

LIMNOLOGIA DA REPRESA DO BORBA, PINDAMONHANGABA, SÃO PAULO,
BRASIL. I. QUALIDADE DA ÁGUA.

"Limnology of Borba Reservoir, Pindamonhangaba, São Paulo, Brazil.
I. Water quality."

Mithine TAKINO (1)
Maria Helena MAHER (2)
David CAMARGO DOS SANTOS (3)

RESUMO

A Represa do Ribeirão do Borba, tem profundidade inferior a 4 m e localiza-se a 22°55'55"S e 45°27'22"W, no sudeste brasileiro, onde o clima é tropical e apresenta duas estações no ano, chuvosa-quente (outubro-março) e de estiagem fria (abril-setembro).

Durante um ciclo sazonal completo (1 ano), mensalmente 2 pontos pré-estabelecidos foram amostrados e a água da superfície e do fundo foi analisada quanto ao comportamento de alguns parâmetros físicos e químicos.

Observou-se que o pH, condutividade elétrica, alcalinidade e teor de gás carbônico, bicarbonato, cálcio, cloreto, fosfato inorgânico, nitrato e nitrito não apresentaram um padrão definido de sazonalidade, como ocorreu com os demais parâmetros.

A transparência apresentou-se elevada no período de estiagem fria enquanto a temperatura, cor, turbidez e os teores de oxigênio, sílica solúvel, ferro total e amônia na água, mais elevados no período chuvoso-quente.

A Represa do Ribeirão do Borba é um ambiente polimítico onde a estratificação diurna é comum, ocorrendo durante as duas estações climáticas. Quando comparada à outras represas do Estado de São Paulo, apresentou um processo de eutrofização relativamente adiantado, provavelmente como decorrência de sua localização em uma área agrícola.

ABSTRACT

The Ribeirão do Borba Reservoir is less than 4 m deep and is located at 22°55'55"S and 45°27'22"W, Southeast region of Brazil. The climate is tropical and shows only two climatic seasons, warm and rainy (October to March) and cold and dry (April to September).

During one year, monthly sampling was carried out at two established stations. The water parameters were determined at the surface and bottom. The obtained values show that pH, electric conductivity, alkalinity and the dissolved gas carbonic, bicarbonate, calcium, chloride, orthophosphate, nitrite and nitrate concentration did not present any definite pattern of seasonality; other parameters, like transparency, increased in the cold and dry season and, temperature, color, turbidity and the concentration of oxygen, soluble silica, total iron, and ammonia in the water increased in the warm and rainy season.

The Ribeirão do Borba Reservoir is a polymictic environment where diurnal stratification is common in both climatic seasons. In relation to others reservoirs of the State of São Paulo, the studied reservoir shows as consequence of the localization in an agriculture area, a high trophic degree.

1. INTRODUÇÃO

A represa é formada pelo barramento do Ribeirão do Curtume. Localiza-se no Município de Pindamonhangaba, no Estado de São Paulo, na região Sudeste do Brasil onde o clima, segundo NIMER (1977) é tropical sub-quente úmido. O Ribeirão do Curtume pertence a uma das sub-bacias do Rio Paraíba do Sul que, segundo o mapa geológico de BISTRICH et alii (1981) é

formada sobre rochas do terciário, Tt pertencentes à Formação Tremembé do Grupo Taubaté e por sedimentos aluvionares Qa, do quaternário.

Situada a uma altitude de 552 m, tem uma área de 0,9 km², é muito rasa sendo de 3,6 m a espessura máxima da coluna d'água. A barragem possui um vertedouro do tipo tulipa, ou seja, vertedouro circular

- (1) Químico - Seção de Limnologia - Divisão de Pesca Interior - Instituto de Pesca - Bolsista CNPq.
(2) Pesquisador Científico - Seção de Limnologia - Divisão de Pesca Interior - Instituto de Pesca - Bolsista CNPq.
(3) Biólogo - Seção de Limnologia - Divisão de Pesca Interior - Instituto de Pesca.

através do qual a água de superfície escoava para ser eliminada do reservatório por baixo da barragem.

A Represa do Borba tem por finalidade o armazenamento de água para o abastecimento das instalações de uma fazenda experimental pertencente ao Instituto de Zootecnia da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo.

Parte da água da represa é captada a 1 m da superfície e por um sistema de vasos comunicantes é, ininterruptamente, utilizada "in natura" para o abastecimento de tanques de aquicultura, pertencentes a uma estação de piscicultura do Instituto de Pesca. Essa Instituição, que também pertence à Secretaria de Agricultura, desenvolveu a presente pesquisa no sentido de conhecer a qualidade da água que utiliza.

