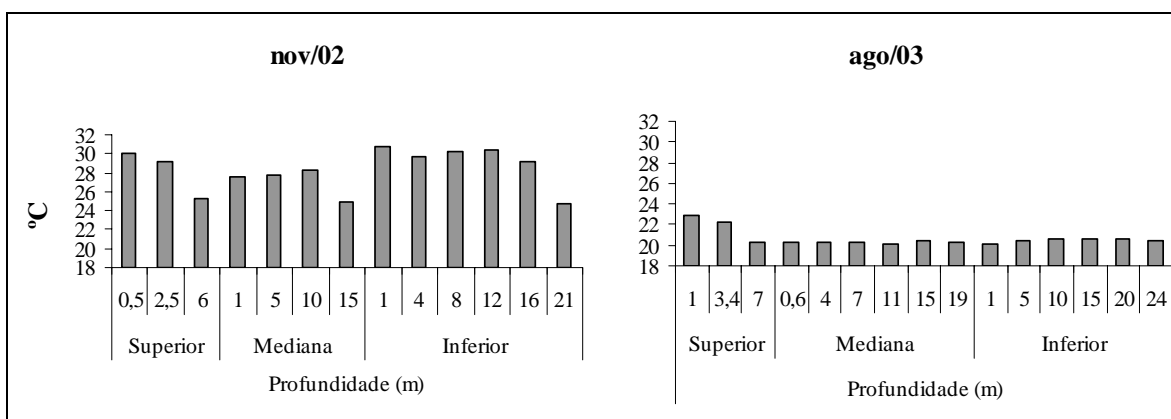


Figura 15. Variação dos valores de temperatura da água (°C), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

Os valores médios de temperatura da água durante o período chuvoso e seco, foram respectivamente, 28,2 °C e 20,9 °C (Tabela 13).

Tabela 13. Valores médios de temperatura da água (°C) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Média	
	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03
Temperatura	28,2	21,8	27,1	20,3	29,2	20,5	28,2	20,9
Desvio Padrão	2,61	1,40	1,44	0,10	2,26	6,18	1,02	0,82

Reservatório de Nova Avanhandava

A temperatura da água na superfície do reservatório de Nova Avanhandava evidenciou a variação sazonal, com temperaturas mais elevadas no período chuvoso. Neste período, os valores estiveram compreendidos entre 24,8 °C na profundidade de 23m da porção inferior e 28,9 °C na profundidade de 0,7 m da porção superior. No período seco, os valores de temperatura variaram de 22,1 °C na profundidade de 20 m da porção mediana e 19,9 °C na profundidade de 1 m da porção superior (Figura 16).

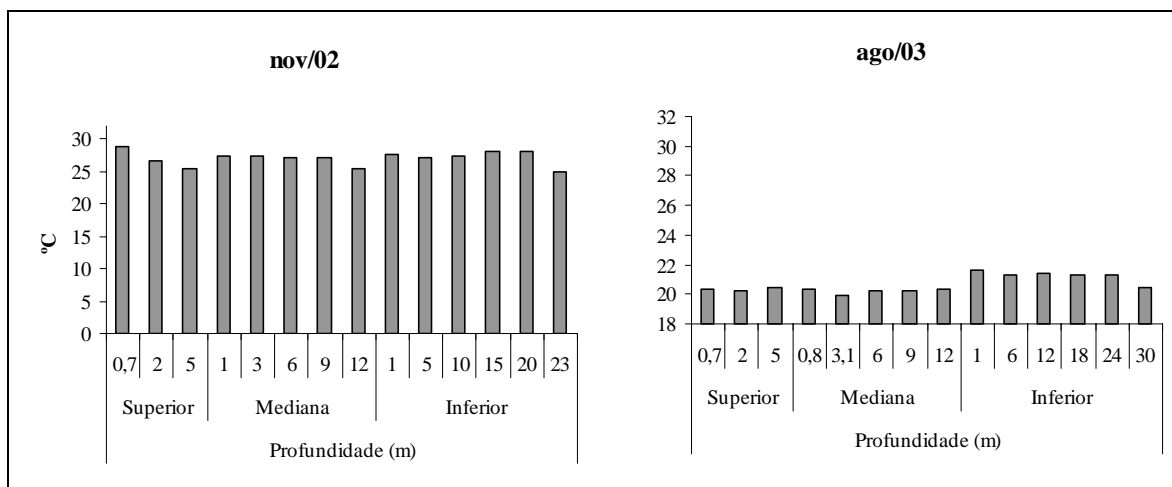


Figura 16. Variação dos valores de temperatura da água (°C), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

Os valores médios de temperatura da água durante o período chuvoso e seco foram respectivamente, 27°C e 20,6°C (Tabela 14).

Tabela 14. Valores médios de temperatura da água (°C) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Média	
	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03
Temperatura	26,9	20,4	26,8	20,2	27,2	21,2	27,0	20,6
Desvio Padrão	1,82	0,15	0,77	0,16	1,25	0,38	0,19	0,56

Reservatório de Três Irmãos

A temperatura da água na superfície do reservatório de Três Irmãos evidenciou a variação sazonal, com temperaturas mais elevadas no período chuvoso. Neste período, os valores estiveram compreendidos entre 23,6 °C na profundidade de 30 m da porção mediana e 28,6 °C na profundidade de 1 m da porção superior. Enquanto no período seco, os valores de temperatura variaram de 19,9 °C na profundidade de 1 m da porção superior e 22,1 °C na profundidade de 20 m da porção mediana (Figura 17).

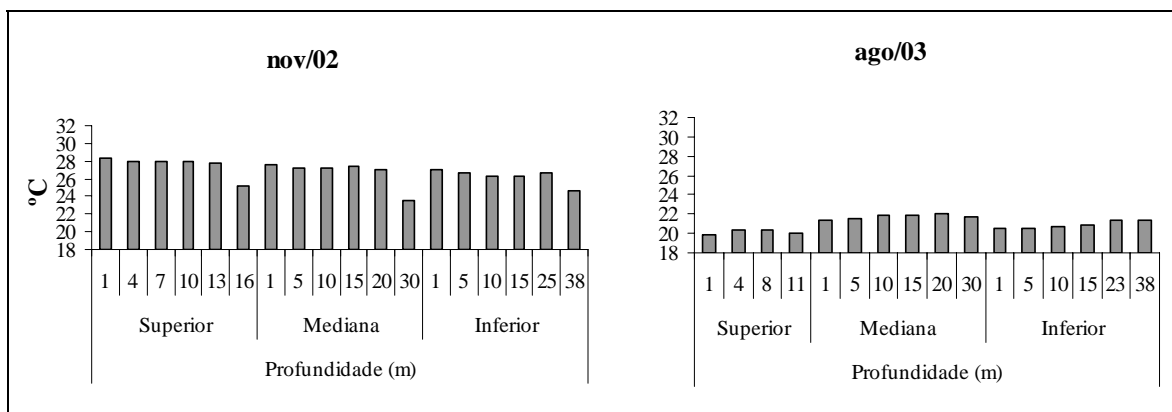


Figura 17. Variação dos valores de temperatura da água (°C), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

Os valores médios de temperatura durante o período chuvoso e seco, foram respectivamente, 26,8 °C e 20,9 °C (Tabela 15).

Tabela 15. Valores médios de temperatura da água (°C) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Total	
	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03
Temperatura	27,5	20,1	26,7	21,7	26,3	20,9	26,8	20,9
Desvio Padrão	1,19	0,21	1,51	0,27	0,83	0,40	0,62	0,80

5.2.5. Concentração de Oxigênio Dissolvido

Reservatório de Promissão

No período chuvoso, foi registrada a menor concentração de oxigênio dissolvido da água, $4,56 \text{ mg.L}^{-1}$, na profundidade de 21 m da porção inferior. A concentração máxima foi de $12,2 \text{ mg.L}^{-1}$ na profundidade de 12 m da porção mediana. No período seco, os valores estiveram compreendidos entre $6,96 \text{ mg.L}^{-1}$ na profundidade de 19 m da porção mediana, e $9,56 \text{ mg.L}^{-1}$ na profundidade de 1 m da porção superior (Figura 18).

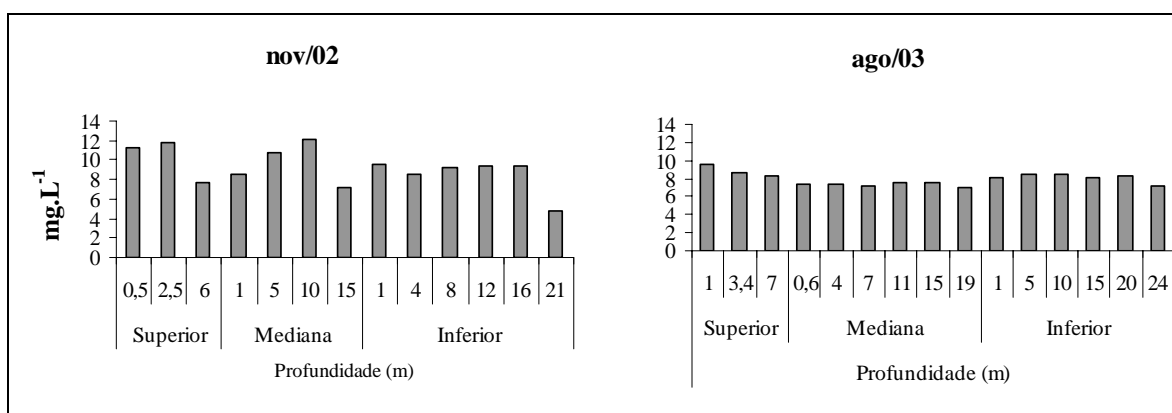


Figura 18. Variação dos valores de concentração de oxigênio dissolvido da água (mg.L^{-1}), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

Em geral, a coluna de água esteve bem oxigenada em todas as porções do reservatório, em ambos os períodos. A concentração de oxigênio dissolvido foi mais elevada durante o período chuvoso, com um valor médio de $9,5 \text{ mg.L}^{-1}$ (Tabela 16).

Tabela 16. Valores médios de oxigênio dissolvido da água (mg.L^{-1}) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Média	
	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03
Oxigênio Dissolvido	10,3	8,9	9,7	7,3	8,5	8,1	9,5	8,1
Desvio Padrão	2,21	0,65	2,23	0,20	1,82	2,42	0,90	0,77

Reservatório de Nova Avanhandava

No período chuvoso, foi registrada a menor concentração de oxigênio dissolvido da água do reservatório de Nova Avanhandava, $5,85 \text{ mg.L}^{-1}$, na profundidade de 1 m da porção mediana. A concentração máxima foi de $12,08 \text{ mg.L}^{-1}$ na profundidade de 1 m da porção inferior. O valor mínimo, no período seco, foi de $7,19 \text{ mg.L}^{-1}$, na profundidade de 0,8 m da porção mediana. O valor máximo foi menor neste período, $9,55 \text{ mg.L}^{-1}$, na profundidade de 1 m da porção inferior (Figura 19).

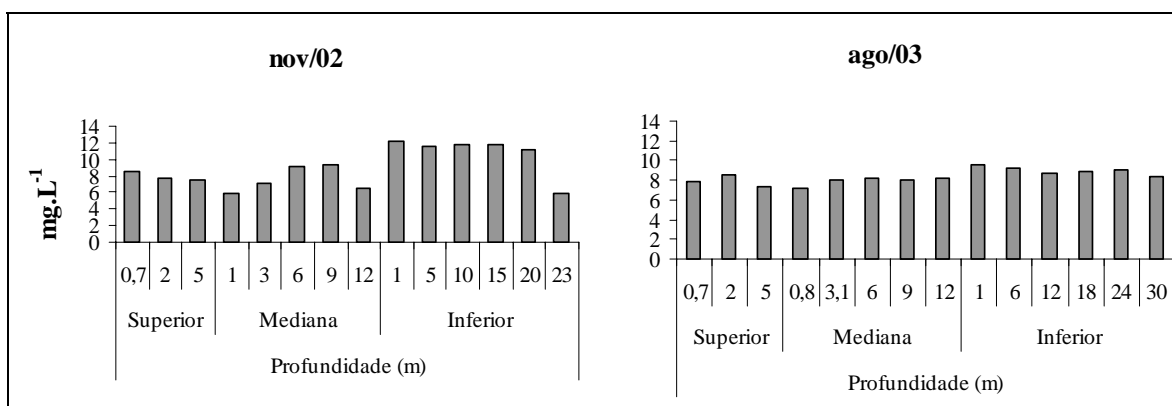


Figura 19. Variação dos valores de concentração de oxigênio dissolvido da água (mg.L^{-1}), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

A concentração média de oxigênio dissolvido da água foi mais elevada durante o período chuvoso ($8,7 \text{ mg.L}^{-1}$), e em ambos os períodos, as maiores concentrações foram detectadas na porção inferior do reservatório (Tabela 17).

Tabela 17. Valores médios de oxigênio dissolvido da água (mg.L^{-1}) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Média	
	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03
Oxigênio Dissolvido	7,8	7,9	7,6	7,9	10,7	9	8,7	8,3
Desvio Padrão	0,52	0,55	1,54	0,43	2,38	0,42	1,73	0,60

Reservatório de Três Irmãos

No período chuvoso, foi registrada a menor concentração de oxigênio dissolvido, $1,15 \text{ mg.L}^{-1}$, na profundidade de 30 m da porção mediana. A concentração máxima foi de $9,53 \text{ mg.L}^{-1}$ na profundidade de 10 m da porção superior. No período seco, o valor mínimo foi de $7,75 \text{ mg.L}^{-1}$, na profundidade de 11 m da porção superior e a concentração máxima foi de $9,47 \text{ mg.L}^{-1}$, na profundidade de 1 m da porção superior (Figura 20).

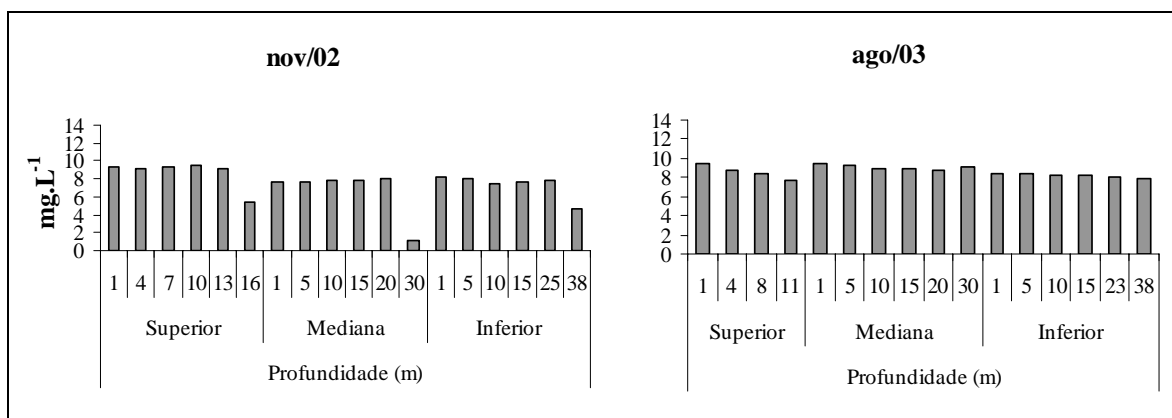


Figura 20. Variação dos valores de concentração de oxigênio dissolvido da água (mg.L^{-1}), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

A concentração média de oxigênio dissolvido da água foi mais elevada durante o período seco ($8,6 \text{ mg.L}^{-1}$). Durante o período chuvoso foi detectada uma concentração média menor ($6,7 \text{ mg.L}^{-1}$), na porção mediana do reservatório (Tabela 18).

Tabela 18. Valores médios de oxigênio dissolvido da água (mg.L^{-1}) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Média	
	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03
Oxigênio Dissolvido	8,6	8,6	6,7	9,1	7,3	8,2	7,5	8,6
Desvio Padrão	1,58	0,73	2,72	0,25	1,32	0,18	1,00	0,43

5.2.6. Concentração de Nutrientes: Compostos nitrogenados

Reservatório de Promissão

Neste período, as concentrações de nitrogênio orgânico total da água estiveram entre 839 $\mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 16 m da porção inferior e 1353 $\mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 6 m da porção superior. A forma predominante de nitrogênio inorgânico durante este período foi o nitrato, com um valor mínimo de 174,9 $\mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 21 m da porção inferior, e um valor máximo de 1734,9 $\mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 0,5 m da porção superior. As concentrações de nitrito estiveram compreendidas entre 1,4 $\mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 21 m da porção inferior e 31,8 $\mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 2,5 m da porção superior. Para o íon amônio registrou-se um valor mínimo de 2 $\mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 8 m da porção mediana e um valor máximo de 30,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 6 m da porção superior (Figura 21 e Tabela 1 do Apêndice I).

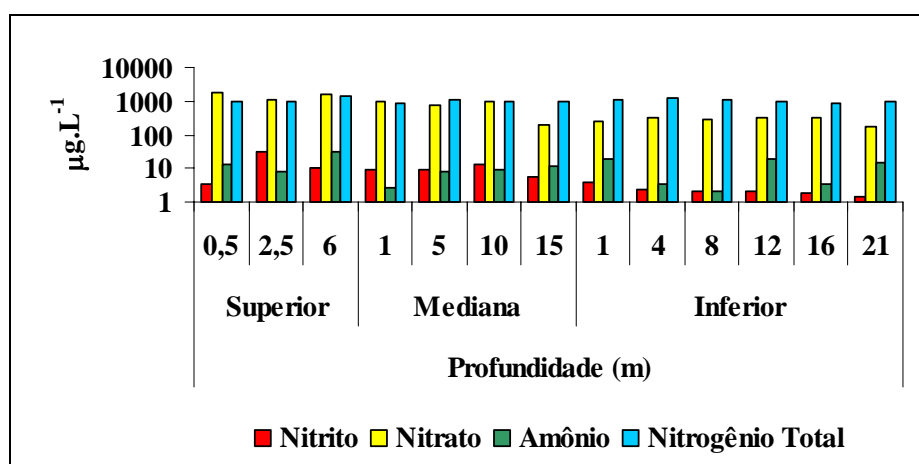


Figura 21. Variação dos valores de concentração dos compostos nitrogenados na água ($\mu\text{g.L}^{-1}$), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em novembro de 2002 (em escala logarítmica).

No período seco, as concentrações de nitrogênio orgânico total da água estiveram entre 140 $\mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 10 m da porção inferior e 930 $\mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 7 m da porção superior. A forma predominante de nitrogênio inorgânico durante este período foi o nitrato, com um valor mínimo de 190,2 $\mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 1 m da porção superior, e um valor máximo de 698,4 $\mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 7 m da porção superior. As concentrações de nitrito estiveram compreendidas entre 1,0 $\mu\text{g.L}^{-1}$ nas profundidades de 10 e 24 m da porção inferior e 6,9 $\mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 19 m da

porção mediana. Para a amônia registrou-se um valor mínimo de $140 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 7 m da porção superior e um valor máximo de $76,5 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 11 m da porção mediana (Figura 22 e Tabela 1 do Apêndice I).

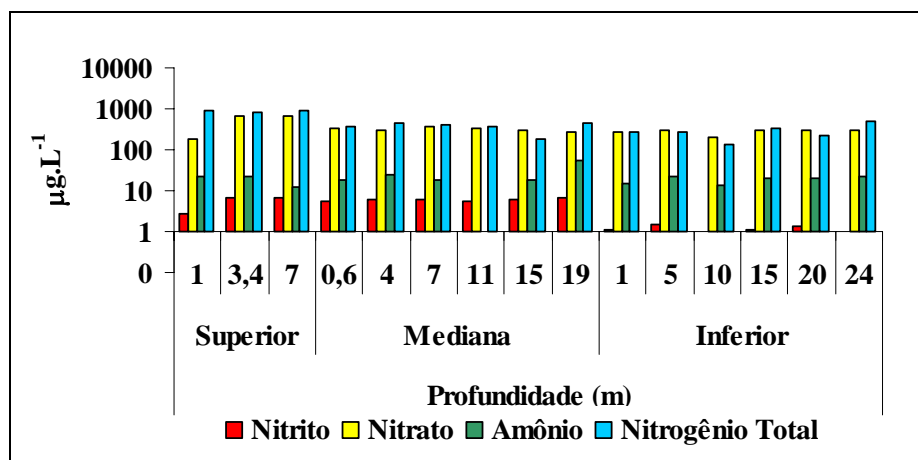


Figura 22. Variação dos valores de concentração dos compostos nitrogenados na água ($\mu\text{g.L}^{-1}$), em relação à profundidade, nos três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em agosto de 2003 (em escala logarítmica).

Os compostos nitrogenados na água, de maneira geral, apresentaram concentrações médias mais elevadas no período chuvoso e concentrações médias menores em direção à região inferior do reservatório (Tabela 19).

Tabela 19. Valores médios da concentração dos compostos nitrogenados na água ($\mu\text{g.L}^{-1}$) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Média	
	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03
Nitrito ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	15,31	5,3	9,3	5,9	2,3	1,17	9,0	4,1
Desvio Padrão	14,77	2,25	2,91	0,63	0,87	2,44	6,49	2,58
Nitrato ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	1450,1	521,4	715,9	315,4	280,7	276,7	815,6	371,2
Desvio Padrão	323,66	287,04	355,40	32,70	57,35	151,74	591,02	131,57
Amônio ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	17,3	18,9	7,9	34,9	10,3	19,1	11,8	24,3
Desvio Padrão	11,68	6,11	3,86	24,26	8,32	15,42	4,89	9,16
Nitr. Orgân. Total (mg.L^{-1})	1,1	0,9	0,98	0,39	1,04	0,3	1,0	0,5
Desvio Padrão	0,23	0,05	0,11	0,10	0,16	0,27	0,05	0,32

Reservatório de Nova Avanhadava

Neste período, as concentrações de nitrogênio orgânico total na água estiveram entre $746 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 3 m da porção mediana e $2603 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 5

m da porção inferior. A forma predominante de nitrogênio inorgânico durante este período foi o nitrato, com um valor mínimo de $117 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 0,7 m da porção superior, e um valor máximo de $358,8 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 5 m da porção superior. As concentrações de nitrito estiveram compreendidas entre $1,71 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 15 m da porção mediana e $6 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 15 m da porção inferior. Para a amônia registrou-se um valor mínimo de $2,03 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 0,7 m da porção superior e um valor máximo de $36,65 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 5 m da porção superior (Figura 23 e Tabela 2 do Apêndice I).

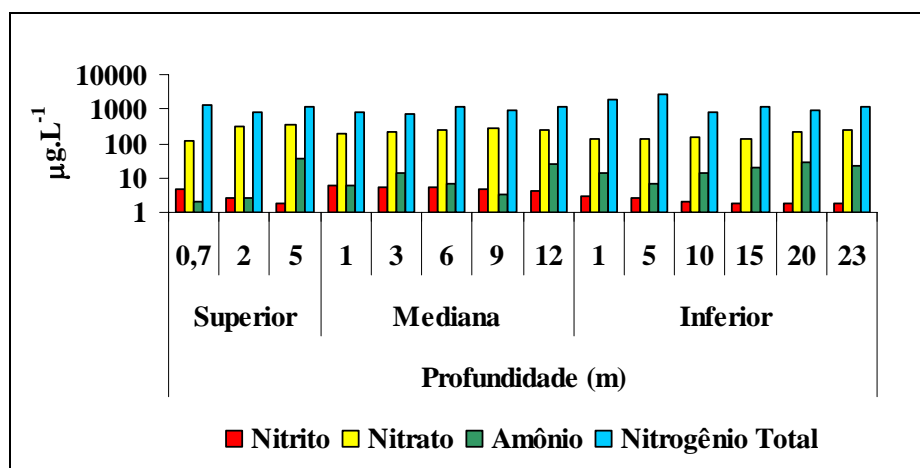


Figura 23. Variação dos valores de concentração dos compostos nitrogenados na água ($\mu\text{g.L}^{-1}$), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava, em novembro de 2002 (em escala logarítmica).

No período seco, as concentrações de nitrogênio orgânico total da água foram mais baixas e estiveram entre $470 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 2 m da porção superior e $890 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 18 m da porção inferior. A forma predominante de nitrogênio inorgânico durante este período foi o nitrato, com um valor mínimo de $31,6 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 0,7 m da porção superior, e um valor máximo de $298,9 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 0,8 m da porção mediana. As concentrações de nitrito estiveram compreendidas entre $0,87 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 0,7 m da porção superior e $2,46 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 1 m da porção inferior. Para a amônia registrou-se um valor mínimo de $12 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 5 m da porção superior e um valor máximo de $35,3 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 0,8 m da porção mediana (Figura 24 e Tabela 2 do Apêndice I).

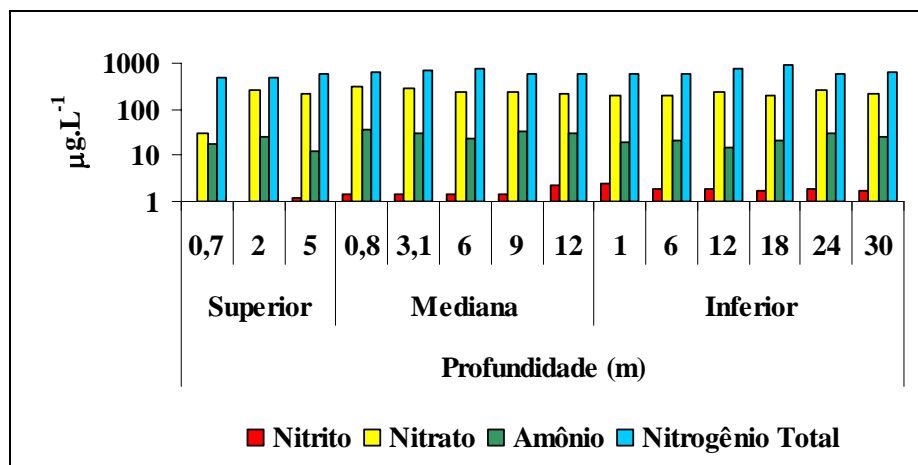


Figura 24. Variação dos valores de concentração dos compostos nitrogenados na água ($\mu\text{g.L}^{-1}$), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava, em agosto de 2003 (em escala logarítmica).

Com exceção do íon amônio, foram registradas para os compostos nitrogenados concentrações médias mais elevadas no período chuvoso e uma variação muito grande entre as porções amostradas (Tabela 20).

Tabela 20. Valores médios da concentração dos compostos nitrogenados na água ($\mu\text{g.L}^{-1}$) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Média	
	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03
Nitrito ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	3,16	0,98	5,11	1,62	2,12	1,92	3,5	1,5
Desvio Padrão	1,64	0,15	0,64	0,38	0,51	0,28	1,52	0,48
Nitrato ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	264,4	171,7	233,6	254,5	170,4	220,4	222,8	215,5
Desvio Padrão	129,32	122,79	25,08	39,41	47,30	24,41	47,93	41,61
Amônio ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	13,8	18,59	11,01	31,11	17,9	22,2	14,2	24,0
Desvio Padrão	19,79	7,03	9,02	4,62	7,64	5,39	3,46	6,44
Nitr. Orgân. Total (mg.L^{-1})	1,08	0,5	0,94	0,65	1,4	0,69	1,1	0,6
Desvio Padrão	0,29	0,05	0,20	0,07	0,69	0,11	0,24	0,10

Reservatório de Três Irmãos

No período chuvoso, as concentrações de nitrogênio orgânico total da água estiveram entre $514 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 10 m da porção inferior e $10871 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 1 m da porção superior. A forma predominante de nitrogênio inorgânico durante este período foi o nitrato, com um valor mínimo de $70,3 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 4 m da porção superior, e um valor máximo de $264,1 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 30 m da

porção mediana. As concentrações de nitrito estiveram compreendidas entre $1,65 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 15 m da porção mediana e $8,16 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 30 m também da porção superior. Para a amônia registrou-se um valor mínimo de $2,8 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 1 m da porção superior e um valor máximo de $75,7 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 30 m da porção mediana (Figura 25 e Tabela 3 do Apêndice I).

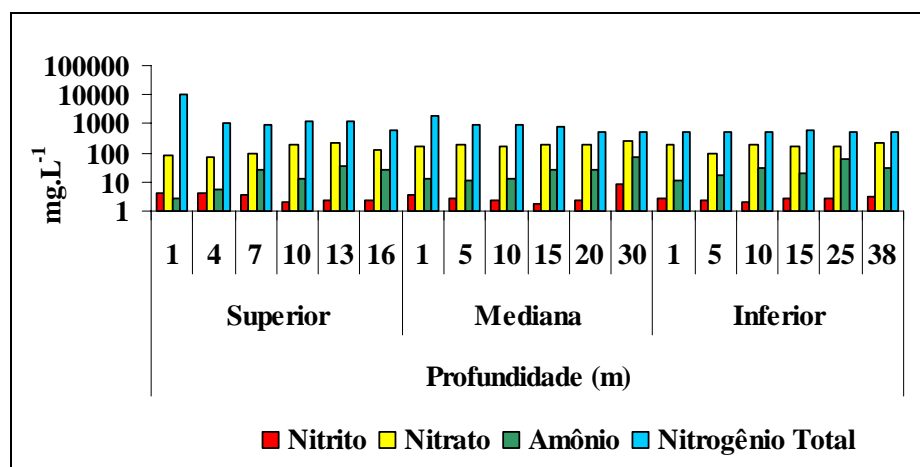


Figura 25. Variação dos valores de concentração dos compostos nitrogenados na água ($\mu\text{g.L}^{-1}$), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em novembro de 2002 (em escala logarítmica).

No período seco o nitrogênio orgânico total variou de $0,5 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 1 m da porção inferior a $470 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 38 m da porção inferior. A forma predominante de nitrogênio inorgânico durante este período foi o nitrato, com um valor mínimo de $99,1 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 1 m da porção inferior, e um valor máximo de $223,8 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 11 m da porção superior. As concentrações de nitrito estiveram compreendidas entre $0,13 \mu\text{g.L}^{-1}$ nas profundidades de 1 e 10 m da porção mediana e $2,3 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 5 m da porção inferior. Para a amônia registrou-se um valor mínimo de $6,5 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 15 m da porção mediana e um valor máximo de $40 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 11 m da porção superior (Figura 26 e Tabela 3 do Apêndice I).

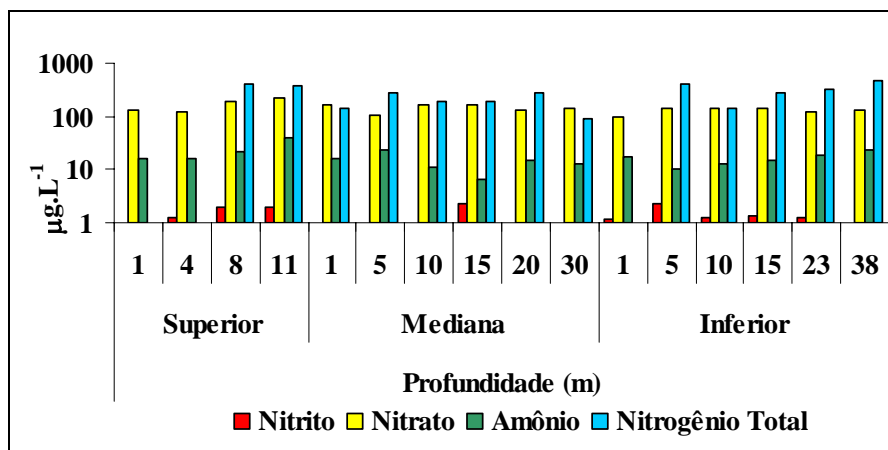


Figura 26. Variação dos valores de concentração dos compostos nitrogenados na água ($\mu\text{g.L}^{-1}$), em relação à profundidade em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em agosto de 2003 (em escala logarítmica).

