

Acta Limnol. Brasil.	Vol. III	201-218	1990
----------------------	----------	---------	------

COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E BIOLÓGICA DO SEDIMENTO DO  
RESERVATÓRIO DE VOLTA GRANDE, MINAS GERAIS/SÃO PAULO

ROLLA, M.E.\*; ROSA, S.G.\*; FREITAS, O.M.C.\*; GOMES,  
M.C.S.\*; JUNQUEIRA, M.V.\*; SOUZA, M.L.G.\*

RESUMO

Uma avaliação da população de bactérias sulfato-redutoras e da fauna zoobentônica foi feita no sedimento do Reservatório de Volta Grande, com o objetivo de fornecer informações adicionais na determinação do estado trófico do reservatório. As amostras foram coletadas aleatória e bimestralmente, de junho de 1987 a janeiro de 1988, com uma draga do tipo Eckman-Birge e inoculadas no meio de Pouchon & Tardieux, para bactérias sulfato-redutoras, além de tamisadas e triadas em lupa para análise da população zoobentônica. Paralelamente, foram realizadas análises dos teores de nitrogênio, fósforo e matéria orgânica, além de medidas de pH, Eh e temperatura do sedimento. O zoobenton está composto por larvas das famílias Chironomidae e Chaoboridae, seguidas por Oligochaeta. A densidade média da população foi de 1212 ind./m<sup>2</sup>, superior aos valores encontrados em outros estudos. As bactérias sulfato-redutoras apresentaram uma população com menor densidade de indivíduos do que no Reservatório de Peti (Santa Bárbara/MG), e nas lagoas de

---

\* CETEC - Belo Horizonte, MG

rejeito de minério da Companhia Vale do Rio Doce, também estudadas por outros autores.

**ABSTRACT - PHYSICAL, CHEMICAL, AND BIOLOGICAL COMPOSITION OF SEDIMENT OF VOLTA GRANDE RESERVOIR, MINAS GERAIS/SÃO PAULO**

An analysis of the sulphate-reducer bacteria and zoobenthic fauna of Volta Grande Reservoir sediment was carried out in order to evaluate the trophic status of the reservoir. Random sampling of sediments was performed using an Eckman-Birge grab. Sediment was inoculated in Pochon-Tardieux medium to test for sulphate-reducing bacteria, and was sieved and sorted with the help of a stereoscopic microscope to analyze the zoobenthic community. Total nitrogen, phosphate and organic matter contents were measured. Temperature, pH and Eh values were determined. Zoobenthic populations were mainly composed of Chironomidae, Chaoboridae and Oligochaeta larvae, at mean density about 1212 org./m<sup>2</sup>, which is much higher than previous values published by another papers. Sulphate-reducer bacteria had a population size between that of Peti Reservoir, Santa Bárbara, Minas Gerais, and those found in iron ore sedimentation ponds of the Companhia Vale do Rio Doce.

**INTRODUÇÃO**

Amostras de sedimento analisadas do ponto de vista físico-químico e biológico podem demonstrar não só sua importância para a caracterização de ecossistemas lacustres naturais e reservatórios, bem como refletem a influência da bacia de drenagem e usos do solo em sua composição.

O limite inferior dos ecossistemas aquáticos

(MARGALEF, 1983) se forma através da constante deposição de partículas orgânicas e minerais a partir da água. Parte do material acumulado no fundo retorna à circulação no lago e a intensidade deste processo está condicionado à taxa de mineralização no sedimento (RYBAK, 1969).

Vários são os mecanismos que controlam o intercâmbio de substâncias na interface água-sedimento, como o equilíbrio água-mineral (KRAMER, 1964, apud MORTIMER, 1971); os processos de absorção, especialmente a troca de íons; as interações do potencial redox (Eh) dependentes do oxigênio e as atividades de comunidades de organismos como o plâncton, benton, fungos e bactérias (MORTIMER, 1971).

