Ø

FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE SAÚDE AMBIENTAL

COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DA REPRESA DE GUARAPIRANGA: 1991-92.
ASPECTOS ECOLÓGICOS, SANITÁRIOS E SUBSÍDIOS PARA REABILITAÇÃO DA
QUALIDADE AMBIENTAL

ZULEIKA BEYRUTH

TESE APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE AMBIENTAL DA FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM SAÚDE PÚBLICA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: SAÚDE AMBIENTAL ORIENTADOR: PROFESSOR DOUTOR ARISTIDES ALMEIDA ROCHA

SÃO PAULO - 1996

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado com a colaboração de orientadores, colegas e amigos, para os quais é um prazer expressar meu reconhecimento:

Ao Professor Doutor Aristides Almeida Rocha, pela orientação, apoio, amizade, pelos muitos caminhos que se abriram em seu nome e especialmente pela confiança.

À Doutora Célia Leite Sant'Anna pela valiosa orientação nos caminhos da taxonomia ficológica, pelo inestimável auxílio durante a revisão da minuta da tese para aperfeiçoamento deste trabalho, pelo apoio irrestrito e pela amizade, inclusive nos momentos de decisão mais importantes.

Ao Doutor Pedro Caetano Sanches Mancuso pela preocupação com o estudo do fitoplâncton de represas de abastecimento, que resultou na idéia de desenvolver este trabalho, pelo valioso auxílio na revisão para aperfeiçoamento deste trabalho.

À Doutora Denise Navas Pereira, pela cuidadosa revisão da minuta deste trabalho e pela contribuição que tornou possível acessar informações recentes, altamente relevantes, sobre a represa de Guarapiranga.

À Doutora Vera Lúcia de Moraes Huszar pelos conselhos na definição da dimensão do trabalho e dos critérios para seleção dos dados do projeto inicial a serem utilizados neste estudo, bem como pelo auxílio durante a fase de revisão que contribuiu de forma decisiva para o aperfeiçoamento deste trabalho.

Aos Doutores Samuel Murgel Branco e Gisela Yuka Shimizu pelos conselhos precisos, durante a avaliação da qualificação, sobre a definição das dimensões deste trabalho.

Aos pesquisadores do Instituto Botânico, que auxiliaram nas identificações de várias espécies de algas: Doutora Maria Tereza Paiva Azevedo, Doutora Miriam Borges Xavier, Doutora Laine Sormus e a todo o pessoal da Seção de Ficologia, pelo apoio e consideração demonstrados.

Aos doutores Carlos Eduardo Mattos Bicudo e Denise Bicudo pela disponibilidade de sua biblioteca, de seu auxílio e do auxílio de seus estagiários nas identificações de algumas das espécies encontradas.

À Doutora Maria Helena Maier pela colaboração e sugestões na avaliação da qualidade da água.

À Doutora Marilza Cordeiro-Marino, pela inspiração ao mostrar a possibilidade e o valor de manter sempre, em qualquer situação, a coerência com os princípios éticos e o amor pelo trabalho.

À Doutora Suzana Sendacz pela revisão e conselhos tão oportunos.

À Eni Cardoso e à Ana Lúcia Brandimarte pela atenção e cuidado na revisão, bem como pela disponibilidade, apoio, solidariedade e amizade.

Agradeço especialmente a

Sueli Caleffi pelo apoio incondicional, pelo espírito de luta incansável, pela convivência agradável, pela amizade e carinho, que tornaram possível realizar esta aventura.

Eni Cardoso e Eliete Zanardi pelo carinho, amizade, confiança, pelas análises químicas e pelas horas sem fim de sono perdido, nas intermináveis madrugadas de trabalho após as coletas além dos sábados, domingos e feriados, sem as quais não teria sido possível produzir esta tese.

À Thais Janson Mercante pela colaboração nos trabalhos fotográficos.

Ao Gil Beyruth pelo trabalho de computação e artes gráficas na montagem das imagens das algas.

Ao Doutor José Luis Negrão Mucci e a Solange Martone Rocha pela amizade, bom humor e apoio, que ajudaram a tornar mais alegres e divertidos estes anos de trabalho.

Maria do Carmo, Maria Aparecida, Francisca e Marlene, do HSA, pelo apoio, pelo trabalho cuidadoso e incansável, e especialmente pelo bom humor e amizade.

À Engenheira Ana Alvim pela contribuição valiosa na informatização de análises estatísticas, pela amizade, apoio e por sempre conseguir melhorar meu humor quando as condições de trabalho estiveram adversas.

Ao Sr. Silvio, ao Alvarenga e aos demais motoristas pela ajuda incansável e pelas idéias para facilitar os trabalhos de campo.

Ao Edmilson, Rubens, Aninha, Serginho, Wandinha e Ilma pelos inúmeros cafezinhos compartilhados, pela amizade, carinho, bom humor e solidariedade que contribuíram para manter o moral elevado, mesmo nos momentos difíceis.

Aos professores, funcionários e estagiários do Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública, pelo apoio, colaboração e convivência amigável no decorrer destes anos de trabalho.

Ao Clube Náutico Paulista pelo apoio na primeira fase de coletas, especialmente ao Ceará, que nos guiou tão bem sobre as águas da represa, pela ajuda nos trabalhos de coleta e por nos ensinar muito sobre a represa e seus folclores.

À SABESP pelo apoio em parte das coletas e no fornecimento de dados de operação da represa, especialmente ao Engenheiro Constante Bombonato e à Doutora Maria Cecília Paro e seus assistentes, pela solicitude em atender aos nossos pedidos.

Ao Instituto Astronômico e Geofísico, especialmente ao Doutor Frederico pelo fornecimento de dados climatológicos. À Seção de Hidrologia da CETESB pelos dados de hidrologia.

Ao 12^o Batalhão do Corpo de Bombeiros da Guarapiranga pelo apoio, na segunda fase das coletas, em especial ao cabo Giovani e a todo o pessoal da aquática, tanto por facilitarem a mobilização, como pela ajuda nos trabalhos de coleta.

À Diretoria da Faculdade de Saúde Pública e ao CNPq, pela bolsa de estudos concedida entre 1991 e 1995, que tornaram mais fácil atravessar este período.

À minha mãe, Nina e ao meu pai José, por me ensinarem que qualidade de vida é direito de todos os seres vivos.

Ao meu marido Rubinho, aos meus filhos Danilo, Murilo e Gil por tornarem minha vida tão preciosa, maravilhosa e divertida, agradeço especialmente pela paciência em dividirem minhas atenções e meu tempo, com "a tese", por tantos anos, sempre me incentivando e apoiando.

Às matas, cachoeiras e todas as águas, pelas quais minha paixão não tem fim.

RESUMO

A represa de Guarapiranga faz parte da sub-bacia do alto Tietê e situa-se entre a Região Metropolitana de São Paulo e cidades vizinhas: Itapecerica da Serra e Embu-guaçu, SP (23° 43' S e 46° 32' W). Sua bacia estende-se ainda pelos municípios de Embu e Cotia. Foi construída em 1906 pela barragem do rio Guarapiranga, com o objetivo de regularizar as vazões contribuintes e ampliar a produção de energia elétrica em Santana do Parnaíba. Em 1926 passou a servir ao abastecimento público e atualmente suas finalidades são: controle de enchentes, geração de energia, recreação e abastecimento. É responsável pelo atendimento da demanda hídrica de 60% da população da Região Metropolitana de São Paulo, sendo o segundo sistema produtor da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, suprindo 21 bairros da cidade de São Paulo e também Taboão da Serra, Osasco e Carapicuíba. Nas últimas décadas a qualidade de suas águas vem sendo submetida a séria deterioração, em virtude da intensa ocupação e usos inadequados do solo de sua bacia de drenagem, bem como dos crescentes aportes de esgotos, que incrementaram sua eutrofização e o desenvolvimento explosivo da comunidade fitoplanctônica.

Este trabalho relata aspectos ecológicos, sanitários e indica ações para um manejo mais adequado da represa de Guarapiranga, a partir da análise da comunidade fitoplanctônica e suas relações com as variáveis ambientais, estudadas no período entre maio de 1991 e julho de 1992. Os dados foram obtidos em campanhas semanais de amostragem em dois pontos da área de água aberta superficial da represa.

Neste estudo foram analisadas as características e flutuações da comunidade fitoplanctônica (riqueza, densidade, bioárea, biovolume, diversidade de espécies, uniformidade, estratégias adaptativas, bem como taxas de alteração).

Propôs-se um método para avaliação da persistência dos grupos analisados, que mostrou-se eficiente, especialmente para a avaliação sanitária.

Foram analisadas simultaneamente as características climatológicas e hidrológicas atuantes na represa e também os aspectos físicos e químicos da qualidade da água (temperatura, profundidade, transparência, cor, turbidez, condutividade, potencial hidrogeniônico, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, alcalinidade, dureza, teor de sólidos totais em suspensão, fósforo solúvel reativo, fosfato total, nitrogênio amoniacal, nitrato, sulfato, cloreto, cálcio, potássio, silício, sódio, magnésio, manganês, cobre, alumínio, ferro e zinco).

Os resultados mostraram a ocorrência de 240 táxons, sendo que as clorococcales e as zignemaficeas destacaram-se pela riqueza de espécies.

A comunidade demonstrou os efeitos da eutrofização, através da alta produção algácea expressa pelas elevadas densidades e biovolumes, especialmente de espécies indicadoras de eutrofização. Os fatores climáticos e a influência antrópica (expressa pela eutrofização, operação hidráulica e controle algáceo) atuaram como as principais forçantes de alterações da comunidade fitoplanctônica. Os dados obtidos para a estação de coleta mais próxima da barragem e captação de água para abastecimento - denominado ponto 1- mostraram a influência da urbanização de suas margens, e os obtidos na estação mais a montante - ponto 4 - indicaram as influências de desmatamentos recentes. Observou-se que as chuvas promovem entrada de nutrientes e contaminantes, magnificando os resultados da degradação ambiental. Estes ingressos de nutrientes favorecem um maior desenvolvimento algáceo. Entre os efeitos da degradação na qualidade da água, o mais deletério é o ingresso de teores elevados de metais, entre estes o alumínio, citado na literatura médica por sua relação com doenças neurológicas crônicas como o mal de Alzheimer. O risco à saúde humana é discutido neste trabalho. O teor deste metal mostrou correlação negativa com densidade, bioárea e riqueza de espécies do fitoplâncton.

A espécie que mais se destacou na represa, em densidade e biomassa, foi *Dictyosphaerium ehrenberghianum*. Criptofíceas e zignemafíceas mostraram maior taxa de alteração das comunidades, devido às aplicações de sulfato de cobre para o controle algáceo, realizadas na área de captação para abastecimento - ponto 1. *Rhizosolenia eiriensis* mostrou correlação negativa com o teor aplicado deste algicida, o que pode indicar sensibilidade desta espécie ao controle. Espécies de *Mougeotia* contribuíram expressivamente para a densidade e o biovolume total das algas em água aberta, durante as fases de maior movimentação, períodos estes de intensa pluviosidade. A estabilidade da comunidade fitoplanctônica foi expressa por algumas fases de equilíbrio verificadas apenas na estação de captação, bem como pela persistência de penais nesta estação e de volvocales na estação a montante. Diatomáceas atingiram seu auge nos períodos de inverno, clorococales e zignemafíceas, no verão. O aumento da disponibilidade de nutrientes por aporte da bacia ou por senescência das algas, especialmente de clorococales e zignemafíceas no verão e a concentração de nutrientes durante a seca mais intensa, favoreceram o desenvolvimento de Cyanophyceae/Cyanobacteria como *Aphanocapsa*, *Synechococcus*, *Oscillatoria* e *Pseudoanabaena*.

As florações de cianofíceas são discutidas sob o aspecto ecológico e sanitário, incluindo os riscos à saúde humana. As espécies que se destacaram em biovolume ou densidade são, em geral, relatadas na literatura como indicadoras de ambiente eutrofizado. Espécies oportunistas,

r-estrategistas tiveram seu desenvolvimento favorecido no ambiente estudado, não sendo encontradas quantidades expressivas de espécies estritamente K-estrategistas. A teoria ecológica que mostrou-se mais adequada, provendo maior quantidade de informação foi a teoria do não equilíbrio, com a aplicação do teste da hipótese do distúrbio intermediário.

A qualidade ambiental e em especial a da comunidade fitoplanctônica, foi analisada quanto às características sanitárias. A partir dos resultados obtidos e considerando-se também a realidade atual das forças econômicas, políticas e sociais atuantes, propõe-se medidas de melhoramento do manejo e qualidade ambiental, estabelecendo-se prioridades de curto, médio e longo prazo para sua aplicação.

Este estudo permitiu concluir que a represa de Guarapiranga é um ambiente de alta taxa de transferência de matéria e energia que as recebe, transforma em biomassa planctônica e as exporta, configurando-se desta forma uma reciclagem muito intensa. Esta reciclagem intensa e o elevado potencial de autodepuração permitem concluir que ações para o melhoramento da qualidade ambiental podem apresentar resultados favoráveis a curto prazo. A importância da eficiência destas ações relaciona-se ao melhoramento da qualidade da água fornecida à população humana, bem como da qualidade de vida dos usuários da represa.

ABSTRACT

Guarapiranga reservoir belongs to Tietê basin, is located at the Metropolitan Area of São Paulo City, surrounded by other neighbours small Cities as Itapecerica da Serra and Embu-guaçu, SP (23° 43' S and 46° 32' W). There are two other towns in its basin, Embu and Cotia. The dam was built in 1906, in the Guarapiranga river, in order to provide electric power and to regulate the flow. It started to supply water to São Paulo City in 1926. Nowadays this reservoir which is the second one of São Paulo State's Basic Sanitary Company, provides water to 60% of São Paulo's Metropolitan Region population, attending 21 districts of São Paulo and another towns, as Osasco and Carapicuíba. It has been also used for electric energy production and people recreation. The water quality decreased in the last decades, due to the intensive people migration from other states, attracted to São Paulo's economic development. This demographic growth increased the water's as well as the land uses and occupation, the degradation of the basin, and also the explosive development of the algae of its waters. This thesis discusses the ecological and sanitary aspects and indicates adequate management measures, supported by the analysis of the phytoplanktonic community and its relationships with the environmental variables, through data weekly sampled from May 1991 to July 1992. The analysis of the phytoplanktonic community characteristics and fluctuations (richness, density, bioarea, biovolume, species diversity, evenness, survivor species strategies, alteration rates, and community stability - testing a new method to evaluate community persistence, which showed to be useful), as well as physical and chemical parameters to evaluate the water quality (temperature, depth, transparency, color, turbidity, conductivity, hydrogenionic potential, dissolved oxygen, biological oxygen demand, alkalinity, hardness, total suspended solids, and PO_4^{3-} , TP, NH_4^+ , NO_3^- , SO_4^{2-} , Cl, Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, Si and Zn) were carried out from two surface sampling stations in the open water. The analysis showed 240 species, detaching Chlorococcales and Zignemaphyceae by their richness. The community showed eutrofication effects through the high algae productivity, expressed by density and biovolume, specially of high trophic level indicator species. The climatic events and anthropic influences, showed by the eutrophication and hydraulic management, as well as showed by the algae control through copper sulphate were the major unpelling forces promoting phytoplanktonic community changes. Station 1, which was the closest station to the dam and intake for supply, showed the urbanization influence of the surrounding areas as well as of the copper sulphate applications, which were carried out only in this station. The station 4, upper in the reservoir, showed the effects of recent deforestation in its border region.

Among these effects of the water quality degradation, the most deleterious one, is the input of elevated concentrations of heavy metals as aluminum, related in the medical literature, as responsible for Alzheimer's disease. These inputs occurred during high pluviosity periods, and they are related to a deforestation recently carried out at the basin. The rainy season, which promoted these nutrient and contaminant inputs, favoured also the intensive phytoplankton growth. *Dictyosphaerium ehrenberghianum* was the specie which showed the highest density and biovolume. Cryptophyceae and Zignemaphyceae showed higher alteration rates due to the copper sulphate, and *Rhizosolenia eiriensis* showed negative correlation with the applied concentration of this algicide. *Mougeotia* species contributed expressively to the density and biovolume in the open water, due to the intensive water movement during the higher pluviosity periods. The stability of the community was attained in some phases in the station 1, the lentic one but never in the station 4, the most lotic one. Pennales showed high persistance in the station 1, and Volvocales in the station 4, throughout this study. Diatoms attained its higher values in cold-dry periods, in the winter and Chlorococcales and Zygnemaphyceae, during the warmer-wet periods in the summer. The inputs of nutrients from the basin and/or the senescence of the algae, specially Chlorococcales and Zygnemaphyceae in the summer and the ionic concentration during the most intensive dry periods favoured the growth of Cyanophyceae/Cyanobacteria like *Aphanocapsa*, *Synechococcus*, *Oscillatoria* and *Pseudoanabaena* spp. The species which showed the highest productivity are often mentioned in the literature as indicators of eutrophication. Opportunistic species, r-strategists had its development favoured in this environment. The ecological theory, which showed to be more useful and gave more information, was the "non equilibrium" theory, with the Hypothesis of the Intermediate Disturbance test. The environmental and phytoplankton qualities and sanitary characteristics were analysed. The results obtained, as well as economic, political and social present forces were considered in order to propose management measures for improvement of the environmental quality, prioritized to be applied in short, medium and long time. This study showed that Guarapiranga reservoir is an environment with high level of energy and material transference, receiving, changing it in living biomass, and exporting its contents to other environments, in this case, our homes. The recycling is very fast, therefore any improvement of the sanitary level at the basin and at the water will be reflected immediatly in the distributed water supply, as well as in the life quality of the users.

CANDIDATA: ZULEIKA BEYRUTH

COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DA REPRESA DE GUARAPIRANGA:
1991-92. ASPECTOS ECOLÓGICOS, SANITÁRIOS E SUBSÍDIOS PARA
REABILITAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL.

ERRATA (PÁGINA 1 DE 3)

<div>(A*)=acrescentar (R*)=remover (S*)=substituir</div>			
PÁGINA	PARÁGRAFO	ALTERAÇÃO	SUBSTITUIR POR OU ACRESCENTAR
9	1º	Figura 2 (S*)	Figura 3
10	1º	Figura 2 (S*)	Figura 2 e 3
10	6º	Figura 2 (S*)	Figura 3
12	2º	Figura 3 (S*)	Figura 2
13	4º	Figura 16 (S*)	Figura 22
17	2º	Figura 4 (S*)	Figura 3
27	1º	os diagramas (S*)	o diagrama
28	2º	0.0002). No (S*)	0.0002); no
29	1º	P=0). No (S*)	P=0); no
48	7º	23 e respectivamente (R*)	
49	3º	Tabelas 14 a 21 (S*)	Tabelas 15,17,19 e 21
61	5º	Tabelas 32 e 32 (S*)	Tabelas 31 e 32
62	3º	t2. Em (S*)	t2; em
62	6º	<i>bicaudatus</i> . Em (S*)	<i>bicaudatus</i> ; em
63	3º	<i>pulchellum</i> . Em (S*)	<i>pulchellum</i> ; em
64	1º	<i>ehrenberghianum</i> . Em (S*)	<i>ehrenberghianum</i> ; em
64	5º	<i>minutissima</i> . Em (S*)	<i>minutissima</i> ; em
65	3º	<i>vulgaris</i> . Em (S*)	<i>vulgaris</i> ; em
66	1º	<i>eiriensis</i> . Em (S*)	<i>eiriensis</i> ; em
66	6º	nas figuras apresentadas (R*)	
66	5º	<i>granulata</i> . Em (S*)	<i>granulata</i> ; em
79	2º	Figura 3 (R*)	
88	1º	E AS (S*)	E A
92	4º	<i>Monorapidium</i> (S*)	<i>Monoraphidium</i>
177	9º	p (R*)	
180	6º	Drum & Hopkins (A* data)	1965
180	5º	Drury & Nisbet (A* data)	1973
182	3º	Henry (A* data)	1990
183	1º	Klemer (A* data)	1991
179	10º	Cooke & Gould (A* data)	1991
A-6		(A*)	A-6.7
A-6		(A*)	A-6.8

**COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DA REPRESA DE GUARAPIRANGA:
1991-92. ASPECTOS ECOLÓGICOS, SANITÁRIOS E SUBSÍDIOS PARA
REABILITAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL.**

ERRATA (PÁGINA 2 DE 3)

A-6.7

TABELA 6 - CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS ABIÓTICAS DURANTE O PERÍODO DE ESTUDO, TESTE DE SPEARMAN (SIEGEL, 1975). NÍVEL CONSIDERADO: $P \geq 0.050$. REPRESA DE GUARAPIRANGA - PONTOS 1 E 4, 1991-92.

Temperatura da água (TAG); profundidade (PROF); transparência ao disco de Secchi (SEC); cor (COR); turbidez (TUR); condutividade (CON); pH (pH); oxigênio dissolvido (OD); demanda bioquímica de oxigênio (DBO); alcalinidade (ALC); dureza (DUR); sólidos totais em suspensão (SOT); fósforo solúvel reativo (PO_4^{3-}); fósforo total (PT); amônio (NH_4^+); nitrato (NO_3^-). Precipitação de 24 (P24); 72 (P72) e 168 horas (P168) anteriores às coletas; vazão afluente natural (ANA), recalçada (ARE) e total (AT); na vazão para abastecimento (EAB); elevação (ELE) e volume (VOL); precipitação média mensal (P); excedente hídrico (EXC); escoamento básico (ESC); deficiência hídrica do solo (DEF); radiação solar (RAD); insolação (INS); velocidade dos ventos (VEN); aplicação de sulfato de cobre do dia anterior (SA) e do dia da coleta (S) Ponto 4 ↓ (P4).

PONTO 4

	TAG	PROF	SEC	COR	TUR	CON	pH	OD	DBO	ALC	DUR	PO4	POT	SOT	NH4	NO3
P24	N	N	-0.63	N	N	N	N	N	N	N	N	-0.29	N	N	N	N
P72			0.00									0.05				
P168	0.37	N	-0.55	0.38	N	N	N	-0.50	N	N	N	N	N	N	N	N
	0.01		0.00	0.00				0.00								
ANA	0.31	N	N	0.34	N	N	N	-0.32	N	N	0.42	N	N	N	N	N
	0.02			0.01				0.02			0.02					
ARE	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
AT	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
EAB	N	N	-0.40	0.29	0.28	N	-0.33	N	N	N	N	N	N	N	N	N
			0.00	0.03	0.04		0.01									
EFT	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
ELE	N	N	N	N	N	-0.36	N	N	N	-0.32	0.37	N	N	N	N	N
						0.01				0.02	0.00					
VOL	-0.33	0.58	N	N	N	-0.38	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	0.02	0.00				0.01										
P	-0.33	0.58	N	N	N	-0.37	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	0.02	0.00				0.01										
ETP	0.60	N	-0.57	0.33	N	N	N	-0.30	N	N	0.61	N	N	-0.53	N	N
	0.00		0.00	0.01				0.03			0.00			0.00		
EXC	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
ESC	0.54	-0.29	-0.52	0.30	N	N	N	-0.28	N	N	0.53	N	N	-0.43	N	N
	0.00	0.03	0.00	0.03				0.04			0.00			0.01		
RAD	0.54	N	-0.42	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	-0.58
	0.00		0.00													0.00
INS	0.60	-0.32	-0.53	0.44	N	N	N	-0.28	N	N	0.59	N	N	N	N	N
	0.00	0.02	0.00	0.00				0.04			0.00					
VEN	N	N	0.29	N	N	N	N	0.30	N	N	N	N	N	N	N	N
			0.03					0.03								
DEF	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
SA	-0.28	N	0.34	-0.35	-0.43	N	0.36	N	N	0.29	N	N	N	0.43	N	N
	0.04		0.01	0.01	0.00		0.01			0.03				0.00		
S	0.43	N	-0.47	N	N	N	N	-0.31	N	0.33	0.48	N	N	N	0.36	-0.31
	0.00		0.00					0.02		0.01	0.01				0.01	0.02

CANDIDATA: ZULEIKA BEYRUTH

COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DA REPRESA DE GUARAPIRANGA:
1991-92. ASPECTOS ECOLÓGICOS, SANITÁRIOS E SUBSÍDIOS PARA
REABILITAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL.
ERRATA (PÁGINA 3 DE 3)

A-6.8

TABELA 6 - CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS ABIÓTICAS DURANTE O PERÍODO DE ESTUDO, TESTE DE SPEARMAN (SIEGEL, 1975). NÍVEL CONSIDERADO: $P \geq 0.050$. REPRESA DE GUARAPIRANGA - PONTOS 1 E 4, 1991-92.

Sulfato (SO_4^{-2}); cloro (Cl^-); alumínio (Al); cálcio (Ca); cobre (Cu); ferro (Fe); potássio (K); magnésio (Mg); manganês (Mn); sódio (Na); silício (Si); zinco (Zn); Precipitação de 24 (P24); 72 (P72) e 168 horas (P168) anteriores às coletas; vazão afluente natural (ANA), recalçada (ARE) e total (AT); na vazão para abastecimento (EAB); elevação (ELE) e volume (VOL); precipitação média mensal (P); excedente hídrico (EXC); escoamento básico (ESC); deficiência hídrica do solo (DEF); radiação solar (RAD); insolação (INS); velocidade dos ventos (VEN); aplicação de sulfato de cobre do dia anterior (SA) e do dia da coleta (S). Ponto 4 ↓ (P4).

PONTO 4

	SO4	Cl	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Na	Si	Zn
P24	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
P72	N	N	N	0.49 0.00	-0.41 0.00	0.45 0.00	0.39 0.00	N	0.23 0.09	N	N
P168	N	N	N	0.48 0.00	N	0.46 0.00	0.36 0.01	N	0.28 0.05	N	N
ANA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
ARE	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
AT	N	N	0.28 0.04	N	N	N	N	N	N	N	N
EAB	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
EFT	N	N	0.33 0.02	N	0.31 0.02	N	N	N	N	N	N
ELE	N	-0.68 0.00	N	-0.41 0.00	0.47 0.00	-0.35 0.01	-0.47 0.00	N	-0.69 0.00	N	N
VOL	N	-0.68 0.00	N	-0.42 0.00	0.47 0.00	-0.35 0.01	-0.47 0.00	N	-0.69 0.00	N	N
P	N	0.39 0.00	N	0.53 0.00	N	0.43 0.00	0.57 0.00	N	0.45 0.00	N	N
ETP	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
EXC	N	0.32 0.02	N	0.45 0.00	N	0.33 0.02	0.49 0.00	N	0.35 0.01	N	N
ESC	-0.33 0.02	-0.38 0.01	N	N	N	N	N	N	-0.36 0.01	N	N
RAD	N	0.43 0.00	N	0.50 0.00	N	0.48 0.00	0.50 0.00	0.41 0.00	0.46 0.00	-0.36 0.01	-0.31 0.02
INS	N	N	N	-0.43 0.00	N	-0.34 0.01	-0.35 0.01	N	-0.28 0.04	N	N
VEN	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
DEF	N	N	-0.46 0.00	N	-0.28 0.04	N	-0.34 0.01	N	N	N	0.31 0.02
SA	N	-0.31 0.02	N	0.30 0.03	N	0.36 0.01	N	0.35 0.01	N	N	0.28 0.04

De acordo,

Prof. Dr. Aristides Almeida Rocha
ORIENTADOR

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	pg 1
2. ÁREA DE ESTUDO	9
3. OBJETIVOS	16
4. MATERIAIS, MÉTODOS E ESTRATÉGIA DE ESTUDO	17
4.1. COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA	17
4.2. VARIÁVEIS ABIÓTICAS	23
4.3. TRATAMENTO DOS DADOS	24
4.3.1. ÍNDICE DE PERSISTÊNCIA DAS ESPÉCIES	26
5. RESULTADOS	27
5.1. ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS	27
5.2. QUALIDADE ABIÓTICA DA ÁGUA	30
5.3. COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DA REPRESA DE GUARAPIRANGA	36
5.3.1. COMPOSIÇÃO	36
5.3.2. FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA	47
5.3.3. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS FUNCIONAIS OU ESTRATÉGIAS ADAPTATIVAS	48
5.3.3.1. DIMENSÃO DOS ORGANISMOS: ANÁLISE DA VARIAÇÃO ENTRE AS ESPÉCIES	48
5.3.3.2. DIMENSÃO DOS ORGANISMOS - ANÁLISE DA VARIAÇÃO TEMPORAL	49
5.3.3.3. ANÁLISE DA MOTILIDADE	50
5.3.3.4. ANÁLISE DAS FORMAS	50
5.3.3.5. ANÁLISE DO ENVOLTÓRIO OU PAREDE CELULAR	51
5.3.4. DENSIDADE BIOÁREA, BIOVOLUME E DOMINÂNCIA	51
5.3.4.1. TOTAL GERAL	51
5.3.4.2. VARIAÇÃO TEMPORAL DA DOMINÂNCIA	52
5.3.5. RIQUEZA, DIVERSIDADE, UNIFORMIDADE E TAXAS DE ALTERAÇÃO DA COMUNIDADE	54
5.3.6. RELAÇÕES ENTRE O FITOPLÂNCTON E A QUALIDADE ABIÓTICA DA ÁGUA	56
5.3.7. SAZONALIDADE	61
5.3.8. ANÁLISE DOS COMPONENTES PRINCIPAIS	66
5.3.9. TESTE DE HENDRICKSON	72
5.3.10. ÍNDICE DE PERSISTÊNCIA DAS ESPÉCIES	73
6. DISCUSSÃO	77
6.1. QUALIDADE AMBIENTAL ABIÓTICA	79
6.2. COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA	84
6.2.1. METODOLOGIAS DE AVALIAÇÕES QUANTITATIVAS	85
6.2.2. COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA	86
6.2.3. ESTRATÉGIAS ADAPTATIVAS E A SEQUÊNCIA DE DOMINÂNCIA	88
6.2.4. CARACTERÍSTICAS DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA	95
6.2.5. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL	99
6.2.6. SAZONALIDADE	104
6.2.6.1. SAZONALIDADE DO FITOPLÂNCTON E TEORIAS ECOLÓGICAS	115
6.2.6.1.1. TEORIA DO EQUILÍBRIO - HIPÓTESE RAZÃO-RECURSO	119
6.2.6.1.2. TEORIA DO NÃO EQUILÍBRIO - HIPÓTESE DO DISTÚRBO INTERMEDIÁRIO	122
6.2.7. HOMOGENEIDADE DO NÚMERO DE ESPÉCIES E DA TAXOCENOSE	124
6.2.8. ESTABILIDADE DA COMUNIDADE	125
6.3. ANÁLISE INTEGRADA: COMPONENTES PRINCIPAIS (VARIÁVEIS AMBIENTAIS) E ESPÉCIES MAIS REPRESENTATIVAS DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA	130
6.4. ASPECTOS SANITÁRIOS	131
6.4.1. QUALIDADE ABIÓTICA DA ÁGUA	131
6.4.2. ESPÉCIES INDICADORAS DA QUALIDADE AMBIENTAL	134
6.4.3. ALGAS POTENCIALMENTE PREJUDICIAIS AOS USOS DA ÁGUA	151
6.4.3.1. CIANOFÍCEAS	151
6.4.4. INDICADORES PRÉVIOS DO DESENVOLVIMENTO EXCESSIVO DO FITOPLÂNCTON E DAS CIANOFÍCEAS	157
6.4.5. ALGAS POTENCIALMENTE PREJUDICIAIS AO TRATAMENTO DA ÁGUA PARA ABASTECIMENTO	159
6.4.6. CONTROLE ALGÁCEO	161
7. SUBSÍDIOS E MEDIDAS PARA REABILITAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL	164
8. UTILIZAÇÃO E APROVEITAMENTO ECONÔMICO DA BIOMASSA ALGÁCEA	168
9. CONCLUSÕES	171
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	176

TABELAS

1. OPERAÇÃO HIDRÁULICA DO SISTEMA DE GUARAPIRANGA	A-1
2. BALANÇO HÍDRICO 1991-92	A-2
3. VARIAÇÃO TEMPORAL DOS PARÂMETROS CLIMATOLÓGICOS E CONTROLE DE ALGAS	A-3
4. VARIAÇÃO TEMPORAL DOS PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS - PONTO 1	A-4.1 a A-4.2
5. VARIAÇÃO TEMPORAL DOS PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS - PONTO 4	A-5.1 a A-5.2
6. CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS ABIÓTICAS - PONTOS 1 e 4	A-6.1 a A-6.6
7. CARACTERÍSTICAS DAS ESPÉCIES - PONTO 1	A-7
8. CARACTERÍSTICAS DAS ESPÉCIES - PONTO 4	A-8
9. CORRELAÇÕES ENTRE AS CARACTERÍSTICAS DAS ESPÉCIES - PONTOS 1 e 4	A-9
10. VARIAÇÃO TEMPORAL DAS CARACTERÍSTICAS DA COMUNIDADE FITOPLÂNTONICA. PONTO 1	A-10
11. VARIAÇÃO TEMPORAL DA RIQUEZA DE ESPÉCIES DO FITOPLÂNTON. PONTO 1	A-11
12. VARIAÇÃO TEMPORAL DAS CARACTERÍSTICAS DA COMUNIDADE FITOPLÂNTONICA. PONTO 4	A-12
13. VARIAÇÃO TEMPORAL DA RIQUEZA DE ESPÉCIES DO FITOPLÂNTON - PONTO 4	A-13
14. VARIAÇÃO TEMPORAL DA DENSIDADE DO FITOPLÂNTON- PONTO 1	A-14
15. VARIAÇÃO TEMPORAL DAS ESTRATÉGIAS DO FITOPLÂNTON (DENSIDADE) - PONTO 1	A-15
16. VARIAÇÃO TEMPORAL DO BIOVOLUME DO FITOPLÂNTON - PONTO 1	A-16
17. VARIAÇÃO TEMPORAL DAS ESTRATÉGIAS DO FITOPLÂNTON (BIOVOLUME) - PONTO 1	A-17
18. VARIAÇÃO TEMPORAL DA DENSIDADE DO FITOPLÂNTON- PONTO 4	A-18
19. VARIAÇÃO TEMPORAL DAS ESTRATÉGIAS DO FITOPLÂNTON (DENSIDADE) - PONTO 4	A-19
20. VARIAÇÃO TEMPORAL DO BIOVOLUME DO FITOPLÂNTON - PONTO 4	A-20
21. VARIAÇÃO TEMPORAL DAS ESTRATÉGIAS DO FITOPLÂNTON (BIOVOLUME) - PONTO 4	A-21
22. CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS ABIÓTICAS E AS DO FITOPLÂNTON - PONTO 1	A-22
23. CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS ABIÓTICAS E AS DO FITOPLÂNTON - PONTO 1	A-23
24. CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS ABIÓTICAS E AS DO FITOPLÂNTON - PONTO 4	A-24
25. CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS ABIÓTICAS E AS DO FITOPLÂNTON - PONTO 4	A-25
26. RESULTADOS DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS - PONTO 1	A-26
27. RESULTADOS DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS - PONTO 4	A-27
28. RESULTADOS DO TESTE DE HENDRICKSON	A-28
29. VARIAÇÃO TEMPORAL DA DENSIDADE DAS ESPÉCIES EM FREQUÊNCIA RELATIVA - PONTO 1	A-29
30. VARIAÇÃO TEMPORAL DO BIOVOLUME DAS ESPÉCIES EM FREQUÊNCIA RELATIVA - PONTO 1	A-30
31. VARIAÇÃO TEMPORAL DA DENSIDADE DAS ESPÉCIES EM FREQUÊNCIA RELATIVA - PONTO 4	A-31
32. VARIAÇÃO TEMPORAL DO BIOVOLUME DAS ESPÉCIES EM FREQUÊNCIA RELATIVA - PONTO 4	A-32
33. DOMINÂNCIA, ABUNDÂNCIA E OCORRÊNCIA MAIS EXPRESSIVAS NO FITOPLÂNTON	A-33
34. MEDIANAS DOS PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS	A-34
35. MEDIANAS DOS PARÂMETROS BIOLÓGICOS. PONTO 1	A-35
36. MEDIANAS DOS PARÂMETROS BIOLÓGICOS. PONTO 4	A-36

FIGURAS

1. AMÉRICA DO SUL, BRASIL, SÃO PAULO, GRANDE SÃO PAULO E REDE HIDROGRÁFICA DO ESTADO DE SÃO PAULO	FIGURA 1
2. REPRESA DE GUARAPIRANGA - IMAGEM DE SATÉLITE - ÁREA URBANA	FIGURA 2
3. REPRESA DE GUARAPIRANGA - DEMARCAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA	FIGURA 3
4. REPRESA DE GUARAPIRANGA - DIAGRAMAS CLIMÁTICOS DE 1991 -1992	FIGURA 4
5. REPRESA DE GUARAPIRANGA - BALANÇO HÍDRICO	FIGURA 5
6. DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DAS CLASSES DE TAMANHO DAS ESPÉCIES DO PONTO 1	FIGURA 6
7. DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DAS CLASSES DE TAMANHO DAS ESPÉCIES DO PONTO 4	FIGURA 7
8. DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DOS ÍNDICES DA ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DO PONTO 1	FIGURA 8
9. DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DOS ÍNDICES DA ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DO PONTO 4	FIGURA 9
10. DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DOS GRUPOS SISTEMÁTICOS DO PONTO 1	FIGURA 10
11. DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DOS GRUPOS SISTEMÁTICOS DO PONTO 4	FIGURA 11
12. QUADRO-RESUMO DA DINÂMICA TEMPORAL DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DO PONTO 1	FIGURA 12
13. QUADRO-RESUMO DA DINÂMICA TEMPORAL DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DO PONTO 4	FIGURA 13
14. ANÁLISE DOS COMPONENTES PRINCIPAIS - VARIÁVEIS AMBIENTAIS DO PONTO 1	FIGURA 14
15. ANÁLISE DOS COMPONENTES PRINCIPAIS, POSIÇÃO DAS CAMPANHAS	FIGURA 15
16. ANÁLISE DOS COMPONENTES PRINCIPAIS - VARIÁVEIS AMBIENTAIS DO PONTO 4	FIGURA 16
17. ANÁLISE DOS COMPONENTES PRINCIPAIS, POSIÇÃO DAS CAMPANHAS	FIGURA 17
18. QUADRO RESUMO DA DINÂMICA TEMPORAL - POR COLETAS - DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DA REPRESA DE GUARAPIRANGA, 1991-92. PONTO 1.	FIGURA 18
19. QUADRO RESUMO DA DINÂMICA TEMPORAL - POR COLETAS - DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DA REPRESA DE GUARAPIRANGA, 1991-92. PONTO 4.	FIGURA 19
20. ANÁLISE DAS FLORAÇÕES. PONTO 1	FIGURA 20
21. ANÁLISE DAS FLORAÇÕES. PONTO 1	FIGURA 21
22. IMAGENS DE ALGUMAS ESPÉCIES DE ALGAS ENCONTRADAS NA REPRESA DE GUARAPIRANGA 1991-92.	FIGURA 22

1. INTRODUÇÃO

As algas do fitoplâncton constituem o primeiro elo da cadeia alimentar planetônica e ao lado das macrófitas aquáticas e algas do perifiton iniciam a fase biológica do ciclo dos nutrientes nos ambientes aquáticos, permitindo seu ingresso na cadeia alimentar. Produzem parte considerável do oxigênio dissolvido na água, essencial aos organismos aeróbios, além de prover alimento para os consumidores primários incluindo protozoários, insetos, organismos do zooplâncton e peixes, servindo ainda aos organismos da cadeia detritívora tais como vírus, bactérias e fungos, tanto de substrato como de alimento. Dois terços da superfície terrestre são cobertos por água e como o fitoplâncton é a vegetação das águas superficiais, torna-se responsável pela produção primária na maior parte da superfície terrestre. Segundo Reynolds (1993) a produção primária planetônica repõe atualmente cerca de 70% do oxigênio do planeta.

A produtividade primária nos ambientes aquáticos reflete imediatamente o grau de eutrofização da água, resultante da poluição atmosférica, da contribuição dos tributários e do uso e ocupação das bacias de captação, pois ao lado dos organismos da cadeia detritívora, as algas e as macrófitas livre-flutuantes são os primeiros organismos a assimilarem nutrientes e contaminantes diretamente da água. As algas são os produtores primários mais significativos nos ambientes em que predomina a água aberta, ou seja, sem influência acentuada das margens.

Segundo Rocha (1992), cada espécie de alga está relacionada a outras espécies e requer diferentes características estruturais, físicas, químicas e biológicas intrínsecas ao seu habitat. Quanto maior a complexidade da cadeia alimentar, mais tamponada ou estabilizada será a comunidade, protegida contra alterações ambientais que promovam flutuações no tamanho das populações (Price, 1973, apud Rocha, 1992). Teoricamente uma maior diversidade do fitoplâncton torna disponível uma maior variedade alimentar para os elos superiores da cadeia trófica, permitindo maior complexidade das relações intra- e inter-específicas no ambiente aquático e o sustento de uma fauna mais diversificada.

A análise da estrutura desta comunidade, principalmente em represas, permite avaliar os efeitos de alterações ambientais, inclusive das originadas por atividades antrópicas desenvolvidas nas bacias de drenagem destes corpos d'água.

A região sul do Brasil, especialmente São Paulo e neste estado a região denominada Grande São Paulo, por concentrar uma das maiores economias do país, foi alvo de intensa migração interna e de origem externa ao país desde o século passado. A partir da década de 50

a migração interna intensificou-se mais ainda, desencadeando um processo acelerado de ocupação, sem planejamento e infra-estrutura quanto aos aspectos de saneamento básico e do uso e ocupação do solo.

O estado de São Paulo tem uma rede hidrográfica extremamente rica, na qual destaca-se o rio Tietê, tanto pela extensão, quanto pela presença de inúmeros afluentes e das grandes cidades situadas ao longo de seu percurso.

Nos fins do século passado e início do atual, a abundância de corpos d'água em relação à densidade populacional levou as autoridades responsáveis a superestimarem o potencial de autodepuração dos corpos d'água, destinando-os à recepção de esgotos domésticos e industriais, havendo pouca preocupação em garantir e preservar a qualidade das águas nas regiões próximas da cidade de São Paulo. Várias represas construídas para exploração energética tornaram-se depositárias dos esgotos da cidade, entre elas a Billings e Isolina, que evidenciam atualmente os problemas de poluição gerados por esta política de utilização dos corpos d'água.

Os hábitos culturais e religiosos das três principais raças formadoras de nossa população, incluem a crença na purificação através da água, tanto material como espiritual, que alia-se à idéia de que a água é um recurso inesgotável, capaz de assimilar a deposição de toda sorte de rejeitos, resultando em comportamentos e hábitos da população que também contribuem para a deterioração da qualidade de nossos ecossistemas aquáticos.

Os problemas decorrentes destas formas de utilização alcançaram uma dimensão tão grande nos últimos anos, que as instituições governamentais não tem conseguido efetuar qualquer processo de melhoramento efetivo de grande porte nas represas localizadas em áreas urbanizadas.

Atualmente ocorrem deficiências no abastecimento de água para a população em caso de queda prolongada na pluviosidade e esporadicamente por dificuldades de manejo das represas que estão com a qualidade da água comprometida. As dificuldades no abastecimento, reportadas por Helou e Silva (1988) decorrem de alguns fatores como: falhas nos equipamentos de adução e distribuição, redução na disponibilidade de potência dos equipamentos de adução, variações na demanda e erros na sua previsão, bem como da dificuldade ou até impossibilidade de tratamento, decorrente de altos níveis de poluição no manancial utilizado.

A necessidade crescente de água para o abastecimento faz com que os recursos hídricos da bacia do Alto Tietê tornem-se insuficientes para seu atendimento, notando-se a

impossibilidade de utilizar novas fontes de qualidade adequada e em maior escala, o que leva à opção pela busca de recursos hídricos em regiões mais distantes e, portanto, a um maior custo ambiental, político e econômico. Ao sul das regiões mais próximas à Grande São Paulo, estes recursos encontram-se na direção da Serra do Mar e portanto na Mata Atlântica, em rios que ao atingirem a baixada litorânea, integram os sistemas de manguezais. A Mata Atlântica e os manguezais paulistas são ambientes que já correm sérios riscos, quanto à sua própria existência e conservação. Este risco amplia-se com a expansão e o estabelecimento de povoadamentos.

Experiências como a construção da Estrada dos Imigrantes, na própria Serra do Mar, mostram que tão logo haja oferta de emprego na construção civil e estradas de acesso, imediatamente novos povoados se estabelecem, independente da existência de infraestrutura básica necessária. Desta forma, também durante a construção de barragens e implantação de sistemas de represas, a formação de novos núcleos habitacionais e a expansão dos já existentes, constituem um risco considerável em áreas ambientalmente frágeis e que deveriam ser protegidas.

A decisão de recuperar ou preservar bacias hidrográficas, destinadas ou não ao abastecimento, pode implicar em altos custos, envolvendo profundas modificações em situações já estabelecidas e a necessidade de impedir distorções quanto ao uso e ocupação do solo. Entretanto, o custo operacional necessário ao tratamento da água de represas poluídas e para a obtenção de água proveniente de regiões mais distantes, pode ser muito superior ao custo da reabilitação ou recuperação da qualidade da água das represas já existentes. A viabilidade da recuperação depende de um desempenho político responsável, a longo prazo, envolvendo ações que devem ser realizadas a partir do estabelecimento de prioridades distribuídas adequadamente ao longo do tempo e que envolvam a participação da população.

Em vista das condições relatadas é necessário e urgente investir em pesquisa, para criação de tecnologias adequadas à cada região, possibilitando a ampliação do período de utilidade das represas já existentes, otimizando a produção de cada sistema e maximizando a obtenção de água. A represa de Guarapiranga é um exemplo das situações mencionadas, podendo servir como modelo para o desenvolvimento de novas tecnologias de recuperação e preservação da qualidade deste recurso. A evolução da qualidade da água neste reservatório reflete a tendência de evolução da qualidade de vida das populações instaladas em sua bacia e esta situação é comum às outras represas em condições semelhantes.

Embora já existam planos formulados, destinados ao aproveitamento da água do Sistema Capivari-Monos por bombeamento e reversão do fluxo da água deste sistema para a

Guarapiranga, um estudo mais profundo das condições atuais relacionando a qualidade da água com a comunidade fitoplanctônica pode orientar previsões sobre as respostas do sistema, tanto em função da diluição e do aumento do potencial do sistema, quanto de outras alterações que venham a ocorrer com o novo aporte. Se o processo de eutrofização não declinar, pode-se prever que em alguns anos, mesmo a diluição, decorrente do aumento nos aportes de água, seja insuficiente para manter a qualidade necessária ao consumo humano.

Este estudo sobre a comunidade fitoplanctônica pretende contribuir para ampliar o conhecimento existente sobre esta represa, fornecendo subsídios para a proposição de novas tecnologias de manejo e conservação. Faz parte de um estudo mais amplo desenvolvido ao longo de todo um ciclo sazonal, no qual também foram obtidos dados físicos, químicos (Caleffi e col., 1994; Beyruth e col., no prelo); bacteriológicos (dados inéditos) e da comunidade zooplanctônica (Caleffi, 1994).

O principal problema ambiental da represa de Guarapiranga é sua eutrofização. O desenvolvimento excessivo desta comunidade em ambientes submetidos à eutrofização acelerada, tem sido um dos principais problemas para os diversos usos das águas. A queda da qualidade da água gera deficiências no abastecimento e uma das mais graves consequências da eutrofização acelerada nesta represa, tem sido o aumento da população algácea, tanto pelas dificuldades que gera ao tratamento, como pela qualidade inadequada ao consumo do produto final.

Em águas eutrofizadas podem ocorrer florações de algas, que produzem mau aspecto, aumento da turbidez, sendo ainda comum a ocorrência de sabor e odor característico de algumas espécies (Chaves, 1978; Branco, 1986 e Beyruth e col., 1992) e do proveniente da oxidação da matéria orgânica durante a decomposição da sua biomassa, havendo também a possibilidade de produção de toxinas, uma vez que há linhagens de algumas espécies de algas, especialmente de cianofíceas, responsáveis pela sua produção (Olson, 1952; Palmer, 1960; Gorham, 1964, 1965; Hammer, 1968; Darley, 1982; Margalef, 1983; Bold e Wine, 1985 e Beyruth e col., 1992). Além disto, a presença de florações pode causar a mortandade de peixes, tanto devido à deficiência de oxigênio que se instala após o colapso da floração, como devido à presença de toxinas. A abundância de algumas espécies de algas dificulta o tratamento da água destinada ao abastecimento por causarem entupimento de filtros. Estes impedimentos acarretam aumento do custo operacional e do tempo dispendido no tratamento, incluindo problemas para os quais ainda não há solução viável em termos financeiros e de esforço, como por exemplo, a remoção do sabor e das toxinas.

Uma das maiores dificuldades na utilização de algas como indicadores de poluição é sua identificação no nível de espécie (Rocha, 1992). Em estudos sanitários o fitoplâncton é de importância fundamental como indicativo da qualidade da água e possibilita a realização de previsões a partir de alterações ambientais. Se o estudo for realizado até o nível de espécie, a qualidade da informação adquirida amplia-se consideravelmente, pois as espécies fitoplanctônicas podem servir para indicar desde a qualidade do produto água para abastecimento até o grau de dificuldade apresentado para o tratamento da água bruta, o potencial de produção de toxinas algáceas e a possibilidade de manejo através da biomanipulação utilizando o fitoplâncton para manutenção de um nível satisfatório de qualidade, tanto sob os aspectos de eutrofização como da limitação dos níveis de toxicidade biogênica natural (de origem algácea) e/ou artificial (de origem antrópica - p.ex. metais pesados e biotóxicos). Permitem também a avaliação da capacidade de bioacumulação de substâncias tóxicas pelas espécies indicadoras, cujo exame informa sobre a toxicidade potencial para o ecossistema.

Os estudos taxonômicos do fitoplâncton possibilitam maior precisão na avaliação da possibilidade do cultivo das espécies, cuja produção intensiva permita sustentar aquiculturas de interesse econômico, como a piscicultura e/ou de interesse sanitário, bem como a exportação de nutrientes e a oligotrofização da água. Possibilita também a utilização de espécies que participem ativamente nos processos de autodepuração e que subsidiem outras formas de manejo destinadas ao melhor aproveitamento dos recursos disponíveis e à reabilitação da qualidade desta água para os diversos usos, inclusive para consumo humano.

O potencial reprodutivo e a biomassa são aspectos importantes a considerar nas avaliações quantitativas do fitoplâncton. O potencial reprodutivo pode ser avaliado pelo número de células presentes, uma vez que a maior parte das células das algas, apresenta capacidade de reprodução vegetativa, por divisão celular. A biomassa pode ser estimada através do biovolume de cada espécie, sendo imprescindível em estudos sanitários de águas destinadas ao abastecimento, por ser de imediata aplicação na avaliação da eficiência da decantação, dos processos de filtração e aplicação de produtos químicos durante os processos de tratamento.

Uma das principais dificuldades das empresas encarregadas do controle ambiental ou empresas de consultoria, quanto ao estudo quantitativo do fitoplâncton, são provocadas pela ausência de normas técnicas metodológicas específicas ao estudo com enfoque sanitário. Desta forma, a comparação entre métodos quantitativos de análise do fitoplâncton pode contribuir para o esclarecimento de alguns problemas laboratoriais rotineiros.

O desenvolvimento algáceo excessivo em lagos e represas promove problemas na utilização da água tanto para consumo humano, por promover sabor e odor desagradáveis e pelo potencial de toxicidade como para alguns tipos de consumo industrial, por impedir que a qualidade da água oferecida seja satisfatória. Além disto, também ocorrem efeitos deletérios aos usos para a recreação e a pesca. Estes problemas geram um aumento considerável nos custos econômicos e sociais das comunidades usuárias, além de restringir os aspectos de utilização para recreação, contato primário e paisagístico. A propósito, nos últimos anos houve um declínio considerável do número de sócios e freqüentadores dos clubes situados às margens da represa de Guarapiranga, devido à poluição das águas, o que levou alguns diretores de clubes a apoiarem a pesquisa de campo neste trabalho.

As poderosas pressões econômicas e sociais, decorrentes de problemas de abastecimento de água, tornam necessária e urgente a compreensão dos fatores que regulam as variações na distribuição e produtividade do fitoplâncton, espacial e temporalmente (Reynolds, 1993).

A urgência de providências freqüentemente tem induzido pesquisadores e técnicos, responsáveis pelo manejo de reservatórios, a concentrarem esforços e atenção na utilização de medidas restritivas do desenvolvimento algáceo através do emprego de algicidas, em detrimento do controle das causas da eutrofização. Estas medidas envolvem interferências na própria represa, tais como a utilização do sulfato de cobre, que pode acarretar prejuízos às comunidades aquáticas e aos usos das águas. As águas da região de São Paulo, são caracterizadas como muito moles ou moles, pelos padrões de dureza e alcalinidade, podendo com isto acarretar o aumento da toxicidade do cobre para organismos aquáticos, inclusive peixes, conforme descrito em Damato e col. (1989). Estes autores relatam também a toxicidade do cobre para crustáceos e moluscos, que com as algas fazem parte da dieta alimentar de peixes, portanto o uso deste produto pode ter conseqüências deletérias para a cadeia trófica. Além disto, a água pode tornar-se impalatável quando a concentração de cobre ultrapassar 5 mg.l⁻¹ (Branco, 1986).

De forma geral, o controle preventivo dos problemas de tratamento, de acordo com a disponibilidade financeira e tecnológica, tem enfocado principalmente a exploração da heterogeneidade espacial, a regulação do período de residência da água, o controle da população algácea, a mistura artificial da água, bem como a otimização da produção de biomassa utilizável. Porém, enquanto permanecerem as condições que promovem a eutrofização acelerada, a probabilidade de fracasso permanece alta.

Estudos mais aprofundados sobre a comunidade fitoplanctônica e suas relações com o ambiente podem proporcionar subsídios para programas de proteção e até mesmo de recuperação de mananciais (Rocha, 1984).

A estratégia de desenvolvimento de um ecossistema, ou seja, sua sucessão ecológica pode ser definida como um processo ordenado de desenvolvimento das comunidades, envolvendo alterações na estrutura e nos processos da comunidade ao longo do tempo, sendo direcional e portanto previsível, segundo Odum (1971). Resulta na modificação do ambiente pela comunidade e embora as alterações físicas do ambiente determinem o padrão e o ritmo das alterações, impondo com frequência limites à possibilidade de desenvolvimento biológico, este processo culmina num ecossistema estabilizado, capaz de manter por unidade de energia disponível, a máxima biomassa, o máximo conteúdo de informação (diversidade) e a função simbiótica entre organismos.

Na sucessão autogênica, as mudanças sucessivas decorrem da ação da própria biota sobre o habitat e na sucessão alogênica, as mudanças decorrem dos efeitos de fatores externos (Tansley, 1935 apud Drury e Nisbet, 1973).

Num ambiente tão sujeito a alterações alogênicas como a represa de Guarapiranga, dificilmente a comunidade fitoplanctônica teria condições de apresentar processos autogênicos efetivos de sucessão. As principais perturbações ambientais esperadas nesta represa são geradas pelos efeitos das alterações climáticas, variações nos aportes de nutrientes e operação hidráulica da represa.

O tempo de geração das algas pode ser de algumas horas até alguns dias (Eppley, 1972 apud Harris, 1986). Esta escala de tempo e a frequência das perturbações ambientais previsíveis, permitem a investigação de hipóteses ecológicas que consideram interações entre a comunidade fitoplanctônica e as variáveis ambientais.

Os aspectos ecológicos foram então discutidos a partir das teorias do equilíbrio - Hipótese Razão-Recurso (Tilman, 1985, Tilman e col., 1982) e do não equilíbrio - Hipótese do Distúrbio Intermediário (Sommer e col. 1993). Além disso investigou-se a possibilidade de aplicar os testes destas hipóteses para detectar indicadores prévios da ocorrência de florações ou desenvolvimento abundante de cianofíceas. Estas hipóteses constituem as duas linhas mestras da maior parte dos estudos sobre as relações entre as comunidades vegetais e seu ambiente, por proverem informações extremamente úteis, tanto para ampliar o conhecimento da dinâmica das interações organismos e ambiente, como por fornecerem subsídios para decisões de manejo ambiental. Estas hipóteses estão entre as mais utilizadas em investigações

do fitoplâncton, apresentando-se bem consolidadas na literatura ecológica. Além disso os testes destas hipóteses são aplicáveis aos dados obtidos neste estudo.

A unidade taxonômica - espécie - pode não estar diretamente vinculada com a unidade ecológica - nicho (Allen e Starr, 1982, apud Harris, 1986). A aparente ausência de diversificação de nicho entre espécies, especialmente nos ambientes aquáticos de água aberta, pode indicar tanto a falta de medida adequada do nicho, como a possibilidade do compartimento taxonômico utilizado não estar correspondendo a uma entidade ecológica significativa.

As dificuldades taxonômicas encontradas em trabalhos de identificação de espécies de comunidades complexas, como é o caso da represa de Guarapiranga, também devem ser consideradas. Desta forma, tamanho de célula, taxa de crescimento ou velocidade de sedimentação poderiam constituir melhores critérios ecológicos para a compreensão da dinâmica da comunidade em relação ao ambiente. Para permitir esta investigação, as análises foram efetuadas quanto às dimensões celulares e número de células, permitindo estimar o potencial de crescimento vegetativo; investigou-se também as diversas estruturas adaptativas apresentadas pelas espécies, indicativas da capacidade de aproveitamento dos recursos e da estratégia de sobrevivência favorecida em cada período ou condição ambiental.

A análise da alteração da comunidade correlacionada às variáveis ambientais, fornece informações sobre os fatores preponderantes na limitação da comunidade num determinado ambiente e para o caso do fitoplâncton, mostra quanto da variância da alteração nesta comunidade pode ser atribuída à variações climáticas, no suprimento de recursos e à atividade dos consumidores primários. Por tratar-se de uma informação excelente no caso de necessidade de manejo ambiental, este estudo abrangeu tal análise, investigando quais os fatores mais importantes na determinação dos padrões de alterações da comunidade fitoplanctônica neste reservatório.

2. ÁREA DE ESTUDO

A represa de Guarapiranga faz parte como sub-bacia, da bacia do Alto Tietê (Figura 1), ligando-se a esta através do canal do rio Pinheiros (Figura 2). Localiza-se a $23^{\circ} 43' S$ e $46^{\circ} 32' W$ a uma altitude de 742 m. A área inundada é de 33.981 km^2 e a bacia contribuinte perfaz um total de 631.000 km^2 (Santos e col., 1985).

