

B. Inst. Pesca
8(único):23-46, 1981

REPRESA BILLINGS — SÃO PAULO I. FITOPLANCTON E CARACTERÍSTICAS
FÍSICAS DA ÁGUA

(Billings Reservoir — São Paulo I. Phytoplankton an physical characteristics of the
water)

Miriam Borges XAVIER *



amônia, nitrito, nitrato e sílica) da água e o fitoplâncton encontrado em duas estações de coleta na Represa Billings, no período de um ano. Estas estações foram selecionadas após realização de análises preliminares, sendo que a primeira é mais protegida da poluição que a segunda.

Foram determinados os grupos de algas predominantes em função das in-

fluências climáticas e de algumas condições físicas e químicas da água, e dos efeitos seletivos causados pela poluição.

Estudos básicos semelhantes sobre a físico-química da água e "standing-stock" do fitoplâncton foram desenvolvidos, entre outros, por WELCH (1935), TALLING (1965, 1966), TALLING & TALLING (1965), HUTCHINSON (1967) e REID & WOOD (1976).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Amostragem da água

Foram tomadas amostras de água quinzenalmente para análise de características físicas da água e do fitoplâncton durante um ano (out./77 a set./78) na Represa Billings, no município de São Bernardo do Campo-SP (Figura 1). Foram escolhidas duas estações, a primeira situada no braço do Rio Grande próxima, mais ou menos 100m, à captação de águas da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), para os municípios de Santo André, São Caetano do Sul e São Bernardo do Campo. A segunda situa-se no braço do Rio Pequeno.

As coletas de água na estação 1 foram realizadas de bordo de um barco, constituindo-se de águas de superfície e de profundidade (2m), enquanto que na estação 2 eram realizadas próximas à margem, constituindo-se de águas de superfície. As águas de superfície foram coletadas em frascos de polietileno e as de profundidade em garrafas da marca "Hach".

Os padrões convencionais descritos em GOLTERMANN (1969), VOLLENWEIDER (1971) e AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (1975) foram obedecidos tanto nas coletas de amostras de água como nos métodos analíticos empregados.

2.2 Clima

Para o estudo climatológico da região utilizaram-se medidas diárias de

temperatura média, máxima e mínima do ar, velocidade média do vento, umidade relativa média e insolação média. A fluviometria foi estudada através de dados do nível da Represa Billings registrados diariamente. Estas medidas foram fornecidas pela Light Serviços de Eletricidade S/A, coletadas no Posto Meteorológico P-12-042, de Pedreira, situado em São Bernardo do Campo, Estado de São Paulo.

A pluviometria foi estudada através de medidas diárias fornecidas pelo Centro Tecnológico de Hidráulica do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) da Secretaria de Obras Públicas. Esses dados provêm do Posto Pluviométrico da Estação E-142R localizada em São Bernardo do Campo-SP.

As medidas diárias de radiação solar foram obtidas através de dados fornecidos pelo Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo, situado na Capital, Estado de São Paulo.

2.3 Variáveis físicas da água

Em cada local de coleta foram realizadas as determinações da temperatura do ar e da água, em °C, utilizando-se um termômetro comum com bulbo de mercúrio. A transparência foi determinada com o auxílio de um disco de "Secchi" sendo a profundidade, onde o mesmo deixou de ser visualizado na água, medidas em metros.

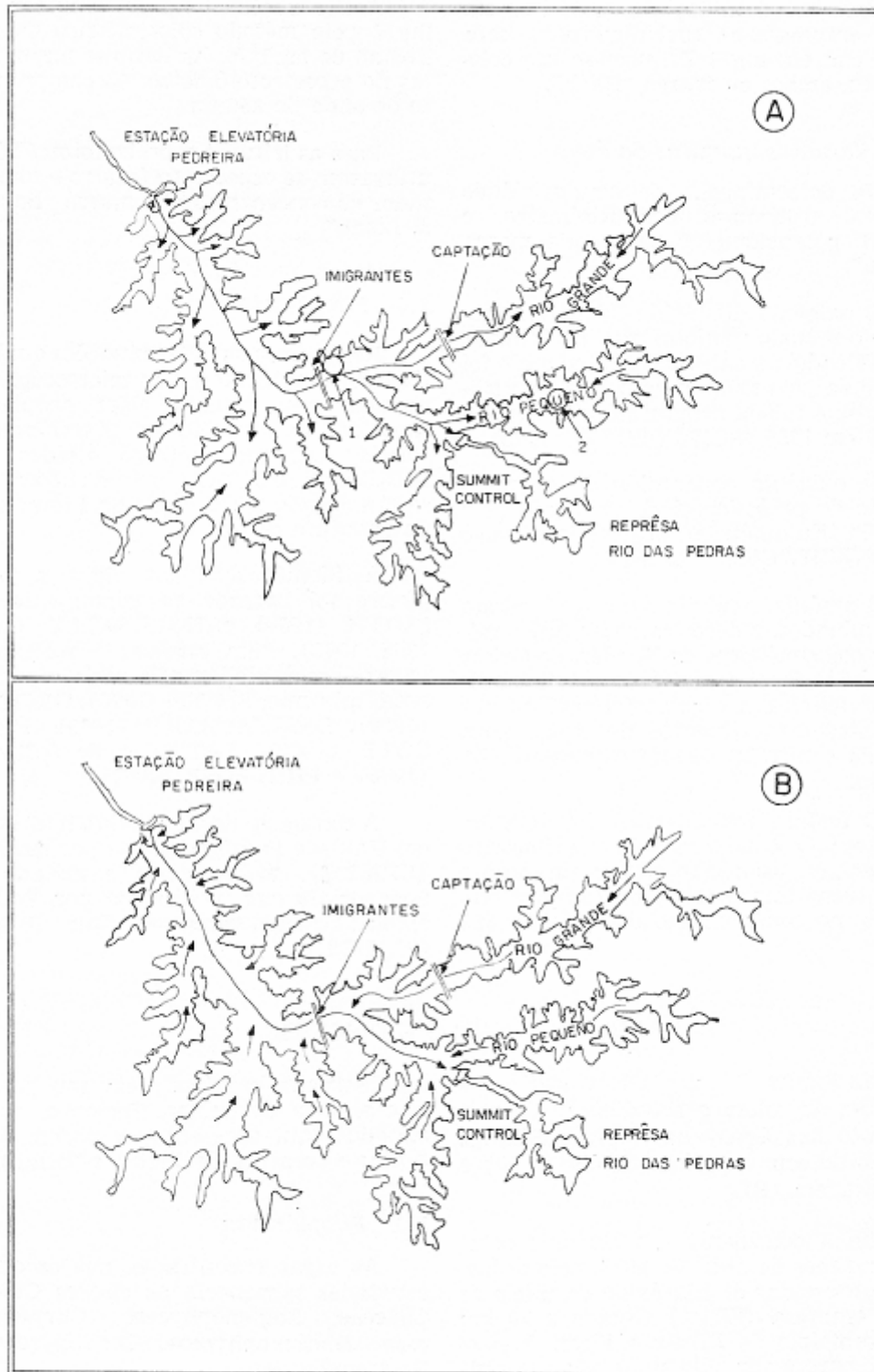


FIGURA 1 — Localização das estações de coleta na Represa Billings movimento das águas: A — período de chuva; B — período de estiagem (KAWAI; YANO; CHINEZ, 1976).

Para as medidas de turbidez, em FTU, empregou-se turbidímetro e para as de cor, em mg/l Pt, usou-se um colorímetro, ambos de marca "Hach".

2.4 Variáveis químicas da água

Na determinação da condutividade elétrica, utilizou-se condutivímetro, e de pH, potenciômetro, ambos da marca "Hach".

O oxigênio dissolvido foi determinado pelo método titulométrico de Winkler (modificado); a saturação de oxigênio foi calculada pelo método nomográfico utilizando-se a tabela proposta por Truesdale et alii em 1955 (SCHWOERBEL, 1975).

O oxigênio consumido do permanganato de potássio foi determinado pelo método titulométrico, utilizando-se meio ácido (SCHWOERBEL, 1975).

A amônia, o nitrito e o nitrato foram determinados, respectivamente, pelos métodos colorimétricos de Nessler, de Griess e do ácido fenol dissulfônico; as leituras foram feitas em espectrofotômetros nos seguintes comprimentos de onda: para amônia e nitrato, 410nm e para nitrito, 520nm.

O fosfato (ortofosfato) foi determinado em $\mu\text{g/l}$, pelo método colorimétrico de Denigés, usando-se cloreto estânico e as leituras foram feitas no espectrofotômetro, no comprimento de onda de 690 nm.

A sílica solúvel foi determinada em mg/l pelo método colorimétrico de molibdato de amônia. As leituras foram feitas no espectrofotômetro, no comprimento de onda de 850nm.

Para as leituras espectrofotométricas utilizaram-se espectrofotômetro e computador de concentração da marca "Bausch & Lomb".

2.5 Fitoplâncton

Realizaram-se determinações qualitativas do fitoplâncton com microscópio binocular com câmara clara acoplada. Amostras de algas foram preservadas e coradas segundo métodos citados por BICUDO & BICUDO (1970) e encontram-se armazenadas na Seção de Limnologia do Instituto de Pesca.

A identificação das algas a nível gênero foi baseado principalmente em SMITH (1950) e BOURRELLY (1966, 1968, 1970). Para espécies e variedades recorreu-se à bibliografia mais especializada, tal como, SMITH (1920), GEITLER (1932), DESIKACHARY (1959), PRESCOTT (1962), PATRICK & REIMER (1966) e PHILIPSE (1967).

A contagem de algas foi determinada em Unidade Padrão de Área por mililitro (UPA/ml), utilizando-se o método de Sedgwick-Rafter modificado por Palmer e contagem em campo contínuo (BRANCO, 1978).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 temos a localização das estações de coleta e a indicação do movimento das águas na Represa Billings de acordo com o período de chuva (A) e de estiagem (B).

Há a considerar um acidente ocorrido no mês de abril de 1978, pelo despejo de toneladas de hidróxido de cálcio de uma empresa (Elclor) situada a 20 km do município de Ribeirão Pires. A estação 1 parece ter sido mais afetada pois

foi observada, próxima a ela uma grande mortalidade de peixes. Portanto, os resultados aqui apresentados podem apresentar alterações devidas a esse fato.

3.1 Fitoplâncton

As algas encontradas nas amostras estudadas pertencem às classes Chlorophyceae, Euglenophyceae, Chrysophyceae, Diatomophyceae, Dinophyceae e Nostocophyceae.

Chlorophyceae foi o grupo mais frequente na estação 1 (superfície e profundidade), durante o período de estudo na Represa Billings, já na estação 2 destacou-se relativamente a classe Nostophyceae (Tabela 1).