Vários autores, entre os quais VILA, ZEISS & GIBSON (1978) já mencionaram a importância de estudos limnológicos em ambientes destinados ao cultivo de peixes; uma vez que, entre os fatores que exercem influência sobre sua sobrevivência encontram-se a temperatura da água e a concentração de gases e sólidos nela dissolvidos.

A temperatura da água exerce influência sobre o desenvolvimento de organismos aquáticos atuando sobre a velocidade de suas reações metabólicas e sobre a disponibilidade de gases e sólidos dissolvidos na água. Além de interferir na solubilidade desses últimos, a temperatura é também responsável pela circulação da água de ambientes lênticos.

Em lagos de clima tropical e subtropical é relativamente comum ocorrer estratificação superficial gerada diariamente por aquecimento solar, e destruída por resfriamento noturno. Em decorrência da estrati-

ficação, que mantém a água da camada superior isolada, o oxigênio produzido fotossinteticamente é aí acumulado, podendo atingir valores de supersaturação. Com resfriamento noturno e consequente circulação da água, o oxigênio é distribuído por toda a coluna, o que reduz sua concentração na camada superficial e eleva no fundo. Entre os vários autores que descreveram esse fenômeno, em lagos artificiais do Estado de São Paulo, encontram-se TUNDISI et alii (1972), HENRY (1981), FROELICH; ARCIFA-ZAGO; CARVALHO (1978) e MAIER; TAKINO; CAMARGO DOS SANTOS (1983).

No Lago George (África), como em outros lagos altamente eutróficos, a ocorrência de acentuada desoxigenação noturna pode causar asfixia temporária de peixes que são reanimados com o restabelecimento da oxigenação da água através da fotossíntese (Hickling, 1952, apud BEADLE, 1974). Beadle cita ainda que em outubro de 1957, após um período de 2 semanas de ausência de ventos ocorreu uma violenta tempestade e consequente circulação da água; em poucas horas mais de 1,3 milhões de peixes de valor comercial e muito maior número de outros peixes morreram asfixiados.

O teor de gases e sólidos dissolvidos na água está diretamente relacionado à sua produtividade primária e secundária pois de sua disponibilidade depende o desenvolvimento de organismos aquáticos. Além disso, essas substâncias podem estar presentes em concentrações tóxicas para esses organismos. Ambos aspectos foram abordados por TAKINO; MAIER; STERN; NIEWSKI (1984) como parte de um estudo sobre a capacidade biogênica de rios localizados no Município de Campos do Jordão (Estado de São Paulo).

2. MATERIAL E MÉTODO

De outubro de 1981 a setembro de 1982 foram realizadas amostragens mensais na superfície e a 0,5 m do fundo, em 2 pontos, localizados na parte central da represa (FIGURA 1). As coletas foram proce-

didadas entre 10,30 e 13,00 horas. Estas, bem como as técnicas de preservação das amostras e de análise de laboratório obedeceram a metodologia proposta por AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (1975).



FIGURA 1 - Mapa com a localização do reservatório.

Os dois pontos de amostragem distam, aproximadamente, 150 m um do outro, e a espessura da coluna d'água varia de 2 a 3 m.

A água, coletada com auxílio de garrafa marca Hach, modelo OX-10, foi, em parte, acondicionada em frascos apropriados para as determinações de oxigênio dissolvido (Winkler) e em parte em frascos plásticos sendo remetida ao laboratório onde as análises foram procedidas num espaço de tempo, em geral, não superior a 24 h.

Utilizou-se disco de Secchi de 20 cm de diâmetro para as medidas de transparência, e termômetro comum de mercúrio para as de temperatura. Os aparelhos utilizados nas medidas de pH, condutividade elétrica, cor e turbidez foram, respectivamente, potenciômetro Metrohm modelo E 350 A, condutivímetro, colorímetro e turbidímetro da marca "HACH". Para as determinações de oxigênio dissolvido, cálcio, cloreto, oxigênio consumido e alcalinidade utilizaram-se métodos titulométricos. Para as de nitrato, ferro, amônia, sílica, fosfato e

nitrito, técnicas colorimétricas com leituras espectrofotométricas. Calculou-se a saturação de oxigênio pelo método nomográfico utilizando-se a tabela proposta por TRUESDALE et alii (1955 apud SCHOWERBEL, 1975). Bicarbonato e CO₂ livre foram calculados com base nas equações segundo MACKERETH et alii (1978), a partir dos valores de alcalinidade, pH, condutividade e temperatura.

Para o estudo de variações sazonais das características físicas e químicas da água, acompanhou-se o modelo de divisão climática da região, ou seja, uma estação chuvosa (outubro a março) e uma de estiagem (abril a setembro), NIMER (1977).