Mancuso (1992) estimou para o período entre julho de 1987 e junho de 1988, que a represa recebia de seus contribuintes naturais $13.193 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ de água e $0.465 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ de esgoto doméstico, totalizando $13.604 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Ou seja, 0.60% do volume médio da represa era repostado por dia, sendo que 3.42% deste valor era constituído por esgotos, cuja tendência nos últimos anos foi de elevar-se. Houve um aumento na concentração de poluentes provenientes dos córregos situados ao norte da bacia, junto à represa nas margens direita (córrego São José e rio Bonito) e esquerda (córregos Guavirutuba e Itupu), mas as contribuições dos rios Embumirim e Embu-guaçu não apresentaram alteração significativa em números absolutos quanto aos teores de fosfato total ($624 \text{ kg} \cdot \text{dia}^{-1}$) e nitrogênio total ($158 \text{ kg} \cdot \text{dia}^{-1}$) entre 1982 e 1989, COBRAPE (1991).

O nível operacional mínimo é de 726.37 m e o máximo é de 736.62 m (Helou e Silva, 1987). O nível máximo atinge 737.60 m e o mínimo 723.12 m, a vazão afluyente média é de $11.8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, a vazão captada média entre 1972 e 1986 foi de $10.6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, o volume de armazenamento total é de 197631.10^3 m^3 e o volume de armazenamento útil é de 191610.10^3 m^3 . O volume médio total é de 194643.10^3 m^3 , sendo que o tempo de retenção médio, segundo a CETESB (1992), é de aproximadamente 110 a 143 dias, com alguma variação, considerando-se que neste cálculo não foram incluídas as contribuições da precipitação pluviométrica direta, a evaporação, a evapotranspiração das populações de macrófitas, as contribuições das águas carreadas e percoladas da bacia de drenagem, bem como as entradas de água subterrânea, mais difíceis de quantificar.

A superfície média do espelho d'água, para os níveis usuais é da ordem de 33 km^2 e para o nível máximo é de 35 km^2 (COBRAPE, 1994). A profundidade máxima é de 13 m, a média de 5.7 m, o perímetro total é de 85 km (Kleerekoper, 1939). Desta forma, o índice de desenvolvimento das margens, que define a relação entre o perímetro das margens por área de espelho d'água é de 4.05, quando o nível máximo é atingido.

A bacia da represa abrange os seguintes municípios da Grande São Paulo: São Paulo (211 km^2), Itapequerica da Serra (183 km^2), Embu-guaçu (162 km^2), Embu (41 km^2) e Cotia (33 km^2), segundo Melchor e col. (1974). O município de São Paulo contorna toda a margem

direita e mais da metade da margem esquerda da represa (70% do perímetro), sendo o restante contornado pelos municípios de Embu-guaçu (27%) e Itapeceira da Serra (3%). Os municípios de Embu e Cotia embora participem da bacia de drenagem, não se limitam com suas margens. Seus principais tributários são os rios Embu-mirim, Embu-guaçu, das Lavras e Parelheiros, recebendo mais 50 riachos aproximadamente (Figura 2).

A represa foi construída no início do século, em 1906, pela barragem do rio Guarapiranga e de seus afluentes, com o objetivo de regularizar as vazões contribuintes e ampliar a produção de energia elétrica em Santana do Parnaíba (CETESB, 1991). Não houve desmatamento prévio ao seu preenchimento (Maier e Takino, 1985) e mergulhadores do corpo de bombeiros relatam que os troncos e galhadas ainda permanecem no fundo em algumas regiões da represa, apesar do tempo decorrido.

Em 1926 passou a servir ao abastecimento de água para a cidade de São Paulo e atualmente contribui com aproximadamente 25% dentre os principais reservatórios que abastecem a Região Metropolitana de São Paulo, suprimindo cerca de 3.5 milhões de pessoas dos municípios de: São Paulo (21 bairros), Taboão da Serra, Osasco e Carapicuíba (Silva e col., 1986), o que perfaz 60% da população da Região Metropolitana de São Paulo, sendo no presente, o segundo sistema produtor da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP (COBRAPE, 1991)

Suas finalidades atuais são descritas por Helou e Silva (1987) como abastecimento, controle de enchentes, geração de energia e recreação.

Atualmente tem uma vazão utilizada de $10.6 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$, coincidente com sua vazão regularizada, recebendo desde 1972 uma contribuição adicional de 500 l.s^{-1} do Alto Capivari por bombeamento (Silva e col., 1986). Segundo Mancuso (1992), a vazão contribuinte calculada a partir das médias mensais do período entre julho de 1987 e junho de 1990, considerando a contribuição dos afluentes responsáveis por 89% do volume total, perfaz $13.79 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$, valor que engloba a contribuição natural e dos esgotos.

Os valores de volume de água utilizada variam em função da demanda e disponibilidade de água acumulada, porém quase a totalidade de suas águas destina-se ao abastecimento público, o restante sendo lançado através de um canal para o rio Pinheiros, quando há necessidade, para o controle de enchentes (Figura 2).

A represa de Guarapiranga pode ser considerada polimítica em relação à mistura vertical anual, segundo Wright (1936). Essa mistura decorre principalmente da ação das correntes

internas nos canais dos rios formadores e da ação dos ventos, mas também é influenciada pelos efeitos das atividades náuticas praticadas em suas águas (Branco e Rocha, 1977).

Segundo a classificação climática de Köppen, a bacia hidrográfica encontra-se em sua maior extensão na categoria Cfb, com regime climático do tipo úmido anual e temperaturas brandas (Santos e Santo Paulo, 1985). O clima de São Paulo (SP) quanto ao domínio climático, é mesotérmico brando, quanto ao sub-domínio climático, caracteriza-se como super-úmido, na variedade climática apresenta sub-seca (entre junho e agosto), sendo do tipo tropical (Nimer, 1977). Kleerekoper (1939) refere-se a esta zona, onde situa-se a represa de Guarapiranga, como sub-tropical em que os meses de temperatura média baixa, coincidem com os de precipitação mínima.

Os índices pluviométricos anuais médios encontram-se em torno de 1350 e 1400 mm.ano⁻¹ na área de estudo, mas em direção ao sul da bacia, elevam-se gradualmente atingindo 2000 mm.ano⁻¹. Estes altos índices aliados às características topográficas do solo, e do seu uso e ocupação, são fatores que agravam os processos erosivos, concentrados especialmente nas áreas degradadas pela remoção da vegetação e nas áreas de mineração de areia ao longo de seus tributários, especialmente o rio Embu-mirim, segundo Beyruth (1994b).

A umidade relativa média do ar é de 83%, a temperatura média é de 17.8°C, as médias mínimas diárias são de 13.8°C e as médias máximas são de 24.3°C. O vento predominante é o sudoeste, porém os ventos são brandos em 90% do tempo segundo Melchor e col. (1974).

Segundo o artigo PARA SALVAR... (1992), as temperaturas não apresentam influência do calor da metrópole e a qualidade do ar é boa, entretanto num dia de intensa poluição atmosférica, durante uma das coletas, encontrou-se uma nuvem escura pairando sobre a água, diminuindo a visibilidade a ponto de impedir a navegação para montante, para o "terceiro lago" da represa. Esta situação pode tornar-se mais freqüente com o desmatamento acelerado que tem ocorrido à sua volta, tornando-a suscetível a esse tipo de influências.

A topografia da bacia é bastante acidentada, especialmente a oeste. Seus pontos mais elevados encontram-se a aproximadamente 930 m e os mais baixos a 700 m (Melchor e col., 1974). O vale principal é fechado, caracterizando um reservatório de forma alongada; a Leste e ao Sul são encontradas algumas planícies margeando a represa. Estes autores reportam que a região é constituída por uma superfície plana a levemente inclinada, esculpida em micaxisto e gnaisses das formações pré-cambrianas regionais e esta peneplanície estende-se até as colinas tabuliformes da bacia sedimentar paulistana. A drenagem é dendrítica, padrão típico, desenvolvido sobre rochas de resistência uniforme ou em estruturas sedimentares horizontais.

A morfologia de bacias de represas é usualmente dendrítica, estreita e alongada por serem geralmente formadas na base de bacias de drenagem e vales de rios, como é o caso, e desta forma contribui para a magnificação das influências do uso e ocupação do solo, segundo Wetzel (1990).

Dados do IBGE (1989), mostram que a população urbana ocupava 9,9 % da área da bacia em 1988. A população dos municípios envolvidos duplicou da década de 80 para a de 90 e continua aumentando. Desta forma a bacia de drenagem deste reservatório sofre atualmente pressões intensas, originadas pela expansão das áreas urbanas. A Figura 3 mostra a extensão da mancha urbana em 1984.

Estima-se atualmente que a população da bacia seja superior a 577 mil habitantes (COBRAPE, 1991). Esta ocupação desenvolveu-se principalmente por uma população carente, desprovida de recursos próprios suficientes para instalação da infraestrutura sanitária mínima, que desta forma constrói favelas em loteamentos clandestinos, lançando seus dejetos diretamente nos corpos d'água desta bacia.

A situação agravou-se a partir do vigor da lei de proteção dos mananciais, pois as instituições governamentais responsáveis, com o intuito de dificultar a ocupação da bacia, não forneceram estruturas de saneamento básico suficientes. Para piorar este quadro, algumas indústrias também instalaram-se nesta região, lançando a maior parte de seus efluentes "in natura" para os rios. Outra importante contribuição para a deterioração da qualidade da água é a extração mineral, destacando-se a mineração de areia exercida nas margens de alguns tributários da represa (COBRAPE, 1991), causando desmatamento, erosão e assoreamento, contribuindo para urbanização, pela oferta de empregos na extração e comercialização do produto, Beyruth (1994b). Os efeitos da deterioração ambiental também são percebidos através da queda da diversidade da fauna ictíca, segundo relatos dos pescadores da região, levando à dominância acentuada de peixes de pequeno porte, sem valor comercial, que tornou-se perceptível a partir da década de 80.

Palmer (1960), em estudos sobre o fitoplâncton da represa, já naquela época alertava para os riscos da eutrofização em decorrência do aumento da população instalada na bacia de drenagem, que se aliada a um decréscimo da turbidez, poderia alterar profundamente o desenvolvimento da população algácea, que em condições propícias quanto ao teor de nutrientes e iluminação, proliferaria excessivamente, causando sabor e odor à água, redução da velocidade de filtração e diminuição do período de retenção do cloro residual no sistema de distribuição. Este autor ressalta que a queda decorrente da eficiência do tratamento, pode

transformar estes organismos em fontes de nutrientes para o desenvolvimento de organismos heterótrofos na tubulação.

O declínio da qualidade da água da represa de Guarapiranga começou a ficar evidente na década de 70, segundo os relatórios da qualidade das águas da CETESB. Rocha (1984), após estudos na represa, também alertava para o crescente processo de eutrofização e vaticinava sobre o futuro incremento de processos de floração de algas.

No início da década de 80, florações de algas passaram a influenciar o processo de tratamento da água destinada ao abastecimento, causando entupimento de filtros e lentidão na filtração, comprometendo a qualidade do produto final, conferindo-lhe sabor e odor desagradáveis e induzindo a deficiências no suprimento. Há relatos de que o custo dos produtos químicos lançados na represa para controle algáceo, perfaziam U\$ 1000000.00 por ano na década de 80 e atualmente atinge a cifra de U\$ 8400000.00, correspondendo a 25% do custo total de produtos químicos aplicados para potabilizar a água (COBRAPE, 1995).

Em 1990 houve um surto de gastroenterite, associado por consumidores e médicos (comunic. pessoal) à ingestão da água da Guarapiranga, que apresentava alta densidade de *Anabaena solitaria* (Figura 16), uma cianoficea potencialmente produtora de toxinas, inviabilizando o tratamento adequado através dos métodos convencionais (Beyruth e col., 1992). Para a remoção das toxinas e do sabor e odor, a quantidade de carvão, necessária ao tratamento, seria tão grande que inviabilizaria o tratamento, devido ao custo e à estrutura oferecida pelas estações de tratamento (comunic. pessoal do Dr. Pedro Sanches Mancuso, responsável, na época, pelos laboratórios da SABESP).

Segundo Mancuso (1992) a alta densidade do fitoplâncton constitui o principal problema desta represa quanto ao tratamento da água. A frequência de florações algáceas agrupada em períodos de 5 anos é a seguinte:

PERÍODO	FREQÜÊNCIA	GRUPO DE ALGAS
1972 - 1976	02	DIATOMÁCEAS
1977 - 1981	03	CIANOFÍCEAS
1982 - 1986	07	CIANOFÍCEAS E CLOROFÍCEAS
1987 - 1991	08	CLOROFÍCEAS, DIATOMÁCEAS E CIANOFÍCEAS

Entretanto, somente a partir de 1982 este fenômeno passou a ser recorrente. Desde então, os episódios mais críticos de florações têm sido registrados na estiagem e no verão:

ANO	MÊS	ORGANISMOS PREDOMINANTES (>2000 UPA.ML ⁻¹)	EFEITO
1982	10 a 12	<i>Anabaena</i> sp	sabor, odor, oclusão de filtros
1983	01 a 04	<i>Anabaena</i> sp	sabor, odor, oclusão de filtros
1984	04	<i>Synedra</i> sp <i>Rhizosolenia</i> sp	oclusão de filtros
1988	08	<i>Mougeotia</i> sp	queda na taxa de filtração
1989	06 e 07	<i>Synedra</i> sp	oclusão de filtros
1991	01 e 02	<i>Dictyosphaerium</i> sp	
		<i>Oscillatoria quadripunctulata</i>	sabor e odor

UPA = unidade padrão de área.

Dados fornecidos pela SABESP (CETESB, 1992).

Destes quadros pode-se concluir que o número de ocorrências de florações tem aumentado significativamente, advertindo para as conseqüências da continuidade dos processos de degradação.

O emprego do sulfato de cobre para controle da população algácea intensificou-se, especialmente a partir da primeira floração de *Anabaena solitaria* ocorrida nos últimos meses de 1990 (Beyruth e col., 1992). A aplicação do sulfato de cobre tem sido feita em quantidades que aumentam em progressão geométrica, passando de 1.5 toneladas em 1981 para 123.0 toneladas em 1982 e 63.0 toneladas apenas no primeiro trimestre de 1983 (CETESB, 1983). Em agosto de 1992 a SABESP passou a utilizar peróxido de hidrogênio para o controle das cianofíceas, porém há relatos de que já se avolumam as densidades de algumas cianofíceas, provavelmente resistentes a este produto, favorecidas pela diminuição das outras espécies com os mesmos requisitos ambientais. No final de 1994 registrou-se novamente floração de cianofíceas nesta represa.

A SABESP realiza o monitoramento regular da qualidade da água desta represa, com o objetivo de orientar o tratamento da água destinada ao consumo. Este monitoramento não tem cunho de pesquisa limnológica destinada a encontrar soluções para as causas e conseqüências da degradação ambiental; presta-se apenas para orientar ações destinadas ao controle algáceo, da cor, odor e sabor da água e os dados obtidos não são divulgados.

A Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) realiza o monitoramento da qualidade da água desde 1972, em 3 pontos da represa: no canal de

captação, no rio Embu-mirim e no rio Embu-guaçu, cujos resultados são publicados anualmente nos relatórios de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo. Em 1983 foi publicado o relatório de um estudo sobre a eutrofização da represa de Guarapiranga e em 1992, foi publicado outro relatório preliminar de uma pesquisa realizada entre outubro de 1991 e fevereiro de 1992 sobre a eutrofização e contaminação por metais (CETESB, 1983, 1992). Devido a atual preocupação com a ocorrência de toxicidade algácea na água de abastecimento, foram realizados testes biológicos, a partir dos quais a CETESB produziu um relatório de avaliação toxicológica com ênfase no problema de algas tóxicas e algicidas (CETESB, 1995).

Atualmente vários documentos estão sendo gerados através do Programa de Saneamento Ambiental da Bacia do Guarapiranga, pela Unidade de Gerenciamento do Programa sobre a qualidade da água, alguns aspectos da biota, do controle algáceo e do tratamento para abastecimento, baseados em dados já existentes (COBRAPE, 1994a, 1994b e 1995). O Programa de Saneamento Ambiental da Bacia do Guarapiranga abrange vários projetos e atividades (COBRAPE, 1991) que serão financiados pelo Banco Mundial juntamente com o Governo do Estado de São Paulo. Alguns já estão em andamento e espera-se que todos os projetos tenham prosseguimento durante esta gestão governamental.

Além dos trabalhos mencionados, estudos abordando a comunidade fitoplanctônica desta represa foram realizados por Kleerekoper (1939), Rocha (1984), Xavier e col., (1985) e Pereira (1987). Mais recentemente foram defendidas duas teses: a primeira, de mestrado, sobre a comunidade fitoplanctônica foi defendida em 1994, em São Carlos - USP, estando em fase de revisão e ainda não se encontra disponível nas bibliotecas. A mais recente, é de doutorado e versa sobre algas tóxicas e algicidas na represa de Guarapiranga (Zagatto, 1995).

3. OBJETIVOS

Este estudo da comunidade fitoplanctônica do reservatório de Guarapiranga teve por objetivos:

1. identificar as espécies de algas presentes em suas águas;
2. avaliar a variação quali e quantitativa dos organismos da água superficial ao longo de um ciclo sazonal e sua relação com os fatores ambientais abióticos;
3. acompanhar detalhadamente as alterações da comunidade fitoplanctônica que comparadas às alterações ambientais possam indicar os fatores determinantes das alterações da comunidade fitoplanctônica, especialmente a ocorrência de florações de espécies problemáticas ao tratamento da água para abastecimento;
4. determinar as condições que propiciam a ocorrência de florações;
5. registrar a ocorrência de organismos fitoplanctônicos potencialmente prejudiciais aos processos convencionais de tratamento da água;
6. avaliar as conseqüências dos efeitos da aplicação do sulfato de cobre sobre a comunidade algácea e a possível ocorrência de organismos resistentes;
7. determinar os organismos que podem ser utilizados como indicadores de poluição: tanto aqueles que ocasionam problemas ao tratamento da água, como os indicadores da ocorrência subsequente de organismos problemáticos, bem como organismos indicadores da "oligotrofização" ou reabilitação;
8. determinar as formas de vida e as estratégias adaptativas favorecidas neste ambiente;
9. formular propostas para reabilitação da qualidade da água, tanto sob os aspectos sanitários como para manutenção da qualidade física, química e biológica deste ambiente, a partir dos resultados das investigações realizadas;
10. comparar métodos de estimar a densidade e o biovolume das espécies do fitoplâncton;
11. avaliar a pertinência de um método recém elaborado de determinação da persistência dos grupos de organismos fitoplanctônicos (Índice de Persistência das Espécies) para estudos ecológicos e sanitários;

4. MATERIAIS , MÉTODOS E ESTRATÉGIA DE ESTUDO

4.1. COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA

O período de vida dos organismos fitoplanctônicos é de alguns dias a semanas, tornando a sucessão, reversão ou alterações da comunidade, muito rápidas. Estudos com o propósito de investigar os fatores que levam a grandes alterações desta comunidade, devem ser realizados com uma frequência compatível à detecção desses fatores. Para tanto, decidiu-se coletar água em dois pontos do corpo central da represa de Guarapiranga, semanalmente, durante ao menos um ciclo sazonal completo, acompanhando as alterações da comunidade algácea e as ambientais.

Os pontos de coleta foram selecionados dentre os 4 pontos do corpo central da represa, estudados por Beyruth e col. (no prelo), elegendo-se os pontos que apresentaram as maiores diferenças quanto aos índices da estrutura da comunidade, no conjunto das dez primeiras campanhas de amostragem e mantendo-se a denominação utilizada no estudo mencionado, de forma a permitir comparações com trabalhos posteriores. Estes pontos situam-se em água aberta, isto é no corpo central da represa, distantes da influência imediata das margens. O ponto 1 situa-se nas proximidades da barragem, próximo da área de captação de água para abastecimento. O ponto 4 situa-se mais a montante, entre a margem direita e a Ilha dos Eucaliptos (Figura 4).

As campanhas de coleta foram iniciadas em maio de 1991 e estenderam-se por 56 semanas até julho de 1992. As coletas estão descritas no texto, inseridas nas tabelas e figuras, designadas pela sigla do mês e número da coleta, conforme exposto a seguir:

1991

mês	dia(referência)
MAIO	22(MA2);29(MA3);
JUNHO	05(J4);12(J5);19(J6);26(J7)
JULHO	03(JL8);10(JL9);17(JL10);24(JL11);31(JL12)
AGOSTO	07(AG13);14(AG14);19(AG15);28(AG16)
SETEMBRO	04(S17);11(S18);18(S19);25(S20)
OUTUBRO	02(O21);09(O22);16(O23);23(O24);30(O25)
NOVEMBRO	04(N26);13(N27);20(N28);27(N29)
DEZEMBRO	04(D30);11(D31);18(D32);23(D33)
JANEIRO	08(JA34);15(JA35);22(JA36);29(JA37)
FEVEREIRO	03(F38);12(F39);21(F40);27(F41)
MARÇO	12(MR42);19(MR43);26(MR44)
ABRIL	02(AB45);09(AB46);15(AB47);22(AB48);29(AB49)

1992

mês	dia(referência)
MAIO	06(MA50);12(MA51);27(MA53);
JUNHO	03(J54);10(J55);17(J56);24(J57)
JULHO	22(JL58)

O lançamento semanal e até mesmo diário do sulfato de cobre nesta represa para o controle algáceo, efetuado nos períodos de maior abundância algácea, conforme relato de técnicos da SABESP, foi outro fator que levou a esta periodicidade de estudos. O acompanhamento dos efeitos deste processo intensivo permite determinar quais organismos são mais resistentes à sulfatação.

As algas foram identificadas sempre que possível, até o nível infragenérico, através da literatura especializada, no Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, sob a supervisão da Dra. Célia Leite Sant'Anna, considerando-se as características morfométricas das fases vegetativa e reprodutiva.

Durante as coletas foram obtidas amostras com auxílio de rede de 20 μ m de abertura de malha, arrastada desde 0.50 m do fundo da represa até a superfície. As amostras foram vertidas em frascos de polietileno, preservadas com solução de lugol acético na proporção de 1:100, segundo Sournia (1978) e mantidas em ambiente com iluminação reduzida, sob temperatura baixa. Estas amostras foram utilizadas para as determinações qualitativas, com auxílio de microscópio binocular, ocular micrométrica e câmara clara, da Carl Zeiss. Estas análises foram realizadas através da observação do material entre lâmina e lamínula, desenhos com auxílio de câmara clara, procedimento repetido para cada espécie encontrada, até que não surgissem novas espécies na amostra.

As amostras de fitoplâncton total foram coletadas na sub-superfície da água, a aproximadamente 20 centímetros de profundidade, para as determinações quantitativas, realizadas com auxílio de microscópio invertido da Carl Zeiss e câmara de sedimentação pelo método Utermöhl (Vollenweider, 1974). O tempo de sedimentação foi de 4 horas para cada 1 ml, conforme Nauwerck (1963, In: Sournia, 1978).

Segundo Hasle (In: Sournia, 1978) em estudos de distribuição sazonal, há vantagens na utilização de um volume constante na contagem ao longo do ano, para os cálculos de diversidade, já que o número de espécies frequentemente varia com o tamanho da amostra, como também é relatado por Margalef (1983). Eloranta (1993) também manteve constantes o método de contagem e o volume de amostra, de forma a obter resultados comparáveis de riqueza de espécies e diversidade.

A importância de obter dados comparáveis de riqueza e diversidade em avaliações sanitárias, justifica a opção de manter constante o volume de água examinado, embora este método possa causar alguma perda de informação sobre a composição florística, ou sobre a biomassa, especialmente no que se refere às espécies raras.

Quando o objetivo da investigação é obter uma estimativa do volume total de fitoplâncton, apenas as espécies mais abundantes apresentam interesse (Hasle In: Sournia, 1978). Desta forma, atendendo à disponibilidade de tempo para o processamento das amostras e obtenção de resultados significativos, sabendo-se que o reservatório estudado tem características de ambiente eutrofizado e portanto, apresenta fitoplâncton abundante, optou-se por realizar a contagem, utilizando-se sub-amostras de 2 ml da água bruta da represa.

Na intenção de comparar as informações obtidas através destes diferentes métodos quantitativos, decidiu-se por estimar:

- a densidade através do número de células e do número de indivíduos;
- a biomassa através da bioárea e do biovolume.

Para as avaliações de densidade realizou-se a contagem de um transecto da câmara, enumerando-se os indivíduos (células, cenóbios e colônias) encontrados em 200 campos, sob aumento de 400 vezes, seguida do rastreamento da câmara inteira sob aumento de 250 vezes à procura de outros táxons, que não houvessem sido detectados na contagem do transecto e que apresentassem densidade igual ou superior ao fator de multiplicação do transecto para 1 ml. Com este procedimento evitou-se utilizar fatores diferentes para contagem de cada amostra. A contagem do transecto em maior aumento permitiu estimar a densidade dos organismos menores e o rastreamento permitiu a detecção de espécies maiores e/ou mais raras.

Optou-se pela contagem do número de células devido à variedade do número de células encontradas em cada filamento e à presença de células isoladas de espécies filamentosas. As colônias amorfas com forma ou volume inconstante apresentaram grande variação nas dimensões, como por exemplo as espécies de *Aphanocapsa*, *Botryococcus*, *Coelastrum*, *Dictyosphaerium*, *Gloeocystis* e outras clorococcales coloniais não identificadas. O método de medição adotado impede a estimativa acurada da espessura deste tipo de organismo, pois as formas coloniais amorfas achatam-se ao serem colocadas sobre superfícies sólidas e os aparelhos utilizados não permitem medir espessura. Desta forma, considerou-se que para estas colônias a espessura corresponde à largura, definindo-se como “unidade de organismo” uma área padrão, correspondente a $169 \mu\text{m}^2$ e para volume, “unidade de volume” correspondente a $1150.35 \mu\text{m}^3$, medidas definidas pelo retículo de Whipple, acoplado a uma das oculares do microscópio utilizado para contagem.

Considerando-se que o número de células indica o potencial reprodutivo, o número de colônias para as espécies de volume inconstante não pode ser comparado ao daquelas espécies cujas dimensões são relativamente constantes e que constituem a grande maioria.

Pressupondo-se que a dimensão celular de cada espécie seja relativamente constante, em volumes padronizados de cenóbio ou colônia haveria o mesmo número de células. Desta forma, recorreu-se à utilização de unidades fixas para contagem destas colônias, para estimar o número de células. Entretanto, a integridade e manutenção da forma destas colônias/cenóbios pode estar relacionada à estabilidade física do ecossistema, bem como à disponibilidade de nutrientes. Para verificar esta possibilidade registrou-se também o número destas colônias durante as contagens, utilizado para comparações com os resultados das contagens por número de células.

Durante as contagens determinou-se a área ocupada pelos organismos, para estimativa da biomassa por espécie em cada estação e período, com auxílio de retículo de Whipple, conforme mencionado. Estas medições foram complementadas pelas obtidas durante as análises taxonômicas, para cálculo do biovolume através das fórmulas geométricas descritas em Carvalho (1970) e Wetzel e Likens (1991). A partir destes dados também calculou-se o primeiro maior eixo ou maior dimensão linear - GALD ou MDL - e segundo maior eixo - SGALD de cada indivíduo, conforme Lewis e Riehl (1982), correspondentes às medianas das medições efetuadas durante as contagens. Estas medianas foram utilizadas para estimar a bioárea através da Unidade Padrão de Área por mililitro ($\text{UPA} \cdot \text{ml}^{-1}$) que corresponde a $400 \mu\text{m}^2 \cdot \text{ml}^{-1}$ e é utilizada pela SABESP e CETESB (Branco, 1986), instituições destinadas ao controle da água para abastecimento.

Na análise da estrutura da comunidade fitoplancônica utilizou-se os seguintes índices, conforme Odum (1971) e Margalef (1974):

- densidade total da amostra e frequência relativa por táxon em número de células (DC) por mililitro de água da represa ($\text{cél} \cdot \text{ml}^{-1}$), bioárea total (BA) e frequência relativa da bioárea expressas em UPA por mililitro ($\text{UPA} \cdot \text{ml}^{-1}$), biovolume total (BV) e frequência relativa do biovolume expressos em micrômetros cúbicos por mililitro ($\mu\text{m}^3 \cdot \text{ml}^{-1}$) e densidade de organismos (DO), expressos em densidade total e frequência relativa de organismos por mililitro ($\text{org} \cdot \text{ml}^{-1}$).

- a riqueza específica, ou número de táxons, correspondente ao número de unidades taxonômicas encontrado em cada amostra (S).

- a diversidade específica foi estimada pelo índice de Shannon-Wiener a partir dos dados de densidade ($\text{bits} \cdot \text{cél}^{-1}$ ou $\text{bits} \cdot \text{org}^{-1}$) e biomassa ($\text{bits} \cdot \text{UPA}^{-1}$ ou $\text{bits} \cdot \mu\text{m}^{-3}$). A uniformidade foi estimada através do índice de Pielou (1975, apud Odum, 1971).

Para cada coleta e ponto, as três espécies que apresentaram as frequências relativas mais elevadas também foram consideradas importantes como indicadoras da qualidade ambiental, procedimento que demonstrou-se adequado para avaliação de impactos (Beyruth, 1994a).

Para verificar se as comunidades de cada área amostral permaneciam constantes ao longo do tempo, quanto ao número de grupos taxonômicos e quanto à existência de coincidências positivas de táxons dentro de cada conjunto de dados, aplicou-se os testes M e Q de Hendrickson (1978).

A separação em lotes de dados teve como objetivo a procura das causas ambientais que determinaram ou favoreceram a heterogeneidade do número de espécies (teste M) e das taxocenoses presentes (teste Q), para cada componente da comunidade (classes, ordens). Estes testes qualitativos complementam a análise da alteração da comunidade, indicando rupturas na estrutura da comunidade. A detecção de alterações ou rupturas é importante pois indica o grau de efetividade do impacto de distúrbios ambientais.

As alterações temporais na comunidade foram estimadas a partir do índice da soma das diferenças entre amostras temporalmente sequenciais, pertencentes a uma mesma estação de coleta ou índice de modificação da comunidade (Lewis, 1978b e Reynolds, 1993).

Elaborou-se um método tentativo denominado Índice de Persistência das Espécies (IPE), para avaliar a capacidade de persistência das espécies em cada conjunto amostral. O método proposto está descrito no item tratamento de dados e a eficiência dessa avaliação é discutida a partir dos resultados obtidos.

Cardoso e Beyruth (1990) encontraram pico de condutividade no início das chuvas após um longo período de deficiência hídrica do solo nesta mesma bacia hidrográfica - para o rio Embu-mirim e um lago marginal - associado a alterações marcantes na qualidade da água, o que levou à escolha do balanço hídrico, como o primeiro determinante de alterações abióticas, e conseqüentemente das bióticas, a ser investigado neste estudo, utilizado para delimitar períodos e separar lotes de dados. A aplicação de sulfato de cobre para controle algáceo, constituiu o segundo critério de separação dos dados em períodos, para investigar as causas de alteração da comunidade fitoplanctônica.

Selecionou-se as dominantes e abundantes (Lobo e Leighton, 1986):

- a) Dominantes: as que ocorreram em densidade ou biomassa iguais ou superiores a 50% do total da amostra;
- b) Abundantes: as que ocorreram em densidade ou biomassa igual ou superior a média da amostra;

A frequência de ocorrência foi determinada pela porcentagem de ocorrência da espécie em relação ao total de amostras de cada ponto de amostragem [número de ocorrências da espécie. $(100).56^{-1}$], separando-se as espécies com frequência de ocorrência superior a 50%.

Estas três últimas avaliações foram utilizadas para a determinação das espécies indicadoras da qualidade ambiental, por constituírem as espécies mais representativas do período de estudo.

As espécies foram agrupadas em classes de tamanho conforme o primeiro maior eixo (GALD):

- a) Nanoplâncton: $< 20 \text{ } \mu\text{m}$
- b) Microplâncton: >20 até $200 \text{ } \mu\text{m}$
- c) Macroplâncton: $>200 \text{ } \mu\text{m}$

Foram consideradas as seguintes classes de biovolume:

- a) Classe 1: até $100 \text{ } \mu\text{m}^3$
- b) Classe 2: >100 até $1000 \text{ } \mu\text{m}^3$
- c) Classe 3: >1000 até $10000 \text{ } \mu\text{m}^3$
- d) Classe 4: $>10000 \text{ } \mu\text{m}^3$

Para completar a avaliação do desempenho das algas quanto à capacidade de aproveitamento dos recursos, superação dos gradientes ambientais, proteção contra predação, potencial de permanecer em suspensão, etc., efetuou-se a análise das estratégias adaptativas mais evidentes dentre as apresentadas pelas espécies encontradas. Desta forma foram separadas as densidades e os biovolumes de organismos com e sem capacidade de promover a renovação da água ao seu redor, por apresentarem potencial de movimento próprio ou de mobilizar a água circundante, considerando-se para tanto, os organismos dotados de flagelo. Também foram separadas as densidades e biovolumes de organismos com e sem envoltório rígido bem como as densidades e biovolumes das diferentes formas: unicelulares, coloniais/cenobiais e filamentosas; estratégias capazes de influir na velocidade de sedimentação e no aproveitamento dos recursos.

Procedeu-se à avaliação das espécies indicadoras, tanto sob o aspecto sanitário como ecológico. Considera-se indicadoras as espécies que ocorreram em períodos determinados, cuja densidade ou biovolume, ocorrência ou desaparecimento associaram-se a alterações da qualidade ambiental (Rocha, 1992) e as três primeiras espécies mais frequentes nas amostras de cada ponto, que em geral constituem bons indicadores da qualidade geral do ecossistema.

4.2. VARIÁVEIS ABIÓTICAS

As características da bacia de drenagem, tais como uso e ocupação do solo, informações climáticas e também sobre a morfometria do corpo d'água e sulfatação, foram obtidas na SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo), ELETROPAULO (Eletricidade do Estado de São Paulo S.A.), CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental), EMPLASA (Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo S.A.) e IAG-USP (Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo). Os parâmetros analisados foram: direção e velocidade do vento (VEN), pluviosidade do dia de coleta (P), de 24 horas (P24), de 72 horas (P72) e de 168 horas (P168), insolação (INS), radiação solar (RAD), total de água afluyente pelos tributários (AFL), total efluente (EFL), elevação correspondente ao nível da coluna d'água (ELE) e volume (VOL). A forma de avaliação dos efeitos da pluviosidade baseou-se em experiências anteriores nesta bacia hidrográfica, tendo-se verificado diferenças nos efeitos das chuvas acumuladas de 24, 72 e 168 horas (Beyruth, 1989).

Dados obtidos no campo durante as coletas:

- Temperaturas do ar (TAR) e da água (TAG) na sombra, utilizando termômetro de mercúrio graduado em décimo de grau centígrado ($^{\circ}\text{C}$);
- Transparência ao disco de Secchi (SEC) de 25 centímetros de diâmetro (m);
- Profundidade da coluna d'água (PROF), com cordas de poliuretano marcadas (0.5 m);
- Oxigênio dissolvido (mg.l^{-1} de O_2);
- Demanda bioquímica de oxigênio (mg.l^{-1} de O_2);

Para análise de oxigênio dissolvido (OD) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO) coletou-se 150 ml de água em vidro âmbar com tampa chanfrada; as amostras para OD foram preservadas no campo, levadas para o laboratório e analisadas imediatamente. As de DBO foram levadas para o laboratório e mantidas em estufa a 20°C por 5 dias e então preservadas e analisadas imediatamente. Para as análises do teor de oxigênio dissolvido utilizou-se o método de Winkler modificado segundo APHA-AWWA-WPCF (1989);

A água necessária para as demais análises foi transportada em frascos de poliuretano previamente lavados com ácido clorídrico e enxaguadas com água destilada e posteriormente com água deionizada, procedendo-se às seguintes análises nos laboratórios do Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da USP:

- potencial hidrogeniônico (pH) com medidor DMPH-2-Digimed;
- Turbidez (TUR) com turbidímetro Hach (UNT - unidade nefelométrica de turbidez);

- Cor (COR) com comparador Hellige Aqua Tester (mg.l^{-1} Pt);
- Condutividade (CON) com condutivímetro YSI ($\mu\text{S.cm}^{-1}$);
- Sólidos totais em suspensão (SOT) por gravimetria (mg.l^{-1});

Análises realizadas através de métodos titulométricos:

- Alcalinidade (ALC) por titulação potenciométrica com nitrato de prata (mg.l^{-1} CaCO_3);
- Dureza (DUR) por titulometria com EDTA (mg.l^{-1} CaCO_3);
- Fosfato solúvel reativo (PO_4)⁻³ e fosfato total (PT) através dos métodos descritos por Golterman, Clymo e Ohnstand (1978) ($\mu\text{m.l}^{-1}$);

Para as demais análises de nutrientes e elementos traço a água foi filtrada em papel de filtro Wathman qualitativo n. 1 e separadas em duas alíquotas de 250 ml, uma foi fixada com HNO_3 e a outra com H_2SO_4 p.a. concentrados para concentração final de 1:1000. Estas amostras foram mantidas refrigeradas até serem analisadas nos laboratórios da Seção de Radioquímica e Química Analítica do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) da USP, onde foram realizadas as seguintes determinações:

- Amônia (NH_4)⁺ por espectrofotometria-turbidimetria através do método de Nessler, com espectrofotômetro Micronal (mg.l^{-1});
- Nitrato (NO_3)⁻ e cloreto (Cl)⁻ por espectrofotometria de emissão e absorção atômica de chama, com espectrofotômetro AES-Perkin Elmer (mg.l^{-1});
- Alumínio (Al), bário (Ba), boro (Bo), cobre (Cu), cromo (Cr), ferro (Fe), magnésio (Mg), manganês (Mn), sódio (Na), sílica (Si), zinco (Zn) e níquel (Ni) através de espectrofotometria de emissão atômica com plasma induzido, com AR-ICP-AES Jarrell, Ash (mg.l^{-1}).

Os métodos utilizados para as determinações físicas e químicas foram os preconizados no APHA-AWWA-WPCF (1989).

4.3. TRATAMENTO DOS DADOS

O estudo dos atributos da comunidade fitoplanctônica e dos fatores ambientais foi realizado através dos métodos da estatística descritiva. Verificou-se assimetria da distribuição das frequências, para todos os parâmetros avaliados neste estudo, optando-se então pelo uso da mediana, que considerando a distribuição das medidas, caracteriza o centro do conjunto de dados. A mediana é indicada para amostras com distribuição assimétrica de frequências, caso em que há contra-indicação para o uso da média amostral e além disto, apresenta a vantagem

de eliminar a influência de desvios pronunciados devido a máximas e/ou mínimas extremas, que poderiam alterar em muito o uso da média (Zar, 1974).

Para estimar a relação entre as variáveis bióticas e abióticas e selecionar as variáveis a serem utilizadas na matriz ambiental, utilizou-se os resultados obtidos na análise das correlações não paramétricas de Spearman (Siegel, 1975), eliminando-se as variáveis redundantes, escolhendo-se uma dentre as que apresentaram alta correlação positiva ($r_s > 0.50$) com probabilidade de erro (P) igual ou menor que 5%. Para não haver perda de informação adquirida, quando os valores medianos das variáveis abióticas estiveram abaixo do limite de detecção do método empregado, estes dados foram substituídos pelo valor imediatamente inferior daquele considerado limite, no método de análise. Os valores da mediana foram utilizados para substituir os dados ausentes, na matriz ambiental.

Além da análise das correlações não paramétricas de Spearman, utilizou-se também a análise multivariada de componentes principais, para verificar as relações entre os diversos parâmetros analisados (Ter Braak, 1986).

Os seguintes programas para os cálculos estatísticos aplicados foram utilizados:

- conjunto de programas elaborados pelo Dr. Jean Valentin da UFRJ, para determinação dos índices de diversidade de Shannon-Wiener, uniformidade e riqueza específica.

- Statgraphics versão 5.0. para os cálculos das estatísticas descritivas e para a determinação das correlações não paramétricas (Zar, 1974 e Siegel, 1975).

- FITOPAC versão 2.0 elaborado pela equipe do Departamento de Botânica, UNICAMP para a análise de agrupamentos (Legendre e Legendre, 1983).

- CANOCO, versão 2.2, para a análise dos componentes principais utilizando os dados ambientais transformados em $\text{LOG}(x+1)$ e a distância euclidiana (Ter Braak, 1986, 1987 e 1988).

- SUCESS programa elaborado pela Enga. Ana Alvim da CETESB para cálculo da soma das diferenças entre amostras, ou taxa de alteração entre amostras temporalmente sucessivas (Lewis, 1978b).

- HENDRIX elaborado por Zuleika Beyruth e Enga. Ana Alvim da CETESB, para cálculo do M e Q de Hendrickson (1978). Compara taxocenoses a partir de matriz biológica de presença e ausência de espécies

Observações: - para a notação numérica substituiu-se em todo o texto a vírgula por ponto.

- para a notação da unidade litro, utilizou-se l ao invés de L.

4.3.1. ÍNDICE DE PERSISTÊNCIA DAS ESPÉCIES

Elaborou-se um método tentativo, denominado Índice de Persistência das Espécies (IPE), utilizando-se a porcentagem média de pares positivos de ocorrência das espécies, dentro de cada conjunto amostral.

A persistência média das espécies é utilizada como indicador do grau de estabilidade de cada componente da comunidade fitoplanctônica no ecossistema. Este valor foi calculado a partir da matriz binária, de presença e ausência das espécies. O número de coincidências positivas (táxon comum a duas amostras) foi calculado através do mesmo procedimento utilizado para o teste de Hendrickson (1978), ou seja, análise combinatória, da seguinte forma:

$$CP = \sum_{i=1}^j Ri(Ri-1)/2$$

onde CP = número de coincidências positivas;
R_i = soma das ocorrências da espécie (R_i= $\sum_{j=1}^j Y_{ij}$);
j = número de coletas ou amostras.

Se todas as espécies houvessem ocorrido em todas as amostras, CP_{máx}, o número de espécies multiplicado pelo número máximo possível de coincidências positivas para cada espécie corresponderia a cem por cento, num determinado lote de dados. O valor encontrado corresponderia portanto, a uma porcentagem daquele total, que dividido pelo número de espécies fornece a porcentagem média de coincidências positivas dentro de cada lote de dados considerado. Por exemplo: dado um determinado conjunto amostral, expresso por uma matriz binária de presença/ausência, com 3 espécies (x, y e z) e 10 amostras (a-j), onde a presença recebe valor 1 e a ausência valor 0, calcula-se o número de coincidências positivas e o número máximo possível de coincidências positivas das espécies:

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	R _i	R _i (R _i -1)/2	R _{max}	R _{max} (R _{max} -1)/2
x	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	6	15	10	45
y	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	45	10	45
z	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	5	10	10	45

$$IPE = [(CP.100).CP_{max}^{-1}].St^{-1}$$

$$CP = 15+45+10=70 \text{ e } Cp_{max} = 45+45+45 = 135$$

- IPE é o índice de persistência média das espécies do conjunto amostral considerado;
- CP é o número de ocorrências positivas encontrado;
- Cp_{max} é o número máximo possível de ocorrências positivas;
- St é o número total de espécies encontrado no conjunto amostral;

$$IPE = [(70.100).135^{-1}]3^{-1} = 17.28\%$$

$$IPE = 17.28\%$$

5. RESULTADOS

5.1. ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS

Nas Tabelas 1, 2 e 3 (do Anexo) estão expressos os dados dos parâmetros climatológicos. A Figura 3 mostra os pontos de coleta. A figura 4 mostra os diagramas climáticos dos anos de 1991 e 1992 e a Figura 5 representa o balanço hídrico, na bacia de Guarapiranga durante o período de estudo.

A **radiação solar** está expressa em Langley.dia⁻¹ que corresponde a calorias por centímetro quadrado por dia. Variou nas datas de coleta entre 263 Ly.dia⁻¹ (J5 a J7) e 491 Ly.dia l⁻¹ (D30 a D33), com mediana de 372 Ly.dia l⁻¹, apresentando valores menores que 400 Ly.dia l⁻¹ entre MA2 e O20; maiores entre O21 e F41 e após este período valores menores que 400 Ly.dia l⁻¹ até o final das amostragens. A mediana de radiação solar foi maior na época de chuvas (434 Ly.dia l⁻¹) que na seca (300 Ly.dia l⁻¹). A radiação solar no ponto 1 correlacionou-se com a pluviosidade ($r_s=0.72$ $P=0$), excedente hídrico ($r_s=0.55$ $P=0$), temperatura da água ($r_s=0.73$ $P=0$), dureza ($r_s=0.59$ $P=0.0007$), teores de potássio ($r_s=0.55$ $P=0.0001$), sódio ($r_s=0.65$ $P=0$) e de zinco ($r_s=-0.50$ $P=0.0002$). No ponto 4 com temperatura da água ($r_s=0.60$ $P=0$), transparência ($r_s=-0.53$ $P=0.0001$), dureza ($r_s=0.59$ $P=0.0007$), teores de cálcio ($r_s=0.50$ $P=0.0002$) e de magnésio ($r_s=0.50$ $P=0.0002$). Observação: embora várias das correlações estatisticamente significativas não tenham significado ecológico ou sanitário evidente, neste capítulo optou-se por relatar todas as encontradas, pois correlações espúrias muitas vezes refletem relações indiretas, podendo indicar padrões não evidenciados através de outras análises.

A **insolação mensal** variou entre 123.0 horas.mes⁻¹ em julho de 1992 e 208.2 horas.mes⁻¹ em maio de 1991. A insolação diária das datas de coleta variou entre zero horas.dia⁻¹ (S20, O22, JA36 e AB48) e 10.6 horas.dia⁻¹ (F39), com mediana de 6.4 horas.dia⁻¹. Em ambos os pontos não apresentou correlações com os demais parâmetros ambientais nos níveis considerados.

O **vento** predominante durante os meses do período de estudo foi o nordeste (NE). Os ventos de maior velocidade média mensal foram ENE, WNW e NE. A maior velocidade média mensal foi registrada em janeiro de 1992 (ENE=11.9 km.h⁻¹) e a menor em junho de 1992 (NE=5.4 km.h⁻¹). Nas datas de coleta os ventos predominantes foram WNW, SSE, NE e NW. A maior velocidade média foi de 13.8 km.h⁻¹ (WNW) em J6 e a menor de 3.4 km.h⁻¹ (ENE) em J37. Não houve variação na velocidade dos ventos entre os períodos de chuva e seca

(mediana de 6.30 km.h, para os dois períodos). A velocidade dos ventos não se correlacionou com os demais parâmetros nos níveis considerados.

A análise dos **índices pluviométricos** indica que o estudo iniciou-se durante o período de seca de 1991 MA2 que prolongou-se até a última semana de agosto AG16, com mínima mensal de 25 mm.mes⁻¹ em julho de 1991 (JL8 a JL12). O período de chuvas iniciou-se em setembro de 1991, S17, e prolongou-se até março de 1992 MR44, com uma "estiagem" temporária de 83 mm.mes⁻¹ em novembro, (N26 a N29), configurando um período de chuvas moderadas. Na primeira semana de abril de 1992, AB45, iniciou-se o segundo período de seca, que prolongou-se até o final das amostragens, JL58, com mínima mensal para o período de 8 mm.mes⁻¹ em junho de 1992 (J54 e J57). As chuvas mais intensas, acima de 150 mm.mes⁻¹ ocorreram entre dezembro de 1991 D30, e março de 1992 MR44, com máxima mensal para o período de 256 mm.mes⁻¹ em março de 1992 (MR42 a MR44). A pluviosidade diária variou entre 0 e 31.4 mm.dia⁻¹, com mediana de 0 mm.dia⁻¹ entre as datas de coleta. Correlacionou-se no ponto 1 com a temperatura da água ($r_s=0.67$ $P=0$), dureza ($r_s=0.58$ $P=0.0008$), teores de sódio ($r_s=0.51$ $P=0.0002$). No ponto 4 com temperatura da água ($r_s=0.60$ $P=0$), transparência ($r_s= - 0.60$ $P=0$), dureza ($r_s=0.61$ $P=0.0004$), teor de sólidos totais em suspensão ($r_s= - 0.53$ $P=0.0012$), cálcio ($r_s=0.53$ $P=0.0001$) e magnésio ($r_s=0.57$ $P=0$).

O **balanço hídrico** mostra que houve deficiência hídrica do solo nas duas primeiras campanhas (MA2 e MA3), com retirada de água do solo em MA3, reposição entre J5 e J7, novamente retirada entre JL8 e JL10, deficiência entre JL10 e AG16, iniciando-se a reposição na S17. Em S20 começa a haver excedente hídrico no solo e escoamento básico. O excedente ocorre até O25. De N26 a N29 há um decréscimo da pluviosidade que passa de 106 para 83 mm, mas ainda há escoamento básico. O aumento da intensidade das chuvas de D30 a MR44 é responsável pelos elevados excedentes hídricos e embora houvesse retirada de AB45 até AB47 e a deficiência hídrica se iniciasse novamente em A47 permanecendo até o final do estudo, ainda havia escoamento básico que persistiu até MA53. A deficiência hídrica do solo correlacionou-se com a pluviosidade ($r_s= - 0.64$ $P=0$), excedente hídrico ($r_s= - 0.60$ $P=0$) e radiação solar ($r_s= - 0.50$ $P=0.0002$).

O **nível da água** na represa, representado pela **elevação** apresentou variação em torno de apenas 1 m, sendo de 736 m no início do estudo até JL11, de 735 m até O22, de 736 m até O24, novamente de 735 m até MR44, flutuando mais no período subsequente, apresentando: 736m em AB47, MA50 e MA51, 735 em MR45, AB46, AB48, AB49, MA53 a J57 e 734 em JL58, sempre acima do mínimo operacional para captação (723 m). A mediana foi de 735.28m.

Portanto, a elevação foi mais influenciada, durante o período de estudo, pela operação hidráulica do sistema do que pela intensidade pluviométrica, o que é confirmado pela ausência de correlação significativa com a pluviosidade diária e negativa com a pluviosidade mensal ($r_s = -0.45$ $P=0.0008$) e pelo maior volume de água da represa durante o período de seca. A elevação correlacionou-se no ponto 1 com o teor de cloro ($r_s = -0.50$ $P=0.0002$), alumínio ($r_s=0.61$ $P=0$), ferro ($r_s=0.61$ $P=0$) e sódio ($r_s = -0.62$ $P=0$). No ponto 4 com profundidade ($r_s=0.58$ $P=0$), teor de cloro ($r_s = -0.68$ $P=0$) e de sódio ($r_s = -0.69$ $P=0$). O volume total de água apresentou as mesmas correlações que a elevação, pois são diretamente proporcionais e portanto foi descartado como variável ambiental, por ser redundante. Estas correlações mostram que a elevação contribuiu para aportes de alumínio e ferro, das áreas marginais inundadas próximas do ponto 4, mas o acúmulo de maior volume de água causou diminuição das concentrações de sódio e cloro.

As **entradas naturais** dos principais afluentes foram mais elevadas nos períodos de maior pluviosidade, com medianas de $9.75 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ nas chuvas e de $6.30 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ na seca. Este valor também não se correlacionou com a elevação.

A **captação de água** para abastecimento foi mais elevada no período das chuvas com mediana de $13.05 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ do que no período da seca, com mediana de $12.60 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Durante todo o período a captação de água coincidiu com o efluente total da represa, ou seja, não houve perdas de água para o canal para regularizar as vazões durante o período de estudo. Correlacionou-se com a vazão efluente total ($r_s=0.99$ $P=0$).

O **tempo de retenção** calculado pelas medianas de volume e vazão efluente do período de estudo foi estimado em aproximadamente 139 dias. Desta forma houve condições para uma renovação completa da água durante este estudo.

A **aplicação de sulfato de cobre**, realizada apenas no ponto 1, ocorreu em MA2, MA4, AG14 a AG15, O21 a O24, N29, D32 a MA50, tendo sido mais constante nos períodos de chuvas em que apresentou mediana de $1400 \text{ kg} \cdot \text{dia}^{-1}$. Correlacionou-se com temperatura da água ($r_s=0.51$ $P=0.0002$), dureza ($r_s=0.64$ $P=0.0002$) e teores de cálcio ($r_s=0.53$ $P=0.0001$).

Apesar da vazão afluyente ter apresentado mediana inferior à efluente (9.0 e 12.9 respectivamente), a represa não perdeu água, como mostram os dados de elevação e volume. Esta água deve ter sido repostada pelas entradas de afluentes menores, ou entradas submersas, bem como das águas percoladas.

5.2. QUALIDADE ABIÓTICA DA ÁGUA

As Tabelas 4 e 5 mostram resultados das análises físicas e químicas, respectivamente para os pontos 1 e 4. A Tabela 6 mostra os resultados do teste de correlação entre as variáveis abióticas. Na Tabela 34 estão expressas as medianas dos parâmetros considerados, no conjunto de dados de cada ponto, em cada período sazonal e de aplicação de algicida.

A **temperatura da água** variou entre 17.0 (JL11) e 26.5°C (F40) no ponto 1 e entre 13.0 (JL58) e 27.0°C (F40) no ponto 4, com mediana maior no ponto 4 (22.5°C), devido ao horário das coletas. Em ambos os pontos a amplitude de variação foi relativamente pequena. A temperatura da água, no ponto 1, correlacionou-se com a radiação solar ($r_s=0.73$ $P=0$), pluviosidade ($r_s=0.67$ $P=0$), excedente hídrico ($r_s=0.57$ $P=0$), temperatura do ar ($r_s=0.69$ $P=0$), pH ($r_s=0.97$ $P=0.0077$), demanda bioquímica de oxigênio ($r_s=0.50$ $P=0.0022$), alcalinidade ($r_s=0.98$ $P=0.0089$), dureza ($r_s=0.54$ $P=0.0018$), teores de sulfato ($r_s=0.54$ $P=0.0001$), cálcio ($r_s=0.60$ $P=0$), potássio ($r_s=0.74$ $P=0$) e com o teor de sulfato de cobre aplicado no dia da coleta ($r_s=0.51$ $P=0.0002$). No ponto 4 correlacionou-se com a radiação solar ($r_s=0.60$ $P=0$), pluviosidade ($r_s=0.60$ $P=0$), excedente hídrico ($r_s=0.54$ $P=0.0001$), escoamento básico ($r_s=0.54$ $P=0.0001$), teores de nitrato ($r_s=-0.56$ $P=0.0001$), cálcio ($r_s=0.65$ $P=0$) e potássio ($r_s=0.65$ $P=0$). As correlações apresentadas refletem o padrão climático normal para a região, de período chuvoso-quente com aportes de nutrientes da bacia e período seco-frio.

A **profundidade** variou entre 5.93 e 14.00 m no ponto 1 e entre 6.00 e 10.50 m no ponto 4, com mediana maior no ponto 1 (11.00 m). Esta grande variação decorre da localização da medição, que variou e algumas vezes pode ter sido tomada nos canais dos rios originais. No ponto 1 não se correlacionou com os outros parâmetros ambientais, no nível considerado, e no ponto 4 correlacionou-se com a elevação e volume ($r_s=0.58$ $P=0$).

A **transparência**, medida através da profundidade de extinção do Disco de Secchi variou entre 1.00 e 3.00 m no ponto 1 e entre 1.00 e 2.40 m no ponto 4, com mediana maior no ponto 1 (2.00 m). Correlacionou-se com a turbidez ($r_s=-0.53$ $P=0.0001$), alcalinidade ($r_s=-0.60$ $P=0$), teores de cálcio ($r_s=-0.54$ $P=0.0001$), potássio ($r_s=-0.53$ $P=0.0001$) e sulfatação do dia anterior ($r_s=-0.54$ $P=0.0001$), no ponto 1. No ponto 4 correlacionou-se com a radiação solar ($r_s=-0.52$ $P=0.0001$), pluviosidade ($r_s=-0.57$ $P=0$), pluviosidade de 24 horas ($r_s=-0.63$ $P=0$), de 72 horas ($r_s=-0.55$ $P=0$) e com o excedente hídrico ($r_s=-0.53$ $P=0.0001$). As correlações negativas apresentadas demonstram que as maiores transparências

foram verificadas nos períodos de seca. A mediana maior no ponto 1 retrata um dos efeitos do sulfato de cobre, atestado pela correlação negativa com a sulfatação do dia anterior.

A **cor** variou entre 10 e 40 mg.l⁻¹ Pt no ponto 1 e entre 20 e 70 mg.l⁻¹ Pt no ponto 4, com mediana superior no ponto 4 (40 mg.l⁻¹ Pt), enquanto a **turbidez** variou entre 0.8 e 2.2 UNT no ponto 1 e entre 1.1 e 7.1 UNT no ponto 4, com mediana maior no ponto 4 (2.3 UNT). A cor não apresentou correlações com os demais parâmetros nos níveis considerados. A turbidez correlacionou-se com a transparência, alcalinidade ($r_s=0.50$ $P=0.0006$) e ao teor de sulfato de cobre aplicado no dia anterior à coleta ($r_s=0.57$ $P=0$), no ponto 1. No ponto 4 correlacionou-se com o teor de alumínio ($r_s=0.63$ $P=0$). A amplitude de variação destes parâmetros foi considerável e as correlações apresentadas mostram que a turbidez elevada esteve mais associada aos efeitos dos períodos de chuvas.

A **condutividade** variou entre 32 e 100 $\mu\text{S.cm}$ no ponto 1 e entre 33 e 72 $\mu\text{S.cm}$ no ponto 4 com mediana maior no ponto 1 (57 $\mu\text{S.cm}^2$). Correlacionou-se no ponto 1 com alcalinidade ($r_s=0.60$ $P=0$), cálcio ($r_s=0.54$ $P=0.0001$), ferro ($r_s= - 0.55$ $P=0.0001$) e pH ($r_s=0.50$ $P=0.0002$). No ponto 4 correlacionou-se com alcalinidade ($r_s=0.66$ $P=0$), ferro ($r_s= - 0.64$ $P=0$), potássio ($r_s=0.58$ $P=0$) e pH ($r_s=0.61$ $P=0$). Estas correlações mostram que a condutividade mais elevada esteve associada aos efeitos da pluviosidade mais intensa. A máxima e a mediana mais elevadas no ponto 1 indicam a possibilidade de maiores acúmulos de nutrientes e também expressa a liberação mais intensa decorrente das mortandades de algas e outros organismos do plâncton, causada pelas aplicações de sulfato de cobre.

O **pH** variou entre 6.1 e 8.6 no ponto 1 e entre 6.3 e 8.1 no ponto 4, com mediana maior no ponto 1 (7.18). Correlacionou-se com a condutividade nos dois pontos e com a temperatura da água no ponto 1, conforme mencionado e portanto sua elevação associou-se mais aos períodos de chuvas.

O **oxigênio dissolvido** variou entre 5.33 e 8.63 mg.l⁻¹ no ponto 1 e entre 4.22 e 8.87 mg.l⁻¹ no ponto 4, com mediana superior no ponto 4 (7.33 mg.l⁻¹). No ponto 4 correlacionou-se negativamente com a pluviosidade das 72 horas anteriores ($r_s= - 0.50$ $P=0.0003$). A **demanda bioquímica de oxigênio** variou entre 0 e 4.29 mg.l⁻¹ no ponto 1, correlacionando-se com a temperatura da água ($r_s=0.50$ $P=0.0022$) e no ponto 4 variou entre 0 e 6.40 mg.l⁻¹, com mediana maior no ponto 4 (1.21 mg.l⁻¹), não se correlacionando com as outras variáveis ambientais no nível considerado. As correlações apresentadas indicam maior consumo de oxigênio da água durante os períodos de maior pluviosidade e decomposição. Este parâmetro é dependente da fotossíntese e da respiração, processos que sofreram menor impacto no ponto

4, onde além de não haver aplicação de sulfato de cobre, as condições de oxigenação atmosférica foram melhores.