A seguir apresenta-se uma relação qualitativa do fitoplâncton encontrado nas estações estudadas durante o período de outubro de 1977 a setembro de 1978.

1. CHLOROPHYCEAE

Chlamydomonas sp.
Asterococcus sp.
Raphidionema spp.
Oedogonium sp.
Golenkiana radiata Chodat, 1894.
Micractinium pusillum Fresenius, 1858.
Micractinium bornhemiensis (Conrad) Korsikov, 1953.
Dictyosphaerium sp.
Dimorphococcus sp.
Pediastrum simplex Meyen, 1829.
Pediastrum duplex Meyen, 1829.
Coelastrum microporum Nägeli, 1855.
Coelastrum reticulatum (Dangeard) Senn., 1899.
Botryococcus sp.
Westella sp.
Planktosphaeria G. M. Smith, 1918.
Treubaria spp.
Oocystis marsonii Lemmermann, 1898.
Franceia sp.
Ankistrodesmus bibraianus Corda, 1838.
Monoraphidium spp.
Kirchneriella obesa (W. West) Schmidle, 1893.
Tetraedron minimum (A. Braun) Hansgirg, 1888.
Scenedesmus opoliensis Richter,
Scenedesmus acuminatus Lagerheim, 1882.
Crucigenia sp.
Tetrastrum sp.
Actinastrum hantzchii var. *fluviatile* Schroeder, 1899.
Mougeotia sp.
Euastrum sp.

Cosmarium spp.
Micrasterias sp.
Xanthidium sp.
Staurastrum spp.
Arthrodesmus spp.
Closterium spp.

2. EUGLENOPHYCEAE

Euglena sp.
Phacus tortus (Lemmermann) Skvortzov, 1928.
Trachelomonas sp.

3. CHRYSOPHYCEAE

Mallomonas sp.
Synura sp.
Dinobryon bavaricum (Imhof) Lemmermann, 1903.
Dinobryon cylindricum Imhof, 1883.

4. DIATOMOPHYCEAE

Melosira sp.
Cyclotella sp.
Stephanodiscus sp.
Rhizosolenia sp.
Synedra sp.
Nitzschia sp.

5. DINOPHYCEAE

Peridinium sp.

6. NOSTOCOPHYCEAE

Chroococcus sp.
Microcystis aeruginosa Kütz. emend. Elenk., 1924.
Myxosarcina sp.
Oscillatoria sp.
Anabaena sp.
Anabaena spiroides Klebahn, 1895.
Raphidiopsis mediterranea Skuja, 1938.

Foram observadas florações de algas do grupo Chlorophyceae (*Mougeotia* sp.) e do grupo Nostocophyceae (*Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenk.).

TABELA 1

Represa Billings — Abundância relativa (%) dos grupos componentes do fitoplâncton encontrados nas estações de coleta por período de chuva e estiagem.

DATA	CHLOROPHYCEAE			EUGLENIPHYCEAE			CHRYSOPHYCEAE			DIATOMPHYCEAE			DINOPHYCEAE			NOSTCOPHYCEAE NÃO DETERMINADOS		
	Esta- ção 1 sup. *	Esta- ção 2 prof. **	Esta- ção 1 prof.	Esta- ção 1 sup.	Esta- ção 2 prof.	Esta- ção 1 prof.	Esta- ção 1 sup.	Esta- ção 2 prof.	Esta- ção 1 prof.	Esta- ção 2 prof.	Esta- ção 1 sup.	Esta- ção 2 prof.	Esta- ção 1 prof.	Esta- ção 2 prof.	Esta- ção 1 sup.	Esta- ção 2 prof.	Esta- ção 1 sup.	Esta- ção 2 prof.
25/10/77	26,25	28,47	0,93	0,51	0,58	2,31	38,03	53,26	8,80	0,51	1,37	3,24	33,85	14,74	81,48	1,56	1,44	3,24
08/11/77	25,39	49,12	11,29	3,78	0,42	2,20	27,36	26,74	39,94	1,07	—	—	41,08	14,67	42,42	1,31	9,05	4,13
22/11/77	27,74	54,44	21,80	1,21	0,22	0,47	10,89	16,00	3,32	—	—	—	55,32	27,55	39,81	4,84	1,77	34,69
12/12/77	39,66	67,71	17,18	0,32	2,34	0,16	12,63	13,22	20,95	—	1,79	—	46,18	7,71	50,74	1,21	7,16	10,97
21/12/77	41,92	60,09	23,89	0,53	0,43	1,35	11,70	15,05	23,89	1,99	12,78	5,00	39,19	8,38	27,94	4,75	3,27	17,92
11/01/78	14,28	11,04	6,75	0,066	0,22	0,49	13,09	5,23	24,21	24,12	62,99	1,46	43,95	8,12	64,68	4,49	9,42	3,97
27/01/78	10,65	24,29	7,95	0,97	1,77	0,63	13,30	30,50	10,46	1,26	7,98	—	63,41	24,11	45,82	8,42	11,35	33,47
10/02/78	44,92	38,84	7,21	0,50	0,12	0,11	24,00	38,24	2,59	0,45	2,26	0,67	23,43	9,74	84,35	6,63	10,81	5,07
22/02/78	70,37	79,37	22,02	0,14	0,67	1,50	11,75	15,77	4,03	0,61	0,25	—	17,19	4,16	64,03	0,23	0,63	1,61
08/03/78	42,34	57,55	64,36	1,75	1,22	1,44	18,29	14,53	10,85	0,32	—	0,67	35,26	17,11	24,69	1,75	8,33	4,80
21/03/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
25/10/77	10,65	11,04	0,93	0,066	0,12	0,11	9,76	7,22	2,59	0,32	0,25	0,67	8,06	4,01	24,69	0,23	0,63	1,61
21/03/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
04/04/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
21/03/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
04/04/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
21/03/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
04/04/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
21/03/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
04/04/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
21/03/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
04/04/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
21/03/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
04/04/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
21/03/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
04/04/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
21/03/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
04/04/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
21/03/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
04/04/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
21/03/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
04/04/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
21/03/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
04/04/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
21/03/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
04/04/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
21/03/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
04/04/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
21/03/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
04/04/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
21/03/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
04/04/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
21/03/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
04/04/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
21/03/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
04/04/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
21/03/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
04/04/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
21/03/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
04/04/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
21/03/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
04/04/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
21/03/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
04/04/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
21/03/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
04/04/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
21/03/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,22	7,96	—	0,35	3,17	8,06	4,01	41,72	4,91	4,20	3,52
04/04/78	77,20	83,68	42,71	0,070	0,54	0,92	9,76	7,2										

A Tabela 2 apresenta o número de táxons por classe de algas, para cada estação de coleta. O fitoplâncton de águas de superfície da estação 1 apresentou maior diversidade de organismos (52), seguido das amostras de profundidade (47) e por último a estação 2 (45).

Os valores de fitoplâncton total (UPA/ml) obtidos durante as coletas realizadas no período de setembro de 1977 a outubro de 1978, estão representados na Figura 2, mostrando que no período de estiagem, a densidade de algas foi maior.

Os dados obtidos neste trabalho confirmam o fato de que, considerado sob o aspecto de quantidade total, o fitoplâncton de represas que recebem despejos orgânicos e industriais tende a ser abundante. Há também predominância de certos grupos e pode ainda, dentro de cada grupo, haver divergência específica com o aparecimento de um gênero em grande quantidade e ausência de outros.

3.2 Clima e variáveis físicas da água

Os dados mensais climatológicos registrados no período de outubro de 1977

a setembro de 1978 referentes à temperatura do ar, umidade relativa, pluviometria, radiação solar, insolação, vento e fuvimetria, encontram-se na Tabela 3 e Figura 3.

As variáveis registradas em cada coleta foram estudadas seguindo-se os períodos característicos do clima tropical, ou seja um de chuvas e outro de estiagem. Ao primeiro período corresponderam os meses de outubro a março e ao segundo os de abril a setembro (Tabela 4).

Os dados de radiação solar obtidos na Represa Billings apresentaram seu valor máximo no mês de fevereiro de 1978, período de chuvas, ocasião em que a diversidade do fitoplâncton (variação qualitativa) foi maior (XAVIER, 1979); o valor mínimo ocorreu em julho de 1978, no período de estiagem, quando quantitativamente o fitoplâncton alcançou valores maiores (Figuras 2 e 3).

De um modo geral, parece que as Chlorophyceae exigem maiores intensidades de luz, enquanto que as diatomáceas e crisofíceas não são muito exigentes quanto à luz. Já as nostocofíceas revelaram-se mais exigentes com referên-

TABELA 2
Diversidade de táxons nas estações de coleta

Classe n.º de táxons	Classe						TOTAL
	Cloro- phyceae	Eugleno- phyceae	Chryso- phyceae	Diatomo- phyceae	Dino- phyceae	Nostoco- phyceae	
1 s*	33	3	3	6	1	6	52
1 (2m) *	31	3	1	6	1	5	47
2	28	3	2	6	—	6	45

* estação 1 (superfície)