Os valores obtidos nos dois pontos foram utilizados para os cálculos de mediana de cada variável, considerando-se separadamente superfície, fundo da represa, e os períodos de chuva e de estiagem. Também foram calculadas as medianas do período de estudo, utilizando-se todos os valores registrados para cada variável.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período chuvoso quente (outubro-março) a temperatura da água variou entre 23,5 e 29,0°C e ao longo da coluna d'água, a menor amplitude de variação foi da ordem de 0,8°C (25,3 – 24,5°C), em janeiro, e a maior, de 4,5°C (28,0 – 23,5°C), em dezembro. Embora o aquecimento diurno possa atingir 7 m (FROELICH; ARCIFAZAGO; CARVALHO, 1978), variações tão grandes entre a temperatura da superfície e a do fundo já foram observadas em outras represas muito rasas também localizadas no Estado de São Paulo. MAIER (1985) atribuiu essa variação ao aquecimento diurno, e é provável que no decorrer do dia toda a coluna d'água se tornasse igualmente aquecida, fato que não teria sido detectado devido ao horário das medições (10,30 – 13,00 h). MAIER; TAKINO; CAMARGO DOS SANTOS (1983) mostraram que o aquecimento diurno ao longo da coluna d'água prossegue até as 16 h.

No período de estiagem-frio (abril-setembro), a temperatura da água apresen-

tou uma grande oscilação (18,8–24,8°C), mostrando, porém, pequenas variações ao longo da coluna d'água. Em abril foi observada a maior variação (2,3°C), no ponto 2, a qual aliada à ausência total de variação no ponto 1, indica a presença de circulação de massas de água. As inversões térmicas registradas de maio a julho (TABELA 1) reforçam a indicação da presença de circulação da água. A presença de circulações frequentes tanto no período quente como no frio já foi detectada em outras represas do Estado de São Paulo (MAIER, 1985).

Os menores valores de transparência e os maiores de cor e turbidez foram registrados no período de chuva (TABELA 1). Este fato, aliado à presença de erosões marginais mais acentuadas nesse período, deram indicações de que a transparência da água está mais dependente das condições do tempo que da presença de maiores ou menores densidades planctônicas. Entretanto, a presença de sazonalidade quanto ao teor de oxigênio, que é mais abundante

TABELA 1 — Represa do Borba — Valores de parâmetros físicos e químicos registrados na superfície (S) e no fundo (F) nos dois pontos de coleta (1 e 2) em 1981-82.