A atividade da microflora, particularmente do grupo das bactérias sulfato-redutoras, no processo de mineralização da matéria orgânica em sedimentos marinhos já é bem estabelecido. Entretanto, poucas informações existem em relação aos ecossistemas lacustres (INGVORSEN et alii, 1981).

A relação entre o aumento da população bacteriana e da atividade metabólica com o conteúdo de matéria orgânica do sedimento é óbvia, entretanto avaliações "in situ" mostram que nem sempre isto se verifica (WETZEL, 1983). O menor número de bactérias sulfato-redutoras observado em sedimentos de lagoas de contação de rejeitos de minério de ferro (CETEC, 1987 e 1988), mostra a dependência de características específicas para o desenvolvimento da população microbiana.

A importância da atividade microbiana nos ciclos de nutrientes é uma condição que prevalece em todos os tipos de sedimento. Em relação ao ciclo do enxofre, a presença de sulfeto, em grande parte devido à ação de bactérias sulfato-redutoras, pode ter um profundo efeito na flora e fauna do sedimento, devido à sua toxicidade e potencial redutor (THEEDE et alii, 1963, apud NEDWELL & FLOODGATE, 1972).

Da mesma forma, o papel da fauna bentônica, principalmente da região profunda, na circulação de materiais do sedimento, é de extrema importância, tanto em aspectos físicos, químicos, como biológicos. Devido a características próprias, relacionadas ao tipo de alimentação detritófaga, movimentação ondulatória do corpo e construção de galerias, os organismos bentônicos têm atuação significativa na estratificação e nos processos químicos do sedimento.

O revolvimento do substrato pelo deslocamento típico do zoobenton profunda (bioturbation), resulta em um bombeamento da água intersticial enriquecida para fora do sedimento e com substituição por água mais oxigenada (PETER, 1976, apud GOLTERMAN, 1976). Além disso, existe um transporte ativo de material particulado para a superfície em contato com a água, alterando a estratificação do sedimento. Ocorre ainda uma deposição de material fecal dos invertebrados, que tem papel central no processo de decomposição do sedimento, por ser um foco de atividade microbiana, e, portanto, estimula a decomposição da matéria orgânica sedimentar (HARGRAVE, 1975).

Muitos estudos demonstram que oligoquetes e quironomídeos aceleram o intercâmbio de fósforo entre o sedimento e a água, e modificam marcadamente o pH e o potencial redox, alterações estas que podem ter grande importância ecológica (MARGALEF, 1983).

Por outro lado, a composição da bentofauna fornece informações sobre o estado trófico do lago, ajudando a precisar a tipologia e classificação de ambientes lacustres. Embora muitas destas tentativas de classificação tenham a sua aplicabilidade restrita a regiões, relações genéricas entre a composição da fauna bentônica e a fertilidade do lago podem ser verificadas (MOSS, 1980).

O presente trabalho procura, através do estudo da fauna bentônica, da microflora e de algumas variáveis físico-químicas, caracterizar o sedimento do reservatório e

conhecer as interações das variáveis analisadas.

## ÁREA DE ESTUDO

O reservatório de Volta Grande, formado em 1973, localiza-se na bacia do rio Grande e abrange os municípios de Conceição das Alagoas, Água Comprida e Uberaba, no Estado de Minas Gerais, e Miguelópolis, Aramina e Igarapava, no Estado de São Paulo (Fig. 1). Possui uma área inundada de aproximadamente 205 km<sup>2</sup>, um perímetro de 80 km e um volume de  $23 \times 10^9$  m<sup>3</sup> (CETESB, 1976, apud ROLLA et alii, 1988). Está compreendido entre os paralelos 48°25' e 47°35' W Gr., e 19°57'52" e 20°10'00" S.

A região faz parte da grande unidade de relevo - Planalto Arenítico - Basáltico da bacia do Paraná - caracterizado por superfícies onduladas recobertas por arenito Cretáceo Bauru. Os solos são muito variados, predominando latossolos de diferentes graus de fertilidade, o que se reflete no adensamento maior ou menor da vegetação natural - o cerrado - hoje bastante destruído pelo carvoejamento intenso que, nos últimos anos, vem sendo praticado na região (IGA, 1979, ROLLA et alii, 1988).