** estação 1 (profundidade de 2m)

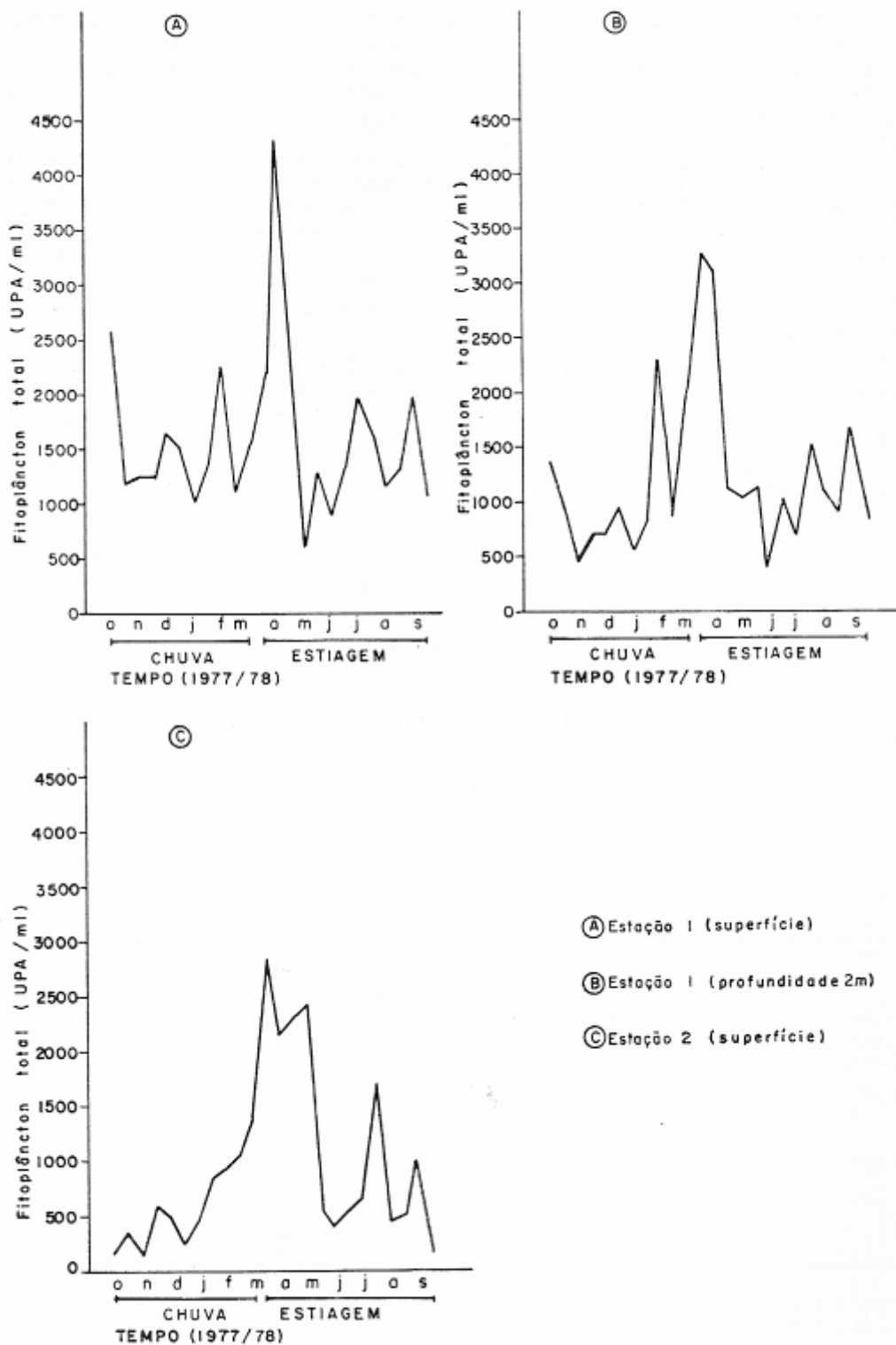


FIGURA 2 — Represa Billings — Variação do fitoplâncton total (UPA/ml) durante o período de setembro de 1977 a outubro de 1978.

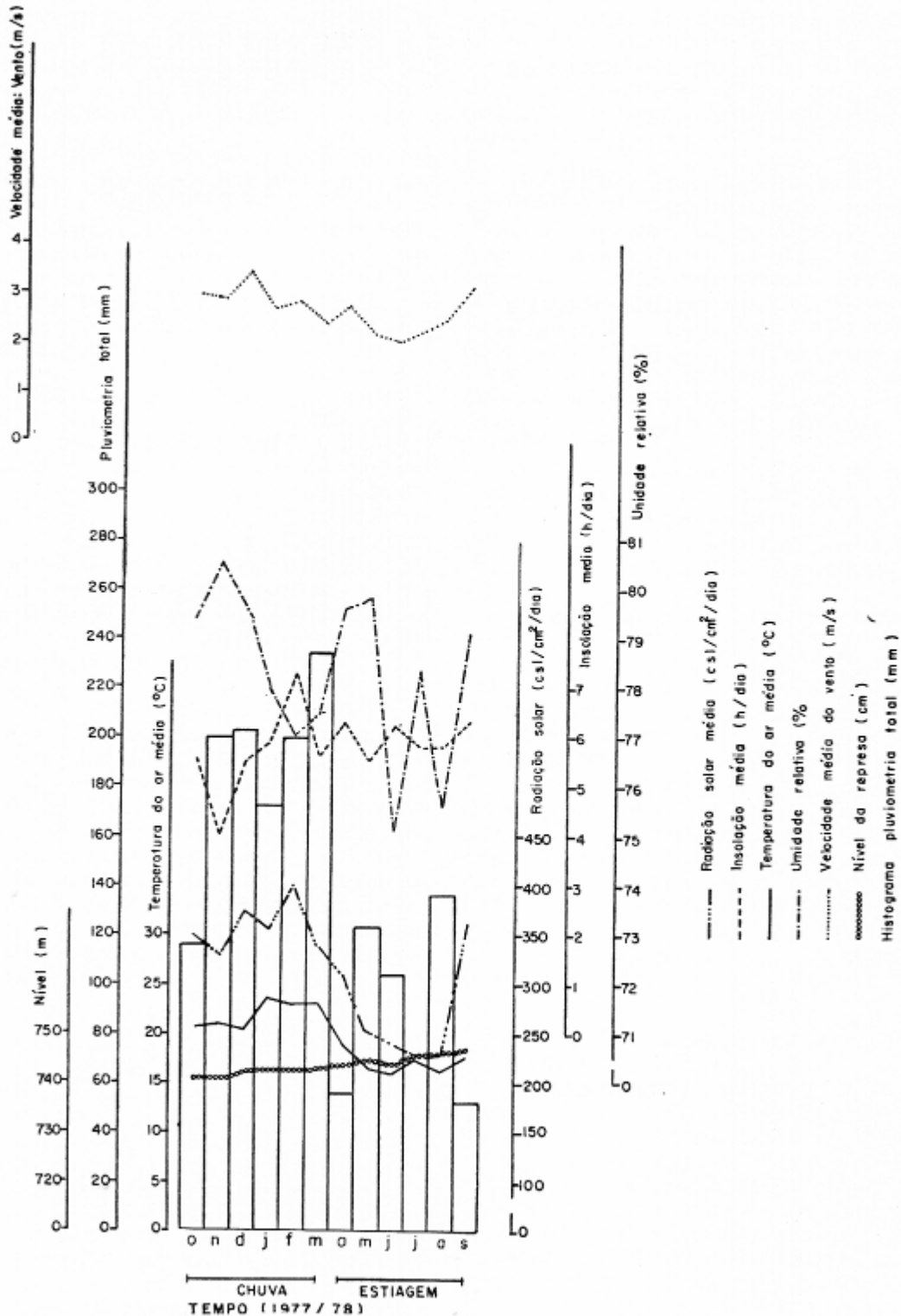


FIGURA 3 — Represa Billings — climatologia, pluviometria, fluviometria (nível), variação mensal dos valores registrados de setembro de 1977 a outubro de 1978.

TABELA 3

Dados mensais climatológicos e fluviométricos da água na Represa Billings no período de outubro de 1977 a setembro de 1978.
 FONTES: Light Serviços de Eletricidade S/A; Centro Tecnológico de Hidráulica e Instituto Astronômico e Geofísico da USP

DATA	TEMPERATURA DO AR (°C)		UMIDADE RELATIVA (%)	PLUVIOMETRIA (mm)		VENTO (m/s)		RADIÇÃO SOLAR (cal/cm ² /dia)		INSOLAÇÃO (h/dia)		NÍVEL (m)	
	Máximo	Mínimo		Média	Mínimo	Média	Mínimo	Média	Média	Mínimo	Média	Média	Mínimo
out./77	33,5	14,0	79,4	116,1	3,0	349,2	5,5	741,46					
nov./77	31,0	14,0	80,5	189,1	2,9	329,2	4,0	741,16					
dez./77	30,0	12,5	79,7	203,3	3,4	373,1	5,5	742,07					
jan./78	34,0	14,0	78,0	171,6	2,7	353,3	5,9	742,45					
fev./78	33,5	16,0	77,0	192,1	2,8	401,6	7,3	742,46					
mar./78	32,0	17,0	77,5	233,9	2,4	330,8	5,6	742,87					
abr./78	29,0	10,0	79,6	56,0	2,7	311,6	6,3	743,48					
maio/78	29,0	7,5	79,8	123,4	2,2	257,5	5,5	743,38					
jun./78	26,0	2,0	75,1	103,7	2,0	241,6	6,2	743,79					
jul./78	26,0	9,5	78,3	73,7	2,2	231,8	5,8	743,51					
ago./78	29,5	3,0	75,6	135,9	2,5	232,2	5,8	742,60					
set./78	27,0	10,5	79,1	52,0	3,1	259,1	6,3	742,63					

cia à temperatura do que com a intensidade luminosa (BRANCO, 1962). Tal afirmação foi confirmada na estação 1, onde se constatou uma presença maior de clorofíceas na superfície.

A insolação apresentou um pico na Represa Billings no período de estiagem, na época, mais ou menos coincidente à do máximo de fitoplâncton total registrado nas estações analisadas. Um outro pico de insolação ocorreu no período de chuvas acompanhado, no entanto, por um menor concentração de fitoplâncton (Figuras 2 e 3).

Na Represa Billings a temperatura do ar variou de 14,5°C a 28,5°C na estação 1, durante todo o período de observação. Na estação 2, a temperatura do ar variou de 11°C a 28,8°C (Tabela 4). Na estação 1 a temperatura superficial da água variou de 17,8°C a 28,5°C. De um modo geral, a temperatura da água de superfície acompanhou a do ar. A temperatura da água a 2m de profundidade variou de 17,8°C a 28°C (Tabela 4 e Figura 4).

A temperatura influencia na distribuição qualitativa do fitoplâncton. Variando-se a temperatura e mantendo-se as demais condições semelhantes, nas zonas de clima quente, onde os processos metabólicos da alga são muito intensos, ocorrerá absorção de uma maior quantidade de nutrientes do que por algas de clima temperado. Portanto, nesta última zona, uma maior população poderá ser mantida para uma mesma quantidade de nutrientes.

Esta relação entre a temperatura e a distribuição quantitativa do fitoplâncton foi verificada por BRANCO (1959) e neste presente trabalho (Tabela 4 e Figura 2), observando-se que o número de algas foi menor nos períodos de alta temperatura (período de chuvas) e maior nos períodos de menor temperatura.

A temperatura influencia também a distribuição vertical do fitoplâncton. Uma elevação da temperatura, com conseqüente diminuição da viscosidade, cau-

sará a descida dos organismos até camadas mais frias. Certas algas são providas de estruturas que ajudam a retardar a movimentação vertical, como por exemplo, *Staurastrum* sp., *Golenkinia* sp., *Scenedesmus* sp., etc.

Há pesquisadores que acreditam que acreditam que essa variação da forma observada em certas algas, tal como um maior desenvolvimento de espinhos no verão, constitui uma resposta à redução da viscosidade em virtude do aumento de temperatura. Já BRANCO (1960) considera esta afirmação discutível porque, segundo este autor, nem sempre há coincidência entre o aumento de superfície das algas e o aumento de temperatura.

O vento é um dos fatores que influencia também na distribuição das algas, além de ser considerado um dos responsáveis pela turbulência da água (WELCH, 1935), como veremos adiante.