A **alcalinidade** variou entre 6.7 e 38.7 mg.l⁻¹ de CaCO₃ no ponto 1 e entre 7.2 e 25.7 mg.l⁻¹ de CaCO₃ no ponto 4, com mediana mais elevada no ponto 1 (20.2 mg.l⁻¹ de CaCO₃). Correlacionou-se, no ponto 1, com a temperatura da água, transparência, cor, turbidez e condutividade, conforme relatado, e com teores de sulfato ($r_s=0.51$ $P=0.0005$), cálcio ($r_s=0.77$ $P=0$), potássio ($r_s=0.65$ $P=0$) e zinco ($r_s=0.62$ $P=0$). No ponto 4, correlacionou-se com condutividade, conforme relatado, e com os teores de potássio ($r_s=0.51$ $P=0.0006$) e de zinco ($r_s=0.57$ $P=0.0002$). As correlações indicam que a alcalinidade mostrou relação com os períodos de chuvas.

A **dureza** variou entre 17.1 e 174.5 mg.l⁻¹ de CaCO₃ no ponto 1 e entre 14.5 e 154.0 mg.l⁻¹ de CaCO₃ no ponto 4, com mediana maior no ponto 1 (31.2 mg.l⁻¹ CaCO₃). Correlacionou-se no ponto 1 com a temperatura da água, conforme relatado, e com a radiação solar ($r_s=0.59$ $P=0.0007$), pluviosidade ($r_s=0.58$ $P=0.0008$), teores de cobre ($r_s=0.51$ $P=0.0033$), potássio ($r_s=0.60$ $P=0.0005$), sódio ($r_s=0.63$ $P=0.0003$) e teor de sulfato de cobre aplicado no dia de coleta ($r_s=0.64$ $P=0.0002$). No ponto 4 correlacionou-se com radiação solar ($r_s=0.59$ $P=0.0007$), pluviosidade ($r_s=0.61$ $P=0.0004$), excedente hídrico ($r_s=0.53$ $P=0.0025$) e teores de cálcio ($r_s=0.52$ $P=0.0031$). Estas correlações demonstram que a dureza esteve mais elevada no período de chuvas.

O teor de **sólidos totais** em suspensão variou entre 33 e 155 mg.l⁻¹ no ponto 1 e entre 10 e 280 mg.l⁻¹ no ponto 4, com mediana maior no ponto 1 (50 mg.l⁻¹). No ponto 1 não se correlacionou com os outros parâmetros ambientais analisados. No ponto 4 correlacionou-se com a pluviosidade ($r_s= - 0.53$ $P=0.0012$). Como a aplicação de sulfato de cobre foi mais intensa no período de chuvas, a ausência de correlações no ponto 1 pode ser consequência da aplicação do sulfato de cobre, que favorece a sedimentação das partículas em suspensão.

O **fósforo solúvel reativo** variou entre < 1.63 e 19.57 µg.l⁻¹ no ponto 1 e entre < 1.63 e 14.67 µg.l⁻¹ no ponto 4, apresentando mediana mais elevada no ponto 4 (4.89 µg.l⁻¹). O **fosfato total** variou entre < 1.63 e 34.24 µg.l⁻¹ no ponto 1 e entre < 1.63 e 37.5 µg.l⁻¹ no ponto 4 com mediana mais elevada no ponto 4 (17.12 µg.l⁻¹). Não se correlacionaram com outros parâmetros ambientais no nível considerado.

O **amônio** variou entre <0.20 e 0.70 mg.l⁻¹ no ponto 1 e entre <0.20 e 2.60 mg.l⁻¹ no ponto 4, com ambas as medianas iguais a <0.20 mg.l⁻¹. Correlacionou-se no ponto 1, apenas com manganês ($r_s=0.54$ $P=0.0001$).

O **nitrato** variou entre 0.2 e 1.0 mg.l⁻¹ no ponto 1 e entre 0.1 e 1.7 mg.l⁻¹ no ponto 4, com mediana maior no ponto 1 (0.4 mg.l⁻¹). Correlacionou-se com escoamento básico ($r_s = -0.65$ $P=0$) no ponto 1. No ponto 4 correlacionou-se com escoamento básico ($r_s = -0.58$ $P=0$) e negativamente com temperatura da água, conforme mencionado. Portanto, esteve disponível em maior quantidade durante o período seco-frio.

O **sulfato** variou entre 2.3 e 14.7 mg.l⁻¹ no ponto 1 e entre 2.6 e 6.2 mg.l⁻¹ no ponto 4, com mediana maior no ponto 1 (4.6 mg.l⁻¹). Correlacionou-se com temperatura da água e alcalinidade, conforme mencionado, com os teores de cálcio ($r_s = 0.67$ $P=0$), potássio ($r_s = 0.69$ $P=0$), magnésio ($r_s = 0.63$ $P=0$) e sódio ($r_s = 0.59$ $P=0$) no ponto 1. No ponto 4 correlacionou-se com os teores de sódio ($r_s = 0.50$ $P=0.0003$).

O **cloro** variou entre 2.4 e 8.0 mg.l⁻¹ no ponto 1 e entre 4.0 e 13.8 mg.l⁻¹ no ponto 4, com mediana mais elevada no ponto 1 (6.5 mg.l⁻¹). Correlacionou-se com volume e elevação ($r_s = -0.50$ $P=0$) e teores de sódio ($r_s = 0.82$ $P=0$) no ponto 1 e com volume e elevação ($r_s = -0.68$ $P=0$), teores de sódio ($r_s = 0.91$ $P=0$) e de magnésio ($r_s = 0.68$ $P=0$) no ponto 4. Portanto sofreu diluição no período em que a represa apresentou maior retenção de água, concentrando-se nas épocas em que as águas estiveram mais baixas.

O **alumínio** variou entre <0.10 e 0.20 mg.l⁻¹ no ponto 1 e entre <0.10 e 0.30 mg.l⁻¹ no ponto 4, com mediana maior no ponto 4 (0.1 mg.l⁻¹). Correlacionou-se com elevação e volume ($r_s = 0.61$ $P=0$) e com os teores de ferro ($r_s = 0.61$ $P=0$) no ponto 1. No ponto 4 com os teores de ferro ($r_s = 0.75$ $P=0$) e com a turbidez, conforme mencionado. A elevação, volume, teores de alumínio e ferro tiveram aumentos simultâneos e podem estar indicando aportes dos solos expostos das margens da represa. O aumento concomitante da turbidez no ponto 4, onde as áreas de solo exposto eram maiores, confirma estes ingressos.

O **cálcio** variou entre 2.8 e 7.4 mg.l⁻¹ no ponto 1 e entre 4.1 e 10.1 mg.l⁻¹ no ponto 4, com mediana mais elevada no ponto 1 (6.1 mg.l⁻¹). No ponto 1, correlacionou-se com temperatura da água, transparência, condutividade, alcalinidade e teor de sulfato, conforme mencionado, e com ferro ($r_s = -0.54$ $P=0.0001$), potássio ($r_s = 0.87$ $P=0$), magnésio ($r_s = 0.69$ $P=0$) e com o teor de sulfato de cobre aplicado nos dias anteriores às coletas ($r_s = 0.54$ $P=0.0001$) e no dia da coleta ($r_s = 0.53$ $P=0.0001$). No ponto 4, correlacionou-se com a temperatura da água e a dureza, conforme mencionado e com a radiação solar ($r_s = 0.50$ $P=0.0002$), pluviosidade ($r_s = 0.53$ $P=0.0001$), teores de sódio ($r_s = 0.55$ $P=0.0001$), magnésio ($r_s = 0.80$ $P=0$) e potássio ($r_s = 0.87$ $P=0$). Portanto esteve disponível em maior quantidade nos períodos de temperaturas mais elevadas.

O **potássio** variou entre 0.70 e 3.40 mg.l⁻¹ no ponto 1 e entre 1.80 e 3.10 mg.l⁻¹ no ponto 4, com mediana mais elevada no ponto 1 (2.50 mg.l⁻¹). Correlacionou-se com temperatura da água, transparência, alcalinidade, dureza, sulfato, cálcio, ferro ($r_s = -0.64$ $P=0$), conforme relatado e com a radiação solar ($r_s=0.55$ $P=0.0001$), teores de magnésio ($r_s=0.64$ $P=0$) e sódio ($r_s=0.62$ $P=0$) no ponto 1. No ponto 4 correlacionou-se com temperatura da água, condutividade, alcalinidade, cálcio, ferro ($r_s = -0.59$ $P=0$), sódio ($r_s=0.55$ $P=0.0001$) e magnésio ($r_s=0.63$ $P=0$). Portanto, também esteve disponível em maior quantidade nos períodos de temperaturas mais elevadas.

O **magnésio** variou entre 0.8 e 1.8 mg.l⁻¹ no ponto 1 e entre 1.1 e 2.5 mg.l⁻¹ no ponto 4, apresentando mediana mais elevada no ponto 1 (1.6 mg.l⁻¹). Correlacionou-se com sulfato, cálcio, conforme relatado e com os teores de sódio ($r_s=0.51$ $P=0.0002$) no ponto 1 e com cloro, cálcio, potássio conforme relatado e com a pluviosidade ($r_s=0.57$ $P=0$), radiação solar ($r_s=0.50$ $P=0.0002$) e os teores de sódio ($r_s=0.71$ $P=0$) no ponto 4.

O **manganês** variou entre <0.02 e 0.06 mg.l⁻¹ no ponto 1 e no ponto 4 entre <0.02 e 0.10 mg.l⁻¹, com ambas as medianas menores que o valor de detecção do método utilizado.

O **sódio** variou entre 1.9 e 6.4 mg.l⁻¹ no ponto 1 e entre 3.5 e 9.4 mg.l⁻¹ no ponto 4, com mediana superior no ponto 1 (5.5 mg.l⁻¹). Correlacionou-se com a dureza, sulfato, cloro, magnésio conforme mencionado e com os teores de ferro ($r_s = -0.54$ $P=0.0001$), sódio ($r_s = -0.54$ $P=0.0001$), radiação solar ($r_s=0.65$ $P=0$), pluviosidade ($r_s=0.51$ $P=0.0002$), elevação ($r_s = -0.62$ $P=0$) e volume ($r_s = -0.63$ $P=0$) no ponto 1. No ponto 4 correlacionou-se com a condutividade, teores de cálcio, cloro, potássio, magnésio e sulfato conforme mencionado, com elevação e volume ($r_s = -0.69$ $P=0$) e ferro ($r_s = -0.56$ $P=0.0001$).

O **silício** variou entre 0.60 e 2.20 mg.l⁻¹ no ponto 1 e entre 0.80 e 2.80 mg.l⁻¹ no ponto 4, onde apresentou mediana mais elevada (1.90 mg.l⁻¹). Não se correlacionou com os outros parâmetros no nível considerado, exceto com os teores de cobre no ponto 1 ($r_s=0.55$ $P=0.0210$). Esta correlação pode estar indicando que as diatomáceas tenham sido sensíveis às aplicações do sulfato de cobre, declinando quando os teores de cobre foram mais elevados e deixando de aproveitar o silício.

O **cobre** variou entre <0.02 e 0.09 mg.l⁻¹ no ponto 1, com mediana de 0.04 mg.l⁻¹ e no ponto 4 permaneceu abaixo do limite de detecção do método utilizado, durante todo o período de estudo. Correlacionou-se no ponto 1 com a dureza e os teores de silício, conforme relatado.

O **ferro** variou entre <0.02 e 0.40 mg.l⁻¹ no ponto 1 e entre <0.02 e 0.70 mg.l⁻¹ no ponto 4, com mediana superior no ponto 4 (0.20 mg.l⁻¹). Correlacionou-se com

condutividade, alumínio, cálcio, sódio e potássio conforme mencionado, com volume e elevação ($r_s=0.61$ $P=0$), conforme mencionado, no ponto 1. Correlacionou-se com condutividade, teores de alumínio, potássio e sódio, conforme mencionado, no ponto 4.

O zinco variou entre <0.02 e 0.20 mg.l^{-1} , no ponto 1, e entre <0.02 e 0.10 mg.l^{-1} , no ponto 4, com mediana 0.02 mg.l^{-1} em ambos os pontos. Correlacionou-se nos dois pontos com alcalinidade, conforme mencionado e no ponto 1, com a radiação solar ($r_s= - 0.53$ $P=0.0001$).

Boro, bário, cádmio, cromo, chumbo e níquel estiveram sempre abaixo do nível de detecção do método utilizado.

5.3. COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DA REPRESA DE GUARAPIRANGA

5.3.1. COMPOSIÇÃO

A comunidade fitoplanctônica da represa de Guarapiranga apresentou-se constituída por 240 táxons (espécies, variedades e formas), distribuídos em 97 gêneros, pertencentes a 8 classes taxonômicas (14 Cyanophyceae, 106 Chlorophyceae, 41 Zygnemaphyceae, 19 Euglenophyceae, 26 Bacillariophyceae, 14 Chrysophyceae, 9 Cryptophyceae e 11 Dinophyceae), conforme relacionado a seguir. Além disto, também foram consideradas como unidades taxonômicas: as 3 diferentes fases do ciclo de vida da espécie *Chlamydomonas* cf *gloeophila* e 2 dimensões diferenciadas, constituindo dois tipos de *Synedra ulna*.

QUADRO 1 - COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA

Espécie exclusiva de cada ponto: *

PONTO 1

CYANOPHYCEAE - CHROOCOCCALES

1. APHDE *Aphanocapsa* cf. *delicatissima* W. & G.S. West *
2. APHEC *Aphanocapsa elachista* W. & G. S. West var. *conferta* W. & G.S.West
3. APHEL *Aphanothece elabens* (Brébisson) Elenkin *
4. APHEP *Aphanocapsa elachista* W. & G. S. West var. *planctonica* G.M.Smith
5. CRCMI *Chroococcus* cf. *minor* (Kuetzing) Naegeli
6. CRCMU *Chroococcus* cf. *minutus* (Kuetzing) Naegeli
7. CYAHA *Cyanarcus hamiformis* Pascher
8. GLOS1 *Gloeocapsa* sp.1 *
9. SYNEL *Synechococcus elongatus* Naegeli
10. SYNSE *Synechocystis septentrionalis* Skuja

TOTAL: 10 táxons: 6 identificados nos níveis específicos ou infraespecíficos, 3 a confirmar e 1 no nível genérico.

CYANOPHYCEAE - HORMOGONALES

1. ANAS1 *Anabaenopsis* sp.1 *
2. OSCSA *Oscillatoria sancta* Kuetzing *
3. OSCSU *Oscillatoria subtilissima* Kuetzing
4. PSECA *Pseudanabaena catenata* Lauterberborni

TOTAL: 4 táxons: 3 no nível específico e 1 no nível genérico.

Total de Cyanophyceae: 14 táxons: 10 identificados nos níveis específicos ou infraespecíficos, 3 a confirmar e 2 no nível genérico.

Táxons comuns aos dois pontos de coleta: 9

Táxons exclusivos do ponto 1: 5

CHLOROPHYCEAE - CHLOROCOCCALES

1. ANKBR *Ankistrodesmus bribaianus* (Reinsch)Korsikov *
2. ANKFU *Ankistrodesmus fusiformis* Corda
3. ANKGR *Ankistrodesmus gracilis* (Reinsch) Korsikov. *
4. BOTNE *Botryococcus neglectus* (W. et G.S.West) Komárek
5. CLCS07 Chlorococcales sp.7 col.
6. CLCS13 Chlorococcales sp.13 col. *
7. CLCS14 Chlorococcales sp.14 col.*
8. CLCS5 Chlorococcales sp.5 unic. *

9. CLOLO *Closteriopsis longissima* (Lemmermann) Lemmermann var. *longissima* Lemmermann *
10. CLOMI *Chlorella* cf. *minutissima* Fott & Novák.
11. CLOSA *Chlorella* cf. *sacharophila* (Krieger) Migula *
12. CLOVI *Chlorella vulgaris* Beijerinck var. *viridis* Chodat
13. CLOVU *Chlorella vulgaris* Beijerinck var. *vulgaris* Beijerinck
14. CLUS7 *Chlorococcales* sp.7 unic. *
15. COECA *Coelastrum cambricum* Archer
16. COEHI *Coenochloris hindakii* Komárek
17. COEMI *Coelastrum microporum* Naegeli var. *microporum* Naegeli*
18. COEPR *Coelastrum proboscideum* Bohlin *
19. COERE *Coelastrum reticulatum* (Dangeard) Senn
20. CRUCR *Crucigeniella crucifera* (Wolle) Komárek
21. CRUTE *Crucigenia tetrapedia* (Kirchner) W. & G.S. West
22. DICAN *Dictyosphaerium anomalum* Korsikov
23. DICCH *Dictyosphaerium chlorelloides* (Naumann) Komárek & Perman *
24. DICEH *Dictyosphaerium ehrenberghianum* Naegeli
25. DICEL *Dictyosphaerium elegans* Bachmann.
26. DICPU *Dictyosphaerium pulchellum* Wood var. *pulchellum* Wood
27. DISSP. *Dispora speciosa* Korsikov *
28. ELAFA *Elakatothrix gelifacta* (Chodat) Hindák
29. ELAGE *Elakatothrix gelatinosa* Wille
30. EUTFO *Eutetramorus fotii* (Hindák) Komárek
31. EUTNY *Eutetramorus* cf. *nygaardii* Komárek
32. FRADR *Franceia droescherii* (Lemmermann) G.M. Smith
33. FRAPO *Franceia polychaeta* (Sirs) Korsikov *
34. GEMIN *Geminella interrupta* (Turpin) Lagerheim. Syn. *Dactylothece braunii* Lagerheim
35. GLOAM *Gloeocystis ampla* (Kuetzing) Rabenhorst *
36. GLOBA *Gloeocystis* cf. *bannergattensis* Iyengary *
37. GLORU *Gloeocystis rupestris* (Lyngbie) Rabenhorst *
38. GLOVE *Gloeocystis vesiculosa* Naegeli
39. GOLPA *Golenkinia paucispina* W. & G.S. West
40. GOLRA *Golenkinia radiata* Chodat
41. KIRLU *Kirchneriella lunaris* (Kirchner) Moebius
42. KIROB *Kirchneriella obesa* (W. West) Schmidle *
43. KIRPS *Kirchneriella* cf. *pseudoaperta* Komárek *
44. MICPU *Micractinium pusillum* Fresenius
45. MONAR *Monoraphidium arcuatum* (Korsikov) Hindák
46. MONCA *Monoraphidium caribeum* Hindák
47. MONCO *Monoraphidium contortum* (Thurpin) Komarkova-Legnerová
48. MONCV *Monoraphidium convolutum* (Corda) Komarkova-Legnerová
49. MONMI *Monoraphidium* cf. *minutum* (Naegeli.) Komarkova-Legnerová *
50. MONSE *Monoraphidium setiforme* (Nygaard) Komarkova-Legnerová
51. OOCLA *Oocystis lacustris* Chodat
52. OOCNA *Oocystis* cf. *natans* (Lemmermann) Lemmermann
53. OOCNO *Oocystis* cf. *nodulosa* W. & G.S. West *
54. OOCPU *Oocystis pusilla* Hansgirg
55. PACKO *Pachycladella komarekii* (Fott & Novak) Raymond *
56. PALTE *Palmelochaete tenerrima* Korsikov
57. QUALA *Quadrigula lacustris* (Chodat) G.M. Smith
58. SCEAC *Scenedesmus acuminatus* (Lagerheim) Chodat
59. SCEAR *Scenedesmus arcuatus* (Lemmermann) Lemmermann
60. SCEBC *Scenedesmus bicaudatus* (Hansgirg) Chodat
61. SCEBJ *Scenedesmus bijugus* (Turpin) Kuetzing
62. SCEDA *Scenedesmus dactylococcoides* Chodat
63. SCEDE *Scenedesmus denticulatus* Lagerheimii

- 64. SCEJA *Scenedesmus javanensis* Chodat
- 65. SCEOP *Scenedesmus opoliensis* P.Richt *
- 66. SCEOV *Scenedesmus ovalternus* Chodat *
- 67. SCEQU *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Brébisson
- 68. SCERM *Scenedesmus* cf. *armatus* Chodat *
- 69. SP.HPL *Sphaerocystis* cf. *planctonica* (Korsikov) Bourrelly *
- 70. SP.HSC *Sphaerocystis schroeterii* Chodat
- 71. TETLA *Tetrallanthos langerheimii* Teiling *
- 72. TREEL *Treubaria elegans* Hortobágy
- 73. TRESE *Treubaria setigera* (Archer) G.M. Smith
- 74. WESBO *Westella botryoides* (W.West) De-Wildemann

TOTAL: 74 táxons: 60 identificados nos níveis específicos ou infraespecíficos, 9 a confirmar e 5 no nível de ordem.

Táxons comuns aos dois pontos de coleta: 48

Táxons exclusivos do ponto 1:26

CHLOROPHYCEAE - OEDOGONIALES

- 1. ZOED1 Zigoto Oedogoniales sp.1
- 2. ZOED2 Zigoto Oedogoniales sp.2
- 3. ZOED3 Zigoto Oedogoniales sp.3 *

TOTAL: 3 táxons identificados no nível de ordem.

Táxons comuns aos dois pontos de coleta: 2

Táxons exclusivos do ponto 1:1

CHLOROPHYCEAE - VOLVOCALLES

- 1. CLAG1 *Chlamydomonas* cf. *gloeophila* Skuja fase1
- 2. CLAG2 *Chlamydomonas* cf. *gloeophila* Skuja fase2
- 3. CLAGC *Chlamydomonas* cf. *gloeophila* Skuja col.
- 4. CLAGL *Chlamydomonas* cf. *globosa* Snow
- 5. CLAGR *Chlamydomonas* cf. *gracilis* Snow
- 6. CLAPR *Chlamydomonas* cf. *proteus* Pringsheim
- 7. CLAS1 *Chlamydomonas* sp.1
- 8. CLASU *Chlamydomonas* cf. *subcaudata* Wille
- 9. EUDEL *Eudorina elegans* Ehrenberg *
- 10. VOLC1 Volvocales sp.1 col.
- 11. VOUS1 Volvocales sp.1 uni.

TOTAL: 11 táxons: 1 identificado no nível específico, , 7 a confirmar, 1 no nível genérico e 2 no de ordem.

Táxons comuns aos dois pontos de coleta: 10

Táxons exclusivos do ponto 1: 1

Total de Chlorophyceae: 88 táxons

Táxons comuns aos dois pontos de coleta: 60

Táxons exclusivos do ponto 1: 28

ZYGNEMAPHYCEAE - ZYGNEMATALES

- 1. ACTS1 *Actinotaenium* sp.1 *
- 2. ACTS2 *Actinotaenium* sp.2 *
- 3. ACTWO *Actinotaenium* cf. *wollei* (W. & G.S. West) Teiling
- 4. CLOS1 *Closterium* sp.1 *
- 5. COS12 *Cosmarium* sp.12 *
- 6. COS15 *Cosmarium* sp.15
- 7. COS16 *Cosmarium* sp.16 *
- 8. COS18 *Cosmarium* sp.18 *

9. COS19	<i>Cosmarium</i> sp.19 *
10. COS20	<i>Cosmarium</i> sp.20 *
11. COSEL	<i>Cosmarium</i> cf. <i>gayanum</i> Detoni *
12. COSS1	<i>Cosmarium</i> sp.1
13. COSS5	<i>Cosmarium</i> sp.5
14. COSS9	<i>Cosmarium</i> sp.9 *
15. EUABI	<i>Euastrum binale</i> (Turpin) Ehrenberg
16. MOUAM	<i>Mougeotia</i> cf. <i>americana</i> Transeau
17. MOUS1	<i>Mougeotiopsis</i> sp.1
18. MOUS3	<i>Mougeotia</i> sp.3 *
19. STA20	<i>Staurastrum</i> sp.20 *
20. STA21	<i>Staurastrum</i> sp.21 *
21. STA24	<i>Staurastrum</i> sp.24 *
22. STAGR	<i>Staurastrum gracile</i> Ralfs
23. STALE	<i>Staurastrum</i> cf. <i>leptocladum</i> Nordstedt var. <i>africanum</i> G.S. West
24. STAMU	<i>Staurastrum</i> cf. <i>muticum</i> Ralfs
25. STAS2	<i>Staurastrum</i> sp.2
26. STAS6	<i>Staurastrum</i> sp.6
27. STRCO	<i>Staurodesmus</i> cf. <i>convergens</i> (Ehrenberg) Teiling *
28. STRCU	<i>Staurodesmus cuspidatus</i> (Brébisson) Teiling var. <i>subercavatus</i> (W. & G.S. West) Forster
29. STRS4	<i>Staurodesmus</i> sp.4 *
30. STRS5	<i>Staurodesmus</i> sp.5 *
31. STRVA	<i>Staurodesmus</i> cf. <i>validus</i> (West) Thomasson *
32. XANS2	<i>Xanthidium</i> sp.2

TOTAL: 32 táxons: 3 identificados nos níveis específicos ou infraespecíficos, 7 a confirmar e 22 no nível genérico

Táxons comuns aos dois pontos de coleta: 14

Táxons exclusivos do ponto 1: 18

Total de espécies identificadas no ponto 1: 182, considerando-se 183 unidades taxonômicas.

EUGLENOPHYCEAE - EUGLENALES

1. EUGAC	<i>Euglena acus</i> Ehrenberg var. <i>acus</i> Ehrenberg
2. EUGDE	<i>Euglena</i> cf. <i>deses</i> Ehrenberg *
3. EUGPA	<i>Euglena</i> estágio palmeloide *
4. LEPTE	<i>Lepocynclis texta</i> (Dujardin) Lemmermann var. <i>richiana</i> (Conrad) Huber-Pestalozzi
5. STROF	<i>Strombomonas</i> cf. <i>fluviatilis</i> (Lemmermann) Deflandre *
6. TRACE	<i>Trachelomonas</i> cf. <i>cervicula</i> Stokes
7. TRA0B	<i>Trachelomonas</i> cf. <i>oblonga</i> Lemmermann
8. TRAS4	<i>Trachelomonas</i> sp.4 *
9. TRAS5	<i>Trachelomonas</i> sp.5 *
10. TRATY	<i>Trachelomonas</i> cf. <i>tympanum</i> Pascher *
11. TRAVO	<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenberg var. <i>derephora</i> Conrad
12. TRAVP	<i>Trachelomonas volvocinopsis</i> Swirenko var. <i>volvocinopsis</i> Swirenko

TOTAL: 12 táxons: 4 identificados nos níveis específicos ou infraespecíficos, 5 a confirmar e 3 no nível genérico

táxons comuns aos dois pontos de coleta: 6

táxons exclusivos do ponto 1: 6

BACILLARIOPHYCEAE - CENTRALES

1. AULAN	<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Ralfs var. <i>angustissima</i> O. Mueller
2. AULCU	<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Ralfs var. <i>angustissima</i> O. Mueller f. <i>curvata</i> Grunov
3. AULGR	<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Ralfs

4. CYCME *Cyclotella meneghiniana* Kuetzing
5. CYCOC *Cyclotella* cf. *ocellata* Pantockse *
6. RHIEIR *Rhizosolenia eiriensis* H.L. Smith var. *morsa* W. & G.S. West
7. RHIOLO *Rhizosolenia longiseta* Zacharias
8. RHISP.1 *Rhizosolenia* sp.1
9. STEDUB *Stephanodiscus dubius* (Fricke) Hustedt

TOTAL: 9 táxons: 7 identificados nos níveis específicos ou infraespecíficos, 1 a confirmar e 1 no nível genérico.

Táxons comuns aos dois pontos de coleta: 8

Táxons exclusivos do ponto 1: 1

BACILLARIOPHYCEAE - PENNALES

1. AMPS1 *Amphora* sp.1 *
2. ASTFO *Asterionella formosa* Hasall
3. CALAM *Caloneis amphisbaena* (Bory) Cleve
4. DIAS3 *Diatomacea* sp.3 *
5. EUNS4 *Eunotia* sp.4 *
6. NAVS1 *Navicula* sp.1 *
7. SYNMI *Synedra minuscula* Grunov
8. SYNU1 *Synedra ulna* (Nitzsch) t.1
9. SYNU2 *Synedra ulna* (Nitzsch) t.2

TOTAL: 8 táxons: 4 identificados nos níveis específicos ou infraespecíficos, 3 no nível genérico, 1 no de sub-classe. *Synedra ulna* foi dividida em dois táxons, devido a constância das respectivas dimensões.

Táxons comuns aos dois pontos de coleta: 4

Táxons exclusivos do ponto 1: 4

Total de Bacillariophyceae: 17 táxons

Táxons comuns aos dois pontos de coleta: 12

Táxons exclusivos do ponto 1: 5

CHRYSTOPHYCEAE - OCHROMONADALES

1. DINBA *Dinobryon bavaricum* Imhoff var. *medium* (Lemmermann) Krieger
2. DINDI *Dinobryon divergens* Imhoff var. *angulatum* (Seligo) Brunnthaler
3. DINSE *Dinobryon sertularia* Ehrenberg
4. MALAP *Mallomonas apochromatica* Conrad
5. MALCA *Mallomonas* cf. *caudata* Iwanoff
6. MALMA *Mallomonas* cf. *majorensis* Skuja *
7. MALPA *Mallomonas* cf. *pallida* Conrad
8. MALRH *Mallomonas* cf. *rhopaloides* Conrad *
9. MALTE *Mallomonas* cf. *tenuis* Conrad
10. MALTO *Mallomonas tonsurata* Teiling
11. SYNUV *Synura uvella* Ehrenberg

TOTAL: 11 táxons: 6 identificados nos níveis específicos ou infraespecíficos e 5 a confirmar.

Táxons comuns aos dois pontos de coleta: 9

Táxons exclusivos do ponto 1: 2

CRYPTOPHYCEAE - CRYPTOMONADALES

1. CHIAO *Chilomonas* cf. *acuta* Schiller
2. CHIMI *Chilomonas* cf. *minuta* (Skuja) *
3. CROBR *Chroomonas* cf. *breviciliata* Nygaard
4. CRYBR *Cryptomonas* cf. *brasiliensis* Castro, Bicudo & Bicudo
5. CRYER *Cryptomonas* cf. *erosa* Ehrenberg

6. CRYTE *Cryptomonas cf. tenuis* Pascher
7. SENCO *Sennia cf. communata* Pascher emend. Skuja

TOTAL: 7 táxons: 7 a confirmar.

Táxons comuns aos dois pontos de coleta: 6

Táxons exclusivos do ponto 1: 1

DINOPHYCEAE - PERIDINIALES

1. GYMEU *Gymnodinium cf. eurytopum* Skuja

TOTAL: 1 táxon: 1 a confirmar

táxons comuns aos dois pontos de coleta: 1

PONTO 4

CYANOPHYCEAE - CHROOCOCCALES

1. APHEC *Aphanocapsa elachista* W. & G. S. West var. *conferta* W. & G.S. West
2. APHEP *Aphanocapsa elachista* W. & G. S. West var. *planctonica* G.M. Smith
3. CRCMI *Chroococcus cf. minor* (Kuetzing) Naegeli
4. CRCMU *Chroococcus cf. minutus* (Kuetzing) Naegeli
5. CYAHA *Cyanarcus hamiformis* Pascher
6. SYNEL *Synechococcus elongatus* Naegeli
7. SYNSE *Synechocystis septentrionalis* Skuja

TOTAL: 7 táxons: 5 identificados nos níveis específicos ou infraespecíficos e 2 a confirmar.

Táxons comuns aos dois pontos de coleta: 7

CYANOPHYCEAE - HORMOGONALES

1. OCSU *Oscillatoria subtilissima* Kuetzing
2. PSECA *Pseudanabaena catenata* Lauterborni

TOTAL: 2 táxons: 2 identificados nos níveis específicos.

Táxons comuns aos dois pontos de coleta: 2

Total de Cyanophyceae: 9 táxons: 7 identificados nos níveis específicos ou infraespecíficos e 2 a confirmar.

Táxons comuns aos dois pontos de coleta: 9

CHLOROPHYCEAE - CHLOROCOCCALES

1. ANKFU *Ankistrodesmus fusiformis* Corda
2. BOTNE *Botryococcus neglectus* (W & G.S. West) Komárek
3. CHLSE Chlorophyceae sésil *
4. CLC07 Chlorococcales sp.7 col.
5. CLC10 Chlorococcales sp.10 col. *
6. CLC11 Chlorococcales sp.11 col. *
7. CLC12 Chlorococcales sp.12 col. *
8. CLCHU *Chlorococcum cf. humicola* (Naegeli) Rabenhorst *
9. CLCSP. *Chlorococcum cf. sphagni* Dangeard
10. CLOMI *Chlorella cf. minutissima* Fott & Novák.
11. CLOVI *Chlorella vulgaris* Beijerinck var. *viridis* Chodat
12. CLOVU *Chlorella vulgaris* Beijerinck var. *vulgaris* Beijerinck
13. COECA *Coelastrum cambricum* Archer
14. COEHI *Coenochloris hindakii* Komárek
15. COEPS *Coelastrum pseudomicroporum* Korsikov *
16. COERE *Coelastrum reticulatum* (Dangeard) Senn
17. CRUCR *Crucigeniella crucifera* (Wolle) Komárek

18. CRUTE *Crucigenia tetrapedia* (Kirchner) W. & G.S. West
19. DICAN *Dictyosphaerium anomalum* Korsikov
20. DICEH *Dictyosphaerium ehrenberghianum* Naegeli
21. DICEL *Dictyosphaerium elegans* Bachmann.
22. DICPU *Dictyosphaerium pulchellum* Wood var. *pulchellum* Wood
23. ELAFA *Elakatotrix gelifacta* (Chodat) Hindák
24. ELAGE *Elakatotrix gelatinosa* Wille
25. EUTFO *Eutetramorus fotii* (Hindák) Komárek
26. EUTNY *Eutetramorus* cf. *nygaardii* Komárek
27. FRADR *Franceia droescherii* (Lemmermann) G.M. Smith
28. GEMIN *Geminella interrupta* (Turpin) Lagerheim. Syn. *Dactylothece braunii* Lagerheim.
29. GLKPA *Golenkiniopsis* cf. *parvula* (Voronichin) Korsikov *
30. GLOVE *Gloeocystis vesiculosa* Naegeli
31. GOLPA *Golenkinia paucispina* W. & G.S. West
32. GOLRA *Golenkinia radiata* Chodat
33. KIRLU *Kirchneriella lunaris* (Kirchner) Moebius
34. MICPU *Micractinium pusillum* Fresenius
35. MONAR *Monoraphidium arcuatum* (Korsikov) Hindák
36. MONCA *Monoraphidium caribeum* Hindák
37. MONCO *Monoraphidium contortum* (Thurpin) Komarkova-Legnerová
38. MONCV *Monoraphidium convolutum* (Corda) Komarkova-Legnerová
39. MONSE *Monoraphidium setiforme* (Nygaard) Komarkova-Legnerová
40. MONTO *Monoraphidium* cf. *tortile* (W. & G.S. West) Komarkova-Legnerová
41. OOCLA *Oocystis lacustris* Chodat
42. OOCNA *Oocystis* cf. *natans* (Lemmermann) Lemmermann
43. OOCPU *Oocystis pusilla* Hansgirg
44. OOCRO *Oocystis* cf. *rhomboidea* Fott *
45. PALTE *Palmelochaete tenerrima* Korsikov
46. PEDTE *Pediastrum tetras* (Ehrenberg) Ralfs *
47. QUALA *Quadrigula lacustris* (Chodat) G.M. Smith
48. SCEAC *Scenedesmus acuminatus* (Lagerheim) Chodat *
49. SCECU *Scenedesmus acutus* Meyen
50. SCEAR *Scenedesmus arcuatus* (Lemmermann) Lemmermann
51. SCEBC *Scenedesmus bicaudatus* (Hansgirg) Chodat
52. SCEBJ *Scenedesmus bijugus* (Turpin) Kuetzing
53. SCEDA *Scenedesmus dactylococcoides* Chodat
54. SCEDE *Scenedesmus denticulatus* Lagerheim
55. SCEJA *Scenedesmus javanensis* Chodat
56. SCEQM *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Brébisson var. *maximus* W. & G.S. West *
57. SCEQU *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Brébisson
58. SCESP. *Scenedesmus* cf. *spinosus* Hortobágy *
59. SP.HSC *Sphaerocystis schroeterii* Chodat
60. TETMI *Tetraedron minimum* (A.Braun) Hansgirg *
61. TETMM *Tetraedron minimum* (A.Braun) Hansgirg var. *minimum* A.Braun *
62. TETTR *Tetraedron* cf. *triangulares* Korsikov *
63. TETVI *Tetraedron* cf. *victoriae* Woloszinska *
64. TREEL *Treubaria elegans* Hortobágy
65. TRESC *Treubaria schmidlei* (Schroeder) Fott & Kovácik *
66. TRESE *Treubaria setigera* (Archer) G.M. Smith
67. WESBO *Westella botryoides* (W.West) De-Wildemann
68. WESS4 *Westella* sp.4
69. WESS3 *Westella* sp.3 *

TOTAL: 69 táxons: 50 identificados nos níveis específicos ou infraespecíficos, 11 a confirmar, 2 no nível genérico, 4 no nível de ordem e 1 classe.

Táxons comuns aos dois pontos de coleta: 48

Táxons exclusivos do ponto 4: 19

CHLOROPHYCEAE - OEDOGONIALES

1. ZOED1 Zigoto Oedogoniales sp.1

2. ZOED2 Zigoto Oedogoniales sp.2

TOTAL: 2 táxons identificados no nível de ordem.

Táxons comuns aos dois pontos de coleta: 2

Táxons exclusivos do ponto 4: 0

CHLOROPHYCEAE - VOLVOCALES

1. CLAG1 *Chlamydomonas* cf. *gloeophila* Skuja fase 1

2. CLAG2 *Chlamydomonas* cf. *gloeophila* Skuja fase 2

3. CLAGC *Chlamydomonas* cf. *gloeophila* Skuja col.

4. CLAGL *Chlamydomonas* cf. *globosa* Snow

5. CLAGR *Chlamydomonas* cf. *gracilis* Snow

6. CLAPR *Chlamydomonas* cf. *proteus* Pringsheim

7. CLAS1 *Chlamydomonas* sp.1

8. CLASU *Chlamydomonas* cf. *subcaudata* Wille

9. VOLC1 Volvocales sp.1 col.

10. VOUS1 Volvocales sp.1 uni.

TOTAL: 8 táxons: 5 a confirmar, 1 no nível genérico e 2 no nível de ordem.

Táxons comuns aos dois pontos de coleta: 10

Táxons exclusivos do ponto 4: 0

Total de Chlorophyceae: 81 táxons.

Táxons comuns aos dois pontos de coleta: 60

Táxons exclusivos do ponto 4: 21

ZYGNEMAPHYCEAE - ZYGNEMATALES

1. ACTS3 *Actinotaenium* sp.3 *

2. ACTWO *Actinotaenium* cf. *wollei* (W. & G.S.West) Teiling

3. COS10 *Cosmarium* sp.10 *

4. COS15 *Cosmarium* sp.15

5. COSS1 *Cosmarium* sp.1

6. COSS5 *Cosmarium* sp.5

7. COSS7 *Cosmarium* sp.7 *

8. DESM1 *Desmidium* sp.1 *

9. DESU1 Desmidiaceae unic sp.1 *

10. EUABI *Euastrum* binale (Turpin) Ehrenberg

11. EUAS1 *Euastrum* sp.1 *

12. MOUAM *Mougeotia* cf. *americana* Transeau

13. MOUS1 *Mougeotiopsis* sp.1

14. STA16 *Stauroastrum* sp.16 *

15. STAGR *Stauroastrum* gracile Ralfs

16. STALE *Stauroastrum* cf. *leptocladum* Nordstedt var. *africanum* G.S.West

17. STAMU *Stauroastrum* cf. *muticum* Brébisson

18. STAS2 *Stauroastrum* sp.2

19. STAS6 *Stauroastrum* sp.6

20. STASA *Stauroastrum* sagitarium Nordstedt f *africanum* Nordstedt *

21. STRSP. *Staurodesmus* sp. *encerianus* (Maskell) Teiling *

22. STRCU *Staurodesmus* *cuspidatus* (Brébisson) Teiling var. *subcavatus* (W. & G.S.West) Forster

23. XANS2 *Xanthidium* sp.2

TOTAL: 23 táxons: 6 identificados nos níveis específicos ou infraespecíficos, 3 a confirmar, 13 no nível genérico e 1 no de família.

Táxons comuns aos dois pontos de coleta: 14

Táxons exclusivos do ponto 4: 9

Total de espécies identificadas no ponto 4: 175, considerando-se 178 unidades taxonômicas.

EUGLENOPHYCEAE - COLACIALES

1. COLSI *Colacium sideropus* Skuja *

TOTAL: 1 táxon identificado no nível específico.

Táxons exclusivos do ponto 4: 1

EUGLENOPHYCEAE - EUGLENALES

1. EUGAA *Euglena acus* Ehrenberg var. *acus* Ehrenberg
2. EUGHA *Euglena* cf. *haematodes* (Ehrenberg) Lemmermann *
3. EUGOX *Euglena* cf. *oxyurus* Schmarda *
4. LEPTL *Lepocinctis texta* (Dujardin) Lemmermann var. *richiana* (Conrad) Huber-Pestakozzi
5. PHAAC *Phacus acuminatus* Stokes ssp. *americana* *
6. PHAGL *Phacus* cf. *glaber* (Deflandre) Pochman *
7. PHALO *Phacus longicauda* (Ehrenberg) Dujardin var. *longicauda* (Ehrenberg) Dujardin *
8. TRACE *Trachelomonas* cf. *cervicula* Stokes
9. TRAOL *Trachelomonas* cf. *oblonga* Lemmermann
10. TRASL *Trachelomonas* cf. *similis* Stokes var. *similis* Stokes *
11. TRAVO *Trachelomonas volvocina* Ehrenberg var. *derephora* Conrad
12. TRAVP *Trachelomonas volvocinopsis* Swirenko var. *volvocinopsis* Swirenko

TOTAL: 12 táxons: 6 identificados nos níveis específicos ou infraespecíficos e 6 a confirmar.

Táxons comuns aos dois pontos de coleta: 6

Táxons exclusivos do ponto 4: 6

Total de Euglenophyceae: 13 táxons: 7 identificados nos níveis específicos ou infraespecíficos e 6 a confirmar.

Táxons comuns aos dois pontos de coleta: 6

Táxons exclusivos do ponto 4: 7

BACILLARIOPHYCEAE - CENTRALES

1. AULAN *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Ralfs var. *angustissima* O. Mueller
2. AULCU *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Ralfs var. *angustissima* O. Mueller f. *curvata* Grunov
3. AULGR *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Ralfs
4. AULSP. *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Ralfs var. *angustissima* O. Mueller f. *spiralis* Habitusbild *
5. CYCGL *Cyclotella* cf. *glomerata* Bachmann *
6. CYCME *Cyclotella meneghiniana* Kuetzing
7. CYCPS *Cyclotella* cf. *pseudostelligera* Hustedt *
8. RHIEIR *Rhizosolenia eiriensis* H.L. Smith var. *morsa* W. & G.S. West
9. RHIOLO *Rhizosolenia longiseta* Zacharias
10. RHISP.1 *Rhizosolenia* sp.1
11. STEDUB *Stephanodiscus dubius* (Fricke) Hustedt

TOTAL: 11 táxons: 8 identificados nos níveis específicos ou infraespecíficos, 2 a confirmar e 1 no nível genérico

Táxons comuns aos dois pontos de coleta: 8

Táxons exclusivos do ponto 4: 3

BACILLARIOPHYCEAE - PENNALES

1. ASTFO *Asterionella formosa* Hasall

2. CALAM *Caloneis amphisbaena* (Bory) Cleve
3. CYMS1 *Cymbella* sp.1 *
4. DIAS4 *Diatomacea* sp.4 *
5. EUNS1 *Eunotia* sp.1 *
6. GOMS1 *Gomphonema* sp.1 *
7. SURS2 *Surirella* sp.2 *
8. SYNMI *Synedra minuscula* Grunov
9. SYNU1 *Synedra ulna* (Nitzsch) t.1
10. SYNU2 *Synedra ulna* (Nitzsch) t.2

TOTAL: 9 táxons: 4 identificados nos níveis específicos ou infraespecíficos, 4 no nível genérico e 1 sub-classe. *Synedra ulna* foi dividida em dois táxons, devido a constância das respectivas dimensões.

Táxons comuns aos dois pontos de coleta: 4

Táxons exclusivos do ponto 4: 5

Total de Bacillariophyceae: 20 táxons

Táxons comuns aos dois pontos de coleta: 12

Táxons exclusivos do ponto 4: 8

CHRYSTOPHYCEAE - OCHROMONADALES

1. DINBA *Dinobryon bavaricum* Imhoff var. *medium* (Lemmermann) Krieger
2. DINDI *Dinobryon divergens* Imhoff var. *angulatum* (Seligo) Brunthaler
3. DINSE *Dinobryon sertularia* Ehrenberg
4. MAAL *Mallomonas* cf. *allorgei* (Doflein) Conrad *
5. MALAP *Mallomonas apochromatica* Conrad
6. MALAC *Mallomonas* cf. *acaroides* Perty *
7. MALCA *Mallomonas* cf. *caudata* Iwanoff
8. MALFU *Mallomonas* cf. *fusiformis* Werm *
9. MALPA *Mallomonas* cf. *pallida* Conrad
10. MALTE *Mallomonas* cf. *tenuis* Conrad
11. MALTO *Mallomonas tonsurata* Teiling
12. SYNUV *Synura uvella* Ehrenberg

TOTAL: 12 táxons: 6 identificados nos níveis específicos ou infraespecíficos e 6 a confirmar.

Táxons comuns aos dois pontos de coleta: 9

Táxons exclusivos do ponto 4: 3

CRYPTOPHYCEAE - CRYPTOMONADALES

1. CHIA *Chilomonas* cf. *acuta* Schiller
2. CROBR *Chroomonas* cf. *breviciliata* Nygaard
3. CROPU *Chroomonas* cf. *pulex* Pascher *
4. CRYBR *Cryptomonas* cf. *brasiliensis* Castro, Bicudo & Bicudo
5. CRYER *Cryptomonas* cf. *erosa* Ehrenberg
6. CRYTE *Cryptomonas* cf. *tenuis* Pascher
7. RHOLA *Rhodomonas* cf. *lacustris* Pascher et Ruttner *
8. SENCO *Sennia* cf. *communata* Pascher emend. Skuja

TOTAL: 8 táxons: 8 a confirmar.

Táxons comuns aos dois pontos de coleta: 6

Táxons exclusivos do ponto 4: 2

DINOPHYCEAE - PERIDINIALES

1. GYMBO *Gymnodinium* cf. *bogoriense* Klebs *
2. GYMCO *Gymnodinium* cf. *coronatum* Wolosinska *
3. GYMEU *Gymnodinium* cf. *eurytopum* Skuja

4. GYMFU *Gymnodinium fuscum* (Ehrenberg) Stein *
5. GYMHE *Gymnodinium cf. helveticum* Penard *
6. HEMS1 *Hemidinium* sp.1 *
7. HEMS2 *Hemidinium* sp.2 *
8. HEMS3 *Hemidinium* sp.3 *
9. PERS1 *Peridinium* sp.1 *
10. PERS2 *Peridinium* sp.2 *
11. PERS3 *Peridinium* sp.3 *

TOTAL: 11 táxons: 1 identificado nos níveis específicos ou infraespecíficos, 4 a confirmar e 6 no nível genérico

Táxon comum aos dois pontos de coleta: 1

Táxons exclusivos do ponto 4: 10

No ponto 1 a comunidade fitoplanctônica constituiu-se de 183, e no ponto 4 de 178 táxons. No total foram registrados 240 táxons distribuídos em 81 gêneros identificados, sendo os gêneros não identificados: 13 de clorofíceas, 2 de bacilariofíceas e 1 de zignemafíceas.

Dentre os 240 táxons, 107 foram identificados nos níveis específicos e/ou infraespecíficos. Houve espécies (50) que foram identificadas através de números, devido à dificuldade de observação de características necessárias à sua identificação ou por não haver sido encontradas descrições correspondentes na literatura disponível. Outras espécies (68) que não conferiram exatamente com as descrições, mas apresentavam forma semelhante, necessitam de confirmação e foram assinaladas com *cf.* Algumas algas apresentaram características diferenciadas, indicando a possibilidade de ocorrência de alterações induzidas pelo ambiente, como por exemplo, *Rhizosolenia* sp.1 alguns espécimes de *Scenedesmus* sp., *Staurostrum cf. gracile* e de *Chlamydomonas cf. gloeophila*. A espécie *Synedra ulna* foi separada em dois tipos devido à constância de duas determinadas dimensões o que leva a supor uma atuação ambiental diferenciada. *Chlamydomonas cf. gloeophila* apresentou três formas ou fases: unicelular esférica, unicelular elipsóide e colonial ou palmelóide.

As clorofíceas apresentaram o maior número de táxons nos dois pontos de coleta. Ocorreram 74 táxons de clorococcales no ponto 1 e 69 no ponto 4, representando respectivamente 38 e 39% dos totais de cada ponto de coleta. As volvocales foram tratadas a parte, devido à presença de flagelos o que lhes confere comportamento diferenciado. Nos dois pontos zignemafíceas foi a segunda classe mais importante em termos de número de táxons apresentando 32 no ponto 1 e 23 no ponto 4, respectivamente 17 e 13% dos totais. Dos 240 táxons encontrados 65 foram exclusivos do ponto 1 e 60 do ponto 4; 115 táxons foram comuns aos dois pontos.

As Tabelas 35 e 36 mostram que a mediana do número de táxons no ponto 1 foi maior no período da seca (27) que nas chuvas (22). O número de táxons no ponto 1, foi aumentando

do início para o final das amostragens: primeira seca (19), chuvas moderadas (17), chuvas intensas (26) e segunda seca (29), conforme mostram as respectivas medianas. No ponto 4, a mediana do número de táxons foi maior no período de chuvas (20) que no da seca (18) e também aumentou do início para o final das amostragens: primeira seca (13), chuvas moderadas (16), chuvas intensas (24) e segunda seca (26).

5.3.2. FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA

No ponto 1 (Tabela 7) registrou-se 119 táxons, com frequência inferior a 10% das amostras, ou seja, entre 1 e 5 coletas, que foram consideradas espécies raras, constituindo 63% do total das espécies; 36 táxons ocorreram em menos que 25% e mais que 10% das coletas e foram consideradas pouco frequentes, perfazendo 20% do total das espécies; 18 ocorreram com frequência superior a 25% e inferior ou igual a 50% das amostras e foram considerados moderadamente frequentes, perfazendo 10% do total das espécies; 9 alcançaram frequência maior que 50% e equivalente ou menor que 75% das coletas, sendo considerados frequentes, perfazendo 5% do total das espécies e 1 ocorreu com frequência entre 76 e 90% das coletas sendo considerado muito frequente, perfazendo menos que 1% do total das espécies. Nenhum táxon ocorreu entre 90 e 100% das coletas no ponto 1.

Os dez táxons mais frequentes nas coletas, no ponto 1, foram: *Synedra* cf. *minuscule* (47 coletas), *Scenedesmus bicaudatus* (42), *Scenedesmus bijugus* (38), *Synedra ulna* t.1 ((37), *Chlorella vulgaris* var. *vulgaris* (36), *Mougeotia* cf. *americana* (32), *Crucigenia tetrapedia* (7), *Treubaria setigera* (31), *Chlorella vulgaris* var. *viridis* (30) e *Monoraphidium arcuatum* (29).

No ponto 4 (Tabela 8) registrou-se 121 táxons com frequência inferior a 10% das coletas, perfazendo 68% do total; 37 táxons ocorreram com frequência entre 25 e 10% das coletas, perfazendo 21% do total das espécies; 11 táxons ocorreram com frequência entre 26 e 50% das coletas, perfazendo 6% do total das espécies e 9 táxons ocorreram entre 51 e 75% das coletas perfazendo 5% do total das espécies. Neste ponto não ocorreram espécies com frequência superior a 75% das coletas.

Os dez táxons mais frequentes nas coletas do ponto 4 foram: *Chlamydomonas* cf. *gloeophila* fase 1 (42 coletas) *Scenedesmus bijugus* (42), *Cryptomonas* cf. *brasiliensis* (41), *Rhizosolenia eiriense* (34), *Scenedesmus bicaudatus* (34), *Crucigenia tetrapedia* (33), *Synedra* cf. *minuscule* (31). *Chlamydomonas* cf. *gloeophila* fase 2 (30), *Chlorella vulgaris* var. *viridis* (29) e *Cryptomonas* cf. *tenuis* (27).

5.3.3. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS FUNCIONAIS OU ESTRATÉGIAS ADAPTATIVAS.

5.3.3.1. DIMENSÃO DOS ORGANISMOS - ANÁLISE DA VARIAÇÃO ENTRE AS ESPÉCIES

A maior dimensão linear (MDL ou GALD), no ponto 1 (Tabela 7), variou entre 2.6 μm (*Chlorella* cf. *minutissima*, *Synechococcus elongatus* e *Cosmarium* sp.12) e 202.8 μm (*Synedra ulna* t.2). No ponto 4 (Tabela 8), variou entre 2.6 μm (*Chlorella* cf. *minutissima* e *Synechococcus elongatus*) e 202.8 μm (*Synedra ulna* t.2).

No ponto 1 ocorreram 128 táxons (70%) de organismos nanoplânctônicos (1-20 μm), 54 táxons (30%) de microplânctônicos (>20-200 μm) e 1 táxon (menos que 1%) macroplânctônico (>200 μm), segundo a maior dimensão linear. No ponto 4 ocorreram 119 táxons (67%) de organismos nanoplânctônicos, 58 táxons (33%) de microplânctônicos e 1 táxon (menos que 1%) macroplânctônico.

O biovolume variou no ponto 1, entre 0.28 μm^3 (*Anabaenopsis* sp1) e 25252.00 μm^3 (*Volvocales* colonial sp1) e, no ponto 4, entre 2.30 μm^3 (*Synechochoccus elongatus*) e 45213.00 μm^3 (*Peridinium* sp3).

Quanto às classes de biovolume o ponto 1 apresentou a Classe 1 (1-100 μm^3) constituída por 45 táxons (25%); a Classe 2 (>100-1000 μm^3) por 88 (48%); a Classe 3 (>1000-10000 μm^3) por 37 (20%); a Classe 4 (>10000 μm^3) por 13 táxons (7%). No ponto 4 ocorreram 45 táxons (25%) na Classe 1; 82 (46%) na Classe 2; 33 (19%) na Classe 3 e 18 na Classe 4 (10%). A distribuição quanto às porcentagens de táxons por classe de tamanho foi semelhante nos dois pontos, com predominância da Classe 2, seguida pelas Classes 1, 3 e 4. No ponto 4, destaca-se um maior número de espécies da Classe 4. Estes organismos de maiores dimensões, tiveram aparentemente melhores condições de manter-se na superfície, devido a maior turbulência da água, neste ponto.

No ponto 1, a maior contribuição para o nanoplâncton foi de clorococales (54 táxons) e zignemafíceas (23), o mesmo ocorrendo para o microplâncton (23 e 9 respectivamente). A única macroplânctônica pertence as penales. O ponto 4, mostrou igual ocorrência para o nanoplâncton (51 clorococales e 16 zignemafíceas), acrescentando penales junto a zignemafíceas como as maiores contribuições para o microplâncton (20 clorococales, 7 zignemafíceas e 7 penales).

No ponto 1 a maior contribuição para a Classe 1, foi de clorococales (17 táxons), seguida por cianofíceas (9); na Classe 2, de clorococales (31) seguida por zignemafíceas (22);

na Classe 3, de clorococales (20) seguida por euglenofíceas (6); na Classe 4, de clorococales (9) seguida por cianofíceas (3). No ponto 4, para a Classe 1, a maior contribuição foi de clorococales (19), seguida por cianofíceas (7); na Classe 2, de clorococales (28) seguidas por zignemafíceas (12) e crisofíceas (11); na Classe 3, de clorococales (15) seguidas por zignemafíceas (6); na Classe 4, de clorococales (9) seguidas por dinofíceas (4). Conclui-se que as clorococales distribuíram-se por todo o espectro de dimensões, sendo bem representadas em todos os componentes.

5.3.3.2. DIMENSÃO DOS ORGANISMOS - ANÁLISE DA VARIAÇÃO TEMPORAL

Considerando-se a distribuição de tamanho, observa-se que os dois pontos apresentaram dominância de organismos nanoplânctônicos (Tabelas 14 a 21 e Figuras 6 e 7). No ponto 1 o nanoplâncton representou 83%, o microplâncton 17% e o macroplâncton menos que 1% do total geral da densidade populacional (em células). A distribuição em GALD por espécie apresentou equivalência seca:chuva em ambos os pontos de coleta. O nanoplâncton apresentou em geral maior densidade no período de seca, em ambos os pontos de coleta. No ponto 1 o microplâncton foi dominante nas coletas: MA2, MA3, J4, JL12, AG13, AG14, AG15, AG16, S18, S20, O21, O22, JA34, JA35, J55, J56, e J57, apresentando maior densidade nas chuvas, em ambos os pontos. Nas demais coletas o nanoplâncton foi dominante. O macroplâncton ocorreu apenas nas coletas MA3 a J6, JL8, AG13, AG14, J55 e J56, ou seja, apenas no inverno. No ponto 4, o nanoplâncton alcançou 73%, o microplâncton 27% e o macroplâncton menos que 1%, do total geral de densidade. O microplâncton foi dominante apenas nas coletas MA2, S19 e O22, nas demais coletas o nanoplâncton foi dominante. O macroplâncton ocorreu nas coletas MA2, MA3, JL12, AG16, N28, D30, D32, JA34, F40, MR42, MR43, AB46, AB48 e MA50.

Quanto à distribuição em classes de biovolume, expresso em $\mu\text{m}^3/\text{ml}$, no ponto 1 houve dominância da Classe 4, com 44%; seguida pela Classe 2, com 28%; pela Classe 3, com 18%; pela Classe 1, com 10% do total geral em biovolume. Neste ponto, a Classe 4 apresentou maiores biovolumes nas chuvas, enquanto as outras classes tiveram maior biovolume durante a seca. No ponto 4, a Classe 3 dominou representando 43%; seguida pela Classe 2 com 29%; pela Classe 4 com 22% e pela Classe 1 com 6% do total geral em biovolume. As Classes 2 e 3, neste ponto, atingiram maiores biovolumes na época das chuvas, enquanto a Classe 1, no período de seca. A Classe 4 não apresentou variação considerável entre seca e chuva neste ponto.