O clima é do tipo tropical, com verões quentes e úmidos e invernos frios e secos. A temperatura média anual é de 22°C, sendo a amplitude térmica de apenas 5°C, com pluviosidade média 1635 mm/ano.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para as coletas de sedimento, foi selecionada a zona lacustre do reservatório, que compreende o trecho da barragem até o município de Miguelópolis (Fig. 1). Neste local, o reservatório possui aproximadamente 1,5 km de largura, com margens em declive suave, no lado de Minas

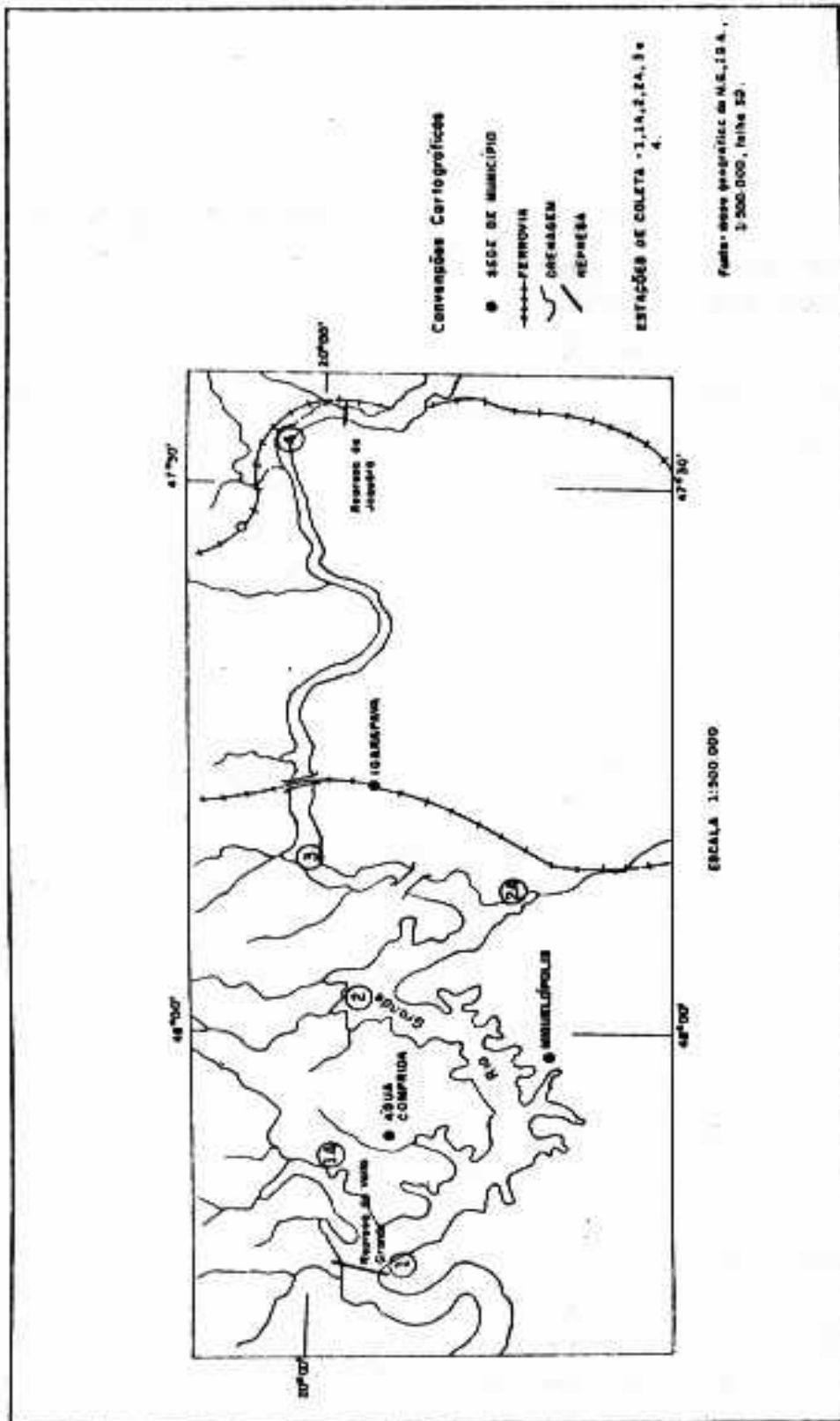


Figura 1 - Localização das estações de coleta.