As concentrações médias mais elevadas foram registradas no período chuvoso e apresentaram grandes variações entre as porções amostradas (Tabela 21).

Tabela 21. Valores médios da concentração dos compostos nitrogenados na água ($\mu\text{g.L}^{-1}$) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Média	
	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03
Nitrito ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	3,15	1,54	3,38	0,52	2,6	1,38	3,0	1,1
Desvio Padrão	1,08	0,56	2,41	0,87	0,36	0,46	0,40	0,55
Nitrato ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	128,7	168,4	193,3	143,9	171,7	129,6	164,6	147,3
Desvio Padrão	57,36	48,77	37,28	21,02	40,89	17,61	32,86	19,64
Amônio ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	18	23,8	27,4	14,2	28,9	16,13	24,8	18,1
Desvio Padrão	12,55	11,06	24,60	5,51	18,09	4,39	5,90	5,10
Nitr. Orgân. Total (mg. L^{-1})	2,66	0,2	0,93	0,2	0,54	0,35	1,4	0,3
Desvio Padrão	4,03	0,23	0,47	0,08	0,03	0,13	1,13	0,09

5.2.7. Concentração de nutrientes: Compostos fosfatados

Reservatório de Promissão

Os valores de fosfato inorgânico na água variaram de $3,8 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 2,5 m da porção superior a $11,8 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 15 m da porção mediana. As concentrações de fosfato dissolvido variaram de $11,3 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 4 m da porção inferior à $23,6 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 6 m da porção superior. Para o fósforo total as concentrações ficaram compreendidas entre $52,8 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 5 m da porção mediana e $104,9 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 6 m da porção superior (Figura 27 e Tabela 4 do Apêndice I).

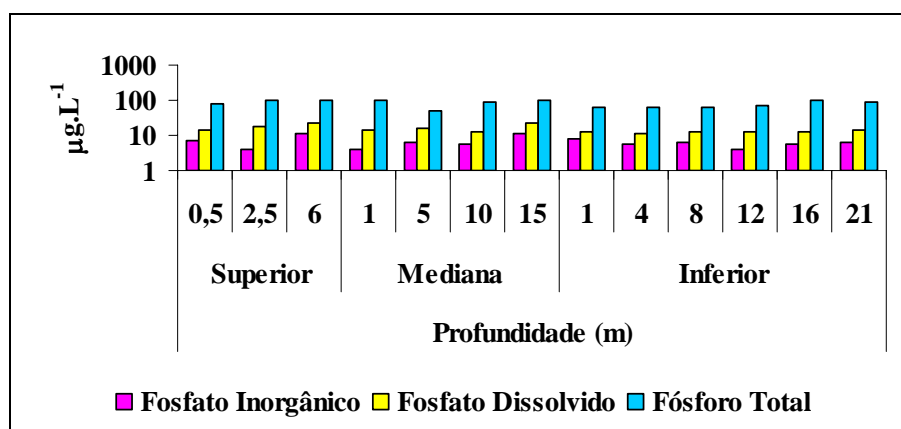


Figura 27. Variação dos valores de concentração dos compostos fosfatados na água ($\mu\text{g.L}^{-1}$), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em novembro de 2002 (em escala logarítmica).

No período seco, os valores de fosfato inorgânico na água variaram de $1,2 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 24 m da porção inferior e $6,8 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 5m da porção inferior. As concentrações de fosfato dissolvido variaram de $6,1 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 24m da porção inferior à $12,8 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 1m da porção superior. Para o fósforo total as concentrações ficaram compreendidas entre $29 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 4m da porção mediana e $54,3 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 7 m da porção mediana (Figura 28 e Tabela 4 do Apêndice I).

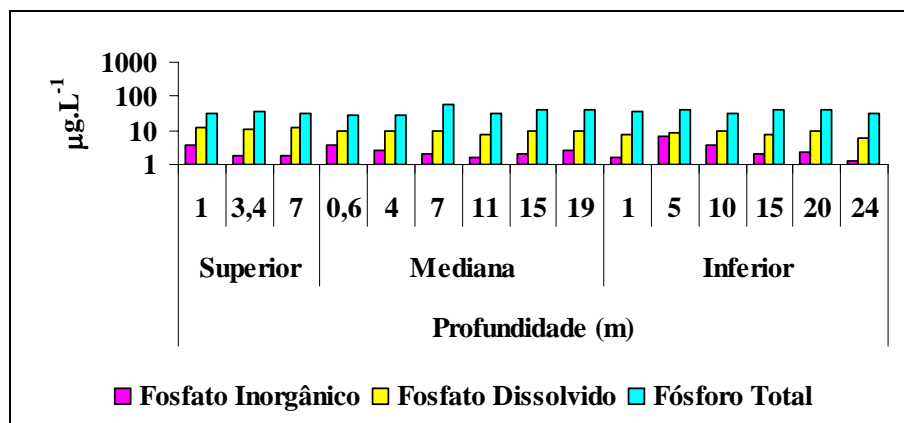


Figura 28. Variação dos valores de concentração dos compostos fosfatados na água ($\mu\text{g.L}^{-1}$), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em agosto de 2003 (em escala logarítmica).

As concentrações médias dos compostos fosfatados na água, de maneira geral, foram mais elevadas durante o período chuvoso. Em ambos os períodos foram registradas concentrações mais elevadas na porção superior do reservatório (Tabela 22).

Tabela 22. Valores médios dos compostos fosfatados na água ($\mu\text{g.L}^{-1}$) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Média	
	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03
Fosfato Inorgânico Dissolvido	7,4	2,5	6,84	2,5	5,9	2,9	6,7	2,6
Desvio Padrão	3,95	1,18	3,46	0,70	1,32	1,31	0,74	0,27
Fosfato Total Dissolvido	18,68	11,7	16,5	9,2	12,8	8	16,0	9,6
Desvio Padrão	4,63	1,24	4,61	1,00	0,96	2,98	2,99	1,87
Fósforo Total	95,2	33,8	87,1	37,6	74,7	35,9	85,7	35,8
Desvio Padrão	12,05	1,68	23,81	9,54	14,95	10,91	10,32	1,92

Reservatório de Nova Avanhandava

Os valores de fosfato inorgânico na água variaram de $1,54 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 15m da porção inferior e $8,21 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 12 m da porção mediana. As concentrações de fosfato dissolvido variaram de $9,32 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 15 m da porção inferior à $15,06 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 12 m da porção mediana. Para o fósforo total as concentrações ficaram compreendidas entre $54,7 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 1 m da porção mediana e $266,2 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 1 m da porção mediana (Figura 29 e Tabela 5 do Apêndice I).

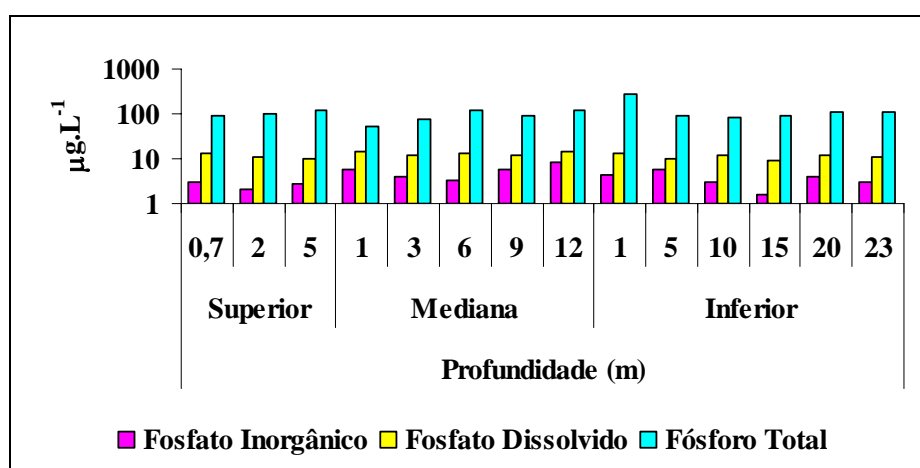


Figura 29. Variação dos valores de concentração dos compostos fosfatados na água ($\mu\text{g.L}^{-1}$), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava, em novembro de 2002 (em escala logarítmica).

No período seco, os valores de fosfato inorgânico variaram de $2,4 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 25 m da porção inferior a $8,85 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 18 m da porção mediana. As concentrações de fosfato dissolvido variaram de $8,8 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 6m da porção inferior à $35,4 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 12 m da porção mediana. Para o fósforo total as concentrações ficaram compreendidas entre $15,2 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 0,7m da porção superior e $41,3 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 1m da porção inferior (Figura 30 e Tabela 5 do Apêndice I).

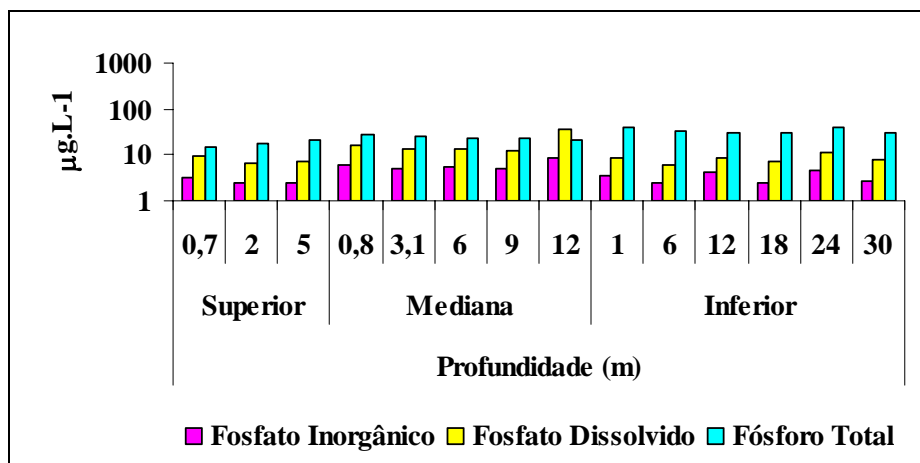


Figura 30. Variação dos valores de concentração dos compostos fosfatados na água ($\mu\text{g.L}^{-1}$), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava, em agosto de 2003 (em escala logarítmica).

Com exceção do fosfato inorgânico dissolvido, as concentrações médias dos compostos fosfatados foram mais elevadas no período chuvoso. As concentrações foram muito variáveis entre as porções amostradas (Tabela 23).

Tabela 23. Valores médios dos compostos fosfatados na água ($\mu\text{g.L}^{-1}$) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Média	
	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03
Fosfato Inorgânico Dissolvido	2,6	2,7	5,34	6,1	3,65	3,28	3,9	4,0
Desvio Padrão	0,41	0,51	1,91	1,61	1,44	0,91	1,38	1,82
Fosfato Total Dissolvido	11,4	7,6	13,3	18,2	11,2	8,2	11,9	11,3
Desvio Padrão	1,65	1,33	1,45	9,67	1,46	1,77	1,14	5,97
Fósforo Total	101,7	17,8	92,6	23,8	124,6	33,9	106,3	25,2
Desvio Padrão	12,67	2,74	28,95	2,18	70,00	4,70	16,48	8,09

Reservatório de Três Irmãos

No período chuvoso, as concentrações médias dos compostos fosfatados na água foram mais elevadas no período chuvoso (Tabela 24). Os valores de fosfato inorgânico variaram de $2,2 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 25 m da porção inferior e $9,8 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 15 m da porção mediana. As concentrações de fosfato dissolvido variaram de $8,8 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 24 m da porção inferior à $18,2 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 5m da porção inferior. Para o fósforo total as concentrações ficaram compreendidas entre $69,5 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 30 m da porção mediana e $424,1 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 5m da porção mediana (Figura 31 e Tabela 6 do Apêndice I).

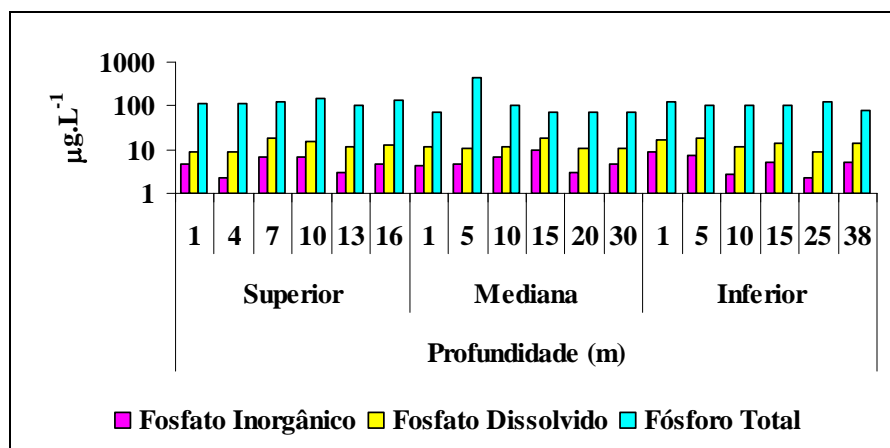


Figura 31. Variação dos valores de concentração dos compostos fosfatados na água ($\mu\text{g.L}^{-1}$), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em novembro de 2002 (em escala logarítmica).

No período seco, os valores de fosfato inorgânico variaram de $1,82 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 30 m da porção mediana e $4,16 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 5 m da porção inferior. As concentrações de fosfato dissolvido variaram de $5,8 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 10 m da porção mediana, à $8,8 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 5 m da porção inferior. Para o fósforo total as concentrações ficaram compreendidas entre $17,1 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 11 m da porção superior e $31,4 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 1 m da porção mediana (Figura 32 e Tabela 6 do Apêndice I).

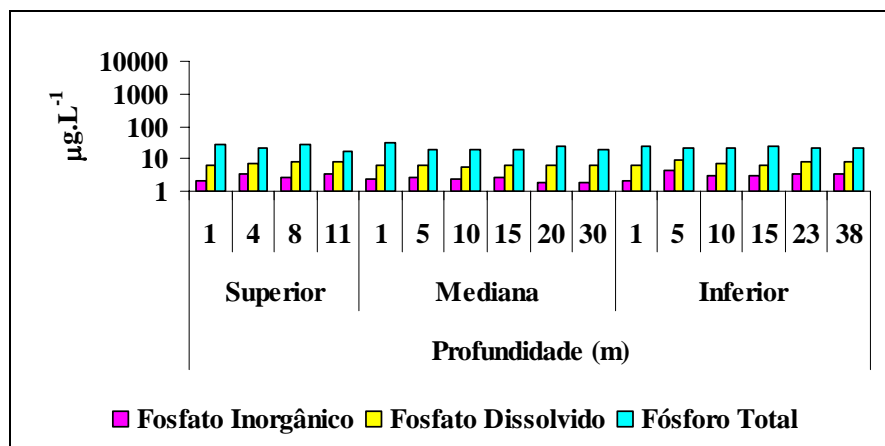


Figura 32. Variação dos valores de concentração dos compostos fosfatados na água ($\mu\text{g.L}^{-1}$), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em agosto de 2003 (em escala logarítmica).

As concentrações médias dos compostos fosfatados foram mais elevadas no período chuvoso. As concentrações apresentaram uma grande variação entre as porções amostradas (Tabela 24).

Tabela 24. Valores médios dos compostos fosfatados na água ($\mu\text{g.L}^{-1}$) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Média	
	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03
Fosfato Inorgânico Dissolvido	4,59	2,84	5,44	2,3	5,26	3,18	5,1	2,8
Desvio Padrão	1,76	0,56	2,42	0,40	2,46	0,69	0,45	0,44
Fosfato Total Dissolvido	12,61	7,21	12,15	6,22	13,72	7,54	12,8	7,0
Desvio Padrão	3,58	0,58	2,75	0,32	3,24	0,97	0,81	0,69
Fósforo Total	123,91	23,11	136,33	21,79	108,09	23,36	122,8	22,8
Desvio Padrão	17,25	5,26	14,1	5,18	15,65	1,66	14,15	0,85

5.2.8. Dureza

Reservatório de Promissão

No período chuvoso, os valores de dureza da água ficaram compreendidos entre 22 mg de $\text{CaCO}_3\text{L}^{-1}$ na profundidade de 2,5 m da porção superior e 70 mg de $\text{CaCO}_3\text{L}^{-1}$ na profundidade de 5 m da porção mediana. No período seco, os valores de dureza da água não variaram muito, e ficaram compreendidos entre 36 mg de $\text{CaCO}_3\text{L}^{-1}$ na profundidade de 1 m da porção inferior e 44 mg de $\text{CaCO}_3\text{L}^{-1}$ na profundidade de 7 m da porção mediana (Figura 33).

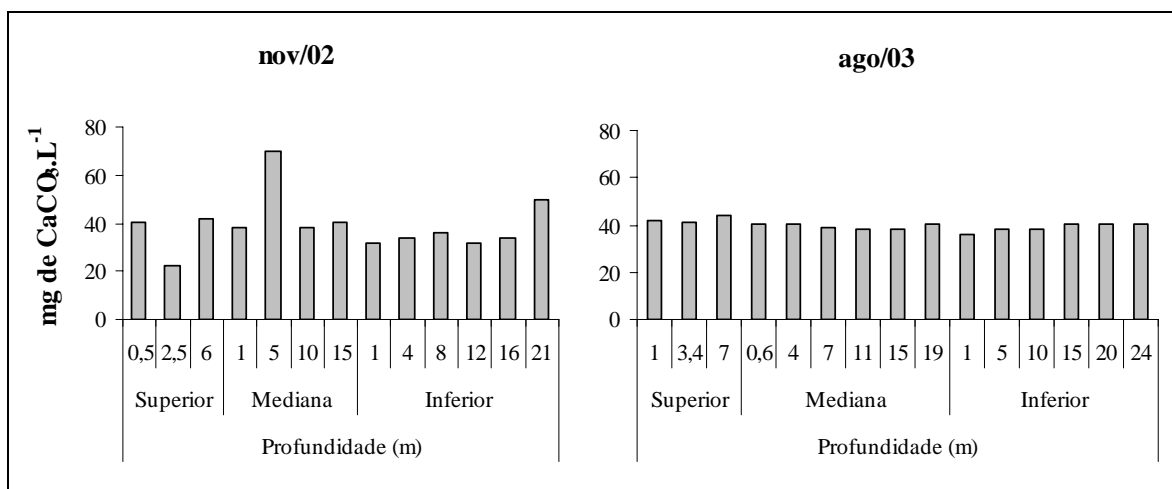


Figura 33. Variação dos valores de dureza da água (mg de $\text{CaCO}_3\text{L}^{-1}$), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

O valor médio de dureza da água foi ligeiramente menor no período chuvoso (Tabela 25).

Tabela 25. Valores médios de dureza da água (mg de $\text{CaCO}_3\text{L}^{-1}$) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Média	
	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03
Dureza	35	42	47	39	36	39	39,3	40,0

Reservatório de Nova Avanhandava

Durante o período chuvoso, os valores de dureza da água ficaram compreendidos entre 28 mg de $\text{CaCO}_3\text{L}^{-1}$ na profundidade de 1 m da porção mediana e 35 mg de $\text{CaCO}_3\text{L}^{-1}$

na profundidade de 2 m da porção superior. No período seco, os valores de dureza da água ficaram compreendidos entre 34 mg de $\text{CaCO}_3\text{L}^{-1}$ na profundidade de 2 m da porção superior e 44 mg de $\text{CaCO}_3\text{L}^{-1}$ na profundidade de 5 m da porção superior (Figura 34).

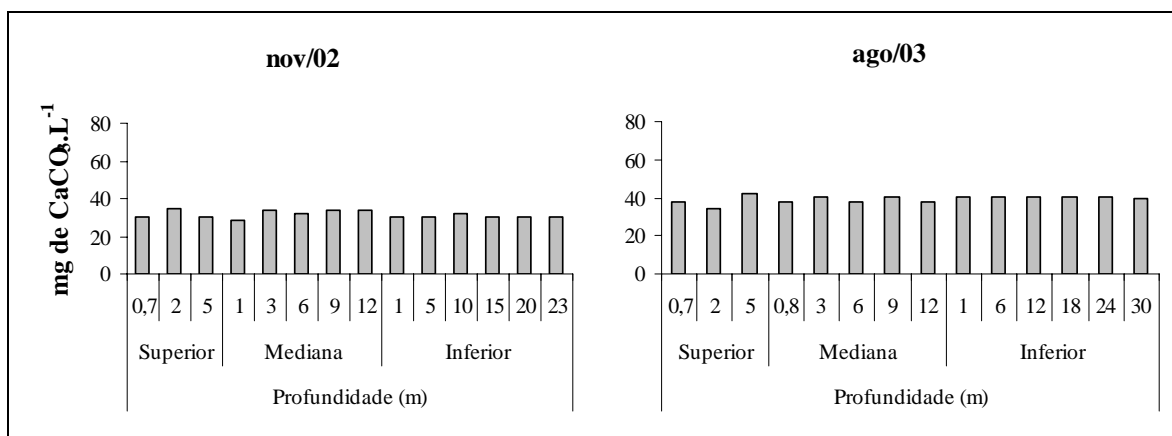


Figura 34. Variação dos valores de dureza da água ($\text{mg de CaCO}_3\text{L}^{-1}$), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

O valor médio de dureza da água foi ligeiramente menor no período chuvoso e apresentou uma pequena variação entre as porções amostradas (Tabela 26).

Tabela 26. Valores médios de dureza da água ($\text{mg de CaCO}_3\text{L}^{-1}$) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Média	
	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03
Dureza	32	38	32	39	30	40	31,3	39

Reservatório de Três Irmãos

Durante o período chuvoso os valores de dureza ficaram compreendidos entre 25 mg de $\text{CaCO}_3\text{L}^{-1}$ na profundidade de 1 m da porção inferior e 40 mg de $\text{CaCO}_3\text{L}^{-1}$ na profundidade de 16m da porção superior (Figura 49). No período seco, os valores de dureza da água ficaram compreendidos entre 32 mg de $\text{CaCO}_3\text{L}^{-1}$ nas profundidades de 10 e 15 m da porção inferior e 40 mg de $\text{CaCO}_3\text{L}^{-1}$ em todas as profundidades amostradas da porção superior (Figura 35).

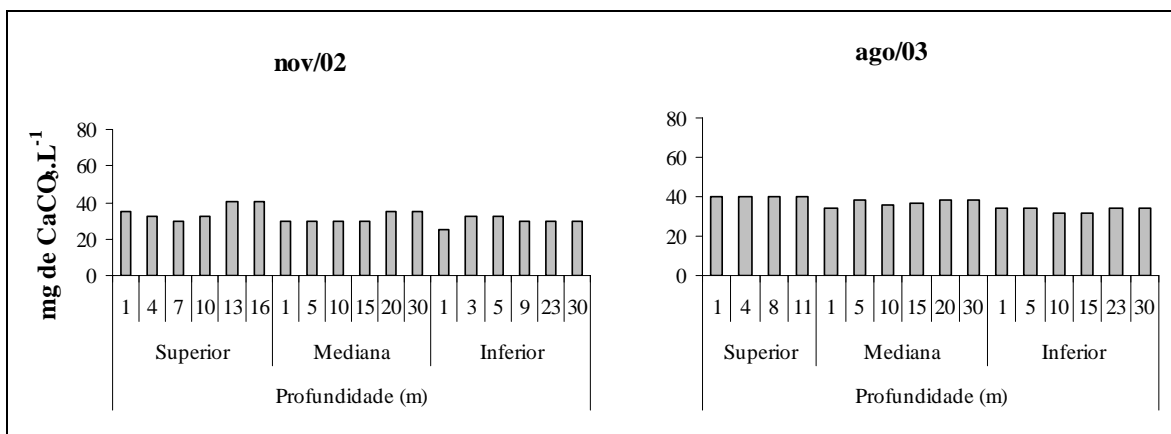


Figura 35. Variação dos valores de dureza da água ($\text{mg de CaCO}_3\cdot\text{L}^{-1}$), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

O valor médio de dureza da água foi ligeiramente menor no período chuvoso e apresentou uma pequena variação entre as porções amostradas (Tabela 27).

Tabela 27. Valores médios de dureza da água ($\text{mg de CaCO}_3\cdot\text{L}^{-1}$) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Média	
	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03
Dureza	32	38	32	39	30	40	31,3	39

5.2.9. Alcalinidade

Reservatório de Promissão

Os valores de alcalinidade da água, durante o período chuvoso, ficaram compreendidos entre $0,62 \text{ meq. L}^{-1}$ na profundidade de 12 m da porção inferior e $1,12 \text{ meq. L}^{-1}$ na profundidade de 1 m da porção mediana. No período seco, os valores de alcalinidade da água ficaram compreendidos entre $0,49 \text{ meq. L}^{-1}$ na profundidade de 11 m da porção mediana e $0,61 \text{ meq. L}^{-1}$ na profundidade de 1 m da porção superior (Figura 36).

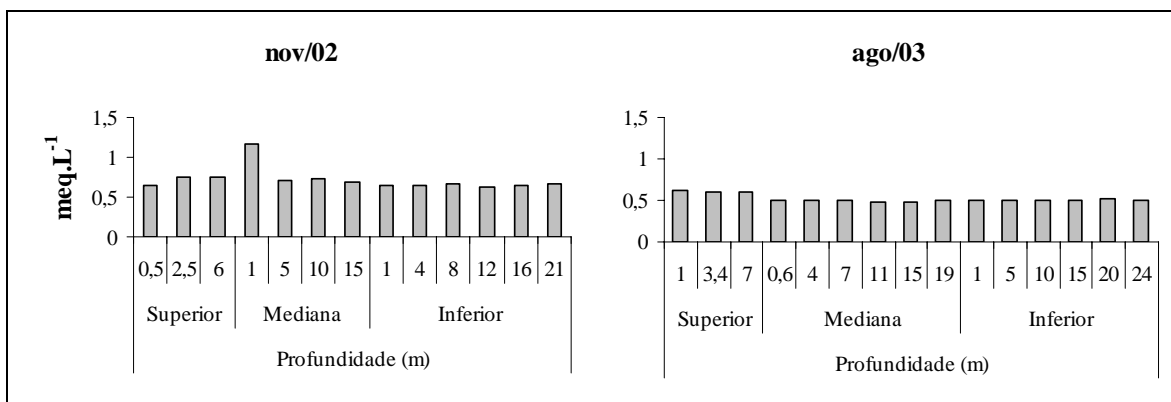


Figura 36. Variação dos valores de alcalinidade da água (meq.L^{-1}), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

Os valores médios de alcalinidade da água foram ligeiramente superiores ($0,7 \text{ meq.L}^{-1}$) durante o período chuvoso (Tabela 28).

Tabela 28. Valores médios de alcalinidade da água (meq.L^{-1}) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Média	
	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03
Alcalinidade	0,71	0,61	0,82	0,5	0,65	0,51	0,7	0,5

Reservatório de Nova Avanhandava

No período chuvoso os valores de alcalinidade da água ficaram compreendidos entre $0,38 \text{ meq.L}^{-1}$ na profundidade de 20 m da porção inferior e $0,66 \text{ meq.L}^{-1}$ na profundidade de 12 m da porção mediana. No período seco, os valores de alcalinidade da água ficaram compreendidos entre $0,52 \text{ meq.L}^{-1}$ na profundidade de 0,7 m da porção superior e $0,65 \text{ meq.L}^{-1}$ na profundidade de 12 m da porção inferior (Figura 37).

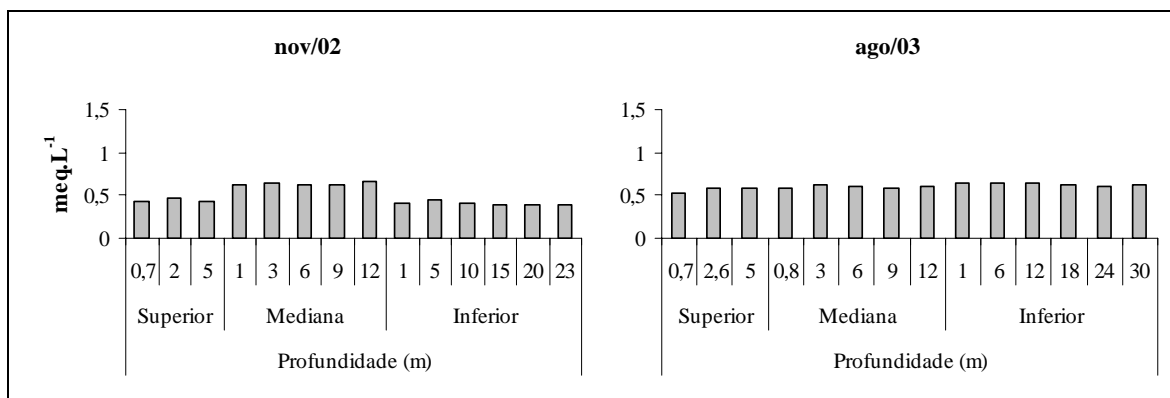


Figura 37. Variação dos valores de alcalinidade da água (meq.L⁻¹), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

Os valores médios de alcalinidade da água apresentaram uma pequena variação entre os períodos amostrados e foram ligeiramente superiores (0,6 meq.L⁻¹) durante o período seco (Tabela 29).

Tabela 29. Valores médios de alcalinidade da água (meq.L⁻¹) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Média	
	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03
Alcalinidade	0,44	0,57	0,63	0,6	0,4	0,63	0,5	0,6

Reservatório de Três Irmãos

Durante o período chuvoso, os valores de alcalinidade da água ficaram compreendidos entre 0,43 meq. L⁻¹ na profundidade de 10 m da porção superior e 0,63 meq. L⁻¹ na profundidade de 10 m da porção inferior. No período seco, os valores de alcalinidade da água ficaram compreendidos entre 0,58 meq. L⁻¹ na profundidade de 1 m da porção inferior e 0,67 meq. L⁻¹ nas profundidades de 1, 4 e 8 m da porção superior e nas profundidades de 1, 5, 10 e 15 m da porção mediana (Figura 38).

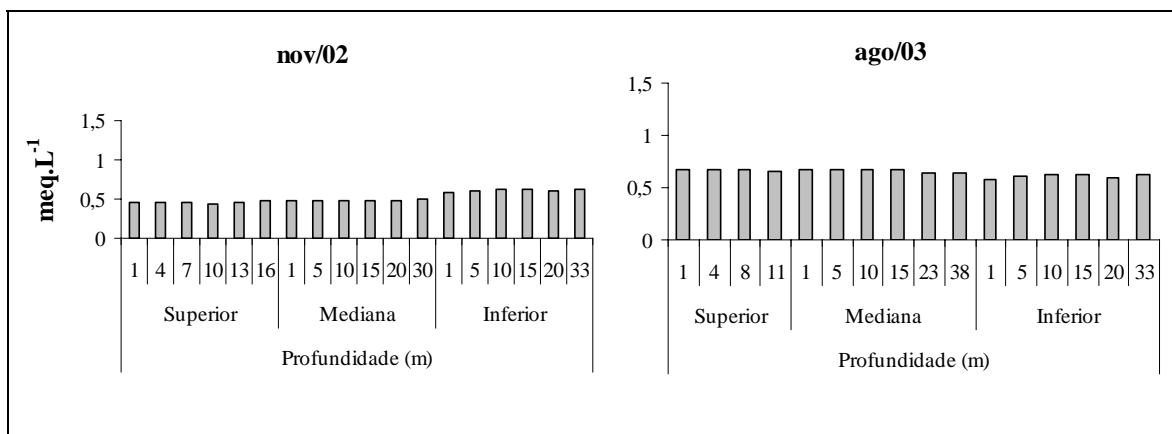


Figura 38. Variação dos valores de alcalinidade da água (meq.L^{-1}), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em agosto de 2003.