Os meses de maior média de velocidade do vento na Represa Billings, no período estudado, foram outubro a dezembro de 1977 e setembro de 1978. Observou-se ainda, nessas estações, que o vento alterou de maneira decisiva a distribuição das nostocofíceas. Na estação 1, durante o período de floração de *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenk., a influência do vento foi marcante nos meses de outubro a dezembro de 1977. O mesmo evento repetiu-se na estação 2, na época de floração de cianofíceas, quando o vento deslocou mais fortemente as algas no mês de setembro de 1978 (Figura 3).

3.2.1 Cor, Turbidez e Transparência

Os dados de cor registrados na Represa Billings (Tabela 4), estação 1, mostraram valores máximos de 190 mg/ℓ Pt na superfície e 130 mg/ℓ Pt na profundidade (2m), ambos registrados no período de estiagem. Valores mínimos, de 30 mg/ℓ Pt na superfície e 20 mg/ℓ Pt na profundidade (2m) foram encontrados no período de chuvas. Houve uma nítida variação sazonal da cor, em valores médios,

TABELA 4

Represa Billings — Valores da temperatura do ar e da água (°C), turbidez (FTU), cor (mg/l Pt) e transparência ao disco de Secchi (m) registrados em cada coleta, suas amplitudes e medianas calculadas por período de chuva, estiagem e anual.

amplitude e mediana	VARIÁVEIS Pontos de coleta DATA	TEMPERATURA DO AR (°C)		TEMPERATURA DA ÁGUA (°C)		TURBIDEZ (FTU)		COR (mg/l Pt)		TRANSPARÊNCIA (m)			
		1 sup. *	2 sup.	1 sup.	1 prof. **	2 sup.	1 sup.	1 prof.	2 sup.	1 sup.	1 prof.		
	25/10/77	28,5	28,2	25,0	24,9	24,9	—	—	—	—	—	1,50	
	08/11/77	20,5	19,5	23,0	22,8	22,4	—	—	—	—	—	2,00	
	22/11/77	26,5	27,5	25,5	25,0	25,2	—	—	—	—	—	1,60	
	08/12/77	22,0	21,2	23,0	22,9	23,0	—	—	—	—	—	0,88	
	21/12/77	24,0	23,9	23,9	23,9	23,2	—	—	—	—	—	1,20	
	11/01/78	21,0	19,0	23,0	23,1	23,0	—	—	—	—	—	1,20	
	27/01/78	25,0	28,8	28,5	28,0	29,0	7,5	6,2	17,5	50	50	115	1,20
	10/02/78	26,0	26,0	25,9	25,5	26,5	3,5	7,9	83,0	80	100	150	1,70
	22/02/78	24,7	23,5	26,0	26,0	25,8	18,0	2,5	2,1	80	120	150	1,30
	08/03/78	22,1	21,5	24,2	24,1	24,0	3,0	2,5	2,2	100	20	150	1,20
	21/03/78	26,2	22,5	26,8	25,5	26,8	2,3	2,4	4,2	30	40	150	1,30
Mínimo	25/10/77	20,5	19,0	23,0	22,8	22,4	2,3	2,4	2,1	30	20	115	0,88
Máximo	a	28,5	28,8	28,5	28,0	29,0	18,0	7,9	83,0	100	120	150	2,00
Mediana	21/03/78	24,7	23,5	25,0	24,9	24,9	3,5	2,5	4,2	80	50	150	1,30
	04/04/78	22,0	21,9	24,2	24,2	24,8	2,4	2,2	2,8	90	80	180	1,10
	19/04/78	24,2	26,0	23,8	23,8	24,2	2,1	2,8	2,9	90	90	100	1,10
	03/05/78	17,5	17,5	21,0	21,2	21,0	2,8	2,5	7,5	110	110	110	1,40
	18/05/78	15,5	16,0	21,0	19,8	20,5	4,5	5,3	6,4	110	110	100	1,00
	01/06/78	14,5	11,5	19,5	18,0	17,0	2,8	2,5	13,0	100	90	150	1,20
	15/06/78	15,2	18,0	17,8	17,8	17,8	2,0	2,3	5,0	75	90	110	1,80
	29/06/78	21,7	19,8	18,5	18,0	19,0	2,4	2,2	5,0	95	95	120	1,40
	12/07/78	17,8	17,0	18,5	18,2	18,2	2,2	2,5	10,0	80	80	95	1,15
	26/07/78	24,0	24,0	19,7	20,0	19,5	3,0	2,2	6,5	110	105	150	1,10
	10/08/78	24,5	20,0	21,0	21,5	21,0	2,4	5,2	2,5	100	130	90	0,90
	23/08/78	20,2	22,0	18,2	18,5	18,8	15,0	4,0	8,0	190	105	140	1,00
	06/09/78	21,2	21,5	18,2	18,8	18,8	8,0	16,0	4,5	110	120	130	0,70
	21/09/78	24,0	24,2	23,8	21,8	21,5	5,0	4,4	6,7	115	118	120	0,90
Mínimo	04/04/78	14,5	11,5	17,8	17,8	17,0	2,0	2,2	2,5	75	80	95	0,70
Máximo	a	24,5	26,0	24,2	24,2	24,8	15,0	16,0	13,0	190	130	180	1,80
Mediana	21/09/78	21,2	20,0	19,7	19,8	19,5	2,8	2,5	6,4	100	105	120	1,10
(anual)													
Mínimo	25/10/77	14,5	11,5	17,8	17,8	17,0	2,0	2,2	2,1	30	20	95	0,70
Máximo	a	28,5	28,8	24,2	28,0	24,8	18,0	16,0	83,0	190	130	180	2,00
Mediana	21/09/78	22,0	21,7	22,0	22,0	22,7	2,9	2,0	5,7	90	100	125	1,30

* sup. = superfície ** prof. = profundidade (2 m)

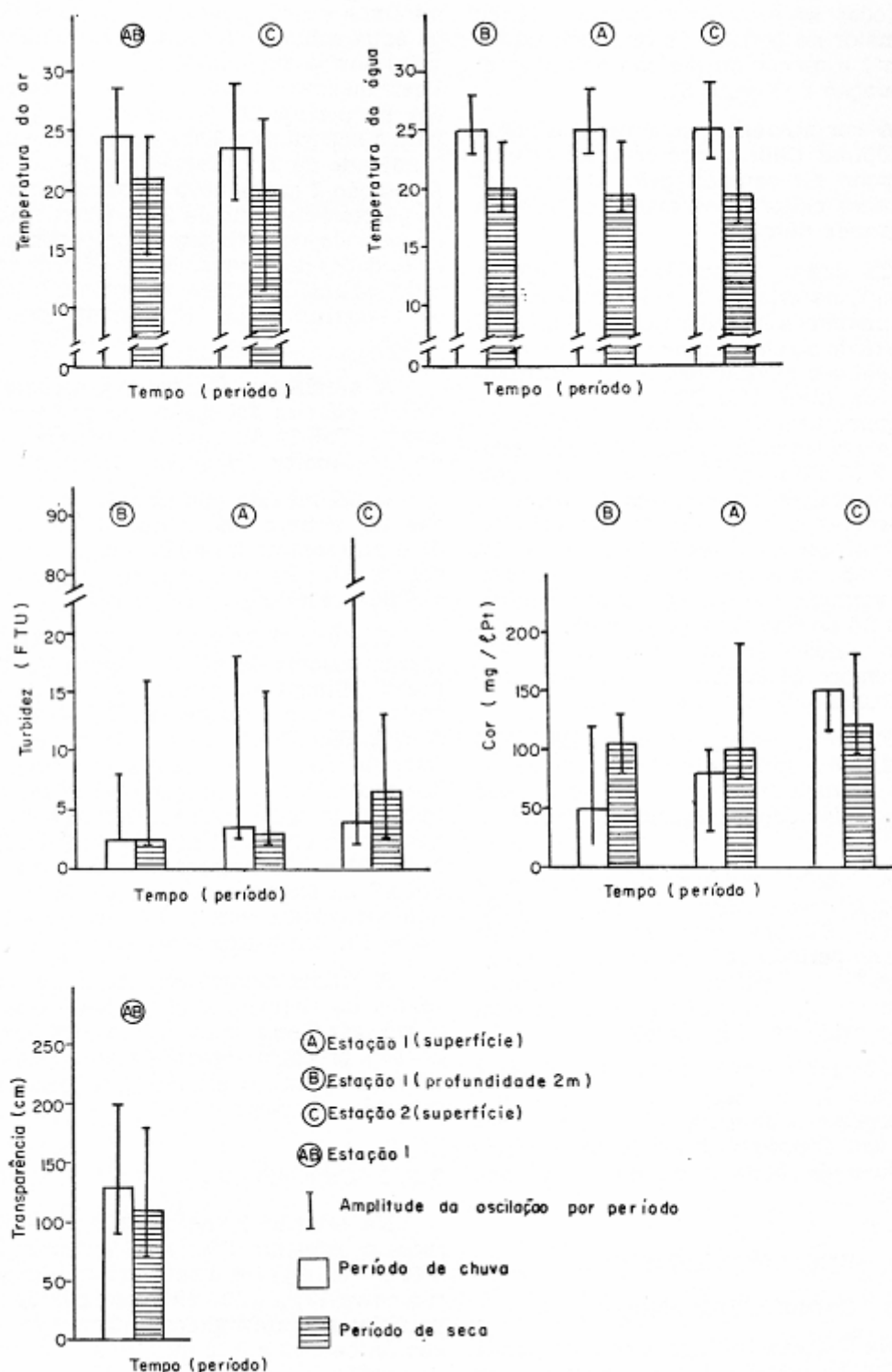


FIGURA 4 — Represa Billings — Amplitudes e medianas de temperatura da água (°C), turbidez (FTU); cor (mg/l Pt), transparência (m) e temperatura do ar (°C) calculadas no período de setembro de 1977 a outubro de 1978 (chuva e estiagem).

em todas as estações estudadas, sendo esta maior no período de estiagem na estação 1 e menor no período de estiagem na estação 2 (Figura 5).

A cor aparente da água (turbidez) da Represa Billings nas estações estudadas pode ser causada pelos organismos aquáticos clorofilados que aí proliferam em grande número.

Os dados de turbidez na Represa Billings, na estação 1, apresentaram valores máximos na superfície de 83,0 FTU no período de chuva quando o vento atingiu maiores velocidades, e na profundidade de (2m) 16,0 FTU no período de estiagem. Quanto aos valores mínimos, foram encontrados 2,0 FTU na superfície e 2,2 FTU na profundidade (2m), ambos no período de estiagem (Tabela 4). A turbidez não apresentou variação sazonal nítida na estação 1, mas ela foi acentuada na estação 2, onde houve também variação tanto no período de chuva como no de estiagem (Figura 4). Ao longo do período estudado, outubro de 1977 a setembro de 1978, os valores de turbidez foram maiores na estação 2.