Gerais, e mais abrupto, no lado de São Paulo. Suas margens são utilizadas para culturas, exceto nas áreas providas de pequenas manchas de vegetação.

A região foi gradeada de acordo com as isolinhas em um mapa de 1:25.000 em quadrados de 1 x x cm, equivalentes a 62.500 m<sup>2</sup>, divididos em nove transectos horizontais de acordo com sua extensão, e em três faixas verticais com o objetivo de verificar a possível influência do uso do solo nas duas margens.

As coletas foram feitas em pontos sorteados por transecto (3 pontos) e por faixa (3 pontos), num total de 9 pontos, de junho de 1987 a janeiro de 1988, utilizando-se uma draga do tipo Eckman-Birgs. Nas amostras de sedimento para análise microbiológica, a água sobrenadante ao sedimento foi cuidadosamente removida por sifonamento, quando então retirou-se uma camada superficial de aproximadamente 5 cm de espessura. As amostras foram acondicionadas em potes de polietileno opacos completamente cheios e mantidos sob refrigeração até a análise em laboratório.

Para as análises de bactérias sulfato-redutoras, as amostras de sedimento foram diluídas e inoculadas em tubos com meio de Pochon & Tardieux modificado por SOARES DE ASSIS (1980). A quantificação dos microorganismos foi feita pelo método de NMP, segundo tabela do "Standard Methods for the Examination of Water e Wastewater" (1975).

As amostras do benton foram preservadas em formol a 10% e tamizadas em laboratório em peneiras com 0,3 mm de abertura. Posteriormente, procedeu-se à triagem dos organismos sob microscópio estereoscópico.

As análises físico-químicas que compreenderam a determinação dos teores de nitrogênio, fósforo e matéria orgânica foram feitas segundo métodos descritos pelo "Manual of Methods in Aquatic Environment Research" (FAO, 1975). As medidas de temperatura, pH e Eh foram feitas no campo, de acordo com NEDWELL & FLOODGATE (1972).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados analíticos e estatísticos do sedimento obtidos nas cinco campanhas de amostragem são apresentados nas Tab. 1, 2, 3 e 4.

A profundidade média de amostragem do sedimento no reservatório de Volta Grande foi superior a 14 m. Segundo RYBAK (1969), a diferença no conteúdo de várias substâncias como, por exemplo, matéria orgânica e cálcio, deve-se provavelmente a profundidades superiores a 14 m e à distância entre as margens. As observações mostram que em Volta Grande não ocorreram diferenças significativas nos valores de matéria orgânica entre as margens, mas sim com relação aos teores de nitrogênio e fósforo.

A temperatura do sedimento variou entre 22 e 27°C, variação considerada significativa entre os meses, não apresentando, porém, diferenças entre as margens. O sedimento mostrou-se reduzido nas cinco campanhas, apresentando uma variação temporal. O potencial redox correlacionou-se inversamente com o pH, pois são medidas de fenômenos inversos, onde o primeiro mede a capacidade do ambiente de fornecer e retirar elétrons a um agente redutor e/ou oxidante, e, o segundo, a capacidade de fornecer ou retirar prótons a uma base e/ou a um ácido. A matéria orgânica, do mesmo modo, está correlacionada de forma inversa ao Eh, pois a sua presença em grandes quantidades induz à acidificação do meio. O nitrogênio apresentou uma correlação negativa com o Eh, confirmando o modelo esperado, onde a ação das bactérias nitrificantes é pequena em ambientes reduzidos, dando margem à acumulação de de nitrogênio no sedimento.