Os valores médios de alcalinidade da água foram iguais entre os períodos amostrados e mais elevados na porção mediana do reservatório (Tabela 30).

Tabela 30. Valores médios de alcalinidade da água (meq.L^{-1}) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Média	
	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03
Alcalinidade	0,45	0,66	0,78	0,66	0,61	0,61	0,6	0,6

5.2.10. Concentração de Material em Suspensão

Reservatório de Promissão

No período chuvoso, a concentração de matéria inorgânica na água esteve compreendida entre $0,2 \text{ mg.L}^{-1}$ (nas profundidades de 8 e 16 m da porção inferior) e $2,2 \text{ mg.L}^{-1}$ (na profundidade de 0,5 m da porção superior). No período seco, a concentração de matéria orgânica esteve compreendida entre $1,0 \text{ mg.L}^{-1}$ (na profundidade de 5 m da porção mediana) e 5 mg.L^{-1} (na profundidade de 1,0 m da porção inferior), conforme apresentado na Figura 39.

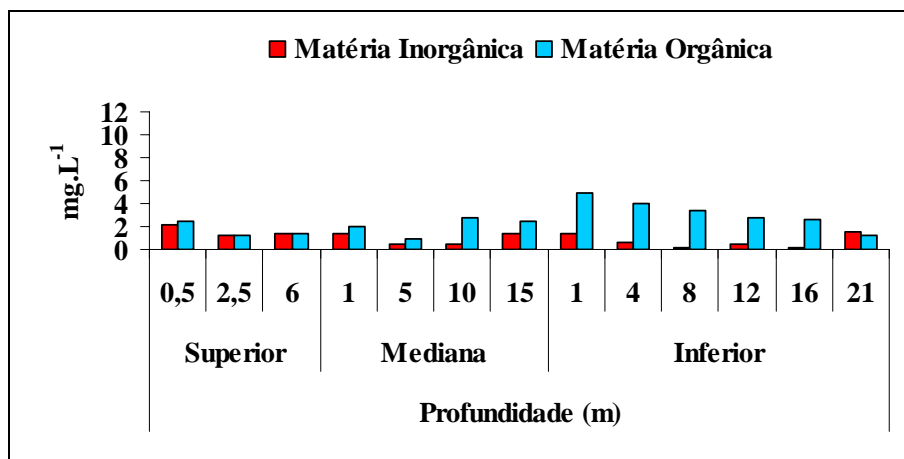


Figura 39. Variação dos valores de material em suspensão na água (mg.L^{-1}), em relação à profundidade, em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em novembro de 2002.

Durante o período seco, não foi detectado material inorgânico na água na profundidade de 11 m, na porção mediana e a concentração máxima foi de $2,4 \text{ mg.L}^{-1}$ na profundidade de 7 m da porção superior. A concentração de matéria orgânica esteve compreendida entre $0,6 \text{ mg.L}^{-1}$ na profundidade de 7m da porção superior e $3,4 \text{ mg.L}^{-1}$ na profundidade de 5 m da porção inferior (Figura 40).

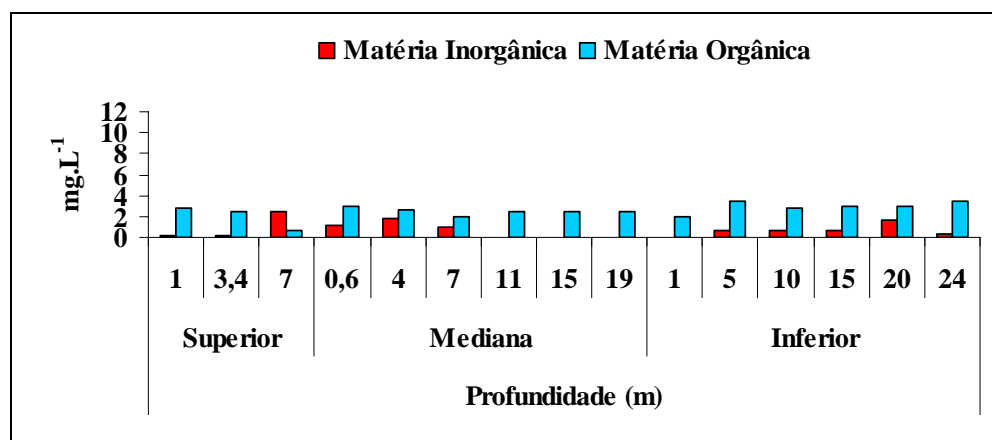


Figura 40. Variação dos valores de material em suspensão na água (mg.L^{-1}), em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em agosto de 2003.

Durante o período chuvoso, a concentração média de matéria orgânica foi mais elevada na porção inferior ($2,5 \text{ mg.L}^{-1}$), e durante o período seco, na porção mediana. A

concentração média mais elevada de matéria inorgânica ($8,6 \text{ mg.L}^{-1}$) foi registrada na porção mediana, durante o período seco (Tabela 31).

Tabela 31. Valores médios da concentração de material em suspensão na água (inorgânico e orgânico), em mg.L^{-1} , nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Média	
	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03
Matéria Inorgânica	1,6	0,9	0,9	8,6	0,6	0,4	1,0	3,3
Desvio padrão	0,43	1,27	0,50	0,78	0,59	0,53	0,46	0,16
Matéria Orgânica	1,7	1,9	2,05	3,6	2,5	2,5	2,1	2,7
Desvio padrão	0,52	1,17	0,67	0,33	0,86	0,52	0,78	0,50

Reservatório de Nova Avanhandava

Durante o período chuvoso, não foi detectado material inorgânico na água na profundidade de 1 m, na porção mediana e a concentração máxima foi de 7 mg.L^{-1} na profundidade de 5 m, na porção superior. A concentração de matéria orgânica esteve compreendida entre $1,4 \text{ mg.L}^{-1}$ na profundidade de 23 m, na porção mediana e $5,4 \text{ mg.L}^{-1}$ na profundidade de 1m, na porção inferior (Figura 41).

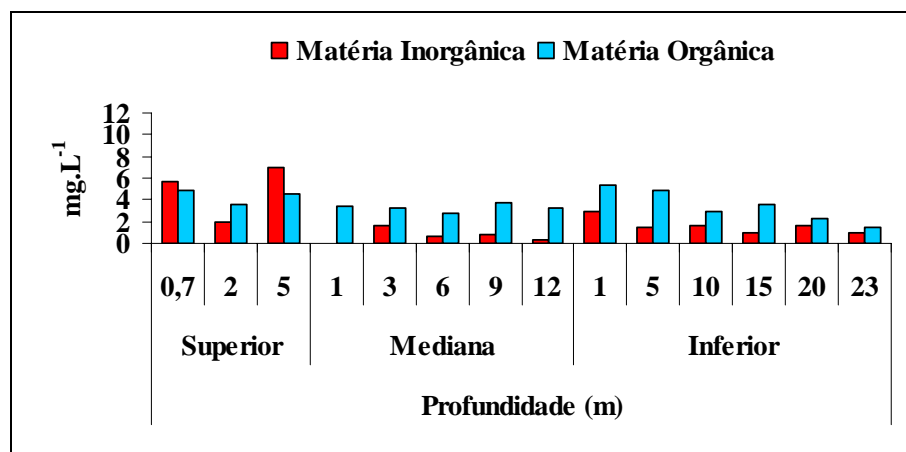


Figura 41. Variação dos valores de material em suspensão na água (mg.L^{-1}), em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava, em novembro de 2002.

Durante o período seco, o material inorgânico não foi detectado em algumas das profundidades amostradas e a concentração máxima foi $1,8 \text{ mg.L}^{-1}$ na profundidade de 3m

da porção mediana. A concentração de matéria orgânica esteve compreendida entre 1,8 mg.L⁻¹ na profundidade de 2,5 m da porção superior e 3,4 mg.L⁻¹ nas profundidades de 6 e 30 m da porção inferior (Figura 42).

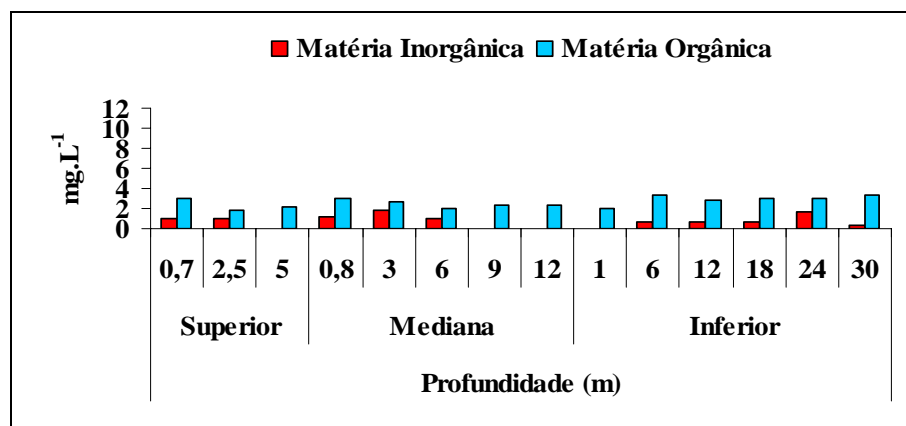


Figura 42. Variação dos valores de material em suspensão na água (mg.L⁻¹), em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava, em agosto de 2003.

A concentração média de material orgânico em suspensão na água foi superior à concentração de material inorgânico em ambos os períodos de amostragem e mais elevada no período chuvoso (3,7 mg.L⁻¹). A concentração média mais elevada de matéria orgânica (4,3 mg.L⁻¹) e de matéria inorgânica (4,9 mg.L⁻¹) foram detectadas na porção superior do reservatório (Tabela 32).

Tabela 32. Valores médios da concentração de material em suspensão na água (inorgânico e orgânico), em mg.L⁻¹, nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Média	
	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03
Matéria Inorgânica	4,9	0,7	0,7	0,8	1,6	0,6	2,4	0,7
Desvio padrão	2,58	0,58	0,59	0,79	0,74	0,53	2,20	0,09
Matéria Orgânica	4,3	2,3	3,3	2,5	3,4	2,9	3,7	2,6
Desvio padrão	0,64	0,61	0,36	0,36	1,52	0,52	0,58	0,31

Reservatório de Três Irmãos

Durante o período chuvoso, não foi detectado material inorgânico na profundidade 4 m na porção superior e, a concentração máxima foi de 10,4 mg.L⁻¹ na profundidade de 10 m, na porção superior. A concentração de matéria orgânica esteve compreendida entre 1,2

mg.L⁻¹ na profundidade de 30 m na porção mediana e 5,6 mg.L⁻¹ na profundidade de 30 m, na porção superior (Figura 43).

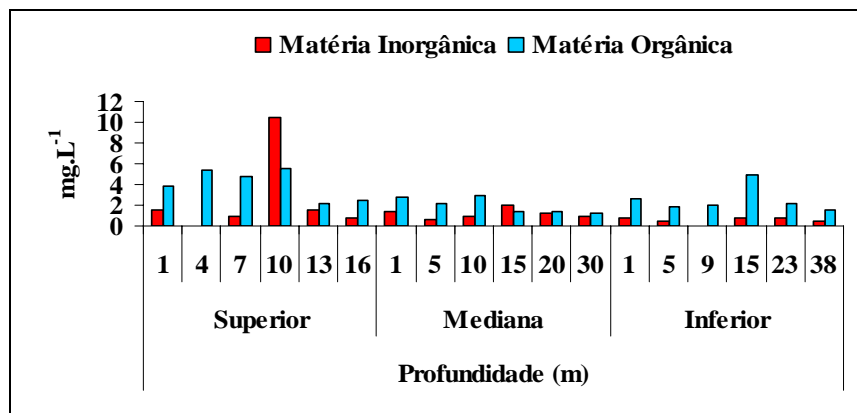


Figura 43. Variação dos valores de material em suspensão na água (mg.L⁻¹), em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em novembro de 2002.

Durante o período seco, a concentração de matéria inorgânica na água não foi detectada em algumas das profundidades amostradas e a concentração máxima foi 5,6 mg.L⁻¹ na profundidade de 4 m da porção superior. A concentração de matéria orgânica esteve compreendida entre 1,2 mg.L⁻¹ na profundidade de 1 m da porção superior e 3,4 mg.L⁻¹ nas profundidades 4 m da porção superior e 20 m da porção mediana (Figura 44).

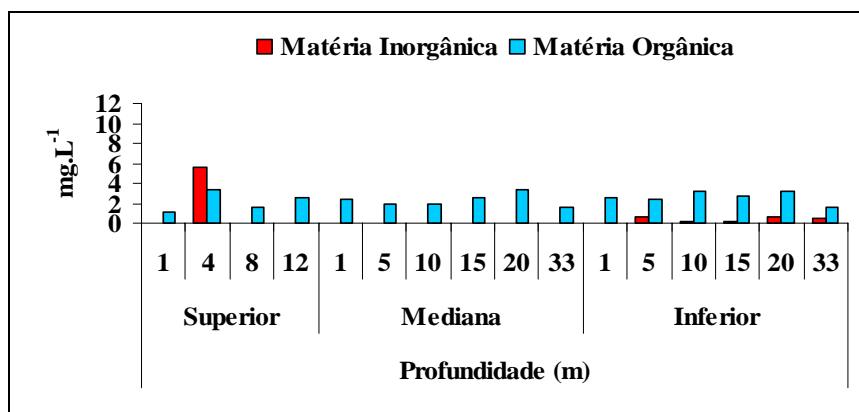


Figura 44. Variação dos valores de material em suspensão na água (mg.L⁻¹), em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em agosto de 2003.

A concentração de material orgânico em suspensão na água foi superior a concentração de material inorgânico, em ambos os períodos de amostragem. A

concentração média mais elevada de matéria orgânica (4 mg.L^{-1}) e de matéria inorgânica ($2,6 \text{ mg.L}^{-1}$) foi detectada na porção superior do reservatório (Tabela 33).

Tabela 33. Valores médios da concentração de material em suspensão na água (inorgânico e orgânico), em mg.L^{-1} , nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Média	
	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03
Matéria Inorgânica	2,6	1,4	1,2	0	0,5	0,3	1,4	0,6
Desvio Padrão	3,54	2,80	0,47	0,00	0,33	0,24	4,04	0,73
Matéria Orgânica	4	2,2	2	2,3	2,5	2,6	2,8	2,4
Desvio Padrão	1,35	0,99	0,78	0,63	1,26	0,60	1,05	0,22

5.3. Composição granulométrica do sedimento e conteúdo de matéria orgânica

No período chuvoso, a porcentagem de areia do sedimento variou de 12 % na profundidade de 21 m, na porção inferior a 95,5 % na profundidade de 1 m da porção mediana. O silte não fez parte da composição granulométrica do sedimento na profundidade de 1m da porção mediana, e sua maior representatividade (24,4 %) foi registrada na profundidade de 5m, na porção mediana. A fração argila representou de 4,3 a 77 % da fração granulométrica do sedimento, na profundidade de 0,5 m da porção superior, e na profundidade de 21m da porção inferior, respectivamente. O conteúdo de matéria orgânica variou de 0,45 % na profundidade de 1 m da porção mediana, a 14,41 % na profundidade de 8m da porção inferior (Figura 45).

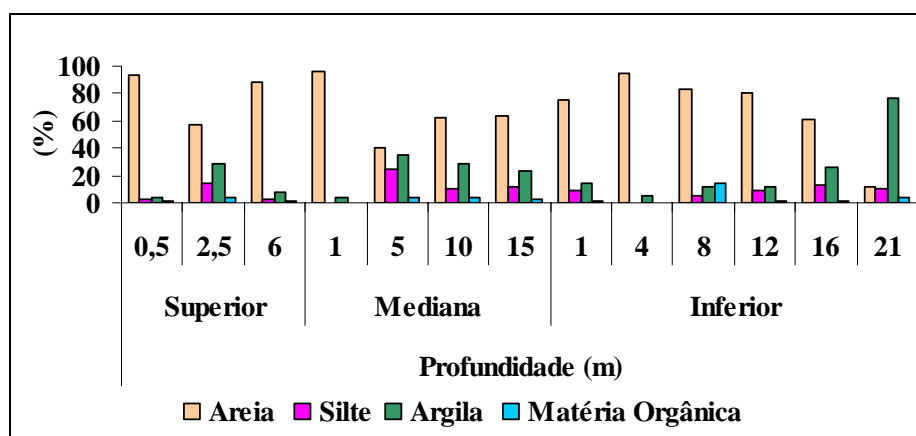


Figura 45. Variação da composição granulométrica do sedimento e conteúdo de matéria orgânica (%), em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em novembro de 2002.

No período seco, a porcentagem de areia do sedimento variou de 22,1 % na profundidade de 24 m da porção inferior a 97,9 % na profundidade de 1m desta mesma porção. O silte não fez parte da composição granulométrica do sedimento na profundidade de 0,6 m da porção mediana, e sua maior representatividade (28,9 %) foi registrada na profundidade de 15 m da porção mediana. A fração argila representou de 2,5 a 57,1 % da fração granulométrica do sedimento, na profundidade de 1m da porção inferior, e na profundidade de 24m da porção inferior, respectivamente. O conteúdo de matéria orgânica variou de 0,15 % na profundidade de 1m da porção inferior, a 11,4% na profundidade de 24m na porção inferior (Figura 46).

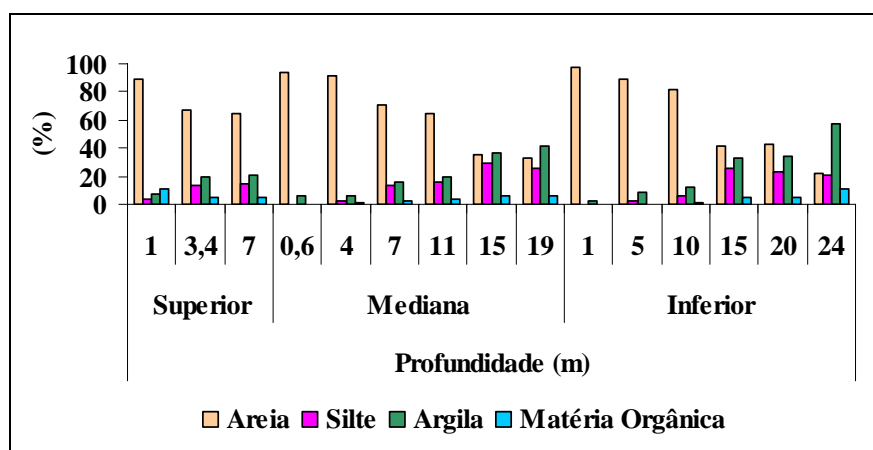


Figura 46. Variação da composição granulométrica do sedimento e conteúdo de matéria orgânica (%), em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em agosto de 2003.

A areia foi a fração granulométrica predominante no sedimento (71,1 e 66,9 %, no período chuvoso e seco, respectivamente), seguida por argila e silte. A matéria orgânica teve a menor representatividade na composição do sedimento, sendo que sua concentração foi ligeiramente superior durante o período seco (Tabela 34).

Tabela 34. Valores médios (em porcentagem) das frações granulométricas do sedimento e do conteúdo de matéria orgânica nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Média	
	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03
Areia	79,8	73,4	65,5	64,9	68	62,5	71,1	66,9
Desvio Padrão	19,97	13,11	22,67	26,57	29,52	26,08	7,64	5,74
Silte	6,4	10,4	11,6	14,2	7,9	12,9	8,6	12,5
Desvio Padrão	6,89	5,69	9,99	11,59	4,59	8,76	2,67	1,97
Argila	13,8	16,2	22,9	20,9	24,1	24,6	20,3	20,6
Desvio Padrão	13,12	7,42	13,11	15,25	26,80	14,18	5,64	4,22
Matéria Orgânica	2,2	7,0	2,7	3,1	4,0	4,0	3,0	4,7
Desvio Padrão	1,71	3,65	1,54	2,40	5,28	3,15	0,92	2,04

Reservatório de Nova Avanhandava

No período chuvoso, areia foi à fração granulométrica predominante, variando de 16 % na profundidade de 15 m da porção inferior a 97,9 % na profundidade de 15 m da porção inferior. O silte não fez parte da composição granulométrica do sedimento na profundidade de 15 m da porção inferior, e sua maior representatividade (35,1 %) foi registrada na profundidade de 5 m da porção mediana. A fração argila apresentou um valor mínimo de 2,1% na profundidade de 0,7 m da porção superior e um valor máximo de 63,8 % na profundidade de 3 m da porção mediana. O conteúdo de matéria orgânica variou de 0,5 % na profundidade de 1 m da porção inferior, a 13,3 % na profundidade de 9 m na porção mediana (Figura 47).

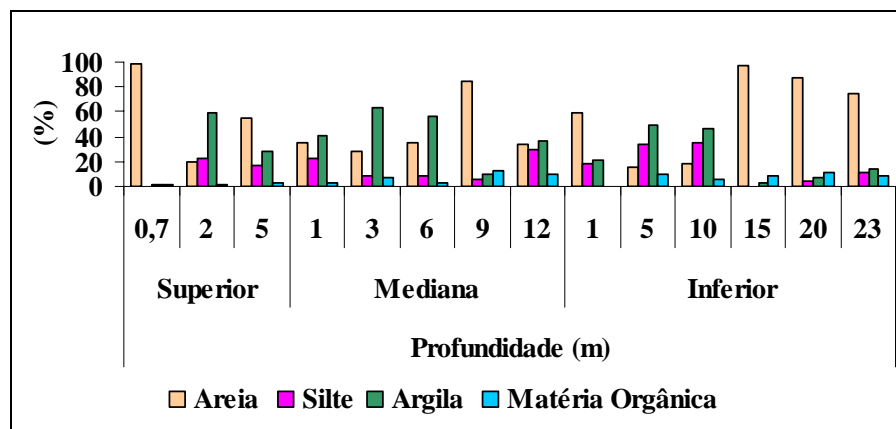


Figura 47. Variação da composição granulométrica do sedimento e conteúdo de matéria orgânica (%), em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava, em novembro de 2002.

No período seco, a areia também foi a fração granulométrica predominante, e variou de 23% na profundidade de 9 m da porção mediana a 91,4 % na profundidade de 1 m da porção inferior. O silte apresentou um valor mínimo de 2,4 % na profundidade de 6 m da porção inferior, e sua maior representatividade (30,5 %) foi registrada na profundidade de 6 m da porção mediana. A fração argila apresentou um valor mínimo de 5,7 % na profundidade de 1m da porção inferior e um valor máximo de a 50,6 % na profundidade de 24 m da porção inferior. O conteúdo de matéria orgânica, com menor representatividade nas profundidades amostradas, variou de 0,7 % na profundidade de 1 m, na porção inferior, a 9,9 % na profundidade de 9 m, na porção mediana (Figura 48).

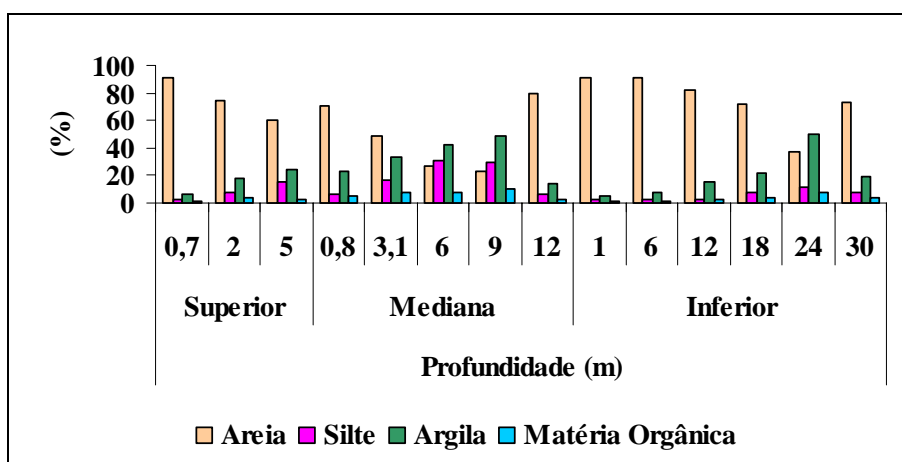


Figura 48. Variação da composição granulométrica do sedimento e conteúdo de matéria orgânica (%), em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava, em agosto de 2003.

A areia foi a fração granulométrica predominante no sedimento, no período chuvoso (53,3 %) e no período seco (66,5%), seguida por argila e silte. A matéria orgânica teve a menor representatividade na composição do sedimento (Tabela 35).

Tabela 35. Valores médios (em porcentagem) das frações granulométricas do sedimento e do conteúdo de matéria orgânica nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Média	
	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03
Areia	57,3	75,3	43,6	49,8	59	74,3	53,3	66,5
Desvio Padrão	39,38	15,38	23,25	24,95	34,93	19,76	8,45	14,45
Silte	13	8,7	14,9	18	17,5	5,8	15,1	10,8
Desvio Padrão	11,54	6,60	10,88	11,48	14,82	3,67	2,24	6,36
Argila	29,7	16	41,6	32,2	23,6	19,9	31,6	22,7
Desvio Padrão	28,33	9,09	20,78	13,84	20,19	16,30	9,14	8,47
Matéria Orgânica	1,4	2,9	7,3	6,7	7,3	3,3	5,3	4,3
Desvio Padrão	0,82	1,47	4,40	2,67	3,86	2,68	3,45	2,10

Reservatório de Três Irmãos

No período chuvoso, a porcentagem de areia do sedimento variou de 8,7 % na profundidade de 16 m, na porção superior a 98,4 % na profundidade de 1m, na porção mediana. O silte não fez parte da composição granulométrica do sedimento nas profundidades de 1 e 5 m, na porção mediana, e sua maior representatividade (29,9 %) foi registrada na profundidade de 4 m, na porção superior. A argila ocorreu em um valor mínimo de 1,7 % na profundidade de 1 m, na porção mediana e um valor máximo de 73,9 % na profundidade de 16 m, na porção superior. O conteúdo de matéria orgânica variou de 0,4 % na profundidade de 1 m da porção mediana, a 15,6 % na profundidade de 38 m da porção inferior (Figura 49).

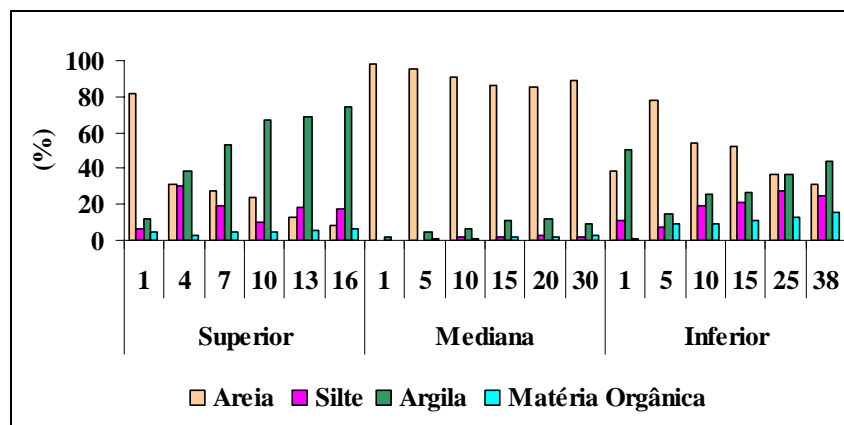


Figura 49. Variação da composição granulométrica do sedimento e conteúdo de matéria orgânica (%), em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em novembro de 2002.

No período seco, a porcentagem de areia do sedimento variou de 2,6 % na profundidade de 30m, na porção mediana a 96,7 % na profundidade de 1 m, na porção mediana. O silte não fez parte da composição granulométrica do sedimento nas profundidades de 1 e 5 m da porção mediana, e sua maior representatividade (28,1 %) foi registrada na profundidade de 38 m da porção inferior. A fração argila apresentou um valor mínimo de 2,5 % na profundidade de 1 m da porção mediana e um valor máximo de a 81,2 % na profundidade de 30 m da porção mediana. O conteúdo de matéria orgânica, com menor representatividade nas profundidades amostradas, variou de 0,4 % na profundidade de 1 m da porção mediana, a 21,2 % na profundidade de 38 m da porção inferior (Figura 50).

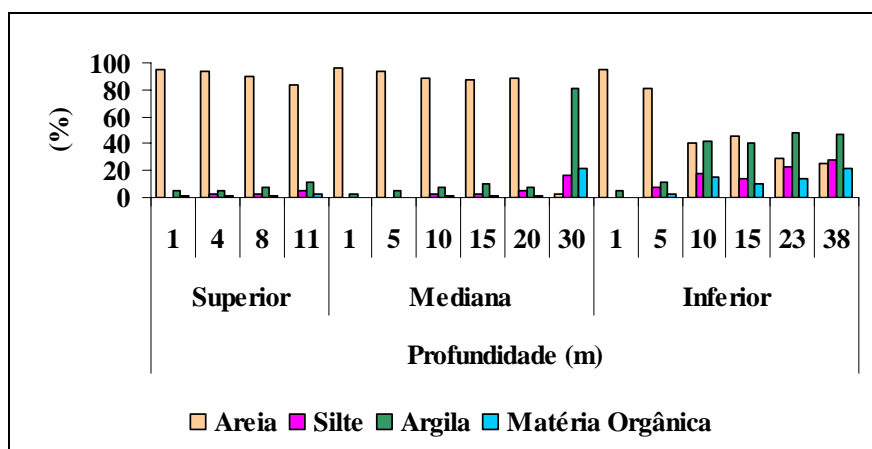


Figura 50. Variação da composição granulométrica do sedimento e conteúdo de matéria orgânica (%), em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em agosto de 2003.

A fração granulométrica predominante no sedimento foi a areia (56,8 e 73 %, no período chuvoso e seco, respectivamente), seguida por argila e silte. A matéria orgânica registrou a menor porcentagem (5,3 e 5,4 %, no período chuvoso e seco, respectivamente) na composição do sedimento (Tabela 36).

Tabela 36. Valores médios (em porcentagem) das frações granulométricas do sedimento e do conteúdo de matéria orgânica nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Média	
	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03
Areia	31	90,3	90,9	76,2	48,5	52,6	56,8	73,0
Desvio Padrão	26,42	4,96	5,22	36,25	17,11	28,51	30,83	19,03
Silte	16,7	2,6	1,5	4,4	18,5	14,8	12,2	7,3
Desvio Padrão	8,24	2,26	1,20	6,09	7,82	10,19	9,32	6,58
Argila	52,3	7,1	7,5	19,1	33	32,4	30,9	19,5
Desvio Padrão	23,48	2,88	4,12	30,54	13,02	18,97	22,46	12,65
Matéria Orgânica	4,7	1,5	1,5	4,2	9,8	10,6	5,3	5,4
Desvio Padrão	1,32	0,35	0,89	8,23	4,89	8,10	4,19	4,65

5.4. Índice de Estado Trófico (IET) de Toledo

Na Tabela 37 são apresentados os valores do Índice de Estado Trófico médio nos reservatórios de Promissão, Nova Avanhandava e Três Irmãos, em novembro de 2002 e agosto de 2003. Para os cálculos foram utilizados os valores médios da transparência, fósforo total, fosfato total e clorofila a em cada período.