Estudos efetuados por BRANCO (1962, 1966) revelaram que os baixos valores de turbidez são devidos ao elevado número de microorganismos aí encontrados.

A Tabela 4 mostra valores baixos de transparência da água na estação 1 da Represa Billings, com um mínimo de 0,7m no período de estiagem e um máximo de 2,0m no período de chuva. A transparência apresentou variação sazonal pouco evidente (Figura 4).

Observando-se os dados da Tabela 4 e Figura 4, verificou-se que na estação 1 da Represa Billings, a transparência variou em função das alterações da cor, turbidez da água e da densidade das algas.

3.3 Variáveis químicas da água

3.3.1 Condutividade elétrica e pH

Na Represa Billings, a condutividade elétrica da estação 1 apresentou valores

mínimos de 55 $\mu\text{s/cm}$ para a superfície da água e 40 $\mu\text{s/cm}$ para a profundidade (2m), ambos no período de estiagem. Valores máximos também foram observados no período de estiagem: 205 $\mu\text{s/cm}$ para a superfície e 220 $\mu\text{s/cm}$ para a profundidade de 2m (Tabela 5 e Figura 5). A estação 2 apresentou valor mínimo de 50 $\mu\text{s/cm}$ e máximo de 200 $\mu\text{s/cm}$, ambos no período de estiagem. Comparando-se estes dados de condutividade elétrica com o de outros trabalhos veremos que eles se revelaram altos (TUNDISI et alii, 1978).

A amplitude dos valores de condutividade elétrica foi maior no período de chuva (Tabela 5) quando a diversidade do fitoplâncton foi maior (Tabela 2).

O pH medido nas estações amostradas foi sempre maior que 6,0 (Tabela 5) e apresentou variação sazonal em todas as estações de estudo, no período de chuva e de estiagem (Figura 5).

Contudo, BRANCO (1958) verificou que os valores de pH das águas da Represa Billings, no ponto de tomada de águas para o abastecimento de Santo André, São Bernardo do Campo e São Caetano (ABC) se elevava por ocasiões das secas. Ressalte-se que o local comentado no trabalho desse pesquisador corresponde a estação 1 agora estudada. Em 1966, BRANCO registrou uma variação de pH na Represa Billings de 7,0 a 7,4 que comparada com os valores deste trabalho foi um pouco mais alta.

A grande quantidade de algas presentes na Represa Billings deve retirar o gás carbônico para dar continuidade ao seu processo fotossintético elevando, de modo geral, o pH da água nesse reservatório durante o dia.

3.3.2 Oxigênio dissolvido e saturação

Na estação 1, no período de estiagem, o oxigênio dissolvido variou entre 4,70 e 8,29 mg/l e a saturação de oxigênio entre 57,89 e 110,28% na água de superfície; na profundidade (2m) a variação foi de 3,93 a 9,72 mg/l e a saturação de oxigênio de 57,89 e 124,26%. No pe-

TABELA 5

Represa Billings — Valores de condutividade elétrica ($\mu\text{s}/\text{cm}$), pH, oxigênio dissolvido (mg/l), saturação de oxigênio (%), oxigênio consumido ($\text{mg}/\text{l O}_2$) registrados em cada coleta, suas amplitudes e medianas calculadas por períodos de chuva, estiagem e anual

amplitude e mediana DATA	condutividade elétrica ($\mu\text{s}/\text{cm}$)		pH		oxigênio dissolvido ($\text{mg}/\text{l O}_2$)		saturação de oxigênio (%)		oxigênio consumido ($\text{mg}/\text{l O}_2$)					
	Estações de coleta													
	1 sup. *	1 prof. **	1 sup.	1 prof.	1 sup.	1 prof.	1 sup.	1 prof.	1 sup.	1 prof.				
25/10/77	—	—	6,40	6,85	6,30	7,21	9,13	6,04	97,78	123,49	81,67	2,3	2,0	1,2
08/11/77	—	—	6,80	6,75	6,60	5,47	4,79	5,16	71,84	62,66	67,06	0,7	0,6	0,8
22/11/77	—	—	6,45	6,50	6,50	4,66	7,54	6,53	63,73	102,22	88,75	0,8	0,8	2,6
08/12/77	—	—	6,60	6,70	6,70	6,07	5,33	5,77	79,71	69,93	75,78	2,0	2,2	2,7
21/12/77	—	—	6,60	6,65	6,60	6,64	7,63	5,68	88,38	101,57	74,76	5,1	5,5	4,5
11/01/78	—	—	6,90	6,80	6,50	2,01	6,13	4,81	26,37	80,53	163,13	6,6	7,2	7,1
27/01/78	200	200	9,20	8,15	8,15	5,54	5,88	7,52	79,19	83,48	108,25	18,9	17,7	14,5
10/02/78	200	200	115	6,80	7,20	7,15	6,51	5,86	89,30	80,12	78,39	19,0	20,4	5,3
22/02/78	190	115	6,80	6,70	6,05	7,63	6,32	5,54	105,01	86,98	76,03	5,3	4,4	5,3
08/03/78	180	180	200	6,70	6,65	6,70	4,36	5,35	70,92	58,32	71,39	3,2	4,2	0,9
21/03/78	180	200	140	8,40	7,95	7,63	7,05	6,70	106,34	96,40	93,41	2,4	2,2	2,6
Mínimo	180	115	6,40	6,50	6,30	2,01	4,36	4,81	26,37	58,32	67,06	0,7	0,6	0,8
Máximo	200	200	9,20	8,40	8,15	7,63	9,13	7,52	106,34	123,49	163,13	19,0	20,4	14,5
Mediana	190	200	—	—	—	6,07	6,13	5,68	79,71	83,48	76,39	3,2	4,2	2,7
04/04/78	140	140	6,90	6,95	7,20	6,80	6,45	6,22	91,00	86,06	84,03	3,2	3,5	5,1
19/04/78	200	200	6,80	6,90	6,75	8,29	8,05	6,41	110,28	107,13	85,77	2,6	2,9	2,2
03/04/78	180	175	6,50	6,40	6,10	5,35	5,33	3,97	67,51	67,75	50,35	3,0	3,1	5,1
18/05/78	175	160	6,40	6,75	6,50	6,42	5,38	5,27	81,34	66,55	66,10	2,5	2,4	2,4
01/06/78	55	40	6,40	6,50	6,80	4,70	3,93	3,93	57,89	47,05	46,10	4,8	2,8	4,3
15/06/78	150	100	6,70	6,70	6,80	5,35	6,81	4,38	63,77	81,24	52,17	4,2	4,5	6,2
29/06/78	180	190	7,40	6,90	7,00	7,21	7,46	7,31	87,14	89,32	89,23	4,7	5,3	4,9
12/07/78	180	220	6,80	6,75	7,10	7,21	6,43	7,41	87,14	77,27	89,18	5,8	5,4	5,6
26/07/78	199	199	26,00	7,15	7,00	8,11	7,21	5,88	100,34	89,71	72,45	5,7	6,8	6,4
10/08/78	160	170	6,90	7,20	7,10	7,98	9,72	6,24	101,15	124,26	79,03	5,3	5,1	5,3
23/08/78	205	160	7,10	7,20	9,00	7,36	6,81	5,98	88,52	82,31	72,79	4,5	4,3	5,8
06/09/78	150	120	8,10	8,30	7,38	7,17	5,88	2,96	86,23	71,57	36,08	9,7	4,2	5,7
21/09/78	197	197	8,90	8,80	8,20	7,80	8,57	5,14	103,75	110,16	65,62	8,4	9,5	8,6
Mínimo	55	40	6,40	6,40	6,10	4,70	3,93	2,96	57,89	47,05	36,06	2,6	2,4	2,2
Máximo	205	220	9,20	8,80	9,00	8,29	9,72	7,42	110,28	124,26	89,23	8,4	9,5	8,6
Mediana	180	160	—	—	—	7,17	6,81	5,98	87,14	82,31	72,45	4,7	4,2	5,3
(anual)														
Mínimo	55	40	6,40	6,40	6,10	2,01	3,93	2,96	26,37	47,05	36,06	0,7	0,6	0,8
Máximo	205	220	9,20	8,80	9,00	8,29	9,72	7,42	110,28	124,26	89,23	8,4	9,5	8,6
Mediana	180	186	—	—	—	6,90	6,36	5,72	87,14	82,89	75,39	4,6	4,2	5,3

* sup. = superfície ** prof. = profundidade (2 m)