O pH do sedimento apresentou variações sazonais, e, quando conjugadas duas variáveis como tempo e espaço, apresentou também diferenças significativas. A média máxima foi 7,0 (outubro), e a mínima, 3,3 (agosto), e correlacionou-se diretamente com a matéria orgânica. Isto



Tabela 1 - Média e desvio padrão de variáveis físico-químicas e biológicas do sedimento do reservatório de Volta Grande MG/SP, 1987/88.

Mês	Variável	Média	Nº de amostras	Erro padrão
Junho/87	1	14,1667 ± 3,6055	9	1,2018
	2	22,1429 ± 0,3780	7	0,1429
	3	-203,3333 ± 21,0655	9	7,0218
	4	6,8489 ± 0,1802	9	0,0601
	5	4,8998 ± 0,6535	9	0,2178
	6	0,2922 ± 0,0367	9	0,0122
	7	0,1629 ± 0,0107	9	0,0036
	8	984,6667 ± 2595,1690	9	865,0563
	9	1911,6000 ± 1339,1640	5	598,8924
Agosto/87	1	17,3333 ± 8,0312	9	2,6771
	2	20,9444 ± 0,6766	9	0,2255
	3	-113,3333 ± 76,6893	9	25,5631
	4	3,3950 ± 4,8013	2	3,3950
	5	4,0517 ± 1,7779	9	0,5926
	6	0,2033 ± 0,0890	9	0,0297
	7	0,1242 ± 0,0563	9	0,0188
	8	746,4445 ± 1563,8150	9	521,2715
	9	964,7500 ± 951,7150	8	336,4821
Outubro/87	1	19,8125 ± 5,6248	8	1,9887
	2	25,8750 ± 0,6409	8	0,2266
	3	-216,2500 ± 31,5945	8	11,1704
	4	7,0000 ± 0,2391	8	0,0845
	5	5,1404 ± 0,9311	8	0,3292
	6	0,2837 ± 0,0329	8	0,0116
	7	0,1719 ± 0,0110	8	0,0039
	8	167,1250 ± 195,8508	8	69,2437
	9	1134,5000 ± 787,9962	8	278,5987
Janeiro/88	1	15,3333 ± 4,2131	9	1,4044
	2	27,2222 ± 0,4410	9	0,1470
	3	-131,1111 ± 24,3384	9	8,1128
	4	6,5889 ± 0,1764	9	0,0588
	5	3,9421 ± 1,1597	9	0,3866
	6	0,2489 ± 0,0645	9	0,0215
	7	0,1444 ± 0,0396	9	0,0132
	8	106,7500 ± 0,0826	8	35,0310
	9	838,3330 ± 527,4612	9	175,8204

**Legenda:** 1 = profundidade (m)  
 2 = temperatura (°C)  
 3 = Eh (mV)  
 4 = pH  
 5 = matéria orgânica %/g de sedimento  
 6 = nitrogênio %/g de sedimento  
 7 = fósforo %/g de sedimento  
 8 = bactéria sulfato-redutora (org./g/sed.)  
 9 = zoobenton (org./m<sup>2</sup>)

Tabela 2 - Análise de variância para as determinações físico-químicas e biológicas do sedimento do reservatório de Volta Grande, 1987/88.

Variável	Fontes de variações	Graus de liberdade	F	P
1	A	3	1,350	0,282
	B	2	0,773	0,477
	A x B	6	1,182	0,350
2	A	3	252,761	0,000*
	B	2	1,928	0,169
	A x B	6	0,843	0,552
3	A	3	13,170	0,000*
	B	2	0,735	0,495
	A x B	6	1,976	0,111
4	A	2	13,991	0,000*
	B	2	1,497	0,251
	A x B	4	2,951	0,050**
5	A	3	3,001	0,051**
	B	2	2,797	0,080
	A x B	6	1,622	0,186
6	A	3	5,879	0,004**
	B	2	3,747	0,038**
	A x B	6	2,366	0,063
7	A	3	4,929	0,009*
	B	2	3,886	0,034**
	A x B	6	3,410	0,015*
8	A	3	0,619	0,613
	B	2	0,403	0,678
	A x B	6	1,070	0,410
9	A	3	0,970	0,430
	B	2	0,841	0,451
	A x B	6	0,925	0,501