De acordo com o Índice de Estado Trófico (IET) de Toledo os reservatórios foram classificados diferentemente em cada um dos períodos analisados, sendo que em novembro de 2002 todos foram classificados como eutróficos, e em agosto de 2003, todos foram classificados como mesotróficos.

Tabela 37. Valores do Índice de Estado Trófico médio (IET) em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	IET Médio			
	Nov/02	Classificação	Nov/02	Classificação
Promissão	55,6	Eutrófico	48,4	Mesotrófico
Nova Avanhandava	55,0	Eutrófico	44,3	Mesotrófico
Três Irmãos	56,2	Eutrófico	45,1	Mesotrófico

5.5. Variáveis bióticas

5.5.1. Variação espacial e temporal da biomassa fitoplanctônica (clorofila a)

Reservatório de Promissão

No período chuvoso, os valores da concentração de clorofila a na água estiveram compreendidos entre $8,8 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 0,5 m da porção superior, e $12 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 10 m da porção mediana. No período seco, estes valores estiveram compreendidos entre $2,0 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 5 m da porção inferior, e $11,2 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 4 m da porção mediana (Figura 51).

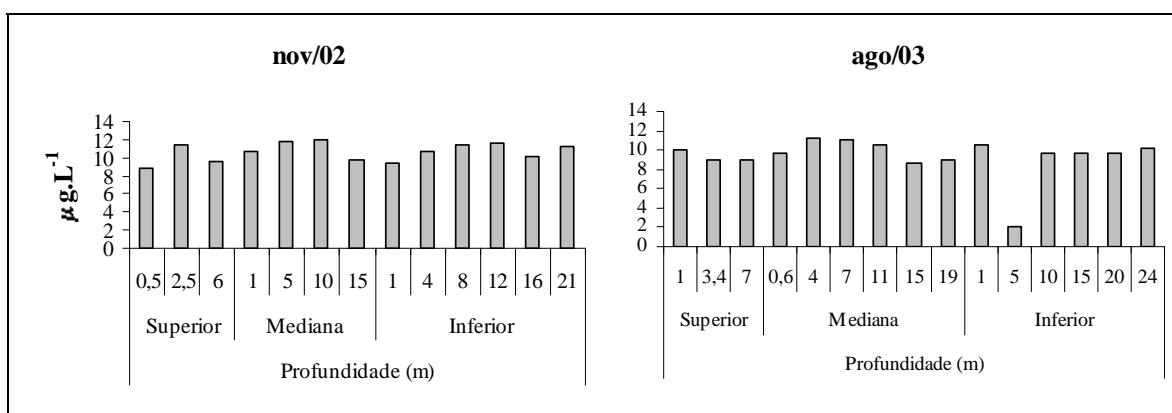


Figura 51. Variação dos valores de concentração de clorofila a ($\mu\text{g.L}^{-1}$), em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

A concentração média de clorofila a na água foi mais elevada durante o período chuvoso ($10,6 \mu\text{g.L}^{-1}$) e não variou muito entre as porções amostradas (Tabela 38).

Tabela 38. Valores médios da concentração de clorofila a ($\mu\text{g.L}^{-1}$) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Média	
	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03
Clorofila a	9,9	9,3	11,1	10	10,7	8,6	10,6	9,3
Desvio Padrão	1,33	0,58	1,04	1,09	0,84	3,26	0,58	0,70

Reservatório de Nova Avanhandava

A concentração de clorofila a na água foi ligeiramente mais elevada durante o período chuvoso e apresentou uma pequena variação entre as porções amostradas (Tabela 39). As concentrações estiveram compreendidas entre $9 \mu\text{g.L}^{-1}$ nas profundidades de 9 m da porção mediana e na profundidade de 20 m da porção superior, e $12 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 1 m da porção inferior. Durante o período seco, a concentração de clorofila a na água esteve compreendida entre $8,2 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 6 m da porção mediana, e $11,6 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 5 m da porção superior (Figura 52).

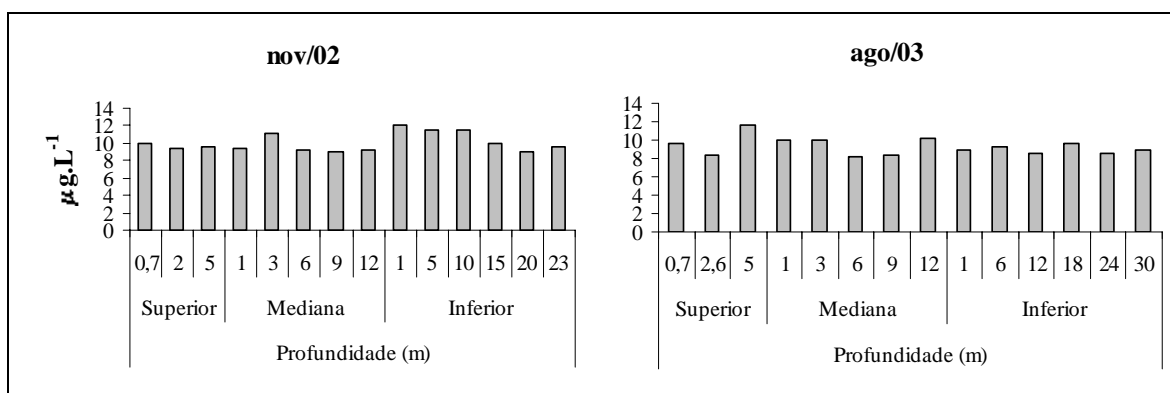


Figura 52. Variação dos valores de concentração de clorofila a ($\mu\text{g.L}^{-1}$), em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

A concentração média de clorofila a na água foi mais elevada durante o período chuvoso ($10 \mu\text{g.L}^{-1}$) e apresentou pequena variação entre as porções amostradas (Tabela 39).

Tabela 39. Valores médios da concentração de clorofila a ($\mu\text{g.L}^{-1}$) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Média	
	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03
Clorofila a	9,7	9,9	9,6	9,4	10,6	9	10,0	9,4
Desvio Padrão	0,31	1,62	0,91	0,97	1,25	0,38	5,23	0,44

Reservatório de Três Irmãos

A concentração média de clorofila a na água foi mais elevada no período seco (Tabela 41). Durante o período chuvoso, a concentração de clorofila a esteve compreendida entre $1,2 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 20 m da porção inferior, e $12 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 16 m da porção superior. No período seco, os valores estiveram compreendidos entre $9 \mu\text{g.L}^{-1}$ nas profundidades de 15 m da porção inferior e $10,8 \mu\text{g.L}^{-1}$ na profundidade de 4 m da porção superior (Figura 53).

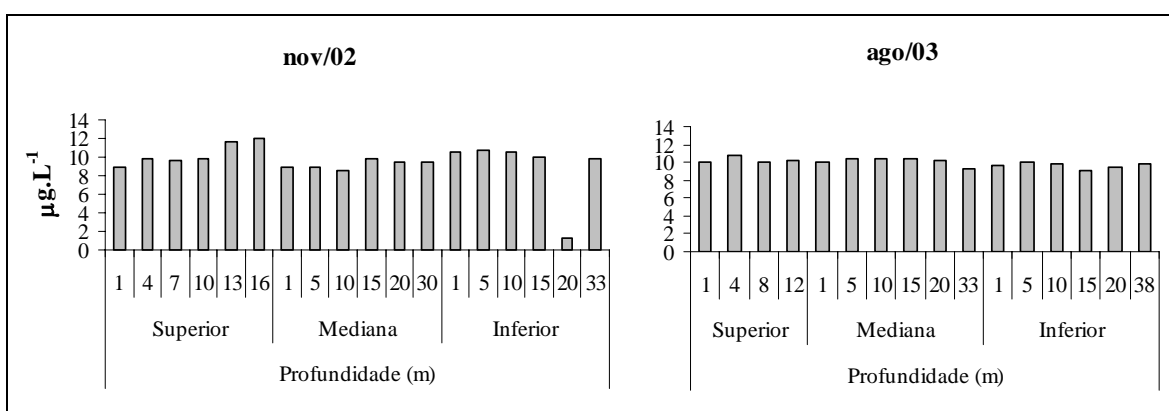


Figura 53. Variação dos valores de concentração de clorofila ($\mu\text{g.L}^{-1}$), em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

A concentração média de clorofila a na água foi mais elevada durante o período seco ($10 \mu\text{g.L}^{-1}$) e os valores foram decrescentes em direção à região inferior do reservatório (Tabela 40).

Tabela 40. Valores médios da concentração de clorofila a ($\mu\text{g.L}^{-1}$) nas porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Média	
	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03	Nov/02	Ago/03
Clorofila a	10,3	10,3	9,2	10,1	8,8	9,6	9,4	10,0
Desvio Padrão	1,20	0,38	0,42	0,47	3,76	0,36	0,76	0,34

5.5.2. Caracterização taxonômica da comunidade de macro-invertebrados bentônicos nos reservatórios de Promissão, Nova Avanhandava e Três Irmãos.

A composição taxonômica da comunidade de macro-invertebrados bentônicos dos reservatórios de Promissão, Nova Avanhandava e Três Irmãos está representada na Tabela 41. Os seus principais representantes estão ilustrados no apêndice III. As comunidades bentônicas dos reservatórios de Promissão, Nova Avanhandava e Três Irmãos estiveram representadas, no período chuvoso, por um total de 24, 23 e 15 táxons, e no período seco, por um total de 25, 25 e 17 táxons, respectivamente.

Em ambos os períodos de amostragem foram registrados em todos os reservatórios, representantes dos Filos Arthropoda, Annelida, Mollusca e Platyhelminthes, e somente no reservatório de Nova Avanhandava registrou-se também a ocorrência de indivíduos pertencentes ao Filo Crustacea. Os indivíduos pertencentes às classes Hirudínea e Turbellaria não foram identificados até espécie, sendo que os primeiros estiveram presentes em todos os reservatórios, enquanto que os Turbellaria ocorreram somente nos reservatórios de Nova Avanhandava e de Três Irmãos. A classe Oligochaeta foi representada por um total de nove espécies pertencentes a três famílias, sendo a família Tubificidae representada por um maior número de espécies, enquanto que a Classe Insecta foi representada pelas ordens Diptera, Odonata, Trichoptera e Lepidoptera, sendo que a família Chironomidae, pertencente à ordem Diptera, foi a que compreendeu um maior número de espécies (17 no total).

A Classe Bivalvia esteve representada por uma única espécie, *Corbicula fluminea*, enquanto que a classe Gastropoda foi representada por sete espécies. Dentre elas *Melanoides tuberculata*, *Biomphalaria glabrata*, *B. intermedia*, *P. cubensis* e *A. tenuilabris* apresentaram ocorrência em todos os reservatórios e períodos amostrados. *Helisoma* sp somente não foi registrada no reservatório de Promissão no período seco enquanto *Pomacea canaliculata* foi registrada somente no período seco, nos reservatórios de Promissão e Nova Avanhandava.

Tabela 41. Composição taxonômica e ocorrência das espécies de macro-invertebrados bentônicos nos reservatórios de Promissão (P), Nova Avanhandava (NA) e Três Irmãos (TI) em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Nov/02			Ago/03		
	P	NA	TI	P	NA	TI
ANNELIDA						
Classe Oligochaeta						
Família Naididae						
<i>Branchiura sowerbyi</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	+	+	+	+	+	
<i>Limnodrilus udekemianus</i>		+				
Família Opistocystidae						
<i>Opistocysta funiculus</i>		+			+	
Família Tubificidae						
<i>Dero Aulophorus hymanae</i>				+		
<i>DeroDero digitata</i>						+
<i>DeroDero multibranchiata</i>	+					
<i>Pristina americana</i>	+	+		+		
Classe Hirudinea	+	+	+	+	+	+
ARTHROPODA						
Classe Insecta						
Ordem Diptera						
Família Ceratopogonidae	+					
Família Chironomidae						
Subfamília Chironominae						
<i>Aedokritus</i> sp	+	+		+	+	+
<i>Chironomus</i> sp	+			+		
<i>Cryptochironomus</i> sp	+			+	+	
<i>Dicrotendipes</i> sp				+	+	
<i>Fissimentum</i> sp	+	+	+	+	+	
<i>Goeldichironomus</i> sp	+		+			
<i>Harnischia</i> sp	+		+	+	+	+
<i>Parachironomus</i> sp					+	
<i>Paralauterborniela</i> sp	+					
<i>Polypedilum</i> sp	+	+		+	+	
<i>Tanytarsus</i> sp	+	+		+	+	+
Subfamília Tanypodinae						
<i>Ablabesmya</i> sp				+	+	
<i>Coelotanypus</i> sp	+	+	+	+	+	+
<i>Djalmabatista</i> sp		+	+	+	+	
<i>Labrundinia</i> sp					+	

<i>Continuação da Tabela 41</i>	Nov/02			Ago/03		
	P	NA	TI	P	NA	TI
<i>Pentaneura</i> sp						+
<i>Procladius</i> sp	+					
Ordem Lepidoptera						
Família Pyralidae						
<i>Cataclysta</i> sp					+	
Ordem Odonata						
Família Gomphidae						
<i>Phyllocycla</i> sp	+	+			+	
Família Libellulidae						
<i>Brachynesia</i> sp		+				
<i>Diastatops</i> sp		+				
Ordem Trichoptera						
Família Polycentropodidae						
<i>Cyrnellus</i> sp					+	+
CRUSTACEA						
Classe Malacostraca						
Ordem Decapoda						
<i>Macrobrachium jelskii</i>		+				
MOLLUSCA						
Classe Bivalvia						
Família Corbiculidae						
<i>Corbicula fluminea</i>	+	+	+	+	+	+
Classe Gastropoda						
Família Physidae						
<i>Physa cubensis</i>	+	+	+	+	+	+
Família Planorbidae						
<i>Biomphalaria</i> spp	+	+	+	+	+	+
<i>Helisoma</i> sp	+	+	+		+	+
Família Thiaridae						
<i>Aylacostoma tenuilabris</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Melanoides tuberculata</i>	+	+	+	+	+	+
Família Ampullariidae						
<i>Pomacea canaliculata</i>				+	+	
PLATYHELMINTES						
Classe Turbellaria		+		+	+	+

O símbolo + indica a ocorrência da espécie no reservatório.

5.5.3. Diversidade, uniformidade, curvas do componente dominância da diversidade e análise de agrupamento (cluster) da fauna de macro-invertebrados bentônicos nos reservatórios de Promissão, Nova Avanhandava e Três Irmãos

Os maiores valores do índice de diversidade para a comunidade bentônica foram obtidos no reservatório de Promissão, em ambos os períodos de amostragem. Temporalmente, a maior diferença no índice de diversidade da comunidade de macro-invertebrados bentônicos foi observada no reservatório de Três Irmãos e a menor no reservatório de Nova Avanhandava (Tabela 42).

Tabela 42. Valores dos Índices de Diversidade de Shannon-Wiener (H'), de Uniformidade de Pielou (E) e da riqueza (R) de espécies da comunidade de macro-invertebrados bentônicos nas represas de Promissão (**P**), Nova Avanhandava (**NA**) e Três Irmãos (**TI**), amostrados em novembro de 2002 (período chuvoso) e agosto de 2003 (período seco).

	Novembro 2002			Agosto 2003		
	Promissão	Nova Avanhandava	Três Irmãos	Promissão	Nova Avanhandava	Três Irmãos
H'	0,476	0,333	0,172	0,389	0,372	0,393
E	0,355	0,241	0,146	0,278	0,257	0,326
R	22	24	15	25	28	16

A curva de dominância de táxons registrados em novembro de 2002 nos reservatórios de Promissão, Nova Avanhandava e Três Irmãos, está representada na Figura 54. Comparando-se os três reservatórios, observou-se uma maior diversidade em Promissão, seguido por Nova Avanhandava e Três Irmãos.

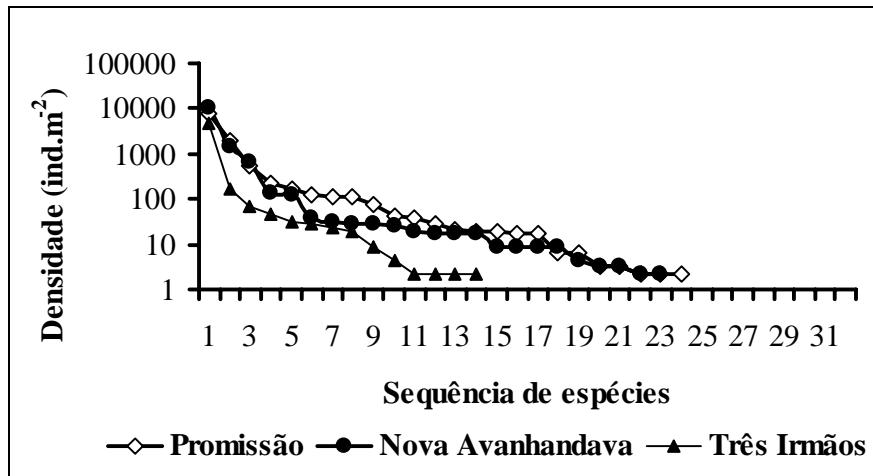


Figura 54. Curvas do componente dominância da diversidade de táxons nos reservatórios de Promissão, Nova Avanhandava e Três Irmãos, em agosto de 2003.

A curva de dominância de táxons registrados em agosto de 2003 nos reservatórios de Promissão, Nova Avanhandava e Três Irmãos, está representada na Figura 55. De modo semelhante ao registrado no período chuvoso observou-se uma maior diversidade em Promissão, seguido por Nova Avanhandava e Três Irmãos.

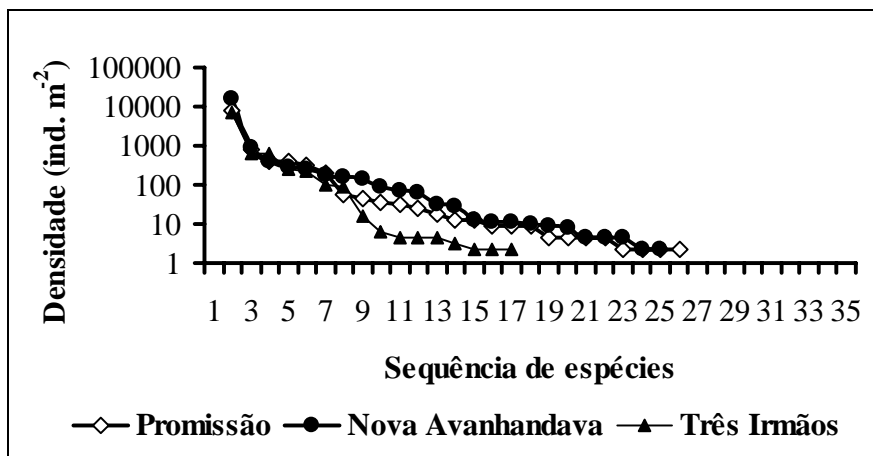


Figura 55. Curvas do componente dominância da diversidade de táxons nos reservatórios de Promissão, Nova Avanhandava e Três Irmãos, em agosto de 2003.

A análise de agrupamento demonstrou a formação de dois grupos distintos, onde a composição taxonômica dos macro-invertebrados do reservatório de Promissão diferenciou-se mais dos outros dois reservatórios, Nova Avanhandava e Três Irmãos. As

associações de macro-invertebrados foram em geral mais similares dentro de cada reservatório do que entre estes (Figura 56).

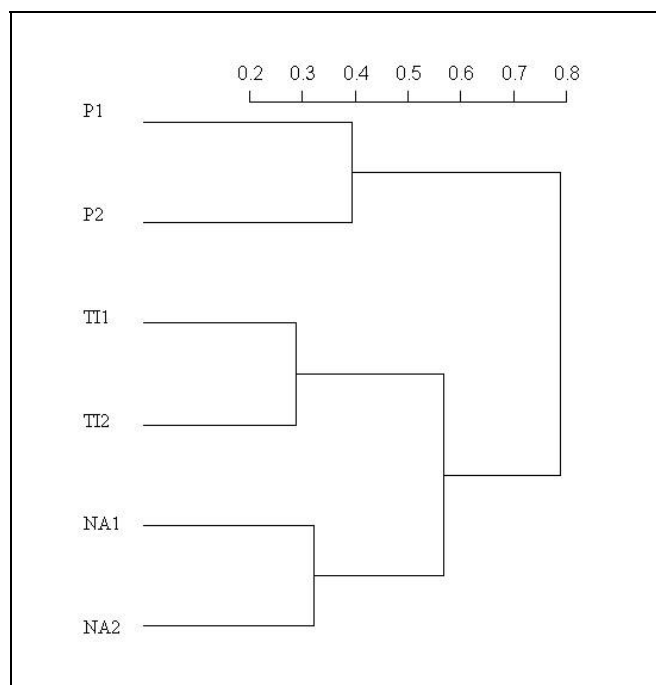


Figura 56. Dendrograma resultante da análise de agrupamento segundo índice de Jaccard e ligação tipo UPGMA (média de grupo) para as associações de macro-invertebrados bentônicos dos reservatórios de Promissão (**P**), Nova Avanhandava (**NA**) e Três Irmãos (**TI**), nos períodos chuvoso (**1**) e seco (**2**) (cf = 0,9311).

5.5.4. Densidade média dos grupos componentes da comunidade de macro-invertebrados bentônicos do reservatório de Promissão

Os moluscos exóticos foram os principais representantes da comunidade de macro-invertebrados bentônicos, em ambos os períodos amostrados. Durante o período chuvoso, estas populações ocorreram em todas as profundidades amostradas, com densidade variando de 40 ind.m⁻² na profundidade de 21m, na porção inferior, a 14390 ind.m⁻² na profundidade de 6 m, na porção superior. Os moluscos nativos não ocorreram em algumas das profundidades amostradas e este grupo atingiu uma densidade máxima de 1446 ind.m⁻² na profundidade de 0,5 m, na porção superior.

Os representantes da família Chironomidae e da classe Oligochaeta ocorreram em densidades bem inferiores, quando comparados aos moluscos. A densidade máxima registrada para estes dois grupos foi de 531 ind.m⁻² na profundidade de 0,5 m, na porção

superior e 477 ind.m⁻² na profundidade de 15 m, na porção mediana. Nas profundidades onde foi registrada a ocorrência de representantes da classe Hirudinea e de outros invertebrados (ordem Odonata) a densidade máxima foi de 13 ind.m⁻². Os representantes da classe Hirudinea foram registrados somente na porção inferior do reservatório (Figura 59 e Tabela 1 do Apêndice II).

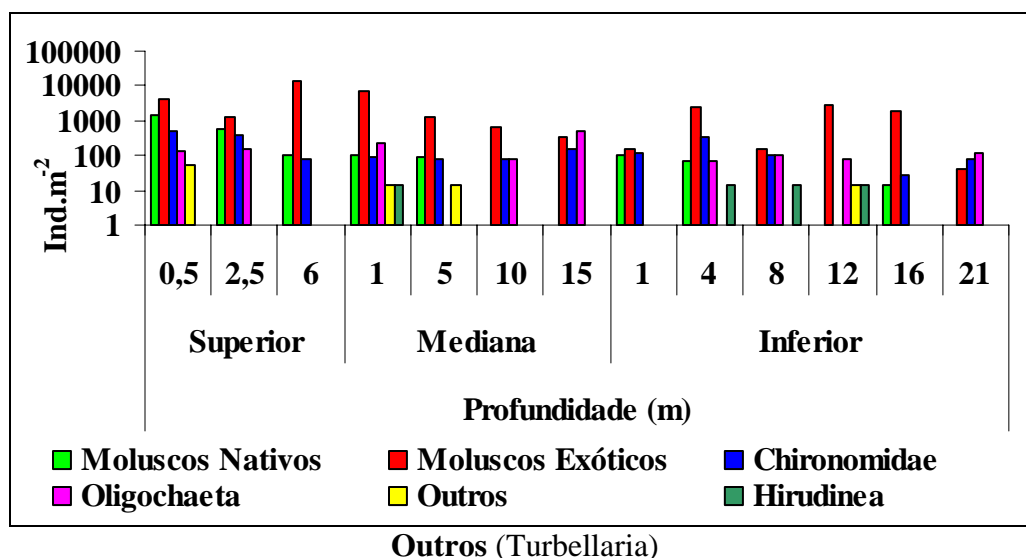
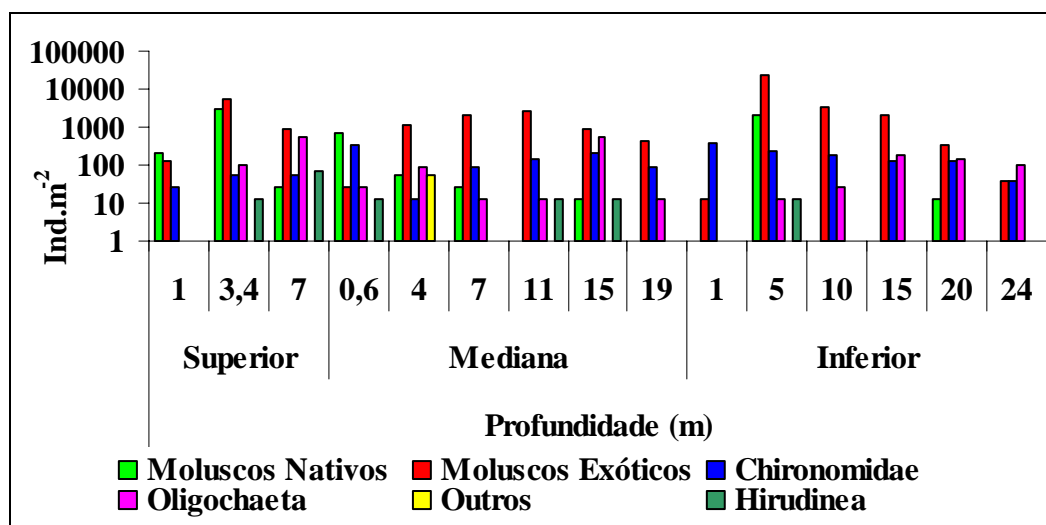


Figura 57. Variação da densidade média (Ind.m⁻²) dos grupos componentes da comunidade de macro-invertebrados bentônicos, em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em novembro de 2002.

Durante o período seco, os moluscos exóticos ocorreram com uma densidade máxima de 23448 ind.m⁻² na profundidade de 5 m da porção inferior e uma densidade mínima de 13 ind.m⁻² na profundidade de 1 m da porção mediana. Os moluscos nativos não ocorreram em algumas das profundidades amostradas, principalmente na porção inferior do reservatório, e alcançaram uma densidade máxima de 2865 ind.m⁻² na profundidade de 3,4 m da porção superior. Os representantes da família Chironomidae ocorreram em todas as profundidades amostradas e a densidade máxima registrada para este grupo foi de 358 ind.m⁻² na profundidade de 1 m da porção inferior. Os representantes da classe Oligochaeta somente não foram registrados nas profundidades de 1 m das porções superior e inferior, e seus representantes ocorreram com uma densidade máxima de 557 ind.m⁻² na profundidade de 15 m da porção mediana. A classe Hirudinea ocorreu em um maior número de pontos amostrados, e atingiu uma densidade máxima de 66 ind.m⁻² na profundidade de 7 m, na

porção superior. Somente na profundidade de 4 m na porção mediana, registrou-se a ocorrência de indivíduos do filo Platyhelminthes, em uma densidade de 53 ind.m⁻² (Figura 60 e Tabela 1 do Apêndice II).



Outros (*Phyllocycla* sp e *Ceratopogonidae*)

Figura 58. Variação da densidade média (Ind.m⁻²) dos grupos componentes da comunidade de macro-invertebrados bentônicos, em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em agosto de 2003.

Os maiores valores de densidade foram registrados na porção superior do reservatório. Durante o período chuvoso, a densidade máxima foi de 6578 ind.m⁻² para os moluscos exóticos, 332 ind.m⁻² para os Chironomidae e 18 ind.m⁻² para os outros invertebrados (*Turbellaria*) e durante o período seco, a densidade máxima foi de 1030 ind.m⁻² para os moluscos nativos, 217 ind.m⁻² para os Oligochaeta e 27 ind.m⁻² para os Hirudinea. Com relação à variação temporal destes grupos entre os períodos chuvoso e seco, não houve um padrão de distribuição das espécies (Tabela 43).

Tabela 43. Densidade média (Ind.m⁻²) dos grupos componentes da comunidade de macro-invertebrados bentônicos do reservatório de Promissão em cada uma de suas porções (superior, mediana e inferior) Irmãos e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Média	
	nov/02	ago/03	nov/02	ago/03	nov/02	ago/03	nov/02	ago/03
Moluscos Exóticos	6578	2047	2235	1185	1278	4872	3364	2701
Moluscos Nativos	698	1030	50	135	31	347	260	504
Chironomidae	332	44	99	146	115	181	182	124
Oligoqueta	97	217	196	119	62	80	118	139
Outros	18	0	7	9	2	0	9	3
Hirudínea	0	27	3	7	7	2	3	12

5.5.5. Densidade média dos grupos componentes da comunidade de macro-invertebrados bentônicos do reservatório de Nova Avanhandava

Os moluscos exóticos foram os principais representantes da comunidade bentônica em ambos os períodos amostrados. Durante o período chuvoso, este grupo somente não ocorreu na profundidade de 0,7 m na porção superior, e a densidade máxima registrada foi de 23753 ind.m⁻² na profundidade de 2,5 m na porção superior. Os moluscos nativos ocorreram em todas as profundidades amostradas, com densidade variando de 13 ind.m⁻² nas profundidades de 5 m na porção superior, e 1m na porção inferior até 371 ind.m⁻¹ na profundidade de 1 m na porção mediana. Os representantes da família Chironomidae e da classe Oligochaeta não ocorreram em todas as profundidades amostradas e atingiram uma densidade máxima de 451 e 332 ind.m⁻², respectivamente. Os outros invertebrados não ocorreram em todas as profundidades amostradas, sendo a densidade máxima registrada para este grupo de 53 ind.m⁻². A classe Hirudínea foi registrada com uma densidade máxima de 53 ind.m⁻² na profundidade de 23 m da porção inferior do reservatório (Figura 61 e Tabela 2 do Apêndice II).