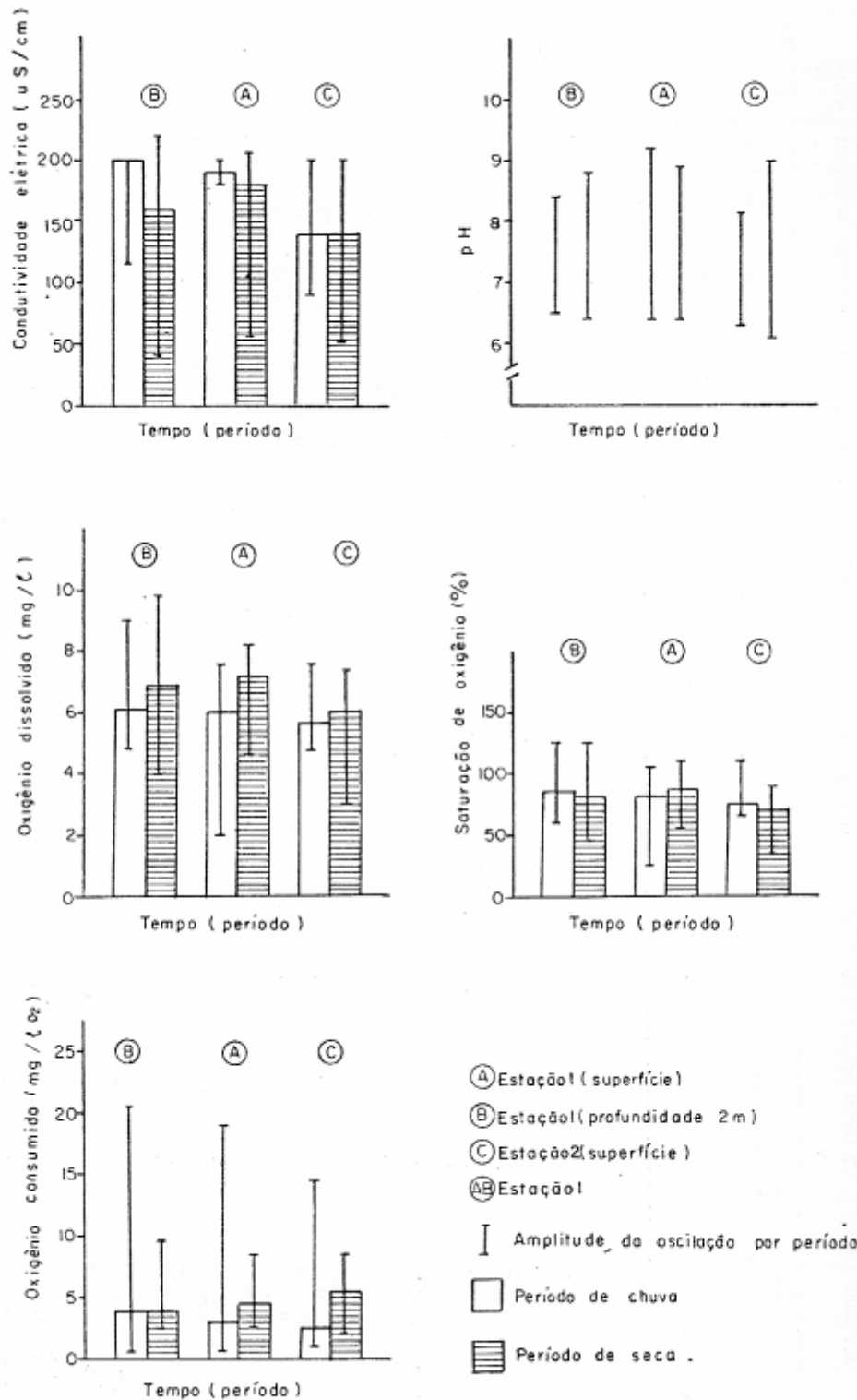


FIGURA 5 — Represa Billings — Amplitude de pH e medianas de condutividade elétrica ($\mu S/cm$), oxigênio dissolvido (mg/l), saturação de oxigênio (%) e oxigênio consumido ($mg/l O_2$) calculadas no período de setembro de 1977 a outubro de 1978 (chuva e estiagem).

ríodo de chuvas, o oxigênio dissolvido variou de 2,01 a 7,64 mg/l, e a saturação de oxigênio de 26,37 a 163,13% na água de superfície; na profundidade de 2m houve variação de 4,63 a 9,13 mg/l e a saturação de oxigênio de 58, 52 a 123,49% (Tabela 5 e Figura 5).

Na estação 2, no período de estiagem, as variações de oxigênio dissolvido foram de 2,96 a 7,42 mg/l e a saturação de 36,06 a 89,23%. No período de chuvas o oxigênio dissolvido variou entre 4,81 a 7,52 mg/l e a saturação esteve entre 63,13 a 108,25% (Tabela 5).

Os picos de oxigênio dissolvido e de porcentagem de saturação (Figura 6) correspondem aproximadamente ao pico do fitoplâncton total (Figura 2) ocorridos no período de estiagem. Essa correspondência corrobora a hipótese de que, ao lado de outros fatores, o elevado número de algas proporciona uma boa oxigenação ao meio aquático. Assim, além reaeração atmosférica, o oxigênio dissolvido nas águas também é derivado da atividade fotossintética, principalmente de algas.

Constatou-se que na Represa Billings, no período de chuva, os teores de oxigênio foram menores (Tabela 5) e também reduzidos os valores de fitoplâncton. Isto acontece porque nos períodos de maior temperatura quando a pluviosidade é maior a solubilidade do oxigênio é menor e pode ser diminuída mais ainda devido à demanda desse gás causada pelo metabolismo dos organismos vivos face à velocidade das reações químicas.

Neste sentido, BRANCO (1964) afirma que a principal consequência da elevação da temperatura da água de um lago ou reservatório relaciona-se com a diminuição do teor de oxigênio.

Além disso, já foi ressaltado que na Represa Billings, quando algas dos gêneros *Microcystis* sp ou *Anabaena* sp entram em decomposição, esse processo consome bioquimicamente parte do oxigênio da água do reservatório (BRANCO, 1959).

3.3.3 Oxigênio consumido

O valor mínimo de oxigênio consumido registrado na estação 1 da Represa Billings foi de 0,7 mg/l de O₂ na superfície e 0,6 mg/l de O₂ na profundidade (2m). Os valores máximos foram de 19,0 mg/l de O₂ na superfície e 20,4 mg/l de O₂ na profundidade. Todos estes dados foram registrados no período de chuvas.

Na estação 2, os valores mínimos de oxigênio consumido de 0,8 mg/l de O₂ e máximo de 14,5 mg/l de O₂, foram registrados tanto no período de chuva quanto no período de estiagem (Tabela 5).

O oxigênio consumido apresentou valores altos nas duas estações estudadas no período de chuva, quando se registrou uma densidade menor de fitoplâncton (Tabela 1 e Figura 2) e portanto uma menor liberação de oxigênio.

Os maiores valores anuais de oxigênio consumido, entre outubro de 1977 a setembro de 1978, foram registrados na Estação 1 (Tabela 5). Para se ter uma idéia de como são altos os valores encontrados nas estações estudadas, basta compará-los ao de HESS (1961) que avaliou o agravamento de poluição do Rio Tietê superior, após sofrer a influência de uma forte chuva. Observou ele que o oxigênio consumido passou de 12 para 19 mg/l, além de outras grandes alterações físicas registradas na cor, turbidez, odor, etc.

Como SCHWOERBEL (1975) afirma que os teores de oxigênio consumido podem indicar o volume de matéria orgânica na água, conclui-se que nas estações estudadas é alto o teor de matéria orgânica.

3.3.4 Fosfato

Os resultados das análises de fosfato revelaram valores mínimos quase sempre aquém do limite de sensibilidade do método (Tabela 6). A explicação para estes valores mínimos de fosfato encontrados nas estações estudadas na Represa Billings, pode estar no fato de que, para manter a grande população fitoplanctônica, todo fosfato deve ter sido tão rapidamente consumido, o que tornou difícil sua detecção.

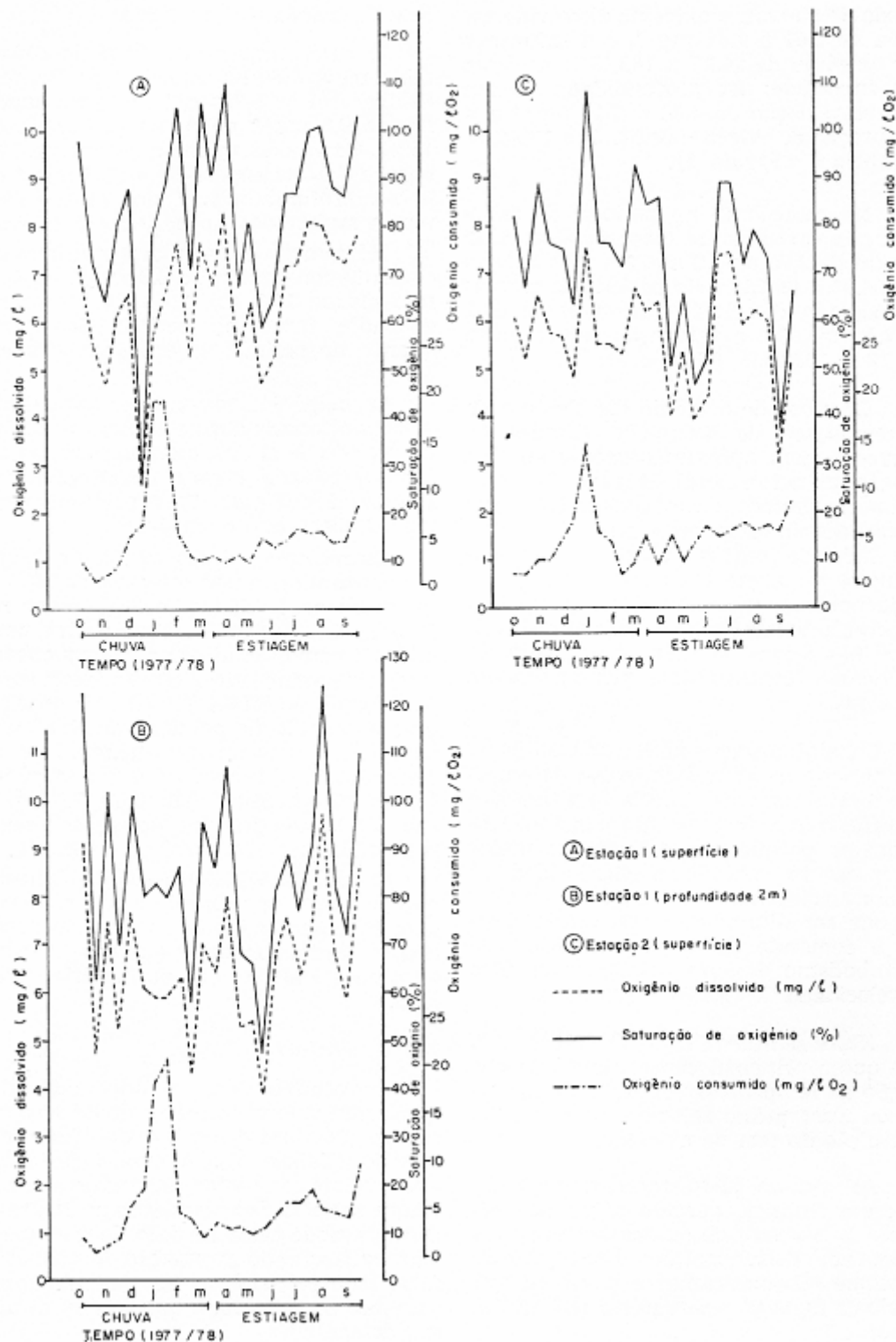


FIGURA 6 — Represa Billings — Variação dos valores do oxigênio consumido (mg/l de O₂) calculadas no período de setembro de 1977 a outubro de 1978 (chuva de estiagem).

TABELA 6

Represa Billings — Valores de nitrito (mg/l), nitrato (mg/l), amônia (mg/l), fosfato (mg/l) e sílica solúvel (mg/l) registrados em cada coleta suas amplitudes e medianas calculadas por período de chuva, estiagem e anual.