5.3.3.3. ANÁLISE DA MOTILIDADE

No ponto 1, quanto à capacidade de movimento próprio (Tabelas 15 e 17), 97% das algas expresso em densidade (de células), não apresentaram capacidade de movimento próprio e 3% apresentaram. No ponto 4 (Tabelas 19 e 21) 84% das algas, não apresentaram capacidade de movimento próprio considerando-se o valor expresso em densidade (de células) e 16% apresentaram. Não houve variação sazonal significativa nos dois pontos, apenas uma tendência geral de maiores valores de densidade numérica durante o período das chuvas. No ponto 1, quanto ao movimento, 90% das algas, expresso em biovolume, não apresentaram capacidade de movimento próprio e 10% apresentaram. No ponto 4, 70% das algas não apresentaram capacidade de movimento próprio, quando expresso em biovolume e 30% apresentaram, observando-se a mesma tendência sazonal relatada para capacidade de movimento em densidade numérica.

5.3.3.4. ANÁLISE DA FORMA

No ponto 1 (Tabelas 15 e 17), ocorreram as formas: unicelulares 40%, cenobiais ou coloniais 32% e filamentosas 28%, em porcentagem da densidade total de células. Quanto à forma, em biovolume, obteve-se o seguinte resultado: 18% foram unicelulares, 68% cenobiais ou coloniais e 14% filamentosas. Neste ponto a densidade de cenobiais/coloniais foi mais elevada nas chuvas, indicando taxa de crescimento mais elevada neste período. A densidade de unicelulares foi a única mais elevada da seca, considerada a densidade de células, pois cenobiais e filamentosas atingiram maiores valores durante as chuvas. Porém, considerando-se densidade de organismos, as formas cenobiais/colônias também passam a apresentar seus maiores valores no período de seca, ou seja, as coloniais/cenobiais de seca eram constituídas por organismos menores, em maior número e as de chuva por organismos maiores, em menor número. As filamentosas atingiram maiores densidades durante as chuvas.

Quanto ao biovolume total, o de cenobiais/coloniais e unicelulares foi mais elevado na seca e o de filamentosas nas chuvas. Entretanto, não foram observadas diferenças significativas nas dimensões intra-específicas de coloniais/cenobiais, decorrentes de variações ambientais.

No ponto 4 (Tabelas 19 e 21), ocorreram as seguintes formas em porcentagem da densidade total (de células): 53% unicelulares; 33% cenobiais ou coloniais e 14% filamentosas. Quanto à forma, em biovolume, ocorreram neste ponto: 34% unicelulares, 52% cenobiais ou coloniais e 14% filamentosas. A densidade de cenobiais/coloniais e de filamentosas foi mais elevada no período das chuvas e a de unicelulares na seca, conservando-se o mesmo comportamento se considerarmos densidade de organismos, mas o padrão altera-se quanto ao

biovolume, pois as unicelulares atingiram valores mais elevados de biomassa durante as chuvas. Deve-se observar que as altas densidades de unicelulares de grande porte, encontradas neste ponto, contribuíram bastante para esta diferença, p. ex. *Gymnodinium fuscum* e *Peridinium* sp.3.

5.3.3.5. ANÁLISE DO ENVOLTÓRIO OU PAREDE CELULAR

No ponto 1, quanto ao envoltório ou parede celular (Tabela 15), 90% das algas, expresso em densidade de células, não apresentaram envoltório rígido e 10% apresentou. No ponto 4 (Tabela 17), 83%, expresso em densidade de células, não apresentaram envoltório rígido e 17% apresentaram. Quanto ao envoltório ou parede celular, expresso em biovolume (Tabela 19), 85% das algas no ponto 1, não apresentaram envoltório rígido e 15% apresentaram. No ponto 4 (Tabela 21), 79%, expresso em biovolume, não apresentaram envoltório rígido e 21% apresentaram. Em ambos os pontos, tanto em densidade de células como em biovolume, as algas providas de envoltório rígido apresentaram maiores valores durante o período da seca e as desprovidas apresentaram maiores valores no período das chuvas.

5.3.4. DENSIDADE, BIOÁREA, BIOVOLUME E DOMINÂNCIA

5.3.4.1. TOTAL GERAL

Os resultados relatados a seguir estão expressos nas Tabelas 7 e 8. O ponto 1 apresentou soma total geral de 1304821 células, ou seja, 2.38 vezes a do ponto 4, cujo total geral foi de 548719 células. Entretanto, considerando-se a soma total geral de espécimes, no ponto 1, ocorreram 1206329 organismos, ou seja, 2.51 vezes o valor encontrado no ponto 4, de 479771 organismos.

Na somatória de densidade, em células por mililitro abrangendo todas as coletas, predominaram com valores iguais ou superiores a 5 % do total geral no ponto 1, *Mougeotia* cf. *americana*, que atingiu 17.14% do total geral, *Chlorella* cf. *minutissima*, com 15.86%, *Scenedesmus bijugus*, com 12.06%, *Chlorella vulgaris* var. *vulgaris*, com 5.95% e *Dictyosphaerium ehrenberghianum*, com 5.06%. No ponto 4, *Chlorella* cf. *minutissima* com 15.23%, *Mougeotia* cf. *americana* com 7.01% e *Dictyosphaerium ehrenberghianum* com 6.34%.

Na somatória de densidade por táxon, em organismos por mililitro, abrangendo todas as coletas, predominaram com valores iguais ou superiores a 5 % do total geral, no ponto 1, *Mougeotia* cf. *americana*, com 18.54%, *Chlorella* cf. *minutissima*, com 17.15%, *Scenedesmus bijugus*, com 13.04%, *Oscillatoria subtilissima*, com 8.90%, *Chlorella vulgaris* var. *vulgaris*,

com 6.44%. *Dictyosphaerium ehrenberghianum* passa ao valor de 0.58%. No ponto 4, predominaram *Chlorella minutissima* com 17.42%, *Scenedesmus bijugus* com 9.30% e *Mougeotia* cf. *americana* com 8.02% e *Dictyosphaerium ehrenberghianum* passou a 0.77%, sendo substituída entre as superiores, por *Scenedesmus bijugus*. Pode-se considerar que esta forma de contagem não expressa bem o potencial reprodutivo das unidades fitoplanctônicas, uma vez que não valorizou a importância, em densidade, das colônias de *Dictyosphaerium ehrenberghianum*, uma das espécies que atingiram densidades de floração das águas, nos dois pontos de coleta.

A bioárea total geral, em unidade padrão de área, no ponto 1 foi de 211662, portanto 1.5 vezes maior que no ponto 4, onde atingiu o valor de 141310. No ponto 1, atingiram valor igual ou superior a 5% do total geral: *Mougeotia* cf. *americana* 12.50%, *Dictyosphaerium ehrenberghianum* 10.35%, *Scenedesmus bijugus* 10.05%, *Rhizosolenia eiriensis* 6.34% e *Scenedesmus bicaudatus* 5.08%. No ponto 4, *Scenedesmus bijugus* 10.67%, *Rhizosolenia eiriensis* 9.96%, *Dictyosphaerium ehrenberghianum* 8.17%, *Synedra ulna* t2 6.74%, *Gymnodinium fuscum* 5.94%, *Aulacoseira granulata* 5.48% e *Dictyosphaerium elegans* 5.42% .

O biovolume total geral, expresso em micrômetros cúbicos, no ponto 1, foi de 349484956, logo, 1.14 vezes maior que no ponto 4, onde apresentou o valor de 306284332. Atingiram valores iguais ou superiores a 5% do total geral, no ponto 1: *Dictyosphaerium ehrenberghianum* 21.73%, *Dictyosphaerium pulchellum* 9.51%, *Scenedesmus bijugus* 6.33%, *Mougeotia* cf. *americana* 6.18% e *Aulacoseira granulata* 5.08%; e no ponto 4 *Dictyosphaerium ehrenberghianum* 13.07%, *Gymnodinium fuscum* 12.11% *Aulacoseira granulata* 9.54%, *Dictyosphaerium elegans* 8.67% e *Scenedesmus bijugus* 5.12%.

Os resultados relatados demonstram a importância das espécies mencionadas para o contexto geral deste estudo, permitindo considerá-las como indicadoras da qualidade do ambiente. Estes resultados também mostram que no ponto 1 houve condições mais propícias ao desenvolvimento do fitoplâncton, tanto em densidade como em biomassa.

As correlações entre as características das espécies dos pontos 1 e 4 estão expressas na Tabela 9 e os resultados serão utilizados durante a discussão.

5.3.4.2. VARIAÇÃO TEMPORAL

As Tabelas 10 a 21 e as Figuras 8 a 11 mostram os resultados relatados a seguir.

No ponto 1, a densidade total, expressa em células por mililitro, variou entre 944, em JL11 e 122607, em AB49. A bioárea total, expressa em unidade padrão de área por mililitro, variou entre 167, em JL11 e 9684, em F39. O biovolume total, expresso em micrômetros

cúbicos por mililitro, variou entre 275678, em JL11 e 32093281, em N28. Portanto, os menores valores coincidiram em JL11, no inverno, seca, simultâneos com um período de maior transparência (Tabela 10).

No ponto 4, a densidade total por amostra, em células por mililitro, variou entre 628, em O23 e 35421, em JL58. A bioárea total, expressa em unidade padrão de área por mililitro, variou entre 273, em JL9 e 7243, em D30. O biovolume total, expresso em micrômetros cúbicos por mililitro, variou entre 588514, em JL10 e 24170468, em D30 (Tabela 12).

Quanto a densidade, seis táxons foram dominantes no ponto 1, apresentando valores iguais ou superiores a 50% do total da amostra: *Dinobryon divergens* (64% - S18), *Dictyosphaerium ehrenberghianum* (72% - N27, 52% em N29 e 81% - D32), *Mougeotia* cf. *americana* (65% - JA37, 69% - F38, 66% - F39), *Chlorella vulgaris* var. *vulgaris* (61% - F40), *Dictyosphaerium pulchellum* (70% - N28) e *Synedra* cf. *minuscule* (51% - J7). A dominância esteve distribuída entre espécies de bacilariofícea - penais, crisofícea, clorofícea e zignefícea e foi mais freqüente nas coletas das chuvas (Tabela 29).

No ponto 4 quanto a densidade, três táxons foram dominantes apresentando valores iguais ou superiores a 50% - do total da amostra: *Rhizosolenia eiriensis* (52% - MA2), *Mougeotia* cf. *americana* (76% - JA37) e *Botryococcus neglectus* (51% - AB45). A dominância em densidade neste ponto, esteve então distribuída entre bacilariofícea - penais, zignefícea e clorofícea e foi mais freqüente durante a seca (Tabela 31).

Quanto à bioárea, dez táxons foram dominantes no ponto 1: *Aphanocapsa elachista* var. *conferta* (52% - D33), *Aulacoseira granulata* (52% - O21), *Chlamydomonas* cf. *gloeophila* fase 2 (51% - S17), *Dictyosphaerium ehrenberghianum* (50% - N26; 75% - N27; 54% - D30; 56% - D31, 85% - D32), *Dictyosphaerium pulchellum* (71% - N28), *Dinobryon divergens* (86% - S18), *Mougeotia* cf. *americana* (61% - MA53), *Synedra ulna* t1 (52% - JA34) e *Volvocales colonial* sp1 (62% - JL10). A dominância em bioárea esteve neste ponto, distribuída entre clorofícea, bacilariofícea, cianofícea e crisofícea e foi mais freqüente durante as chuvas.

No ponto 4, quanto a bioárea, foram dominantes nove táxons: *Aulacoseira granulata* (50% - JL9; 57% - JL11), *Botryococcus neglectus* (65% - AB45), *Dictyosphaerium ehrenberghianum* (50% - N28), *Dictyosphaerium elegans* (50% - D30), *Mougeotia* cf. *americana* (54% - JA37), *Peridinium* sp3 (68% - O23), *Rhizosolenia eiriensis* (61% - MA2; 56% - J4; 55% - S20; 50% - J57), *Scenedesmus bijugus* (52% - MA51) e *Synedra ulna* t2 (54% - JL12; 68% - MR42). Portanto, a dominância em bioárea esteve distribuída entre clorofícea, bacilariofícea, zignefícea e dinofícea e foi mais freqüente durante a seca.

Quanto ao biovolume foram dominantes dez táxons no ponto 1: *Aulacoseira granulata* (56% - JL12; 61% - S20; 70% - O21), *Dictyosphaerium ehrenberghianum* (67% - O24; 50% - O25; 79% - N26; 79% - N27; 58% - D30; 73% - D31; 94% - D32; 55% - JA34), *Dictyosphaerium pulchellum* (64% - N28; 68% - JL58), *Scenedesmus bijugus* (68% - MA53), *Dinobryon divergens* (79% - S18), *Aphanocapsa elachista* var. *conferta* (57% - D33), *Chlamydomonas* cf. *gloeophila* fase 2 (84% - S17), *Volvocales* colonial sp1 (50% - JL8; 88% - JL10), *Mougeotia* cf. *americana* (51% - JA37; 51% - F41) e *Mougeotiopsis* sp1 (64% - JA35). A dominância em biovolume esteve distribuída portanto, entre clorofícea, bacilariofícea - centrais, crisofícea, cianofícea e zignefícea e foi mais freqüente durante as chuvas (Tabelas 30 e 35).

No ponto 4, quanto ao biovolume foram dominantes oito táxons: *Aulacoseira granulata* (64% - JL9; 75% - JL11; 55% - AG15; 71% - S17; 56% - S19; 77% - O22; 66% - AB49; 62% - J54), *Botryococcus neglectus* (84% - AB45), *Dictyosphaerium ehrenberghianum* (53% - O24; 60% - N28), *Dictyosphaerium elegans* (52% - D30; 54% - D31), *Gymnodinium fuscum* (70% - F39; 52% - F40; 73% - MR44; 68% - AB46), *Peridinium* sp3 (97% - O23), *Chlamydomonas gloeophila* fase 2 (59% - S18) e *Volvocales* colonial sp1 (81% - O25). Resultando numa dominância em biovolume distribuída entre clorofícea, bacilariofícea e dinofícea e foi mais freqüente durante as chuvas (Tabelas 32 e 36).

A Tabela 33, expressa os valores das espécies que destacaram-se pela alta freqüência de ocorrência e/ou pela dominância e abundância em organismos, bioárea ou biovolume por mililitro.

5.3.5. RIQUEZA, DIVERSIDADE, UNIFORMIDADE E TAXAS DE ALTERAÇÃO DA COMUNIDADE

As Tabelas 10 a 13 expressam os resultados mencionados a seguir, também representados nas Figuras 8 e 9.

A riqueza, quanto ao número de táxons (S), variou entre 8, em JL11 e 46, em J54, no ponto 1, com mediana de 24. No ponto 4, entre 7, em S17 e 30, em N28, MA51, MA53 e JL58, com mediana de 19.

A diversidade (H') máxima do ponto 1, considerando-se densidade de organismos foi de 4.28 bits.ml⁻¹ na AG16 e a mínima de 1.3 bits.ml⁻¹ na D32, com mediana de 3.06. No ponto 4 a máxima diversidade em densidade de organismos foi de 4.04 bits.ml⁻¹ na JA34 e a mínima de 1.76 bits.ml⁻¹ na JA37, com mediana de 3.25 bits.ml⁻¹. O ponto 4 apresentou mediana de diversidade superior a do ponto 1, apesar da mediana do número de táxons haver sido maior

no ponto 1 (24), que no ponto 4 (19), devido à maior uniformidade neste ponto (valor mediano 0.80), que no ponto 1 (mediana de 0.70). A mediana da diversidade do ponto 1 foi mais elevada no período de seca (3.29) que no de chuvas (2.77), mas no ponto 4, não apresentou diferença entre o período de seca e o das chuvas (3.25 e 3.24 bits.ml⁻¹). A máxima diversidade considerando-se bioárea no ponto 1, foi de 4.19 bits.ml⁻¹ em AG16 e a mínima de 0.96 bits.ml⁻¹ em S18, com mediana de 2.85 bits.ml⁻¹. No ponto 4 a máxima foi de 3.82 bits.ml⁻¹ em F38 e a mínima de 1.65 em O23, com mediana de 2.96 bits.ml⁻¹. As medianas deste valor foram maiores no período de seca (3.31 e 3.01) que no período de chuvas (2.60 e 2.91 bits.ml⁻¹), nos dois pontos, respectivamente. A máxima diversidade em biovolume no ponto 1, foi de 3.89 bits.ml⁻¹ em J6 e a mínima de 0.49 bits.ml⁻¹ em D32, com mediana 2.74 bits.ml⁻¹. No ponto 4 a máxima foi de 3.84 bits.ml⁻¹ em J55 e a mínima de 0.30 bits.ml⁻¹ em O23, com mediana de 2.50 bits.ml⁻¹. As medianas deste valor foram mais elevadas no período de seca (3.29 e 3.16) que nas chuvas (2.21 e 2.36 bits.ml⁻¹) nos dois pontos respectivamente. Nota-se que a diversidade decresce se calculada em organismos, bioárea e biovolume, conservando-se mais elevada no período de seca, para as três formas de cálculo. As medianas de diversidade do ponto 1 foram maiores que as do ponto 4, exceto para densidade de células.

A **uniformidade** em organismos no ponto 1, variou entre 0.90 de J9 a JL12 e 0.30 em D32, com mediana de 0.70. No ponto 4 variou entre 1.00 em O23 e 0.30 em JA37, com mediana de 0.80. A uniformidade em organismos foi muito semelhante entre seca e chuva nos dois pontos. A uniformidade em bioárea, no ponto 1, variou entre 0.90 JL11 e 0.20 em S18, com mediana de 0.60. No ponto 4, variou entre 0.96 em JL8 e 0.48 em MR42, com mediana de 0.69. A uniformidade em bioárea foi mais elevada no período de seca que nas chuvas, especialmente no ponto 1 com 0.70 na seca, para 0.55 nas chuvas, enquanto no ponto 4 apresentou 0.74 na seca, para 0.68 nas chuvas. A uniformidade em biovolume, variou entre 0.84 em J11 e AG19 e 0.14 em D32, com mediana de 0.63. No ponto 4 variou entre 0.87 em J7 e 0.10 em O23, com mediana de 0.63. A uniformidade em biovolume foi mais elevada na seca (0.69), que nas chuvas (0.55 e 0.57), nos dois pontos respectivamente. As medianas de uniformidade, do ponto 4, foram mais elevadas que as do ponto 1, exceto para biovolume em que foram iguais.

A taxa de **alteração da comunidade**, expressa em densidade de células, variou entre 0.324 (relativa à diferença entre D32 e D33) e 0.035 (relativa à diferença entre F38 e F39), no ponto 1, com mediana de 0.140. No ponto 4, variou entre 0.361 (relativa à diferença entre N25 e N26) e 0.037 (relativa à diferença entre M51 e M53), com mediana de 0.176. A taxa de alteração da comunidade, expressa em bioárea, variou entre 0.322 (relativa à diferença entre D32 e D33) e 0.050 (relativa à diferença entre M51 e M53), com mediana de 0.150 no ponto

1. Esta taxa variou entre 0.370 (relativa à diferença entre O25 e N26) e 0.041 (relativa à diferença entre M51 e M53), com mediana de 0.201, no ponto 4. A taxa de alteração da comunidade, expressa em biovolume, variou entre 0.283 (relativa à diferença entre O23 e O24) e 0.052 (relativa à diferença entre N26 e N27), com mediana de 0.190 no ponto 1 e entre 0.377 (relativa à diferença entre O24 e O25) e 0.050 (relativa à diferença entre J57 e J158) no ponto 4, com mediana de 0.221. Em ambos os pontos as taxas de alteração da densidade de células e da bioárea foram mais elevadas durante as chuvas, mas a alteração do biovolume foi semelhante nos dois períodos, apresentando-se inclusive, um pouco mais elevada no período seco do que no período das chuvas, no ponto 1.

5.3.6. RELAÇÕES ENTRE O FITOPLÂNCTON E A QUALIDADE ABIÓTICA DA ÁGUA

As Tabelas 22 a 25 expressam os resultados do teste de correlação entre as variáveis abióticas e as do fitoplâncton.

A **densidade em número de células** correlacionou-se no ponto 1, com: temperatura da água ($r_s=0.56$ $P=0$), transparência ($r_s = -0.61$ $P=0$), condutividade ($r_s=0.52$ $P=0.0001$), alcalinidade ($r_s=0.74$ $P=0$), teores de cálcio ($r_s=0.65$ $P=0$) e potássio ($r_s=0.64$ $P=0$). No ponto 4, correlacionou-se com: temperatura da água ($r_s=0.52$ $P=0.0001$), condutividade ($r_s=0.64$ $P=0$), pH ($r_s=0.63$ $P=0$), alcalinidade ($r_s=0.62$ $P=0$), teores de alumínio ($r_s = -0.52$ $P=0.0002$), ferro ($r_s = -0.51$ $P=0.0002$), potássio ($r_s=0.52$ $P=0.0002$). A sulfatação apresentou correlações positivas com a densidade, porém abaixo do limite considerado ($r_s=0.46$, com a aplicação do dia anterior e $r_s=0.36$ com a do dia da coleta). Estes resultados mostram que as densidades elevadas ocorreram nos períodos de temperatura e mineralização mais elevadas, conforme atestam a condutividade e os teores de nutrientes. No ponto 1 indicam que as densidades elevadas podem ter sido responsáveis pela diminuição da transparência da água. A elevação dos teores de alumínio e ferro no ponto 4 foi simultânea à queda no número de células, indicando que sob estas condições pode ter ocorrido restrição à capacidade de desenvolvimento das algas.

A **densidade em organismos** correlacionou-se, no ponto 1, com a transparência ($r_s = -0.56$ $P=0$), alcalinidade ($r_s=0.73$ $P=0$), teores de cálcio ($r_s=0.62$ $P=0$), cobre ($r_s=0.53$ $P=0.0001$) e potássio ($r_s=0.54$ $P=0.0001$). No ponto 4, com a condutividade ($r_s=0.63$ $P=0$), pH ($r_s=0.61$ $P=0$), alcalinidade ($r_s=0.67$ $P=0$) e teores de alumínio ($r_s = -0.54$ $P=0.0001$). Os resultados da contagem por organismos diferem quanto às relações apresentadas pela contagem por número de células, por não mostrarem a relação com a temperatura; no ponto 1

com a condutividade e no ponto 4 com alcalinidade, alumínio, ferro e potássio. No ponto 1, entretanto, mostram a correlação positiva significativa com os teores de cobre, associado à aplicação de sulfato de cobre, mais intensas quando as densidades foram mais elevadas.

A **bioárea** do ponto 1 correlacionou-se com: temperatura da água ($r_s=0.50$ $P=0.0002$), alcalinidade ($r_s=0.58$ $P=0.0001$) e teores de potássio ($r_s=0.55$ $P=0.0001$). No ponto 4, com: pH ($r_s=0.51$ $P=0.0002$), alcalinidade ($r_s=0.56$ $P=0.0002$). O maior número de correlações apresentadas pela bioárea no ponto 1 devem decorrer do fato das aplicações de sulfato de cobre serem relativas a esta unidade de medida, provocando indiretamente alterações ambientais, enquanto no ponto 4 esta medida não tem a mesma importância.

O **biovolume** no ponto 1 correlacionou-se apenas com os teores de potássio ($r_s=0.50$ $P=0.0002$). No ponto 4, com a radiação solar ($r_s=0.51$ $P=0.0002$), temperatura da água ($r_s=0.51$ $P=0.0002$), condutividade ($r_s=0.54$ $P=0.0001$), pH ($r_s=0.57$ $P=0$) e teores de potássio ($r_s=0.54$ $P=0.0001$). O menor número de correlações apresentadas no ponto 1, evidencia os efeitos das aplicações de sulfato de cobre.

A **riqueza** correlacionou-se no ponto 1, com alcalinidade ($r_s=0.63$ $P=0$) e com os teores de cálcio ($r_s=0.50$ $P=0.0002$) e no ponto 4, com temperatura da água ($r_s=0.56$ $P=0$), condutividade ($r_s=0.54$ $P=0.0001$), pH ($r_s=0.52$ $P=0.0001$), alcalinidade ($r_s=0.73$ $P=0$) e teores de potássio ($r_s=0.50$ $P=0.0003$).

A **diversidade**, em densidade de células, não apresentou correlações no nível considerado com os parâmetros físicos e químicos estudados nos dois pontos. A diversidade, em bioárea, correlacionou-se com a radiação solar ($r_s= - 0.54$ $P=0.0001$) e teores de sódio ($r_s= - 0.52$ $P=0.0001$), no ponto 1. No ponto 4 não apresentou correlações nos níveis considerados, o mesmo ocorrendo para a diversidade em biovolume em ambos os pontos.

A **uniformidade**, em densidade de células, correlacionou-se no ponto 1, com: temperatura da água ($r_s= - 0.71$ $P=0$) e com o teor de potássio ($r_s= - 0.66$ $P=0$). No ponto 4, correlacionou-se com temperatura da água ($r_s= - 0.54$ $P=0.0001$), com a condutividade ($r_s= - 0.50$ $P=0.0002$) e alcalinidade ($r_s= - 0.51$ $P=0.0004$). A uniformidade, em bioárea, correlacionou-se, no ponto 1, com a radiação solar ($r_s= - 0.53$ $P=0.0001$), pluviosidade ($r_s= - 0.50$ $P=0.0002$), elevação e volume ($r_s=0.53$ $P=0.0001$), temperatura da água ($r_s= - 0.55$ $P=0.0001$), teores de potássio ($r_s= - 0.50$ $P=0.0003$) e de sódio ($r_s= - 0.58$ $P=0$). No período de seca, para garantir o abastecimento há um maior controle da retirada de água, resultando na contenção de um maior volume, o que explica haver menor pluviosidade, simultânea aos valores maiores de elevação e volume. No ponto 4, não ocorreram correlações significativas no nível considerado. A uniformidade em biovolume não apresentou correlações com os

parâmetros físicos e químicos nos níveis considerados em ambos os pontos de coleta. As uniformidades da bioárea e da densidade comportaram-se de forma semelhante, ambas indicando que temperaturas mais baixas, maior diluição devido ao aumento do nível e do volume da água, decorrentes da contenção de água durante o inverno, associam-se aos menores teores de nutrientes, favorecendo a uniformidade da distribuição do número de espécimes nas espécies presentes.

A taxa de **alteração da comunidade** aplicada a densidade de células no ponto 1, não correlacionou-se significativamente nos níveis considerados com os parâmetros físicos e químicos. No ponto 4 correlacionou-se com o teor de alumínio ($r_s=0.51$ $P=0.0003$). Esta correlação indica que teores elevados de alumínio podem ter causado alterações na densidade das algas no ponto 4, onde este metal apresentou teores mais elevados. O índice de alteração da comunidade aplicado aos valores de bioárea e de biovolume, não apresentou correlações significativas com os parâmetros físicos e químicos, nos níveis considerados.

Os parâmetros utilizados como indicadores da forma de vida e as estratégias adaptativas utilizadas pelo fitoplâncton, por serem inter-dependentes das variáveis que expressam a densidade e a biomassa total da comunidade, mostraram-se geralmente redundantes com o padrão geral de comportamento destas últimas, sendo comentados a seguir.

A densidade do **nanofitoplâncton**, correlacionou-se no ponto 1 com a temperatura da água ($r_s=0.65$ $P=0$), transparência ($r_s= - 0.63$ $P=0$), alcalinidade ($r_s=0.66$ $P=0$), teores de sulfato ($r_s=0.54$ $P=0.0001$), cálcio ($r_s=0.67$ $P=0$) e potássio ($r_s=0.69$ $P=0$). No ponto 4, com a temperatura da água ($r_s=0.55$ $P=0$), condutividade ($r_s=0.64$ $P=0$), pH ($r_s=0.62$ $P=0$), alcalinidade ($r_s=0.58$ $P=0$) e teores de alumínio ($r_s= - 0.50$ $P=0$). As densidades de **micro e macrofitoplâncton** não apresentaram correlações nos níveis considerados, em ambos os pontos.

A **Classe 1** de biovolume correlacionou-se, no ponto 1, com a transparência ($r_s= - 0.59$ $P=0$), alcalinidade ($r_s=0.65$ $P=0$), teores de cálcio ($r_s=0.59$ $P=0$), cobre ($r_s=0.61$ $P=0$), potássio ($r_s=0.50$ $P=0.0002$) e com o teor de sulfato de cobre aplicado no dia anterior à coleta ($r_s=0.51$ $P=0.0002$). No ponto 4, com a condutividade ($r_s=0.59$ $P=0$) e pH ($r_s=0.56$ $P=0$).

A **Classe 2** de biovolume no ponto 1, correlacionou-se com a deficiência hídrica do solo ($r_s=0.56$ $P=0$) e com a alcalinidade ($r_s=0.51$ $P=0.0002$). No ponto 4, com a deficiência hídrica do solo ($r_s=0.54$ $P=0.0001$), pH ($r_s=0.51$ $P=0.0002$) e alcalinidade ($r_s=0.51$ $P=0.0002$). Esta Classe, portanto, teve seu desenvolvimento favorecido nos períodos de seca.

As **Classes 3 e 4** não apresentaram correlações com os parâmetros físicos e químicos nos níveis considerados, em ambos os pontos.

O desenvolvimento das algas da Classe 1, ou seja, daquelas com biovolume menor ou igual a $100 \mu\text{m}^3$ foi favorecido nos períodos em que o teor de nutrientes foi elevado, mostrando no ponto 1 correlação positiva com os teores de cobre, provavelmente decorrente das aplicações de sulfato de cobre quando as densidades de algas como *Chlorella vulgaris* atingiram valores elevados. Para a Classe 2, cujo desenvolvimento foi favorecido durante os períodos de seca mais intensa, destacaram-se espécies do gênero *Scenedesmus*.

Quanto à **motilidade**, a densidade em número de células, das algas sem motilidade, no ponto 1, correlacionou-se com a temperatura da água ($r_s=0.59$ $P=0$), transparência ($r_s=-0.64$ $P=0$), condutividade ($r_s=0.52$ $P=0.0001$), alcalinidade ($r_s=0.72$ $P=0$) e teores de sulfato ($r_s=0.53$ $P=0.0001$), cálcio ($r_s=0.69$ $P=0$) e potássio ($r_s=0.67$ $P=0$). No ponto 4, com a temperatura da água ($r_s=0.50$ $P=0.0002$), condutividade ($r_s=0.54$ $P=0.0001$), alcalinidade ($r_s=0.59$ $P=0$), sulfato ($r_s=0.55$ $P=0.0001$), cálcio ($r_s=0.63$ $P=0$), ferro ($r_s=0.50$ $P=0.0002$) e potássio ($r_s=0.68$ $P=0$). No ponto 1, o biovolume dos organismos sem motilidade correlacionou-se com a temperatura da água ($r_s=0.55$ $P=0$), teores de potássio ($r_s=0.60$ $P=0$) e no ponto 4 com os teores de potássio ($r_s=0.53$ $P=0.0001$). A densidade e o biovolume dos organismos com movimento próprio em ambos os pontos, não apresentaram correlações nos níveis considerados. Estes resultados mostram que os organismos desprovidos de motilidade tiveram seu desenvolvimento favorecido quando temperatura e teor de nutrientes foram mais elevados.

Quanto ao **envoltório celular**, as densidades e biovolumes de organismos com envoltório rígido no ponto 1, e sem envoltório rígido no ponto 4, não apresentaram correlações nos níveis considerados. No ponto 1, a densidade de organismos sem envoltório rígido, correlacionou-se com a temperatura da água ($r_s=0.63$ $P=0$), transparência ($r_s=-0.65$ $P=0$), condutividade ($r_s=0.57$ $P=0$), alcalinidade ($r_s=0.70$ $P=0$) e teores de sulfato ($r_s=0.56$ $P=0$), cálcio ($r_s=0.69$ $P=0$) e potássio ($r_s=0.71$ $P=0$). No ponto 4, a densidade de organismos com envoltório rígido correlacionou-se com a condutividade ($r_s=0.62$ $P=0$), pH ($r_s=0.55$ $P=0$), alcalinidade ($r_s=0.60$ $P=0$), teores de alumínio ($r_s=-0.55$ $P=0$) e de ferro ($r_s=-0.51$ $P=0.0001$). O biovolume dos não rígidos no ponto 1, correlacionou-se com a temperatura da água ($r_s=0.60$ $P=0$) e teores de sulfato ($r_s=0.55$ $P=0.0001$) e potássio ($r_s=0.63$ $P=0$). No ponto 4, o biovolume dos rígidos, correlacionou-se com a temperatura da água ($r_s=0.50$ $P=0.0001$), condutividade ($r_s=0.56$ $P=0$), pH ($r_s=0.52$ $P=0.0001$) e teores de cálcio ($r_s=0.50$ $P=0.0002$) e potássio ($r_s=0.54$ $P=0.0001$). A porcentagem do total geral de organismos providos de envoltório rígido foi maior no ponto 4. No ponto 1 os organismos sem envoltório rígido atingiram 90% da densidade de células, mostrando correlações semelhantes às

encontradas pelo total de organismos, tanto em densidade como em biovolume. Entretanto, destacam-se as correlações apresentadas pelos organismos dotados de envoltório rígido no ponto 4, mostrando que seu desenvolvimento foi favorecido pelo aumento da condutividade e alcalinidade, mas desfavorecido pela elevação dos teores de alumínio e ferro. Seu biovolume eleva-se nos períodos de pluviosidade e teores de nutrientes elevados (condutividade, cálcio e potássio).

Quanto a **forma**, a densidade de colônias ou cenóbios correlacionou-se, no ponto 1, com alcalinidade ($r_s=0.50$ $P=0.0002$) e com os teores de potássio ($r_s=0.55$ $P=0$) e no ponto 4, com a condutividade ($r_s=0.50$ $P=0.0002$). As maiores densidades de colônias ou cenóbios foram registradas para *Dictyosphaerium* e *Scenedesmus*. A densidade de filamentosas, no ponto 1, correlacionou-se com transparência ($r_s= - 0.55$ $P=0$), condutividade ($r_s=0.50$ $P=0.0002$), alcalinidade ($r_s=0.66$ $P=0$) e teores de sulfato ($r_s=0.50$ $P=0.0002$), cálcio ($r_s=0.64$ $P=0$), cobre ($r_s=0.60$ $P=0$) e potássio ($r_s=0.59$ $P=0$) e no ponto 4, com condutividade ($r_s=0.52$ $P=0.0001$) e alcalinidade ($r_s=0.53$ $P=0.0001$). A maior densidade de filamentosas foi de algas do gênero *Mougeotia*, que atingiu quantidade suficiente para diminuir a transparência da água, tendo apresentado maior densidade no período das chuvas. A densidade de unicelulares, correlacionou-se, no ponto 1, com a transparência ($r_s= - 0.55$ $P=0$), alcalinidade ($r_s=0.69$ $P=0$) e teores de cálcio ($r_s=0.53$ $P=0.0001$), cobre ($r_s=0.53$ $P=0.0001$) e zinco ($r_s=0.55$ $P=0.0001$). No ponto 4, com a condutividade ($r_s=0.55$ $P=0$), pH ($r_s=0.50$ $P=0.0002$), alcalinidade ($r_s=0.62$ $P=0$) e teor de alumínio ($r_s= - 0.55$ $P=0$).

Os biovolumes de colônias ou cenóbios em ambos os pontos, de unicelulares no ponto 1, e de filamentosas no ponto 4, não apresentaram correlações com os parâmetros abióticos nos níveis considerados. O biovolume de filamentosas no ponto 1, correlacionou-se positivamente com o teor de cobre ($r_s=0.53$ $P=0.0001$). O maior biovolume de filamentosas foi de *Mougeotia* cf. *americana*, simultâneo aos maiores teores de cobre. A extensão do período em que esta floração persistiu, mesmo a despeito da aplicação do algicida e esta correlação positiva com o teor de cobre podem estar indicando tolerância desta alga ao algicida aplicado ou seu favorecimento na competição com espécies sensíveis ao tratamento.

No ponto 1, o biovolume de **clorococales** correlacionou-se com a temperatura da água ($r_s=0.57$ $P=0$) e com os teores de sulfato ($r_s=0.57$ $P=0$), cálcio ($r_s=0.50$ $P=0.0002$) e potássio ($r_s=0.64$ $P=0$). O maior biovolume atingido pelas clorococales ocorreu no período de chuvas, com altas densidades de *Dictyosphaerium*.

O biovolume de **volvocales** correlacionou-se com alcalinidade ($r_s= - 0.51$ $P=0.0002$), no ponto 1.

O biovolume de **zignemafíceas** correlacionou-se no ponto 1, com a temperatura da água ($r_s=0.56$ $P=0$), transparência ($r_s= - 0.55$ $P=0$), alcalinidade ($r_s=0.61$ $P=0$), teores de cálcio ($r_s=0.61$ $P=0$), cobre ($r_s=0.55$ $P=0$), potássio ($r_s=0.54$ $P=0.0001$) e com sulfatação do dia anterior à coleta ($r_s=0.53$ $P=0.0001$).

No ponto 4, o biovolume de **cianofíceas** correlacionou-se com alcalinidade ($r_s=0.51$ $P=0.0002$) e com o teor de cálcio ($r_s=0.53$ $P=0.0001$), possivelmente indicando a importância dos sais de ácido carbônico como fonte de carbono para estas algas, uma vez que a alcalinidade corresponde ao teor de sais de ácido carbônico, sob a forma de bicarbonatos solúveis, geralmente bicarbonato de cálcio, o mesmo podendo ser mencionado para as **zignemafíceas** do ponto 1.

O biovolume de **dinofíceas**, correlacionou-se com a dureza ($r_s=0.54$ $P=0.0002$) e o de **zignemafíceas** com a alcalinidade ($r_s=0.53$ $P=0.0001$), no ponto 4.

5.3.7. SAZONALIDADE

As Tabelas 29 e 30 expressam as variações temporais de densidade e biovolume das espécies do ponto 1 e as Tabelas 32 e 32, as do ponto 4. Os resultados descritos a seguir estão expressos nas Figuras 18 e 19 que resumem a dinâmica temporal da comunidade fitoplanctônica e suas principais forçantes. Nas Tabelas 34 a 36 mostra-se os valores das medianas dos parâmetros analisados, através das quais foram elaborados quadros-resumo de cada período sazonal (Figuras 12 e 13).

Em relação aos fatores climáticos, balanço hídrico, operação da represa, qualidade da água e comunidade fitoplanctônica, considerando-se as medianas para cada período, delimitaram-se neste estudo quatro períodos mais marcantes:

1. Primeiro período de seca (MA2 a AG16):

Este período mostrou valores mais elevados para insolação, velocidade do vento, elevação e volume. Estiveram relativamente elevados os valores de pluviosidade imediata, ou seja das 24 horas nos dias de coleta, vazão afluente natural dos tributários mais importantes e captação de água para abastecimento. Ocorreu deficiência hídrica do solo em 9 das 15 coletas e os valores mais baixos para excedente hídrico, pluviosidade acumulada de 72 e 168 horas, vazão afluente recalçada, evapotranspiração, temperatura do ar e aplicação de algicida.

Quanto a qualidade da água, o ponto 1 apresentou os mais elevados valores para profundidade, transparência, cor, oxigênio dissolvido, teor de nitrato, alumínio e silício; valores relativamente elevados de cálcio e zinco e os menores valores de temperatura da água, turbidez, condutividade, pH, demanda bioquímica de oxigênio, alcalinidade, dureza, fósforo

turbidez, condutividade, pH, demanda bioquímica de oxigênio, alcalinidade, dureza, fósforo solúvel reativo, fósforo total, amônio, sulfato, cloro, cobre, potássio, magnésio e sódio. O conteúdo iônico total foi mais baixo que nos demais períodos.

O fitoplâncton do ponto 1, mostrou os maiores valores de uniformidade, expressa em número de organismos, bioárea e biovolume, valores relativamente elevados de diversidade e de alteração da comunidade e o menor valor de biovolume.

As frequências mais elevadas em número de organismos no período, foram atingidas por bacilariofíceas, clorococais e criptofíceas e em biovolume por bacilariofíceas, volvocais e zignemafíceas. Estiveram entre as três espécies mais frequentes em densidade: *Asterionella formosa*, *Synedra minuscula*, *Rhizosolenia eiriensis*, *Scenedesmus bijugus*, *Chlorella* cf. *minutissima* e *Chlamydomonas* cf. *gloeophila* t2. Em biovolume: *Aphanocapsa elachista*, *Rhizosolenia eiriensis*, *Chlamydomonas* cf. *gloeophila* colonial e t2, *Xanthidium* sp2, Volvocais sp1 colonial, zigoto de Oedogoniales sp1, *Asterionella formosa* e *Aulacoseira granulata*. Este período de águas claras, quando ocorreram teores elevados de silício (indicando a possibilidade de haver maiores teores de sílica reativa), temperaturas mais baixas e a maior transparência, favoreceu o desenvolvimento de diatomáceas.

O ponto 4, quanto a qualidade da água, mostrou os valores de mediana mais elevados para profundidade da água, transparência, oxigênio dissolvido, fósforo total, alumínio, ferro e silício, valores relativamente elevados de turbidez, cloro, magnésio e zinco e os menores valores de temperatura da água, cor, condutividade, pH, alcalinidade, dureza, sólidos totais em suspensão, amônio, cálcio, potássio, manganês e sódio.

O fitoplâncton do ponto 4, mostrou os maiores valores de uniformidade em número de organismos, bioárea e biovolume, como no ponto 1, e os menores valores de densidade em organismos, bioárea, biovolume, GALD, SGALD, e número de táxons.

As frequências relativas mais elevadas, em número de organismos foram de bacilariofíceas, criptofíceas, volvocais e clorococais e em biovolume de bacilariofíceas, volvocais, clorococais, euglenofíceas e zignemafíceas. Estiveram entre as três espécies mais frequentes, por coleta, em densidade: *Rhizosolenia eiriensis*, *Cryptomonas* cf. *brasiliensis*, *Synedra minuscula*, *Cryptomonas* cf. *tenuis*, *Aulacoseira granulata*, *Chlamydomonas* cf. *gloeophila* t2, *Chlorella vulgaris* e *Scenedesmus bicaudatus*. Em biovolume: *Sphaerocystis schroeterii*, zigoto de Oedogoniales, *Rhizosolenia eiriensis*, *Euglena acus*, *Staurodesmus cuspidatum*, *Scenedesmus bijugus*, *Aulacoseira granulata*, *Chlamydomonas* cf. *gloeophila* t2 e *Botryococcus neglectus*. Neste ponto, as diatomáceas também foram favorecidas neste período, mas destacaram-se as criptofíceas pelo maior desenvolvimento.

2. Período de chuvas moderadas (SE17 a N29):

Este período apresentou o valor mais elevado de captação de água para abastecimento e valores relativamente elevados de radiação solar, vento, excedente hídrico, pluviosidade imediata e acumulada de 72 e de 168 horas e evapotranspiração, verificou-se os menores valores de mediana a insolação, deficiência hídrica do solo, escoamento básico, vazão afluente recalçada, volume e aplicação de sulfato de cobre.

O ponto 1, quanto a qualidade da água, apresentou os valores de mediana mais elevados para cor, demanda bioquímica de oxigênio, nitrato, cloro, alumínio e sódio; valores relativamente elevados de dureza, sólidos totais em suspensão, fósforo solúvel reativo, cálcio, cobre e ferro e os menores valores de profundidade, turbidez, amônio, magnésio e zinco.

O ponto 1, apresentou os maiores valores de mediana para os índices de alteração da comunidade em número de organismos, bioárea e biovolume, valores relativamente elevados de uniformidade em número de organismos e bioárea e os menores valores de densidade em organismos, bioárea, GALD, SGALD, número de táxons, diversidade de bioárea e de biovolume bem como da uniformidade do biovolume.

As frequências relativas mais elevadas em número de organismos foram de bacilariofíceas, clorococales, volvocales, crisofíceas, zignemafíceas e criptofíceas e em biovolume de clorococales, bacilariofíceas, volvocales e crisofíceas. Estiveram entre as três espécies mais frequentes em cada coleta, quanto a densidade: *Chlamydomonas* cf. *gloeophila* t2, *Dinobryon divergens*, *Rhizosolenia eiriensis*, *Asterionella formosa*, *Aulacoseira granulata*, *Chlorella vulgaris*, *Mougeotia* cf. *americana*, *Sennia communata*, *Dictyosphaerium ehrenberghianum* e *Dictyosphaerium pulchellum*. Em biovolume: *Chlamydomonas* cf. *gloeophila* t2, *Dinobryon divergens*, *Aulacoseira granulata*, *Asterionella formosa*, *Scenedesmus bicaudatus*, *Dictyosphaerium ehrenberghianum* e *Dictyosphaerium pulchellum*.

O ponto 4, quanto a qualidade da água, mostrou os maiores valores de mediana para cor, turbidez, nitrato, sulfato, cloro, alumínio e sódio, valores relativamente elevados de oxigênio dissolvido, dureza, fósforo solúvel reativo, ferro, potássio, magnésio e silício e os menores valores de demanda bioquímica de oxigênio, fósforo total, amônio, manganês e zinco.

O fitoplâncton, no ponto 4, apresentou os maiores valores de mediana para os índices de alteração da comunidade em organismos, bioárea e biovolume, valores relativamente elevados de uniformidade de número de organismos e de bioárea e os menores valores de densidade em organismos e bioárea, GALD, SGALD, número de táxons, diversidade de densidade de organismos e bioárea, bem como da uniformidade do biovolume.

As frequências relativas, para número de organismos, foi mais elevada entre as

clorococales, criptofíceas, crisofíceas, volvocales e bacilariofíceas e para biovolume de clorococales, bacilariofíceas, volvocales, dinofíceas e euglenofíceas. Das três espécies mais freqüentes em cada coleta, destacaram-se quanto a densidade: *Cryptomonas* cf. *brasiliensis*, *Chlamydomonas* cf. *gloeophila* t1 e t2, *Dinobryon sertularia*, *Rhizosolenia eiriensis*, *Aulacoseira granulata*, *Dictyosphaerium ehrenberghianum*. Em biovolume: *Aulacoseira granulata*, *Chlamydomonas* cf. *gloeophila* t2, *Peridinium* sp3, *Dictyosphaerium ehrenberghianum*, *Volvocales* sp1 e *Gymnodinium fuscum*.

3. Período de chuvas intensas (D30 a MR44):

Este período apresentou os valores mais elevados de mediana para radiação solar, excedente hídrico, escoamento básico, pluviosidade imediata e acumulada de 72 e 168 horas, vazão afluyente natural, evapotranspiração e quantidade de sulfato de cobre aplicado no ponto 1; estiveram relativamente elevados, os valores de insolação e velocidade do vento; ocorreram os menores valores para deficiência hídrica do solo, vazão afluyente recalçada e elevação.

O ponto 1, quanto à qualidade da água mostrou os maiores valores de mediana para temperatura da água, cor, dureza, sulfato, cálcio, cobre, potássio e magnésio; ocorreram valores relativamente elevados de transparência, turbidez, condutividade, pH, alcalinidade, fósforo total, cloro, sódio, e silício; observaram-se os menores valores de oxigênio dissolvido, sólidos totais em suspensão, fósforo solúvel reativo, amônio, nitrato, alumínio, ferro, e zinco.

O ponto 1, mostrou os maiores valores de mediana de biovolume, diversidade do número de organismos e da bioárea; ocorreram valores relativamente elevados de densidade em número de organismos e bioárea, GALD, SGALD e número de táxons e os menores valores de diversidade e uniformidade do número de organismos, uniformidade da bioárea e índices de alteração da comunidade, em bioárea e biovolume.

As freqüências relativas mais elevadas, quanto à densidade em organismos, foram de zignemafíceas, clorococales, bacilariofíceas e cianofíceas e quanto ao biovolume de zignemafíceas, clorococales, bacilariofíceas e cianofíceas. Estiveram entre as três espécies mais freqüentes em densidade, nas coletas: *Dictyosphaerium ehrenberghianum*, *Aphanocapsa elachista*, *Synedra ulna* t1, *Mougeotiopsis* sp1, *Mougeotia* cf. *americana*, *Chlorella vulgaris* e *Chlorella* cf. *minutissima*. Em biovolume: *Dictyosphaerium ehrenberghianum*, *Aphanocapsa elachista*, *Mougeotiopsis* sp1, *Mougeotia* cf. *americana*, *Gloeocystis bannergatensis* e *Aulacoseira granulata*.

O ponto 4, quanto a qualidade da água apresentou os valores de mediana mais elevados para temperatura da água, cor, demanda bioquímica de oxigênio, dureza, cloro, alumínio, cálcio, potássio, magnésio, manganês e sódio; valores relativamente elevados de turbidez,

condutividade, pH, alcalinidade, sólidos totais em suspensão, sulfato, silício e zinco e os menores valores de profundidade, transparência, oxigênio dissolvido, amônio, nitrato e ferro.

O fitoplâncton do ponto 4, apresentou os maiores valores de mediana de biovolume e das diversidades, expressa em relação ao número de células e de bioárea; ocorreram valores relativamente elevados de densidade de organismos e de bioárea, GALD, SGALD e número de táxons, diversidade de biovolume, uniformidade de bioárea e de biovolume, dos índices de alteração da comunidade, em densidade e bioárea e os menores valores de mediana de uniformidade da densidade e do índice de alteração do biovolume da comunidade.

As frequências relativas mais elevadas, em número de células, ocorreram para clorococales, zignemaficeas, criptoficeas e cianoficeas e em biovolume, para clorococales, dinoficeas e bacilarioficeas. Das três espécies mais frequentes em cada coleta, destacaram-se quanto a densidade: *Dictyosphaerium elegans*, *Dictyosphaerium ehrenberghianum*, *Mougeotia* sp1, *Mougeotia* cf. *americana*, *Synechococcus elongatus*, *Cryptomonas* cf. *brasiliensis*, *Cryptomonas* cf. *tenuis*, *Chlorella* cf. *minutissima* e *Chlorella vulgaris*. Em biovolume: *Dictyosphaerium elegans*, *Dictyosphaerium ehrenberghianum*, *Synedra ulna* t2, *Aulacoseira granulata*, *Peridinium* sp1, *Gymnodinium fuscum* e *Chlorella vulgaris*.

4. Segundo período de seca (AB45 a JL58):

Este período apresentou os valores de mediana mais elevados para deficiência hídrica do solo e vazão afluyente recalçada, valores relativamente elevados do nível da água, volume e temperatura do ar e os menores valores de mediana para radiação solar, velocidade do vento, excedente hídrico, pluviosidade imediata e acumulada de 72 horas, vazão afluyente natural e captação de água para abastecimento.

O ponto 1, quanto a qualidade da água mostrou os valores de mediana mais elevados, para turbidez, condutividade, pH, alcalinidade, sólidos totais em suspensão, fósforo solúvel reativo, amônio, cálcio e zinco, valores relativamente elevados de temperatura da água, profundidade, cor, demanda bioquímica de oxigênio, nitrato, sulfato, cobre, potássio e magnésio e os menores valores de alumínio e silício.

Ocorreram os maiores valores de mediana de densidade e de bioárea, GALD, SGALD, número de táxons, diversidade em densidade, bioárea e biovolume; valores relativamente altos de uniformidade em densidade, bioárea e biovolume e os menores valores de alteração da densidade da comunidade.

As frequências relativas mais elevadas, em número de organismos, foram encontradas entre as clorococales, cianoficeas, bacilarioficeas e zignemaficeas e em biovolume entre as clorococales, bacilarioficeas e volvocales. Estiveram entre as três espécies mais frequentes em

cada coleta, quanto a densidade: *Mougeotia* cf. *americana*, *Chlorella* cf. *minutissima*, *Oscillatoria subtilissima*, *Scenedesmus bijugus* e *Rhizosolenia eiriensis*. Em biovolume: *Volvocales* sp1 colonial, *Scenedesmus bijugus*, *Aulacoseira granulata*, *Scenedesmus bicaudatus*, *Rhizosolenia eiriensis* e *Dictyosphaerium pulchellum*.

O ponto 4, quanto à qualidade da água, mostrou os valores de mediana mais elevados para condutividade, pH, alcalinidade, sólidos totais em suspensão, fósforo solúvel reativo, amônio, potássio, manganês e zinco; mostrou valores relativamente mais elevados de temperatura da água, profundidade, transparência, cor, demanda bioquímica de oxigênio, fósforo total, nitrato, cálcio, magnésio e sódio e os menores valores de sulfato, cloro, alumínio, ferro e silício.

Ocorreram os maiores valores de mediana de densidade, bioárea, GALD, SGALD, número de táxons e da diversidade do biovolume; ocorreram valores relativamente elevados de biovolume, diversidade da densidade e da bioárea e os menores valores de uniformidade da densidade e da bioárea e alteração da densidade e da bioárea.

As frequências relativas, mais elevadas, para número de células foram de clorococcales, volvocales e bacilarioficeas e em biovolume foram de clorococcales, dinoficeas, bacilarioficeas, euglenoficeas e cianoficeas.

Estiveram entre as espécies mais frequentes em cada coleta, quanto a densidade: *Botryococcus neglectus*, *Chlorella* cf. *minutissima*, *Chlorella vulgaris*, *Chlamydomonas* cf. *globosa* e *Aulacoseira granulata*. Em biovolume: *Botryococcus neglectus*, *Gymnodinium fuscum*, *Scenedesmus bijugus*, *Phacus longicauda*, *Aulacoseira granulata*, *Rhizosolenia eiriensis* e *Aphanocapsa elachista*.

5.3.8. ANÁLISE DOS COMPONENTES PRINCIPAIS

Após comparação com os resultados da análise canônica, optou-se pela aplicação da análise de componentes principais que proporcionou resultados mais significativos, com os eixos fatoriais 1 e 2 apresentando maiores valores de explicação para as relações entre as variáveis ambientais.

Para reduzir a possibilidade de erros na interpretação do comportamento das variáveis biológicas utilizou-se o biovolume da comunidade fitoplânctônica como variável ambiental representativa do comportamento do fitoplâncton, integrando-se estes resultados aos resultados da análise das dominâncias de espécies na comunidade, nas figuras apresentadas. Os resultados numéricos da análise de componentes principais estão expressos nas Tabelas 26 e 27, respectivamente para os pontos 1 e 4. As figuras 14 a 17 mostram a representação gráfica

destes resultados.

Os dois primeiros componentes foram responsáveis por 79 e 67% da explicação dos eixos fatoriais dos respectivos pontos 1 e 4.

Para formação dos eixos no ponto 1, associaram-se:

- no lado positivo do eixo 1: deficiência hídrica do solo (638), oxigênio dissolvido (14), nitrato (11), sólidos totais em suspensão (10) e as coletas de maio, junho, julho e agosto, ou seja, de outono e inverno, abrangendo 4 coletas do primeiro período de seca, 11 do segundo período de seca e 1 do período de chuvas intensas AG13, quando já se iniciava a transição para o segundo período de seca.

- no lado negativo do eixo 1: pluviosidade (-372), cor (-32) e coletas de setembro, outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março, abrangendo 2 coletas do primeiro período de seca - coletas em que houve um pequeno aumento da pluviosidade, 7 coletas do período de chuvas moderadas, 14 do período de chuva intensas e 2 do segundo período de seca, as mais próximas das chuvas intensas, quando a água ainda mantinha características do período anterior.

- o lado positivo do eixo 2: insolação (235), fósforo total (88), transparência (48), teores de silício (27), ferro (24), alumínio (11), profundidade da água (10), bem como coletas de maio, junho, julho, setembro e outubro abrangendo 8 coletas do primeiro período de seca e 3 do período de chuvas moderadas, representando portanto a fase inicial da transição de seca para chuvas.

- no lado negativo do eixo 2: biovolume algáceo (-595), sulfatação (-196), dureza (-77), radiação solar (-68), temperatura da água (-51), alcalinidade (-48), teor de sulfato (-46), demanda bioquímica de oxigênio (-43), teor de potássio (-38), condutividade (-32), teores de sódio (-32), cálcio (-29), cloro (-27), fósforo solúvel reativo (-20), turbidez (-18), pH (-16), velocidade dos ventos (-16), teores de amônio (-11), magnésio (-9), cobre (-3) e coletas de novembro e dezembro, sendo 3 coletas do período de chuvas moderadas e 1 do período de seca (N27 - 22646 $\mu\text{m}^3.\text{l}^{-1}$; N28 - 32093 $\mu\text{m}^3.\text{l}^{-1}$; N29 - 23166 $\mu\text{m}^3.\text{l}^{-1}$; D33 - 26054 $\mu\text{m}^3.\text{l}^{-1}$), ou seja, as coletas que apresentaram os valores mais elevados de biovolume algáceo.

Para formação dos eixos no ponto 4, associaram-se:

- no lado positivo do eixo 1: deficiência hídrica do solo (622), sólidos totais em suspensão (104), fósforo solúvel reativo (50), oxigênio dissolvido (19), teores de zinco (3), manganês (1) e coletas de abril, maio, junho, julho e agosto, abrangendo 5 coletas do primeiro período de seca e 11 do segundo período de seca e portanto representou a seca.

- no lado negativo do eixo 1: pluviosidade (-361), turbidez (-55), cor (-53) e coletas de

setembro, outubro, dezembro, janeiro, fevereiro, março e abril, sendo 1 coleta do primeiro período de seca, do momento em que houve um pequeno aumento da pluviosidade, de 55 para 66 mm; 6 coletas do período de chuvas moderadas; 13 coletas do período de chuvas intensas; 2 do segundo período de seca, mostrando um lapso de uma a três semanas, entre a alteração ambiental alóctone e a resposta na qualidade da água, quando o ambiente ainda mantinha características do período anterior, também observado no ponto 1.

- no lado positivo do eixo 2: insolação (169), fósforo total (142), ferro (38), transparência (35), silício (24), amônio (17), nitrato (7) e coletas de maio, junho, julho, setembro e outubro, sendo 9 do primeiro período de seca e 3 coletas de chuvas moderadas, portanto, representando o período de transição entre a seca e as chuvas moderadas.

- no lado negativo do eixo 2: biovolume (-636), demanda bioquímica de oxigênio (-91), dureza (-84), radiação solar (-69), condutividade (-55), temperatura da água (-43), alcalinidade (-45), teores de cálcio (-37), sódio (-33), cloro (-28), potássio (-26), sulfato (-24), pH (-17), magnésio (-17), velocidade dos ventos (-14) e coletas de novembro, dezembro e fevereiro, abrangendo 4 coletas do período de chuvas moderadas e 2 de chuvas intensas (N26 - 12396 $\mu\text{m}^3.\text{l}^{-1}$, N27 - 20496 $\mu\text{m}^3.\text{l}^{-1}$, N28 - 16650 $\mu\text{m}^3.\text{l}^{-1}$, N29 - 20229 $\mu\text{m}^3.\text{l}^{-1}$, D30 - 24170 $\mu\text{m}^3.\text{l}^{-1}$ e F40 - 16159 $\mu\text{m}^3.\text{l}^{-1}$), ou seja, as coletas que atingiram os maiores biovolumes algáceos durante as chuvas. As únicas coletas dentre as demais que apresentaram biovolume superior a 10000 $\mu\text{m}^3.\text{l}^{-1}$ foram AB48 e AB49 durante a seca, com biovolumes elevados de *Phacus longicauda* e *Aulacoseira granulata* respectivamente.