Legenda: 1 = profundidade (m)  
 2 = temperatura (°C)  
 3 = Eh (mV)  
 4 = pH  
 5 = matéria orgânica %/g de sedimento  
 6 = nitrogênio %/g de sedimento  
 7 = fósforo %/g de sedimento  
 8 = bactéria sulfato redutora (org./g de sedimento)  
 9 = zoobenton (ind/m<sup>2</sup>)  
 A = mês  
 B = margem  
 \* = significativo a 1%  
 \*\* = significativo a 5%

Tabela 3 - Composição quali-quantitativa da macrofauna (densidade média/org./m<sup>2</sup>) bentônica do reservatório de Volta Grande MG/ SP, 1987/88.

Organismos	Período de coleta				Total	Σ
	jun./87	ago./87	out./87	jan./87		
Chironomidae	1374,20	729,10	814,30	622,20	3539,80	72,99
Chaoboridae	525,00	142,90	139,00	147,60	954,50	19,70
Oligochaeta	6,20	54,00	181,20	58,20	299,60	6,20
Hemiptera	-	3,90	-	-	3,90	0,08
Trichoptera	-	-	-	3,40	3,40	0,07
Nematoda	-	3,90	-	-	3,90	0,08
Bovalvia	-	3,90	-	-	3,90	0,08
Acari	6,20	27,10	-	6,90	40,20	0,80
<b>Total</b>	<b>1911,60</b>	<b>964,80</b>	<b>1134,50</b>	<b>838,30</b>	<b>4849,20</b>	<b>100,00</b>

Tabela 4 - Matriz de correlação de Pearson para o sedimento.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	0,006	-0,238	0,270	0,320	0,370**	0,308	-0,183	-0,196
2		1	-0,043	-0,290	-0,009	0,156	0,200	-0,223	-0,169
3			1	-0,638*	-0,334**	-0,455*	-0,289	0,003	-0,376**
4				1	0,476**	0,336	0,291	-0,141	0,089
5					1	0,885*	0,663	-0,103	0,063
6						1	0,814*	-0,109	0,057
7							1	-0,069	0,067
8								1	0,341
9									1

**Legenda:**

- 1 = profundidade (m)
- 2 = temperatura ( $^{\circ}$ C)
- 3 = Eh (mV)
- 4 = pH
- 5 = matéria orgânica %/g de sedimento
- 6 = nitrogênio %/g de sedimento
- 7 = fósforo %/g de sedimento
- 8 = bactéria sulfato redutora (n<sup>o</sup> org./g/s)
- 9 = zoobenton (org./m<sup>2</sup>)

\* = significativo a 1%

\*\* = significativo a 5%

porque os processos de decomposição da matéria orgânica, que normalmente ocorrem no sedimento, liberam  $\text{CO}_2$ , que, por sua vez, acidifica o meio.

A matéria orgânica apresentou significativas variações entre os meses, correlacionando-se fortemente com o nitrogênio e o fósforo. A relação com o nitrogênio parece demonstrar que a maior parte deste elemento no sedimento encontra-se na forma orgânica. O mesmo parece ocorrer com o fósforo, confirmando a sugestão de PREMAZZI & RAVERA, 1976 apud GOLTERMAN (1976), de que o fósforo orgânico e o fosfato de cálcio representam uma fração importante do fósforo total do sedimento de lagos. Os valores observados para a matéria orgânica são baixos, o que é esperado em represas que têm, normalmente, pequeno tempo de residência da água (ESTEVES, 1988).

Os valores médios de fósforo mostraram-se elevados quando comparados aos do Reservatório de Peti, bem como as outras represas dos estados de São Paulo e Minas Gerais (ROSA et alii, 1988). O teor de nitrogênio observado foi idêntico ao encontrado para a Represa de Jaguará estudada pelo último autor, formada pelo represamento do mesmo rio e situada a aproximadamente 20 km a montante do reservatório de Volta Grande.