VARIÁVEIS Estações de coleta	NITRITO (mg/l)			NITRATO (mg/l)			AMÔNIA (mg/l)			FOSFATO (mg/l)			SÍLICA SOLÚVEL (mg/l)		
	1 sup. *	1 prof. **	2 sup. ***	1 sup.	1 prof.	2 sup.	1 sup.	1 prof.	2 sup.	1 sup.	1 prof.	2 sup.	1 sup.	1 prof.	2 sup.
25/10/77	0	0	Tr***	0,390	0,300	0,320	0,380	0,415	0,490	0	Tr	Tr	—	—	—
08/11/77	0,160	0,350	0,160	0	0	0,200	0,600	0,400	0,520	Tr	Tr	—	—	—	
22/11/77	0	0	Tr	0,080	0,140	0,100	0,320	0,300	0,350	Tr	Tr	—	—	—	
08/12/77	0	0	Tr	0,110	0,100	0,083	0,300	0,250	0,450	Tr	Tr	—	—	—	
21/12/77	0	Tr	0	0,080	0,091	0,350	0,407	0,462	0,370	0,035	0,035	—	—	—	
11/01/78	0	0	Tr	0,185	0,140	0,101	0,438	0,420	0,420	0,005	0,005	—	—	—	
27/01/78	0	0	Tr	0,040	0,060	0,030	0,410	0,380	0,380	Tr	Tr	—	—	—	
10/02/78	0	0	Tr	0,100	0,100	0,130	0,420	0,350	0,400	Tr	Tr	—	—	—	
22/02/78	0	0	Tr	0,050	0,130	0,280	0,350	0,380	0,390	0	Tr	—	—	—	
08/03/78	—	—	—	0,200	0,120	0,225	0,412	0,380	0,365	0	Tr	—	—	—	
21/03/78	0	0	0	0,300	0,470	0,400	0,375	0,420	0,300	Tr	Tr	—	—	—	
Mínimo	0	0	0	Tr	0	0,030	0,300	0,250	0,300	0	0	0	—	—	
Máximo	0,160	0,350	0,160	0,390	0,470	0,400	0,600	0,420	0,520	0,010	0,005	0,009	—	—	
Mediana	0	0	0	0,100	0,120	0,200	0,407	0,400	0,390	0,005	Tr	Tr	—	—	
04/04/78	0	0	Tr	0,570	0,300	0,300	0,230	0,250	0,300	Tr	Tr	Tr	0,23	0,25	
19/04/78	0	Tr	0	0,120	0,310	0,310	0,370	0,400	0,380	Tr	Tr	Tr	1,50	0,62	
03/04/78	0	0	Tr	0,200	0,330	0,360	0,220	0,240	0,210	0	0	Tr	2,45	0,20	
18/05/78	0	0	Tr	0,320	0,250	0,400	0,210	0,210	0,300	0	0	Tr	2,00	1,60	
01/06/78	Tr	0,010	0,010	0,200	0,270	0,310	0,240	0,200	0,240	0	0	Tr	2,05	2,55	
15/06/78	Tr	Tr	0,009	0,865	0,780	0,765	2,200	0,680	2,300	Tr	Tr	Tr	2,90	2,90	
29/06/78	Tr	Tr	Tr	0,370	0,405	0,490	0,550	0,610	1,200	0	0	Tr	2,80	2,80	
12/07/78	Tr	Tr	Tr	0,470	0,330	0,580	0,680	1,300	0,610	1,200	0	Tr	2,80	2,80	
26/07/78	Tr	Tr	Tr	0,050	0,098	0,242	0,680	0,650	1,280	Tr	Tr	Tr	3,00	3,35	
10/07/78	Tr	Tr	Tr	0,120	4,190	0,460	0,750	0,700	0,950	Tr	Tr	Tr	3,80	3,40	
23/08/78	0,013	0,017	0,007	0,110	0,090	0,460	1,500	1,700	2,600	Tr	Tr	Tr	4,20	4,10	
06/09/78	Tr	Tr	Tr	0,110	0,090	0,460	1,500	1,700	2,600	Tr	Tr	Tr	3,80	3,90	
21/09/78	Tr	Tr	Tr	0,050	0,150	0,110	1,200	1,200	1,700	Tr	Tr	Tr	3,32	3,68	
Mínimo	0	0	0	0,050	0,110	0,110	0,210	0,200	0,210	0	0	0	0,23	0,25	
Máximo	0,013	0,017	0,010	0,865	0,780	0,765	2,200	1,700	2,400	Tr	Tr	Tr	4,20	4,40	
Mediana	Tr	Tr	Tr	0,200	0,250	0,360	0,680	0,650	0,950	Tr	Tr	Tr	3,00	2,90	
(anual)															
Mínimo	0	0	0	0	0	0,030	0,210	0,200	0,210	0	0	0	0,23	—	
Máximo	0,160	0,350	0,160	0,865	0,780	0,765	2,200	1,700	2,400	Tr	Tr	Tr	4,20	—	
Mediana	Tr	Tr	Tr	0,120	0,140	0,290	0,424	0,412	0,410	0,010	0,005	0,009	3,20	—	

* sup. = superfície ** prof. = profundidade (2 m) *** Tr = traço

Corroborando nesta hipótese, CARVALHO (1975) observou que após a floração de *Anabaena spiroides* Klebahn na Represa de Americana — SP, houve uma redução muito acentuada de fosfato.

Experiências realizadas em laboratório indicam que mais de 95% do fósforo radioativo adicionado em cultura, pode ser gasto pelo fitoplâncton e bactérias em vinte minutos (REID & WOOD, 1976).

BRANCO (1958) observou que as maiores concentrações de fosfato registrado na Represa Billings ocorreram no período de estiagem.

3.3.5 Amônia, nitrito e nitrato

Na estação 1, os valores mínimos das concentrações de amônia na superfície da água, foram de 0,210 mg/l e na profundidade (2m) de 0,200 mg/l. Os valores máximos foram de 2,20 mg/l registrado na superfície e de 1,70 mg/l na profundidade (Tabela 6).

Na estação 2 a concentração de amônia apresentou valor mínimo de 0,210 mg/l e máximo de 2,40 mg/l (Tabela 6).

A presença de amônia na Represa Billings pode indicar a ocorrência de poluição recente neste reservatório; por outro lado, segundo HYNES (1971), a amônia é muito mais tóxica em águas alcalinas do que em águas ácidas. Deve-se levar muito em conta esta informação já que o pH registrado nos locais estudados na Represa Billings foram sempre superiores a 6,0.

Os resultados das análises de nitrito revelaram valores mínimos, quase sempre, aquém do limite de sensibilidade do método (Tabela 6).

Supõe-se que a boa oxigenação do ambiente aquático transforme nitrito em nitrato tão rapidamente que sua presença não chegue a ser detectada.

Durante a época de estiagem, na estação 1, o valor máximo da concentração de nitrato foi de 0,865 mg/l na superfície da água e 0,780 mg/l na profundidade

(2m) e o valor mínimo de 0,0 mg/l foi encontrado no período de chuva, tanto na superfície como na profundidade (2m).

Os teores de nitrato, na estação 2, registraram valores máximos de 0,765 mg/l, na época de estiagem e de 0,400 mg/l na época de chuva (Tabela 6).

Os valores de nitrato, no período anual estudado, foram bem maiores na estação 2 (Tabela 6 e Figura 7).

Houve uma nítida correspondência entre os valores máximos de fitoplâncton total (Figura 2) e os de nitrato (Figura 7), no período de estiagem.

3.3.6 Considerações sobre o N e o P

BRANCO (1958) também comparou, na Represa Billings, os sais minerais com o fitoplâncton e verificou que os compostos nitrogenados apesar de aumentarem no período de estiagem, diminuem logo em seguida, assim que se intensifica a proliferação de algas, porque estas os consomem rapidamente.

Vários autores acreditam que a ocorrência de fenômenos de floração nas águas, esteja diretamente relacionada com a quantidade de nitrogênio na água (BRANCO, 1958, 1959, 1966, KAWAI; YANO; CHINEZ, 1976, REID & WOOD, 1976).

Deve-se lembrar, ainda, ao considerar estes dados, a existência de variações na concentração salina na Represa Billings devidas, principalmente, às variações no recalque da antiga Light Serviços de Eletricidade S/A e aos despejos lançados na própria represa. No período de estiagem, a "Light" aumenta a vazão de recalque e consequentemente o nível daquele reservatório de nutrientes.

Geralmente ao avaliar-se o grau de influência de nutrientes (no caso, nitrogênio e fósforo) sobre as algas, o nitrogênio constitui-se no fator de maior limitação, visto que o fósforo entra em muito menor porcentagem no metabolismo desses organismos. Entretanto com relação ao controle de poluição, o fósforo

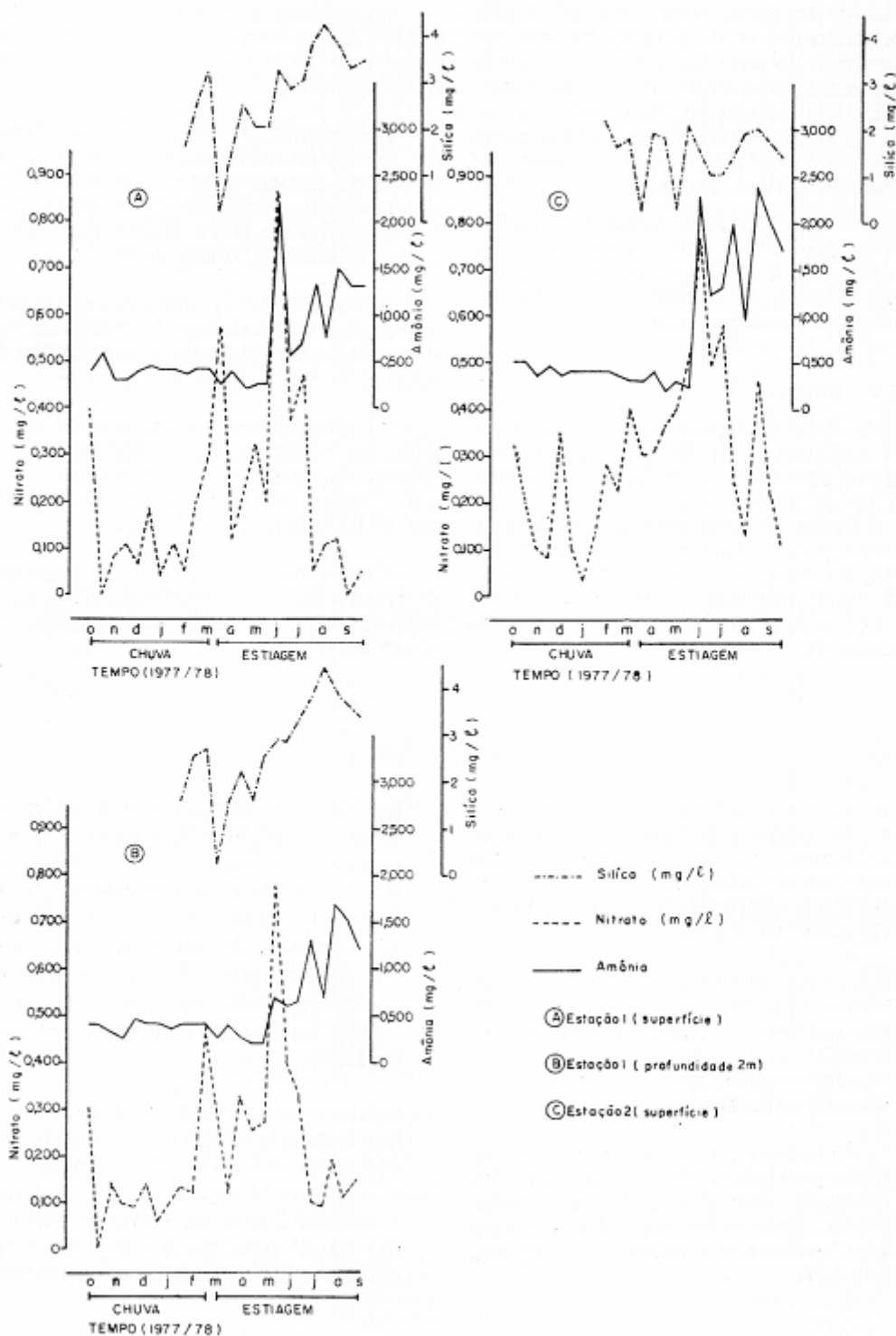


FIGURA 7 — Represa Billings — Variação dos valores da amônia (mg/l) e nitrato (mg/l) e sílica calculadas no período de setembro de 1977 a outubro de 1978 (chuva e estiagem).