Pontos de coleta	Temperatura do ar (°C)	Transparência (m)	Profundidade (m)	Temperatura da água (m)	Cor (mg/l Pt)	Turbidez (FTU)	Condutividade (µS/cm)	pH	Alcalinidade (mg/l)	N-NH ₃ (mg/l)	N-NO ₃ (mg/l)	P-PO ₄ (µg/l)	Fe (mg/l)	Si-SiO ₂ (mg/l)	CaCl ₂ (mg/l)	MgCl ₂ (mg/l)	CO ₂ livre (mg/l)	Bicarbonato (mg/l)	Oxigênio dissolvido (mg/l)	Saturação de oxigênio (%)	Oxalato (mg/l O ₂)	
07/10	1 28,0	0,95	S	24,2	48	41	37	7,3	17,03	0,12	0,0	10	0,88	4,0	6,4	3,7	1,64	20,75	8,13	107	2,4	
	2 28,0	1,00	S	24,5	53	44	37	7,4	17,03	0,11	0,07	15	0,94	4,0	4,8	3,4	1,30	20,73	8,13	107	2,28	
			F																			
10/11	1 29,0	0,25	S	26,5	405	303	37	6,7	14,03	0,52	0,30	15	2,90	8,4	2,6	2,6	5,27	17,12	7,39	105	12,69	
			F	24,0	500	660	45	6,2	18,04	—	0,23	43	4,05	8,8	6,8	2,0	21,92	22,01	2,99	39	16,85	
2 29,0	0,25	S	26,8	405	330	38	6,8	18,04	0,97	0,06	7	2,45	8,1	7,2	2,6	5,25	22,00	7,57	107	14,07		
		F	24,0	500	555	39	6,2	16,03	0,29	0,19	14	3,80	9,0	8,0	3,4	19,49	19,57	3,19	42	16,00		
08/12	1 25,5	0,40	S	25,3	300	200	37	7,3	19,04	0,94	0,36	0	2,78	9,0	8,8	3,0	1,79	23,18	7,05	94	6,76	
		F	24,5	285	190	36	7,2	17,03	0,93	0,78	32	3,40	8,8	10,4	3,0	2,07	20,76	6,89	91	6,14		
2 24,3	0,45	S	25,5	290	180	36	7,3	18,04	0,92	0,88	10	3,90	8,8	10,4	3,3	1,70	21,97	7,29	98	5,53		
		F	24,0	520	320	58	7,0	16,03	2,10	1,29	10	4,00	9,0	28,0	2,6	3,68	18,67	1,03	14	8,72		
13/01	1 28,5	0,20	S	27,5	650	115	38	6,7	18,04	—	0,20	22	4,30	8,7	4,8	2,7	6,62	22,00	7,20	100	1,23	
		F	24,5	550	115	38	6,4	17,03	—	0,25	78	4,60	8,6	4,8	3,1	13,06	20,79	5,67	75	1,11		
2 27,5	0,20	S	28,0	600	110	33	6,5	15,03	—	0,50	30	4,20	8,4	5,2	2,7	8,75	18,35	8,01	112	1,23		
		F	23,5	650	150	36	6,6	14,03	—	0,18	32	5,20	8,4	5,2	2,4	6,95	17,13	3,72	48	1,47		
11/02	1 34,0	0,35	S	28,5	315	160	31	6,5	18,04	0,95	1,92	25	2,19	10,2	6,0	3,7	10,49	22,01	7,25	102	5,22	
		F	27,5	405	240	32	6,2	16,03	1,04	2,45	48	2,89	10,6	4,8	3,1	18,52	19,57	4,36	60	5,96		
2 35,0	0,35	S	29,0	305	160	32	6,5	15,03	0,72	1,80	16	2,24	10,0	5,0	3,5	8,75	18,35	7,35	104	5,16		
		F	25,5	450	260	32	6,1	17,03	1,19	0	12	2,33	10,2	5,0	3,6	25,48	20,79	2,54	30	5,90		
17/03	1 31,0	0,30	S	28,3	340	250	30	7,1	14,03	0,98	1,19	0	1,79	19,0	5,6	2,4	2,05	17,12	8,48	119	3,81	
		F	26,0	415	298	34	6,3	18,04	1,13	0,17	0	1,99	18,0	5,6	2,0	17,01	22,01	7,69	104	3,56		
2 26,0	0,30	S	29,0	340	247	30	6,9	14,03	1,02	0,08	1	1,68	16,0	8,8	2,0	3,35	17,12	8,95	127	3,44		
		F	25,0	480	249	34	6,3	—	1,39	0,14	1	2,39	—	8,0	2,0	—	—	—	—	5,02	67	4,42

Continua

Atuação do organismo fígado e pulmões registrados na superfície (S) e no fundo (F) nos dois pontos de coleta (1 e 2) em 1981-82.

TABELA 1 – Represa do Borbo – Valores de parâmetros físicos e químicos registrados nas amostras. (30% no total de 7 amostras por ponto).