Estes elementos correlacionaram-se entre si, ambos acusando variações sazonais e espaciais bem significativas. Isto pode ser relacionado com o uso do solo na região de entorno do reservatório, sendo que a concentração destes elementos em regiões de agricultura intensiva é muito grande (WETZEL, 1983). Os maiores valores médios foram observados em junho e outubro (Tab. 1), coincidindo com a época em que o solo está sendo preparado para o cultivo.

As bactérias sulfato-redutoras não apresentaram variações significativas temporais ou espaciais e/ou correlações com os demais parâmetros bióticos e abióticos analisados. A sua maior média ocorreu em junho/87, e a menor, em janeiro/88, com valores sempre menores do que os

apresentados no Reservatório de Peti (ROSA et alii, 1988). A homogeneidade da população se deve, possivelmente, à não existência de fatores limitantes para estes organismos neste Reservatório.

A composição quali-quantitativa da macrofauna bentônica do reservatório de Volta Grande está apresentada na Tab. 3, em que se observa a predominância da família Chironomidae, constituindo 72,99% do total de organismos, seguida pela família Chaoboridae (19,7%) e, em menor proporção, por oligoquetas (6,22%). Os demais grupos tiveram uma ocorrência menos expressiva, representando, em conjunto, somente 1,1% do total de organismos amostrados. Esta composição qualitativa reflete uma comunidade característica da zona profunda de lagos, onde é comum a ocorrência de formas imaturas de insetos das famílias Chironomidae e Chaoboridae (USINGER, 1956). A profundidade média foi sempre superior a 14 m nas estações amostradas, o que, de acordo com ANDERSON, 1984, apud MERRITT & CUMMINS (1984), limita o número de "taxa" de insetos presentes, embora as espécies aí ocorrentes possam ser muito abundantes. No reservatório de Volta Grande, é notável a dominância dos quironomídeos. As larvas destes insetos constituem comumente a maior parte da fauna bentônica profunda de lagos e, juntamente com as oligoquetas, são importantes agentes para promover o intercâmbio de materiais entre o sedimento e a água.

A densidade média total do zoobenton encontrada para o período em estudo foi de 1212,3 org./m<sup>2</sup>. Segundo MARGALEF (1983), a maioria dos dados da literatura sobre benton profundo citam valores entre 2000 e 6000 org./m<sup>2</sup>, sendo que em lagoas eutróficas as densidades atingem até mais de 20000 ind./m<sup>2</sup>.

Apesar de existirem variações sazonais significativas para certas características físico-químicas do sedimento, tais como temperatura, Eh, pH e matéria orgânica, não foi constatada qualquer variação

significativa sazonal e/ou espacial nas densidades médias totais de organismos zoobentônicos. A inexistência de uma variação significativa entre as densidades médias nos diferentes meses amostrados sugere uma estabilidade da comunidade bentônica e uma não sazonalidade dos seus ciclos biológicos, visto que também não foi observada nenhuma variação evidente das proporções de estágios de desenvolvimento larval.

As variáveis físico-químicas e o zoobenton (Tab. 4), por sua vez, não acusaram forte correlação ( $p = 0,01$ ). É possível que no decorrer do período estudado as concentrações de nutrientes, bem como a variação de outros fatores, tais como temperatura, oxigênio, pH e Eh não tenham sido limitantes para a reprodução e o desenvolvimento dos organismos bentônicos dominantes na represa.

De acordo com ANDERSON, 1984 apud MERRIT & CUMMINS (1984), ciclos biológicos fracamente sincronizados podem ocorrer em situações onde fatores limitantes para crescimento ou reprodução (por exemplo, nutrientes, temperatura, etc.) não são sazonalmente dependentes. Nos trópicos, isto pode resultar em contínuos períodos de crescimento e reprodução das populações. Além disto, segundo esse autor, no hemisfério sul é comum a predominância de ciclos biológicos não sazonais entre os insetos aquáticos.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CETESB. Relatório final do levantamento ecológico-sanitário das represas do rio Grande; considerações sobre a piscicultura e recreação. São Paulo, Sistemas FURNAS/CEMIG, 1975.