apresenta-se como fator primordial porque, sendo fornecido principalmente por despejos, é de mais fácil controle. Quanto ao nitrogênio, ainda que o seu suprimento seja deficiente, este pode ser obtido do ar atmosférico, sendo impossível exercer um controle sobre o seu teor nas águas (BRANCO, 1966).

KAWAI; YANO; CHINEZ (1976) concordam com o fato de que há uma melhora das condições sanitárias da Represa Billings no período de chuva, por diluição da matéria orgânica.

3.3.6 Silica

As determinações de sílica nas estações amostradas na Represa Billings, em número reduzido no período de chuvas, não permitiram o estudo dessa variável sob o ponto de vista sazonal. No período de estiagem a concentração mínima de sílica, na estação 1, esteve por volta de 0,25 mg/l, enquanto que a máxima foi de 4,40 mg/l aos 2m de profundidade (Tabela 6).

As análises de sílica foram reduzidas e não foi possível estabelecer relações entre este dado e o fitoplâncton da represa estudada.

Raramente a sílica constituir-se-á em um fator mínimo, pois são ricas as fontes de abastecimento: rochas e solos circunvizinhos, em que sua erosão e lixiviação levam sílica dissolvida para o lago (KLEEREKOPER, 1944).

KILHAM (1971) considera que a ecologia das diatomáceas é consideravelmente influenciada pela concentração de sílica.

As diatomáceas necessitam de sílica, pois, na ausência desse nutriente elas podem se desenvolver em cultura, mas não formam suas frústulas características (KLEEREKOPER, 1944).

Na Represa Billings, as diatomáceas do gênero *Synedra* sp e *Nitzschia* sp apresentaram-se com maior densidade na época da chuva.

4. CONCLUSÕES

- A concentração do fitoplâncton total variou entre os períodos de chuva e de estiagem, tendo atingido valores maiores na estiagem, devido provavelmente à temperatura e a altos teores de nitrato e amônia.
- A transparência e a cor foram influenciadas pela presença do fitoplâncton, enquanto que a radiação solar e a insolação nos seus valores máximos condicionaram, possivelmente, baixa densidade de fitoplâncton.
- O vento constitui fator importante no deslocamento de Nostocophyceae (*Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenk., *Anabaena spiroides* Klebahn principalmente e outras) na Represa Billings.
- Houve uma relação direta entre os teores de oxigênio dissolvido e a porcentagem de saturação desse gás com a concentração de fitoplâncton total, evidenciando-se a contribuição de oxigênio dada pelo fitoplâncton ao ambiente mediante a fotossíntese; o oxigênio consumido mostrou que o ambiente analisado é rico em matéria orgânica.
- Os teores de amônia e nitrato indicam que a estação 2 apresentou eutrofização mais acelerada do que a estação 1, o que já se esperava, uma vez que a estação 2 está no caminho natural das águas poluídas e a estação 1 encontra-se em um local mais protegido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. 1975 *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 14. ed. New York. 1193p.
- BICUDO, C. E. M. & BICUDO, R. M. T. 1970 *Algas de águas continentais brasileiras: chave ilustrada para identificação de gênero*. São Paulo. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências. 228p.
- BOURRELLY, P. 1966 *Les algues d'eau douce: initiation à la Systematique*. Paris, N. Boubée. v. 1, parte 1: Les algues vertes. 572p.
- . 1968 *Les algues d'eau douce: initiation à la Systematique*. Paris, N. Boubée. v.2, parte 2: Lesalgues jaunes et brunes chrysophycées, pheophycées, xantophycées et diatomées. 438p.
- . 1970 *Les algues d'eau douce: initiation à la Systematique*. Paris, N. Boubée. v.3, parte 3: Les algues bleues et rouges les eugleniens peridimiens et cryptomonades. 512p.
- BRANCO, S. M. 1958 *Estudo preliminar de hidrobiologia da Represa Billings*. São Paulo, Departamento de Águas e Esgotos — DAE. (mimeografado)
- . 1959 Estudo dos fatores biológicos responsáveis pelas más qualidades que caracterizam as águas abastecidas do ABC. *Relatório entregue à Divisão de Tratamento de Água — DAE*. São Paulo. (mimeografado)
- . 1960 Dados sobre a variação do nível do plâncton, causada pelas alterações de temperatura e viscosidade da água. *Rev. DAE*, São Paulo, 21(38):43-6.
- . 1962 *A ecologia e sistemática de algas*. São Paulo. Instituto de Botânica. 67p (mimeografado)
- . 1964 *Sobre a utilização de microorganismos flagelados como indicadores de poluição*. São Paulo. 118p. (Tese de Livre Docência. Faculdade de Higiene e Saúde Pública, USP).
- . 1966 Estudo das condições sanitárias da Represa Billings. São Paulo. Separata dos Arquivos da Faculdade de Higiene e Saúde Pública da Universidade de São Paulo, 20(1):57-86, jun.
- . 1978 Material e técnicas empregadas em hidrobiologia. In: ———. *Hidrologia aplicada à engenharia sanitária*. São Paulo, CETESB. cap 5, p. 169-243.
- CARVALHO, M. A. J. 1975 *A represa de Americana: aspectos físico-químicos e a variação das populações Copepoda Cyclopoida de vida livre*. São Paulo. (Tese de Doutorado. Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências. USP).
- DESIKACHARY, T. V. 1959 *Cyanophyta*. New Delhi, Indian Council of Agricultural Research. 686p.
- GEITLER, L. 1932 *Cyanophyceae*. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft. 1195p.
- GOLTERMAN, H. L. 1969 *Methods for chemical analysis of fresh waters*. London. International Biological Programme. 172p. (IBP Handbook, 8).
- HESS, M. L. 1961 Chuva: agente de poluição das águas. *Rev. DAE*, São Paulo, 22(42): 41-2, set.
- HUTCHINSON, G. E. 1967 *A treatise on limnology: introduction to biology and the limnoplankton*. New York, John Wiley & Sons. 1115p. v.2.
- HYNES, H. B. N. 1971 *The biology of polluted waters*. Liverpool, Liverpool University Press. 555p.
- KAWAI, H.; YANO, T.; CHINEZ, S. J. 1976 Caracterização das condições sanitárias atuais da Represa Billings em vista do balanço de matéria orgânica e oxigênio dissolvido. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA, 15. Buenos Aires, 1976. São Paulo, CETESB.
- KILHAM, P. 1971 A hipóthesis concerning silica and the freshwater planktonic diatoms. *Limnol. Oceanogr.*, 16(1):10-8.
- KLEEREKOPER, H. 1944 *Introdução ao estudo da limnologia*. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura. 329p. (Didática, 4).
- PATRICK, R. & REIMER, C. W. 1966 *The diatoms of the United States*. Philadelphia, Academy of Natural Sciences of Philadelphia 688p. v. 1. (Monography of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 13).
- PHILIPPOSE, M. T. 1967 *Chlorococcales*. New Delhi, Indian Council of Agricultural Research. 365p.

- XAVIER, M. B. 1981 Represa Billings — São Paulo I. Fitoplâncton e características físicas da água. *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 8(único):23-46, dez.
-
- PRESCOTT, G. W. 1962 *Algae of the Western great lake area*. Dubuque, Iowa, Wm. C. Brown Company Publishers. 977p.
- REID, G. K. WOOD, R. D. 1976 *Ecology of inland water and estuaries*. New York, Van Nostrand. 485p.
- SCHWOERBEL, J. 1975 *Métodos de hidrobiologia: biologia del agua dulce*. Trad. Francisco Javier Haering Perez. Madrid, Hermann Blume Ed. 262p. Original alemão.
- SMITH, G. M. 1920 Phytoplankton of the Inland Lakes of Wisconsin, 1: Myxophyceae, Phaeophyceae, Heterokontae and Chlorophyceae exclusive of the Desmidiaceae. *Bull. Wis. geol. nat. Hist. Surv. Sci.*, Madison, 57(12):1-243.
- . 1950 *The freshwater algae of the United States*. New York, McGraw-Hill Book Company. 719p.
- TALLING, J. F. 1965 Comparative problems of phytoplankton production and photosynthetic productivity in a tropical and a temperature lake. *Mem. Ist. ital. Idrobiol.*, Pallanza. 18:339-424.
- TALLING, J. F. 1966 The annual cycle and stratification and phytoplankton growth in lake Victoria (East Africa). *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, 51(4):545-621.
- . & TALLING, I. B. 1965 The chemical composition of African Lake Waters. *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, 50(3): 421-63.
- TUNDISI, J. et alii 1978 *Estudos limnológicos no sistema de lagos do Parque Florestal do Rio Doce, Minas Gerais*. São Carlos, Secretaria de Ciências e Tecnologia do Estado de Minas Gerais e Universidade Federal de São Carlos, 147p.
- VOLLENWEIDER, R. A. 1971 *A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments* 2. ed. London, Blackwell Scientific Publications. 211p. (IBP Handbook, 12).
- WELCH, P. S. 1935 *Limnology*. New York, McGraw-Hill Book Company, Inc. 471p.
- XAVIER, M. B. 1979 *Contribuição ao estudo da variação sazonal do fitoplâncton na Represa Billings — São Paulo*. São Paulo 146p. (Tese de Mestrado. Departamento de Saúde Ambiental. Faculdade de Saúde Pública, USP).