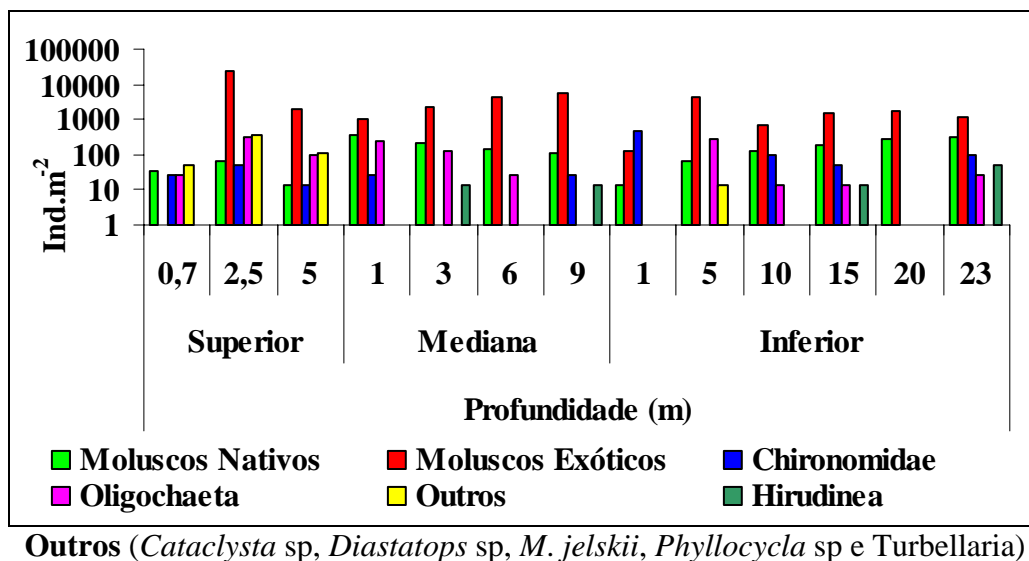
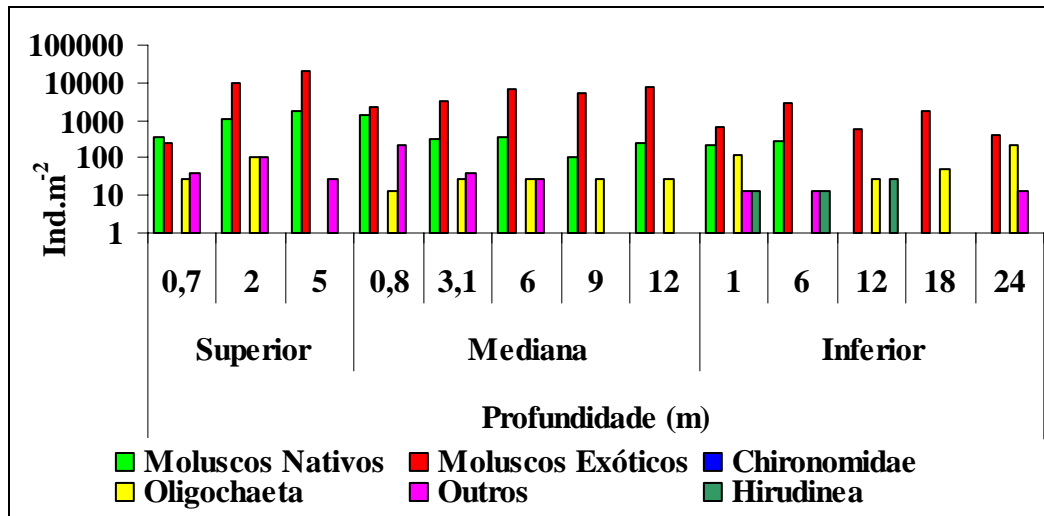


Figura 59. Variação da densidade média (Ind.m^{-2}) dos grupos componentes da comunidade de macro-invertebrados bentônicos, em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava, em novembro de 2002.

Durante o período seco, os moluscos exóticos ocorreram com uma densidade máxima de 23448 ind.m^{-2} na profundidade de 5 m, na porção inferior e uma densidade mínima de 13 ind.m^{-2} na profundidade de 1 m, na porção mediana. Os moluscos nativos não ocorreram em algumas das profundidades amostradas, principalmente na porção inferior do reservatório, e apresentaram uma densidade máxima de 2865 ind.m^{-2} na profundidade de 3,4 m, na porção superior. Os representantes da família Chironomidae também não ocorreram em algumas profundidades amostradas e a densidade máxima registrada para este grupo foi de 1711 ind.m^{-2} na profundidade de 1 m, na porção inferior. Os representantes da classe Oligochaeta somente não foram registrados nas profundidades de 5 m da porção superior e 6m da porção inferior, e seus representantes ocorreram com uma densidade máxima de 225 ind.m^{-2} na profundidade de 24 m, na porção inferior. A classe Hirudinea atingiu uma densidade máxima de 27 ind.m^{-2} na profundidade de 12 m, na porção inferior (Figura 63 e Tabela 2 do Apêndice II).



Outros (*Cataclysta* sp, *Brachynesia* sp, *Phyllocycla* sp, *Cyrnellus* sp e Turbellaria).

Figura 60. Variação da densidade média (Ind.m^{-2}) dos grupos componentes da comunidade de macro-invertebrados bentônicos, em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava, em agosto de 2003.

A densidade máxima registrada para os moluscos exóticos (10133 ind.m^{-2}) foi na porção superior do reservatório, durante o período seco, enquanto os moluscos nativos ocorreram com a mais elevada densidade (2047 ind.m^{-2}) nesta mesma porção, porém no período chuvoso. Em ambos os períodos, os Chironomidae foram encontrados com densidade mais elevada na porção inferior do reservatório, sendo de 40 ind.m^{-2} no período chuvoso e 462 ind.m^{-2} no período seco. Os Oligochaeta foram encontrados com uma densidade máxima de 150 ind.m^{-2} na porção superior do reservatório durante o período chuvoso, e de 85 ind.m^{-2} na porção inferior, durante o período seco. Para os Hirudinea, as maiores densidades foram registradas na porção inferior do reservatório (11 ind.m^{-2}), em ambos os períodos. A densidade máxima registrada para os outros invertebrados (58 ind.m^{-2}) foi no período seco, na porção mediana do reservatório. Com relação à variação temporal destes grupos entre os períodos chuvoso e seco, não houve um padrão de distribuição das espécies. (Tabela 44).

Tabela 44. Densidade média (Ind.m⁻²) dos grupos componentes da comunidade de macro-invertebrados bentônicos do reservatório de Nova Avanhandava em cada uma de suas porções (superior, mediana e inferior) Irmãos e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Média	
	nov/02	ago/03	nov/02	ago/03	nov/02	ago/03	nov/02	ago/03
Moluscos Exóticos	8700	10133	3342	5042	829	1212	4290	5462
Moluscos Nativos	2047	1061	212	464	150	101	803	542
Chironomidae	0	27	13	32	40	462	18	173
Oligoqueta	150	44	96	24	9	85	85	51
Outros	13	57	0	58	0	8	4	41
Hirudinea	0	0	7	0	11	11	6	4

5.5.6. Densidade média dos grupos componentes da comunidade de macro-invertebrados bentônicos do reservatório de Três Irmãos

Os moluscos exóticos foram os principais representantes da comunidade bentônica em ambos os períodos amostrados. Durante o período chuvoso, este grupo não ocorreu em todas as profundidades amostradas, com densidade variando de 40 ind.m⁻² na profundidade de 38 m da porção inferior a 17679 na profundidade de 1 m da porção inferior. Os moluscos nativos também não ocorreram em todas as profundidades amostradas e alcançaram uma densidade máxima de 212 ind.m⁻² na profundidade de 16 m da porção superior. Este grupo ocorreu somente na profundidade de 1 m na porção inferior do reservatório. Os representantes da família Chironomidae e da classe Oligochaeta não ocorreram em todas as profundidades amostradas e registraram uma densidade máxima de 239 e 119 ind.m⁻², respectivamente, nas profundidades de 10 m, na porção superior e 5 m, na porção mediana. Não foi registrada a ocorrência de outros invertebrados e os representantes da classe Hirudinea foram registrados somente na profundidade de 20 m da porção mediana, e na profundidade de 38m da porção inferior (Figura 63 e Tabela 3 do Apêndice II).

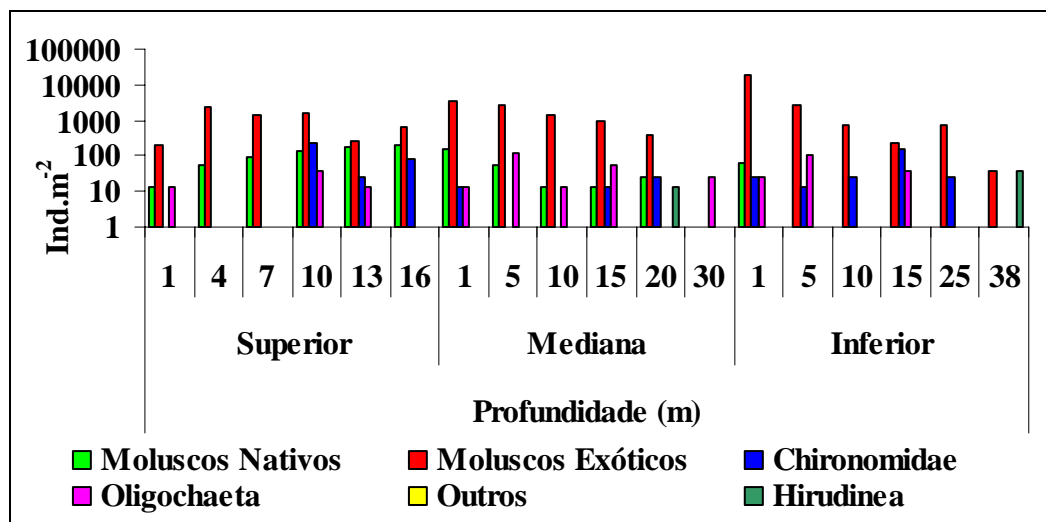
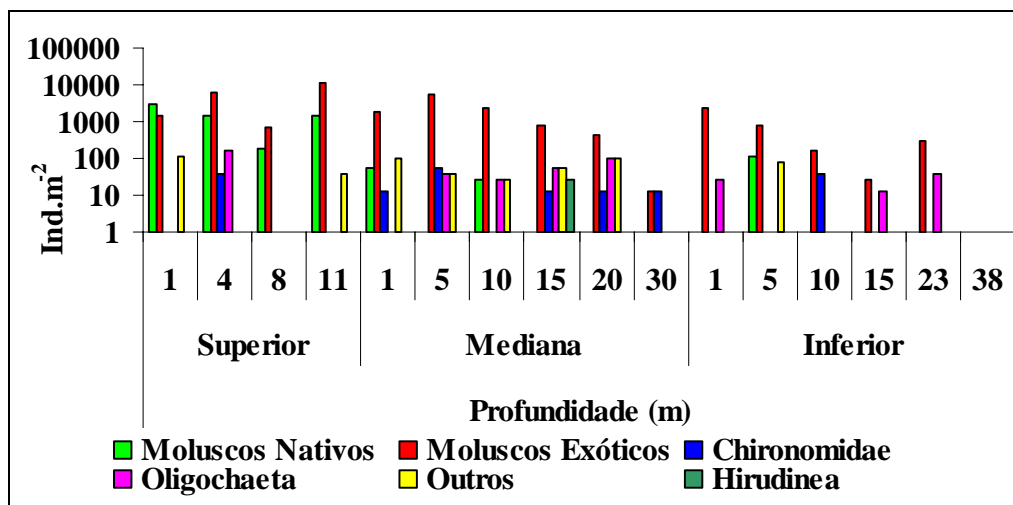


Figura 61. Variação da densidade média (Ind.m⁻²) dos grupos componentes da comunidade de macro-invertebrados bentônicos, em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em novembro de 2002.

Durante o período seco, os moluscos exóticos não ocorreram somente na profundidade de 38 m da porção inferior e atingiram uma densidade máxima de 11844 ind.m⁻² na profundidade de 11 m da porção. Os moluscos nativos não ocorreram em algumas das profundidades amostradas, principalmente na porção inferior do reservatório, e alcançaram uma densidade máxima de 2865 ind.m⁻² na profundidade de 1 m da porção superior. Os representantes da família Chironomidae não ocorreram em algumas profundidades amostradas, principalmente da porção inferior, e a densidade máxima registrada para este grupo foi de 53 ind.m⁻² na profundidade de 5 m da porção mediana. Os representantes da classe Oligochaeta ocorreram com uma densidade máxima de 172 ind.m⁻² na profundidade de 4 m da porção superior. A classe Hirudinea ocorreu somente na profundidade de 15 m da porção mediana. Os outros invertebrados ocorreram com uma densidade máxima de 119 ind.m⁻² na profundidade de 1 m da porção inferior (Figura 64 e Tabela 3 do Apêndice II).



Outros (*Cyrmellus* sp e Turbellaria)

Figura 62. Variação da densidade média (Ind.m^{-2}) dos grupos componentes da comunidade de macro-invertebrados bentônicos, em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes à porção superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em agosto de 2003.

A densidade máxima para os moluscos exóticos (5070 ind.m^{-2}) e para os moluscos nativos (1479 ind.m^{-2}) foi registrada na porção superior do reservatório, durante o período seco. Os Chironomidae e os Oligochaeta foram encontrados com densidades mais elevadas na porção superior do reservatório, sendo de 57 ind.m^{-2} (no período chuvoso) e 43 ind.m^{-2} (no período seco), respectivamente. Para os Hirudinea, a maior densidade foi registrada na porção inferior do reservatório (7 ind.m^{-2}), no período chuvoso. Os outros invertebrados ocorreram com uma densidade máxima na porção superior (40 ind.m^{-2}). Com relação à variação temporal destes grupos entre os períodos chuvoso e seco, não houve um padrão de distribuição das espécies (Tabela 45).

Tabela 45. Densidade média (Ind.m^{-2}) dos grupos componentes da comunidade de macro-invertebrados bentônicos do reservatório de Três Irmãos em cada uma de suas porções (superior, mediana e inferior) Irmãos e entre todos os pontos amostrados, em novembro de 2002 e agosto de 2003.

	Superior		Mediana		Inferior		Média	
	nov/02	Ago/03	nov/02	ago/03	nov/02	ago/03	nov/02	ago/03
Moluscos Exóticos	1079	5070	1508	575	3676	84	2087	1909
Moluscos Nativos	113	1479	42	4	11	0	55	494
Chironomidae	57	10	9	7	40	7	35	8
Oligochaeta	11	43	38	31	29	9	26	28
Outros	0	40	0	31	2	0	1	24
Hirudinea	0	0	2	4	7	0	3	1

5.5.7. Abundância relativa das espécies de invertebrados bentônicos do Reservatório de Promissão

A abundância relativa das espécies de invertebrados bentônicos do Reservatório de Promissão é dada na Tabela 46. A espécie com maior abundância relativa neste reservatório foi *M. tuberculata*, com uma abundância mínima de 60,45 %. As demais espécies de moluscos, tanto nativas quanto exóticas ocorreram com abundância relativamente mais elevada na porção superior do reservatório, porém bem inferior à de *M. tuberculata*. *Helisoma* sp e *P. canaliculata* foram muito raros e ocorreram com abundância muito baixa no reservatório, em ambos os períodos de amostragem. *Biomphalaria* sp foi a espécie nativa que ocorreu com a mais elevada abundância (13,14 %) no período seco na porção superior do reservatório.

Com relação à classe Oligochaeta, foram registradas 6 espécies no reservatório de Promissão, sendo que *Branchiura sowerbyi* foi a mais abundante e a única que ocorreu em todas as porções amostradas e em ambos os períodos de amostragem, com abundância relativa mais elevada no período chuvoso. A abundância mínima que esta espécie ocorreu neste reservatório foi de 0,38 % na porção superior durante o período seco e a abundância máxima foi de 6,31 % também na porção superior, porém no período chuvoso. A espécie *Dero Aulophorus hymanae*, foi registrada com uma abundância muito baixa (0,13%) e somente na porção superior do reservatório. Esta espécie não havia ainda sido encontrada no Brasil, sendo esta, portanto uma nova ocorrência.

A família Chironomidae esteve representada por um total de 14 espécies, sendo que *Coelotanypus* sp e *Tanytarsus* sp foram às espécies que ocorreram em maior abundância relativa, e as únicas que estiveram presentes em todas as porções e nos dois períodos amostrados. A abundância máxima registrada para a espécie *Coelotanypus* sp foi de 4,71 % na porção mediana do reservatório, no período chuvoso e para *Tanytarsus* sp a abundância máxima foi de 4,65 % na porção inferior do reservatório, durante o período seco.

Os indivíduos da classe Hirudinea só não foram registrados, durante o período seco na porção inferior do reservatório, e representaram menos de 1 % dos indivíduos presentes em cada uma das porções amostradas. Os demais invertebrados presentes no reservatório foram muito raros e ocorreram em abundância muito baixa. Representantes da família

Ceratopogonidae ocorreram somente no período seco, na porção inferior do reservatório, com uma abundância relativa de 0,15 %. Organismos desta família foram registrados somente neste reservatório.

Tabela 46. Abundância relativa (%) dos táxons de macro-invertebrados bentônicos presentes na porção superior (S), mediana (M) e inferior (I) do reservatório de Promissão, em novembro de 2002 (período chuvoso) e agosto de 2003 (período seco).

	Táxons	Novembro/2002			Agosto/2003		
		S	M	I	S	M	I
Oligochaeta	<i>Branchiura sowerbyi</i>	6,31	5,68	1,41	0,38	3,91	3,05
	<i>Dero Aulophorus hymanae</i>	0,13	-	-	-	-	-
	<i>Dero Aulophorus lodeni</i>	-	1,11	-	-	1,69	0,29
	<i>Dero Dero multibranchiata</i>	-	-	-	-	-	0,15
	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	-	0,14	-	0,24	0,13	-
	<i>Pristina americana</i>	-	0,28	-	0,24	-	-
Chironomidae	<i>Aedokritus</i> sp	-	0,28	0,08	0,90	0,13	0,44
	<i>Ablabesmya</i> sp	-	-	0,04	-	-	-
	<i>Chironomus</i> sp	-	-	0,08	-	0,13	-
	<i>Coelotanypus</i> sp	0,79	4,71	1,61	0,24	2,22	2,47
	<i>Cryptochironomus</i> sp	-	0,14	-	0,05	0,39	0,44
	<i>Dicrotendipes</i> sp	-	-	0,04	-	-	-
	<i>Djalmabatista</i> sp	-	0,83	-	-	-	-
	<i>Fissimentum</i> sp	-	-	0,61	0,19	-	0,58
	<i>Goeldichironomus</i> sp	-	-	-	-	-	0,15
	<i>Harnischia</i> sp	-	0,14	0,04	0,24	0,26	0,29
	<i>Paralauterborniela</i> sp	-	-	-	-	-	0,44
	<i>Polypedilum</i> sp	0,26	1,11	0,36	0,05	0,13	-
	<i>Procladius</i> sp	-	-	-	-	-	0,15
	<i>Tanytarsus</i> sp	0,26	1,94	0,44	1,99	0,78	4,65
	Moluscos Nativos	<i>Aylacostoma tenuilabris</i>	4,73	7,62	0,36	1,23	0,65
<i>Biomphalaria</i> spp		13,14	0,83	5,97	6,88	0,91	1,45
<i>Physa cubensis</i>		12,35	-	-	1,57	0,39	-
<i>Pomacea canaliculata</i>		0,39	-	-	-	-	-
Moluscos Exóticos	<i>Corbicula fluminea</i>	0,39	0,83	0,04	22,59	16,17	0,29
	<i>Helisoma</i> sp	-	-	-	0,24	-	-
	<i>Melanoides tuberculata</i>	60,45	73,41	88,87	62,79	71,71	84,01
	Hirudinea	0,79	0,42	0,04	-	0,13	0,44
Outros	Ceratopogonidae	-	-	-	-	-	0,15
	<i>Phyllocycla</i> sp	-	-	-	0,19	0,26	-
	Turbellaria	-	0,55	-	-	-	-

5.5.8. Abundância relativa das espécies de invertebrados bentônicos do Reservatório de Nova Avanhandava

A abundância relativa das espécies de invertebrados bentônicos do Reservatório de Nova Avanhandava é dada na Tabela 47. As espécies *A. tenuilabris*, *Biomphalaria* sp, *P. cubensis* e *M. tuberculata* ocorreram em todas as porções e períodos amostrados. Porém, a espécie exótica *M. tuberculata* foi a espécie com abundância relativa mais elevada no reservatório de Nova Avanhandava, ocorrendo com uma abundância mínima de 63,09%, enquanto as demais espécies de moluscos foram bem menos abundantes. Entre elas *P. cubensis* foi a que ocorreu com a mais elevada abundância (0,4 %).

Com relação à classe Oligochaeta, foram registradas 6 espécies no reservatório de Nova Avanhandava, sendo que *Branchiura sowerbyi* foi a mais abundante e a única que ocorreu em todas as porções amostradas e em ambos os períodos de amostragem, com abundância variando de 5,02 % a 0,31 %. As demais espécies foram muito raras e pouco abundantes. A maior riqueza de espécies foi registrada na porção superior do reservatório, em ambos os períodos de amostragem.

A família Chironomidae esteve representada por um total de 14 espécies, sendo que *Coelotanypus* sp foi a única espécie que ocorreu em todas as porções e nos dois períodos amostrados. Esta espécie ocorreu com uma abundância máxima de 4,75 % na porção inferior do reservatório, no período seco. A espécie *Aedokritus* sp foi a segunda espécie mais abundante na porção inferior do reservatório, ocorrendo com uma abundância de 10,85 %.

Os indivíduos da classe Hirudinea não foram registrados na porção superior, em ambos os períodos de amostragem, e na porção mediana durante o período seco. Eles representaram menos de 1 % das espécies presentes em cada uma das porções amostradas.

Os demais invertebrados presentes no reservatório foram muito raros e ocorreram em abundância muito baixa. No presente estudo, as espécies *Brachynesia* sp, *Cataclysta* sp *Diastatops* sp e *M. jelskii* estiveram presente somente neste reservatório e ocorreram com uma abundância de 0,12, 0,14 e 0,09 %, respectivamente.

Tabela 47. Abundância relativa (%) dos principais táxons de invertebrados bentônicos presentes na porção superior (**S**), mediana (**M**) e inferior (**I**) do reservatório de Nova Avanhandava, em novembro de 2002 (período chuvoso) e agosto de 2003 (período seco).

	Táxons	Novembro/2002			Agosto/2003		
		S	M	I	S	M	I
Oligochaeta	<i>Branchiura sowerbyi</i>	0,44	1,64	1,59	0,31	0,33	5,02
	<i>Dero Aulophorus lodeni</i>	-	-	-	0,04	-	-
	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	0,08	-	-	0,04	-	-
	<i>Limnodrilus udekemianus</i>	0,04	-	-	-	-	-
	<i>Opistocysta funiculus</i>	0,08	-	-	-	-	0,14
	<i>Pristina americana</i>	0,40	-	-	-	-	-
Chironomidae	<i>Aedokritus</i> sp	-	-	2,20	-	-	10,85
	<i>Ablabesmya</i> sp	0,16	-	-	0,08	0,05	-
	<i>Chironomus</i> sp	-	-	-	-	0,19	-
	<i>Coelotanypus</i> sp	-	0,09	1,34	0,04	0,19	4,75
	<i>Cryptochironomus</i> sp	-	-	-	-	0,05	-
	<i>Dicrotendipes</i> sp	-	-	-	-	0,05	0,41
	<i>Djalmabatista</i> sp	0,04	-	0,24	-	-	2,85
	<i>Fissimentum</i> sp	0,08	0,09	0,73	-	-	0,54
	<i>Goeldichironomus</i> sp	-	0,09	-	-	-	-
	<i>Harnischia</i> sp	-	-	-	-	-	0,27
	<i>Labrundinia</i> sp	-	-	-	0,12	0,19	-
	<i>Parachironomus</i> sp	-	-	-	-	0,05	0,14
	<i>Polypedilum</i> sp	-	-	1,10	-	-	2,04
	<i>Tanytarsus</i> sp	-	0,09	0,73	-	-	3,39
Mouscos Nativos	<i>Aylacostoma tenuilabris</i>	0,12	0,09	0,85	2,03	0,09	2,04
	<i>Biomphalaria</i> spp	5,30	3,28	4,63	6,33	3,06	2,71
	<i>Physa cubensis</i>	13,30	2,37	0,12	1,02	4,90	0,68
	<i>Pomacea canaliculata</i>	-	-	-	-	0,19	-
Moluscos Exóticos	<i>Corbicula fluminea</i>	1,13	-	-	0,70	1,41	-
	<i>Helisoma</i> sp	-	2,55	-	0,08	4,53	-
	<i>Melanoides tuberculata</i>	78,45	89,42	85,61	88,72	83,69	63,09
	Hirudinea	-	0,18	0,61	-	-	0,81
Outros	<i>Brachynesia</i> sp	-	-	0,12	-	-	-
	<i>Cataclysta</i> sp	-	-	-	-	0,14	-
	<i>Cyrnellus</i> sp	-	-	-	0,23	0,05	-
	<i>Diastatops</i>	-	0,09	-	-	-	-
	<i>Macrobrachium jelskii</i>	0,08	-	-	-	-	-
	<i>Phyllocycla</i> sp	-	-	0,12	-	0,09	0,27
	Turbellaria	0,28	-	-	0,27	0,75	-

5.5.9. Abundância relativa das espécies de invertebrados bentônicos do Reservatório de Três Irmãos

A abundância relativa das espécies de invertebrados bentônicos do Reservatório de Três Irmãos é apresentada na Tabela 48. *M. tuberculata* foi também a espécie com abundância relativa mais elevada no reservatório de Três Irmãos, ocorrendo com uma abundância mínima de 71,83 %. As demais espécies de moluscos, tanto nativas quanto exóticas, foram bem menos abundantes. *A. tenuilabris* foi a espécie mais rara, ocorrendo somente na porção superior do reservatório, com uma abundância de 0,37 % no período chuvoso e 3,20 % no período seco.

Com relação à classe Oligochaeta, foram registradas 4 espécies no reservatório de Três Irmãos, sendo que *Branchiura sowerbyi* foi a mais abundante e a única que ocorreu em todas as porções amostradas e em ambos os períodos de amostragem. A abundância dessa espécie variou de 0,37 a 2 %. As demais espécies foram muito raras e pouco abundantes, sendo que *D. (D) digitata* e *L. hoffmeisteri* ocorreram somente na porção mediana, no período chuvoso, ambas as espécies com abundância de 0,7% e na porção inferior, no período seco, com abundância de 0,16 % respectivamente.

A família Chironomidae esteve representada por um total de 8 gêneros, sendo que, de maneira geral, seus representantes apresentaram reduzida abundância e ocorrência muito rara neste reservatório. A espécie que foi registrada com maior abundância relativa (2,61%) foi *Coelotanypus* sp na porção superior do reservatório, durante o período chuvoso.

Os indivíduos da classe Hirudínea não foram registrados na porção superior, em ambos os períodos de amostragem, e na porção inferior durante o período seco. Eles representaram menos de 1 % das espécies presentes em cada uma das porções amostradas.

Os demais invertebrados presentes no reservatório foram muito raros e ocorreram em abundância muito baixa. Foram registrados indivíduos da classe Turbellaria somente no período seco em todas as porções do reservatório. *Cyrnellus* sp (Ordem Trichoptera), esteve presente somente na porção superior do reservatório com uma abundância relativa de 0,05%.

Tabela 48. Abundância relativa (%) dos principais taxons de invertebrados bentônicos presentes na porção superior (**S**), mediana (**M**) e inferior (**I**) do reservatório de Três Irmãos, em novembro de 2002 (período chuvoso) e agosto de 2003 (período seco).

	Táxons	Novembro/2002			Agosto/2003		
		S	M	I	S	M	I
Oligochaeta	<i>Branchiura sowerbyi</i>	0,37	1,47	0,59	0,65	2,00	1,40
	<i>Dero Aulophorus lodeni</i>	-	0,16	0,06	-	-	-
	<i>Dero Dero digitata</i>	-	-	-	-	-	0,70
	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	-	0,16	-	-	-	-
Chironomidae	<i>Aedokritus</i> sp	-	-	-	-	0,12	-
	<i>Coelotanypus</i> sp	2,61	-	-	-	0,12	0,70
	<i>Djalmabatista</i> sp	-	-	-	-	-	-
	<i>Fissimentum</i> sp	-	0,16	-	-	-	-
	<i>Goeldichironomus</i> sp	2,23	-	0,12	-	-	-
	<i>Harnischia</i> sp	-	-	0,06	0,15	0,24	0,35
	<i>Pentaneura</i> sp	-	-	-	-	0,12	-
	<i>Tanytarsus</i> sp	-	-	-	-	0,35	-
Moluscos Nativos	<i>Aylacostoma tenuilabris</i>	0,37	-	-	3,20	-	-
	<i>Biomphalaria</i> spp	3,35	1,79	-	5,29	1,53	1,75
	<i>Physa cubensis</i>	0,19	0,65	0,29	9,34	-	-
Moluscos Exóticos	<i>Corbicula fluminea</i>	2,23	0,16	-	3,70	-	-
	<i>Helisoma</i> sp	-	2,45	3,47	5,29	2,12	-
	<i>Melanoides tuberculata</i>	88,64	92,33	94,41	71,83	92,36	92,98
	Hirudinea	-	0,16	0,18	-	0,24	-
Outros	<i>Cyrenellus</i> sp	-	-	-	0,05	-	-
	Turbellaria	-	-	-	0,50	0,82	2,11

6. DISCUSSÃO

6.1. Variáveis abióticas

Os reservatórios estão sujeitos à influência dos componentes físicas, químicas e biológicas de seus tributários e aos diferentes usos da terra na bacia de drenagem (TORLONI, 1994), o que resulta em várias mudanças ao longo da cascata de reservatórios. As modificações ambientais que ocorrem nestes ecossistemas são refletidas nas variáveis limnológicas usualmente analisadas nos estudos de ecossistemas aquáticos e que foram abordadas no presente estudo. Dentre estas variáveis, a transparência da água está diretamente relacionada com a quantidade de material em suspensão encontrada na coluna d'água, tanto particulado quanto dissolvido, mantendo uma relação direta com a produção autóctone e com as entradas alóctones que ocorrem no sistema (WETZEL, 1993). Esta relação foi observada no período chuvoso, quando se verificou uma menor transparência da água e concentrações mais elevadas de material em suspensão, principalmente da fração orgânica. As maiores concentrações da fração orgânica foram registradas na porção inferior dos reservatórios, com uma tendência à redução nas regiões mais profundas. Em reservatórios, é considerada a existência de três porções distintas: a porção superior, riverina, de fluxo rápido e com predominância de material inorgânico; a região mediana ou de transição, intermediária entre a condição de rio e lago, com condições variadas e a região inferior ou propriamente lacustre, com condições mais lênticas. Segundo MARGALEF (1983), na porção inferior ou lacustre geralmente há um maior desenvolvimento do fitoplâncton, maior produção primária e, portanto, uma predominância do material em suspensão orgânico.

A relação entre os valores mais elevados de material em suspensão e menores valores de transparência também foi verificada em outros estudos (ZANATA, 1999; FRACÁCIO, 2001; TONISSI, 1999). TUNDISI *et al.* (1988), obteve uma forte relação entre o aumento da precipitação e a concentração de sólidos suspensos no período chuvoso, com conseqüente diminuição na transparência da água, um mecanismo que exerceu um papel relevante no controle do metabolismo de diversos reservatórios do Estado de São Paulo. A concentração de material suspenso nos ambientes aquáticos influencia na penetração de luz, um dos principais fatores limitantes da produção primária em reservatórios (LIND & DÁVALOS-LIND, 1999). O material em suspensão inorgânico é

resultante da erosão de rochas ou solos, enquanto que o orgânico pode ser derivado do exterior, principalmente dos sistemas terrestre (alóctones) ou da produção dentro do rio (autóctone) (PAYNE, 1986).

As medidas de condutividade fornecem informações importantes sobre os ecossistemas aquáticos e bacias de drenagens, principalmente quanto às concentrações iônicas e a magnitude dos processos de decomposição (WETZEL, 1991). Este é outro parâmetro que pode estar relacionado com a redução da transparência e o aumento da quantidade de material em suspensão durante o período chuvoso. Neste período foram verificados valores mais elevados desta variável em todos os reservatórios, o que pode ser uma consequência do aumento da concentração de íons dissolvidos na água, devido à maior produção e decomposição do material autóctone ou devido ao maior aporte de material dos ambientes terrestres carregados pelas chuvas, via escoamento superficial.