A análise dos componentes principais no ponto 1, mostra que em maio de 1991, MA2, prevaleciam condições de seca, com ocorrência da situação ambiental mais próxima da configurada pela deficiência hídrica do solo, com elevação da insolação, profundidade, transparência e teores de nitrato. O desenvolvimento de diatomáceas foi favorecido, representado tanto pelas expressivas densidades de *Synedra* cf. *minuscula* como pelo biovolume elevado de *Rhizosolenia eiriensis* e também da volvocales *Chlamydomonas* cf. *gloeophila*.

Nesta situação, é interessante notar que apesar da baixa pluviosidade, a profundidade atinge os maiores valores, indicando que a operação hidráulica para captação de água e não a pluviosidade, conforme seria esperado, é responsável pelo nível da água na represa.

Chlamydomonas cf. *gloeophila* continuou com valores expressivos de densidade e biovolume até O22, mas a partir de JL10 é acompanhada por *Asterionella formosa* em densidade e biovolume e por *Aulacoseira granulata* em biovolume. Nestes períodos o teor de fósforo total e de silício, ferro e alumínio encontram-se mais elevados e as coletas S20 e S21,

quando ocorreram chuvas mais elevadas, assemelham-se às coletas do período chuvoso.

A maior disponibilidade de fósforo total, ocorreu quando a densidade algácea atingia valores menos expressivos, no inverno e outono (setembro, outubro e fim de março).

Em O23 altera-se a situação de dominâncias, sem alterações ambientais perceptíveis exceto a aplicação de sulfato, com clorofíceas de porte reduzido atingindo as mais expressivas densidades (*Chlorella vulgaris*, *Crucigeniella crucifera* e *Scenedesmus bijugus*) e biovolumes (*Scenedesmus bicaudatus*, *Chlorella vulgaris* e *Chlorella* cf. *minutissima*).

Com a elevação da temperatura e o início das primeiras chuvas ocorrem grandes aportes de matéria orgânica e de nutrientes da bacia, aumentando os teores de fósforo solúvel reativo, amônio, a demanda bioquímica de oxigênio e a condutividade. Nesta fase conservou-se o mesmo padrão de dominância relatado para o período de seca mais intensa. O porte reduzido das espécies indica ambiente favorável ao desenvolvimento de espécies oportunistas, de volume reduzido e crescimento rápido, as r-estrategistas.

A elevação da temperatura, da radiação solar e dos índices pluviométricos aumentaram a disponibilidade de cálcio, potássio, sulfato, cloro, sódio, magnésio, acarretando aumento da dureza e permitindo o desenvolvimento simultâneo de densidade e biomassa fitoplancônica elevadas, com dominância de *Dictyosphaerium ehrenberghianum* entre O24 e JA32, induzindo à aplicação de maiores concentrações de sulfato de cobre. Quando *Dictyosphaerium ehrenberghianum* entrou em senescência, havia grandes massas de gelatina com apenas algumas células vivas. A conseqüente disponibilidade dos nutrientes liberados por estas algas nas águas superficiais, induziu o desenvolvimento de *Aphanocapsa elachista* var. *conferta*, que ocorreu em alta densidade em D33.

As altas densidades e biovolumes do gênero *Mougeotia* entre JA35 e AB46 sugerem a ocorrência de distúrbios físicos ocasionados pela elevada pluviosidade e vento, mobilizando a coluna d'água com impacto suficiente para desgarrar e transportar estas algas do perifiton, das margens para a água aberta. A queda da pluviosidade e a diminuição de *Mougeotia* dão lugar novamente ao desenvolvimento de uma biomassa abundante de espécies planctônicas.

No final de abril, em AB47 e em todo o período de seca subsequente, o teor de nutrientes manteve-se elevado. No auge da seca, quando a deficiência hídrica do solo foi mais expressiva, com a temperatura e a umidade do solo baixas (inibindo a degradação acelerada de materiais sólidos da bacia), a entrada de nutrientes restringiu-se às contribuições dos tributários e dos esgotos, uma vez que a pluviosidade muito reduzida não permitiu aportes por carreamento ou percolação.

A análise da dominância mostrou que entre as clorococcales, apresentaram os maiores

totais de densidade *Chlorella* cf. *minutissima*, de espécies do gênero *Scenedesmus* e de biovolume a bacilariofícea *Rhizosolenia eiriensis* e as clorococcales *Scenedesmus bijugus* e *Dictyosphaerium pulchellum*, sendo que JL58 apresentou densidade elevada de *Oscillatoria subtilissima*.

Quando se compara os dois períodos de seca observa-se o retorno às condições ambientais semelhantes (MA2 e MA50, 51 e 53; AB13 a 16 e AB47) mas a seca mais acentuada de 1992, desloca os resultados das coletas de junho e julho para a direção positiva do eixo fatorial 1, devido a deficiência hídrica do solo.

No ponto 1, as algas de biovolume mais expressivo, por espécie, foram *Dictyosphaerium ehrenberghianum* e *Aphanocapsa elachista* e a mais expressiva, na contribuição para o biovolume da represa, foi *Dictyosphaerium ehrenberghianum*.

As dominâncias iguais ou maiores que 80% entre até três espécies e as altas densidades estiveram mais concentradas nos períodos de maior disponibilidade de nutrientes, simultâneas às pluviosidades mais intensas, indicando altas contribuições, por carreamento da bacia de drenagem, decorrentes da exposição dos solos e conseqüências das outras atividades antrópicas que degradam o ecossistema desta bacia.

A análise dos dados do ponto 4 mostra que embora os fatores climáticos e a operação hidráulica tenham sido iguais, a ausência de aplicação de sulfato de cobre e as situações peculiares desta região da represa, onde a retenção hidráulica e a profundidade são menores, propiciaram uma configuração diferente do ponto 1, quanto a alguns fatores abióticos. Neste ponto o amônio, fósforo solúvel reativo e fósforo total deslocam-se para o quadrante 1 do gráfico, que representa altos valores de insolação e menor biovolume. Amônio e fósforo solúvel reativo no ponto 1 posicionaram-se no quadrante 2, próximo ao eixo fatorial 1, com influência mais acentuada da produtividade algácea em biovolume, da sulfatação e da deficiência hídrica do solo. Fósforo total situou-se no quadrante 4, que abrangeu coletas do início das chuvas. A turbidez, deslocou-se para o quadrante 4, mostrando que neste ponto, onde nas proximidades houve desmatamento e uma área grande de solo foi exposta, o início das chuvas em setembro e outubro induziu aportes expressivos, responsáveis pelo aumento da turbidez e dos teores de silício, ferro e alumínio para a água.

As diferenças mencionadas somam-se e favorecem diferenças expressivas entre as comunidades fitoplancônicas dos dois pontos estudados.

Em maio de 1991, MA2, ainda prevalecendo as condições de seca, observa-se um período de maior densidade e biovolume de *Rhizosolenia eiriensis* que perdura até J7, com a

maior parte destas campanhas posicionadas no quadrante 4, onde estão expressos os valores mais elevados de silício. Em JL8 *Chlamydomonas* cf. *gloeophila* supera *Rhizosolenia* atingindo mais elevada densidade e biovolume. Esta densidade mais expressiva é compartilhada por *Cryptomonas* cf. *brasiliensis* e perdura até AG14. Em AG15 é superada temporariamente por *Scenedesmus bijugus*, voltando a ocorrer entre AG16 a S18, mas *Chlamydomonas* cf. *gloeophila* manteve-se elevada quanto ao biovolume até AG13. As algas flageladas foram portanto, favorecidas nos períodos em que as temperaturas foram mais baixas, coincidentes com a maior transparência, ou seja, no período de águas claras, que também favoreceram o desenvolvimento das penais, conforme mencionado anteriormente.

Entre S19 e O25 *Chlamydomonas* cf. *gloeophila* passa a compartilhar a prevalência em densidade com *Rhizosolenia eiriensis* e *Aulacoseira granulata*, o mesmo ocorrendo para o biovolume entre AG14 e O22. A única exceção foi O23 em que a uniformidade foi igual a 1.0, ou seja, todos os táxons apresentaram igual densidade na amostra. Em O23 o maior biovolume foi de *Peridinium* sp3. Em O24 e O25 o maior biovolume foi de *Chlamydomonas* cf. *gloeophila*.

De N26 a JA32, na transição para o período de alta pluviosidade, *Dictyosphaerium ehrenberghianum* e *Dictyosphaerium elegans* atingiram as maiores densidades das amostras, o mesmo ocorrendo para o biovolume, que neste caso permanece até JA35. De D33 a JA35 as densidades mais elevadas estiveram entre *Dictyosphaerium ehrenberghianum* e *Mougeotia* cf. *americana*. Em JA36 *Cryptomonas* cf. *brasiliensis* é a espécie de maior densidade e *Aulacoseira granulata* a de maior biovolume. *Mougeotia* cf. *americana* mostra a mais elevada densidade de JA37 a J38 e em JA37 prevalece em biovolume, simultaneamente com *Peridinium* sp1. O desenvolvimento mais expressivo da densidade de espécies de pequeno porte ocorre entre F39 até JL58, com *Chlorella* cf. *minutissima* e *Chlorella vulgaris*. Quanto ao biovolume, de F38 a J54 *Gymnodinium fuscum* e *Scenedesmus bijugus* e entre J55 e JL58 quando a seca já está no auge, *Rhizosolenia eiriensis* e *Aulacoseira granulata* prevalecem.

No ponto 4 observou-se aproximadamente o mesmo padrão, mas devido às condições de maior movimento da massa d'água, menor tempo de retenção e ausência da sulfatação, as espécies envolvidas na dominância em biovolume diferiram e os intervalos de alteração também foram menores. Esta queda nos intervalos de alteração parecem refletir a movimentação da água, uma vez que o ponto 4 situa-se num compartimento de comportamento mais fluvial que lacustre.

5.3.9. TESTE DE HENDRICKSON

Este teste permite avaliar qualitativamente, tanto a homogeneidade do número de espécies, como a existência de coincidências positivas de espécies, dentro de um conjunto de dados e desta forma localizar rupturas da estrutura específica da(s) comunidade(s), determinadas por alterações ambientais (antropogênicas ou não). A determinação de fatores promotores de alteração das comunidades é extremamente importante em estudos sanitários e ecológicos, provendo informação útil para subsidiar o manejo ambiental.

Os resultados do teste de Hendrickson, expressos na Tabela 28, mostraram que os conjuntos de dados totais do fitoplâncton, de ambos os pontos, apresentaram heterogeneidade no número de espécies e mais que uma taxocenose envolvida, considerando-se o período total de estudo.

Procedeu-se então à separação em lotes de dados de forma a identificar o grupo sistemático e o período em que a comunidade apresentou homogeneidade no número de espécies e apenas uma taxocenose.

Os critérios de separação adotados não permitiram remover a heterogeneidade das clorococales em nenhum período no ponto 1, bem como a de centrais (durante os períodos de chuvas moderadas e da segunda seca), penales (durante os dois períodos de seca).

Da mesma forma, no ponto 4 as clorococales (durante os períodos de chuva e na segunda seca), volvocales (durante as chuvas moderadas e a segunda seca), euglenofíceas (durante o segundo período de seca) e zignemafíceas (durante o primeiro período de seca), mantiveram a heterogeneidade.

Estes resultados indicam a existência de forçantes da alteração destes grupos de algas, alheias à sazonalidade.

A heterogeneidade das criptofíceas e zignemafíceas do ponto 1 foi removida eliminando-se as coletas em que houve aplicação de algicida, indicando que para estes grupos de algas, a aplicação do sulfato de cobre funcionou como a principal forçante de modificações, promovendo alterações, tanto no número, quanto na composição de espécies. A situação descrita é resumida a seguir.

QUADRO 2 - RESUMO DOS RESULTADOS DO TESTE DE HENDRICKSON (1978), APLICADOS À COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DA REPRESA DE GUARAPIRANGA, 1991-92.

Ponto 1 (P1); Ponto 4 (P4); conjunto total dos dados de cada ponto (T); período da primeira seca (S1); período de chuvas moderadas (CM); período de chuvas intensas (CI); período da segunda seca (S2); centrales (CEN); penais (PEN); clorococales e oedogoniales (CHL); volvocales (VOL); crisofíceas (CHR); criptofíceas (CRY); dinofíceas (DIN); euglenofíceas (EUG); cianofíceas (CYA); zignemafíceas (ZYG), período sem aplicação de sulfato de cobre (SS); período com aplicação de sulfato de cobre (CS); caso em que houve homogeneidade no número de táxons e apenas uma taxocenose para o conjunto de dados (X); caso em que não houve coincidências positivas de espécies para o conjunto de dados analisados (SP).

P1								P4					
	T	S1	CM	CI	S2	SS	CS		T	S1	CM	CI	S2
CEN		X		X						X	X	X	
PEN			X	X					X	X	X	X	X
CHL										X			
VOL	X	X	X	X	X	X	X			X		X	
CHR		X	X	X	X		X		X	X	X	X	X
CRY		X	X			X			X	X	X	X	X
DIN	X	X	X	X	X	X	X			SP	X	X	X
EUG	X	X	X	X	X	X	X		X	X	SP	X	
CYA		X	X	X	X					X	X	X	X
ZYG			X	X	X	X					SP	X	X

5.3.10. ÍNDICE DE PERSISTÊNCIA DAS ESPÉCIES:

O índice de persistência das espécies foi elaborado para avaliar a capacidade da comunidade total e dos grupos de algas que a constituem de sobreviverem às alterações ambientais. Está sendo proposto neste momento e sua validade será testada com os dados aqui obtidos.

A análise dos resultados da aplicação para o conjunto total de dados de cada ponto de coleta, mostrou que o ponto 1 apresentou valor mais elevado que o ponto 4, ao contrário do esperado devido às aplicações de sulfato de cobre, pois em 25 coletas o algicida havia sido aplicado no dia anterior e em 28 dos 56 dias foi aplicado no dia da coleta. Entretanto, a maior profundidade da coluna, o maior tempo de residência da água e a própria capacidade das espécies existentes no ponto 1 para tolerar este algicida, podem ter favorecido estes resultados.

Em ambos os pontos a persistência média relativa apresentou-se mais elevada durante o período de seca, especialmente durante a segunda seca (1992), porém, enquanto no ponto 4 o índice de persistência elevou-se gradativamente nos períodos sazonais sucessivos, no ponto 1 houve uma queda do valor durante as chuvas moderadas, mostrando uma alteração acentuada

na composição de espécies, com desaparecimento de várias das espécies, anteriormente persistentes durante o primeiro período de seca (1991). A mediana da riqueza cai apenas de 19 para 17 táxons.coleta⁻¹, entre estes dois períodos, mostrando que não houve queda acentuada no número de espécies, mas sim sua substituição: algumas desaparecem, mas outras as substituem. As chuvas moderadas provocaram o primeiro impacto do carreamento de material da bacia e promoveram grande alteração na qualidade da água, evidenciada pelos mais elevados valores de cor, demanda bioquímica de oxigênio, nitrato, cloro, alumínio e sódio, mas também pelos elevados teores de fósforo solúvel reativo, cálcio, cobre e ferro. Portanto, durante este período a disponibilidade de nutrientes aumentou e também elevaram-se o teor de matéria orgânica e as taxas de decomposição, atestadas pela demanda de oxigênio. Esta alteração ambiental exerceu uma pressão seletiva capaz de promover o desaparecimento de algumas espécies e dar lugar a outras mais capacitadas a sobreviverem nas novas condições.

A aplicação do sulfato de cobre foi mais assídua entre dezembro de 1991 e maio de 1992, ou seja, no final do verão, no outono e início do inverno. O índice de persistência aplicado às coletas dos períodos em que não houve controle algáceo, mostrou-se mais baixo do que quando houve aplicação do algicida. É evidente, e confirmado pelos dados analisados que este controle foi sempre mais intenso nos períodos de maior desenvolvimento algáceo e que sua eficiência deve ser muito restrita, em vista do potencial de crescimento algáceo, conforme atesta a frequência destas aplicações. Logo, a força inicialmente predominante sobre o desenvolvimento algáceo é a sazonalidade e suas conseqüências, tais como a sua interação com o uso e ocupação antrópica da bacia, promovendo a magnificação dos efeitos das chuvas na qualidade da água.

Estes fatores explicam o valor mais baixo do índice de persistência das espécies durante os períodos sem sulfatação (e portanto de menor desenvolvimento algáceo) em relação ao período com aplicação do algicida, quando as chuvas foram intensas e o desenvolvimento algáceo foi mais favorecido ainda, elevando os valores destes resultados. As ocorrências de florações prolongadas deste período, também contribuíram para elevar o valor deste índice.

Dentre os grupos analisados no ponto 1, penais mostrou o maior valor de persistência durante o ciclo inteiro, seguida por volvocales. Estes grupos também mostraram-se os de valores elevados durante os dois períodos de seca, confirmando seu sucesso simultâneo durante a seca, evidenciado anteriormente na análise da sazonalidade. Os menores valores dos resultados deste indicador ocorreram para o conjunto das espécies de crisofíceas, dinofíceas (representada apenas por uma espécie), zignemafíceas e cianofíceas, mostrando menor capacidade de persistência destes grupos, nas condições ambientais existentes no ponto 1. No

ponto 4 as criptofíceas e as volvocales destacaram-se por valores mais elevados de persistência das espécies, tanto no período pleno como em cada período sazonal, mostrando a capacidade elevada de suas espécies em permanecerem neste ambiente a despeito das alterações ambientais. As aplicações de sulfato de cobre foram simultâneas às quedas expressivas na persistência média relativa das criptofíceas e das centrais, mas também com a queda mais amena de crisofíceas, euglenofíceas e volvocales. Os valores deste índice foram acentuadamente mais elevados para as clorofíceas, quando o algicida estava sendo aplicado do que nos períodos em que não estava; estas algas parecem beneficiar-se da ausência de competidores por recursos, mas os índices também foram mais elevados para cianofíceas, dinofíceas, penais e zignemafíceas, pois as aplicações são realizadas nas fases em que ocorreram maiores riquezas específicas. Talvez o acompanhamento mais assíduo que a amostragem semanal, dos efeitos do sulfato de cobre, possa responder a esta dúvida. Os resultados obtidos estão relatados no Quadro a seguir.

QUADRO 3 - ÍNDICE DE PERSISTÊNCIA DAS ESPÉCIES OU PERSISTÊNCIA MÉDIA RELATIVA DAS ESPÉCIES, APLICADO À COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DA REPRESA DE GUARAPIRANGA, 1991-92.

Ponto 1 (P1); Ponto 4 (P4); conjunto total dos dados de cada ponto (T); período de seca (S); período de chuvas (C); primeiro período de seca (S1), período de chuvas moderadas (CM); período de chuvas intensas (CI); período da segunda seca (S2); centrais (CEN); penais (PEN); clorococales e oedogoniales (CHL); volvocales (VOL); crisofíceas (CHR); criptofíceas (CRY); dinofíceas (DIN); euglenofíceas (EUG); cianofíceas (CYA); zignemafíceas (ZYG), período sem aplicação de sulfato de cobre (SS); período com aplicação de sulfato de cobre (CS); período de chuvas intensas, com aplicação de sulfato de cobre (CSCI).

RESULTADOS DO PONTO 1. (%)										
	T	S	C	S1	CM	CI	S2	SS	CS	CSCI
T	4.02	4.78	3.52	3.65	2.37	5.42	8.32	3.60	4.86	5.93
CEN	2.80	4.41	4.41	6.14	4.70	0.42	4.42	5.44	1.00	0.43
CHL	5.20	6.11	4.57	3.28	2.81	7.14	12.37	0.44	6.89	8.23
CHR	0.61	0.94	0.34	1.04	0.82	0.09	1.05	1.32	0.19	0.12
CRY	4.42	5.44	3.36	6.12	5.31	2.04	4.21	8.99	1.74	2.75
CYA	1.80	2.12	1.97	0.07	0.92	3.74	8.52	1.04	2.70	3.48
DIN	0.97	0	2.65	0	0.30	0.77	0	0	2.65	3.85
EUG	2.09	1.92	2.09	1.90	0.64	3.81	1.92	2.62	1.70	3.10
VOL	5.46	7.29	3.90	10.48	4.66	3.12	8.86	6.16	4.67	15.50
PEN	13.21	15.76	11.17	16.72	5.27	19.37	15.81	10.93	15.84	3.85
ZIG	1.34	1.30	1.62	0.51	0.28	3.57	3.37	0.67	2.53	4.13

QUADRO 3 (cont.) - ÍNDICE DE PERSISTÊNCIA DAS ESPÉCIES OU PERSISTÊNCIA MÉDIA RELATIVA DAS ESPÉCIES, APLICADO À COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DA REPRESA DE GUARAPIRANGA, 1991-92.

Ponto 1 (P1); Ponto 4 (P4); conjunto total dos dados de cada ponto (T); período de seca (S); período de chuvas (C); primeiro período de seca (S1), período de chuvas moderadas (CM); período de chuvas intensas (CI); período da segunda seca (S2); centrais (CEN); penais (PEN); clorococales e oedogoniales (CHL); volvocales (VOL); crisofíceas (CHR); criptofíceas (CRY); dinofíceas (DIN); euglenofíceas (EUG); cianofíceas (CYA); zigemafíceas (ZYG), período sem aplicação de sulfato de cobre (SS); período com aplicação de sulfato de cobre (CS); período de chuvas intensas, com aplicação de sulfato de cobre (CSCI).

RESULTADOS DO PONTO 4. (%)							
	T	S	C	S1	CM	CI	S2
T	3.39	3.57	3.55	2.34	2.92	4.93	6.26
CEN	5.76	5.77	5.65	3.72	8.51	4.42	9.44
CHL	3.64	4.52	3.29	2.48	2.18	4.80	9.14
CHR	1.03	1.46	1.10	0.79	1.92	0.87	9.67
CRY	9.97	10.05	9.62	9.05	9.13	10.71	12.18
CYA	2.59	1.41	4.67	0.11	0.43	12.59	5.13
DIN	0.74	0.14	1.85	0	0.47	3.64	0.70
EUG	0.72	0.81	0.53	0.15	0	1.32	1.58
VOL	9.31	6.93	11.83	5.52	12.56	11.05	9.23
PEN	4.03	4.15	3.70	5.05	3.97	4.48	3.08
ZIG	0.65	0.76	0.81	0.41	0	2.86	1.51

6. DISCUSSÃO

As represas são ambientes com características intermediárias entre as dos lagos e rios. Lagos são sistemas caracterizados por um ciclo fechado de matéria, impulsionado por um fluxo aberto de energia (Margalef, 1992), enquanto os reservatórios têm o ciclo de matéria, dependente de seu período de retenção. O período de retenção controla a exportação de matéria, conservando o fluxo de energia aberto.

Entre as características peculiares aos reservatórios podem ser citadas: a taxa de renovação da água mais lenta que a dos rios; a organização espacial, especialmente a área de superfície exposta, influenciando nos movimentos horizontais da água, que aliados à taxa de renovação, induzem processos de mistura ou estratificação da água, capazes de interferir na disposição e na qualidade dos organismos presentes; o equilíbrio entre as entradas e saídas alterando a profundidade e em diferentes graus os estratos, tornando a produção primária menos dependente da ressurgência dos elementos nutritivos acumulados no sedimento. Nesses ambientes ocorre a magnificação dos efeitos naturais e das atividades antrópicas desenvolvidas na bacia de drenagem, tanto pela somatória da informação adquirida ao longo do percurso de cada contribuinte, como pelo acúmulo de material ao longo do tempo, de acordo com seu período de retenção e a dinâmica de sedimentação (Margalef, 1983).

Esses ecossistemas artificiais, tornam-se assim, depositários de todos os processos desenvolvidos nas bacias de drenagens de seus tributários, além daqueles de sua própria bacia. O funcionamento de cada sub-bacia também se reflete na formação de gradientes horizontais e verticais de nutrientes, de matéria orgânica e de substâncias poluentes, bem como na estratificação térmica, na turbulência, no transporte de sedimento, na interação água-sedimento e na estrutura, composição e diversidade das comunidades biológicas (Tundisi, 1984 e 1985).

Na descrição da área de estudo verificou-se o declínio da qualidade da água da represa de Guarapiranga, decorrente dos usos e ocupações antrópicas de sua bacia de drenagem.

A eutrofização e o teor de sólidos em suspensão são os maiores problemas desta represa segundo vários autores (Beyruth e col., no prelo). Desde 1988 a capacidade de assimilação dos impactos decorrentes dos aportes de poluentes tem sido considerada insuficiente, podendo inviabilizar seu uso para abastecimento através dos métodos convencionais de tratamento (SEMA, 1988). A intensa eutrofização tem acarretado o desenvolvimento excessivo da comunidade fitoplanctônica, com prejuízos para a operação de tratamento, inclusive para a qualidade do produto final, a água para abastecimento.

A floração de *Anabaena solitaria* associada ao surto de gastroenterite na população humana de usuários de suas águas (Beyruth e col., 1992) acentua as preocupações de ordem sanitária e configura risco à saúde pública. Esta deterioração na qualidade da água tem como consequência a ampliação do risco das florações de cianofíceas potencialmente tóxicas tornarem-se recorrentes (Skulberg e col. 1984).

O estudo da seqüência temporal das espécies, relacionado às alterações das variáveis ambientais pode prover informação para a elaboração de previsões sobre as seqüências de dominância na comunidade fitoplanctônica. A escassez de conhecimento básico torna urgente sua geração, imprescindível para subsidiar as medidas de manejo necessárias para melhorar o aproveitamento do sistema, tornando-se parte indispensável do estudo de represas destinadas ao abastecimento, onde a flora planctônica tem importância em saúde pública.

Os objetivos de estudo orientam a escolha dos métodos, que devem responder de forma satisfatória às necessidades propostas de conhecimento. Para atender aos objetivos propostos para o estudo da comunidade fitoplanctônica, foram analisados os fatores ambientais, procedeu-se à verificação da adequação dos métodos utilizados, estudou-se as interações entre a comunidade fitoplanctônica e o meio abiótico e aplicou-se métodos pertinentes de estudo das variações espaciais e temporais da comunidade fitoplanctônica, investigando-se os fatores que promovem alterações no seu desenvolvimento. Os resultados foram discutidos através da abordagem ecológica, utilizando-se conceitos e hipóteses da teoria ecológica e sob o aspecto do saneamento, com ênfase na saúde pública. Esta avaliação prestou-se para subsidiar algumas propostas de manejo adequadas a este ambiente.

6.1. QUALIDADE AMBIENTAL ABIÓTICA

A estrutura morfológica da bacia de drenagem da represa de Guarapiranga, com relevo atenuado e a pequena profundidade da água, favorecem a ação eólica, que somada ao movimento gerado pelo fluxo dos contribuintes e rios formadores tornam a mistura e a oxigenação mais eficientes, ampliando o potencial de autodepuração. Esta movimentação da água facilita a exposição dos organismos fitoplancônicos à luz e aos nutrientes, contribuindo para a alta produção primária planctônica na água aberta.

Ventos de velocidade inferior a 4 m.s^{-1} não são suficientes para romper gradientes preexistentes com densidade de até 0.02 kg.m^{-4} a 1 m, ou prevenir o desenvolvimento algáceo sob condições favoráveis de irradiância, permitindo, assim, a estabilidade da estratificação da coluna d'água (Reynolds, 1993). Como a maior velocidade média do vento encontrada neste estudo corresponde a 3.83 m.s^{-1} , haveria potencial para estabilização dos gradientes horizontais e de densidade, em relação aos ventos, em todo o período de estudo. Porém, quando se observa a velocidade máxima do vento (Tabela 3), o único valor inferior a 4 m.s^{-1} ocorreu em J5 (3 m.s^{-1}) mostrando haver condição propícia à ruptura dos gradientes em todo o período das demais coletas. A afirmação de Reynolds (1993), refere-se a condições de clima temperado, presumindo-se que sob as temperaturas mais altas subtropicais a ocorrência de condições favoráveis à estabilidade prolongada seja menos freqüente.

Esta represa além da estrutura morfológica favorável, conta ainda com atividades náuticas que constituem outro fator favorável a mistura da coluna d'água (Branco e Rocha, 1977). Beyruth e col. (dados inéditos) não encontraram estratificação térmica acentuada, sendo que as diferenças em geral situaram-se na faixa de décimos de grau centígrado, que de acordo com Wright (1936), podem ser rapidamente desfeitas.

Em relação ao movimento da água é também importante considerar o tempo de residência nas regiões estudadas da represa. O estudo realizado por Occhipinti (1973) mostrou que o tempo de residência da água tende a prolongar-se de montante para jusante, na represa de Guarapiranga. Este autor relata que próximo à barragem, na área onde situou-se o ponto 1, o tempo de residência da água varia entre 11 a 83 dias e na região onde situou-se o ponto 4, de zero a 27 dias e portanto, comporta-se mais como um ambiente lótico que o ponto 1, especialmente nos períodos em que o reservatório atinge seus menores níveis devido à captação de água para abastecimento, correspondente neste estudo, aos períodos de afluições mais intensas ocasionadas pela pluviosidade mais elevada. As diluições específicas, têm, por

definição e experiência, comportamento inverso ao do tempo de residência, segundo Occhipinti (1973), o que foi confirmado pelos totais iônicos e pela condutividade encontrados nos dois pontos de coleta. A mistura vertical tem profunda influência na organização espacial das comunidades aquáticas (Margalef, 1978), promovendo a homogeneização dos solutos e movimentando as algas ao longo do gradiente de luz.

A tendência para a seqüência de cátions e ânions, relatada por Wetzel (1983), para a América do Sul é de $\text{Ca} > \text{Na} > \text{K} > \text{Mg}$ e $[\text{HCO}_3]^{-1} > \text{Cl}^{-1} > [\text{SO}_4]^{-2}$ para um total de 31.00 mg.l^{-1} . Esta tendência é compatível com os resultados encontrados neste estudo, para os dois pontos de coleta; que reproduzem essa distribuição prevista para cátions e ânions, com um total de 33.42 mg.l^{-1} no ponto 1 e de 30.40 mg.l^{-1} no ponto 4. Os resultados obtidos diferem, entretanto, dos teores iônicos específicos reportados por Wetzel (1983), apresentando teores de $[\text{HCO}_3]^{-1}$ muito inferiores; os de cálcio e sulfato geralmente inferiores; os de sódio e cloretos mais elevados e finalmente potássio e magnésio semelhantes. Os acréscimos de sódio e cloreto confirmam aportes de esgoto (Beyruth, 1989).

Maier e Takino (1985) encontraram a seguinte seqüência iônica para represas próximas a grandes centros urbanos do Estado de São Paulo: $\text{Na} > \text{Mg} > \text{K}$ e baixos teores de cálcio. Para a represa de Guarapiranga, encontraram: $[\text{HCO}_3]^{-1} > \text{Cl}^{-1} > [\text{SO}_4]^{-2}$, durante as quatro estações do ano estudadas, e $\text{Na} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{K}$ em março, $\text{Na} > \text{Ca} > \text{K} > \text{Mg}$ em maio e agosto, e $\text{Ca} > \text{K} > \text{Na} > \text{Mg}$ em novembro, sendo que a ordem $[\text{HCO}_3]^{-1} > \text{Cl}^{-1} > [\text{SO}_4]^{-2}$ manteve-se no estudo atual, porém os conteúdos de $[\text{HCO}_3]^{-1}$ foram inferiores e os de Cl^{-1} e $[\text{SO}_4]^{-2}$ mais elevados que os encontrados pelas autoras citadas. A ordem dos cátions modificou-se, com aumento da proporção de sódio e cálcio, que mantiveram-se superiores a potássio e magnésio em todas as estações do ano. O conteúdo total de íons dominantes elevou-se. Estas diferenças refletem os aportes de origem antrópica, incluindo o de esgoto doméstico, mais acentuado nos últimos anos.

Comparando-se estes resultados com os obtidos por Beyruth e col. (no prelo), que realizaram estudos sazonais em 20 pontos da represa, verifica-se que os pontos 1 e 4 situam-se no compartimento de água aberta, cujo total de 33.10 mg.l^{-1} foi o mais próximo da somatória das medianas dos íons dominantes do conjunto dos 20 pontos da represa (33.70 mg.l^{-1}). Estes dados indicam que os dois pontos estudados neste trabalho representam bem as condições da represa, uma vez que os teores iônicos constituem um dos principais determinantes da produção fitoplancônica, tanto em qualidade quanto em quantidade. Este compartimento, quando comparado com os demais da represa, apresentou maior profundidade, transparência e

menores valores de turbidez, teores de amônio, alumínio e manganês (Beyruth e col., no prelo). No estudo mencionado os autores relatam também, que a seca de 1991 mostrou-se menos intensa que a de 1992. Em julho de 91, no pico da seca, a pluviosidade foi de 24.7 mm.dia⁻¹ com média anual de 159.9 mm.dia⁻¹. No pico da seca, em junho de 92, a pluviosidade foi de 8.2 mm.dia⁻¹ e a média anual de 125.5 mm.dia⁻¹. A seca mais acentuada de 1992 propiciou maior concentração das substâncias na água e em consequência densidades maiores do fitoplâncton.

A condutividade foi em geral mais elevada no ponto 1, o mesmo ocorrendo para oxigênio dissolvido, alcalinidade, dureza e conteúdo iônico total. A maior condutividade neste ponto decorre da maior concentração de nutrientes nesta área da represa, onde o período de retenção e a profundidade são maiores, o escoamento é superficial, houve ingresso das águas muito ricas em nutrientes do córrego de Itupu, Guavirutuba, do rio Embu-mirim e dos córregos Rio Bonito e Rio das Pedras. Além disto, os processos de liberação de nutrientes pelos organismos são mais acentuados devido ao constante combate às algas.

Entre os 20 pontos estudados por Beyruth e col. (no prelo), apenas o ponto 1, o mais próximo à captação para abastecimento, mostrou quantidades significativas de cobre na água.

Os valores mais elevados de alcalinidade e pH no ponto 1 são consequência da mais alta densidade de fitoplâncton, no entanto a taxa mais elevada de fotossíntese, que propiciou estes resultados, não foi suficiente para elevar a produção de oxigênio a valores superiores aos detectados no ponto 4. A alcalinidade da água corresponde a seu teor de sais de ácido carbônico. A disponibilidade freqüente de carbonatos insolúveis nas águas naturais e o papel desempenhado pelo gás carbônico no metabolismo dos vegetais aquáticos indicam a importância destes sais como fonte de carbono, sob a forma de bicarbonatos solúveis, freqüentemente de bicarbonato de cálcio (Dussart, 1966).

Os teores de oxigênio estiveram sempre acima de 4.0 mg.l⁻¹ e portanto, dentro dos limites considerados na legislação (CONAMA-20, 1986), como favoráveis ao desenvolvimento da vida aquática.

Os processos de decomposição biológica, expressos pelos valores da demanda bioquímica de oxigênio foram favorecidos no ponto 4, devido à ausência de sulfatação, que também é responsável pela diminuição do número de organismos decompositores, bactérias e fungos, devido à sua toxicidade (Damato e col., 1989). A cor, turbidez e metais pesados também apresentaram valores mais elevados no ponto 4, durante todas as estações, o que

resulta da exposição do solo nas áreas mais próximas a este ponto. Entretanto a lise celular das algas pelo efeito do sulfato de cobre aplicado, pode promover a liberação simultânea de grandes quantidades de nutrientes e matéria orgânica na coluna d'água no ponto 1.

A análise sazonal mostra que no ponto 1, a menor concentração ocorreu no primeiro período de seca, tanto para o conteúdo iônico total como para a condutividade, sendo que o primeiro elevou-se no início das chuvas, decaiu durante as chuvas intensas por diluição e consumo, elevando-se novamente até o final das coletas, alcançando o maior valor no segundo período de seca. Entretanto, no ponto 4, houve diluição durante as chuvas. Esta diferença mostra a influência da urbanização na região da bacia que contribui mais diretamente para os aportes recebidos pelo ponto 1.

No ponto 4 o conteúdo iônico total foi elevado no início das coletas, decaindo do início para o final das chuvas e as maiores concentrações foram encontradas, em ambos os pontos, no segundo período de seca. Os valores de fósforo e de condutividade acompanharam esta seqüência, da qual pode-se concluir que durante o segundo período de seca houve maior disponibilidade de nutrientes, devido à concentração. Neste ponto a maior diluição, expressa pelo teor iônico total mais baixo, ocorreu no período de chuvas intensas e não foi simultânea à menor condutividade, registrada no primeiro período de seca, quando as temperaturas mais baixas foram menos propícias à mineralização. Os teores totais dos metais: ferro, manganês, alumínio, zinco e cobre, estiveram mais elevados no ponto 4, exceto no segundo período de seca, quando apresentaram-se semelhantes em ambos os pontos.

O teor de sólidos totais em suspensão expressou a somatória de sólidos orgânicos e inorgânicos refletindo tanto os efeitos do desenvolvimento intenso da biomassa, quanto os aportes da bacia. Os resultados mostraram transparências mais elevadas nos períodos de seca, em ambos os pontos. A ausência de correlação entre transparência e pluviosidade no ponto 1 e as correlações negativas entre pluviosidade e transparência ou sólidos totais em suspensão no ponto 4, mostram que no ponto 1 a sulfatação e portanto a biomassa, influíram na transparência enquanto no ponto 4, a pluviosidade foi o fator mais importante nesta determinação. As correlações negativas entre transparência e pluviosidade e entre transparência e turbidez verificadas no ponto 4, decorrem do carreamento de material da bacia para a represa, nos períodos de maior intensidade pluviométrica.

A dureza e a alcalinidade estiveram em geral mais elevadas nos períodos de maior intensidade pluviométrica, quando as temperaturas foram mais elevadas.

O grande número de correlações positivas, apresentadas pela maior parte dos nutrientes, com a pluviosidade, temperatura ou com parâmetros que atingiram valores mais expressivos nos mesmos períodos, demonstram a importância dos eventos climáticos para a qualidade da água. O período de chuvas favoreceu a disponibilidade de nutrientes para os consumidores primários, indicando a importância daqueles eventos também para a produtividade algácea. Representaram exceções o nitrato especialmente no ponto 4, o alumínio e o ferro. O alumínio e o ferro apresentaram correlações que indicam entradas em consequência da elevação da cota da represa e portanto de aportes do solo exposto da bacia de drenagem, por desmatamentos, refletindo a importância da influência antrópica na qualidade da água, tanto pela degradação da bacia como pela operação da represa. A correlação entre a turbidez e os teores de alumínio, no ponto 4, resulta possivelmente, do desmatamento das margens e da consequente exposição do solo na região próxima a este ponto, que havia sido associada anteriormente a ingressos de alumínio por Beyruth e col. (no prelo). A disponibilidade de nitrato foi maior nos períodos de temperaturas mais baixas, devido ao menor potencial de atividade biológica.

No ponto 1 o maior teor de nutrientes, a menor taxa de fluxo e o maior volume de água, favorecendo uma maior estabilidade, permitiriam teoricamente, um desenvolvimento algáceo quantitativo e qualitativo mais acentuado que no ponto 4. Em contrapartida, a aplicação de sulfato de cobre e as saídas da água captada, deveriam constituir-se em fatores de inibição, impedindo que a comunidade fitoplancônica atingisse uma estabilidade mais prolongada, entretanto a resultante destas condições proporcionou o desenvolvimento mais acentuado no ponto 1.

Beyruth e col. (no prelo) consideram que houve um decréscimo acentuado da qualidade da água desde o estudo de Maier e Takino (1985) até este período, permitindo concluir que atualmente os teores iônicos desta represa refletem mais o uso e ocupação do solo, do que os padrões iônicos naturais decorrentes da conformação geológica da bacia de drenagem.

6.2. COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA

Os estudos da comunidade fitoplanctônica são indispensáveis em avaliações dos ambientes aquáticos, pois estes organismos são o primeiro elo com o ambiente abiótico, constituindo-se na principal porta de entrada da matéria e da energia, através da produção primária, na cadeia trófica das regiões de água aberta. Esta é a comunidade-base da cadeia alimentar e portanto a produtividade dos elos seguintes depende da sua biomassa, bem como de outras alterações que essa comunidade impõe ao ambiente.

O estudo do fitoplâncton tem importância intrínseca sob os aspectos ecológicos e de saneamento. Sob o aspecto ecológico Sommer (1989) afirma que muitas das abordagens clássicas da teoria ecológica podem ser desenvolvidas através de pesquisas ambientais e experimentais mais facilmente nas comunidades fitoplanctônicas que nas demais comunidades:

1. amostras representativas podem ser obtidas sem dificuldades; estimativas de abundância, biomassa e produtividade são mais confiáveis que em qualquer outra comunidade, a despeito da propriedade do plâncton de formar “nuvens”;

2. o cultivo de muitas das espécies é relativamente fácil. Devido às dimensões corpóreas reduzidas, ao reduzido tempo de geração e às altas taxas de crescimento, as necessidades de tempo e espaço para realizar experimentos são bastante modestas, possibilitando o uso de populações com milhões de indivíduos, o que exclui a indesejável influência da variabilidade inter-individual;

3. a velocidade do crescimento populacional permite a produção de seqüências sucessionais dentro de uma só estação sazonal, que contém tantos estágios quanto as sucessões da vegetação terrestre perfazem no curso de séculos.

Estes fatores facultam observações diretas, reproduzíveis, enquanto os ecologistas da vegetação terrestre têm que basear-se em evidências indiretas, provenientes de estudos paleoecológicos, ou têm que assumir artificialmente que a vegetação de diferentes locais representa diferentes estágios da mesma seqüência. Além das afirmações de Sommer (1991) é importante considerar que a comunidade fitoplanctônica exhibe sobre os estudos de outras comunidade aquáticas microscópicas, a vantagem de apresentar uma imensa diversidade morfológica o que as diferencia da maioria das bactérias e permite distinguir os grupos taxonômicos e as várias estratégias adaptativas através da observação microscópica direta, não havendo necessidade de realizar avaliações fisiológicas para identificação das espécies, como se faz para identificar as bactérias. Além disto também apresenta geralmente riqueza específica e densidades populacionais mais elevadas que a comunidade zooplanctônica, possibilitando um maior conteúdo de informação por volume de água amostrado.

6.2.1. METODOLOGIAS DE AVALIAÇÕES QUANTITATIVAS

As dificuldades de elaboração de normas técnicas que atendam a grande maioria dos objetivos dos estudos do fitoplâncton aplicados ao saneamento, tornam oportuna a discussão da metodologia comumente utilizada.

Os métodos de avaliação quantitativa utilizados neste trabalho, tanto para densidade (densidade de células e de organismos), como para biomassa (bioárea e biovolume) mostraram que a densidade de organismos é útil na determinação do biovolume, mas não apresentou significado próprio especial, uma vez que subestimou a importância das algas que atingiram densidades populacionais elevadas, como foi o caso das espécies encontradas de *Dictyosphaerium* e de *Aphanocapsa*. Nesta depreciação perdeu-se informação sobre uma das características fundamentais para avaliações sanitárias, que é a noção sobre a capacidade reprodutiva ou de geração de novas células e indivíduos de cada espécie. As algas não têm necessidade de produzirem tecidos de sustentação, sendo que todas as células vegetativas podem contribuir para a produtividade líquida (Reynolds, 1987), desta forma, o número de células informa sobre a capacidade de multiplicação de cada espécie. A contagem considerando número de células, provê maior conteúdo de informação por si, especialmente quando não se avalia o biovolume. A correlação entre os resultados destes dois métodos estimativos da densidade mostrou-se baixa ($r_s=0.22$ $P=0.0022$ para o ponto 1 e $r_s=0.19$ e $P=0.0140$ para o ponto 4) e portanto elas não podem ser consideradas alternativas, mas complementares.

A avaliação quantitativa da biomassa em unidade padrão de área por mililitro (utilizada pelos órgãos de controle ambiental em São Paulo), correspondente a $400 \mu\text{m}^2 \cdot \text{ml}^{-1}$ mostrou elevada correlação com a estimativa do biovolume ($r_s=0.85$ $P=0$ no ponto 1 e $r_s=0.86$ $P=0$ no ponto 4). A estimativa da bioárea envolve menor tempo de trabalho de microscopia, uma vez que pode ser efetuada simultaneamente às determinações das densidades. Porém não é comparável com os dados da literatura produzida em outras instituições nacionais ou internacionais, além de envolver erros na estimativa da biomassa. Sugere-se então, que para os principais corpos d'água estudados por aquelas instituições, sejam levantados e armazenados dados de biovolume por espécie, formando-se bancos de dados atualizados com frequência adequada, que possibilitariam gerar informação de melhor qualidade com menor período de análise.

Outro fato a considerar na escolha do método de contagem é a relação a ser preservada durante a comparação entre amostras. Os objetivos deste trabalho de cunho sanitário e ecológico levaram à necessidade de comparar as amostras quanto a diversidades e riquezas de

espécies, atributos muito importantes em estudos de impactos ambientais (Hellawell, 1989). Desta forma houve-se por bem comparar o fitoplâncton de amostras de igual volume de água da represa, mantendo-se igual procedimento de análise para todas as amostras, independente das suas densidades. Esta forma de quantificar, embora trabalhosa, permite comparar riquezas e diversidades das amostras (Margalef, 1983 e Eloranta, 1993) e também permite preservar a relação entre quantidade de algas e volume de água, muito importante em estudos de represas destinadas ao abastecimento, embora possa subestimar o biovolume das espécies mais raras.

6.2.2. COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA

O controle algáceo efetuado através da aplicação do sulfato de cobre na represa de Guarapiranga, dificulta tecer considerações sobre aspectos biogeográficos quanto à sua composição florística. Porém, apesar deste controle, a composição da ficoflora mostrou elevada complexidade quanto a riqueza, com mais de 170 espécies presentes nos dois pontos de amostragem, das quais 30 a 46 chegaram a ocorrer numa única amostra, conforme expresso novamente a seguir, para facilitar a visualização:

QUADRO DA COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA DA REPRESA DE GUARAPIRANGA, 1991-92.

Número de táxons de cianofíceas (CYA); clorofíceas (CHL); euglenofíceas (EUG); bacilariofíceas (BAC); crisofíceas (CHR); criptofíceas (CRY); dinofíceas (DIN); zignemafíceas (ZYG) e total (T), máxima (máx); mínima (mín); média (méd) e total (tot).

	P1 (56 semanas)				P4 (56 semanas)			
	máx	mín	méd	tot	máx	mín	méd	tot
CYA	5	0	1	14	4	0	1	9
CHL	28	3	13	88	19	2	10	81
EUG	3	0	1	12	3	0	1	13
BAC	6	0	3	17	8	0	3	20
CHR	3	0	1	11	3	0	1	12
CRY	3	0	1	7	3	0	2	8
DIN	0	0	1	1	3	0	1	11
ZYG	6	0	2	32	6	0	1	23
T	46	8	23	183	30	7	19	177

Wetzel (1983) chama a atenção para o número elevado de clorococcales nos lagos em processo de eutrofização. Estas algas também são citadas por Thunmark (1949, apud Coesel, 1983) como abundantes em ambientes eutróficos. A riqueza mais elevada de clorococcales na comunidade fitoplanctônica de ambientes aquáticos lênticos, eutrofizados, do Estado de São Paulo também é observada nos trabalhos de Xavier e col. (1985), Lemos e col. (1993), Beyruth e Pereira (1994), entre outros.

As zignemaficeas, entretanto, mostram maior riqueza em ambientes oligotróficos (Coesel, 1983). Verificou-se ocorrência de riqueza elevada destas algas na Guarapiranga, nos períodos de chuvas intensas, havendo indícios da possibilidade de algumas das espécies serem provenientes do perífiton das margens ou dos bancos de macrófitas existentes nas entradas dos tributários. Coesel, no trabalho citado, relata que as desmídias podem ser trazidas destes habitats originais para o plâncton, nele persistindo, porém sem reproduzir-se.

A amplitude entre o número máximo e mínimo de riqueza específica das amostras é grande, quando comparado com outros lagos tropicais e sub-tropicais: Lago Lanao max.=51, mín.=36; Lago Monte Alegre max.=61, mín.=37.; Lago Los Matadores max.=59, mín.=25, 1980, Lago Naivasha máx.=71, mín.=37, (Lewis, 1978a, Silva, em prep, Garcia de Emiliani, Kalff e Watson, 1986, respectivamente, apud Huszar, 1994), demonstrando a instabilidade do ecossistema de Guarapiranga. O Lago Batata mostrou amplitude maior: máx.=49, mín.=0, por tratar-se de um lago impactado por rejeitos de bauxita e sujeito a grandes flutuações de nível, segundo Huszar (1994), que conclui em seu estudo sobre os aspectos biogeográficos da composição florística de lagos tropicais, que as comparações realizadas ressaltam a necessidade de ampliar este conhecimento

Este trabalho vem demonstrar a necessidade de estender estes estudos para represas, incluindo avaliações da variação da composição florística face às variáveis ambientais e impactos a que estes ambientes estejam submetidos.

As dúvidas relatadas por Payne (1986) sobre haver ou não tendência de aumento da diversidade do fitoplâncton com a proximidade do Equador e sobre a possibilidade de generalizar as conclusões de Lewis (1978a), de haver menor riqueza de espécies fitoplanctônicas nos ambientes tropicais que nos temperados, somente poderão ser comprovadas através da ampliação destes estudos.

6.2.3. ESTRATÉGIAS ADAPTATIVAS E AS SEQUÊNCIA DE DOMINÂNCIAS

A luz, os nutrientes e outros fatores abióticos (temperatura, elementos-traço, substâncias tóxicas) e fatores bióticos (micróbios heterótrofos, patógenos, parasitas, herbívoros e indiretamente seus predadores) influem na composição específica do fitoplâncton. As interações e alterações simultâneas de tantas variáveis, tornam difícil realizar previsões de dominâncias no nível das espécies, porém as respostas da comunidade a um determinado conjunto de condições ambientais, podem ser previsíveis com elevado nível de probabilidade, quando as espécies são agrupadas por características morfológicas e fisiológicas semelhantes (Reynolds, 1987). A taxa de incremento das algas, relacionada à quantidade de nutrientes disponíveis e de luz é limitada pela probabilidade de serem desviadas para fora da zona fótica ou de serem ingeridas por animais. As diferentes estratégias que permitem a sobrevivência podem ser previstas de acordo com a organização geral do ecossistema e devem ser consideradas em termos probabilísticos (Margalef, 1978).

Estratégias adaptativas são definidas por Reynolds (1988) como características morfológicas, fisiológicas, reprodutivas e comportamentais, que evoluíram entre as espécies e populações, sendo melhor sucedidas em determinadas condições ambientais do que as demais estratégias.

Lewis (1978c) relata que a distribuição das espécies no Lago Lanao mostrou relação com a turbulência da água e a morfologia e motilidade dos organismos.

A movimentação da água controla as comunidades planctônicas, porém o uso dos nutrientes, o crescimento, a herbivoria e a sedimentação distinguem a eficiência de sobrevivência das algas e suas formas de vida. Estes organismos, sendo em geral autotróficos, tem crescimento dependente da disponibilidade de luz, gás carbônico e nutrientes, cujo aproveitamento eficiente e simultâneo, requer sua permanência em suspensão na coluna d'água. Isto pode ser conseguido através de sua incorporação passiva às correntes ou através de mecanismos de redução da densidade excessiva; do aumento da razão superfície por volume corpóreo; da existência de estruturas ou forma corpórea que ampliem a resistência por atrito com a água circundante, ou da ocorrência de motilidade, que propicia renovação do meio e portanto dos nutrientes ao redor das células (Reynolds, 1993).

As características consideradas como estratégias adaptativas neste estudo foram tamanho, forma, motilidade e rigidez do envoltório celular dos organismos.

A maior parte dos componentes celulares apresenta densidade maior que a da água e apenas os lipídeos, que raramente contribuem com mais que dez por cento do peso seco da célula, apresentam densidade inferior (Reynolds, 1993). As células do fitoplâncton são

normalmente mais densas que a água e tendem a afundar. A única exceção, de acúmulo de lipídeos suficiente para sustentar a flutuação, foi registrada para *Botryococcus braunii* (Reynolds, 1993). A presença de vacúolos gasosos também aumenta a capacidade de flutuação, como é o caso para algumas cianofíceas. Estas estratégias não demonstraram importância nas espécies bem representadas deste trabalho.

A secreção de mucilagem pode reduzir a taxa de sedimentação, mas é compensada pelo aumento do tamanho. Segundo Reynolds (1993) a mucilagem é constituída por uma rede de polissacarídeos hidrófilos, capazes de conter grande quantidade de água, cuja densidade não sustentaria flutuação positiva por ser muito próxima à da água. Entretanto a mucilagem provê uma certa redução da densidade e pode servir para impedir a herbivoria, além de proteger contra as alterações imediatas do ambiente, garantindo uma reserva provisória de nutrientes. Na represa de Guarapiranga as algas com envoltório gelatinoso atingiram elevadas densidades e biovolumes.

Alta razão superfície corpórea por volume, facilita a absorção de nutrientes e sua difusão intracelular. Em ambientes ricos em nutrientes, as células pequenas com alta razão de área superficial por volume, podem multiplicar-se mais rapidamente que as células maiores (Margalef, 1978). A razão superfície por volume decresce com o aumento das dimensões celulares e uma forma de evitar a perda da superfície relativa é o distanciamento da forma esférica.

O tamanho reduzido é vantajoso por permitir suspensão prolongada, mas o aumento das dimensões não é necessariamente contraproducente. O aumento da área superficial pela distorção da forma (desenvolvimento de colônias ou de estruturas elaboradas), evidencia a existência de outras pressões de seleção natural, atuantes sobre a forma e o tamanho dos organismos fitoplancônicos. Maior dimensão seria vantajosa para aumentar a resistência contra a herbivoria, ampliar a eficiência tanto dos processos fotossintéticos (pelo aumento da distribuição dos pigmentos fotossintéticos, mais eficiente sob condições de redução da luminosidade), como do aproveitamento hidrodinâmico. A herbivoria é exercida principalmente por cladóceros, calanóides e rotíferos, que são organismos filtradores. Muitas espécies do zooplâncton apresentam preferências alimentares definidas, mas a seletividade é altamente dependente do tamanho das partículas alimentares, sendo que a maioria dos rotíferos restringe-se a partículas com a maior dimensão linear (MDL ou GALD) menor que 15 μm . Alguns cladóceros podem ingerir partículas cujo eixo principal é maior que 60 μm , no caso de filamentos flexíveis de pequeno diâmetro (Reynolds, 1993). Geralmente, a literatura sobre o fitoplâncton, não considera a herbivoria pela fauna ictíca, cuja maioria das fases jovens é

planctófaga. Carmichael (1992) considera que a fauna ictífica pode ser bastante eficiente no consumo de algumas cianofíceas como *Microcystis*.

A presença de flagelos pode contribuir tanto para a motilidade (Reynolds, 1993), como para renovar a água ao redor do organismo, facilitando o contato com os nutrientes, por romper gradientes ao redor da célula (Wetzel, 1983). Nas águas naturais sempre existe um gradiente luminoso e se houver estratificação térmica, pode haver gradientes de nutrientes, ambos podendo ser explorados pelas algas dotadas de motilidade. Os estudos atuais sobre os recursos limitantes tem dado mais atenção à micro-heterogeneidade da distribuição dos nutrientes na água (Sommer, 1988b). Margalef (1978) afirma que a motilidade relativa à água circundante é vantajosa inclusive em ambientes homogêneos, pois permite aos organismos escaparem das zonas com depleção de nutrientes, renovando a água ao seu redor. A quimotaxia, um campo ainda inexplorado de pesquisa quanto à nutrição, talvez possa prover informações muito úteis sobre a sobrevivência das algas em ambientes pobres em nutrientes (Sommer, 1988b).

Wetzel (1983) relata que *Gymnodinium* pode mover-se com velocidade de até um metro por hora, elevando-se na coluna d'água, à tarde, e afundando quando há aumento da intensidade luminosa. Segundo Reynolds (1993), a velocidade de organismos do fitoplâncton situa-se na ordem de 0.1 a 1.0 mm.s⁻¹, incapacitando-os a superarem correntes ou turbulência com velocidades uma a duas ordens de grandeza superiores a estes valores. Entretanto o mesmo autor afirma que esta motilidade pode ter importância nos movimentos verticais, mais eficientes em camadas não turbulentas. As espécies adaptadas a vicejar e persistir sob baixas concentrações de nutrientes, em geral devem estar adaptadas a baixa turbulência, o que requer alguma motilidade, segundo Margalef (1978).

Considerou-se motilidade apenas para os organismos flagelados, entretanto, há relatos de motilidade própria para outros grupos de algas.

A presença de vacúolos gasosos é um importante mecanismo para a flutuação das cianofíceas que os produzem (Reynolds, 1993). Na represa de Guarapiranga, entre as espécies de cianofíceas importantes, tanto em densidade como em biovolume, esta característica não chegou a assumir papel importante. As cianofíceas que se destacaram foram as formas coloniais com envoltório mucilaginoso como as espécies encontradas do gênero *Aphanocapsa*. Em *Oscillatoria subtilissima* não foi possível verificar a presença de vacúolos gasosos. Entretanto verificou-se a ocorrência de exemplares de *Anabaena solitaria* apresentando vacúolos gasosos bem evidenciados, nas amostras obtidas através de filtração, utilizadas apenas para a identificação das espécies, o que leva a supor que esta espécie estivesse presente

em densidades significativas nos estratos inferiores da coluna d'água.

Drum e Hopkins (1965) relatam que cianofíceas ejetam materiais extracelulares e algumas desmídias podem secretar mucilagem a partir de um poro apical, ambos os processos resultando em locomoção sem cílios, flagelos ou estruturas análogas para impelirem os organismos através da água.

Nas diatomáceas parece haver regulação fisiológica permitindo manterem-se em suspensão, pois células mortas têm maior taxa de sedimentação, segundo Reynolds (1993). Bourrelly (1981) menciona como espetacular, o deslocamento da diatomácea *Cylindrotheca* na água e Pickett-Heaps e col. (1991, apud Cohn e Disparti, 1994) relatam movimentos lentos na água, para diatomáceas arafídeas. A necessidade de secreção de mucilagem durante o movimento é considerada uma das razões para explicar porque a motilidade, em geral, restringe-se às diatomáceas arafídeas. O contato entre rafe e substrato, mesmo com partículas em suspensão na água, seria necessário para motilidade. O movimento das diatomáceas aumenta a oportunidade de absorver nutrientes por processos de convecção, assegurando a continuidade da renovação da camada de água em contato com a célula (Boney, 1975). Se as diatomáceas arafídeas podem ou não utilizar o mesmo mecanismo de locomoção no substrato (produzindo correntes através da rafe) quando estão em água aberta, renovando assim a água ao seu redor, ainda é uma incógnita, mas, supondo que sim esta habilidade seria muito útil em ambientes com limitação de nutrientes.