Tempo de coleta	Temperatura do ar (°C)	Transparência (m)	Profundidade (m)	Temperatura da água (m)	Cor (mg/l Pt)	Turbidez (FTU)	Condutividade (µS/cm)	pH	Alcalinidade (mg/l)	N-NH ₃ (mg/l)	N-NO ₃ (mg/l)	P-PO ₄ (µg/l)	Fe (mg/l)	Si-SiO ₂ (mg/l)	Calcio (mg/l)	Bicarbonato (mg/l)	Oxigênio dissolvido (mg/l)	Saturação de oxigênio (%)	Oxidabilidade (mg/l O ₂)			
13/04	1 26,2	0,70	S	24,2	140	64	34	6,8	18,04	0,49	0,03	20	1,76	19,8	6,2	3,4	5,50	22,00	106	0,53		
			F	24,2	145	67	34	6,8	19,04	0,54	0,09	10	1,38	19,8	8,4	3,1	5,50	22,00	105	0,45		
2	26,8	0,70	S	24,8	135	64	34	6,9	19,04	0,62	0,04	0	1,53	17,6	16,8	3,2	3,33	17,2	109	0,45		
			F	24,5	590	390	35	6,3	-	1,15	0,08	0	2,08	13,2	22,2	2,9	-	3,91	50	2,04		
11/05	1 23,5	0,70	S	20,8	140	72	32	6,6	14,03	0,42	0,27	0	0,74	9,1	5,6	2,4	7,11	17,13	8,98	111	5,45	
			F	21,0	170	86	31	6,7	16,03	0,65	0,37	10	1,24	8,8	7,2	2,7	6,45	19,57	8,33	110	5,30	
2	23,0	0,70	S	20,5	120	67	32	6,8	18,04	0,63	0,27	0	0,94	8,3	6,4	2,4	5,76	20,01	8,98	103	4,85	
			F	20,8	365	240	33	6,2	16,03	1,23	0,55	0	1,42	8,2	6,4	2,4	20,67	19,82	9,78	59	9,24	
22/06	1 16,8	0,90	S	19,0	135	82	36	7,1	16,03	0,58	0,11	30	1,39	9,1	5,4	3,2	2,63	19,55	7,33	88	1,46	
			F	18,8	145	80	32	6,6	15,03	0,61	0,07	10	1,16	9,4	5,1	4,0	8,10	19,09	7,19	86	1,46	
2	16,8	0,80	S	18,8	135	78	31	6,6	18,04	0,58	0,13	25	0,86	8,9	5,0	3,6	9,35	19,01	7,63	91	2,51	
			F	19,0	145	83	36	6,6	16,43	0,60	0,18	10	1,36	9,2	4,0	3,4	8,52	20,06	7,19	86	2,91	
29/07	1 26,0	0,85	S	19,5	105	60	36	6,8	12,37	0,78	0,06	30	0,78	13,0	5,6	3,2	4,03	15,06	7,78	94	1,91	
			F	20,0	103	64	37	6,7	12,37	0,50	0,13	60	1,05	14,0	7,2	3,1	4,97	15,06	7,78	95	2,03	
2	26,0	0,85	S	19,5	110	62	36	6,6	12,37	0,51	0,06	25	0,90	14,8	9,6	3,4	6,40	15,06	7,63	92	1,80	
			F	19,5	132	71	36	6,6	12,37	0,51	0,14	20	0,95	14,0	8,8	3,2	6,40	15,06	8,08	98	2,03	
19/08	1 22,0	1,00	S	21,2	110	61	35	6,7	14,43	0,43	0,05	30	0,93	9,0	7,2	3,1	5,81	17,62	-	-	1,39	
			F	20,0	155	92	36	6,5	12,37	0,63	0,12	35	1,36	11,0	8,0	2,8	7,87	15,06	-	-	1,25	
2	22,0	1,00	S	20,5	95	60	35	6,6	12,37	0,62	0,29	20	1,25	8,0	8,8	2,8	6,25	15,06	-	-	1,67	
			F	19,2	165	115	37	5,3	12,37	0,78	0,03	12	1,63	9,5	7,2	2,8	12,77	15,07	-	-	1,67	
27/09	1 27,0	0,80	S	23,0	112	59	37	6,9	16,50	0,42	0,11	60	2,10	-	-	8,0	4,09	20,11	7,73	100	3,07	
			F	22,0	125	63	39	6,0	16,50	0,52	0,09	0	2,35	-	-	8,0	2,5	4,09	20,11	7,53	95	3,98
2	27,1	0,90	S	23,0	110	52	40	7,4	16,50	0,37	0,17	33	2,50	-	-	7,2	2,5	1,29	20,08	8,14	105	3,64
			F	22,0	125	63	32	6,9	18,56	0,68	0,17	0	2,95	-	-	7,2	3,1	4,60	22,6	8,86	112	4,77

no período chuvoso, indica que uma maior densidade fitoplanctônica estaria também contribuindo para a diminuição da transparência. O teor de HCO_3^- mostrou comportamento similar ao de oxigênio, enquanto o de CO_2 , o inverso (TABELA 2). Como o oxigênio, ambos apresentaram uma maior amplitude de variação, na coluna d'água, durante o período quente. Este fato também pode ser indicação da ocorrência de uma maior produtividade fitoplanctônica durante esse período, fato já observado em lagos artificiais tropicais (GIANESSELLA-GALVÃO, 1981; MAIER; TAKINO, 1985a).

Com relativa frequência, a água de superfície apresentou supersaturação. Apesar de apresentar menor oxigenação, a camada de fundo não chegou a tornar-se anóxica. Nesse local, o menor valor de oxigênio dissolvido, 1,03 mg/l correspondeu a uma saturação de 13,5% e ocorreu em dezembro no ponto 2. De um modo geral, o ponto 1 apresentou menores variações ao longo da coluna d'água que no ponto 2 (TABELA 1). Este fato aliado às temperaturas registradas, poderiam indicar a presença, mais frequente no ponto 1, de circulação de massas de água. Entretanto, a observação de valores de condutividade elétrica similares nos dois pontos bem como ao longo de todo o ano (Tabela 1) indica, como já observaram MAIER; TAKINO (1985a), a presença de frequentes circulações da água durante todo o ano (período quente ou frio).

A presença de circulação muito frequente também pode ser sugerida pela ausência de sazonalidade no tocante ao pH e à alcalinidade. A água apresentou uma acidez frequente que se acentuava no fundo, durante o período quente e na superfície durante o frio. Os dois pontos de coleta, apesar de apresentarem valores um pouco diferentes, mostraram o mesmo comportamento: mais ácido no fundo que na superfície (TABELAS 1 e 2). A alcalinidade apresentou pequenas variações sendo no ponto 1, mais elevada no período quente e no ponto 2, no período frio. Os dois pontos apresentaram valores tendendo a diminuição no fundo.