Observa-se que, em geral, a condutividade elétrica da água foi mais elevada nos reservatórios de Promissão, Nova Avanhandava e Três Irmãos, com algumas variações. Segundo ESTEVES (1998), em regiões tropicais as condições biogeoquímicas do local e a sazonalidade apresentam maior relação com os resultados de condutividade do que o próprio estado trófico do corpo de água estudado. No decorrer dos anos houve um aumento da condutividade nos reservatórios (Tabela 49), sendo que em 1979 o menor valor de condutividade foi registrado no reservatório de Promissão ($80,1 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) e no presente estudo foi registrado o mais elevado valor de condutividade elétrica da água ($209 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$).

Tabela 49. Tabela comparativa dos valores médios de transparência, condutividade elétrica da água, concentração de fósforo total e de clorofila a, dos reservatórios de Promissão (P), Nova Avanhandava (NA) e Três Irmãos (TI), nos períodos chuvoso e seco de 1979/1980, 1997/1998 (somente período chuvoso), 2000 e no presente estudo (2002 e 2003).

		Reservatório	Transparência (m)	Condutividade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	Fósforo Total ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	Clorofila a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)
1979	Chuvoso	P	2,5	80,1	-	6,3
		NA	2,0	81,3	-	5,9
		TI	-	-	-	-
	Seco	P	3,2	80,1	-	6,2
		NA	-	85	-	10,7
		TI	-	-	-	-
1997/ 1998	Chuvoso	P	2,7	158,1	33,8	6,4
		NA	3,0	133,9	20,3	3,6
		TI	3,6	105,4	30	-

Continuação da Tabela 49

		Reservatório	Transparência (m)	Condutividade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	Fósforo Total ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	Clorofila a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)
2000	Chuvoso	P	2,35	120,9	43,94	14,1
		NA	3,5	82,3	28,2	7,7
		TI	2,9	77,7	31,7	3,4
	Seco	P	5,0	124,1	24,9	28,5
		NA	5,75	128,6	20,9	32,6
		TI	6,03	70	23,7	16,5
2002/2003	Chuvoso	P	1,5	209	85,7	10,6
		NA	1,7	142,7	106,3	10,0
		TI	1,2	145,2	122,8	9,4
	Seco	P	2,7	138,4	35,8	9,3
		NA	2,4	139,4	25,3	9,4
		TI	2,9	140,6	22,8	10,0

Fonte: 1979/1980 (Tundisi, 1981), 1997/1998 (CESP, 1998), 2000 (Fracácio, 2000) e no presente estudo.

TUNDISI *et al* (1988) utilizaram a condutividade elétrica para a caracterização trófica de 23 reservatórios do Estado de São Paulo, considerando como ambientes eutróficos àqueles com valores de condutividade acima de $60 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Nos reservatórios estudados, os valores médios de condutividade situaram-se acima de $138,4 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, considerando-se ambos os períodos de amostragem, o que pode ser um indicativo do acelerado processo de eutrofização nestes ambientes.

A variação da temperatura entre os períodos amostrados esteve correlacionada à sazonalidade, verificando-se temperaturas mais elevadas no período chuvoso e temperaturas mais amenas no período seco (com chuvas escassas ou ausentes), características da área de transição entre o clima tropical e subtropical onde está localizada a área de estudo.

Os resultados para o pH apresentaram pouca variação entre os períodos e os reservatórios amostrados, porém, no período chuvoso, observou-se um maior número de pontos de amostragem com valores de pH ligeiramente ácido. Estes baixos valores de pH podem ser oriundos do aumento dos processos de decomposição devido à maior quantidade de material em suspensão observada neste período. Na maioria dos outros pontos amostrados, o pH apresentou caráter neutro à ligeiramente alcalino. A grande maioria dos corpos d'água continentais tem pH variando entre 6 e 8, no entanto, podem ser encontrados ambientes mais ácidos ou mais alcalinos (ESTEVEZ, 1988). A elevada produtividade

primária dos sistemas eutrofizados acarreta uma variação nictemeral pronunciada no pH, em função da retirada de CO₂ da água, deslocando o equilíbrio para os íons carbonato. Nestes ambientes o pH pode ser bastante elevado no período de fotossíntese mais intensa (das 10:00 às 16:00 horas) e pode decrescer à noite, atingindo valores bem baixos no início da manhã (4:00 às 8:00 horas) (MARGALEF, 1983; WETZEL & LIKENS, 1991). Considerando-se que neste estudo as medições de pH nos reservatórios foram na maioria das vezes realizadas nas horas de maior fotossíntese, esta seria a razão para os elevados valores registrados.

O oxigênio é um gás de fundamental importância para o metabolismo da maioria dos organismos que habitam os ecossistemas aquáticos. Segundo ESTEVES (1998), nos ambientes aquáticos as principais fontes são as atividades fotossintéticas das algas e macrófitas, difusão e turbulência. A água dos reservatórios do baixo rio Tietê esteve bem oxigenada, sendo que somente em um ponto do reservatório de Três Irmãos e em elevada profundidade (30m) a concentração foi muito baixa (1,15 mg.L⁻¹), próximo a anoxia. As concentrações foram mais elevadas no período seco, provavelmente resultante de uma combinação de fatores: temperaturas mais baixas favorecendo as trocas com a atmosfera; maior ação dos ventos, que possibilita a mistura da água, favorecendo a oxigenação; menor carreamento de materiais alóctones pela ausência de precipitação, e conseqüentemente menores taxas de decomposição.

A dinâmica de oxigênio dissolvido em toda a coluna de água é capaz de influenciar outras variáveis ambientais, como por exemplo, as formas predominantes de nitrogênio (ESTEVES, 1998). As principais fontes de nitrogênio em um ambiente aquático são os produtos de excreção animal e a decomposição de matéria orgânica. O ingresso de compostos nitrogenados nos sistemas aquáticos tende a aumentar por meio da agricultura e de despejos de esgotos industriais (MARGALEF, 1983). As formas correspondentes ao nitrato (NO₃⁻) e o íon amônio (NH₄⁺) são as formas diretamente utilizadas pelos organismos autótrofos e, portanto, extremamente importantes nos ecossistemas aquáticos (ESTEVES, 1998).

Em todos os reservatórios do baixo Tietê e em ambos os períodos, a forma nitrogenada predominante foi o nitrato, o que provavelmente está relacionado às elevadas concentrações de oxigênio dissolvido e pH próximo da neutralidade na maioria dos pontos

amostrados, que são condições que estimulam o processo de nitrificação. A predominância de nitrato em relação às demais formas nitrogenadas nos reservatórios do sistema Tietê também foi verificada por outros autores (TUNDISI *et al.* 1991; FRACÁCIO, 2001). Além disso, houve uma tendência à diminuição da concentração de nitrato ao longo da cascata dos reservatórios. Os nitratos são produzidos no solo pela nitrificação da amônia e do nitrogênio e são facilmente liberados pelo solo principalmente na ocorrência de fortes chuvas, quando a coesão dos grãos se torna menor. Estes compostos são muito prejudiciais para a saúde humana, pois dão origem a nitritos tóxicos através da redução (STRASKRABA & TUNDISI, 2000).

Os nitritos são muito tóxicos para organismos com hemoglobina. Eles surgem devido à redução de nitratos em ambientes anóxicos ou, ainda, como um produto intermediário da nitrificação (STRASKRABA & TUNDISI, 2000). Entre os reservatórios analisados, as maiores concentrações foram registradas no reservatório de Promissão, com uma tendência à diminuição da concentração em direção ao reservatório de Três Irmãos. Porém, estes valores foram baixos, comparados as concentrações registradas para o nitrato e o íon amônio. Provavelmente isto decorre da rápida conversão da forma de nitrito a nitrato, pelo fato de ser um ambiente bastante oxigenado.

O íon amônio (NH_4^+) corresponde à forma hidratada e menos tóxica da amônia (NH_3), e está presente em ambientes com pH variando de neutro a moderadamente ácido. Em ambientes com baixas concentrações de oxigênio e elevada concentração de matéria orgânica, ocorre o processo de amonificação, que consiste na redução do nitrato (NO_3^-), a forma mais oxidada de nitrogênio, a íon amônio (NH_4^+), a forma mais reduzida de nitrogênio (ESTEVES, 1998). Porém, os reservatórios analisados apresentaram boa oxigenação, o que pode sugerir que outros fatores provavelmente relacionados com as atividades desenvolvidas na área de entorno dos reservatórios estiveram envolvidos na dinâmica deste nutriente.

As atividades exercidas na bacia hidrográfica são refletidas nas condições físicas, químicas e biológicas dos reservatórios. O cultivo de cana-de-açúcar na bacia de drenagem do rio Tietê é uma das atividades antrópicas de maior impacto sobre os reservatórios, pela geração de fontes adicionais de nitrogênio e fósforo ao sistema (TUNDISI & MATSUMURA-TUNDISI, 1990). O maior aporte de nutrientes e sedimento para os

reservatórios no período chuvoso maximiza os impactos antrópicos, potencializando o processo de instabilidade nos reservatórios, uma vez que influenciam a base da cadeia alimentar, através da redução da atividade fotossintética pela atenuação da luz na água. O desmatamento e os cultivos na bacia de drenagem do rio Tietê (MATSUMURA-TUNDISI *et al.*, 1981) são fatores importantes que contribuem para o aumento do fenômeno erosivo do solo e o transporte de partículas dos reservatórios pelo escoamento superficial, durante o período chuvoso. O nitrogênio amoniacal e o fósforo total têm origem principalmente nos efluentes domésticos e/ou na decomposição de matéria orgânica, excrementos de animais e fertilizantes, estando o fosfato presente também na constituição dos detergentes (FERNANDEZ, 1993).

O fósforo é um elemento importante na realização de processos fundamentais do metabolismo dos seres vivos, tais como o armazenamento de energia e estruturação da membrana celular, constituindo um dos principais fatores limitantes à produtividade em águas continentais (ESTEVES, 1988). Esse elemento é um dos principais responsáveis pela eutrofização artificial dos ecossistemas, podendo ser oriundo de fontes artificiais como efluentes industriais, agrícolas, domésticos e material particulado de origem industrial contido na atmosfera (GOLDMAN & HORNE, 1994). Nos reservatórios do baixo rio Tietê, as concentrações de fósforo total foram elevadas, com um valor mínimo de $15,2 \mu\text{g.L}^{-1}$ e um valor máximo de $424 \mu\text{g.L}^{-1}$. Considerando-se que em 1996, nestes mesmos reservatórios, foi registrado um valor médio de $18,54 \mu\text{g.L}^{-1}$ para o período de 1986 a 1996 (CESP, 1998) há evidências de um acelerado processo de eutrofização nestes reservatórios na última década.

Os compostos fosfatados e nitrogenados apresentaram concentrações mais elevadas no período chuvoso, sendo que somente para os compostos nitrogenados ocorreu diminuição da concentração ao longo da cascata de reservatórios. Segundo TUNDISI *et al.* (1999b), o reservatório localizado acima retém parte dos compostos para o reservatório subsequente. Portanto, esperava-se que os compostos fosfatados, assim como os compostos nitrogenados registrassem o mesmo padrão encontrado para os compostos nitrogenados. Este fato provavelmente está relacionado com as atividades desenvolvidas na área de entorno de cada reservatório. As variações observadas podem ser explicadas pela heterogeneidade espacial dos nutrientes como resultado das fontes não pontuais de poluição

proveniente da bacia hidrográfica (TUNDISI, 1996). Isto também poderia ser uma possível explicação para o estado trófico registrado para estes reservatórios.

Em virtude da variabilidade sazonal nas variáveis que influenciam o grau de eutrofização de um corpo hídrico, essa condição pode apresentar variações no decorrer do ano, havendo épocas em que se desenvolve de forma mais intensa e outras em que pode ser mais limitado. Em novembro de 2002, os reservatórios de Promissão, Nova Avanhandava e Três Irmãos foram classificados como eutróficos, período em que é comum observar um aumento do grau de trofia, devido ao aumento da temperatura da água, a maior disponibilidade de nutrientes, maior radiação solar e condições mais propícias para a produtividade primária. Em agosto de 2003, os reservatórios foram classificados como mesotróficos e, neste caso, a menor influência das variáveis citadas anteriormente podem ter determinado um grau de trofia menor. Diferentemente do resultado obtido no presente estudo, condições oligotróficas foram registradas para estes mesmos reservatórios por diferentes autores (FRACÁCIO, 2001 e GÜNTZEL, 2000). Porém, de acordo com TUNDISI *et al.* (1988), baseado no índice de estado trófico de CARLSON (1977), todos os reservatórios do sistema Tietê foram classificados como eutróficos para a variável clorofila a. Em relação ao fósforo total dissolvido, os reservatórios do médio rio Tietê foram considerados mesotróficos, e os reservatórios do baixo rio Tietê, oligotróficos. Quanto ao disco de Secchi, os três primeiros foram considerados eutróficos e os dois últimos mesotróficos.

Com relação à alcalinidade, os valores foram mais elevados no período chuvoso, provavelmente, em decorrência da alta concentração iônica existente nesses reservatórios, devido à entrada via escoamento superficial e infiltração lateral, como evidenciado pelos valores mais elevados de condutividade e das concentrações mais elevadas de nutrientes neste período.

A determinação da quantidade de clorofila a é uma forma comumente utilizada como indicadora da biomassa de algas presentes em um reservatório. Concentrações muito elevadas de clorofila a indicam densos florescimentos algais, os quais são prejudiciais à qualidade das águas e estão associados ao excesso de matéria orgânica, que faz decrescer as concentrações de oxigênio nas camadas mais profundas, quando da decomposição da matéria orgânica (STRASKRABA & TUNDISI, 2000). Ao estudarem os reservatórios

espanhóis, REAL & PRAT (1991) verificaram uma forte correlação entre o aumento da biomassa fitoplanctônica e a ocorrência de anoxia nas camadas profundas, condição que não foi verificada no presente estudo.

Os reservatórios do baixo rio Tietê foram caracterizados por apresentarem a predominância de areia na composição granulométrica do sedimento e baixo conteúdo de matéria orgânica. De acordo com SOARES *et al.* (1999) e FORSTNER (1990), o tamanho das partículas do sedimento está diretamente relacionado com a capacidade de adsorver poluentes. Assim, quanto menor o tamanho das partículas que compõem o sedimento, maior a superfície de contato e, portanto, maior a capacidade de ligação. As partículas com maior capacidade adsortiva são o silte e a argila, enquanto a areia e pedregulho apresentam poucos sítios de ligação aos poluentes. As baixas porcentagens de matéria orgânica, a qual é conhecida pela sua propriedade em quelar e adsorver poluentes e nutrientes, evita que o compartimento sedimento retenha estes elementos. Os valores médios de conteúdo de matéria orgânica para os sedimentos dos reservatórios do baixo rio Tietê apresentaram valor inferior a 10%. Desta forma, segundo Esteves (1988), os sedimentos desses reservatórios não podem ser considerados do tipo orgânico, pois apresentam em sua composição um teor de matéria orgânica inferior a 10%. FRACÁCIO (2001) registrou um valor máximo de matéria orgânica de 16,73% no reservatório de Promissão.

6.2. Variáveis bióticas

Os estudos ecológicos sobre a comunidade de macro-invertebrados bentônicos são de grande importância, uma vez que estes participam ativamente no fluxo de energia e na ciclagem de nutrientes dos sistemas aquáticos (ESTEVES, 1988). De acordo com POPP & HOAGLAND (1995), a comunidade de macroinvertebrados torna-se mais homogênea devido à diminuição da diversidade de espécies, em ambientes com águas altamente eutrofizadas. Segundo ROSENBERG & RESH (1993) a participação, em elevada porcentagem, de uma única espécie, ou ainda a dominância de poucas espécies numa comunidade pode ser um reflexo de um ambiente impactado.

O período chuvoso e quente é uma estação propícia para os organismos bentônicos pois a chuva aumenta a entrada de nutrientes e de material particulado para o corpo de água (HENRI & CURI, 1981), como pode-se verificar através das concentrações mais elevadas

destas variáveis durante a estação chuvosa. O período de enchente resulta em um aumento temporário no material orgânico e inorgânico na água (MCLACHLAN, 1970, 1974; OSBORNE *et al.*, 1987; PETR, 1972), estimulando a produção fitoplanctônica. Assim há um aumento do alimento (MARSHALL, 1978) e abrigo para a comunidade bentônica. A redução no nível da água durante o inverno leva a uma redução da densidade de organismos bentônicos que pode ser explicada pela mortalidade, particularmente em reservatórios com fortes flutuações no nível da água. Até certo ponto, no entanto, isto pode ser causado pela migração de animais para outras zonas do reservatório durante este período (DUDGEON, 1983; SILVA & SILVA, 1984). Em todos os reservatórios analisados, os diferentes grupos de macro-invertebrados bentônicos apresentaram densidades muito variadas em cada um dos períodos amostrados, o que pode indicar que a sazonalidade atuou de maneira diferente em cada um deles.

As comunidades bentônicas dos reservatórios de Promissão, Nova Avanhandava e Três Irmãos estiveram representadas, no período chuvoso, por um total de 24, 23 e 15 táxons, e, no período seco, por um total de 25, 25 e 17 táxons, respectivamente. PAMPLIN (2004) registrou a ocorrência de 36 e 39 táxons, estudando a comunidade de macroinvertebrados bentônicos dos reservatórios de Ponte Nova e Bariri, respectivamente. RODRIGUES (2003), estudando a fauna bentônica dos reservatórios do médio e baixo rio Tietê, verificou a presença de apenas 18 táxons no total. No presente estudo, *Melanoides tuberculata* foi a espécie dominante em Promissão, Nova Avanhandava e Três Irmãos, ocorrendo com uma abundância mínima de 60,45%. Comparando-se os três reservatórios, as maiores abundâncias foram registradas no reservatório de Três Irmãos.

CALISTO *et al* (2005) estudando a comunidade de macroinvertebrados bentônicos ao longo de uma cascata de reservatórios no baixo rio São Francisco, registrou a ocorrência de 23 táxons. Este autor também verificou a dominância da espécie *M. tuberculata*, que representou 67% e 61 % dos indivíduos presentes no reservatório de Paulo Afonso, no período seco e chuvoso, respectivamente, e 98,8 % dos organismos presentes em uma das estações de coleta do reservatório no reservatório de Xingó. Segundo este mesmo autor, o desenvolvimento de uma comunidade dominada por moluscos, em ambos os períodos, no reservatório de Paulo Afonso esteve associado com certas características físicas e químicas

(pH básico, altos valores de alcalinidade total), macrófitas aquáticas e a resististência desta espécie à poluição orgânica.

Em um estudo realizado nos reservatórios do rio Tietê em 1999/2000 por RODRIGUES (2003), as espécies de moluscos nativos ocorreram em densidades mais elevadas que *M. tuberculata*. Além disso, esta mesma autora registrou a ocorrência da espécie *Lymnaea columella*, com uma densidade máxima de 133 ind.m⁻² no reservatório de Nova Avandava, sendo que esta espécie não foi registrada no presente estudo. É provável que a invasão por este molusco exótico tenha um efeito sobre a diversidade da fauna bentônica mais prejudicial que o processo de eutrofização, pois de acordo com POINTIER & AUGUSTIN (1999), eles são efetivos competidores por espaço e recursos tróficos, alimentando-se não apenas de tecido vegetal e perifíton, mas também em depósitos de matéria orgânica fina particulada. Porém, este estudo não foi capaz de confirmar esta hipótese. A superioridade numérica dessa espécie em relação aos moluscos nativos presentes nos reservatórios pode ser explicada ainda pelo fato dela ser altamente competitiva, apresentando características como: predominância de jovens durante todo o ano; baixa taxa de mortalidade; alta capacidade migratória e de dispersão e a capacidade de se estabelecer em todos os tipos de região litorânea e de substratos (FREITAS *et al.*, 1987). *M. tuberculata* ocorre em águas de fluxo lento ou paradas, prosperando em locais que são ligeiramente enriquecidos por efluentes de agricultura (DUDGEON, 1982; 1983; 1986). Nos reservatórios em estudo, foram detectadas concentrações elevadas de compostos fosfatados e nitrogenados, condições que provavelmente favoreceram a presença desta espécie.

No Brasil, a espécie *M. tuberculata* foi registrada pela primeira vez na cidade de Santos, Estado de São Paulo, em 1967 (VAZ *et al.*, 1986) e a introdução desta espécie no Brasil está provavelmente ligada ao comércio de plantas e peixes ornamentais (FERNANDEZ *et al.*, 2003). O impacto da espécie exótica *M. tuberculata* sobre as espécies nativas brasileiras tem sido evidenciado em alguns estudos. GIOVANELLI *et al.* (2001) observaram que em Sumidouro (MG) esta espécie reduziu substancialmente as populações de *Biomphalaria glabrata*; em Betim e em Prudente de Moraes, GUIMARÃES *et al.* (2001) registraram marcada redução em populações de *B. glabrata* e *B. straminea* em dois lagos depois de sua introdução, seguido pelo completo desaparecimento dessas

espécies oito anos depois. FERNANDEZ *et al.* (2001) também documentam o deslocamento e declínio das populações de *B. glabrata* e *Pomacea lineata* em um pequeno córrego no campus da Fundação Oswaldo Cruz (RJ). Segundo FERNANDEZ *et al.* (2003), dados preliminares indicaram que as populações nativas de *A. tenuilabris*, previamente abundantes no Rio Tocantins, têm sido deslocadas por populações densas de *M. tuberculata*. Na lagoa do Parque Sólon de Lucena (PB), a população de *P. lineata* sofreu grande influência pela alta densidade de *M. tuberculata*, mais do que a população de *B. straminea*, para a qual essa espécie tinha sido introduzida, visando o controle biológico (ABÍLIO, 1997). Algumas das espécies que sofreram redução de suas populações devido à presença de *M. tuberculata* também foram registradas nos reservatórios com reduzida abundância e densidade, como é o caso de *A. tenuilabris* e *B. glabrata*.

As demais espécies exóticas, *Corbicula fluminea* e *Helisoma* sp foram mais abundantes que as espécies nativas em alguns locais, porém bem menos abundantes do que *M. tuberculata*. Com relação à *C. fluminea*, assim como *M. tuberculata*, ela também é considerada uma espécie invasora devido à grande capacidade de adaptação e grande proliferação em diferentes tipos de ambientes (STRAYER, 1999). Esta espécie é originária da China e foi registrada pela primeira vez no Brasil no final da década de 1960 e início da década de 1970 (VEITENHEIMER-MENDES, 1981). MCMAHON (2000) sugeriu que sua introdução na região Neotropical tenha ocorrido acidentalmente por meio da liberação de espécimes que haviam sido transportados como alimento, por nativos do sudeste asiático. Em ambientes lênticos, *C. fluminea* ocorre principalmente em águas bem oxigenadas (MACMAHON, 1983), podendo esta espécie ter sido favorecida pelas boas condições de oxigenação presentes nos reservatórios. AVELAR (1999) registrou sua ocorrência no estado de São Paulo, na bacia do rio Mogi-Guaçu. Em um estudo realizado na planície aluvial do Alto Rio Paraná, TAKEDA *et al.* (2004) observaram um decréscimo acentuado das espécies nativas, demonstrando a influência que organismos invasores como *C. fluminea* exercem sobre as espécies nativas, eliminando-as por mecanismos ainda não reconhecidos. RODRIGUES (2003) também registrou a ocorrência desta espécie nos reservatórios do baixo rio Tietê, sendo que a densidade máxima registrada foi de 6844 ind.m⁻², em outubro de 1999 e 2400 ind.m⁻², em julho de 2000.

Com relação a *Helisoma* sp, trata-se de um gênero que não é nativo do Brasil e muito pouco é conhecido sobre sua presença no país. PARAENSE (1976) registrou a ocorrência de *H. duryi* na região central do país, onde essa espécie foi introduzida provavelmente por aquaristas, juntamente com plantas aquáticas. RODRIGUES (2003), ao analisar a comunidade de macroinvertebrados bentônicos dos reservatórios do rio Tietê, em 1999/2000, não registrou a ocorrência desta espécie.

Um outro grupo que se destacou entre os representantes da comunidade de macroinvertebrados bentônicos dos reservatórios do baixo rio Tietê foi a classe Oligochaeta. Este grupo apresenta grande relevância na comunidade bentônica dos ecossistemas de água doce, pois suas espécies têm uma ampla distribuição geográfica (MILBRINK, 1973) e ocorrem em densidades relativamente elevadas (BRINKHURST & JAMIESEN, 1971). A maioria vive em águas eutrofizadas, sobre fundos lodosos e com abundante quantidade de matéria orgânica detrital (ROLDAN-PÉREZ, 1988). Constituem-se em um dos grupos mais importantes na devolução da energia do sedimento para o sistema, colaborando desta maneira diretamente na manutenção dos níveis de produção por longos períodos (CÓ, 1979).

Nos reservatórios do baixo rio Tietê registrou-se valores baixos de abundância e densidade para os Oligochaeta quando comparados com os resultados obtidos por SURIANI (2006). Esta autora registrou a dominância deste grupo principalmente no reservatório de Barra Bonita, que foi caracterizado por condições mais eutróficas quando comparado com Bariri e Ibitinga. A abundância máxima deste grupo (52,7%) foi registrada na porção inferior do reservatório de Barra Bonita. PAMPLIN (1999; 2004) também registrou a dominância de organismos da classe Oligochaeta na represa de Americana e na represa de Bariri. Segundo este autor, esse grupo deve ter sido favorecido pela baixa concentração ou mesmo pela ausência completa de oxigênio dissolvido próximo ao sedimento, situação que não foi verificada no presente estudo.

Muitos autores sugeriram que elevadas densidades de Oligochaeta são indicadoras da poluição excessiva da água (por exemplo, HOWMILLER & BEETON, 1971; ASTON, 1973; NUTALL & PURVERS, 1974). A alta abundância deste grupo é associada com as habilidades adaptativas para sobreviver sob baixas condições de oxigênio, próximas a condição anaeróbica (ASTON, 1973). Tal situação foi raramente encontrada no presente

estudo e, além disso, observou-se um número muito pequeno de indivíduos desta classe, mesmo para as espécies *B. sowerbyi* e *L. hoffmeisteri*, que ocorreram em densidades mais elevadas. De acordo com PAMPLIN (2004), estas foram as duas espécies mais importantes de Oligochaeta presentes nos reservatórios de Ponte Nova e Bariri. *B. sowerbyi* foi numericamente dominante em relação às outras espécies de Oligochaeta em todos os três reservatórios, sugerindo uma possível ocorrência de estresse e degradação ambiental nesses ecossistemas. De acordo com QI (1987) poucas espécies de Oligochaeta são capazes de resistir ao estresse resultante da entrada excessiva de matéria orgânica, o que leva à simplificação da comunidade para umas poucas espécies tolerantes, que são capazes de desenvolver populações abundantes. Segundo BRINKHURST (1966) e DIAZ (1994), *B. sowerbyi* e *L. hoffmeisteri* são espécies cosmopolitas e ocorrem geralmente em ambientes ricos em matéria orgânica. De acordo com WETZEL & TAYLOR (2001), *L. hoffmeisteri* é provavelmente a espécie mais comumente encontrada em ambientes aquáticos de todo o mundo.

RUGGIERO & MERCHANT (1979) afirmam que a distribuição dos macroinvertebrados bentônicos está muito mais relacionada ao tipo de sedimento do que à qualidade da água. Segundo LEARNER *et al.* (1978), as espécies de Oligochaeta pertencentes à família Naididae apresentam preferência por substratos arenosos, e redução do contingente populacional sobre substratos constituídos por partículas mais finas, como os silte-argilosos. O tipo de sedimento predominantemente encontrado nos reservatórios do baixo rio Tietê foi o arenoso, e as duas espécies que ocorreram com densidades mais elevadas, *B. sowerbyi* e *L. hoffmeisteri*, pertencem a esta família. Os Tubificidae por sua vez, preferem substratos mais moles, lodosos, porém, suficientemente resistentes a fim de lhes possibilitar condições e meios de se estabelecerem, sem que sejam por eles soterrados (CÓ, 1979). Os representantes desta família foram muito raros e este tipo de substrato mais mole foi encontrado em poucos pontos amostrados nos reservatórios do baixo rio Tietê.

As demais espécies de Oligochaeta presentes ocorreram com abundância muito baixa e foram raras nos reservatórios, como é o caso de *D. (D.) multibranchiata* e *D. (A.) hymanae*, no reservatório de Promissão e *L. udekemianus*, no reservatório de Nova Avanhandava, que foram representadas por somente um indivíduo. A espécie *Dero Dero digitata*, encontrada somente no reservatório de Três Irmãos, é uma espécie que parece

evitar ambientes organicamente enriquecidos, de acordo com BRINKHURST & COOK (1974). *D. (A.) hymanae* tinha sido anteriormente registrada na América do Sul apenas na Argentina (BRINKHURST & MARCHESE, 1992). Com este registro amplia-se, portanto o número de espécies com ocorrência no estado de São Paulo e no Brasil.

A densidade de Oligochaeta aumentou com o aumento da profundidade enquanto que a densidade de Chironomidae diminuiu com a profundidade, fato também verificado por REAL & PRAT (1991) em reservatórios espanhóis. Muitos estudos em lagos na América do Norte mostraram que as densidades de Oligochaeta e Chironomidae são diretamente influenciadas pelo aumento ou diminuição da produtividade das águas superficiais com uma consequência da eutrofização ou oligotrofização, respectivamente (REAL *et al.*, 1993).

Segundo WARD (1992), lagos naturais e artificiais provêm um amplo espectro de habitats para os insetos aquáticos, razão pelo qual eles representam cerca de 10 a 90% do total de dos organismos bentônicos encontrados nestes ambientes. Nas represas do baixo rio Tietê foram registradas a presença de organismos pertencentes às ordens Odonata, Lepidoptera, Trichoptera e Diptera (Famílias Chironomidae e Ceratopogonidae). Dentre elas, a Ordem Diptera, representada principalmente pela família Chironomidae, foi a que apresentou a maior riqueza de espécies nos reservatórios, porém quando se compara a abundância e a densidade deste grupo com os demais grupos presentes nos reservatórios e com os resultados obtidos por outros estudos (MCCULLOUGH & JACKSON, 1985; ROLLA *et al.*, 1990; CALISTO, 2005) verifica-se que a representatividade desta família não foi muito elevada, pois a maioria dos estudos revela a predominância deste grupo em relação aos demais. Esta família constitui um dos principais grupos de insetos aquáticos na comunidade bentônica da maioria dos corpos de água doce, pois são encontrados em diversos tipos de habitats e ocorrem em uma ampla faixa de condições ambientais (ESTEVES, 1988). Os Chironomidae ocorreram em densidades mais elevadas em profundidades mais baixas, provavelmente devido a maior disponibilidade de alimento nestes locais. A subfamília Chironominae é dominante em regiões tropicais e subtropicais (ASHE *et al.*, 1987), fato verificado no presente estudo devido a maior riqueza de espécies apresentada por este grupo. Provavelmente, o fator determinante para o sucesso do grupo é a sua grande plasticidade alimentar (MERRITT & CUMMINS, 1996).