Nos ambientes com baixos teores de nutrientes, a motilidade mesmo quando lenta, facilita a renovação da água em contato com a célula e em consequência, a nutrição. Quanto mais efetiva ou rápida a locomoção, maior seu custo energético e portanto a motilidade rápida seria útil apenas em ambientes com heterogeneidade espacial significativa, quanto aos teores de nutrientes. Nos organismos flagelados, segundo o próprio Boney (1975), haveria um dispêndio apreciável de energia se a ação do flagelo fosse a única forma de manter-se em suspensão, havendo também o auxílio de gotículas de óleos e outras substâncias menos densas que a água circundante.

Ambientes mais turbulentos geralmente associam-se a ingressos elevados de nutrientes e portanto, a motilidade própria torna-se dispensável, pois requer um custo energético melhor aproveitado para crescimento e reprodução.

O estado fisiológico das células influi na velocidade de sedimentação, pois células mortas ou senescentes de diatomáceas sedimentam de três a cinco vezes mais rapidamente que as células viáveis (Reynolds, 1993) e segundo o mesmo autor, Margalef (1957) afirma que a viscosidade do meio adjacente pode ser alterada por variações nas cargas elétricas produzidas

na parede celular.

Projeções e irregularidades da superfície celular, distorções da forma esférica e formas mais elaboradas podem reduzir de duas a cinco vezes a taxa de sedimentação. A sedimentação passiva é considerada eficiente na absorção de nutrientes pois resulta na troca contínua da água em contato com as células (Margalef, 1978).

A forma pode dificultar herbivoria e também favorecer a permanência em suspensão: organismos filamentosos podem preservar alta razão superfície por volume e ao mesmo tempo dificultar a predação. Colônias ou cenóbios maiores, com envoltório gelatinoso, também dificultam a predação (Sommer, 1988b).

Formas mais elaboradas podem aumentar a eficiência da distribuição dos pigmentos fotossintéticos na célula. A atenuação da forma cilíndrica permite aumento de até dez vezes no volume, sem alterar a taxa de sedimentação (Reynolds, 1993). As formas atenuadas foram bem representadas neste estudo, especialmente pelas diatomáceas e algumas clorofíceas como *Monorapidium*. As formas elaboradas também podem permitir uma melhor orientação da célula em relação a correntezas e quanto mais entranhada na correnteza, maior pode ser o tempo de permanência da célula em suspensão.

Na represa de Guarapiranga as densidades de organismos dotados de ornamentação elaborada, capazes de aumentarem a razão mencionada ou a resistência à sedimentação por atrito com a água, não foram significativas. Houve predomínio de formas menores, esféricas ou alongadas na maior parte do período estudado.

A presença de envoltório rígido parece atender a outros princípios seletivos. As vantagens relacionadas à presença de frústulas silicosas foram associadas ao aproveitamento da luz, permitindo a sobrevivência em ambientes com elevada turbidez, onde a exposição à luz destes organismos mais pesados é favorecida e à proteção contra choques mecânicos, associados a ambientes de turbulência e turbidez mineral elevadas, provendo também proteção para sobrevivência nas zonas mais próximas ao substrato sólido do fundo. Outras vantagens que poderiam ocorrer seriam maior proteção contra predação ou contra digestão, aumento da área superficial e a facilidade de sedimentação, que possibilita renovação do meio circundante.

Um último fator a considerar é a habilidade das espécies sobreviverem a períodos de condições ambientais desfavoráveis, mantendo o inóculo potencial, capaz de explorar o retorno das condições mais favoráveis, o que constitui outro importante aspecto da estratégia das algas planctônicas. O consumo luxuriante de nutrientes, a formação de cistos de resistência, o aumento da taxa de sedimentação, as migrações verticais, podem constituir as estratégias de manutenção da viabilidade dos inóculos para resistirem às condições desfavoráveis (Reynolds, 1988).

O estudo das estratégias adaptativas relaciona-se ao da sequência das espécies, pois as alterações ambientais ou o próprio desenvolvimento da comunidade são determinantes na definição das estratégias favorecidas nas novas condições, imediatas às alterações ambientais (alogênicas) ou geradas pelo desenvolvimento da própria comunidade (autogênicas).

Quanto aos efeitos das alterações promovidas por distúrbios ambientais não catastróficos, podem ser consideradas duas possibilidades relacionadas à frequência e intensidade dos distúrbios (Reynolds, 1993):

mudança - quando um distúrbio severo ou prolongado ocorre num estágio sucessional inicial podendo levar ao início de um novo processo de sucessão;

reversão - quando um distúrbio leve ou breve ocorre em estágios sucessionais tardios e apenas suspende temporariamente o andamento do processo, de forma que muito da informação remanescente será utilizada para retornar a uma sucessão similar.

Margalef (1958 apud Sommer, 1981) delineou um padrão geral para a sucessão do fitoplâncton iniciando-se com espécies de ciclo de vida curto, alta taxa reprodutiva e biovolume reduzido, seguidas por espécies de tamanho médio com taxa de crescimento intermediária e finalmente por espécies grandes, de crescimento lento com elevada habilidade competitiva, freqüentemente com necessidades de micro-nutrientes orgânicos (alo-auxotróficas). Esta é uma sequência de r- para K-estrategista, possível em lagos com tempo de retenção elevado e estratificação térmica estável e portanto não esperada para a represa de Guarapiranga. As espécies r-estrategistas são favorecidas em ambientes ricos em nutrientes, submetidos a alterações constantes e as espécies K-estrategistas em ambientes estáveis, pobres em nutrientes livres. O conceito original baseou-se na equação logística do crescimento, r sendo a taxa intrínseca de crescimento e K o limite superior da curva de crescimento, ou a capacidade de carga do ambiente para as espécies de interesse. Tornou-se usual referir-se a espécies favorecidas pela seleção r , como r-estrategistas e as favorecidas pela seleção K , como K-estrategistas (Sommer, 1981).

Para definir as estratégias das espécies do fitoplâncton em relação ao grau de estresse por limitação de nutrientes e em relação a frequência de distúrbios, Reynolds propõe a aplicação da terminologia de Grime (1979, apud Reynolds, 1988), fazendo a analogia desta terminologia, com a utilizada por Margalef, definindo as espécies como C-estrategistas ou competidoras, S-estrategistas ou estresse tolerantes e R-estrategistas ou ruderais, relacionando-as às características ambientais, conforme expresso no esquema a seguir.

ESQUEMA DAS CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS E FISIOLÓGICAS DAS ESPÉCIES E AMBIENTE PARA AS ESTRATÉGIAS C-, R-, S (Reynolds, 1988).

CARACTERÍSTICAS DAS ESPÉCIES: atuação; tamanho; área superficial por volume: $S.V^{-1}$ (μm^{-1}); máxima dimensão linear - GALD (μm); biovolume BVL (μm^3); motilidade; eficiência fotossintética [$\mu moles\ C\ (mg\ Chlo.\ a).\ m^{-1}\ mol\ fóton^{-1}.\ m^2$]; área projetada $Kc[m^2(mg\ Chlo\ a)^{-1}]$; taxa de crescimento máximo ($20^\circ C$), r'_{max} [d^{-1}]; taxa de absorção celular do fósforo, relativa a r'_{max} ($\mu M \cdot 10^9\ célula^{-1}.d^{-1}$); sensibilidade térmica de r , Q_{10} ; dose limiar de exposição (DLE) à intensidade de saturação de luz [$h.d^{-1}$]; taxa de sedimentação mínima [$m.d^{-1}$]; suscetibilidade à herbivoria; aproveitamento de recursos; atividade metabólica; reprodução; perdas por sedimentação.

CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS: temperatura; luz; vento; turbulência; nutrientes.

ATUAÇÃO
TAMANHO
 $S.V^{-1}$
GALD
BVL
MOTILIDADE
EFICIÊNCIA FOTOSSINTÉTICA
ÁREA PROJETADA
TAXA MÁXIMA DE CRESCIMENTO
TAXA DE ABSORÇÃO CELULAR DO FÓSFORO
SENSIBILIDADE TÉRMICA
DLE A INTENSIDADE DE SATURAÇÃO DE LUZ
TAXA MÍNIMA DE SEDIMENTAÇÃO
SUSCETIBILIDADE À HERBIVORIA
APROVEITAMENTO DOS RECURSOS
ATIVIDADE METABÓLICA
REPRODUÇÃO
PERDAS POR SEDIMENTAÇÃO

TEMPERATURA
LUZ
TURBULÊNCIA
NUTRIENTES

ESPÉCIES-C

competidoras, oportunistas

pequeno
0.3-3.0
3-80
5-5000
facultativa
até 1.5
< 0.012
0.8-1.8
0.2-0.5
2.2-3.2
3-8
geralmente << 0.6
1
rápido
intensa
rápida (velocidade adaptadas)
menos suscetíveis

CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS

amplo espectro
sensíveis (maior insolação, águas claras)

capacidade de armazenar

ATUAÇÃO

TAMANHO

$S.V^{-1}$

GALD

BVL

MOTILIDADE

EFICIÊNCIA FOTOSSINTÉTICA

ÁREA PROJETADA

TAXA MÁXIMA DE CRESCIMENTO

TAXA DE ABSORÇÃO CELULAR DO FÓSFORO

SENSIBILIDADE TÉRMICA

DLE A INTENSIDADE DE SATURAÇÃO DE LUZ

TAXA MÍNIMA DE SEDIMENTAÇÃO

SUSCETIBILIDADE À HERBIVORIA

APROVEITAMENTO DOS RECURSOS

ATIVIDADE METABÓLICA

REPRODUÇÃO

PERDAS POR SEDIMENTAÇÃO

ESTRATÉGIA REGENERATIVA

TEMPERATURA

LUZ

TURBULÊNCIA

NUTRIENTES

ESPÉCIES-S

tolerantes a limitação dos recursos

grandes

0.03-0.3

30-500

10000-10000000

sim

<0.5

<0.013

0.2-0.9

0.4-0.9

2.4-4.4

>5

0

geralmente < 3

lento

lenta

lenta

menos suscetíveis

maior potencial de recrutamento

CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS

mais sensíveis limitação por temperatura que por luz

menos sensíveis

alta capacidade de armazenar nutrientes

ESPÉCIES-R-

ruderais

distúrbio tolerantes/dependentes

intermediárias,

preservando a taxa SA/V

0.3-2.0

10-300

500-100000

maioria não

0.4-1.0

<0.011

0.8-1.8

0.1-0.7

1.9-3.4

3-6

geralmente 0.2-1

geralmente < 6

rápido

rápida

rápida

CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS

menos sensíveis

menos sensíveis

tolerantes ou dependentes

A evolução do fitoplâncton deve estar relacionada, de forma muito importante à maneira de exploração das várias possibilidades disponíveis. Diferentes espécies podem atingir taxas semelhantes de sobrevivência, combinando diferentes estratégias, ainda que de acordo com a teoria ecológica clássica, as estratégias devessem ser predominantemente divergentes. Margalef (1978) argumenta que as estratégias são impostas de uma forma considerável pelas propriedades físicas do ambiente. Os mecanismos de seleção natural fazem com que a estratégia predominante entre as algas seja o reflexo da dinâmica do ambiente em que vivem.

O estudo da comunidade fitoplanctônica é enriquecido pela discussão das estratégias adaptativas, quando se pretende gerar informações que permitam realizar previsões (Reynolds, 1987). As estratégias adaptativas das algas do fitoplâncton de Guarapiranga virão a ser discutidas em relação à distribuição espacial (horizontal) e à temporal sazonal, nos próximos itens deste trabalho.

6.2.4. CARACTERÍSTICAS DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA

Ravera (1983) afirma que estrutura e biomassa da comunidade fitoplanctônica expressam melhor o estado trófico de um corpo d'água do que os elos posteriores da cadeia trófica, que são dependentes do fitoplâncton e indiretamente, dos teores de nutrientes disponíveis.

Em ambos os pontos houve uma tendência de aumento da densidade de outubro de 1991 em diante. O biovolume aumenta muito em novembro e dezembro e mantém menor amplitude de variação após este período do que nos períodos anteriores a novembro. Estes resultados mostram as respostas da comunidade fitoplanctônica aos acréscimos de nutrientes relacionados ao início e continuidade do período das chuvas.

A tendência para a riqueza das espécies foi de apresentar maior amplitude de variação até novembro e daí em diante aumentar de valor e/ou reduzir a amplitude de variação. A uniformidade no ponto 1 teve grande amplitude de variação até dezembro, aumentando e se estabilizando a partir de então. No ponto 4 foi mais elevada até outubro quando a amplitude de variação aumentou, decresceu em novembro e elevou-se novamente a partir de janeiro.

As taxas de alteração são mais estáveis e elevadas até o final de setembro e a partir deste mês aumentam a amplitude de variação, que atinge maiores dimensões durante as alternâncias de dominância entre as florações, em ambos os pontos. Em geral atingiram valores mais elevados no ponto 4. O aumento da taxa de alteração indica que uma nova espécie ou um novo grupo de espécies está em ascensão, encaminhando-se para a dominância. Quanto menor for a tendência para dominância, menor será amplitude de variação destas taxas (Reynolds, 1993),

indicando ambiente mais estável quanto à ocorrência de distúrbios. Quedas destas taxas e valores mais baixos refletem uma comunidade mais conservativa. Em sucessões autogênicas seria esperado teoricamente que as alterações da comunidade fossem mais graduais, sem rupturas abruptas.

É interessante observar que há alguns casos de diferenças entre os resultados quanto às taxas de alteração aplicadas para biovolume em relação as de densidade: isto ocorre em AG15, N26, N27, D33 no ponto 1 e AG15, D33, F41 no ponto 4, casos em que os picos da taxa de biovolume foram inversos, menores que os de densidade; neste caso a alteração da densidade aumentou simultaneamente ao decréscimo na alteração do biovolume (biovolume mais conservativo que a densidade). Ocorreu o inverso em JA34 e MR42 no ponto 1 e em AG14, JA34 e MR42 no ponto 4, quando o pico da taxa de biovolume foi maior, mostrando que as alterações da comunidade quanto ao biovolume nem sempre correspondem as de densidade. Isto confirma a afirmação de Reynolds (1993) de que a densidade não é suficiente para avaliar as alterações da comunidade, pois as células diferem muito quanto às dimensões e contribuem de formas diferentes para a comunidade como um todo.

Quanto a distribuição do biovolume nas classes de tamanho, observou-se que a contribuição do macroplâncton foi inexpressiva em ambos os pontos. No ponto 1 a contribuição do microplâncton apresentou amplitude de variação elevada entre maio e outubro e de janeiro (J34) em diante; foi mais expressiva entre novembro N26 e dezembro D33, durante as florações de *Dictyosphaerium ehrenberghianum* e *Aphanocapsa elachista*. Portanto sua contribuição foi mais acentuada nos períodos de chuva, indicando dependência da elevação dos teores de nutrientes, temperatura, pluviosidade e turbulência. A contribuição do microplâncton foi mais expressiva no ponto 4 do que no ponto 1 e sua contribuição foi muito elevada durante novembro e dezembro. O efeito mais acentuado da chegada do verão no Hemisfério Norte, que em maior ou menor extensão parece ser semelhante em latitudes mais baixas, é que a elevação da temperatura promove o aumento relativo das taxas de assimilação de todas as algas, especialmente das espécies maiores, com baixa razão superfície por volume. O potencial para o crescimento é ampliado e pode ser efetivo não apenas quanto ao aumento da biomassa total, mas também quanto ao aumento do número das espécies competidoras (Reynolds, 1993).

O nanoplâncton mostrou aumento a partir de janeiro, culminando em F39 com elevados biovolumes de *Scenedesmus bijugus*. Espécies dos gêneros *Scenedesmus* e *Chlorella* mantiveram o biovolume do nanoplâncton elevado até junho de 1992. O nanoplâncton neste ponto, apresentou uma tendência geral para aumento nos mesmos períodos que no ponto 1. As

espécies mencionadas apresentam baixa razão superfície por volume e alta taxa de crescimento, podendo aproveitar com eficiência, as condições existentes no período: elevados teores de nutrientes, menor potencial de circulação da massa d'água e temperaturas amenas.

As maiores diversidades para o Hemisfério Norte geralmente ocorrem nos períodos de mistura e crescimento (2.8 a 3.7); os menores valores ocorrem no verão com as populações mais segregadas (1.9 a 4.4) e os valores mínimos em áreas contaminadas (1.4 a 1.9) (Willén, 1976 apud Margalef, 1983).

Na Guarapiranga as maiores diversidades para o ponto 1 ocorreram durante o segundo período de seca, ou seja, com baixo potencial de mistura e também com menor intensidade de sulfatação, logo o fator modificador do padrão esperado para o comportamento da diversidade pode ter sido a sulfatação. Entretanto, maiores diversidades de biovolume ocorreram também para o ponto 4, no segundo período de seca.

As maiores diversidades de densidade e bioárea coincidiram com o período de chuvas intensas, de maior mistura, neste caso confirmando o relato de Margalef (1983), e presumindo-se que as diversidades reportadas por este autor, tenham sido calculadas a partir de dados de densidade, como é mais comum, então os resultados encontrados neste estudo confirmam o relato de Margalef para diversidade máxima da comunidade do ponto 4, mas não para a do ponto 1, sujeita as alterações pela sulfatação.

Os resultados de diversidade do ponto 1, quanto a densidade (mínima de 1.30 e máxima de 4.20 bits.ml⁻¹), comparados aos reportados por Margalef (1983) mostram respectivamente valor semelhante ao de áreas contaminadas e valor semelhante ao de períodos de populações mais segregadas, o primeiro ocorrendo no verão, quando as aplicações de algicida foram mais freqüentes e o valor máximo ocorrendo no final do inverno, início das chuvas moderadas. No ponto 4 a diversidade da densidade variou entre 1.76 e 4.04, parecendo mais relacionada (inversamente) à intensidade pluviométrica nas coletas imediatamente anteriores.

Comparou-se a seguir os resultados de densidade e bioárea reportados por outros autores, para represas do Estado de São Paulo e os encontrados no estudo atual, apesar das possíveis diferenças nos métodos de análise e das diferenças de períodos.

Esta comparação, ainda que superficial, permite situar a produtividade fitoplanctônica em relação a de outras represas de São Paulo e indica que a produtividade de Guarapiranga, durante este estudo, foi bastante elevada em relação aos valores relatados para as demais represas.

DADOS DO FITOPLÂNCTON DE REPRESAS DO ESTADO DE SÃO PAULO				
Autor(es) (data de publicação)	represa (data de obtenção)	DENSIDADE org.ml⁻¹	BIOÁREA upa.ml⁻¹	
Rocha e Branco (1986)	Barra Bonita (1975-76)	1024	2757	
	Barirí (idem)	3130	3709	
	Promissão (idem)	5700	32347	
	Ibitinga (idem)	383	1200	
	Ilha Solteira (idem)	302	152	
	Jupia (idem)	443	65	
	Salto Grande (idem)	195	120	
	Jurumirim (idem)	284	157	
	Euclides da Cunha (idem)	1576	27	
	Caconde (idem)	1010	204	
	Limoeiro (idem)	1088	24	
CETESB (1992)	Guarapiranga (1991-92)			
	P1	3411	1996	
Lemos e col.(1993)	Sumaré (1988-91)			
	Fase inicial da represa	8000	2600	
	Fase de eutrofização	18232	5443	
	Fase c/ aplic. CuSO ₄	17646	3593	
Beyruth (trabalho atual)	Guarapiranga (1991-92)			
	P1	23300	3780	
	P4	9799	2523	

Os valores verificados pela CETESB (1992), para Guarapiranga, abrangem dados obtidos entre outubro de 1991 e fevereiro de 1992, um período menor que o deste estudo.

As densidades da Guarapiranga apresentaram valores maiores, comparáveis apenas aos registrados na represa de Sumaré. A bioárea atingiu valores mais próximos aos registrados em Barra Bonita, Barirí, Ibitinga, da bacia do rio Tietê, e Sumaré, que são represas eutrofizadas. É interessante notar que os dados da fase inicial não eutrofizada da represa de Sumaré, assemelham-se aos encontrados no ponto 4 e os dados da fases de eutrofização e sulfatação aos do ponto 1, da Guarapiranga.

Tundisi e col. (1988) classificam as represas de Barra Bonita, Bariri e Ibitinga como mesotróficas em relação aos conteúdos de fosfato; em eutróficas quanto à transparência e teores de clorofila *a*, em hipereutróficas quanto à condutividade, baseados em dados sazonais obtidos entre 1983 e 1984. Tundisi e col. (1991) relatam elevada produtividade primária em julho de 1989, nestas mesmas represas. Caleffi e col. (1994) baseando-se em dados sazonais da represa de Guarapiranga obtidos entre 1991 e 1992, classificam o ponto 1 do estudo atual, de meso a eutrófico quanto à transparência (devido as aplicações de sulfato de cobre) e eutrófico quanto aos teores de fósforo. O ponto 4, com variação entre oligo e eutrófico, quanto à

transparência e em eutrófico, quanto aos teores de fósforo. Portanto, a semelhança das densidades e bioáreas entre Guarapiranga e as demais represas mencionadas, da Bacia do Tietê devem estar refletindo o estado trófico destas águas.

Os dados de Guarapiranga são mais recentes que os das demais bacias do Tietê. Seria interessante avaliar, simultaneamente, durante ao menos um ciclo anual, o conjunto das represas do Alto Tietê quanto às relações entre os níveis tróficos e as comunidades algáceas, para saber se Barra Bonita, Bariri e Ibitinga espelhariam a previsão mais pessimista do futuro de Guarapiranga, quanto à qualidade ambiental.

6.2.5. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL

A heterogeneidade espacial da comunidade fitoplanctônica reflete a dos fatores ambientais, bem como as diferentes estratégias adaptativas apresentadas pelas espécies. A incidência do padrão de distribuição do fitoplâncton é previsível se considerados o tamanho da bacia, o comportamento vertical das espécies dominantes e a história imediata da ação dos ventos (Reynolds, 1993). Lewis (1978c) enfatiza a necessidade de comparar a distribuição individual das espécies, afirmando que este aspecto da variabilidade espacial é importante para a compreensão da estrutura da comunidade e dos processos de sucessão.

A represa de Guarapiranga tem condições excelentes para a formação de gradientes térmicos e químicos horizontais, por apresentar heterogeneidade da qualidade da água de seus contribuintes. Os afluentes mais ricos em nutrientes e contaminantes desaguam nas áreas mais próximas à barragem, de influência direta para o ponto 1, que também apresenta maior uso e ocupação antrópica do solo, maior urbanização, baías mais fechadas, relevo mais acentuado, menor potencial de circulação por ação eólica, propiciando a ocorrência de ambientes de águas mais lânticas com grande potencial para produtividade primária. A própria diferença do tempo de retenção dos diferentes compartimentos, conforme Occhipinti (1973), produz variabilidade espacial horizontal. Nos compartimentos de água aberta, onde situam-se os pontos estudados, a circulação e a exposição aos ventos é mais intensa, mas os dois pontos estão sujeitos às influências das áreas marginais e/ou de montante havendo potencial para apresentarem comunidades diferentes. Os dados obtidos neste estudo permitem, tecer algumas considerações sobre a distribuição horizontal na água superficial da represa de Guarapiranga, uma vez que mostraram diferenças espaciais significativas quanto ao ambiente e à comunidade fitoplanctônica.

A maior parte das espécies registradas foi comum aos dois pontos. Ocorreram 65 táxons exclusivos do ponto 1 e 60 do ponto 4, não havendo diferença significativa na riqueza exclusiva de cada ponto.

Wetzel (1983) relata que em lagos de dimensões reduzidas ou moderadas, as variações horizontais na produtividade são relativamente pequenas, menores que 10%, mas que as variações horizontais tornam-se mais significativas em lagos muito pequenos, bem como em lagos extremamente grandes, nas proximidades da zona litoral, ou quando a complexidade da bacia aumenta.

Na represa de Guarapiranga considerando-se a soma de todos os espécimes quantificados, as diferenças entre os pontos foram significativas. O ponto 4 apresentou um total geral correspondente a apenas 42% do total geral do ponto 1. Em termos de biovolume, entretanto, o total para o ponto 4 corresponde a 88% do total do ponto 1, mostrando que a biomassa total foi mais conservativa que o número de espécimes total.

A comparação entre os valores de mediana dos dois pontos de coleta mostra que o ponto 1 apresentou valores superiores aos do ponto 4, quanto a densidade, bioárea, biovolume e riqueza. Nos dois pontos as densidades apresentaram grandes flutuações entre as coletas, com maior amplitude de variação no ponto 1. O desenvolvimento maior da comunidade algácea, mostra que este ambiente apresentou maior estabilidade que o ponto 4, e indica que a taxa de renovação dos nutrientes na água superficial pode ter sido mais elevada no ponto 1, principalmente devido às aplicações de sulfato de cobre.

Espécies que podem ser litorâneas ou do perifiton como *Synedra ulna* t2 (devido às dimensões celulares) e *Mougeotia* cf. *americana* (por motivos relacionados mais adiante), que atingiram elevadas densidades e biovolumes no ponto 1, mostram que as contribuições da flora bentônica e das áreas marginais podem ser importantes para a água aberta desta região da represa.

Quanto aos grupos sistemáticos, o ponto 1 apresentou maiores valores que o ponto 4, para riqueza, densidade e biovolume de penales, clorococales e zignemafíceas e maior biovolume de cianofíceas e euglenofíceas. Entre as penales, destacaram-se as espécies *Asterionella formosa* e *Synedra ulna*, que ocorreram com valores elevados nos períodos de inverno; entre as clorococales espécies dos gêneros *Chlorella*, *Dictyosphaerium* e *Scenedesmus*, entre as cianofíceas, os biovolumes mais expressivos foram de espécies de *Aphanocapsa*. As clorococales e cianofíceas apresentaram valores mais elevados, nos períodos de maior disponibilidade de nutrientes. Entre as euglenofíceas relacionadas à disponibilidade de matéria orgânica (Dia e Reynaud, 1982), destacaram-se espécies de *Trachelomonas*.

Entre as zignemafíceas, destacaram-se espécies de *Mougeotia*, e segundo Wetzel (1983), é comum encontrar algas bentônicas, o que parece ter sido o caso de *Mougeotia*, misturadas a formas planctônicas após turbulências irregulares causadas por tempestades.

Vários fatores indicam *Mougeotia* cf. *americana* como espécie litorânea, apesar de sua descrição (Transeau, 1951), não incluir dados sobre o ambiente. Esta espécie foi encontrada associada aos bancos de macrófitas vasculares, em amostras coletadas no dia 31.07.91, JL12, na entrada do rio Embu-mirim na represa de Guarapiranga; Sládecková e Sládecek (1963) descrevendo as características do perifiton verdadeiro, afirmam que são organismos que permanecem fixos, possuindo adaptações para a vida sésil e só se desgarram da margem, aparecendo no plâncton em densidades elevadas, quando os movimentos da água são mais intensos (o que ocorreu neste trabalho) e relatam a ocorrência do gênero *Mougeotia* como perifiton verdadeiro das represas que estudaram; espécies deste gênero, mesmo as de menor diâmetro celular, têm sido encontradas no perifiton, tanto firme como frouxamente aderidas ao substrato em corpos d'água da cidade de São Paulo e da bacia do rio Paraná (com. pessoal da Dra. Denise Bicudo); este gênero é geralmente relacionado como proveniente de regiões litorâneas, sendo que em 39 resumos de trabalhos relacionados no ASFA (1988 a 1995), sobre este gênero, dos 15 que se referem a hábito de vida, todos relatam este gênero como litorâneo, descrevendo-o como perifítico, bentônico, metafitico ou epilítico. O único trabalho que as relata no fitoplâncton é o de Sommer (1991), porém trata-se de experimentos de laboratório, realizados com inóculos algáceos provenientes de lagos, sem descrição destes ambientes e da origem da espécie mencionada (*Mougeotia thilespona*) no corpo d'água onde foram obtidos os inóculos, tampouco se esta alga multiplicou-se aderida às paredes do recipiente, ou livre, na água durante os experimentos.

Considerando-se a contribuição em porcentagem de cada estratégia, para cada ponto, o ponto 1 apresentou valores mais elevados que o ponto 4, para densidade e biovolume de organismos sem motilidade, densidade e biovolume de organismos sem envoltório rígido; densidade e biovolume das Classes 1 e 4. A porcentagem de contribuição, da densidade de nanoplâncton e do microplâncton, foi igual nos dois pontos, mas para o biovolume, apenas a de nanoplâncton foi mais elevada no ponto 1 que no 4; a densidade e biovolume das cenobiais/coloniais, também foi maior no ponto 1. A taxa de circulação foi em geral suficiente no ponto 1, para favorecer a exposição dos organismos aos nutrientes e à luz, não havendo necessidade de motilidade própria na maior parte do período. A rápida ciclagem e renovação dos nutrientes na água superficial, decorrente das elevadas mortalidades causadas pelo sulfato de cobre, favoreceram as clorofíceas, cianofíceas e/ou organismos oportunistas, com características de r-estrategistas. Nos períodos de elevada disponibilidade de nutrientes as formas cenobiais/coloniais maiores também foram favorecidas neste ponto.

O ponto 4 apresentou valores mais elevados que o ponto 1, para diversidade,

uniformidade e alteração da comunidade. Quanto aos grupos sistemáticos, foram maiores neste ponto riqueza, densidade e biovolume de centrais, dinofíceas e crisofíceas; a densidade e o biovolume das volvocales e criptofíceas. As condições ambientais do ponto 4, com maior fluxo horizontal, favoreceram o desenvolvimento das centrais, especialmente *Rhizosolenia* e espécies de *Aulacoseira*, estas últimas citadas por Gasse (1986) e por Hörnström (1981) como próprias de ambientes lóticos, eutróficos e de águas com elevada turbidez, desenvolvendo-se melhor em águas mais rasas, com baixa transparência. A dominância de diatomáceas filamentosas ou com células maiores, com frústula fortemente silicificada, está associada à disponibilidade de silício e às águas turbulentas, onde é comum atingirem altas densidades. A turbulência possibilita sua exposição alternada à luz, na superfície e aos nutrientes mais concentrados, nas camadas inferiores. Segundo Esteves (1988) as diatomáceas têm crescimento máximo, em intensidade luminosa baixa e elevada disponibilidade de nutrientes.

As algas flageladas, representadas por volvocales (especialmente de espécies coloniais, ou do gênero *Chlamydomonas*); dinofíceas (espécies de *Gymnodinium* e de *Peridinium*); crisofíceas (espécies de *Dinobryon* e de *Mallomonas*); criptofíceas (espécies de *Cryptomonas*); foram favorecidas no ponto 4 em que a menor transparência pode tornar esta estratégia adaptativa importante, permitindo aos organismos situarem-se em posições favoráveis ao longo dos gradientes de temperatura, luz e nutrientes.

Pollinger (1988) afirma que nas regiões sub-tropicais a luz fica disponível durante todo o ano; a sucessão sazonal é influenciada por ventos e chuvas, e que devido aos efeitos da turbulência sobre a taxa de divisão de *Peridinium*, o sucesso de seu desenvolvimento é diretamente correlacionado com a época e duração do período de mistura; sendo que este gênero ocorreu em maior número no final do período de mistura no lago Kinneret. Relata ainda que a distribuição espacial dos dinoflagelados resulta da interação de três diferentes componentes: migração circadiana vertical, mistura turbulenta resultante de alto estresse por ventos e deslocamento da água.

As diferenças entre os dois pontos em relação às dominâncias, foram especialmente marcantes no caso de *Gymnodinium fuscum*, que ocorreu em maiores densidades e biovolumes no ponto 4, em período simultâneo ao de dominância por *Mougeotia cf. americana* no ponto 1.

Espécies de dinofíceas podem formar cistos de resistência, que permanecem no fundo até que as condições ambientais favoreçam seu ingresso sob a forma vegetativa, para a coluna d'água (Pollinger, 1988). No caso, as condições favoráveis ao desenvolvimento de *Gymnodinium fuscum* parecem estar relacionadas ao aumento da turbulência devido às intempéries (vento e pluviosidade elevados).

Quanto às estratégias adaptativas, o ponto 4 apresentou maior porcentual de contribuição que o ponto 1, para densidade e biovolume de organismos com motilidade, com envoltório rígido, densidade das Classes 2 e 3, de algas filamentosas e unicelulares bem como do biovolume de organismos da Classe 3 e do microplâncton.

A maior turbidez e teor de metais indicam que os aportes inorgânicos, favoreceram o desenvolvimento de organismos dotados de envoltório rígido, no ponto 4. Beyruth e Lemos (1993) e Beyruth (1994a), estudando ambientes muito degradados por mineração de areia, com valores elevados de turbidez e teor de sólidos inorgânicos em suspensão, dificultando a exposição à luz e favorecendo choques e atrito com partículas inorgânicas, encontraram dominância expressiva de organismos flagelados com envoltório rígido, geralmente dinofíceas (espécies de *Peridinium*) e euglenofíceas (*Trachelomonas*). Estas observações sugerem que estes ambientes selecionam as espécies dotadas destas características adaptativas, uma vez que a motilidade possibilita alcançar iluminação adequada e que o envoltório rígido pode conferir alguma proteção contra choques mecânicos e atrito.

As espécies oportunistas, r-estrategistas, tiveram seu desenvolvimento favorecido em porcentagem total de espécies, tanto no ponto 1, como no ponto 4, indicando que independente do período, esta estratégia é muito bem sucedida nesta represa.

Segundo Sommer (1981), um ciclo de vida curto, alta taxa reprodutiva e biovolume reduzido, que são características das espécies r-estrategistas, favorecem o sucesso em ambientes ricos em nutrientes, submetidos a alterações constantes.

Entretanto não foram encontradas entre as dominantes, espécies com as características da estratégia K, ou seja, elevado biovolume, baixas taxas reprodutivas e de assimilação de nutrientes. *Dictyosphaerium ehrenbergianum*, a espécie que atingiu o maior biovolume nesta represa, parece ter taxa reprodutiva acelerada, conforme inferido pela velocidade de seu desenvolvimento durante este estudo. Entretanto não foram encontrados dados sobre a velocidade de crescimento desta espécie, na literatura disponível. O mesmo pode-se afirmar a respeito de *Aphanocapsa elachista*, que também mostrou biovolumes expressivos. Portanto, as espécies que atingiram biovolume individual elevado eram coloniais, com volume celular reduzido e taxa reprodutiva aparentemente acelerada, não obedecendo aos critérios estritos da definição desta estratégia, porém, considerando estas estratégias como extremos de um gradiente, conforme Margalef (1958 apud Sommer, 1981), estas duas espécies seriam as que mostraram estratégia mais próxima da K-seleção.

O espectro de diversidade é função da taxa de reprodução, da difusão e da locomoção ativa em relação à turbulência das águas; turbulência intensa propicia maior mistura das

populações; a diversidade está inversamente correlacionada com a densidade total de células em consequência da transitoriedade e dinamismo das populações muito densas, próprias de águas eutróficas (Margalef, 1983). No ponto 1, houve correlação negativa entre a diversidade do biovolume e o biovolume ($r_s = -0.32$ $P=0.0164$) como seria esperado, já que as espécies responsáveis por florações apresentaram biovolume elevado, mas para a densidade de organismos, bem como para densidade e biovolume no ponto 4, as correlações com as diversidades não foram significativas.

A diversidade, segundo Margalef (1983), geralmente mostra correlações positivas com temperatura e concentração de nutrientes e correlações negativas com a extensão superficial, (provavelmente devido a menor possibilidade de mistura com as zonas do litoral, o que não é o caso da Guarapiranga). A diversidade tende a aumentar com a eutrofia moderada. As únicas correlações significativas (ambas negativas) da diversidade ocorreram no ponto 1, entre diversidade de bioárea e radiação solar, possivelmente devido à seleção das espécies quanto a área corpórea exposta à luz nos períodos de intensa radiação e com os teores de sódio, que possivelmente favoreceram apenas as espécies resistentes ao seu aumento.

6.2.6. SAZONALIDADE

As variações temporais na escala de mistura e difusão desestabilizam qualquer equilíbrio em andamento nos sistemas aquáticos, por alterarem as interações entre os processos físicos, químicos e biológicos, selecionando respostas alternativas das espécies (Reynolds, 1987).

Os parâmetros que definem a estrutura da comunidade responderam sazonalmente da mesma forma em ambos os pontos, com exceção do número de táxons, que no ponto 1, atingiu maior valor de mediana no período da seca e no ponto 4, durante as chuvas. Como a aplicação de sulfato de cobre foi mais intensa durante as chuvas, os níveis específicos de sensibilidade à presença do sulfato de cobre podem ter sido responsáveis por esta diferença.

As correlações apresentadas entre os parâmetros da comunidade fitoplanctônica e as variáveis ambientais expressam um padrão geral de maiores densidades e biovolumes nas chuvas, menores densidades e biovolumes na seca e aumento das densidades do início para o final das amostragens. A disponibilidade de nutrientes e a circulação, mais elevadas nos períodos das chuvas, propiciaram o desenvolvimento acelerado do fitoplâncton. As maiores densidades ocorreram sob temperatura, condutividade, alcalinidade e teores de potássio relativamente elevados em ambos os pontos. O mesmo ocorreu em relação aos biovolumes no ponto 4, porém, para o ponto 1, as aplicações de sulfato de cobre, conforme mencionado anteriormente, alteraram o comportamento da comunidade e o biovolume apresentou

correlação positiva apenas com os teores de potássio.

A temperatura da água, condutividade e alcalinidade, apresentaram valores mais elevados durante o período de chuvas e correlacionaram-se com um maior número de parâmetros biológicos dependentes da densidade ou do biovolume.

As clorococales apresentaram as mais elevadas densidades, número de táxons e poucas correlações com os parâmetros ambientais. A grande variedade de estratégias adaptativas entre suas espécies, permite que estas se substituam, aproveitando os vários nichos expressos pelos gradientes ambientais ao longo de um ciclo anual completo, diminuindo a probabilidade de ocorrência de um maior número de correlações significativas entre este grupo de algas e as variáveis ambientais. Além disto as condições de eutrofia aliadas à uma alta taxa de circulação da massa d'água favoreceram a coexistência de espécies de requisitos ambientais semelhantes, contribuindo para estes resultados. Beyruth e col. (1993b) também encontraram clorococales em densidades elevadas e verificaram a coexistência de várias espécies de um mesmo gênero, num lago raso, eutrofizado e com alta taxa de circulação no Parque Ibirapuera, SP.

O primeiro período de seca (MA2 a AG16) caracterizou-se pelos menores valores de biovolume, com elevada uniformidade. O teor de nutrientes é determinante da produtividade algácea e de forma geral, foi menor neste período. Luz e temperatura determinam as taxas metabólicas, influenciando na utilização dos nutrientes, sendo portanto fatores decisivos na distribuição sazonal do fitoplâncton. A insolação neste período foi mais elevada e segundo Lund (1965) a excessiva intensidade luminosa restringe o desenvolvimento de muitos vegetais por inibir a fotossíntese, e pode ter contribuído para o menor biovolume das algas nas águas superficiais, onde a exposição à luz é maior. Durante este período os dois pontos apresentaram maiores valores de transparência, favorecendo ainda mais a exposição das algas à luz. Os teores de nutrientes e as temperaturas mais baixas devem ter contribuído para as baixas densidades do fitoplâncton.

Outro fator a considerar é a renovação da água. A maior elevação, volume e o baixo teor iônico total, indicam diluição pelos aportes mais elevados e menos ricos dos tributários neste período. Os teores mais elevados de silício em ambos os pontos e de ferro especialmente no ponto 4, indicam ingressos dos solos expostos das margens devido à elevação da cota da represa. As temperaturas mais baixas deste período e os teores elevados de silício favoreceram o desenvolvimento de diatomáceas, que segundo Lund (1965) são freqüentes em águas claras e frias. O sucesso das volvocales, nos dois pontos, e o de criptofíceas no ponto 4, pode estar relacionado a sua capacidade de movimento, uma vez que as temperaturas e os conteúdos iônicos foram mais baixos e a insolação mais elevada. Entretanto, as volvocales são

indicadoras de níveis sapróbicos e tróficos elevados (Ruts, 1983) e *Chlamydomonas*, que destacou-se entre seus gêneros, em ambos os pontos neste período, é freqüente em ambientes poluídos (Palmer, 1957). Rosén (1981) relata que *Cryptomonas*, gênero que ocorreu com densidades expressivas no ponto 4, é comum no plâncton e que criptofíceas, como um todo, parecem ser eutróficas, sendo que seu desenvolvimento massivo foi observado em lagos com descarga de esgotos municipais e/ou em águas servidas de indústria de madeira, ricas em nutrientes e matéria orgânica.

É interessante observar que as clorococcales destacaram-se em densidade no ponto 1, sendo sobrepujadas por bacilariofíceas, quanto ao biovolume. No ponto 4 estas algas apresentaram as densidades e biovolumes mais expressivos, acompanhadas de perto pelas bacilariofíceas, quanto ao biovolume. As bacilariofíceas atingiram seu auge neste período. Dia e Reynaud (1982) afirmam que estas algas são características de águas claras e bem iluminadas, aparentemente contradizendo Esteves (1988). Entretanto, certas centrais como *Aulacoseira granulata* têm sido encontradas em rios do Estado de São Paulo, em que a movimentação da água é intensa e a turbidez muito elevada, enquanto algumas penais como por exemplo algumas espécies dos gêneros *Pinnularia*, *Synedra* e *Surirella* parecem “preferir” águas mais claras e iluminadas (Mussarra e col., no prelo e Beyruth, dados inéditos).

Keating (1978) afirma haver correlação inversa entre o sucesso de cianofíceas de inverno e os níveis de sucesso das bacilariofíceas na primavera, indicando que as algas azuis liberam substâncias que inibem o desenvolvimento das diatomáceas em fases subseqüentes. Desta forma, a restrição de florações de cianofíceas em períodos prévios, devido ao controle algáceo, também pode ter contribuído para o sucesso de bacilariofíceas, nas condições favoráveis ao seu desenvolvimento, que ocorreram neste período.

A associação entre penais e flageladas parece ser comum no inverno, nos períodos de menor densidade algácea, conforme verificado pelos resultados da análise das espécies dominantes, integrada a de componentes principais. Quanto às flageladas, este fato pode relacionar-se com a capacidade destas algas propiciarem a renovação da água ao seu redor, o que favoreceria a absorção de nutrientes, nos períodos em que sua escassez limita o desenvolvimento algáceo. As penais mais expressivas em densidade foram aquelas que possuem rafe verdadeira. Partículas sólidas em suspensão poderiam ter servido como apoio, favorecendo sua presença na água superficial. Outros fatores que favoreceriam a subsistência em ambiente oligotrófico, seriam a capacidade de armazenamento de nutrientes, o transporte devido à operação hidráulica ou ingresso dos tributários e ação eólica.

Nestes períodos de temperatura mais baixa, a transparência foi mais elevada. Foram

períodos de águas claras, que também favoreceram a ocorrência de densidades mais elevadas de organismos zooplancônicos, conforme relatado por Caleffi (1994).

Segundo Jassby e Goldman (1974) as quedas da produtividade podem decorrer de herbivoria, sedimentação, transporte vertical ou horizontal, advecção lateral ou motilidade, e morte celular. Indícios de herbivoria poderiam ser percebidos comparando-se as densidades de herbívoros do zooplâncton com a densidade algácea dos períodos sazonais simultâneos ao estudo mencionado, realizado por Caleffi (1994). Neste período a densidade de zooplâncton, segundo esta autora, mostrou valores mais elevados em ambos os pontos ($>5 \text{ org.m}^{-3}$) apesar de que no ponto 1, o zooplâncton mostrou, no geral, densidade reduzida com predomínio de rotíferos, possivelmente pelos efeitos da aplicação do sulfato de cobre. No ponto 4, aquela autora registrou as maiores densidades de cladóceros.

Sob o ponto de vista da forma dos organismos fitoplancônicos em relação à herbivoria, deve-se considerar que menores dimensões, ausência de massa gelatinosa e envoltório não rígido facilitam o aproveitamento do fitoplâncton como alimento pelo zooplâncton, especialmente para espécies de cladóceros que costumam ter maior eficiência no espectro de tamanho do nanofitoplâncton (Sommer, 1988a). Neste período ocorreram densidades elevadas de *Scenedesmus bijugus*, *Chlorella* cf. *minutissima* e biovolumes elevados de *Chlamydomonas* cf. *gloeophila* no ponto 1. Ocorreram valores elevados de densidade de *Cryptomonas* cf. *brasiliensis*, *Synedra* cf. *minuscule*, *Cryptomonas* cf. *tenuis*, *Chlamydomonas* cf. *gloeophila* t2, *Chlorella* cf. *vulgaris* var. *vulgaris* e *Scenedesmus bicaudatus* e de biovolume de *Scenedesmus bijugus* e *Chlamydomonas* cf. *gloeophila* no ponto 4, sendo que todas estas espécies são nanoplancônicas e podem ser utilizadas como alimento pelo zooplâncton.

Sommer (1988a) relata que *Synedra minuscule* esteve entre as algas melhor aproveitadas pelo zooplâncton em seu experimento. *Synedra* cf. *minuscule* ocorreu em densidades elevadas de MA2 até J6, no ponto 4. Portanto, neste período houve condições favoráveis à herbivoria, especialmente neste ponto. O período de águas claras nesta represa, poderia corresponder à altas taxas de herbivoria, desde que outros fatores como a sulfatação, não estivessem atuando. Entretanto, as densidades do zooplâncton foram muito baixas para explicar o decréscimo da densidade do fitoplâncton.

Além da herbivoria, o transporte horizontal também pode ter contribuído para a baixa produtividade mencionada, por apresentar-se bastante significativo nesta represa (tempo de renovação menor que um ano) e potencialmente foi facilitado durante este período em que a captação de água para abastecimento esteve relativamente elevada, conforme mencionado.

Os índices de alteração da comunidade mostraram-se menos flutuantes até outubro de

1991, em O23 no ponto 1 e em O22 no ponto 4. Destas coletas em diante passaram a flutuar mais, com maior amplitude de variação. A fase de águas claras correspondeu à maior estabilidade destes índices.

As algas mais expressivas quanto à dominância neste período seriam, segundo a classificação de Reynolds (1988), as S-estrategistas ou tolerantes à limitação de nutrientes: *Chlamydomonas* cf. *gloeophila* e *Cryptomonas* cf. *brasiliensis*, que embora não correspondam à K-estratégia, apresentam motilidade. Quanto as bacilariofíceas, só poderiam ser consideradas S-estrategistas se possuíssem algum mecanismo que permitisse superar a deficiência de nutrientes, conforme mencionado anteriormente.

Durante o período de chuvas moderadas (S17 a N29) a comunidade fitoplanctônica caracterizou-se pelas elevadas taxas de alteração da densidade, bioárea e biovolume, pela elevação do biovolume total e pelo declínio da riqueza de espécies. *Chlamydomonas*, *Dinobryon*, *Rhizosolenia*, *Aulacoseira* e *Dictyosphaerium* destacaram-se por densidades e biovolumes elevados em ambos os pontos. Neste período centrais, criptofíceas, volvocales e penales destacaram-se pela elevada persistência nos dois pontos de amostragem.

O início das chuvas propiciou maior alteração das comunidades, por modificar substancialmente características do ecossistema, importantes para esta comunidade: aumento significativo dos aportes de materiais orgânicos e/ou em diversos graus de mineralização ingressando da bacia para a água, elevações da cor, demanda bioquímica de oxigênio, condutividade, alcalinidade, dureza, teor de fosfato, sulfato, potássio, sódio e cloro e diminuição da transparência, incremento dos movimentos da água, entre outros, propiciando tanto as maiores alterações na comunidade fitoplanctônica como as menores densidades. A densidade de zooplâncton ainda esteve elevada no ponto 1, podendo ter contribuído para estas densidades mais baixas. A elevação dos teores de sódio e cloro indicam que o aporte de esgotos também aumentou. Os aportes de silício, ferro e alumínio, do solo exposto da bacia de drenagem, foram favorecidos pelas primeiras chuvas (Beyruth e col., no prelo).

A análise dos componentes principais, como será visto adiante, evidenciou que a maior disponibilidade de fósforo total, ocorreu quando a densidade algácea atingia valores menos expressivos, no outono e inverno (setembro, outubro e final de março). Portanto, em vista desta disponibilidade, outros fatores limitaram a taxa de crescimento algácea nestes períodos. As correlações negativas da densidade com os teores de alumínio, nos dois pontos e com o teor de ferro no ponto 1 podem ser consideradas para estas fases, como possíveis fatores restritivos.

Destacaram-se as coletas S19, no ponto 1, pela elevada densidade de *Dinobryon*

sertularia (18% do total) e S18 no ponto 4 pela elevada densidade de *Dinobryon divergens* (64% do total).

Entre os grupos de algas destacaram-se clorococales, bacilariofíceas e volvocales pelas densidades e biovolumes mais elevados; apenas por densidades mais elevadas destacaram-se as crisofíceas e as criptofíceas. No ponto 1 destacaram-se a densidade elevada de zignemafíceas, bem como o biovolume de crisofíceas e no ponto 4 destacaram-se os biovolumes de dinofíceas e euglenofíceas.

Nota-se que clorococales passam a ser o principal grupo nos dois pontos, sendo sobrepujadas por bacilariofíceas apenas no ponto 1, quanto a densidade. Wetzel (1983) chama a atenção para o número elevado de clorococales nos lagos em processo de eutrofização. Estas algas também são citadas por Thunmark (1945, apud Coesel, 1983) e por Beyruth e col. (1993) como abundantes em ambientes eutróficos. Sua elevação neste período deve-se principalmente às altas taxas reprodutivas, expressas pelos aumentos rápidos das densidades de *Dictyosphaerium ehrenberghianum*, que esteve entre as três espécies de maior frequência entre O24 e JA34 no ponto 1 e entre N26 e JA36 no ponto 4, configurando floração. Esta espécie e espécies de *Aphanocapsa*, foram as algas de biovolume mais expressivo do ponto 1 e a mais expressiva, na contribuição para o biovolume da represa foi *Dictyosphaerium ehrenberghianum*.

A elevação da densidade de zignemafíceas no ponto 1, deve-se principalmente a *Mougeotia* cf. *americana* que apresentou densidades expressivas apenas em outubro (O24 - 44% e O25 - 5%). Entre N26 e N29 ocorreu uma estiagem temporária, com queda nos índices pluviométricos. O desaparecimento simultâneo desta alga com a queda dos índices pluviométricos, indica sua proveniência do litoral e durante a estiagem, não poderia ser removida do perifiton, pois o movimento da água tendeu a decrescer. Esta estiagem temporária caracteriza-se como um distúrbio breve, entre fases de maior pluviosidade. O retorno desta espécie à água aberta a partir de D33 coincide com o início das chuvas intensas, o que mostra a influência marcante das chuvas na mobilização da massa d'água, tão intensa, que poderia ser capaz não apenas de trazer estas algas, como também de promover acréscimos consideráveis de materiais do fundo e das margens para a coluna d'água. Este período de chuvas com a estiagem intermediária caracterizam uma fase de reversão, pois a informação remanescente, constituída pelos inóculos de *Mougeotia* é utilizada para retornar ao estado anterior da sequência que culminará com sua dominância em períodos subseqüentes.

Entre as volvocales, *Chlamydomonas* continua se destacando, como no período anterior.

As crisofíceas foram melhor representadas pelas espécies citadas de *Dinobryon*. Rosén

(1981) considera que este grupo indica oligotrofia pois até aquela época não se havia encontrado espécies pronunciadamente eutróficas. Este autor afirma que *Dinobryon* "prefere" lagos pobres em nutrientes, com águas claras. Nestas coletas o fósforo diminuiu. Wetzel (1983) em sua classificação quanto às características tróficas relata a presença de *Dinobryon* em lagos oligotróficos ou mais produtivos, durante fases de redução de nutrientes, relatando fagotrofia neste grupo, que pode ter contribuído para as altas densidades do início das chuvas, quando houve maior disponibilidade de matéria orgânica.

As criptofíceas, conforme mencionado para o período anterior, desenvolvem-se bem em ambientes ricos em nutrientes e matéria orgânica.

No ponto 4, o sucesso das dinofíceas, melhor representadas por *Peridinium* e *Gymnodinium* pode ter decorrido da sua capacidade de movimento, permitindo superar a deficiência de luminosidade deste período. Conforme mencionado anteriormente Wetzel (1983) relata que *Gymnodinium* pode mover-se com velocidade de até um metro por hora, elevando-se na coluna d'água à tarde e afundando quando há aumento da intensidade luminosa. Lieberman e col. (1994) também relatam ciclos diurnos de migração vertical, relacionado ao melhor aproveitamento de recursos, para *Gymnodinium bogoriense* de represas de Israel. Sommer (1988b) relata migrações diurnas verticais com amplitude máxima registrada em metros, de 10 para *Peridinium cinctum*; 8 para *Peridinium aciculiferum*; 5 para *Peridinium penardii* e de 5.5 para *Gymnodinium uberrimum*, 2.5 para *Gymnodinium lacustre*. Esta escala de dimensão é compatível e pode ser importante em relação a profundidade da água de Guarapiranga.

As euglenofíceas são comuns em comunidades planctônicas de lagos ricos a moderados em substâncias húmicas, sendo notoriamente favorecidas por aportes de esgoto, podendo desenvolver-se então, em quantidades consideráveis (Rosén, 1981), e como foi visto, os teores de sódio e cloro elevaram-se, indicando aportes de esgoto. Dia e Reynaud (1982) e Esteves (1988) relacionam a proporção destas algas com a disponibilidade de matéria orgânica. Branco (1986) relata fagotrofia em espécies deste grupo.

Bacilariofíceas predominam no início do período mas no final inicia-se a floração de *Dictyosphaerium ehrenbergianum* nos dois pontos. Para o sucesso de *Dictyosphaerium*, neste período no ponto 1, pode ter contribuído o fato desse gênero possuir dimensões maiores, com massa e fios de gelatina, dificultando sua apreensão pelos herbívoros do zooplâncton. Sommer (1988a) afirma que espécies gelatinosas são consideradas refratárias à herbivoria por causa das dimensões ou quando de menor tamanho, o envoltório gelatinoso torna-as resistentes à digestão e estas espécies podem até mesmo aproveitar-se do enriquecimento em

nutrientes, durante a passagem pelo trato digestivo do animal.

Há indícios de decréscimo na diversidade, no período de rápido crescimento do fitoplâncton (Margalef, 1983), o que ocorreu na Guarapiranga para diversidade de densidade e de biovolume, que apresentaram os menores valores durante o início das chuvas nas fases em que o crescimento foi intenso.

Neste período houve transição entre deficiência de nutrientes e aportes decorrentes do início das chuvas. As espécies dominantes tenderiam a apresentar desde a S-estratégia no início do período, até a R-estratégia já para o final do período, de acordo com a classificação de Reynolds (1988). *Gymnodinium* e *Peridinium* representariam esta última, enquanto as espécies do primeiro período de seca que ainda estavam presentes no início deste período, seriam as melhores representantes da S-estratégia.

No período das chuvas intensas (D30 a MR44), a comunidade fitoplanctônica caracterizou-se por maiores valores de biovolume, diversidade de densidade e bioárea, menores valores da uniformidade da densidade e de alteração do biovolume. Houve elevação da densidade, bioárea, biovolume, riqueza e diversidade nos dois pontos, exceto da diversidade da densidade no ponto 4. Os índices de alteração declinaram.

Neste período de radiação solar e temperaturas mais elevadas, houve grandes aportes de água devido às máximas de excedente hídrico, escoamento básico e afluxos dos tributários. Houve valores mais elevados de cálcio, potássio e magnésio e aumento da cor e da dureza.

As menores alterações do biovolume, ocorreram durante este período nos dois pontos, o mesmo ocorrendo para as alterações da bioárea no ponto 1. A maior circulação que propicia melhores condições de exposição à luz e aos nutrientes, bem como rápida reposição dos mesmos nas águas superficiais (possibilitando menor custo energético com estratégias adaptativas especiais), permitiram que o biovolume apresentasse um padrão mais conservativo durante as chuvas intensas.

Neste período de chuvas intensas o teor iônico total foi menor, possivelmente pela diluição devido à intensidade das chuvas, mas mais provavelmente por consumo pela floração de *Dictyosphaerium* iniciada no período anterior e que continuou (até JA34 e JA36, respectivamente) nos dois pontos. Sua senescência foi simultânea à elevação da densidade e biovolume da cianoficea *Aphanocapsa* (D33, no ponto 1 e D30, D34 no ponto 4), e de *Synechococcus elongatus* em densidade (JA3, no ponto 1, e JA34, JA35 e JA36, no ponto 4). No ponto 4, ocorreu densidade elevada de *Oscillatoria subtilissima*, também neste período (JA34). Estas esporádicas elevações de cianoficeas, mostram a capacidade destas algas de aproveitarem rapidamente os nutrientes liberados na água superficial durante a senescência de

grandes massas de clorococales. Posteriormente, ocorreu a floração de *Mougeotia* cf. *americana* no ponto 1, onde iniciou-se em JA36 e no ponto 4 em JA37, sendo que neste ponto dividiu a dominância com *Cryptomonas*.

No ponto 4, o biovolume das unicelulares correlacionou-se com a demanda bioquímica de oxigênio. O biovolume mais elevado entre as espécies unicelulares neste ponto foi de dinofíceas - *Peridinium*, *Hemidinium* ou *Gymnodinium*. Neste ponto *Gymnodinium fuscum* aumenta em densidade e biovolume, atingindo valores expressivos neste período, com a floração de *Peridinium* sp3 e a de *Gymnodinium fuscum*.

Houve algumas respostas diferenciadas entre as comunidades dos pontos 1 e 4 quanto às estratégias adaptativas favorecidas no período de chuvas. No ponto 1, a permanência de grandes quantidades de *Mougeotia* cf. *americana* na água aberta teria sido favorecida pela diminuição de competidores planctônicos, eliminados pela sulfatação. No ponto 4 durante o mesmo período, ocorreram altos valores de densidade e biomassa de *Gymnodinium fuscum*, organismo flagelado dotado de motilidade, capaz de superar o gradiente desfavorável de iluminação decorrente da cor elevada e da presença de *Mougeotia* e que pode ter sido favorecido (por recrutamento) pela turbulência mais elevada.

Destacaram-se por densidades e biovolumes elevados, configurando florações, as clorococales representadas por *Dictyosphaerium*, as cianofíceas por *Aphanocapsa* e as zignemafíceas por *Mougeotia*. Segundo Lund (1965) a disponibilidade de luz e temperatura elevada determinam altas taxas de fotossíntese e de utilização dos nutrientes e até mesmo sua eventual exaustão. Nestas condições o desenvolvimento de organismos de taxa reprodutiva mais acelerada é favorecido, especialmente o de clorofíceas e cianofíceas, melhores competidoras nestas condições ambientais. Lund (1965) relata que estas algas tem suas máximas de crescimento no período do ano em que os dias são mais longos.