Os valores extremos de CO_2 livre (1,29–25,48 mg/l), de bicarbonato (15,06

–23,18 mg/l) bem como os de alcalinidade (14,03–19,04 mg/l que corresponde a 0,28–0,38 meq/l) e principalmente os de cálcio (4–28 mg/l) mostraram-se relativamente elevados se comparados aos registrados por MAIER; TAKINO, 1985 a e b) em outras represas do Estado de São Paulo. A concentração de cálcio apresentou oscilações que não parecem obedecer a um padrão definido de variação, quer seja sazonal quer seja espacial (TABELA 2).

Os teores de sílica e ferro apresentaram comportamento sazonal, com os valores mais elevados ocorrendo no período chuvoso, principalmente no que tange ao ferro. Este, apresentou concentração mais elevada na camada do fundo que, com maior acidez, teria melhores condições de manutenção do ferro sob forma detectável ou seja, dissolvido. A presença dos dois íons, em maior concentração no período chuvoso, provavelmente foi facilitada por uma maior erosão da bacia de drenagem. O mesmo comportamento foi observado em outras represas do Estado de São Paulo (GIANESSELLA-GALVÃO, 1981; MAIER; TAKINO, 1985 a e b).

O nitrito não foi detectado, e o nitrato apresentou variações que não evidenciaram padrões de comportamento sazonal ou espacial. O mesmo não ocorreu em relação à amônia, que apresentou, no período frio, valores pouco inferiores aos do quente e no fundo, superiores aos da superfície. Os dois pontos de estudo apresentaram valores semelhantes, predominando entretanto, os mais elevados no ponto 1, que também apresentou os valores mais elevados de fosfato (TABELA 1).

O fosfato inorgânico apresentou uma certa sazonalidade de comportamento, os valores mais elevados foram registrados no fundo, durante o período quente e na superfície durante o frio. Já o teor de cloreto não apresentou padrões de variação, sazonal ou vertical. Esses resultados não se mostraram muito concordantes com os observados em outras represas do Estado de São Paulo onde, segundo MAIER; TAKINO (1985 a e b), a maior concentração de fosfato inorgânico e de cloreto é observada no período chuvoso quente.

Os valores das concentrações dos compostos de nitrogênio e fósforo foram

TABELA 2 - Represa do Borba - Parâmetros físicos e químicos da água. Valores mínimos (m), 25%, médios (M), 75% e máximos (m*) anuais e sazonais (período chuvoso e de estiagem) registrados na superfície (S) e no fundo (F), nos dois pontos estudados.