DABÊS, M.B.G.S. et alii. Controle da qualidade das águas

das barragens da Companhia Vale do Rio Doce (CVRD). Be  
lo Horizonte, Fundação CETEC, 1988. 61 p. (Relatório  
técnico parcial).

ESTEVES, F.A. Fundamentos de limnologia. Rio de Janeiro,  
Interciência/FINEP, 1988. 575 p.

FAO. Manual of methods in aquatic environment research; part  
1. methods for detection measurement and monitoring of  
water pollution. Rome, 238 p. (FAO FISH. TECH. PAP,  
nº 137). 1975.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS - CETEC. Con-  
trole da qualidade das águas das barragens da Companhia  
Vale do Rio Doce (CVRD). Belo Horizonte, 61 p.  
1977/1978.

GOLTERMAN. Interactions between sediments and fresh water;  
proceedings of an international symposium. The Hague,  
Dr. W. Junk, 1976. 473 p.

HARGRAVE, B.T. The central role of invertebrate faeces in  
sediment de composition; the role of terrestrial and  
aquatic organisms in decomposition processes. London,  
Oxford, 1975.

INGVORSEN; ZEIKOS; BROCK. Dynamics of bacterial sulfate  
reduction in a eutrophic lake. Appl. Environ. Microbiol.,  
42(6): 1029-36, 1981.

MARGALEF, R. Limnologia. Barcelona, Omega, 1983. 1010 p.

MERRIT, R.W. & CUMMINS, K.W. An introduction to the aquatic  
insects of North America. 2.ed. Iowa, Kendall/Hunt,  
1984. 706 p.



- MORTIMER, C.H. Chemical exchange between sediments and water in the great lakes-speculations on probable regulatory mechanisms. Limnol. Oceanogr., 16(2): 387-404, 1971.
- MOSS, B. Ecology of fresh waters. New York, Blackwell, 1980. 332 p.
- NEDWELL, D.B. & FLOODGATE, G.D. The effect of microbial activity upon the sedimentary sulphur cycle. Mar. Biol., 16: 192-200, 1972.
- ROLLA, M.E. et alii. Diagnóstico limnológico das condições ambientais do reservatório de Volta Grande. Belo Horizonte, Fundação CETEC, 1988. (Relatório técnico parcial).
- ROSA, S.G. et alii. Inventário ambiental da área do reservatório de Peti. Belo Horizonte, Fundação CETEC, 1988. 68 p. (Relatório técnico parcial).
- RYBAK, J.I. Botton sediments of lakes of various trophic type. Ekologia Polska, A, 35(17): 1-52, 1969.
- SOARES DE ASSIS, L.F. Le traitement au perhydrol (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) d'un sediment reduit; une approche de laboratoire de son impact sur la macrofaune endobenthique (tubificides). Lyon, Universite Claude Bernard. 420 p. (Dissertação)
- STANDARD methods for the examination of water and wastewater. 16.ed. Washington, 1985. 1268 p.
- USINGER, R.L. Aquatic insects of California - with keys to north american genera and California species. Berkeley, University of California, 1956. 508 p.
- WETZEL, R.G. Limnology. 2.ed. Philadelphia, CBS College,

1983.

#### **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos a valiosa colaboração do professor Miguel Petreire Júnior (UNESP - Rio Claro/SP), que ajudou no estabelecimento da rede de amostragem e no tratamento estatístico dos dados obtidos.

#### **ENDEREÇO DOS AUTORES**

ROLLA, M.E.; ROSA, S.G.; FREITAS, O.M.C.; GOMES, M.C.S.;  
JUNQUEIRA, M.V.; SOUZA, M.L.G.  
Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais/CETEC  
Setor de Recursos da Água  
Av. José Cândido da Silveira, 2000 - Horto  
31170 Belo Horizonte - MG