A taxa de circulação da massa d'água também foi mais elevada neste período e Margalef (1983) afirma haver uma tendência a valores de diversidade mais elevados nos períodos de maior mistura em lagos eutróficos. A represa de Guarapiranga apresentou em geral, elevação das diversidades neste período.

De forma geral, as condições ambientais do período total de chuvas com maiores aportes de materiais, inclusive de nutrientes da bacia de drenagem, as maiores temperaturas e radiação solar favorecendo taxas metabólicas e fotossintéticas mais elevadas, permitiram o desenvolvimento abundante de organismos com taxa reprodutiva mais acelerada, sem estruturas adaptativas elaboradas, e em geral de pequeno porte. A alta densidade de pequenos organismos refletiu-se no aumento do biovolume total nestes períodos. No ponto 4, durante as

chuvas o comportamento das variáveis em geral foi semelhante ao do ponto 1, sendo que as diferenças decorrem tanto das condições particulares deste ponto, com fluxo mais rápido e menor aporte de nutrientes, como devido à ausência de sulfatação, que no ponto 1 foi mais intensa neste período.

Neste período de elevada turbulência a estratégia favorecida, segundo os critérios de Reynolds (1988) foi a R-estratégia, com dominância de formas ruderais, tolerantes ou dependentes de distúrbios: *Mougeotia* cf. *americana* e *Gymnodinium fuscum* constituiriam seus melhores exemplos. *Dictyosphaerium ehrenbergianum* teria um comportamento entre C-estrategista e R-estrategista. Ocorreu durante períodos de disponibilidade mais elevada de nutrientes, mas sua manutenção na água superficial dependeria de turbulência moderada, enquanto nas fases de turbulência mais acentuada esta espécie declina. *Aphanocapsa elachista* mostrou-se uma competidora mais eficiente C-estrategista, só alcançando densidades elevadas quando houve alta disponibilidade de nutrientes.

No segundo período de seca (AB45 a JL58), a comunidade fitoplanctônica caracterizou-se pelos maiores valores de densidade, bioárea, GALD, SGALD, riqueza e das diversidades no ponto 1 e apenas da diversidade do biovolume no ponto 4.

A deficiência hídrica contribuiu para a elevação da condutividade, alcalinidade, sólidos em suspensão, teores de fosfato, amônio, zinco e conteúdo iônico total, que foram os mais elevados. Os teores de alumínio e silício foram os menores registrados.

A temperatura declinou mas a mediana foi igual ou superior a 22°C, portanto maior que no primeiro período de seca, propiciando melhores condições para o desenvolvimento algáceo. As diatomáceas geralmente são as algas mais favorecidas pelas menores temperaturas de inverno, mas como as temperaturas ainda não haviam declinado consideravelmente, apenas *Rhizosolenia* destaca-se em ambos os pontos e *Aulacoseira* no ponto 4.

As alterações da densidade do ponto 1, e as da densidade e bioárea do ponto 4, foram menores durante o segundo período de seca. Neste período a maior concentração de nutrientes mineralizados, atestada pela elevada condutividade, aliou-se aos elevados teores de sólidos em suspensão. A floração de *Mougeotia* cf. *americana*, ainda se manteve até AB46, no ponto 1, e até F38, no ponto 4. A partir de então, nas condições mencionadas, passam a dominar espécies de dimensões reduzidas como *Scenedesmus* spp e *Chlorella* spp, espécies oportunistas e estrategistas. A substituição de *Mougeotia* por estas espécies foi gradativa, sem drásticas alterações nas densidades totais.

Os teores elevados de fosfato e amônio indicam que os aportes de esgoto foram importantes neste período e o mais elevado conteúdo iônico mostra que houve concentração

devido à seca. Neste período apesar da alta taxa reprodutiva expressa pelas elevadas densidades, o biovolume foi inferior ao das chuvas intensas, pelo predomínio de organismos de pequeno porte.

No auge da seca, a deficiência hídrica mais acentuada foi simultânea a inibição dos processos de mineralização, pelas baixas taxas metabólicas decorrentes das baixas temperaturas. A entrada de nutrientes restringiu-se aos aportes dos tributários e dos esgotos, conforme considerado anteriormente, pois a pluviosidade reduzida impedia outras entradas, como percolação ou carreamento. Mancuso (1992) relata lançamentos elevados de esgoto, baseando-se em dados de 1988, que desde então, tenderam a aumentar, pelo aumento da urbanização da bacia, contribuindo para esta situação.

Entre as cianofíceas houve aumentos expressivos da densidade de *Oscillatoria subtilissima* entre AB47 e MA51 e em J57 e JL58, no ponto 1 e no ponto 4, em AB46, AB48, e MA51. Verificou-se também o aumento do biovolume de *Aphanocapsa*, em J56 e J57, no ponto 1 e em J58, no ponto 4, provavelmente favorecida pelo aumento do teor de nutrientes na água, liberados durante a senescência de *Mougeotia*. A elevação da densidade de *Oscillatoria subtilissima*, de *Synechococcus elongatus* e de *Pseudoanabaena catenata*, não se refletiu na expressividade do biovolume das cianofíceas, pois estas espécies tem biovolume reduzido. A alta densidade de *Oscillatoria subtilissima* foi simultânea à elevação da densidade e biovolume de espécies dos gêneros *Chlorella* e *Scenedesmus*, configurando-se assim um período de elevada reciclagem biológica, com alto dinamismo da comunidade e rápida substituição das espécies. As alterações foram mais qualitativas que quantitativas e as modificações da comunidade foram gradativas, impedindo que os índices para taxa de alteração, se elevassem muito de uma vez.

Margalef (1983) afirma que não se observa muita regularidade na distribuição dos valores de diversidade, exceto uma tendência a valores mais elevados nos períodos de mistura em lagos eutróficos. Na Guarapiranga os maiores valores foram registrados no segundo período de seca, ou seja, de menor circulação e maior concentração.

No ponto 1, a riqueza de táxons, índices de alteração da comunidade, diversidade e uniformidade foram mais elevados no período da seca. Apesar da elevação da taxa de alteração, a comunidade não teve favorecimentos acentuados de determinadas espécies em detrimento de outras, indicando que em geral as alterações da comunidade foram mais equilibradas nestes períodos. O ponto 4 mostrou-se diferente do ponto 1 durante a seca, especialmente pelas taxas mais baixas de alteração do biovolume, pelas mais elevadas densidades de zignemafíceas e biovolume de dinofíceas e por apresentar maiores valores de

biovolume apenas na Classe 1.

Observa-se grande diferença na estrutura da comunidade entre J57 e JL58, devidas provavelmente à queda abrupta da temperatura entre estas coletas.

No início do período ainda dominavam as R-estrategistas do período anterior. A partir de AB46 no ponto 1 e de JA38 no ponto 4, este período favoreceu a presença de espécies menores, de crescimento rápido que segundo o critério de Reynolds (1988), seriam C-estrategistas, competidoras, oportunistas.

6.2.6.1. SAZONALIDADE DO FITOPLÂNCTON E TEORIAS ECOLÓGICAS

A afirmativa de Dobzhanski "nada em biologia tem sentido, exceto à luz da evolução", é verdadeira tanto para a ecologia como para qualquer outro campo da biologia (Deshmukh, 1986). A ecologia estuda sistemas heterogêneos, complexos formados por vários níveis, o que acarreta problemas durante a definição das entidades, no teste das hipóteses, na operacionalização ou clarificação dos conceitos e na concordância sobre a suficiência das explicações (Loehle, 1988).

Pressupondo-se que ecologia e evolução partem das mesmas premissas básicas e devem ser consistentes, já que ecologia é a ação da evolução (Harris, 1986), é necessário rever alguns conceitos que direcionaram as teorias atualmente mais aceitas sobre a dinâmica do fitoplâncton.

A ecologia do fitoplâncton fundamentou-se durante muitos anos no conceito de que os fatores físicos controlam a dinâmica da comunidade, determinando os padrões de alteração. Temperatura, turbulência e estratificação têm sido consideradas determinantes da composição das espécies e dos padrões de sazonalidade tanto das espécies como da biomassa.

Segundo Harris (1986), em meados da década de 70 estudiosos da ecologia do plâncton começaram a considerar as interações bióticas, dando origem aos conceitos de controle através das interações entre as comunidades.

Estas linhas de pensamento evoluíram para a teoria da competição pelos recursos (hipótese razão-recurso), ou seja, a disponibilidade de recursos (nutrientes, luz, temperatura) em que as relações entre eles seriam os principais fatores de controle (Tilman, 1985; Tilman e col., 1982) e para o conceito de cascata trófica, no qual cada nível trófico atua sobre o seguinte e a estrutura da cadeia trófica é controlada pelos predadores do topo da cadeia alimentar (Carpenter e col. 1985, segundo Harris, 1986).

As idéias que fundamentam as explicações na importância das interações bióticas, essencialmente darwinianas, são conceitos de equilíbrio, uma vez que os controles sobre o crescimento da população, competição e coevolução das comunidades são dependentes da densidade (Harris, 1986). Já aquelas que fundamentam o controle das populações nos fatores físicos, constituem conceitos de não equilíbrio, por considerarem que o controle das populações é exercido por eventos climáticos ou catastróficos e que a estrutura da comunidade não é determinada exclusivamente pela competição.

O conceito de equilíbrio impõe as seguintes premissas: o sistema está em equilíbrio, ao menos parte dos recursos é limitante, o ambiente está totalmente ocupado pelas espécies e, portanto, não há lapsos temporários na seleção que favoreçam respostas ótimas às condições; o ótimo teórico é sempre atingível e é sempre o mesmo em qualquer momento e o histórico da população não exerce efeitos na situação atual.

Em contraposição, o conceito de não equilíbrio pressupõe flutuações no ambiente físico e biótico acarretando mortalidade independente da densidade, ausência de competição e de limitação de recursos; o ambiente não está saturado por espécies, as espécies têm diferentes taxas de crescimento e, portanto, uma determinada periodicidade de distúrbio vai afetar diferentes espécies de diferentes maneiras. O ótimo adaptativo altera-se com o tempo e os efeitos dos componentes históricos são fortes. As comunidades são sistemas abertos e então a exclusão ou extinção das espécies constituem eventos locais, para a população local. Neste sentido a hipótese do distúrbio intermediário baseia-se no mecanismo evolutivo pontuado, que assume ausência de competição contínua devido a flutuações ambientais que rompem o equilíbrio com frequência suficiente para permitir a coexistência das espécies.

As teorias de equilíbrio e de não equilíbrio podem ser consideradas como os dois extremos de um espectro ecológico (Harris, 1986). Num mesmo ambiente é possível que os dois casos ocorram em períodos diferentes ou apresentem graus diferentes de eficiência para os diferentes níveis, tais como espécies, populações ou comunidades. Os organismos diferem em tamanho, forma, motilidade e nas suas capacidades adaptativas, podendo perceber o mesmo ambiente através de vias diferentes.

Em ambientes ou períodos estáveis, como resultado de altas taxas de crescimento, a população aumenta até o nível em que a exclusão competitiva torna-se importante. Em ambientes ou períodos instáveis ou desfavoráveis ao crescimento as taxas de crescimento podem ser reduzidas e a população tornar-se limitada pelos fatores ambientais.

Levins (1979, apud Harris, 1986) afirma que em ambientes instáveis as próprias flutuações podem tornar-se recursos e sua caracterização é tão importante quanto a determinação dos recursos disponíveis. Observa ainda que a prática de definir o ambiente e os organismos, separadamente, é objetável e sugere que uma abordagem mais útil seria considerar a mútua dependência entre organismos e ambiente. Aquele autor considera que em ambientes onde as flutuações são a norma é possível evitar competição através da exploração da variabilidade temporal de um recurso, de forma diferente do utilizado pelas demais espécies.

A teoria do não equilíbrio assume que as alterações ambientais ocorrem com frequência suficiente para romper o curso da exclusão competitiva, considerando o tempo como componente, diferindo assim da teoria do equilíbrio. Neste contexto o tempo é determinado como o período ou taxa de crescimento. Hutchinson (1961) iniciou a formulação deste conceito aplicando-o ao fitoplâncton, afirmando que a diversidade do fitoplâncton resulta da falha constante em atingir o equilíbrio, devido às alterações relevantes dos fatores externos. Este conceito evoluiu para a hipótese do distúrbio intermediário de Connell (1978, apud Sommer e col., 1993). Desta forma reduções periódicas da população resultantes de alterações ambientais, evitam que a população alcance densidades tão elevadas, que possam gerar competição acirrada, resultando na exclusão de espécies.

Basicamente existe uma incoerência entre as linhas de pensamento que fundamentam o controle da comunidade nas interações biológicas. A linha que considera a competição como única fonte de controle marcante, contrapõe-se à teoria de sucessão ecológica que afirma que as espécies interagem com o ambiente e com as demais espécies, propiciando a alteração dos nichos existentes, ou a criação de novos nichos tornando o ambiente favorável ao desenvolvimento de outras espécies. Neste caso a competição não seria a única forma de interação biótica importante na seleção das espécies e na alteração da comunidade, mesmo considerando os demais preceitos da teoria do equilíbrio.

No contexto evolutivo espera-se que os organismos capazes de direcionar a maior proporção da energia adquirida para produtos finais úteis (crescimento e reprodução) sejam os mais capacitados a sobreviver (Townsend e Calow, 1981). No nível das comunidades, se o processo de evolução se baseasse indefinidamente, apenas na exclusão competitiva sem que novos recursos fossem criados pelas próprias comunidades biológicas e compartilhados pelas mesmas, o custo energético para o sistema seria muito maior, o que estaria em desacordo com os preceitos de economia de energia, bastante evidentes nas comunidades biológicas.

Considerando-se o tempo expresso pelo número possível de gerações das algas, é possível testar algumas hipóteses ecológicas que consideram fenômenos imediatos de resposta e interação com o ambiente.

Um ambiente tão sujeito a alterações, como a represa de Guarapiranga, dificilmente sustentaria a possibilidade de sucessões ecológicas autogênicas nas comunidades planctônicas. Partindo-se desta premissa, seria esperado que distúrbios ambientais explicassem de forma mais adequada as alterações da comunidade fitoplanctônica.

Neste estudo sobre a represa de Guarapiranga verificou-se a marcante influência tanto dos fatores físicos, como químicos, relacionados à disponibilidade de nutrientes e também das ações antrópicas. Estes fatores foram suficientes para explicar os eventos mais importantes que ocorreram na comunidade fitoplanctônica durante o período. Portanto o estudo da disponibilidade de recursos também pode contribuir para o conhecimento e por isso a discussão sobre a sazonalidade do fitoplâncton será realizada à luz das teorias ecológicas do equilíbrio (hipótese razão-recurso) e do não equilíbrio (hipótese do distúrbio intermediário).

As fases de estabilidade poderiam ser apontadas pelos índices de alteração da comunidade. Na Guarapiranga estes índices mostraram-se mais elevados ou menos flutuantes até outubro de 1991, em O23, no ponto 1 e em O22 no ponto 4. Destas coletas em diante passaram a flutuar mais, com maior amplitude de variação. A fase de águas claras correspondeu à maior estabilidade destes índices, conforme mencionado anteriormente.

Nos dois pontos a variação dos índices de alteração da comunidade em densidade, bioárea e biovolume foi em geral simultânea, mas houve discrepâncias, correspondentes no ponto 1: em N26 à transição de uma fase instável quanto à dominância para a fase de dominância de *Dictyosphaerium*; D33 transição da dominância de *Dictyosphaerium* para *Aphanocapsa*; D34 volta à dominância de *Dictyosphaerium*; D41 transição da dominância de *Chlorella* e *Dictyosphaerium* para *Mougeotia*; M42 transição de dominância de *Mougeotia* para *Chlorella* e *Scenedesmus*. No ponto 4, as inversões corresponderam: em D33 à transição de dominância de *Dictyosphaerium* para *Mougeotia*; D34 de *Mougeotia* para *Dictyosphaerium*; D40 de *Gymnodinium* para *Chlorella*; F42 de *Chlorella* para *Synedra* e *Gymnodinium*.

Na represa de Guarapiranga há indícios de que a degradação da qualidade da água ocorrida nas últimas décadas, tenha exercido um efeito controlador no topo da cadeia trófica, pois segundo relatos de pescadores, a qualidade do pescado alterou-se de peixes maiores, com

valor comercial e desportivo, para dominância de peixes de pequeno porte e valor comercial inexpressivo. Os indícios existentes de herbivoria foram discutidos no item sobre distribuição sazonal. Entretanto uma avaliação mais profunda dos efeitos da herbivoria ou de "cascata trófica", demandariam a realização de experimentos controlados ou um profundo conhecimento da história das comunidades na represa, tornando necessários estudos abrangentes e prolongados sobre todos os níveis da cadeia trófica.

6.2.6.1.1. TEORIA DO EQUILÍBRIO - HIPÓTESE RAZÃO RECURSO

Competição por recursos não parece ter sido a principal causa das alterações na comunidade, exceto nos períodos em que *Mougeotia* ou *Dictyosphaerium* atingiram altas densidades, pois diminuindo a incidência luminosa podem ter causado a limitação deste recurso para os estratos inferiores da coluna d'água. O fósforo também pode ter sido limitante nos períodos em que seus teores estiveram muito reduzidos, contudo, seu rápido aproveitamento pela biomassa fitoplanctônica induz a que tão logo torne-se disponível, seja imediatamente aproveitado por outros organismos.

A decomposição, nos ambientes aquáticos é mais rápida que no ambiente terrestre. A matéria orgânica produzida na zona fótica é decomposta e re-fotossintetizada duas ou três vezes antes de atingir o hipolímnio (Ohle, 1956 apud Saunders, 1976). Margalef (1983) relata que grande parte da decomposição da biomassa planctônica ocorre na própria coluna d'água e em lagos profundos os corpos das algas e de outros organismos mortos não chegam a atingir o fundo, sendo reciclados na própria coluna d'água. Ohle (1962, apud Golterman, 1976) estimou, através de experimentos com coletores de detritos, que a mineralização no epilímnio, pode atingir valores superiores a 90% da produção primária. A autólise é responsável por 20 a 30% de perda da biomassa de algas (Saunders, 1976). As células das algas têm ciclo de vida curto e seus constituintes ciclam rapidamente. Durante a lise celular os nutrientes são liberados, mas são imediatamente reabsorvidos pelas células vivas e em decorrência, geralmente não é possível demonstrar aumento das concentrações de nutrientes dissolvidos. Esta hipótese explica porque os nutrientes não se exaurem completamente em poucos dias, através dos processos fotossintéticos (Golterman, 1976).

O zooplâncton pode chegar a remover 300% por dia da matéria orgânica de um determinado volume de água (Haney, 1973 apud Saunders, 1976), sendo que a digestão e absorção de alimento pelo zooplâncton pode ser muito rápida, chegando a valores de 20 a 35 minutos para *Simocephalus* sp. e 7 minutos para *Eurycercus* sp. (Berrie, 1976).

A reciclagem na própria coluna d'água pode ser extremamente rápida e os teores de

fósforo dificilmente indicam, por si, o grau de trofia da água, além disto, muitas espécies de algas são capazes de armazenar este nutriente em suas células, especialmente as cianofíceas, diatomáceas e clorofíceas (Kohler e Labus, 1983). O resultado disto é que não é comum encontrar-se correlação entre teores de fósforo na água e densidade do fitoplâncton.

Kilham (1971, apud Tilman e col. 1982) demonstrou através de experimentos que com o declínio da razão Si:P a sucessão prevista para a comunidade estudada seria de *Synedra* -> *Asterionella* -> *Fragillaria* -> *Diatoma* -> *Stephanodiscus* e também que a necessidade de *Melosira* quanto aos silicatos seria maior que a apresentada por *Asterionella*.

Aplicando-se o teste de correlação de Spearman entre as razões de Si por P (utilizando-se o valor de silício total, uma vez que não se dispõe dos valores de silicatos reativos) e os biovolumes das algas mais expressivas, encontrou-se correlações não significativas para todas as diatomáceas do ponto 1, indicando que tal relação não foi limitante para estas algas durante o período total de estudo. No ponto 4 *Aulacoseira granulata* e *Rhizosolenia eiriensis* apresentaram correlações significativas negativas ($r_s = -0.29$ $P = 0.03$ e $r_s = -0.26$ $P = 0.05$, respectivamente) com a razão Si:P, indicando que o silício pode ter sido o fator limitante para estas espécies neste ponto.

A taxa N:P ($[\text{NH}_4]^+ + [\text{NO}_3]^-$:PT) no ponto 1 mostrou correlação negativa com *Mougeotia* cf. *americana* ($r_s = -0.29$ $P = 0.03$) e no ponto 4 com *Chlamydomonas* cf. *gloeophila* ($r_s = 0.28$ $P = 0.04$), *Coelastrum reticulatum* ($r_s = 0.30$ $P = 0.03$) e negativas com *Scenedesmus bijugus* ($r_s = -0.28$ $P = 0.04$), *Staurodesmus cuspidatus* ($r_s = -0.32$ $P = 0.02$) e volvocales colonial sp1 ($r_s = -0.30$ $P = 0.03$), porém, sempre abaixo dos níveis considerados.

A correlação apresentada por *Mougeotia* cf. *americana*, no ponto 1, pode resultar da necessidade desta alga de teores mais elevados de fósforo, além disto podem ter sombreado a água dos estratos inferiores, inibindo o crescimento de outras espécies e assim, suas altas densidades coincidiram com teores de fósforo mais elevados. Entretanto, como a relação utilizada envolveu o teor de fósforo total, também há a possibilidade do fósforo estar incorporado à biomassa algácea, pois os valores de fósforo solúvel reativo não foram muito expressivos no mesmo período.

Coelastrum reticulatum tem sido encontrada em florações de pequenos tanques de alvenaria com peixes ornamentais e altos teores de nitrogênio (Beyruth, dados inéditos). *Chlamydomonas* é um gênero de algas abundante em lagoas de estabilização com altos teores de nitrogênio (Branco, 1986). *Scenedesmus bijugus*, *Staurodesmus cuspidatus* e volvocales coloniais sp1, mostraram maior dependência de teores mais elevados de fósforo, em relação a nitrogênio, no ponto 4. No ponto 1, as alterações decorrentes da sulfatação prejudicam as interpretações.

A importância de cada nutriente na razão-recurso só é definitivamente estabelecida, através de experimentos cujos resultados nem sempre podem ser extrapolados para as situações de campo, em que as múltiplas variáveis interagem durante todo o tempo. A sulfatação constituiu um dos maiores problemas para esta análise, pois interfere diretamente sobre a densidade. Alia-se a isto o fato do ambiente estudado estar sujeito a outras alterações constantes, prejudicando estudos baseados na análise das respostas da comunidade às diferentes taxas de recursos, por sobrepujarem seus efeitos. Em decorrência destes fatos esta abordagem teórica não pode ser melhor desenvolvida e acrescentou menor quantidade de informação a este estudo, mas poderá ser ampliada com estes mesmos dados, detalhando-se o estudo das relações entre os recursos, separando-se os dados em lotes, pois como foi visto, a comunidade parece ter reagido em menor ou maior grau às limitações dos recursos, de acordo com as interações entre os mesmos, específicas de cada fase do ciclo sazonal.

Por outro lado, a qualidade da informação obtida a partir de dados ambientais de curto prazo, é discutível por basear-se apenas em resultados de correlações ou gráficos, sendo difícil a aplicação de outras formas de tratamento. Conforme afirma Cox (1993) o estabelecimento de uma correlação não prova a causa de um fenômeno e uma explicação não confere validade a uma causa, pois as variáveis ambientais estão sujeitas a inúmeras influências e podem interagir. As correlações entre duas variáveis de um mesmo lote de dados apenas indicam causas possíveis e as explicações originadas constituem-se em hipóteses, necessitando da confirmação experimental e de outras formas de análise de dados ambientais, como por exemplo, através da comparação entre dados temporais de longo prazo que permitam a análise de vários ciclos hidrológicos e/ou dados de várias regiões no mesmo corpo d'água.

A importância seletiva das razões entre nutrientes controlando o crescimento do fitoplâncton e até mesmo promovendo a exclusão competitiva deve ser questionada, segundo Reynolds (1992). Este autor afirma que ainda que as necessidades de nitrogênio, fósforo e carbono sejam universais entre as algas do fitoplâncton, as formas disponíveis e as quantidades ótimas diferem e portanto poderia haver tantas espécies coexistindo, quantos fossem os recursos potencialmente limitantes. A exaustão de um nutriente essencial impede a divisão celular e portanto a razão entre os nutrientes passa a não ser relevante, mas sim o valor absoluto de cada nutriente. Há algas que conseguem armazenar nutrientes e para as quais a razão entre os nutrientes disponíveis na água passa a não ser tão importante. Por fim, em ambientes enriquecidos, com reciclagem rápida, a tendência é de não haver exaustão dos nutrientes e do controle ou limitação do crescimento algáceo serem promovidos por outros fatores, na maior parte do tempo.

62612 TEORIA DO NÃO EQUILÍBRIO - HIPÓTESE DO DISTÚRPIO INTERMEDIÁRIO

A Hipótese do Distúrbio Intermediário (HDI) aplicada ao fitoplâncton deve basear-se em escalas de amostragem próximas ao tempo de geração das algas (semanais ou bissemanais), com amostragens muito regulares, durante muitos anos ou em curtos intervalos de amostragem durante alguns anos (Sommer e col., 1993). No Brasil, poucos corpos d'água foram estudados durante vários anos consecutivos.

Da represa de Guarapiranga, há levantamentos realizados pela SABESP, mas infelizmente não estão disponíveis para estudo. Já os dados da CETESB atêm-se a períodos de florações, a alguns estudos que prolongaram-se por alguns meses e a estudos regulares de parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos apenas na área próxima à captação e nas baías dos rios Embu-mirim e Embu-guaçu e portanto não são comparáveis com este estudo.

Decidiu-se então utilizar apenas os dados levantados nesta pesquisa, aplicando-se as orientações de Sommer e col. (1993), no intuito de ampliar o conhecimento sobre a comunidade de algas nesta represa.

De acordo com a HDI e com o princípio da exclusão competitiva de espécies, qualquer evento que interrompa o direcionamento para uma exclusão eventual é considerado distúrbio. Geralmente os distúrbios seriam reconhecidos pelo decréscimo da biomassa fitoplanctônica e provavelmente pelo aumento na disponibilidade de recursos.

Como indicadores de distúrbios Sommer e col. (1993) também aconselham a utilização de alterações na profundidade da mistura e eventos como o vento e o resfriamento. Estes pesquisadores afirmam que para lagos não estratificados, como é o caso de Guarapiranga, a identificação dos distúrbios é mais problemática e que alterações de algumas variáveis ambientais como a transparência e a turbidez, e de variáveis biológicas, como a contribuição de espécies não planctônicas, por exemplo, podem indicar distúrbios físicos.

Nos períodos com maior pluviosidade o aporte de algas relacionadas ao perifiton, como *Mougeotia* cf. *americana*, *Mougeotiopsis* sp1 e zigotos de *Oedogoniales*, para a água aberta, foi maior, mostrando a alta taxa de mistura da água. A pluviosidade associada ao regime eólico, induz à ocorrência de um distúrbio físico, importante a ser considerado no estudo da estrutura deste ambiente, produzindo alterações mais efetivas e duradouras que a sulfatação.

Para identificar uma fase de equilíbrio Sommer e col. (1993) aconselham, na prática, que se verifique períodos em que: uma, duas ou três espécies contribuíram com 80% ou mais da biomassa total da amostra; sua existência ou coexistência persistiu por tempo suficiente, ou seja, mais que uma ou duas semanas; durante este período a biomassa não decresceu significativamente.

Atendidos estes requisitos esta fase pode ser considerada de equilíbrio.

Considerando-se como períodos de estabilidade aqueles em que pelo menos duas coletas consecutivas apresentassem as três espécies mais representativas, atingindo biovolume igual ou superior a 80% da amostra, ambos os pontos apresentaram 17 coletas obedecendo a este critério. Portanto, em 30.% das coletas haveria condições de estabilidade da comunidade, segundo o conceito de Sommer e col. (1993).

De acordo com os critérios mencionados foi possível distinguir, no ponto 1, as seguintes fases:

1. fase inicial entre MA2 e JL10, de instabilidade, indicada por quedas significativas da biomassa, com aplicação de sulfato de cobre entre MA2 e J4.

2. fase de equilíbrio (senso Sommer e col., 1993) com quatro coletas consecutivas, JL11 a AG14 sem queda de biomassa, tendo *Chlamydomonas* cf. *gloeophila*, *Asterionella formosa* e *Aulacoseira granulata* contribuindo para os 80% da biomassa total das amostras, interrompida entre AG15 e S18 por instabilidade relacionada a quedas significativas da biomassa associada à sulfatação - em AG14 e AG15 foi aplicado sulfato neste ponto. Houve retomada das condições de equilíbrio, com as mesmas espécies prevalecendo entre S19 e O21. De AG16 a S20 não foi aplicado sulfato de cobre, portanto a comunidade recuperou suas características anteriores de dominância, decorridas três semanas à partir da aplicação.

3. fase de instabilidade entre O22 e O24, com queda significativa na biomassa, por efeito da aplicação de sulfato entre O21 e O24 e com variação na dominância.

4. fase de equilíbrio, com quatro coletas entre N25 e N28, sem quedas expressivas na biomassa, sem aplicação de sulfato, com *Dictyosphaerium* prevalecendo, interrompida em N29 e D30 por queda da biomassa associada à aplicação de sulfato um dia antes da N29, e novamente a retomada das condições de equilíbrio anteriores entre D31 e D33 com *Aphanocapsa*. Em D30 e D31 não foi aplicado sulfato de cobre, mas de D33 a MA50 a sulfatação foi constante e elevada.

5. fase de instabilidade entre JA34 e JA36, com variação nas espécies predominantes, com aplicação de sulfato entre D33 e JA35, embora sem quedas significativas da biomassa.

6. fase de equilíbrio entre JA37 e F40, com *Mougeotia* cf. *americana* prevalecendo, sem quedas na biomassa, embora a aplicação de sulfato iniciada em D32, tenha sido mantida até MA50.

7. fase de instabilidade, com alterações significativas da biomassa e variação nas espécies predominantes à partir de F41 e conforme mencionado, com aplicação de sulfato até MA50.

No ponto 4, não houve caso de equilíbrio, pois embora tenham ocorrido períodos de

estabilidade quanto à biomassa, nestas oportunidades, as espécies predominantes não permaneceram as mesmas ou não atingiram porcentagens de dominâncias compatíveis.

Desta análise conclui-se que no ponto 1, a aplicação de sulfato de cobre interrompe fases de equilíbrio e quando não é muito prolongada, tão logo se encerre, o equilíbrio anterior é retomado, com aumento da biomassa e predominância das mesmas espécies, portanto a aplicação de sulfato comportou-se como um distúrbio não drástico e contribuiu para a ocorrência de processos de reversão. No ponto 4, devido às condições instáveis, promovidas pelo fluxo horizontal mais intenso, não houve oportunidade para ocorrências prolongadas de equilíbrio na comunidade. Esta suposição poderia ser confirmada através de avaliações da intensidade e direção do fluxo, nesta região, que não foram possíveis durante este estudo.

Esta análise demonstrou maior eficiência que a baseada na competição por recursos, fornecendo mais informação e explicações de interesse prático para este estudo.

6.2.7. HOMOGENEIDADE DO NÚMERO DE ESPÉCIES E DA TAXOCENOSE

A comunidade fitoplanctônica apresentou heterogeneidade quanto ao número de táxons e mais que uma taxocenose envolvida, como seria de esperar para o conjunto total de dados de cada ponto de coleta. Na busca de identificar os grupos de algas ou os períodos em que as condições ambientais permitiram que a comunidade estabelecida fossem homogênea quanto ao número de táxons e houvesse apenas uma taxocenose envolvida, os dados ambientais foram separados em lotes, utilizando-se como critério de separação os fatores mais marcantes: sazonalidade e aplicação de sulfato de cobre. Quanto à comunidade fitoplanctônica separou-se as espécies de algas nos grupos taxonômicos.

Para o ponto 1 eliminando-se as coletas em que houve aplicação de sulfato de cobre, foi possível remover a heterogeneidade das criptofíceas, o mesmo ocorrendo para zignemafíceas indicando que o fator que mais influenciou na alteração das comunidades destas algas foi a sulfatação.

O critério adotado para separação dos dados, baseado na pluviometria e na sulfatação não foi suficiente para indicar ocorrência de homogeneidade para as clorococales em nenhum período no ponto 1, bem como a de centrais (durante os períodos de chuvas moderadas e da segunda seca), penais (durante os dois períodos de seca) e no ponto 4 a de clorococales (durante os períodos de chuva e na segunda seca), volvocales (durante as chuvas moderadas e a segunda seca), euglenofíceas (durante o segundo período de seca) e zignemafíceas (durante o primeiro período de seca).

Uma comunidade de clorococales tão rica em espécies, diversificada em estratégias

adaptativas, capacitada a superar gradientes temporais de condições ambientais inóspitas através de alterações rápidas da comunidade, como a da Guarapiranga, torna difícil a identificação de períodos de homogeneidade, pois pode responder a fatores mais específicos do que aqueles que restringem o desenvolvimento de comunidades menos ricas. A aplicação deste teste ao fitoplâncton de um lago marginal ao rio Embu-mirim nesta mesma bacia hidrográfica, mostrou que a comunidade de clorofíceas tornava-se homogênea pela remoção dos dados das comunidades de pontos que continham macrófitas, Beyruth (1989), exemplificando alteração da comunidade decorrente dos efeitos da presença de outras comunidades. Pelos motivos expostos neste ambiente, as clorococcales não podem ser tratadas como um grupo sistemático constituído por um conjunto de espécies de requisitos ambientais semelhantes.

Os demais grupos, ao menos em dois períodos sazonais, mostraram comunidades homogêneas em relação ao número de espécies e à taxocenose presente, indicando que a sazonalidade teve realmente um efeito pronunciado na comunidade algácea.

As heterogeneidades remanescentes devem-se portanto, aos fatores que não a sazonalidade ou a sulfatação e demandam outros critérios de análise para sua investigação, devendo tornar-se objeto de investigação futura.

6.2.8. ESTABILIDADE DA COMUNIDADE

Segundo Margalef (1991), uma população ou comunidade é estável desde que flutue pouco, dentro de limites próximos. Estabilidade é portanto uma característica descritiva das populações.

Um ecossistema estável mantém os níveis de produção e de biomassa, ainda que para isto, a proporção das diferentes espécies que o formam tenha que se alterar continuamente. A estabilidade como sinônimo de persistência complementa a diversidade pois proporciona uma medida da "organização" do sistema.

De acordo com a capacidade do ambiente em manter-se estável, os sistemas podem ser classificados em lábeis (adaptáveis) e conservativos (persistentes). Os ecossistemas com maior energia, onde a relação produção por biomassa é mais alta, em geral são mais flutuantes ou adaptáveis e menos persistentes de acordo com Margalef (1991). Quanto mais freqüentes as flutuações na estabilidade, menor a oportunidade das espécies desenvolverem populações limitadas por recursos, interagirem com outras espécies ou para a comunidade atingir alguma condição estável de equilíbrio. Apenas quando a freqüência de alteração da estabilidade aproxima-se ou é menor que o tempo de geração das algas (em lagos de águas tépidas durante a circulação e com ciclos diurnos de re-estratificação), a composição de espécies se

acomoda, mais do que responde aos ciclos de mistura (Reynolds, 1987).

Pimm (1984, apud Payne, 1986) afirma que dois aspectos importantes da estabilidade a serem considerados são a resiliência e a persistência do sistema. Resiliência pode ser definida como a taxa com que as alterações ambientais são absorvidas pela comunidade e o equilíbrio original é recuperado. A persistência é o tempo em que uma variável permanece, antes que seja alterada para um novo valor.

A curto prazo, as espécies fitoplanctônicas são pouco persistentes devido ao ciclo de vida curto e a comunidade responde a alterações ambientais não catastróficas e de curta duração, pela alteração na composição e abundância das espécies. Em regiões tropicais, as espécies podem ser menos persistentes que em regiões temperadas, pois as alterações ambientais podem ser mais frequentes durante o ano, e muitas vezes menos previsíveis. A longo prazo entretanto, as perturbações no fitoplâncton são consideradas cíclicas, de tal forma que não necessariamente impliquem em alterações irreversíveis (Payne, 1986). Para Guarapiranga, se as alterações sofridas pelo ecossistema nas últimas décadas não houvessem sido drásticas, seria esperado que durante a repetição do ciclo sazonal, algumas características da comunidade se repetissem.

Indícios de resiliência, a um prazo mais longo poderiam ser obtidos comparando-se a variação sazonal das espécies dominantes relatadas por Kleerekoper (1939), Rocha (1984), Xavier e col. (1985) e Pereira (1987). O trabalho de Pereira (1987) foi realizado até o nível de gênero, o mesmo ocorrendo com o efetuado por Rocha (1984). Dadas as dificuldades relatadas por Kleerekoper, sobre a determinação das espécies existentes naquela época e que em parte perduram até hoje, esta comparação fica muito prejudicada. Constata-se, mais uma vez, a necessidade de estudos taxonômicos dos corpos d'água do Estado de São Paulo, uma vez que mesmo para Guarapiranga, uma das represas mais importantes para a cidade de São Paulo, não havia até este trabalho, estudos taxonômicos da flora algácea até o nível de espécies.

A represa de Guarapiranga sofreu alterações profundas devido aos impactos antrópicos a que tem sido submetida desde o estudo efetuado por Kleerekoper (1939), que podem ser constatadas através da alteração de sua comunidade fitoplanctônica

No conjunto de espécies identificadas até este nível no estudo atual e que também foram relatadas por Kleerekoper estão: *Eudorina elegans*, *Dinobryon sertularia*, *Dinobryon divergens*, *Closteriopsis longissima*, *Kirchneriella lunaris*, *Scenedesmus bijugus*, *Golenkinia paucispina* e *Coelastrum cambricum*. Kleerekoper (1939) relata que *Peridinium willei* dominou durante os dois anos de suas observações, no período entre novembro e março e

Dinobryon sertularia entre maio e junho. Neste estudo também observou-se domínio de *Dinobryon* porém apenas em setembro.

No trabalho de Xavier e col. (1985) não foram registradas as espécies encontradas no estudo atual, pois a maior parte da pesquisa foi realizada até o nível de gênero; estes autores relatam maiores densidades em março e novembro (20035 e 1008 em org.l¹) e as menores em junho e agosto (384 e 314 em org.l¹), com dominância de *Anabaena* em março, *Melosira* e *Mougeotia* em junho, *Anabaena*, *Peridinium* e *Melosira* em agosto e *Rhizosolenia*, *Melosira* e *Anabaena* em novembro. No estudo atual, *Anabaena* não atingiu dominância e os períodos de dominâncias dos demais gêneros mencionados, não corresponderam aos deste estudo.

Estas comparações, embora utilizando dados obtidos através de metodologia e periodicidade diferentes, mostram que as condições também foram diferentes das encontradas atualmente, provavelmente devido à crescente eutrofização e alteração da qualidade da água, não sendo perceptíveis semelhanças acentuadas nos padrões de recorrência da dominância.

Alguns indícios atuais de resiliência a curto prazo, neste ecossistema, puderam ser identificados através do retorno à comunidade amostrada, de espécies de *Rhizosolenia*, *Chlorella* e *Scenedesmus* que foram registradas no início e no final do ciclo deste estudo, no rol das espécies mais expressivas; embora o período total tenha sido muito reduzido para uma análise mais aprofundada. Outro indício foi a semelhança mencionada, encontrada para o comportamento das variáveis ambientais verificadas pelos resultados da análise de componentes principais, entre coletas das secas de 1991 e 1992, em ambos os pontos.

O índice de persistência que está sendo proposto embora não obedeça a definição estrita de persistência do sistema: "a persistência é o tempo em que uma variável permanece antes que seja alterada para um novo valor" (Pimm, 1984 apud Payne, 1986), trata da persistência das espécies no sistema durante um período determinado de estudo. Sua elaboração surgiu da necessidade de verificar qual grupo de algas conseguiria sobreviver durante um maior período às forçantes de alterações ambientais atuantes nesta represa. Esta informação mostra-se importante pois, supondo-se por exemplo que as cianofíceas fossem as algas mais persistentes nesta represa, o risco da utilização destas águas para abastecimento, seriam maiores; além disto o custo do tratamento pode aumentar com a persistência de qualquer grupo problemático para o tratamento de água para abastecimento. Esta análise é possível, pois as algas têm ciclo de vida curto, permitindo a avaliação da persistência das espécies em tempo hábil. Para outros grupos vegetais, ou mesmo animais de ciclo de vida mais longo, isto seria possível apenas através de outros tipos de registros, como fósseis ou evidências espaciais, conforme mencionado anteriormente. Os dados deste trabalho permitem este tipo de análise pois, a

identificação taxonômica foi realizada até o nível de espécie e as coletas tiveram frequência compatível permitindo o acompanhamento da maior parte das alterações da comunidade que ocorreram durante o ciclo sazonal estudado.

Quanto à persistência das espécies no conjunto amostral total do ponto 1, penais, volvocales, clorococales e criptofíceas mostraram comunidades mais conservativas nas 56 coletas, acima do valor médio total, enquanto crisofíceas, dinofíceas e zignemafíceas mostraram as menores porcentagens médias por espécie na comunidade.

No ponto 4, criptofíceas, centrais, volvocales, penais e clorococales mostraram porcentagens superiores ao valor médio total quanto à capacidade de conservarem suas espécies no ecossistema, durante o período total de estudo. As zignemafíceas, euglenofíceas, dinofíceas e crisofíceas representaram as porcentagens inferiores.

A maior persistência de criptofíceas em ambos os pontos pode estar associada ao favorecimento de espécies oportunistas, r-estrategistas neste ecossistema. Para a persistência das clorococales também vale a explicação apresentada para as r-estrategistas pois grande parte das espécies apresenta esta estratégia na maior parte do tempo, além disto as espécies dos gêneros *Chlorella*, *Crucigenia*, *Dictyosphaerium* e *Scenedesmus* mostraram elevada frequência de ocorrência. As volvocales, por sua motilidade, tem persistência favorecida em ambientes com menor transparência, sendo que penais também podem ter sua persistência sustentada por aportes de indivíduos do perifiton, especialmente durante chuvas intensas. As centrais são favorecidas em ambientes com elevada turbulência, conforme mencionado anteriormente.

A persistência das espécies no ponto 1, foi maior durante o período de seca, período este em que a aplicação do sulfato de cobre foi reduzida. Foi maior ainda durante o período de aplicação de sulfato e mesmo durante o período em que as aplicações se intensificaram, uma vez que durante as chuvas intensas esteve mais elevada que a média total deste ponto. Estes resultados indicam que as espécies presentes eram resistentes ao sulfato de cobre e/ou a eficiência da sulfatação pode ter sido obstada pela diluição. Além disto, algas provenientes do perifiton poderiam ter sido recrutadas ou permanecido por mais tempo na água aberta, devido a indução de sua mobilização pelos efeitos da elevada intensidade pluviométrica. A persistência média das espécies diminuiu no início das chuvas e foi aumentando até o final das coletas. No ponto 4, foi semelhante entre chuvas e seca, aumentando do início para o final das amostragens.

Entre os grupos sistemáticos considerados no ponto 1, penais destacou-se pelas elevadas porcentagens de persistência que só foram reduzidas durante as chuvas, moderadas e

intensas com aplicação de sulfato de cobre. Apresentaram as mais elevadas porcentagens de ocorrência, no ponto 1: *Synedra* cf. *minuscule* (84%) e *Synedra* *ulna* t1 (66%).

No ponto 4, destacaram-se as criptofíceas por sua elevada capacidade de persistência no sistema, apresentando elevada porcentagem de ocorrência: *Cryptomonas* cf. *brasiliensis* (73%) e *Cryptomonas* cf. *tenuis* (48%), e volvocales, especialmente durante as chuvas, das quais destacaram-se: *Chlamydomonas* cf. *gloeophila* t1 (75%) e *Chlamydomonas* cf. *gloeophila* t2 (54%).

O índice de persistência proposto considera apenas a presença da espécie, porém segundo Padisák (1992) e Pollinger e col. (1988 apud Sommer 1993), mesmo a escassez extrema quanto a densidade, não previne as espécies de tornarem-se dominantes. A elevada persistência de diatomáceas no ponto 1 indica que a obstrução de filtros por estas algas é um risco constante, pois suas densidades podem elevar-se para níveis prejudiciais tão logo as condições favoreçam seu desenvolvimento, o que já tem ocorrido no inverno em anos anteriores, conforme mencionado no capítulo Introdução.

Cianofíceas apresentaram alta porcentagem de persistência, no ponto 4, nos períodos de chuvas intensas destacando-se a espécie *Synechococcus elongatus* pela elevada porcentagem de ocorrência (32%).

Várias espécies de clorococcales apresentaram porcentagem de ocorrência elevada, superior a 50% das coletas, assim como a zignemafícea *Mougeotia* cf. *americana* para o ponto 1 e a bacilariofícea *Rhizosolenia eiriensis* para ambos os pontos. Clorococcales e zignemafíceas, por apresentarem maior número de táxons, apresentaram persistência média relativa pouco elevada, devido aos cálculos para persistência basearem-se no conjunto de cada grupo sistemático.

Análises processadas sobre a persistência das espécies fitoplanctônicas considerando presença-ausência das espécies, não foram encontradas na literatura consultada e desta forma a discussão atém-se apenas aos resultados encontrados, indicando a necessidade de aprofundar este tipo de abordagem em investigações futuras. O trabalho de Padisák (1992) também mostra a preocupação de determinar a persistência do inóculo, mas trata-se de um cálculo que envolve avaliações quantitativas, e por isso mais trabalhosas. Aquela autora chega a conclusão de que a simples presença da espécie já seria suficiente para determinar a persistência do inóculo. Este método tentativo acrescenta informação, podendo ser testado quanto à sua utilidade, especialmente nos estudos sobre ambientes impactados e/ou sujeitos à controle algáceo.

6.3. ANÁLISE INTEGRADA: COMPONENTES PRINCIPAIS (VARIÁVEIS AMBIENTAIS) E ESPÉCIES MAIS REPRESENTATIVAS DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA

A configuração expressa através da análise dos componentes principais mostrou que os fatores climáticos, de operação da represa e sua biomassa fitoplanctônica orientaram as relações entre os fatores ambientais estudados. Para os dois pontos de coleta o primeiro componente representou o gradiente entre os períodos de seca (concentração) e chuvas (diluição, ou maiores aportes de material e energia) e o segundo componente representou o gradiente entre a baixa (águas claras) e a alta produtividade primária.

A análise dos componentes principais, evidencia relações anteriormente verificadas na análise sazonal e das correlações, mas acrescenta à discussão, a conclusão de que em ecossistemas aquáticos submetidos à degradação, por aportes orgânicos e inorgânicos da bacia de drenagem, a contraposição chuva e seca adquire importância especial, magnificando a degradação dos ambientes terrestres e seus efeitos para os aquáticos.

Comparando-se a delimitação de períodos sazonais com os resultados da análise multivariada integrados aos das espécie que atingiram valores mais expressivos de frequência relativa, observa-se novamente que em alguns períodos a alteração da dominância ocorreu entre uma e duas semanas após a alteração climatológica mais expressiva, indicando que a comunidade, conserva suas características anteriores por algum tempo antes que a resposta às alterações ambientais, geradas pelas alterações climáticas possam ser detectadas. Esta informação sobre o comportamento do fitoplâncton e da qualidade da água é interessante para subsidiar medidas de manejo ambiental e pode ser utilizada para prevenir alterações de crescimento indesejáveis. As respostas dinâmicas das espécies individuais são aparentemente relacionadas às suas características morfológicas e funcionais, enquanto as respostas da comunidade tendem a ser tardias, dependendo do estabelecimento das dominâncias pelas espécies selecionadas (Reynolds, 1987).

6.4. ASPECTOS SANITÁRIOS

A investigação das condições sanitárias dos ecossistemas aquáticos é de suma importância, pois as águas são o reduto final dos produtos dos processos desenvolvidos nas suas bacias hidrográficas, quer sejam de origem antrópica ou não. Estes produtos alteram tanto a qualidade de vida dentro do ecossistema aquático, interferindo em sua capacidade biogênica, quanto os usos da água pelos seres terrestres, inclusive o homem.

Represas de abastecimento, merecem atenção especial quanto aos aspectos sanitários, por terem a qualidade de suas águas imediatamente vinculada à qualidade de vida dos usuários.

6.4.1. QUALIDADE ABIÓTICA DA ÁGUA

A qualidade da água da represa de Guarapiranga mostra os efeitos da eutrofização acelerada, que já havia iniciado em 1934, quando Kleerekoper (1936) realizou seu estudo e teve um grande aumento nestas últimas décadas.

No ponto 1, a aplicação de sulfato de cobre além de restringir o desenvolvimento algáceo, restringe os organismos decompositores como bactérias e fungos (Damato e col. 1989).

Existe atualmente um impasse quanto às medidas de recuperação da bacia, pois se os esgotos forem desviados para tratamento e o produto posteriormente for descartado para corpos d'água de outras bacias hidrográficas, grandes volumes de água deixarão de retornar à esta represa, diminuindo sua capacidade como manancial.

Reverter o quadro de urbanização atual é praticamente inviável, não havendo local nem meios para deslocar e reassentar a população humana já estabelecida na bacia.

Assim o convívio com as condições atuais deve perdurar enquanto não forem aplicadas tecnologias de reabilitação abrangendo a exportação ou remoção eficiente de nutrientes, tanto dos esgotos gerados, como das águas da própria represa.

Outro problema a ser considerado além da eutrofização são os altos teores de ferro, alumínio e cobre na água que segundo CETESB (1992), também ocorre nos sedimentos. Os metais como o cobre, alumínio e ferro têm influência negativa sobre o desenvolvimento algáceo, mas também para outros organismos e teores elevados são objetáveis por causarem danos aos ecossistemas aquáticos e também à saúde humana (Damato e col. 1989).

O cobre é um micronutriente necessário às algas, sendo inclusive utilizado para produzir meios de cultura. A estabilidade do cobre na água depende da dureza, alcalinidade, conteúdo de matéria orgânica e silte na fração coloidal, que determinam a velocidade de sedimentação

(Riemer e Toth, 1970). Em doses elevadas geralmente sob a forma de sulfato de cobre, é utilizado como algicida, segundo Mackenthun e Ingram (1967).

O ferro é indispensável à vida vegetal (Dussart, 1966). Em águas naturais geralmente ocorre sob a forma de suspensões coloidais parcialmente adsorvidas a partículas vivas, por exemplo *Trachelomonas*; ou inertes do seston. Algumas cianofíceas produzem siderocromos ferro-específicos e sua abundância pode determinar competições interespecíficas pelas fontes disponíveis de ferro. Segundo Reynolds (1993) também é utilizado como ingrediente para meios de cultura algácea.

Não se conhece a necessidade das algas quanto ao alumínio, segundo Lund (1965). Porém o ferro e o alumínio participam de eventos de complexação e trocas com o fósforo do sedimento dos lagos, especialmente no hipolímnio anóxico, segundo Reynolds (1993).

As concentrações de cobre neste estudo mostraram-se superiores aos recomendados pela legislação (0.02 mg.l^{-1}) para águas das classes de água 1 e 2 (CONAMA-20/86): no ponto 1, em 41 das 56 coletas (73%) e no ponto 4, em 37 coletas (66% do período de estudo) com teor máximo de 0.09 mg.l^{-1} .

Os teores de alumínio recomendados pela legislação (CONAMA-20/86) de 0.10 mg.l^{-1} para águas das classes 1 e 2, foram ultrapassados, no ponto 1 em 15 coletas (27% do período estudado) e no ponto 4 em 6 coletas (11%), com máximo de 0.3 mg.l^{-1} registrado no ponto 4 em JA36, na época das chuvas. Beyruth e col (no prelo) encontraram teores mais elevados na primavera e verão quando a pluviosidade foi elevada e o metal pode ter sido carregado da bacia de drenagem, especialmente do solo exposto de áreas recém-desmatadas próximas ao ponto 4. Entretanto não é possível descartar a hipótese da existência de outras fontes, sendo necessário pesquisar esta possibilidade.

O tratamento convencional da água para abastecimento em São Paulo, não remove o excesso de alumínio e este metal também é utilizado para coagulação durante o tratamento da água. Segundo Martyn e col. (1989) há 40 a 50% de probabilidade de que a concentração deste metal aumente acima das concentrações originais durante o tratamento da água.

Concentrações elevadas de alumínio na água ingerida ou injetada durante diálise tem sido relacionadas à ocorrência do mal de Alzheimer e à encefalopatia por diálise em seres humanos, segundo Miller e col. (1984) e Martyn e col. (1989), devendo ser evitadas, conforme mencionado anteriormente. Deposições de alumínio e manganês têm sido encontradas durante autópsias, no córtex cerebral de vítimas do mal de Alzheimer e outras demências precoces, segundo os mesmos autores e Cooke e Gould (1991). Estes últimos, em sua revisão sobre os efeitos do alumínio, relatam que este metal parece não ser necessário para sustentar a vida e

que sua neurotoxicidade foi claramente demonstrada para animais. Estes autores consideram que a exposição a este metal é incrementada pelo uso de utensílios de alumínio, principalmente para cozimento de alimentos ácidos, ou em embalagens de alimentos ou bebidas, que sob certas condições podem contribuir para sua ingestão (recipientes danificados ou em que o metal mantenha contato direto com o conteúdo, especialmente de refrigerantes e outras bebidas ou alimentos contendo p.ex. ácido fosfórico); que a exposição ao alumínio, através do contato com o ar contaminado, pode ser maior em áreas urbanizadas ou industrializadas; há aumento da mobilização do alumínio, do solo para o ambiente aquático, com a acidificação e que o alumínio é utilizado comercialmente para melhorar a aparência de certos alimentos. Portanto, estes acréscimos de contato, incrementados por hábitos recentes da população humana, indicam a importância de evitar-se a exposição a este metal.

Na Guarapiranga os efeitos da degradação ambiental, incluem o risco de que grandes aportes de alumínio e manganês do solo exposto da bacia de drenagem alcancem a água, tornando-a imprópria para o consumo. O desenvolvimento de doenças crônicas neurológicas demenciais em seres humanos, implica em custos sociais e econômicos elevadíssimos para os sistemas públicos de saúde. A ocorrência destes metais em doses elevadas nas águas de abastecimento deve portanto ser evitada, impedindo-se o seu lançamento nas águas ou seu carreamento do solo exposto da bacia. A cobertura com vegetação das áreas expostas deve ser uma das prioridades mais urgentes de qualquer programa de reabilitação da qualidade ambiental de represas de abastecimento.

Os teores de ferro, recomendados pela legislação (CONAMA-20/86), de 0.30 mg.l⁻¹ para águas das classes 1 e 2 foram ultrapassados no ponto 1, em 14 coletas e no ponto 4, em 3 coletas, com máximo 0.70 mg.l⁻¹, registrado no ponto 4 em MA2, na época da seca.

Segundo Klapper (1991), o ferro e o manganês, os metais mais comuns nas águas naturais, atuam como agentes combinatórios para o fósforo, sendo que o ferro ferroso (divalente) é importante por sua toxicidade para peixes.

Havendo grande quantidade de ferro e manganês nos sedimentos, se o ambiente tornar-se anaeróbico - situação freqüente em ocasiões de grandes colapsos algáceos - estes metais são liberados dos sedimentos para a água e com eles o fósforo e os metais pesados que a ele possam estar combinados, pois muitos metais traço, alguns tóxicos, são adsorvidos pelo hidróxido de ferro e com ele co-precipitam.

Estas ressurgências acrescentam fósforo novamente à água, em grandes quantidades de uma só vez o que pode ser uma das explicações para a reincidência de florações algáceas, nos ambientes eutrofizados.

6.4.2. ESPÉCIES INDICADORAS DA QUALIDADE AMBIENTAL

Geralmente as avaliações ambientais tem por objetivo preservar a qualidade de vida, sendo assim, os melhores indicadores da saúde dos ecossistemas são os próprios seres vivos.

De acordo com o conceito convencional de indicador biológico, a alta porcentagem de uma espécie num determinado ambiente, correlaciona-se aos fatores ambientais que mais favorecem seu desenvolvimento.

As espécies de algas variam quanto à sensibilidade aos fatores ambientais abióticos e bióticos e as mais resistentes às alterações ambientais particulares (causadas tanto por alterações naturais, como pelas atividades antrópicas) podem ter seu desenvolvimento favorecido. Estas espécies podem ser utilizadas como indicadoras da qualidade da água (Rocha, 1992).

A necessidade de efetuar ou complementar avaliações da qualidade dos ambientes aquáticos levou a elaboração de sistemas que utilizam indicadores biológicos de poluição dos ambientes aquáticos, destinados a subsidiar ações de controle e manejo ambiental.

Vários autores (Patrick, 1953; Edwards e col. 1972; Brook, 1950; Nygaard, 1949; Thunmark, 1945; UNESCO/EH, 1978 apud Rocha, 1992) e Sládecek (1973); Van Dam e col. 1994), entre outros, desenvolveram sistemas de indicadores biológicos, com maior ou menor grau de detalhamento, utilizando diferentes níveis taxonômicos (classes, ordens, gêneros, espécies), como indicadores do estado trófico, sapróbico ou da qualidade ambiental. Estes sistemas podem ser criticados à exaustão, porém tratam-se de ferramentas necessárias, que necessitam de aprimoramento e atualização constantes. Sua importância reside na utilização da biota na avaliação qualitativa e quantitativa do ambiente, baseando-se em dados ambientais e experimentais de diversos autores.

Os distúrbios ambientais não são essencialmente deletérios, pois as perturbações freqüentemente são essenciais para a manutenção do vigor e da saúde dos ecossistemas. Entretanto vários ecossistemas têm sofrido deterioração severa, como resultado direto ou como produto das atividades humanas (Rapport, 1992).

As avaliações sanitárias servem para subsidiar ações de manejo e recuperação ambiental destinadas a beneficiar e proteger a qualidade de vida, de forma a garantir a continuidade dos recursos naturais, bem como sua exploração para manutenção das atividades antrópicas. Nos países em desenvolvimento, estas avaliações passaram recentemente a ser objeto de exigência da legislação e têm como características principais a limitação dos recursos financeiros e prazos de análise extremamente restritos. Geralmente baseiam-se em levantamentos superficiais da qualidade ambiental, pois é comum não haver dados prévios sobre os ambientes a serem

avaliados. Considerando-se estas restrições, nas análises exploratórias é necessária a utilização de todas as informações relevantes e os métodos de análise disponíveis devem ser conciliados, na intenção de obter um conhecimento mais amplo.