PERÍODO	VALORES	TEMPERATURA (°C)	COR (mg/l Pt)	TURBIDEZ (FTU)	CONDUTIVIDADE (µS/cm)	pH	ALCALINIDADE (mg/l)	NH ₃ (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	PO ₄ (µg/l)	Fe (mg/l)	Si (mg/l)	Ca (mg/l)	Cl (mg/l)	CO ₂ LIVRE (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg/l)	SATURACÃO DE OXIGÊNIO (%)	OXIDABILIDADE (mg/l)
Anual	m	18,8	48	41	30	6,1	12,37	0,11	0,00	0	0,74	4,0	4,0	2,04	1,29	15,06	1,03	13,5	0,45
	25%	20,5	125	64	32	6,3	14,03	0,51	0,07	5	1,20	8,6	5,3	2,47	3,33	17,12	6,28	80,3	1,67
	M	24,0	168	113	36	6,6	16,47	0,63	0,17	13	2,03	9,1	7,0	2,92	6,12	19,82	7,46	96,5	3,25
	m*	28,0	650	390	38	7,3	19,04	2,10	2,45	78	5,20	19,8	28,0	4,00	25,48	23,18	8,98	118,8	16,83
S	m	18,8	48	41	30	6,5	12,37	0,11	0,00	0	0,74	4,0	4,2	2,04	1,29	15,06	7,05	87,9	0,45
	25%	20,5	110	60	32	6,5	14,03	0,42	0,06	0	0,93	8,3	5,4	2,47	2,05	13,12	7,34	94,8	1,46
	M	24,4	138	75	36	6,8	16,27	0,80	0,13	20	1,72	9,1	6,3	3,02	5,38	19,78	7,75	103,7	2,79
	m*	29,0	650	330	40	7,6	19,04	1,02	1,92	60	4,30	19,8	16,8	3,74	10,49	23,18	8,98	118,8	14,07
F	m	18,8	103	61	31	6,1	12,37	0,29	0,00	0	0,95	8,2	4,0	2,04	2,07	15,06	1,03	13,5	0,45
	25%	20,0	145	75	33	6,3	14,03	0,34	0,09	5	1,30	8,8	5,1	2,43	4,97	17,13	3,72	48,3	1,57
	M	23,0	325	113	36	6,6	16,03	0,73	0,17	11	2,21	9,4	7,2	2,92	7,98	19,69	6,28	80,4	3,77
	m*	27,5	650	660	58	7,3	18,56	2,10	2,45	78	5,10	19,0	28,0	4,00	25,48	22,61	8,86	112,2	16,83
QUENTE	m	24,2	46	41	30	6,5	14,03	0,11	0,00	0	0,88	4,0	4,8	2,04	1,30	17,12	7,05	94,3	1,23
	25%	27,2	328	170	37	6,9	17,03	0,93	0,25	15	2,35	8,9	5,8	2,83	4,56	20,74	7,71	104,2	4,48
	M	29,0	650	330	38	7,4	19,04	1,02	1,92	30	4,30	19,0	10,4	3,74	10,49	23,18	8,95	126,5	14,07
	m*	29,0	650	330	38	7,4	19,04	1,02	1,92	30	4,30	19,0	10,4	3,74	10,49	23,18	8,95	126,5	14,07
F	m	23,5	285	15	32	6,1	14,03	0,29	0,00	0	1,99	8,4	4,8	2,04	2,07	17,13	1,03	13,5	1,11
	25%	24,5	490	280	36	6,3	16,53	1,06	0,21	23	3,60	9,0	6,2	2,79	15,03	20,76	4,04	54,3	5,93
	M	27,5	650	660	58	7,2	18,04	1,39	2,45	78	5,20	18,0	28,0	3,64	25,48	22,01	7,69	103,9	16,83
	m*	27,5	650	660	58	7,2	18,04	1,39	2,45	78	5,20	18,0	28,0	3,64	25,48	22,01	7,69	103,9	16,83
FRIO	m	18,8	95	32	31	6,6	12,37	0,37	0,03	0	0,74	8,0	5,0	2,38	1,29	15,06	7,33	87,9	0,45
	25%	20,7	116	63	35	6,8	15,23	0,34	0,11	25	0,94	9,1	6,8	3,15	5,63	18,38	7,94	101,5	1,85
	M	24,8	140	82	40	7,4	19,04	0,78	0,29	60	2,10	19,8	16,8	3,55	9,35	22,00	8,98	111,4	5,45
	m*	24,8	140	82	40	7,4	19,04	0,78	0,29	60	2,10	19,8	16,8	3,55	9,35	22,00	8,98	111,4	5,45
F	m	18,8	103	61	31	6,2	12,37	0,50	0,03	0	0,95	8,2	4,0	2,38	4,09	15,06	3,91	49,9	0,45
	25%	20,8	145	82	36	6,6	16,03	0,62	0,13	10	1,37	10,2	7,2	2,97	6,45	19,37	7,65	95,2	2,03
	M	24,2	590	390	39	6,9	18,56	1,23	0,55	60	2,95	19,0	22,2	4,00	20,67	22,61	8,86	112,2	9,24
	m*	24,2	590	390	39	6,9	18,56	1,23	0,55	60	2,95	19,0	22,2	4,00	20,67	22,61	8,86	112,2	9,24

superiores aos registrados em várias represas do Estado de São Paulo (GIANESSELLA-GALVÃO, 1981; MAIER & TAKINO, 1985b) sendo suplantado apenas pelas que apresentam maior grau de trofia. Estas encontram-se, em geral, próximas a grandes centros urbanos e apresentam também altos valores de cloreto que é um indicador da recepção de efluentes domésticos. Na represa em estudo, os valores de cloreto não apresentaram o mesmo comportamento que os outros dois íons sendo seus teores semelhantes aos de represas não eutróficas indicando assim, que o nitrogênio e fósforo não provêm de esgotos domésticos. É provável que a presença de uma zona agrária ao redor da represa influa na qualidade de sua água fornecendo nitrogênio e fósforo. Por outro lado, o teor de matéria orgânica, medido através da oxidabilidade,

apresentou valores relativamente elevados se comparados aos registrados num ambiente eutrófico (Represa do Rio Grande, MAIER, MEYER & TAKINO (no prelo). Este fato vem, mais uma vez, corroborar a hipótese da influência da presença da zona agrária.

A represa em estudo não se enquadrou em nenhum dos 7 tipos de ambientes já definidos por MAIER & TAKINO (1985c). Os valores medianos de condutividade elétrica a enquadrariam no tipo B porém os de alcalinidade no tipo C. Já os valores medianos de bicarbonato e cálcio, foram superiores aos que definem o tipo C sem entretanto atingir os valores das represas altamente eutróficas do Complexo Billings. A sílica, por sua vez, apresentou mediana superior a de qualquer um dos 7 tipos definidos pelos autores acima citados.