As espécies mais abundantes de Chironomidae foram *Coelotanypus* sp e *Tanytarsus* sp, principalmente no reservatório de Promissão. PAMPLIN (2004) também registrou a dominância de *Coelotanypus* sp entre as larvas de Chironomidae. De acordo com SAETHER (1979), *Tanytarsus* sp é um táxon característico de condições oligotróficas e de acordo com CERETTI & NOCENTINI (1996), este táxon pode ser encontrado em lugares com produtividade moderada, que é uma condição que se aproxima mais deste reservatório que foi classificado como eutrófico no período chuvoso e mesotrófico no período seco. Em uma das estações analisadas por CALISTO *et al.* (2005) no reservatório de Xingó, este também foi o principal táxon Chironomidae.

O gênero *Procladius* sp foi registrado somente no reservatório de Promissão e, segundo diferentes autores (SAETHER, 1979; WIEDERHOLM, 1980; MILBRINK, 1983), trata-se de um táxon indicador de ambientes eutrofizados. Representantes do gênero *Chironomus* sp estiveram presentes com reduzida abundância somente nos sedimentos dos reservatórios de Promissão e de Nova Avanhandava, e a presença de organismos deste gênero indica certa deterioração da qualidade da água, sendo freqüentemente associada à situação de alta produtividade e condição de eutrofização (CERETTI & NOCENTINI, 1996; STRIXINO & TRIVINHO-STRIXINO, 1998) ou ambientes com sedimento lodoso (HIGUTI *et al.*, 1993). Além disso, organismos do gênero *Polypedilum* sp também ocorreram nestes mesmos reservatórios, porém com abundância um pouco mais elevada. Representantes deste gênero apresentam relativa resistência a condições adversas (CERETTI & NOCENTINE, 1996) e normalmente são encontrados em alta densidade em locais rasos e nas margens (COWELL & VODOPIC, 1981). Esta espécie foi um dos principais representantes da família Chironomidae em uma das estações de estudo do reservatório de Xingo, analisada por CALISTO *et al.* (2005).

Entre os anelídeos também foi registrada a ocorrência de representantes da classe Hirudinea. De acordo com DAVIES & GOVEDICH (1991), os Hirudinea são organismos predadores ou ectoparasitas de vertebrados que habitam áreas marginais de pouca correnteza e com altos teores de poluentes orgânicos. A abundância mais elevada registrada para este grupo foi no reservatório de Promissão. Os representantes desta classe estiveram presentes em todos os reservatórios com abundância muito baixa, porém, não foram registrados em todas as porções em que foram amostrados, sendo mais raros na porção

superior, onde a velocidade da correnteza pode ter limitado a distribuição das espécies. Segundo PAMPIN (2004), o estabelecimento de populações relativamente numerosas na represa de Bariri ocorreu provavelmente em decorrência de elevados teores de poluentes orgânicos.

Os resultados obtidos com a aplicação do índice de diversidade de Shannon (valor máximo de 0,476) demonstraram a existência de uma diversidade baixa nos reservatórios estudados. De acordo com WILHM & DORRIS (1968), valores do índice de Shannon-Wiener abaixo de 1 são comuns em ambientes altamente poluídos. Além disso, o substrato arenoso, extremamente instável (ALLAN, 1995), juntamente com outras condições adversas, poderia ter prejudicado a colonização dos macroinvertebrados bentônicos, permitindo, desta maneira, a ocorrência somente de espécies mais adaptadas a estas condições. O índice de diversidade registrado por CALISTO *et al.* (2005), para a comunidade de macroinvertebrados ao longo da cascata de reservatórios no baixo rio São Francisco variou de 0 (período chuvoso) a 1,742 (período seco), e foi considerado baixo por este autor. SURIANI, (2006) estudando os reservatórios do médio rio Tietê, também registrou valores mais elevados para o índice de diversidade. No reservatório de Promissão, em ambos os períodos de amostragem, verificaram-se os maiores valores de diversidade, sendo que no período chuvoso o índice de diversidade foi maior. Isso se deve à elevada riqueza e a uma repartição um pouco mais homogênea da densidade numérica entre as populações (uniformidade) neste reservatório. Este reservatório foi o que apresentou condições mais eutróficas, em especial no período chuvoso, o que pode estar associado a uma maior produtividade primária, favorecendo a sobrevivência e estabelecimento de diversas espécies adaptadas a estas condições. Condições moderadas de eutrofização podem ser favoráveis, permitindo a co-existência de muitas espécies, embora em densidade, biomassa, ou proporções diferentes daquelas encontradas em ambientes oligotróficos (HELAWELL, 1977).

No reservatório de Nova Avanhandava não foram observadas diferenças marcantes quanto à diversidade de espécies, ao se comparar os períodos seco e chuvoso, enquanto no reservatório de Três Irmãos o índice de diversidade foi bem mais elevado no período seco. A construção mais recente deste reservatório pode ser uma das causas da reduzida riqueza de espécies encontradas neste local, pois estas espécies tiveram menos tempo para se

estabelecer e se adequar ao ambiente quando comparadas com as espécies que habitam os reservatórios de Promissão e de Nova Avanhandava. A riqueza de espécies aumenta com a idade e tamanho do lago (PATERSON & FERNANDO, 1970), e esta relação provavelmente poderia também ser verificada em reservatórios, pois estes apresentam algumas semelhanças com os lagos quanto aos mecanismos de funcionamento, uma vez que os mesmos princípios fundamentais podem governar seus processos ecológicos e fatores controladores (HWANG *et al.*, 2003). O tamanho do lago e a morfometria influenciam na estrutura da comunidade: lagos grandes e de complexa morfometria geralmente tem mais espécies que lagos pequenos, de configuração simples (TIMMS, 1980). Dessa forma, apenas ecossistemas de tamanho e morfometria semelhantes poderiam ser comparados, o que é uma grande restrição para comparações entre diferentes estudos e localidades, tornando difíceis as interpretações dos resultados.

Os baixos valores de uniformidade encontrados para os três reservatórios em ambos os períodos de amostragem são decorrentes da elevada dominância da espécie invasora *M. tuberculata*, principalmente no reservatório de Três Irmãos, como também foi verificado por CALISTO *et al.* (2005) nos reservatórios em cascata no baixo rio São Francisco. Segundo ODUM (1988) quanto mais inclinada a curva do componente dominância da diversidade, menor a diversidade em termos gerais, e maior a dominância por parte de uma ou poucas espécies, fato que foi verificado no reservatório de Três Irmãos, que apresentou em ambos os períodos de coleta a curva do componente dominância da diversidade mais inclinada e conseqüentemente a menor diversidade de espécies. Para este reservatório a abundância mínima de *M. tuberculata* foi de 71,8%, a mais elevada entre os demais reservatórios. Por meio dos dendrogramas resultantes da similaridade da composição taxonômica entre as associações de macroinvertebrados, observou-se uma maior similaridade entre as associações amostradas nos dois períodos de cada reservatório do que entre eles, sugerindo, portanto, que cada ambiente possui uma comunidade de macroinvertebrados com composição taxonômica particular, embora compartilhem parte dos táxons.

Nos reservatórios estudados observou-se uma situação muito preocupante, devido à elevada densidade de espécies exóticas de moluscos registradas nestes locais. Além disso, de certa forma, evidenciou-se o alto poder de invasão de *M. tuberculata*, que foi a espécie

dominante em todos os reservatórios amostrados, podendo possivelmente ocasionar grandes prejuízos para as espécies nativas. Pode-se também prever que em médio e longo prazo poderão surgir problemas para organismos de outras comunidades além da bentônica e em última análise ao homem. Dessa forma, o monitoramento das populações nos reservatórios será imprescindível para determinar se as espécies nativas serão eliminadas por essas espécies exóticas, ou se persistirão neste sistema ainda que com baixas densidades populacionais. Algumas formas de manejo para os moluscos exóticos já foram propostas, como, por exemplo, o desenvolvimento de uma tecnologia sócio-ambiental para utilização de conchas dos moluscos exóticos como matéria prima, tornando o homem um consumidor e predador natural (VALLE *et al.*, 2005). Outros tipos de ações propostas foram à implementação da prática de utilização de um moluscida de origem vegetal (látex de *Euphorbia splendens*) (OKUMURA *et al.*, 2005) e a utilização do peixe piapara (*Leporinus obtusidens*), como um predador natural de *M. tuberculata* (SASKA & ROCHA, 2005). Considerando-se que a invasão das águas doces vem se tornando um fenômeno freqüente, os estudos e o monitoramento da comunidade de macro-invertebrados bentônicos serão cada vez mais ferramentas úteis como subsídio para as ações de manejo das espécies invasoras e uma avaliação da efetividade de medidas mitigadoras.

7. CONCLUSÕES

- ✓ Os reservatórios apresentaram características típicas de ambientes eutrofizados;
- ✓ Os principais grupos representantes da fauna de macro-invertebrados bentônicos nos reservatórios do baixo rio Tietê foram: Mollusca, Oligochaeta e Chironomidae;
- ✓ Os moluscos exóticos, em especial a espécie *Melanoides tuberculata*, estão bem adaptados às condições presentes nos reservatórios;
- ✓ A presença de moluscos exóticos pode ter sido uma das causas da reduzida abundância e densidade em que foram encontradas as espécies de moluscos nativos;
- ✓ A reduzida diversidade e uniformidade encontradas nos reservatórios são uma consequência da superioridade de *M. tuberculata*;
- ✓ O substrato arenoso, extremamente instável, juntamente com outras condições adversas, pode ter prejudicado a colonização dos macroinvertebrados bentônicos nos reservatórios, e permitindo desta forma a ocorrência somente de espécies mais adaptadas e mais resistentes como *M. tuberculata* e *Branchiura sowerbyi*;
- ✓ Os Chironomidae foram mais abundantes nas regiões mais rasas enquanto que os Oligochaeta foram mais abundantes nas regiões mais profundas;

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLAN, D.J., 1995, *Stream ecology. Structure and functioning of running waters*. Chapman and Hall, Oxford, 388p.
- ABÍLIO, F.J.P., 1997, *Aspectos Bio-Ecológicos da fauna malacológica, com ênfase a *Melanoides tuberculata* Müller, 1774 (Gastropoda – Thiaridae) em corpos aquáticos do Estado da Paraíba*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 150p.
- ASHE, P., D.A., MURRAY & REISS, F., 1987, Zoogeographical distribution of Chironomidae. *Anns. Limnol.*, 23: 27-60.
- ASTON, R.J., 1973, Tubificidae and water quality: a review. *Environ. Pollut.*, 5: 1-10.
- AVELAR, W.E.P., 1999, Moluscos Bivalves. In: Ismael, D., Valenti, W.C., Matsumura-Tundisi, T. & Rocha, O. (eds.) *Biodiversidade do Estado de São Paulo. Invertebrados de Água Doce*, Vol. 4, FAPESP, São Paulo, pp. 65-68.
- AYRES, P.A., BURTON, H.W., CULLUM, M.L., 1978, Sewage pollution and shellfish. In: Lovelock, D.W. & Davies, R. (eds), *Techniques for the study of mixed populations*. No. 11. Society for Applied Bacteriology Technical Series. Academic Press, London, pp. 51-62.
- BASS, D., 1986, Larval Chironomidae (Diptera) of the Big Thicket streams. *Hydrob.*, 135: 271-285.
- BRINKHURST, R.O., 1966, A taxonomic revision of the family Haplotaxidae (Oligochaeta). *J. Zool. Lond.*, 150: 29-51.

- BRINKHURST, R.O. & COOK, D.G., 1974, Aquatic earthworms (Annelida: Oligochaeta).
In: Hart, C.W., JR. & Fuller, S.L.H., (eds.), Pollution Ecology of Freshwater Invertebrates, Academic Press, New York, pp. 143-156.
- BRINKHURST, R.O. & JAMIESEN, B.M.G., 1971, *Aquatic Oligochaeta of the world*.
Oliver and Boyd, Edinburg, 860p.
- BRINKHURST, R.O. & MARCHESE, M.R., 1992, *Guia para la identificación de oligoquetos acuáticos continentales de Sud y Centroamérica*. 2. ed., Asociación de Ciências Naturales del Litoral, Colección Climax 6, 207p.
- BRINKHURST, R.O. & MARCHESE, M.R., 1993, *Guia para la identificación de oligoquetos acuáticos continentales de Sud y Centroamérica*. Santo Tomé, Asociación de Ciências Naturales del Litoral, 207p.
- BUCHMAN, H.O. & BRADY, N.C., 1979, *Natureza e propriedades dos solos*. 5.ed,
Freitas Bastos, Rio de Janeiro, 85p.
- CALISTO, M., GOULART, M., BARBOSA, F.A.R. & ROCHA, O., 2005, Biodiversity assessment of benthic macroinvertebrates along a reservoir cascade in the lower São Francisco River (northeastern Brazil). *Braz. J. Biol.*, 65 (2): 229-240.
- CARLSON, R.E., 1977, A trophic state index for lakes. *Limnol and Oceanogr.*, 22 (2): 361-369.
- CERETTI, G. & NOCENTINI, A.M., 1996, Notes on the distribution of some macrobenthonic populations (Oligochaeta and Díptera Chironomidae) in the littoral of a few small lakes in northern Italy. *Mem. Inst. Ital. Idrobiol. Dr. Marco de Mardhi*, 54: 109-124.

- CÓ, L.M., 1979, *Distribuição de Oligochaeta na represa do Lobo (Estado de São Paulo, Brasil)*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 169p.
- COHEN, A.S., 1986, Distribution and faunal associations of benthic invertebrates at Lake Turkana, Kenya. *Hydrob.*, 134: 179-197.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB, 2001, *Relatório da Qualidade das Águas interiores do Estado de São Paulo*. Série Relatórios/Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, 214p. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/relatorios.asp>> Acesso em 26/01/2006.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB), 2005, *Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 2004*. Série Relatórios/Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, 297p. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/relatorios.asp>> Acesso em 26/01/2006.
- COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO (CESP), 1989, *Caracterização limnológica do reservatório da UHE Mário Lopes Leão, Promissão, S.P.* (Coleção Ecossistemas Aquáticos), 65p.
- COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO (CESP), 1991, *Pesca artesanal e produção pesqueira no reservatório da UHE Mário Lopes Leão, Promissão, S.P.* 1º V (Série Pesquisa e Desenvolvimento), 62p.
- COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO (CESP), 1998, *Conservação e manejo nos reservatórios: limnologia, ictiologia e pesca*, 163p.
- COWELL, B.C. & VODOPICH, D.S., 1981, Distribution and seasonal abundance of benthic macroinvertebrates in a subtropical Florida lake. *Hydrob.*, 78: 97-105.

- DAVIES, R.W. & GOVEDICH, F.R., 1991, Annelida: Euhirudinea and Acanthobdellidae. In: Thorp, J.H.; Covich, A.P. (eds), *Ecology and classification of north American freshwater invertebrates*. Academic Press, San Diego, pp. 465-504.
- DIAZ, R.J., 1994, Response of tidal freshwater macrobenthos to sediment disturbance. *Hydrob.*, 278: 201-212.
- DUDGEON, D., 1982, Aspects of the microdistribution of insect macrobenthos in a forest stream in Hong Kong. *Arch. Hydrobiol. Suppl.*, 64: 221-239.
- DUDGEON, D., 1983, The effects of water level fluctuations on a gently shelving marginal zone of Plover Cove Reservoir, Hong Kong. *Archiv für Hydrob.*, 65: 163-196.
- DUDGEON, D., 1986, The life cycle, population dynamics and productivity of *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774) (Gastropoda: Prosobranchia: Thiaridae) in Hong Kong. *J Zool. Lond.*, (A) 208: 37-53.
- EPLER, J. H., 1992, *Identification manual for the larval Chironomidae (Diptera) of Florida*. Florida Department of Environmental Regulation, Orlando, Florida, 301p.
- ESTEVEZ, F.A., 1988, *Fundamentos de Limnologia*. Editora Interciência/ FINEP, Rio de Janeiro, 575 p.
- ESTEVEZ, F.A., 1998, *Fundamentos de Limnologia*. Editora Interciência/ FINEP, Rio de Janeiro, 2ed., 578p.
- FERNANDEZ, V.O., 1993, *Estudos limnológicos na Lagoa de Jacarepaguá (RJ): variáveis abióticas e mudanças na estrutura e dinâmica da comunidades periférica em *Typha domingensis**, Dissertação de Mestrado, Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 131p.

- FERNANDEZ, M.A., THIENGO, S.C. & BOAVENTURA, M.F., 2001, Gastrópodes Límnicos do Campus de Manguinhos, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.*, 34: 279-282.
- FERNANDEZ, M.A., THIENGO, S.C. & SIMONE, L.R., 2003, Distribution of the introduced freshwater snail *Melanoides tuberculatus* (Gastropoda: Thiariidae) in Brazil. *The Naut.*, 117(3): 78-82.
- FORSTNER, U., 1990, Inorganic sediment chemistry and elemental speciation. In: Baudo, R., Giesy, J.P., Muntau, H. *Sediments: Chemistry and Toxicity of In-Place Pollutants*. Lewis Publishers, Boca Raton, pp. 61-97.
- FRACÁCIO, R., 2001, *Utilização de bioensaios ecotoxicológicos com Danio rerio (Cypriniformes, Cyprinidae) e análises limnológicas para a avaliação ambiental dos reservatórios do Médio e Baixo rio Tietê (SP)*. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 233p.
- FREITAS, J.R., BEDÊ, L.C., DE MARCO JR, P., ROCHA L.A. & SANTOS, M.B.L., 1987, Population dynamics of aquatic snails in Pampulha Reservoir. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, 82 (suppl): 299-305.
- FUKUHARA, H. & SAKAMOTO, M., 1988, Ecological significance of bioturbation of zoobenthos community release from bottom sediments in shallow eutrophic lake. *Arch. Hydrobiol.*, 113 (3): 425-445.
- GARDNER, W.S., NALEPA, T.F., SLAVENS, D.R. & LAIRD, G.A., 1983, Patterns and rates of nitrogen release by benthic Chironomidae and Oligochaeta. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 40: 259-266.
- GIOVANELLI, A., SILVA, C.L.P.A., MEDEIROS, L. & VASCONCELLOS, M.C., 2001, The molluscicidal activity of the latex of *Euphorbia splendens* var. *hislopii* on

Melanoides tuberculata (Thiaridae), a snail associated with habitats of *Biomphalaria glabrata* (Planorbidae). *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, 96 : 123-125.

GOLDMAN, C. R.; HORNE, A.J., 1994, *Limnology*. New York, McGraw-Hill. 464p.

GOLTERMAN, H.L., CLYMO, R.S. & OHSTAD, M.A.M., 1978, *Methods for physical and chemical analysis of freshwaters*. 2ed., BLACKWELL SCIENTIFIC PUBLICATIONS, Oxford, (I.B.P. Handbook, n° 8), 213p.

GUIMARÃES, C.T., SOUZA, C.P. & SOARES, D.M., 2001, Possible competitive displacement of planorbids by *Melanoides tuberculata* in Minas Gerais, Brazil. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, 96 (suppl.): 173-176.

GUNTZEL, A.M., 2000, *Variações espaço-temporais da comunidade zooplanctônica nos reservatórios do Médio e Baixo rio Tietê*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, São Carlos, 445p.

HELAWELL, J.M., 1977, Biological surveillance and water quality monitoring. *In*: Alabaster, J.S. (ed.), *Biological monitoring of inland fisheries*. Applied Science Publishers, London, pp. 69-78.

HENRY, R. & Curi, P.R., 1981, Influência de parâmetros climatológicos sobre alguns fatores físico-químicos da água da Represa do Rio Pardo (Botucatu, SP). *Rev. Bras. Biol.*, 41: 299-306.

HIGUTI, J., TAKEDA, A.M. & PAGGI, A.C., 1993, Distribuição espacial das larvas de Chironomidae (Insecta, Diptera) do Rio Baía (MS-Brasil). *Revista UNIMAR*, 15 (Suplemento): 65-81.

- HOWMILLER, R.P. & BEETON, A.S.M., 1971, Biological evaluation of environmental quality. *J. Water Pollut. Control. Fed.*, 43: 123-133.
- HUTCHINSON, G.E., 1993, A treatise on Limnology. *The Zoobenthos*. 4o Vol., John Wiley & Sons, New York, 964p.
- HWANG, J.S., KWUN, S.K. & YOON, C.G., 2003, Water quality and limnology of Korean reservoirs. *Paddy Water Environ.*, 1: 43-52.
- JOHNSON, L.E. & CARLTON, J.T., 1996, Post-establishment spread in large-scale invasions: dispersal mechanisms of the zebra mussel *Dreissena polymorpha*. *Ecology*, 77: 1686-1690.
- KOLAR, C.S. & LODGE, D.M., 2001, Progress in invasion biology: predicting invaders. *Trends in Ecology & Evolution*, 16: 199-204.
- LIND, O.T. & DÁVALOS-LIND, L., 1999, Suspended clay: its role in reservoir productivity. In: Tundisi, J.G.; Straskraba, M. (eds.), *Theoretical reservoir ecology and its applications*. Backhuys Publishers, São Carlos, pp. 85-97.
- LEARNER, M.A., LOCHEAD, G. & HUGHES, B. D., 1978, A review of the biology of British Naididae (Oligochaeta) with emphasis on the lotic environment. *Freshw. Biol.*, 8: 357-375.
- LORENZEN, C.J., 1967, Determination of chlorophyll and phaeopigments: spectrophotometric equations. *Limnol. Oceanogr.*, 12: 343-346.
- MACKERETH, F.J.H., HERON, J. & TAILING, J.F., 1978, *Water Analysis: some revised methods for limnologists*. Kendal, Titus Wilson & Son. Ltd, Freshwat. Biol. Assoc. Scientific Publication, n 36. 117p.

- MACMAHON, R.F., 1983, Ecology of an invasive pest bivalve, *Corbicula*. In: Wilbur, K.M. (ed.), *The Mollusca*, 6:505-561.
- MARGALEF, R., 1983, *Limnologia*. Ediciones Omega S.A. Barcelona. 1010p.
- MARSHALL, B.E., 1978, Aspects of the ecology of benthic fauna in Lake Mellwaine, Rhodesia, *Freshwat. Biol.*, 8: 241-249
- MATSUMURA-TUNDISI, T. HINO, K. & CLARO, S., 1981, Limnological studies at 23 reservoir in southern part of Brasil. *Verch. Internat. Verein. Limn.*, 21: 1040-1047.
- MCCULLOUGH, J.D. & JACKSON, D.W., 1985, Composition and productivity of the benthic macroinvertebrate community of a subtropical reservoir. *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, 70 (2) 221-235.
- MCLACHLAN, A.J., 1970, Some effects of annual fluctuations in water level on the larval chironomid communities of Lake Kariba. *J. anim. Ecol.*, 39:79-90.
- MCLACHLAN, A.J., 1974. Development of some lake ecosystems in tropical Africa with special reference to invertebrates. *Boil. Rev. Camb. Phil. Soc.*, 49: 365-397.
- MERRIT, R.W. & CUMMINS, K.W., 1984, *An Introduction to the aquatic insects of North America*. 2ed, Kendall Hunt Publishing, 360p.
- MERRITT, R.W. & CUMMINS, K.W., 1996, *An introduction to the aquatic insects of North America* . Kendall/Hunt Publ. Dubuque, 706p.
- MILBRINK, G., 1983, An improved environmental index based on the relative abundance of oligochaet species. *Hydrob.*, 102:89-97.

- NUTALL, P.M. & PURVERS, J.B., 1974, Numerical indices applied to the results of a survey of a macro-invertebrate fauna of the Tarnar catchment (southwest England). *Freshw. Biol.*, 4: 213-222.
- ODUM, E.P., 1988, *Ecologia*. Guanabara, Rio de Janeiro, 434 p.
- OKUMURA, D. T., TAKENAKA, R.A. & ROCHA, O., 2005, Avaliação da tolerância da espécie exótica *Melanoides tuberculata* (Gastropoda, Thiaridae) a fatores ambientais e substâncias tóxicas. pp. 339-356. *In*: Rocha, O., Espíndola, E.L.G., Verani, N. F., Verani, J.R. & Rietzler, A.C. (orgs.). *Espécies invasoras em águas doces – Estudo de caso e proposta de manejo*. Editora Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 417p.
- OSBORNE, P.L., J.H., KYLE & ABRAMSKI, M.S., 1987, Effects of seasonal water level changes on the chemical and biological limnology of lake Murray, Papua New Guinea. *Austr. Journal Mar. Freshw. Research*, 38: 397-408.
- PAMPLIN, P.A.Z., 1999, *Avaliação da Qualidade Ambiental da Represa de Americana (SP) com Ênfase no Estudo da Comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos e Parâmetros Ecotoxicológicos*. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 111p.
- PAMPLIN, P.A.Z., 2004, *Estudo comparativo da estrutura da comunidade bentônica de duas represas com diferenças no grau de eutrofização*. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 110p.
- PARAENSE, W.L., 1976, A natural population of *Helisoma duryi* in Brazil. *Malacologia*, 15(2):369-76.

- PATERSON, C.G. & FERNANDO, C.H., 1970, Benthic fauna colonization of a new reservoir with particular reference to the Chironomidae. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 27: 213-32.
- PAYNE, A.I., 1986, *The ecology of tropical rivers and lakes*. John Wiley & Sons, New York, 310p.
- PETR, T., 1972, Benthic fauna of a tropical man-made lake (Volta Lake, Ghana 1965-1968). *Archiv für Hydrob.*, 70: 484-533.
- POINTIER, J.P. & AUGUSTIN, D., 1999, Biological control and invading freshwater snails. A case study. *Life Scien.*, 322 (12): 1093-1098.
- POPP, A. & HOAGLAND, K.D., 1995, Changes in benthic community composition in response to reservoir aging. *Hydrob.*, 306: 159-171.
- QI, S., 1987, Some ecological aspects of aquatic oligochaetes in the lower Pearl River (People's Republic of China). *Hydrob.*, 155: 199-208.
- REAL, M. & PRAT, N., 1991, Changes in the benthos of five Spanish reservoirs in the last 15 years. *Verh. Internat. Verein. Theoret. Angew. Limnol.*, 24: 1377-1381.
- REAL, M., PRAT, N. & RIERA, J.L., 1993, Abundance and distribution of profundal zoobenthos in Spanish reservoirs: differences between 1973/75 and 1987/88 surveys. *Wat. Sci. Tech.*, 28: 45-53.
- RICCIARDI, A. & MACISAAC, H.J., 2000, Recent mass invasion of the North American Great Lakes by Ponto-Caspian species. *Trends Ecol. Evol.*, 15: 62-65.
- RIGHI, G., 1984, Oligochaeta. In: Schaden, R. (ed.), *Manual de identificação de invertebrados límnicos do Brasil*, 17. CNPq, Brasília, 48p.

- RODRIGUES, M.H.S., 2003, *Limnologia, análise da comunidade de macroinvertebrados bentônicos e bioensaios de toxicidade para avaliação ambiental dos reservatórios em cascata do Médio e Baixo rio Tietê (SP)*. Tese de Doutorado, CRHEA/Universidade de São Paulo, São Carlos, 205p.
- ROLDAN-PÉREZ, G. R., 1988, *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Universidade de Antioquia, Colômbia, 217p.
- ROLLA, M.E., ROSA, S.G., FREITAS, O.M.C., GOMES, M.C.S., JUNQUEIRA, M.V. & SOUZA, M.L.G., 1990, Composição físico-química e biológica do sedimento do reservatório de Volta Grande, Minas Gerais/São Paulo. *Acta Limnol. Brasil.* 3: 201-218.
- ROSENBERG, D.M. & RESH, V.H., 1993, *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. Chapman & Hall, New York, 488p.
- RUGGIERO, M.A. & MERCHANT, H. C., 1979, Water quality, substrate, and distribution of macroinvertebrates in the Patuxent River, Maryland. *Hydrobiol.*, 64 (2): 183-189.
- SAETHER, O.A., 1979, Chironomid communities as water quality indicators. *Holarctic Ecology*, 2: 65-74.
- SASKA, C. & ROCHA, O., 2005, Avaliação de potenciais predadores de *Melanoides tuberculata* Muller (1774), (Gastropoda, Thiariidae) em experimentos laboratoriais. pp. 357- 380. *In*: Rocha, O., Espíndola, E.L.G., Verani, N.F., Verani, J.R. & Rietzler, A.C. (orgs.). *Espécies invasoras em águas doces – Estudo de caso e proposta de manejo*. Editora Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 417p.
- SILVA, P.K. & SILVA, S.H.G.M., 1984, Na ecological study of the meso and macrofauna of the region of Lake Kandy in Srilanka. *Archiv für Hydrobiol.*, 102: 53-72.

- SIMONE, L.R.L., 1999, Moluscos gastrópodos. *In*: D. Ismael, W.C. Valentini, T. Matsumura-Tundisi & O. Rocha (eds.). *Biodiversidade do estado de São Paulo, Brasil: invertebrados de água doce*. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), São Paulo, pp. 69-72.
- SOARES, H.M.V.M., BOAVENTURA, R.R., MACHADO, A.A.S.C. & ESTEVES DA SILVA, J.C.G., 1999, Sediments as Monitors of Heavy Metal Contamination in The Ave River Basin (Portugal): Multivariate Analysis of Data. *Environ. Pollut.* (105): 311-323.
- STRASKRABA, M. & TUNDISI, J.G., 2000, *Diretrizes para o gerenciamento de lagos*. ILEC/ IIE, São Carlos, Vol. 9, 258p.
- STRAYER, D.L., 1999, Effects of alien species on freshwater mollusks in North America. *J. N. Am. Benthol. Soc.*, 18 (1): 74-88.
- STRIXINO, G. & TRIVINHO-STRIXINO, S., 1998, Povoamentos de Chironomidae (Diptera) em lagos artificiais. pp. 141-154. *In*: Nessimian, J. L. & Carvalho, A.L. (eds.) *Ecologia de insetos aquáticos*. PPGE-UFRJ, Séries Oecologia Brasiliensis, Vol. 5., Rio de Janeiro, 309p.
- SUGUIO, K., 1973, *Introdução à sedimentologia*. BLÜCHER, São Paulo, 317p.
- SURIANI, A., 2006, Composição da comunidade de invertebrados bentônicos nas represas de Barra Bonita, Bariri e Ibitinga (Médio Tietê SP). Dissertação de Mestrado, Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos/SP, 157p.
- TAKEDA, A.M., FUJITA, D.S. & FONTES JR, H.M., 2004, Perspectives on Exotic bivalves Proliferation in the Upper Paraná River Floodplain. *In*: Agostinho, A.A.,

- RodrigueS L., Gomes, L.C., Magela, T.S. & Miranda, L.E. (eds.), *Structure and functioning of the Paraná River and its floodplain*. LTER, Maringá. pp. 97-100.
- TEIXEIRA, C., TUNDISI, J.G. & KUTNER, M.B., 1965, Plankton studies in a magrove IV: size fraction of phytoplankton. *Bolm. Inst. Oceanogr.*, 26: 39-42.
- THOMPSON, F.G., 1984, Field Guide to the Freshwater Snails of Florida Florida Museum of Natural History. *In: Supian, Z., Ikhwanuddin, A.M., Population dynamics of freshwater molluscs (Gastropod: Melanoides tuberculata) in Crocker Range Park, Sabah. Asean Rev Biodiv Environ (ARBEC)*. pp. 6-7.
- THOMPSON, F.G., 2004, *An identification manual for the freshwater snails of Florida*. Florida Museum of Natural History. University of Florida, Gainesville, Florida, 94p. Disponível no site: www.flmnh.ufl.edu/natsci/malacology/fl-snail/snails1.htm, Acessado dia 17/08/2004
- TIMMS, B.V., 1980, The benthos of Australian lakes. pp. 23-29. *In: Williamas, W.D. (ed.), An Ecological Basis for Water Resoruce Management*, ANU Press, Canberra.
- TOLEDO, A., TALARICO, M., CHINEZ, S.J. & AGUDO, E.G., 1983, A aplicação de modelos simplificados para a avaliação do processo de eutrofização em lagos e reservatórios tropicais. *In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 12, Camboriú*, pp. 1-34.
- TONISSI, F.B., 1999, *Avaliação ecotoxicológica do reservatório de Salto Grande, Americana (SP), como subsídio para a análise da qualidade ambiental do sistema*. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 130p.

- TRINDADE, M., 1980, Nutrientes em sedimentos da represa do Lobo (Brotas-Itirapina). Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 219p.
- TRIVINHO-STRIXINO, S. & STRIXINO, G., 1995, *Larvas de Chironomidae (Diptera do Estado de São Paulo: guia de identificação de diagnose dos gêneros*. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 229p.
- TROLLOPE, D.R., 1984, Use of mollusks to monitor bacteria in water. *In*: Grainger, J.M., Lynch, J.M. (eds), *Microbiological methods for environmental biotechnology*, Society for Applied Bacteriology. Technical Series No. 19, Academic Press, London, pp. 393-409.
- TUNDISI, J.G., 1981, Typology of Reservoirs in Southern Brazil. *Verh. Internat. Limnol.* (21): 1031-1039.
- TUNDISI, J.G., 1988, Impactos ecológicos da construção de represas; aspectos específicos e problemas de manejo. *In*: Tundisi, J.G. (ed.), *Limnologia e manejo de represas. Monografias em limnologia*. Vol 1, USP/EESC/CRHEA, São Carlos, pp. 1-76.
- TUNDISI, J.G. & MATSUMURA-TUNDISI, M., 1990, Limnology and eutrophication of Barra Bonita Reservoir, São Paulo State, Southern Brazil. *Arch. Hydrobiol. Beih Erget Limn.*, 33: 661-667.
- TUNDISI, J.G., MATSUMURA-TUNDISI, M., CALIJURI, M.C. & NOVO, E.M.L, 1991, Comparative Limnology of five Reservoirs in the Middle Tietê River, S. Paulo State. *Verh. Internat. Limnol.*, 24: 1489-1496.
- TUNDISI, J.G., 1996, Reservoir as Complex System. *Ciên. e Cult*, 48 (5/6): 383-387.

- TUNDISI, J.G., MATSUMURA-TUNDISI, T. & ROCHA, O., 1999a, Ecossistemas de Águas Interiores, *In: Rebouças, A.C., Braga, B. & Tundisi, J.G. (eds.), Águas Doces no Brasil*, Escrituras Editora, São Paulo
- TUNDISI, J.G., MATSUMURA-TUNDISI, T. & ROCHA, O., 1999b, Theoretical Basis for Reservoir Management, *In: Tundisi, J.G. Straskraba, M., Theoretical reservoir Ecology and its Applications*, pp. 313-346.
- VALLE, L.S.A., TAVARES, K.S., CASTELO-BRANCO, M.B., FRANÇA, R.S., SURIANI, A.L., STEFANI, P.M., ROCHA, O. & ESPÍNDOLA, E.L.G., 2005, A Educação Ambiental como ferramenta para o manejo de espécies exóticas em águas doces. pp. 403-406. *In: Rocha, O., Espíndola, E.L.G., Verani, N.F., Verani, J.R. & Rietzler, A.C. (orgs.). Espécies invasoras em águas doces – Estudo de caso e proposta de manejo*. Editora Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 417p.
- VAZ, J.F., TELES, H.M.S., CORREA, M. A. & LEITE, S.P.S., 1986, Ocorrência no Brasil de *Thiara (Melanoides) tuberculata* (O.F. Muller, 1774) (Gastropoda, Prosobranchia), primeiro hospedeiro intermediário de *Clonorchis sinensis* (Cobbold, 1875) (Trematoda, Platyhelminthes). *Rev. Saúde públ.*, 20 (4): 318-33.
- VEITENHEIMER-MENDES, I., 1981, *Corbicula manilensis* (Philippi, 1844) molusco asiático, na bacia do rio Jacuí e do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil (Bivalvia: Corbiculidae). *Ihering.*, 60: 63-74.
- VILLELA, S.H., 1992, Avaliação Sócio-Econômica de Impactos Ambientais na Implantação e Operação da Usina Hidrelétrica “Três Irmãos”, no Rio Tietê – Aplicação do modelo interpretativo de inserção regional de UHEs, Elaborado pela Eletrobrás. Dissertação de Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental, 124p.
- WARD, J.V., 1992, *Aquatic insect ecology. Biology and habit*. John Wiley & Sons, New York, vol. 1, 450p.

- WARNICK, W.F., 1992, The effect of trophic contaminant interactions on chironomid community structure and succession (Diptera: Chironomidae). *Journal Aquatic Ecol.*, 26 (2-4): 563-575.
- WELCH, P.S., 1948, *Limnological methods*. 1st ed., Blakiston Co, Philadelphia, 381p.
- WETZEL, R.G. ,1983, *Limnology*. 2nd ed., Saunders College Publ., Washington, 919p.
- WETZEL, R.G. & LIKENS, G.E., 1991, *Limnological Analyses*. 2nd ed., Springer- Verlag, New York, 391p.
- WETZEL, R.G. ,1993, *Limnologia*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1010p.
- WETZEL, M.J. & TAYLOR, S.J., 2001, First records of freshwater oligochaetes (Annelida, Clitellata) from caves in Illinois and Missouri, USA. *J. Cave Karst Stud.*, 63 (3): 99-104.
- WIELDERHOLM, T., 1980, Use of benthos in the lake monitoring. *J. Wat. Poll. Control. Feder.*, 52 (3): 537-47.
- WILHM &, J.L. & DORRIS, T.C., 1968, Biological parameters for water quality criteria. *BioScience*, 18 (6): 477-481.
- WHITTAKER, R.H., 1972, Evolution and measurement of species diversity. *Tarpon*, 21: 213-251.
- ZANATA, L.H., 1999, *Heterogeneidade ambiental no reservatório de Salto Grande (Americana/SP) com ênfase na distribuição das populações de cladocera*. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 218p.

APÊNDICES

APÊNDICE I
Variáveis abióticas da água: Compostos Fosfatados e Compostos Nitrogenados

Tabela 1. Concentração dos compostos nitrogenados na água, em relação à profundidade, em três transectos, correspondentes à porção superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em novembro de 2002 (período chuvoso) e em agosto de 2003 (período seco).

		Prof. (m)	Nitrito	Nitrato	Amônio	Nitrogênio Total	
Novembro de 2002	Sup.	0,5	3,385	1734,9	13,233	942	
		2,5	31,822	1098,1	8,2151	951	
		6	10,709	1517,2	30,484	1353	
	Mediana	1	9,556	927,4	2,6425	849	
		5	9,218	794,49	7,6818	1119	
		10	12,655	948,97	9,5103	961	
		15	5,5518	192,74	11,698	1007	
	Inferior	1	3,9787	259,16	19,589	1101	
		4	2,4316	303,99	3,4479	1306	
		8	2,2063	297,33	1,9895	1063	
		12	1,9896	333,32	18,784	933	
		16	1,9333	315,43	3,2629	839	
		21	1,4436	174,94	14,985	998	
	Agosto de 2003	Sup.	1	2,7	190,2	23,3	890
			3,4	6,5	675,7	21,7	840
7			6,7	698,4	12,0	930	
Mediana		0,6	5,2	343,2	19,0	380	
		4	5,9	306,4	25,2	470	
		7	6,3	352,7	17,4	420,0	
		11	5,4	319,6	0,0	380,0	
		15	5,8	310,2	19,0	190,0	
		19	6,9	260,1	52,4	470,0	
Inferior		1	1,2	267,7	15,1	280	
		5	1,4	288,5	22,9	280,0	
		10	1,0	194,0	13,5	140	
		15	1,1	304,5	20,5	330	
		20	1,3	297,0	19,8	230	
		24	1,0	308,3	22,9	510	

Tabela 2. Concentração dos compostos nitrogenados na água, em relação à profundidade, em três transectos, correspondentes à porção superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava, em novembro de 2002 (período chuvoso) e em agosto de 2003 (período seco).

		Prof. (m)	Nitrito	Nitrato	Amônio	Nitrogênio Total
Novembro de 2002	Sup.	0,7	4,9754	116,99	2,033	1343
		2	2,722	317,37	2,7187	765
		5	1,7859	358,79	36,655	1119
	Mediana	1	6,0155	201,22	5,7227	774
		3	5,4261	218,48	13,102	746
		6	5,0708	234,36	7,0614	1166
		9	4,6634	265,29	3,3609	895
		12	4,3774	248,89	25,815	1129
	Inferior	1	2,9083	138,33	14,441	1847
		5	2,6093	139,76	6,7567	2603
		10	2,0116	155,47	14,256	821
		15	1,7166	129,25	20,122	1157
		20	1,7209	218,29	28,046	867
		23	1,7599	241,18	23,757	1119
	Agosto de 2003	Sup.	0,7	0,9	31,6	17,8
2			0,9	260,6	26,0	470
5			1,2	222,8	12,0	560
Mediana		0,8	1,5	298,9	35,3	650
		3,1	1,4	294,6	31,4	700
		6	1,4	235,6	23,6	750,0
		9	1,5	229,4	34,5	560,0
		12	2,3	213,8	30,6	610,0
Inferior		1	2,5	195,4	19,8	610
		6	1,8	199,2	21,3	610,0
		12	1,8	247,4	15,1	750
		18	1,8	206,3	20,5	890
		24	1,9	251,6	30,6	610
		30	1,7	222,3	26,0	650

Tabela 3. Concentração dos compostos nitrogenados na água, em relação à profundidade, em três transectos, correspondentes à porção superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em novembro de 2002 (período chuvoso) e em agosto de 2003 (período seco).

		Prof. (m)	Nitrito	Nitrato	Amônio	Nitrogênio Total
Novembro de 2002	Superior	1	4,1347	81,971	2,8058	10871
		4	4,4381	70,281	5,788	1063
		7	3,762	94,231	26,696	905
		10	2,0156	181,32	13,527	1222
		13	2,2626	211,64	34,239	1287
		16	2,2929	132,92	24,955	615
	Mediana	1	3,4067	164,68	12,612	1829
		5	2,527	184,33	10,653	905
		10	2,2019	161,85	13,624	933
		15	1,6516	197,07	25,891	839
		20	2,3103	187,68	26,021	542
		30	8,1649	264,11	75,707	534
	Inferior	1	2,826	184,51	11,796	554
		5	2,5096	100,48	17,926	532
		10	2,0026	188,9	28,427	514
		15	2,6743	163,65	21,026	594
		25	2,5486	168,33	62,885	536
		38	3,0687	224,15	31,18	529
Agosto de 2003	Superior	1	0,9	129,3	16,6	-
		4	1,3	125,5	16,6	-
		8	2,0	195,0	22,1	420
		11	2,0	223,8	40,0	370
	Mediana	1	0,1	159,5	16,6	140
		5	0,2	107,6	22,9	280
		10	0,1	160,0	11,2	190
		15	2,3	160,0	6,5	190
		20	0,3	132,6	15,1	280
		30		143,5	12,8	90
	Inferior	1	1,2	99,1	17,4	0,5
		5	2,3	141,1	10,4	420
		10	1,3	138,8	12,8	140
		15	1,3	144,9	15,1	280
		23	1,3	118,0	18,2	330
		38	1,0	135,5	22,9	470

Tabela 4. Concentração dos compostos fosfatados na água, em relação à profundidade, em três transectos, correspondentes à porção superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em novembro de 2002 (período chuvoso) e em agosto de 2003 (período seco).

		Fosfato Inorgânico	Fosfato Dissolvido	Fósforo Total		
Novembro de 2002	Sup	0,5	6,7749	14,435	81,704	
		2,5	3,7922	17,99	99,031	
		6	11,628	23,623	104,88	
	Mediana	1	3,9439	14,052	103,51	
		5	6,2188	15,748	52,776	
		10	5,3594	13,013	89,478	
		15	11,83	23,213	102,83	
	Inferior	1	8,0135	12,029	64,051	
		4	5,3341	11,345	65,979	
		8	5,9913	13,013	62,686	
		12	4,0197	13,15	69,955	
		16	5,7133	13,013	100,04	
		21	6,5221	14,107	85,591	
	Agosto de 2003	Sup.	1	3,9	12,8	33,3
			3,4	1,8	10,3	35,7
7			1,8	11,9	32,5	
Mediana		0,6	3,6	9,4	29,1	
		4	2,7	9,7	29,0	
		7	2,1	9,1	54,3	
		11	1,5	7,3	33,3	
		15	2,1	9,7	40,4	
		19	2,7	10,0	39,8	
Inferior		1	1,5	7,9	34,2	
		5	6,8	8,2	39,8	
		10	3,6	9,1	32,6	
		15	2,1	7,6	37,9	
		20	2,4	9,1	38,9	
		24	1,2	6,1	32,2	

Tabela 5. Concentração dos compostos fosfatados na água, em relação à profundidade, em três transectos, correspondentes à porção superior, mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava, em novembro de 2002 (período chuvoso) e em agosto de 2003 (período seco).

		Prof. (m)	Fosfato Inorgânico	Fosfato Dissolvido	Fósforo Total
Novembro de 2002	Sup.	0,7	2,9	13,3	89,9
		2	2,1	10,5	100,2
		5	2,7	10,3	115,14
	Mediana	1	5,6	14,5	54,8
		3	3,9	11,9	72,9
		6	3,3	12,8	122,7
		9	5,6	11,9	95,3
		12	8,2	15,0	117,5
	Inferior	1	4,4	13,4	266,2
		5	5,8	10,2	93,3
		10	3,1	11,5	82,9
		15	1,5	9,3	90,1
		20	3,9	12,0	105,2
		23	3,1	10,7	109,1
	Agosto de 2003	Sup.	0,7	3,3	9,1
2			2,4	6,7	17,7
5			2,4	7,0	20,6
Mediana		0,8	6,2	15,8	26,6
		3,1	5,0	13,4	25,7
		6	5,3	13,7	22,2
		9	5,0	12,8	23,3
		12	8,9	35,4	21,7
Inferior		1	3,6	8,5	41,3
		6	2,4	6,1	33,0
		12	4,2	8,5	30,6
		18	2,4	7,0	30,3
		24	4,5	11,3	37,9
		30	2,7	7,9	30,0

Tabela 6. Concentração dos compostos fosfatados na água, em relação à profundidade, em três transectos, correspondentes à porção superior, mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em novembro de 2002 (período chuvoso) e em agosto de 2003 (período seco).

			Fosfato Inorgânico	Fosfato Dissolvido	Fósforo Total
Novembro de 2002	Superior	1	4,6	9,1	116,3
		4	2,3	8,8	109,4
		7	6,5	17,8	125,3
		10	6,5	15,7	149,3
		13	2,9	11,8	104,7
		16	4,6	12,4	138,3
	Mediana	1	4,2	11,	73,3
		5	4,7	11,1	424,1
		10	6,4	12,0	105,8
		15	9,8	17,6	73,2
		20	2,9	10,3	71,9
		30	4,6	10,5	69,6
	Inferior	1	8,5	16,3	126,6
		5	7,3	18,1	107,7
		10	2,8	11,3	107,6
		15	5,3	13,5	107,7
		25	2,2	9,3	118,7
		38	5,3	13,8	80,3
Agosto de 2003	Superior	1	2,1	6,4	28,4
		4	3,3	7,3	20,5
		8	2,7	7,6	26,5
		11	3,3	7,6	17,1
	Mediana	1	2,4	6,4	31,4
		5	2,7	6,1	19,1
		10	2,4	5,8	19,6
		15	2,7	6,4	18,4
		20	1,8	6,1	24,1
		30	1,8	6,7	18,2
	Inferior	1	2,1	6,4	25,5
		5	4,2	8,8	22,2
		10	3,0	7,3	22,9
		15	3,0	6,7	25,3
		23	3,3	7,6	22,7
		38	3,6	8,5	21,5

APÊNDICE II
Variáveis bióticas: Densidade da comunidade bentônica

Tabela 1. Densidade média (Ind.m⁻²) dos principais componentes da comunidade bentônica, em relação à profundidade (m), em três transectos correspondentes às porções superior, mediana e inferior do reservatório de Promissão, em novembro de 2002 e agosto de 2003. Chiron. (Chironomidae) e Oligo. (Oligochaeta)

		Prof. (m)	Moluscos Nativos	Moluscos Exóticos	Chiron.	Oligo.	Outros	Hirudinea	
Novembro de 2002	Sup	0,5	1446	4072	531	133	53	0	
		2,5	544	1273	385	159	0	0	
		6	106	14390	80	0	0	0	
	Mediana	1	106	6724	93	225	13	13	
		5	93	1233	80	0	13	0	
		10	0	637	80	80	0	0	
		15	0	345	146	477	0	0	
	Inferior	1	106	146	119	0	0	0	
		4	66	2454	358	66	0	13	
		8	0	159	106	106	0	13	
		12	0	2971	0	80	13	13	
		16	13	1897	27	0	0	0	
		21	0	40	80	119	0	0	
	Agosto de 2003	Sup.	1	199	133	27	0	0	0
			3,4	2865	5172	53	106	0	13
7			27	836	53	544	0	66	
Mediana		0,6	716	27	332	27	0	13	
		4	53	1141	13	93	53	0	
		7	27	2095	93	13	0	0	
		11	0	2560	146	13	0	13	
		15	13	849	199	557	0	13	
		19	0	438	93	13	0	0	
Inferior		1	0	13	358	0	0	0	
		5	2069	23448	239	13	0	13	
		10	0	3236	186	27	0	0	
		15	0	2149	133	186	0	0	
		20	13	345	133	146	0	0	
		24	0	40	40	106	0	0	

Tabela 2. Densidade média (Ind.m⁻²) dos principais componentes da comunidade bentônica, em relação à profundidade (prof.), em três transectos correspondentes às porções superior (sup.), mediana e inferior do reservatório de Nova Avanhandava, em novembro de 2002 e agosto de 2003. **Chiron.** (Chironomidae) e **Oligo.** (Oligochaeta)

		Prof. (m)	Moluscos Nativos	Moluscos Exóticos	Chiron.	Oligo.	Outros	Hirudinea	
Novembro de 2002	Sup	0,7	33	0	27	27	53	0	
		2,5	66	0	53	332	385	0	
		5	13	1976	13	93	106	0	
	Mediana	1	371	995	27	239	0	0	
		3	225	2401	0	119	0	13	
		6	146	4125	0	27	0	0	
		9	106	5849	27	0	0	0	
	Inferior	1	13	119	451	0	0	0	
		5	66	4218	0	265	13	0	
		10	133	663	93	13	0	0	
		15	199	1512	53	13	0	0	
		20	265	1658	0	0	0	0	
		23	305	1141	93	27	0	0	
	Agosto de 2003	Sup	0,7	345	252	0	27	40	0
			2	1021	9337	0	106	106	0
5			1817	20809	0	0	27	0	
Mediana		0,8	1300	2294	0	0	225	0	
		3,1	318	3435	0	27	40	0	
		6	345	6419	0	27	27	0	
		9	106	5252	0	27	0	0	
		12	252	7812	0	27	0	0	
Inferior		1	212	650	0	119	13	13	
		6	292	2732	0		13	13	
		12	0	584	0	27	0	27	
		18	0	1684	0	53	0	0	
		24	0	411	0	225	13	0	

Tabela 3. Densidade média (Ind.m⁻²) dos principais componentes da comunidade bentônica, em relação à profundidade (prof.), em três transectos correspondentes às porções superior (sup.), mediana e inferior do reservatório de Três Irmãos, em novembro de 2002 e agosto de 2003. **Chiron.** (Chironomidae) e **Oligo** (Oligochaeta)

		Prof. (m)	Moluscos Nativos	Moluscos Exóticos	Chiron.	Oligo.	Outros	Hirudinea
Novembro de 2002	Sup	1	13	199	0	13	0	0
		4	53	2387	0	0	0	0
		7	93	1393	0	0	0	0
		10	133	1605	239	40	0	0
		13	172	252	27	13	0	0
		16	212	637	80	0	0	0
	Mediana	1	146	3528	13	13	0	0
		5	53	2838	0	119	0	0
		10	13	1379	0	13	0	0
		15	13	915	13	53	0	0
		20	27	385	27	0	0	13
		30	0	0	0	27	0	0
	Inferior	1	66	17679	27	27	0	0
		5	0	2666	13	106	0	0
		10	0	690	27	0	0	0
		15	0	239	146	40	13	0
		25	0	743	27	0	0	0
		38	0	40	0	0	0	40
Agosto de 2003	Sup	1	2865	1432	0	0	119	0
		4	1459	6300	40	172	0	0
		8	186	703	0	v	0	0
		11	1406	11844	0		40	0
	Mediana	1	53	1764	13		106	0
		5	0	5451	53	40	40	0
		10	27	2215		27	27	0
		15	0	809	13	53	53	27
		20	0	411	13	106	106	0
		30	0	13	13		0	0
	Inferior	1	0	2241	0	27	0	0
		5	119	809	0	0	80	0
		10	0	172	40	0	0	0
		15	0	27	0	13	0	0
		23	0	305	0	40	0	0
		38	0		0		0	0

APÊNDICE III
Principais representantes da comunidade bentônica do baixo rio Tietê

Ordem Odonata (Classe Insecta)

*Phyllocycla* sp*Brachynesia* sp*Diastatops* sp

Ordem Trichoptera (Classe Insecta)*Cyrnellus* sp

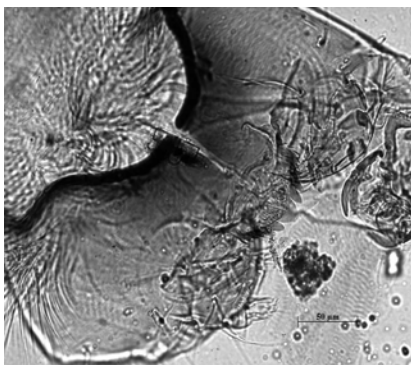
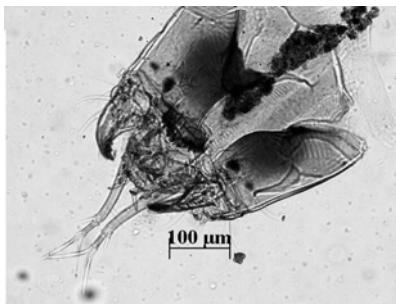
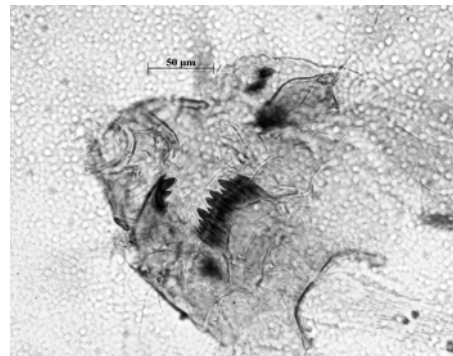
Ordem Lepidoptera (Classe Insecta)*Cataclysta* sp

Ceratopogonidae (Classe Insecta)



Espécie não identificada

Chironomidae (Classe Insecta)
Principais representantes

*Aedokritus* sp (Aumento: 40x)*Coelotanypus* sp (Aumento: 63x)*Tanytarsus* sp (Aumento: 10x)*Polypedilum* sp (Aumento: 40x)

Classe Oligochaeta
Principais representantes

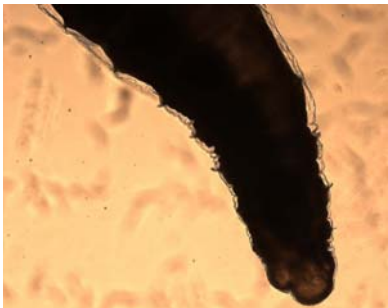


(extremidade anterior)

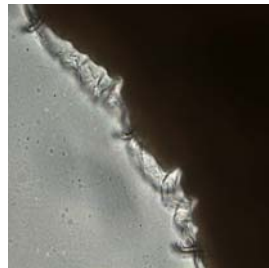


(extremidade posterior)

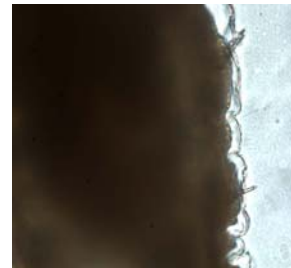
Branchiura sowerbyi



Extremidade anterior



Cerdas Ventrais



Cerdas dorsais

Limnodrilus hoffmeisteri

Moluscos Exóticos

*Melanoides tuberculata**Corbicula fluminea**Helisoma sp*

Moluscos Nativos



Bionphalaria glabrata e intermedia



Aylacostoma tenuilabris



Physa cubensis



Pomacea canaliculata

Classe Hirudinea (Annelida)


Espécie não identificada

Classe Turbellaria (Platyhelminthes)


Espécie não identificada

Classe Malacostraca (Crustacea)


Macrobrachium jelskii

APÊNDICE IV**Número de indivíduos da comunidade bentônica dos reservatórios do baixo rio Tietê**

Tabela 1. Abundância absoluta (número de indivíduos) da comunidade bentônica registrada no reservatório de Promissão, em novembro de 2002.

	Superior				Mediana				Inferior					
	0,5m	0,7m	2,5m	6m	1m	5m	10m	15m	1m	4m	8m	12m	16m	21m
<i>Aedokritus</i> sp	19	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2	0	0
<i>Aylacostoma tenuilabris</i>	24	0	2	0	5	0	0	0	4	0	0	0	0	0
<i>Biomphalaria</i> spp	85	13	39	8	0	7	0	0	4	5	0	0	1	0
<i>Branchiura sowerbyi</i>	1	0	7	0	7	5	5	13	0	4	8	0	0	9
Ceratopogonidae (não ident.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Chironomus</i> sp	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Coelotanypus</i> sp	0	0	3	2	0	5	4	8	1	4	2	3	2	5
<i>Corbicula fluminea</i>	2	0	10	464	122	2	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Cryptochironomus</i> sp	1	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	2	0	0
<i>Dero Aulophorus lodeni</i>	0	0	0	0	0	0	1	12	0	0	0	2	0	0
<i>Dero Dero multibranchiata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Fissimentum</i> sp	0	0	0	4	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0
<i>Goeldichironomus</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Harnischia</i> sp	5	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Helisoma</i> sp	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hirudinea (não ident.)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Melanoides tuberculata</i>	289	346	84	604	385	91	48	26	11	185	12	224	143	3
<i>Paralauterboniela</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
<i>Phyllocycla</i> sp	4	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Physa cubensis</i>	12	3	2	16	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polypedilum</i> sp	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pristina americana</i>	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Procladius</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Tanytarsus</i> sp	15	0	27	0	0	0	2	4	3	21	1	7	0	0

Tabela 2. Abundância absoluta (número de indivíduos) da comunidade bentônica registrada no reservatório de Nova Avanhandava, em novembro de 2002.

	Superior			Mediana					Inferior					
	0,7m	2m	5m	1m	3m	6m	9m	12m	1m	5m	10m	15m	20m	23m
<i>Ablabesmya</i> sp	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aedokritus</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0
<i>Aylacostoma tenuilabris</i>	0	0	3	0	0	1	0	0	7	0	0	0	0	0
<i>Biomphalaria</i> spp	0	118	13	19	3	7	7	0	0	38	0	0	0	0
<i>Brachynesia</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Branchiura sowerbyi</i>	6	5	0	10	6	2	0	18	0	11	0	1	0	1
<i>Coelotanypus</i> sp	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	4	0	3
<i>Corbicula fluminea</i>	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Djalmabatista</i> sp	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Fissimentum</i> sp	2	0	0	0	0	0	1	0	5	0	0	0	0	1
<i>Goeldichronomus</i> sp	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Helisoma</i> sp	0	0	0	4	20	2	2	0	0	0	0	0	0	0
Hirudínea (espécie não ident.)	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1		4
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Limnodrilus udekemianus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Macrobrachium jelskii</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Melanoides tuberculata</i>	0	1791	149	71	161	309	439	0	9	318	50	114	125	86
<i>Opistocysta funiculus</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phyllocycla</i> sp	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
<i>Physa cubensis</i>	0	328	1	9	14	3	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Pristina americana</i>	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tanytarsus</i> sp	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3

Tabela 3. Abundância absoluta (número de indivíduos) da comunidade bentônica registrada no reservatório de Três Irmãos, em novembro de 2002.

	Superior						Mediana						Inferior					
	1m	4m	7m	10m	13m	16m	1m	5m	10m	15m	20m	30m	1m	5m	10m	15m	25m	38m
<i>Aylacostoma tenuilabris</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Biomphalaria</i> spp	16	0	0	1	1	0	10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Branchiura sowerbyi</i>	1	1	0	0	0	0	0	6	0	3	0	0	2	5	0	3	0	0
<i>Coelotanypus</i> sp	0	0	0	6	2	6	0	0	0	1	1	0	2	0	2	8	2	0
<i>Corbicula fluminea</i>	0	0	11	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dero Aulophorus lodeni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Djalmabatista</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Goeldichronomus</i> sp	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Harnischia</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Helisoma</i> sp	0	0	0	0	0	0	1	14	0	0	0	0	48	11	0	0	0	0
Hirudinea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Melanoides tuberculata</i>	15	180	94	120	19	48	265	100	103	69	29	0	1285	190	52	18	56	3
<i>Opistocysta funiculus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Physa cubensis</i>	0	0	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0

Tabela 6. Abundância absoluta (número de indivíduos) da comunidade bentônica registradas no reservatório de Três Irmãos, em agosto de 2003.

	Superior				Mediana						Inferior					
	1m	4m	8m	11m	1m	5m	10m	15m	20m	30m	1m	5m	10m	15,1m	23,5m	38,5m
<i>Aedokritus</i> sp	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aylacostoma</i> sp	0	0	14	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Biomphalaria</i> spp	4	47	0	55	4	7	2	0	0	0	3	2	0	0	0	0
<i>Branchiura sowerbyi</i>	0	13	0	0	0	3	2	4	8	0	0	0	0	1	3	0
<i>Chironomus</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Coelotanypus</i> sp	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Corbicula fluminea</i>	0	0	8	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dero Dero digitata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Harnischia</i> sp	0	3	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
<i>Helisoma</i> sp	93	13	0	0	11	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Melanoides tuberculata</i>	104	462	45	827	122	404	167	61	31	1	166	61	13	2	23	0
<i>Physa cubensis</i>	123	63,0	0	1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tanytarsus</i> sp	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0

APÊNDICE V
Coordenadas Geográficas

Coordenadas geográficas dos pontos de coleta correspondentes às porções superior, mediana e inferior nos reservatórios de Promissão, Nova Avanhandava e Três Irmãos.

	Local	Latitude	Longitude
Promissão	Superior	21° 46' 38,2''S	49° 02' 36,7''W
	Mediana	21° 38' 43,9''S	49° 17' 46,9''W
	Inferior	21° 20' 42,4''S	49° 43' 50,8''W
Nova Avanhandava	Superior	21° 16' 14,5''S	49° 52' 10,7''W
	Mediana	21° 14' 27,8''S	49° 56' 17,5''W
	Inferior	21° 06' 33,8''S	50° 10' 28,6''W
Três Irmãos	Superior	21° 02' 37,8''S	50° 28' 02,0''W
	Mediana	20° 48' 39,9''S	50° 54' 53,3''W
	Inferior	20° 40' 24,6''S	51° 16' 45,0''W