4. CONCLUSÃO

A represa do Borba é polimítica apresentando circulação freqüente mesmo durante o período chuvoso quente pois sendo muito rasa o aquecimento diurno atinge toda a coluna d'água.

A qualidade da água sofre influência da presença de uma região agrária ao redor da represa contribuindo com matéria orgânica, favorecendo a eutrofização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA) 1975 *Standard Methods for the examination of water and wastewater*, 14 ed. New York. 1193.
- BEADLE, L. C. 1974 *Water circulation and stratification in tropical lakes*. In: ——— *The inland waters of Tropical Africa. An Introduction to tropical limnology*. Longman Inc., N. Y. cap. 6: 58-87.
- BISTRICH, C. A. et alii 1981 Mapa Geológico do Estado de São Paulo, Escala 1:500.000. Publicação do IPT n.º 1184, Vol. II: Mapas.
- FROELICH, C. G.; ARCIFA-ZAGO, M. S.; CARVALHO, M. A. J. 1978 Temperature and oxygen stratification in Americana Reservoir, State of São Paulo, Brazil — *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 20: 1710-19.
- GIANESSELLA-GALVÃO, S. M. F. 1981 *Produção primária e suas relações com alguns fatores físicos e químicos em reservatórios do Estado de São Paulo*. São Paulo — SP. Vol. 1:171 p. vol. 2:149 (Tese de doutoramento, Instituto Oceanográfico, USP).
- HENRY, R. 1981 Estudos ecológicos na represa do Rio Pardo (Botucatu, SP, Brasil). I. O ambiente e variações diurnas de alguns fatores ambientais. *Rev. bras. Biol.*, 41(1):153-61.
- MACKERETH, F. J. H.; HERON, J. & TALLING, J. F. 1978 Water analysis: some revised methods for limnologists. *Fresh-water Biological Association, Scientific Publication*, 36: cap. 2:24-46.
- MAIER, M. H. 1985 Limnologia de Reservatórios do Sudeste do Estado de São Paulo, Brasil. II. Circulação e estratificação da água. *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 12(1):11-43, maio.
- MAIER, M. H. & TAKINO, M. 1985a Limnologia de reservatórios do Sudeste do Estado de São Paulo, Brasil. III. Qualidade da água. *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 12(1):45-73, maio.
- , 1985b Limnologia de reservatórios do

TAKINO, M.; MAIER, M. H.; CAMARGO DOS SANTOS, D. 1985 Limnologia da Represa do Borba. Pindamonhangaba, São Paulo, Brasil. I. Qualidade da água. *B. Inst. Pesca*, 12(2):67-76, jul.

- Estado de São Paulo. IV. Nutrientes e clorofila *a*. *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 12(1):75-102, maio.
- MAIER, M. H. & TAKINO, M. 1985e Limnologia de reservatórios do Sudeste do Estado de São Paulo, Brasil. V. Tipologia através dos fatores abióticos e clorofila *a*. *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 12(1):103-122, maio.
- MAIER, M. H.; MEYER, M.; TAKINO, M. 1985 Caracterização física e química da água da Represa do Rio Grande (Riacho Grande, SP, Brasil). no prelo.
- MAIER, M. H.; TAKINO, M.; CAMARGO DOS SANTOS, D. 1983 Circulação e estratificação diurnas na Represa de Riacho Grande (Billings), SP, Brasil. *An. Sem. Reg. Ecol. III*: 67-78. São Carlos, SP.
- NIMER, E. 1977 Clima. In IBGE (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) *Geografia do Brasil - Região Sudeste, Rio de Janeiro*, Diretoria de Divulgação. v. 3 cap. 2:51-89.
- SCHWOERBEL, J. 1975 *Metodos de hidrobiologia: biología del agua dulce*, Trad. Francisco Javier Haering Perez, Madrid, Hermann Blume Ed. 262 p. Original alemão.
- TAKINO, M.; MAIER, M. H.; STEMPNIEWSKI, H. L. 1984 Características físicas e químicas da água de ambientes de altitude elevada. Campos do Jordão, SP. *B. Inst. Pesca*, 12(1): , maio.
- TUNDISI, J. G. et alii 1972 Estudos ecológicos em ambientes lacustres I. (Process. Report.) DCB UFSCar, SP. 75 p.
- VILA, J. P.; ZEISS, E. C.; GIBSON, H. 1978 Prospecciones de sistemas hidrográficos para la introducción del "Salmon" en Chile. *Biol. Pesq. Chile*, n.º 10: 61-73.