A avaliação sanitária deve produzir o diagnóstico da saúde do ambiente, determinar os possíveis problemas e suas causas e prescrever o tratamento, para tentar recompor a estrutura física, química e biológica do ambiente (Rapport, 1992). Como na medicina, a ênfase deve ser dada à prevenção dos distúrbios graves à saúde dos ecossistemas, especialmente devido às limitações de compreensão científica, às impossibilidades técnicas e ao elevado custo econômico, bem como ao tempo dispendido que envolvem a recuperação ou reabilitação dos ambientes aquáticos já degradados, quando possíveis. Além disto, deve-se considerar a importância destas avaliações serem realizadas de forma objetiva, através de metodologia científica e de proverem valores de julgamento, ou seja indicadores mensuráveis confiáveis e respostas reprodutíveis.

Os princípios da otimização em ecologia, independente da elegância do aparato matemático, não são capazes de compensar premissas simplistas acerca dos processos evolutivos, dos comportamentos humanos e dos ecossistemas (Rapport, 1992).

As síndromes que afligem os ecossistemas aquáticos envolvem os seguintes sintomas: alteração na estrutura da comunidade biótica, favorecendo formas menores; redução na diversidade de espécies; aumento da dominância por espécies r-selecionadas; aumento da dominância por espécies exóticas; diminuição da extensão da cadeia trófica; redução da produtividade primária e secundária; aumento da prevalência de doenças; redução da estabilidade das populações; perda de espécies sensíveis; aumento da circulação ambiental dos contaminantes; perda de nutrientes (Rapport, 1992). Este autor comenta o progresso na identificação de componentes sensíveis do ecossistema, afirmando que ecossistemas aquáticos estudados em larga escala, como os Grandes Lagos nos Estados Unidos, mostraram que a presença de certas espécies sugere o estado geral de saúde e inversamente sua ausência sugere a degradação do ecossistema. Este autor ressalta que a abordagem de espécie como indicador tem a vantagem de reduzir a lentidão da detecção da resposta global do ecossistema ao distúrbio, dando atenção às respostas mais rápidas das espécies.

A definição de saúde de um ecossistema engloba a redução do risco e aumento da probabilidade de sobrevivência, que implica em estabilidade ou habilidade do ecossistema atingir um ponto de equilíbrio e de contrabalançar distúrbios. Um ecossistema saudável deve ter alto nível de biodiversidade, produtividade e habitabilidade (IUCN/UNEP/WWF, 1990 apud Chapman, 1992), deve permitir a existência de habitats e fluxo de energia e matéria

adequados para sustentar biocenoses apropriadas para a eco-região particular (Ross, 1992 apud Chapman, 1992).

Chapman (1992) propõe os seguintes enfoques genéricos para determinar a saúde dos ecossistemas: a presença, ausência ou condições das múltiplas espécies; a persistência do habitat e a continuidade normal da sucessão. Em nenhum caso os resultados destas medições podem ser reduzidos a um único número pois a incerteza e variabilidade inerentes, tanto nos ecossistemas como nos métodos de mensuração requerem uma ampla gama de valores.

Para proteger a saúde dos ecossistemas é necessário compreender a resposta, adaptação e recuperação do ecossistema e os componentes chave do ecossistema em face dos distúrbios que incluem os impactos antropogênicos (Chapman, 1992).

A distribuição das espécies no ambiente reflete aspectos da variação da qualidade ambiental e esta característica é explorada no conceito dos indicadores biológicos.

As algas são muito importantes como indicadores do estado trófico, sendo a melhor opção para estudos de enriquecimento nas águas abertas, por serem a comunidade que melhor expressa estes acréscimos, além disto, sua tolerância à poluição orgânica está bem documentada na literatura (Patrick, 1954; Fjerdingsstad, 1964, 1965; Palmer, 1969 apud Hellawell, 1989). Porém não são tão eficientes como indicadores de poluição por pesticidas e metais pesados. Ao lado dos macroinvertebrados, as algas constituem o grupo mais utilizado como indicadores biológicos das condições ambientais dos ambientes aquáticos.

No nível de indivíduos e populações, muitos organismos apresentam respostas anatômicas e fisiológicas às condições ambientais. No nível da estrutura da comunidade poucos métodos de rotina de monitoramento utilizam critérios de presença ou ausência de espécies individuais, a maior parte utiliza a composição da comunidade e provê bases comparativas entre ambiente não alterado e alterado. A forma típica da curva log-normal da estrutura da comunidade apresenta um achatamento indicando redução na abundância de algumas espécies sensíveis e raras, bem como uma extensão da curva que representa um aumento do número de algumas poucas espécies insensíveis que passam a dominar a comunidade. As modificações estruturais geralmente são acompanhadas por alterações funcionais (Hellawell, 1989).

Há ainda os indicadores bioacumulativos, que podem magnificar em suas células, elementos nutritivos ou poluentes que estejam em doses sub-letais na água.

As características de um indicador biológico ideal, segundo Hellawell (1989), são: ser prontamente identificável, pois incertezas taxonômicas podem causar confusões na interpretação dos dados; ser amostrado facilmente para análises quantitativas; apresentar

distribuição cosmopolita, pois a ausência de espécies com exigências ambientais muito específicas e/ou de distribuição geográfica limitada pode não estar associada com poluição; estar associado a abundância de dados de auto-ecologia, muito úteis na análise de resultados e no mapeamento da área poluída; ter importância econômica como recurso ou como problema; acumular prontamente poluentes, especialmente os que refletem os níveis ambientais, facilitando a compreensão da sua distribuição em relação aos níveis de poluição; ser facilmente cultivado em laboratório permitindo estudos experimentais que possam ser relacionados às observações ambientais; apresentarem baixa variabilidade, tanto genética como quanto ao seu papel na comunidade biológica.

A maior parte das condições relatadas, que não têm a ver diretamente com contaminação também foram mencionadas quando se indicou a comunidade fitoplanctônica como ideal para estudos ecológicos, conforme Sommer (1989), mostrando que ecologia e saneamento têm mais em comum do que se supõe a primeira vista, e que a abordagem sanitária acentua ou acresce o enfoque antropocêntrico aos estudos de ecologia.

A análise da distribuição das espécies que ocorreram em alta porcentagem, durante algum tempo, permite comparar os dados obtidos com os de outros estudos, inclusive experimentais, provendo maior confiabilidade nas hipóteses explicativas aventadas durante os estudos baseados em dados obtidos no ambiente.

A seguir são apresentadas as espécies encontradas que se destacaram como dominantes, abundantes ou pela elevada frequência de ocorrência durante este estudo e as citações literárias que informam sobre as características do gênero ou espécies, bem como seu valor sanitário nas classificações ou sistemas destinados a utilizá-las como indicadores do estado trófico, saprobidade ou da qualidade ambiental. Ainda que algumas destas classificações sejam extremamente simplistas, foram assim mesmo consideradas devido a escassez de informação específica na literatura.

• *Aulacoseira*

Segundo Gasse (1986), diferentes autores em trabalhos recentes, comentam sobre as variedades da espécie *Aulacoseira granulata* concluindo que não se pode distinguir entre esta espécie, a variedade *angustissima* Müller e a var. *angustissima* f. *curvata* (Grünwald) Hustedt. Estes diferentes "tipos morfológicos", previamente elevados ao status de variedades, têm sido entretanto, contados separadamente para detectar quaisquer possíveis diferenças na sua distribuição ecológica. Este autor afirma que a espécie é considerada alcalófila, com pH ótimo entre 7.8 e 8.2, mas também é comum em águas neutras a fracamente ácidas. No estudo feito por Gasse (1986), na África, a espécie foi encontrada em águas carbonato-bicarbonato, não

parecendo mostrar qualquer preferência catiônica. Foi encontrada como espécie não comum, ou rara em condições fortemente alcalinas. A variedade *angustissima*, segundo Gasse, tem seu crescimento ótimo em lagos rasos, tolerando águas com turbidez muito elevada. A condição ótima parece ser condutividade média de 500 a 1200 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, pH ao redor de 8-8.5, alcalinidade de cerca de 7-10 $\text{meq}\cdot\text{l}^{-1}$ e águas ricas em sódio. A forma *curvata* não parece diferir da variedade *angustissima* quanto à ecologia.

Hörnström (1981) considera *A. granulata* e a var. *angustissima* como indicadoras de ambientes eutróficos. Van Dam e col. (1994) tratam *Aulacoseira granulata*, *Aulacoseira granulata* f. *curvata* e var. *angustissima*, com idêntica classificação como indicadores ecológicos: alcalófila; águas doces a salobras ($\text{Cl}^{-1}(\text{mg}\cdot\text{l}^{-1})$ entre 500 e 1000; salinidade entre 0.9 a 1.8 ‰; autotrófica assimilando nitrogênio e tolerando elevadas concentrações de compostos orgânicos ligados ao nitrogênio; requerimento moderado quanto ao oxigênio (acima de 50% da saturação); quanto à saprobidade é considerada β -mesosapróbia [águas de Classe II, 70-80% saturação de oxigênio; DBO_5 20 ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) = 2-4]; eutróficas; nunca ou raramente ocorrendo no exterior de corpos d'água.

Marins (1981, apud Esteves, 1988) relata que esta espécie aumenta sua proporção na superfície da água por ação eólica e com calmaria tende a permanecer no sedimento da represa do Lobo.

Na lista de Palmer (1969) dos 60 gêneros mais tolerantes à poluição orgânica é o 13º com 51 pontos. A espécie *granulata* é a 38º da lista de 80 espécies mais tolerantes. Branco (1986) relata que este gênero é freqüentemente citado por obstruir filtros, podendo produzir odor de gerânios ou terra na água, sendo muito sensível ao sulfato de cobre e muito resistente ao cloro. Segundo Mackenthun e Ingram (1967) produz odor de gerânio quando em quantidade moderada e de mofo quando abundante. Na lista de organismos indicadores de saprobidade de Sládecek (1973) esta espécie indica ambiente β -mesosapróbio.

Espécies encontradas neste estudo: *Aulacoseira granulata* var. *angustissima* e var. *angustissima* f. *curvata*. Na Guarapiranga atingiu valores mais elevados durante o período de seca, com temperaturas mais baixas ou em declínio, valores reduzidos de alcalinidade, condutividade, dureza e conteúdo iônico total. Entretanto também atingiu valores elevados durante o segundo período de seca em que a velocidade dos ventos foi mais reduzida, a alcalinidade mais alta e os teores iônicos relativamente mais elevados. A redução da temperatura, nos dois períodos, parecem ter sido o fator determinante mais efetivo.

• *Asterionella*

Reynolds (1993) afirma que *Asterionella formosa* é comum em lagos meso a eutróficos devido à sua alta eficiência fotossintética sob baixa irradiância, e relata que Lund, 1978, encontrou altas densidades desta espécie quando os dois meses anteriores haviam sido relativamente secos.

Reynolds (1993), relata que a associação desta espécie com *Stephanodiscus* é própria de lagos mais produtivos da América do Norte e Europa. Dussart (1966) relata a elevada capacidade desta alga em remover fósforo da água, mesmo quando este nutriente encontra-se em proporções muito baixas (1 mg.m^{-3}).

Wetzel (1983) afirma que esta espécie prolifera em lagos eutróficos usualmente alcalinos.

Asterionella formosa, segundo Margalef (1969) é indicadora de cobre, mas também foi registrada em ambientes com elevados teores de cromo, cádmio e zinco. Segundo Margalef (1983) esta alga é favorecida pela turbulência. Beyruth e Pereira (1994), relataram altas densidades desta espécie no inverno, durante a seca, após dois meses de seca, na represa Billings, conforme havia sido relatado por Lund (1978 apud Reynolds, 1993).

É o 51º da lista de gêneros de Palmer, com 17 pontos. Segundo Branco (1986) este gênero interfere com a floculação durante o tratamento, podendo persistir em sistemas de distribuição, sendo muito sensível ao sulfato de cobre e ao cloro. Produz odor de gerânio e especiarias quando em quantidade moderada e de peixe quando abundante, segundo Mackenthun e Ingram (1967). A espécie encontrada indica ambiente oligo a β -mesosapróbico (Sládecek, 1973).

Espécie encontrada neste estudo: *Asterionella formosa*. Seu desenvolvimento na Guarapiranga foi mais intenso durante os períodos de seca ou chuvas moderadas, com temperatura mais baixas. Foi mais abundante nos períodos de maior velocidade dos ventos, confirmando a relação com a turbulência reportada por Margalef (1983).

• *Botryococcus*

Este gênero segundo Branco (1986) é de águas superficiais, podendo ocorrer em grande número em represas de abastecimento público. São sensíveis ao sulfato de cobre.

Segundo Esteves (1988) é um gênero capaz de aumentar sua capacidade de flutuação formando gotículas de óleo na mucilagem que envolve a colônia, conferindo coloração amarelada à água. Tundisi e Hino (1981) relatam a presença deste gênero em ambiente oligotrófico.

Espécies encontradas neste estudo: *Botryococcus neglectus*.

- *Chlamydomonas*.

Segundo Margalef (1983), muitas espécies são genuinamente planctônicas e algumas podem desenvolver-se no escuro, se houver fonte orgânica de carbono, havendo muitas formas heterotróficas.

Este gênero foi encontrado na represa de Guarapiranga por Rocha (1984) e Pereira (1987). Segundo Esteves (1988) as populações de inverno são dominadas por espécies pequenas. Este gênero segundo Lund (1965) abrange espécies que sobrevivem em águas com pH abaixo de 4.

Segundo Sakaguchi e col. (1981 apud Gadd, 1988) observou-se acúmulo de molibdênio e urânio por espécies deste gênero.

O gênero atinge 115 pontos, sendo o 3º na classificação de Palmer (1969). Segundo Branco (1986) indicam águas eutróficas, não dispensam a presença de certos compostos orgânicos, suportando perfeitamente ambientes ricos em matéria orgânica em decomposição ou altamente mineralizados. São freqüentes em lagoas de estabilização, servindo para caracterizar as fases ou condições do tratamento nestes sistemas devido às suas exigências tróficas. São resistentes aos algicidas: sulfato de cobre, ao DNQ, ZDD e ao CMU e sensíveis ao DAC e às rosaminas. Produzem odor de mofo ou de grama quando em quantidades moderadas e quando abundantes, odor séptico ou de peixe e sabor adocicado (Mackenthun e Ingram, 1967).

Espécies encontradas neste estudo: *Chlamydomonas* cf. *gloeophila*, *Chlamydomonas* cf. *globosa*, *Chlamydomonas* cf. *gracilis*, *Chlamydomonas* cf. *proteus*, *Chlamydomonas* cf. *subcaudata*. A espécie *gloeophila* na forma colonial (ou palmelóide) atingiu biomassa expressiva, durante o primeiro período de seca e sob a forma unicelular durante as chuvas moderadas.

- *Chlorella*

Segundo Prescott (1962), o gênero *Chlorella* é citado em ambientes ricos em compostos orgânicos e salinidade elevada. Palmer (1969) afirma que este é um dos dez gêneros mais freqüentes em águas com elevada concentração de matéria orgânica. Pereira (1987) cita a ocorrência deste gênero na represa de Guarapiranga. Lund (1965) afirma que algumas espécies suportam pH 4. Margalef (1983) afirma que espécies deste gênero são encontradas em lagos europeus e norte-americanos em ambientes mesotróficos de água pouco mineralizada. Somashekar (1984) afirma que *Chlorella vulgaris* é uma espécie freqüente em ambientes polissapróbios.

Segundo Butler e col., 1980 (apud Gadd, 1988) *Chlorella vulgaris* acumula cobre e ouro e pode acumular cádmio e outros metais, inclusive urânio, por bioadsorção na parede celular, sendo que o gênero possui espécies capazes de acumular mercúrio, manganês, molibdênio e urânio. Estes autores afirmam que há linhagens resistentes de *Chlorella vulgaris* cuja tolerância ao cobre deve-se a mecanismos ativos de exclusão celular. Segundo Galloway e Krauss (1963 apud Esteves, 1988), este gênero pode absorver polifosfatos de cadeias longas.

É o 5º da lista de gêneros de Palmer (1969) com 103 pontos. *Chlorella vulgaris* é a 11ª espécie com 29 pontos. Segundo Branco (1986) estas algas desenvolvem-se bem em ambientes com poluição orgânica ou com elevados teores de sais minerais, sendo freqüentes em lagoas de estabilização. São sensíveis ao cloro, CuSO_4 , DAC e Rosinamina-acetato. São resistentes aos demais algicidas. Podem obstruir filtros. Quando em grande quantidade, produzem odor de mofo segundo Mackenthun e Ingram (1967). *Chlorella vulgaris* indica poli a α -mesosaprobidade (Sládecek, 1973).

Espécies encontradas neste estudo: *Chlorella* cf. *minutissima*, *Chlorella vulgaris* var. *viridis* e *Chlorella vulgaris* var. *vulgaris*. Trata-se de um gênero com características de r-estrategista, oportunista, de pequeno porte e reprodução rápida. Ocorreu em períodos de elevada demanda bioquímica de oxigênio, ou seja com saprobidade mais elevada.

• *Coelastrum*

É o 41º gênero da lista de Palmer (1969), com 24 pontos. *Coelastrum microporum* é a 60ª espécie com 14 pontos. *Coelastrum microporum* indica β -mesosaprobidade (Sladecék, 1973).

Espécies encontradas neste estudo: *Coelastrum reticulatum*, *Coelastrum cambricum*, *Coelastrum pseudomicroporum*, *Coelastrum proboscideum*, *Coelastrum microporum*.

• *Crucigenia*

Rosén (1981), após analisar 442 lagos suecos, concluiu que *Crucigenia tetrapedia* é característica de lagos eutróficos. É o 60º gênero da lista de Palmer (1969), com 14 pontos. Segundo Branco (1986) são algas de superfície resistentes ao sulfato de cobre. A espécie encontrada indica zona oligo a β -mesosapróbia (Sládecek, 1973).

Espécie encontrada neste estudo: *Crucigenia tetrapedia*

• *Cryptomonas*

Telzer, 1972, e Rodhe, 1955, citados por Esteves (1988) afirmam que populações de inverno são dominadas por espécies pequenas. Rosén (1981), relata que este gênero é

totalmente eutrófico e seu desenvolvimento foi observado em águas com descargas de esgotos municipais e industriais ricas em nutrientes e matéria orgânica.

Na classificação de Palmer este gênero atinge 23º lugar, com 36 pontos. Branco (1986) afirma que este gênero vive em águas ácidas e/ou mineralizadas por esgotos oxidados, não havendo dados sobre sua resistência ao sulfato de cobre. Produz odor de violetas e sabor adocicado (Mackenthun e Ingram, 1967).

Espécies encontradas neste estudo: *Cryptomonas* cf. *brasiliensis* e *Cryptomonas* cf. *tenuis*

• *Dictyosphaerium*

Segundo Prescott (1962) este gênero indica baixos teores de cálcio e nitrogênio na água. Entretanto Brook (1965) encontrou este gênero em lagos enriquecidos com nutrientes e Rosén (1981) afirma que *Dictyosphaerium ehrenberghianum* e *Dictyosphaerium pulchellum* são freqüentes em lagos eutróficos (média de fósforo total de 20 $\mu\text{g.l}^{-1}$ e condutividade média de 80 $\mu\text{S.cm}^{-1}$). Este gênero foi encontrado na Guarapiranga por Rocha (1984) e Pereira (1987).

Whitton (apud CETESB, 1992) relata aumento no rio Tâmesa devido à eutrofização. Margalef (1983) afirma este gênero é muito comum e que os restos das membranas persistem formando cordões que podem obstruir filtros, aumentando com a eutrofização e podendo derivar durante o dia. *Dictyosphaerium pulchellum* é freqüente em águas ricas em nitrogênio e cálcio, sendo uma espécie mesosapróbia, segundo Margalef (1983). Tundisi e Hino (1981) relatam a presença deste gênero em águas oligotróficas.

Este gênero é o 58º da classificação de Palmer (1969), atingindo 14 pontos. *Dictyosphaerium pulchellum* é a 73ª espécie da lista de Palmer, com 11 pontos. Segundo Branco (1986), este gênero além de obstruir filtros produz odor de capim e quando em densidades elevadas, odor de peixe, sendo resistente ao sulfato de cobre e sensível ao cloro. Produz odor de grama ou nastúrcio, quando em quantidades moderadas e de peixe quando abundante (Mackenthun e Ingram, 1967).

Espécies encontradas neste estudo: *Dictyosphaerium ehrenberghianum*, *Dictyosphaerium pulchellum* *Dictyosphaerium elegans*. Durante as análises microscópicas ficou evidente que no período de senescência, os restos de gelatina das colônias permaneciam na água superficial preservando sua forma inicial, mesmo com poucas células vivas e que apenas 45% do biovolume encontrado era de células vivas durante as coletas de D30 a D33 no ponto 1 e em D33 no ponto 4. Isso indica que os nutrientes liberados mantiveram-se disponíveis na coluna d'água, podendo então serem rapidamente consumidos por espécies oportunistas, antes que houvesse tempo para sedimentação. Este fator deve ter contribuído

para o sucesso imediato da cianoficea *Aphanocapsa elachista*, que entrou em floração imediatamente. Outro fator a observar é a alta densidade simultânea de mais do que uma espécie deste gênero, tanto no ponto 1 como no 4.

• ***Dinobryon*.**

Espécies deste gênero, segundo Margalef (1983) são de temporada, formando cistos durante a entressafra, que afundam e repousam no sedimento aguardando condições de temperatura favoráveis à germinação. Podem ser dominantes no fitoplâncton de água doce e produzir odor de peixe estragado durante muitos verões, como foi o caso do Lago Michigan (Bold e Wine, 1985). Wetzel (1983) relata a presença de vacúolos alimentares, indicando ingestão fagotrófica. Segundo Rosén (1981) *Dinobryon divergens* ocorreu em lagos com altos níveis de nutrientes (média de fósforo total igual a $12 \mu\text{g.l}^{-1}$). Kleerekoper (1990) relata que este gênero é comum em represas do Estado de São Paulo, às vezes ocorrendo em grande número, mas que não tem efeito sobre o oxigênio dissolvido na água, tendo fraca ação fotossintética e portanto seu valor como planta autotrófica é pequeno. Aquele autor encontrou *Dinobryon sertularia* na represa de Santo Amaro, antigo nome da Guarapiranga, em elevadas densidades entre maio e junho dos anos 30.

Segundo Branco (1986) este é um dos gêneros mais nocivos à qualidade da água, devendo ser combatido mesmo quando em números relativamente baixos, inferiores a 1000 org.cm^{-3} , pois é um dos principais causadores de odor. Produz odor de violeta quando em quantidade moderada e de peixe quando abundante (Mackenthun e Ingram, 1967).

Espécies encontradas neste estudo: *Dinobryon divergens*, *Dinobryon bavaricum*, *Dinobryon sertularia*. Neste estudo tal gênero ocorreu em altas densidades em setembro, alcançando 64% da densidade do ponto 1 em S18 e 18% da densidade do ponto 4 em S19.

• ***Geminella***

Segundo diversos autores, conforme relata Margalef (1969) *Geminella interrupta* é oligossapróbia.

Espécie encontrada neste estudo: *Geminella interrupta*.

• ***Gymnodinium***

Segundo Esteves (1988), este gênero apresenta populações de inverno dominadas por espécies pequenas. Algumas espécies deste gênero (*Gymnodinium brevis* e outras), são citadas como responsáveis por ardência nos olhos, tosses fortes e ardência no trato respiratório, segundo Mackenthun e Ingram (1967). Beyruth (dados inéditos) encontrou elevada densidade deste gênero num lago em Bertioiga, litoral sul de São Paulo, em que banhistas, especialmente

crianças guaraní, apresentavam lesões cutâneas e febre após banharem-se em suas águas, algumas tendo sido hospitalizadas.

Espécies encontradas neste estudo: *Gymnodinium fuscum*.

• *Mougeotia*.

Este gênero, segundo Branco (1986) pode causar obstrução de filtros durante o tratamento da água não havendo dados sobre sua sensibilidade a algicidas. O gênero tem sido citado em diversos trabalhos sobre elevação de teores de alumínio relacionado a acidificação de corpos d'água. Havens e Heath (1990) relatam sua proliferação nas paredes de mesocosmos representativos da situação que ocorre no litoral de lagos acidificados. Stokes (1986 apud Havens e Heath, 1990) relata o desenvolvimento acentuado destas algas em ambientes acidificados e sugere que este aumento deve-se à habilidade destas algas utilizarem com eficiência o gás carbônico livre, em concentrações limitantes para outras algas além de tolerarem níveis elevados de alumínio. *Mougeotia viridis* desenvolveu-se mais rapidamente quando em meio ácido contendo alumínio ($50 \mu\text{g.l}^{-1}$ de Al e pH 4.5), que em meio ácido (pH 4.5).

Espécies encontradas neste estudo: *Mougeotia* cf. *americana*, *Mougeotia* sp1. Quanto a *Mougeotia* cf. *americana* sua alta incidência, confirma a mistura d'água por ação dos ventos e navegação, uma vez que esta espécie é sésil e deveria ser encontrada em altas densidades, apenas nas proximidades das margens, se não houvesse intensa movimentação da água. Quando *Mougeotia* cf. *americana* foi dominante o pH variou entre 6.64 e 8.10 no ponto 1 e entre 6.70 e 8.10 no ponto 4, enquanto o alumínio apresentou valores entre <0.10 e 0.30 mg.l^{-1} no ponto 1 e entre <0.10 e 0.10 mg.l^{-1} no ponto 4.

• *Oocystis*

É o 35º gênero da classificação de Palmer (1969), com 28 pontos.

Espécies encontradas neste estudo: *Oocystis pusilla*, *Oocystis* cf. *lacustris*, *Oocystis* cf. *natans*, *Oocystis* cf. *nodulosa*.

• *Oscillatoria*

Esteves (1988) relata que este gênero vive em águas profundas de lagos, na ausência de luz, por serem mixotróficas, assimilando compostos orgânicos. São potenciais formadores de florações, apresentando vacúolos gasosos que lhes confere a possibilidade de migrar na coluna d'água, havendo espécies capazes de armazenamento luxuriante de fosfato. Podem ocorrer em águas com alta salinidade. Somashekar (1984), encontrou alta densidade deste gênero em águas de elevada poluição.

É o 2º gênero da lista de Palmer (1969) com 161 pontos. Este gênero, segundo Branco (1986) é causador de florações, podendo desenvolver-se nas paredes dos reservatórios, sendo muito citado por obstruir filtros. Algumas espécies de *Oscillatoria* podem causar a corrosão de estruturas de concreto e metais segundo relatam os trabalhos de Oborn e Higgison, 1954, e de Myers, 1947 (apud Mackenthun e Ingram, 1967). Produz odor de grama quando em quantidade moderada ou de mofo e especiarias quando abundante, segundo Mackenthun e Ingram (1967). O desenvolvimento intenso de cianofíceas é sempre visto como problemático, pelo potencial de toxicidade, especialmente em corpos d'água destinados ao abastecimento e este é um dos gêneros mais citados pela capacidade de produzir toxinas (Falconer, 1991).

Espécies encontradas neste estudo: *Oscillatoria subtilissima*.

• ***Pseudoanabaena***

Pseudoanabaena catenata, segundo Margalef (1969) é saprobionte na classificação de Fjordingstad.

Espécies encontradas neste estudo: *Pseudoanabaena catenata*

• ***Rhizosolenia***

Segundo Van Dam e col. (1994), quanto ao pH, *Rhizosolenia eiriensis* var. *morsa* é circumneutra, de água doce, autotrófica. Assimila nitrogênio, tolera concentrações muito reduzidas de compostos orgânicos ligados a nitrogênio, requer elevadas concentrações de oxigênio, próximas a 100% da saturação; é oligosapróbio [vive em águas de classe I e I-II, >85% OS, DBO₅ 20 (mg.l⁻¹) <2], quanto ao estado trófico é considerada mesotrófica e quanto à umidade, nunca ou raramente ocorre no exterior de corpos d'água.

Segundo Branco (1986), não há dados sobre sua sensibilidade a algicidas.

Espécies encontradas neste estudo: *Rhizosolenia eiriensis* var. *morsa*. Neste estudo esta espécie apresentou correlação negativa com os teores de aplicação de sulfato de cobre, sugerindo a necessidade de testes experimentais, que confirmem sua sensibilidade ao algicida.

• ***Scenedesmus***

Prescott (1962) afirma que é um gênero muito utilizado em culturas destinadas a estudos de genética e para avaliar respostas a várias substâncias químicas, sendo também utilizado para produção de antibióticos.

Segundo Brook (1965) *Scenedesmus bijugatus* ocorreu em águas com alta salinidade. Golterman (1975, apud Payne, 1986)) demonstrou que populações de *Scenedesmus* podem remover muito fósforo da argila dos sedimentos em suspensão (no rio Kainji, Uganda),

chegando a 10% do limite da fração, tanto quanto poderia ser removido artificialmente, utilizando-se agentes quelantes.

Segundo Weers e Zaret (1975, apud Payne, 1986), houve diminuição deste gênero em compartimentos enriquecidos artificialmente com *Ceriodaphnia cornuta* e *Diaptomus gatunensis* (calanóide).

Sakaguchi e col. (1981 apud Gadd, 1988) observaram acúmulo de molibdênio e urânio por este gênero e espécies que acumulam cádmio. Segundo Esteves (1988), absorvem $[\text{HCO}_3]^{-1}$ preferencialmente e CO_2 livre em menor quantidade. Beyruth (1994a) encontrou floração da espécie *Scenedesmus quadricauda* no verão, num lago que recebe descargas de efluentes de indústrias, com teores elevados de metais pesados, especialmente zinco.

É o 4º gênero da classificação de Palmer (1969), com 112 pontos. *Scenedesmus quadricauda* é a quarta espécie com 41 pontos na lista de espécies, *Scenedesmus acuminatus* com 12 pontos, *Scenedesmus opoliensis* com 7, *Scenedesmus armatus* com 4 e *Scenedesmus bijugus* com 3. Segundo Branco (1962) este gênero desenvolve-se em águas ricas em sais minerais, é freqüente em águas poluídas e lagoas de estabilização e resistente ao sulfato de cobre. Produz odor de grama quando abundante, segundo Mackenthun e Ingram (1967).

Espécies encontradas neste estudo: *Scenedesmus bicaudatus*, *Scenedesmus bijugus*, *Scenedesmus acuminatus*, *Scenedesmus arcuatus*, *Scenedesmus dactylococcoides*, *Scenedesmus denticulatus*, *Scenedesmus javanensis*, *Scenedesmus opoliensis*, *Scenedesmus ovalternus*, *Scenedesmus quadricauda*, *Scenedesmus* cf. *armatus*.

• *Staurastrum*

Produz odor de grama quando abundantes, segundo Mackenthun e Ingram (1967).

Espécies encontradas neste estudo: *Staurastrum gracile*

• *Synechococcus*

Gadd (1988) relata que este gênero é capaz de acumulação passiva de manganês, cobalto, zinco, prata, selênio, cério, mercúrio, e que *Synechococcus elongatus* foi capaz de remover urânio da água. Este gênero pode sintetizar grandes quantidades de um polímero intracelular capaz de ligar-se ao níquel.

Espécies encontradas neste estudo: *Synechococcus elongatus*

• *Synedra*

Archibald (1983, apud Gasse, 1986), não distingue entre variedades de *Synedra ulna* descritas por Hustedt, considerando-as inseridas numa ampla gama de variações, possuindo

ligações intermediárias entre as formas. As observações de Gasse, em amostras do Leste da África, sustentam esta opinião.

Smith (1985) relata que são encontradas numa ampla variedade de ambientes e que as espécies de água doce são geralmente sésseis, crescendo sobre pedras e madeira em água corrente. Em lagos também são encontradas no plâncton. Esteves (1988) afirma que as populações de inverno são dominadas por espécies pequenas. Este gênero foi encontrado na represa de Guarapiranga por Rocha (1984) e Pereira (1987). Segundo Hörnström (1981), ocorrem em ambientes eutróficos.

Gasse (1986) relata que esta espécie é de ampla distribuição na África, mas em seu estudo nunca atingiu altas porcentagens. Ocorreu no perifiton de lagos e rios, usualmente como epífita, também havendo sido encontrada no plâncton. Este gênero é geralmente mencionado como alcalinófilo, oligohalófilo indiferente, eutrófico e com espécies euritêrmicas (oligo a mesotêrmicas). Chlonoky (1968 apud Gasse, 1986), estabeleceu que seu pH ótimo está ao redor de 7.8. Lowe (1974, apud Gasse, 1986), afirma que não é possível utilizar esta espécie como indicadora ecológica devido à sua ampla distribuição ecológica. Entretanto Gasse (1986) afirma que em seu estudo, esta espécie mostrou-se claramente favorecida por ambientes de água doce, baixas condutividade e alcalinidade, desenvolvendo-se otimamente em águas do tipo carbonato-bicarbonato, parecendo ser indiferente à razão catiônica.

Cox (1993) relata resultados de experimentos e afirma que *Synedra ulna* mostrou resposta positiva tanto à luz como à temperatura, podendo desenvolver-se bem em água aberta não sombreada.

É o 9º gênero da lista de Palmer (1969) com 58 pontos. *Synedra ulna* é a 7ª espécie da lista de espécies com 33 pontos. Segundo Branco (1986), causam odor de capim ou grama quando em pequeno número e de terra ou mofo quando em maior número. Produzem odor e sabor de difícil remoção. A ação do cloro sobre as substâncias produtoras de odor levam à formação de clorofenóis e consequente produção de odor de medicamento. Podem obstruir filtros e são sensíveis ao sulfato de cobre e ao cloro. Produz odor de grama quando em quantidade moderada e de mofo quando abundante (Mackenthun e Ingram, 1967).

Espécies encontradas neste estudo: *Synedra cf. minuscula*, *Synedra ulna*.

• *Trachelomonas*

Segundo Margalef (1969) estas algas tem carapaça formada quase exclusivamente por hidróxido de ferro e manganês, sendo indicadoras de precipitação destes metais.

É o 26º gênero da classificação de Palmer (1969), com 34 pontos e *Trachelomonas volvocina* é a 72ª espécie com 11 pontos.

Espécies encontradas neste estudo: *Trachelomonas volvocina*, *Trachelomonas volvocinopsis*.

As espécies a seguir também se destacaram neste trabalho, mas não foram encontradas referências sobre suas características ecológicas ou sanitárias.

- *Aphanocapsa*. Espécie encontrada neste estudo: *Aphanocapsa elachista*.
- *Crucigeniella*. Espécie encontrada neste estudo: *Crucigeniella crucifera*
- *Eutetramorus*. Espécies encontradas neste estudo: *Eutetramorus fotii* e *Eutetramorus* cf. *nyigaard*.
- *Monoraphidium*. Espécies encontradas neste estudo: *Monoraphidium arcuatum*, *Monoraphidium caribeum*, *Monoraphidium contortum*, *Monoraphidium convolutum*, *Monoraphidium setiforme*, *Monoraphidium* cf. *minutum*.
- *Palmelochaete*. Espécie encontrada neste estudo: *Palmelochaete tenerrima*
- *Peridinium*. Espécies encontradas neste estudo: *Peridinium* sp1, *Peridinium* sp2, *Peridinium* sp3.
- *Sennia*. Espécie encontrada neste estudo: *Sennia* cf. *communata*.
- *Staurodesmus*. Espécies encontradas neste estudo: *Staurodesmus cuspidatus*
- *Treubaria*. Espécie encontrada neste estudo: *Treubaria setigera*
- *Xanthidium*. Espécie encontrada neste estudo: *Xanthidium* sp2

Imagens fotográficas de algumas das espécies desta lista encontram-se na Figura 22.

A falta de informação disponível na literatura ecológica ou sanitária a respeito destas últimas espécies e mesmo alguns gêneros mencionados, impedem comparações, mostrando a importância de estudos taxonômicos que relacionem as espécies às condições ambientais, bem como a de estudos experimentais à respeito de seus requisitos. Embora o uso das classificações sanitárias seja criticável por sua imprecisão, devido às dificuldades de identificação das espécies fitoplanctônicas e da escassez de conhecimento sobre sua biologia, parece ser viável neste contexto, utilizar os métodos destas classificações (Beyruth, 1989).

No caso da Guarapiranga o primeiro fator a ser considerado como determinante de altas porcentagens das espécies é a eutrofização. Dos gêneros encontrados, alguns bem representados podem apresentar armazenamento luxuriante de fósforo. Muitos são citados por remover metais. Vários são relatados na literatura como resistentes ao sulfato de cobre, mas na maior parte dos casos tratam-se de gêneros e espécies cosmopolitas, de ampla distribuição em águas do Estado de São Paulo, não caracterizando uma comunidade resistente, por ter sido

selecionada ao longo das últimas décadas. Estas informações podem ser utilizadas para manejo visando a remoção e o aproveitamento da biomassa algácea desta represa.

A maioria das espécies encontradas neste trabalho, que também estão relacionadas na lista do sistema de Sládecek (1973), apresentou saprobidade própria de zona β -mesosapróbia, ou seja seriam algas de zonas de poluição moderada. Estas zonas β -mesosapróbias em geral mostram na curva diária do teor de oxigênio, flutuações dependentes da atividade dos organismos, apresentando-se geralmente supersaturadas de oxigênio durante o dia, com deficiência de oxigênio durante a noite. Em relação a estrutura trófica indicam um ambiente com razão produtores/consumidores/decompositores balanceada, um aumento relativo da abundância de decompositores e compatível com os consumidores existentes; comunidades de organismos ricas em indivíduos e espécies, com biomassa e bioatividade elevadas. Esta classificação, como águas de moderada poluição, está de acordo com a classificação de Tümping (1968 apud Sládecek, 1973) para qualidade da água relacionada a utilização na Classe II: águas com carga moderada de poluição e elevada capacidade de autodepuração. Sua utilização para abastecimento público é geralmente satisfatória quando sua qualidade é próxima dos limites superiores da Classe, porém, com custos elevados de tratamento. Pode ser utilizada para pesca e recreação, incluindo balneabilidade. Estas águas também podem ser utilizadas para atividades industriais. Para estas águas Tümping (1968, 1969 apud Sládecek, 1973) relata níveis de oxigênio dissolvido superiores a 4 mg.l^{-1} , demanda bioquímica de oxigênio inferior a 8 mg.l^{-1} , íon amônio com teores inferiores a 4 mg.l^{-1} , nível de saprobidade β -mesosapróbia, índice sapróbico menor que 2.5, valores menores que 10^5 para bactérias psicrófilas e menores que 10^3 para bactérias coliformes.

O uso de sistemas biológicos indicadores implica num conhecimento abrangente sobre as espécies da eco-região estudada, sua taxonomia, biologia, distribuição geográfica, relações com outras espécies, com o meio abiótico, com os poluentes, sazonalidade, etc., que envolvem estudos amplos (geograficamente) e extensivos (ao longo de períodos prolongados), o que só é possível com investimentos elevados em pesquisa e com a participação conjunta de equipes multidisciplinares, envolvendo profissionais qualificados. Este quadro até o momento foi possível apenas em países ricos e/ou com sistemas de educação e saúde aprimorados, onde houve investimento político para viabilização de pesquisas científicas. O Brasil, além da enorme extensão territorial, que já aumenta os custos das pesquisas científicas, está longe desta situação, tanto em termos econômicos, como de educação e saúde, o que é causa e consequência do descaso das autoridades governamentais, uma vez que resultados positivos de

pesquisas demoram mais que um ciclo político de 4 anos, e dificilmente fornecem benefícios políticos a curto prazo, apesar dos elevados lucros que possam retornar ao país a longo ou médio prazo. Desta forma os estudos ambientais, têm que basear-se em métodos e sistemas desenvolvidos em países mais desenvolvidos, cujo conjunto das espécies não abrange o total de espécies encontradas nas águas continentais brasileiras. A enorme biodiversidade natural de diversas eco-regiões deste país-continente e a degradação ambiental mais recente, ampliam o campo de estudos. Sistemas elaborados para áreas mais restritas e/ou com menor biodiversidade, dificilmente seriam totalmente compatíveis.

O sistema de Sládecek (1973), talvez o mais completo, recente e amplamente divulgado, pode ser utilizado com ressalvas, se considerados os fatores mencionados, pois como em Guarapiranga, outras experiências (comunic. pessoal de técnicos da CETESB) demonstraram que muitas das espécies encontradas em corpos d'água do Estado de São Paulo não estão incluídas naquele sistema, inviabilizando seu uso pleno, ou seja a sua utilização para definir o índice sapróbico de um corpo d'água (índice sapróbico é a somatória dos valores relativos a saprobidade, atribuídos a cada espécie, a partir do conhecimento prévio do comportamento de cada espécie).

Constituem as mais graves restrições ao uso de indicadores biológicos:

- a) a utilização de níveis taxonômicos pouco informativos, pois diferentes espécies de um mesmo gênero, ordem ou classe podem apresentar diferentes níveis de sensibilidade às variações ambientais;
- b) as incertezas e dificuldades taxonômicas que causam confusões nas interpretações dos resultados das avaliações ambientais;
- c) o fato de muitas espécies relacionadas pelos autores destes sistemas biológicos serem de distribuição geográfica restrita, dificultando a aplicação de tais índices para outras regiões;
- d) a escassez de dados de auto-ecologia, mesmo das espécies de distribuição ampla, cosmopolitas;
- e) o fato de haver redução de uma grande quantidade de informação a um único número (nos sistemas de indicadores), incorrendo num simplismo ingênuo que pode comprometer a qualidade das conclusões e gerar graves consequências se utilizado indiscriminadamente para basear ações de manejo ambiental

Estas características também se contrapõe às condições determinantes de um bom indicador, relacionadas por Hellawell (1989).

Avaliações ambientais (estado trófico, nível sapróbico, potencial biogênico, etc.), devido aos múltiplos fatores que integram os ecossistemas aquáticos continentais, devem utilizar o

maior número possível de instrumentos de medida e de conhecimento disponível. Devem integrar o maior número possível de informações, com o maior detalhamento possível, abrangendo as características das espécies, dos vários níveis taxonômicos, características estruturais e funcionais das comunidades, do ecossistema e dos ecossistemas intervenientes e sobre todas as relações mútuas, permitindo delinear um quadro amplo da situação ambiental, para dar suficiente consistência e para consolidar as conclusões que direcionarão as medidas de manejo e controle ambiental.

As ações antrópicas sobre o ambiente, geradoras potenciais de impactos imediatos e futuros devem basear-se nos fundamentos mais consistentes existentes. Devem ser consideradas todas as experiências disponíveis adquiridas anteriormente, mantendo-se sempre a maior margem de segurança possível. Deve-se ter sempre em vista que o conhecimento na área ambiental ainda é muito precário e o desenvolvimento científico e tecnológico não são suficientes, nem mesmo os únicos envolvidos no processo para garantir a preservação dos recursos naturais. A importância econômica da preservação da qualidade ambiental deve ser sempre abordada, por ser talvez o argumento mais eficiente na preservação dos recursos naturais.

6.4.3. ALGAS POTENCIALMENTE PREJUDICIAIS AOS USOS DA ÁGUA

6.4.3.1. CIANOFÍCEAS

Durante as últimas décadas tornou-se evidente que os teores de nitrogênio e fósforo determinam o crescimento do fitoplâncton dos lagos. Desde o início do século (Naumann, 1919, 1932 e Thienemann, 1925 apud Smith, 1990) já consideravam estes nutrientes como determinantes da fertilidade desses ambientes.

Alguns casos de reduções simultâneas da produção do fitoplâncton e dos teores de nitrato tem sido relatadas na literatura para lagos e reservatórios tropicais (Moss, 1969; Lewis, 1974; Talling e Rzoska, 1967 apud Henry, 1990); para lagos subtropicais (Canfield, 1983; Baker e col., 1985 apud Smith, 1990); para lagos da Amazônia brasileira (Rai e Hiel, 1981; Zaret e col., 1981; Henry e col., 1985 apud Henry, 1990). Entretanto, Henry (1990) afirma que a hipótese da limitação por nitrogênio ser mais importante que a limitação por fósforo nos ambientes tropicais, não tem recebido muitas confirmações, mencionando trabalhos em que houve limitação por fósforo tanto em lagos naturais não impactados por atividades antrópicas (Melack e col., 1982; Kalff, 1983; Henry e Tundisi, 1986; Henry e col., 1987 e 1989 apud Henry, 1990) como em ambientes submetidos a impactos antrópicos como a represa de Barra Bonita (Henry, 1986; Henry e Simão, 1988 apud Henry 1990).

O ingresso de fósforo e o tempo de renovação da água tornaram-se o centro da interpretação dos problemas de eutrofização nos últimos anos (Schindler, 1978).

A eutrofização é tipicamente acompanhada por decréscimo na razão NT:PT (Shapiro, 1981 apud Smith, 1990), ou seja acresce fósforo. O declínio da razão N:P favorece a substituição de clorofíceas por cianofíceas (Rhee, 1978; Rhee e Gotham, 1980 apud Reynolds, 1987). A razão limitante durante a fase de crescimento e a ocorrência de dominâncias de cianofíceas podem ser previsíveis a partir do conhecimento sobre as necessidades das algas quanto às razões-nutrientes mas na maior parte dos casos estas razões são também conseqüências e não apenas determinantes dos eventos, segundo Reynolds (1992).

O enriquecimento das águas causa aumento da biomassa e exerce efeitos marcantes na periodicidade (Marshall, 1987 apud Smith, 1990): altera a composição, estrutura e tamanho e diversidade das espécies, aumenta a variância da biomassa fitoplanctônica, altera o padrão de sucessão e um dos seus efeitos mais notáveis é o aumento da frequência e intensidade das florações de cianofíceas durante o verão. A biomassa relativa destas algas tende a aumentar com a eutrofização, tanto em lagos temperados como em lagos tropicais (Smith, 1990).

A floração intensiva de algas tem-se tornado freqüente em lagos e reservatórios de todo o mundo como resultado dos ingressos de nutrientes através dos esgotos domésticos, carreamento de áreas agrícolas e drenagem urbana (Smith, 1990).

As cianofíceas são eficientes no aproveitamento da luz por possuírem pigmentos acessórios, as ficobilinas que as capacitam a aproveitar luz numa ampla faixa do espectro visível (Carmichael, 1992) e por aumentarem a clorofila celular (Zevenboon e Mur, 1986 apud Shapiro, 1990). Apresentam baixa demanda de energia podendo manter-se sob baixas irradiâncias (Van Liere e Mur, 1979 apud Shapiro, 1990).

A flutuação das cianofíceas que possuem vacúolos gasosos permite o aproveitamento da luminosidade na superfície da coluna d'água; maior eficiência tanto na obtenção de gás carbônico como na competição por promover o sombreamento para as demais algas, aproveitando-se dos nutrientes liberados pelas mesmas.

Estas algas distribuem-se por um amplo espectro de temperaturas, nas quais podem manter taxas de crescimento elevadas (Ganf e Oliver, 1982 apud Shapiro, 1990), porém segundo Carmichael (1992) águas com temperaturas abaixo de 20°C desfavorecem o desenvolvimento massivo dos gêneros mais comuns. As baixas taxas de crescimento sob temperaturas mais baixas indicam a necessidade de um tempo de retenção mais longo para o aumento da população durante o inverno.

São eficientes na absorção do fósforo, apresentando baixa constante de saturação média para sua absorção e muitas delas são capazes de fixar nitrogênio molecular, na ausência de nitrato e amônia (Horne e Commins, 1987 apud Shapiro, 1990). São mais eficientes que as clorofíceas no aproveitamento de baixas concentrações de carbono. Podem produzir sideróforos, absorvendo ferro com eficiência, geralmente não exigem fontes exógenas de vitaminas. As florações de cianofíceas são freqüentemente observadas quando os nutrientes excedem a demanda do fitoplâncton - ambientes eutróficos e hipereutróficos - e baixa taxa N:P favorece cianofíceas (10 a 16 N:1 P) sobre a maioria das outras algas (16 a 23 N: 1 P) e em condições oligotróficas o fósforo é considerado o melhor indicador da abundância de cianofíceas (Carmichael, 1992). Porém, como a maioria das florações tóxicas ocorrem em condições de excesso de nutrientes então a razão N:P torna-se de utilidade mínima para prever a ocorrência destas florações (Pearson, 1990 apud Carmichael, 1992).

Em ambientes rasos e com alta taxa de mistura o aumento da biomassa em resposta a carga de nutrientes pode causar limitação de luz. Sob estas condições a seqüência de dominância vai de fitoplâncton eucariótico para cianofíceas fixadoras de nitrogênio e finalmente para cianofíceas não fixadoras de nitrogênio (Klemmer, 1991), portanto a limitação de luz pode ser uma das condições para as florações de cianofíceas. A presença de turbidez inorgânica na coluna d'água pode causar redução de até 10% da biomassa algácea do que a esperada pelas concentrações de fósforo total, pois além de reduzir a disponibilidade de luz o fósforo pode estar agregado ou ligado a partículas (Smith, 1990).

As populações densas de fitoplâncton abaixam o teor de gás carbônico e aumentam o pH e em muitos lagos as cianofíceas são dominantes apenas nos períodos em que o pH é elevado (Jackson, 1964 apud Shapiro, 1990). Isto sugere que as cianofíceas podem tirar vantagem destas condições. Lagos nos quais o pH não aumenta significativamente no verão (oligotróficos ou com outras fontes de gás carbônico, além da atmosfera - decomposição no substrato, decomposição orgânica) geralmente não apresentam predominância de cianofíceas. As clorofíceas e as diatomáceas são favorecidas por valores mais baixos de pH e mais elevados de gás carbônico (Shapiro, 1990).

Muitas espécies de cianofíceas são refratárias a herbivoria por serem impalatáveis devido ao tamanho e forma ou por produzirem substâncias que os herbívoros parecem evitar (Shapiro, 1990).

São condições para ocorrência de floração de cianofíceas: população pré-existente (inóculo), grande número de organismos com vacúolos gasosos permitindo sua manutenção nas camadas mais iluminadas, baixa turbulência e intensidade de ventos, insolação, temperatura

e teor de nutrientes elevados, além de pH entre 6 e 9 (Gonzales de Infante, 1988). Em alguns lagos as cianofíceas ingressam no plâncton por flutuação de indivíduos e colônias provenientes da interface com o sedimento, onde puderam permanecer no início do verão (Reynolds, 1984).

As florações de cianofíceas desempenham papel importante na sequência anual de florações em lagos eutróficos e também nas alterações das sucessões de longo prazo e a alteração da dominância, que ocorre quando um lago "envelhece" e passa de oligo, para meso, para eutrófico, sendo que a alelopatia oferece explicação para a principal característica deletéria da eutrofização acelerada, que é o rápido aumento das cianofíceas (Keating, 1978). Esta autora verificou correlação negativa, consistente, entre populações de cianofíceas de inverno e florações de diatomáceas na primavera, indicando que sob condições aparentemente favoráveis, a habilidade endógena de diatomáceas desenvolverem florações na primavera, é limitada pela ocorrência das florações no inverno. Através de resultados experimentais, esta autora demonstrou haver produção de substâncias inibidoras do crescimento de diatomáceas, por espécies de *Anabaena*, sendo que *Asterionella formosa* mostrou-se mais resistente aos efeitos inibitórios das cianofíceas, que outras diatomáceas testadas.

Também, quanto ao significado ecológico das florações, existem outras duas hipóteses interessantes:

- as florações de algas não palatáveis servem como tampão, contra as variações no conteúdo de nutrientes disponíveis na água (Phillips, 1974 apud Briand e McCauley, 1978);

- as florações constituem mecanismo de proteção contra herbivoria. As cianofíceas não são prontamente digeríveis por peixes que não possuam celulase, pois sua digestão exigiria pH baixo. Os ciclídeos têm pH gástrico variando entre 2 a menor que 2, permitindo a ruptura celular e por isso adaptam-se bem em represas e tanques (Gonzales de Infante, 1988).

Segundo Carmichael (1992) as cianofíceas ou cianobactérias constituem a maior fonte de toxinas produzidas naturalmente - biotoxinas - na superfície de mananciais de água doce. Essas cianotoxinas produzem envenenamentos intermitentes e repetidos de animais em várias regiões do planeta.

Abundância de cianofíceas pode indicar eutrofia e a possibilidade de produção de toxinas (Beyruth e col., 1992). Nesse estudo encontrou-se alta frequência relativa destas algas nos períodos finais de dominância de clorofíceas, conforme mencionado anteriormente.

Como as florações de cianofíceas comumente resultam de processos de eutrofização, as florações tóxicas tendem a aumentar de tamanho e duração e é possível, segundo Carmichael (1992), que seres humanos sejam expostos, no futuro próximo, a teores de toxinas capazes de causar toxicidade aguda, especialmente nas regiões tropicais e sub-tropicais onde o

crescimento destas algas é favorecido durante todo o ano pelas condições climáticas (Beyruth e col, 1992).

Os danos mais comuns à saúde, resultantes de florações de cianobactérias em represas de abastecimento são desordens gastrointestinais e hepáticas, registradas nos EUA, leste da África e Austrália segundo Carmichael (1992) e no Brasil, em São Paulo segundo Beyruth e col. (1992), além disto também registrou-se hepatoenterites, alergias da pele e vias respiratórias, promoção de tumores, efeitos neurotóxicos, lesões hepáticas, renais, pulmonares, das glândulas adrenais, intestinais e hemorragias.

Falconer (1991) relata estudos realizados nos EUA e África, que mostraram claras evidências de injúria aguda ao fígado e/ou hepatoenterites, em seres humanos, causada por ingestão de água contaminada por cianofíceas/cianobactérias tóxicas. O gênero causador mais freqüente destas injúrias é *Microcystis*, ainda que linhagens de *Anabaena*, *Cylindrospermopsis*, *Nodularia* e *Oscillatoria*, tenham sido causa da morte de animais domésticos. Segundo relato de Beyruth e col. (1992), uma floração de *Anabaena* cf. *solitaria* foi associada a distúrbios gastrointestinais e hepáticos na população abastecida pelas águas da Guarapiranga em 1991, constituindo o primeiro caso registrado na literatura científica de ocorrência de danos à saúde pública por cianobactérias em águas paulistas.

Rocha e Branco (1986) afirmam que as águas eutrofizadas das represas do Estado de São Paulo parecem apresentar grandes concentrações de cianofíceas em julho (inverno) e em dezembro (verão), não havendo estudos sistemáticos destas distribuições temporais. Este padrão foi seguido para as máximas de densidade e do biovolume do fitoplâncton de Guarapiranga, durante este estudo, pois as cianofíceas foram especialmente importantes nos períodos de inverno (MA2, J5, J56 e J57) e esporadicamente no início das chuvas intensas (D33).

Zagatto (1995) realizou um trabalho de avaliação ecotoxicológica na represa de Guarapiranga, em fevereiro, abril e junho de 1994. Em junho de 1993 este autor relata que já havia encontrado toxicidade aguda para *Ceriodaphnia dubia*, com 100% de mortalidade após 24 e 48 horas de exposição dos animais a água bruta da represa, contendo 0.08 mg.l⁻¹ de cobre. Nas proximidades da barragem (onde localizou-se o ponto 1 desta tese) encontrou toxicidade em fevereiro e abril de 1994, com 100% de mortalidade para microcrustáceos, com valores de cobre variando entre 0.13 e 0.08 mg.l⁻¹. Na água bruta Zagatto identificou as seguintes espécies de cianofíceas: *Chroococcus* sp, *Pseudoanabaena galeata*, *Oscillatoria quadripunctulata**, *Oscillatoria amphibia**, *Oscillatoria planctonica*, *Oscillatoria limnetica**, *Oscillatoria redekei*, *Oscillatoria* sp, *Synechococcus* sp, *Phormidium* sp*, *Microcystis*

*incerta**, *Microcystis aeruginosa*. Todas as algas marcadas com asterístico na última frase apresentaram toxicidade para ratos e a toxicidade mais efetiva, ou seja, a menor dose que causou efeito tóxico foi registrada para *Microcystis aeruginosa*.

Um caso de mortalidade de dezenas de pessoas foi registrado em Caruarú, Ceará, 1996. Estas pessoas eram pacientes de um hospital e haviam sido submetidas à diálise na qual se utilizou água proveniente de uma represa com floração de *Microcystis*, havendo suspeita, segundo notícias divulgadas por toda a imprensa escrita e falada, destas mortes haverem sido causadas por microcistinas, toxinas encontradas em *Microcystis aeruginosa*. As microcistinas causam lise celular e degeneração hepática (Falconer, 1989), os sintomas são: fraqueza, diarréias, estremidades frias e hepatomegalia (Carmichael, 1992). Embora ainda não haja confirmação oficial ou trabalhos científicos sobre as causas desta mortalidade, talvez este seja o melhor momento para alertar as autoridades e a população em geral, para os riscos da ignorância acerca dos recursos naturais dos quais dependemos para sobreviver. Este caso alerta também para os riscos de utilizar águas contaminadas para servir as populações humanas que já estejam com sua saúde comprometida.

Porém tão importante quanto os efeitos destes surtos, seria considerar o potencial de injúria à saúde decorrente da ingestão contínua de águas contaminadas com baixos teores de toxinas algáceas.

Como há tendência destas florações serem recorrentes em águas eutrofizadas de represas tropicais e sub-tropicais, algumas populações humanas correm o risco de ingerir continuamente estas toxinas. Os efeitos de ingestões contínuas ainda não estão bem determinados devido a inviabilidade de realizar testes com populações humanas, entretanto há correlação entre o número de casos de câncer e o uso da água proveniente de mananciais superficiais lânticos com florações de cianofíceas na China, relatados por Carmichael (1992). Em ratos a toxicidade crônica por ingestão repetida promove tumores, induz crescimento de papilomas dérmicos após sua indução com carcinogênicos, estimulando o desenvolvimento de câncer, segundo o mesmo autor. Efeitos teratogênicos devidos a administração oral contínua de extratos de *Microcystis* foram demonstrados em ratos de ambos os sexos, sendo que a prole apresentou danos no hipocampo e volume cerebral menor do que o normal (Carmichael, 1992).

A sulfatação constitui uma medida paliativa emergencial. Segundo Falconer (1989) os tratamentos convencionais não removem as toxinas e a aplicação de sulfato de cobre provocando a lise das células algáceas, libera de uma só vez todo o conteúdo de toxinas, produzidas pelas algas, para a água. O carvão ativado mostrou-se efetivo, prático e viável

economicamente para remoção das toxinas, necessitando, entretanto, de adequação de propostas de engenharia que facilitem a implantação deste método nas instalações das estações de tratamento de água existentes. Na Austrália as autoridades responsáveis pelo abastecimento de água, aplicam sulfato de cobre antes da formação de florações de cianobactérias, na concentração de 0.2 a 1.0 ppm, com base nas contagens de 100 a 1000 células por mililitro de água. Nos locais onde se tem acesso ao carvão ativado, o tratamento da água está sendo modificado para incluir a adsorção das toxinas (Carmichael, 1992).

Dentre as cianofíceas encontradas na Guarapiranga durante este estudo, Carmichael e col. (1972) citam *Synechocystis* sp como produtora de toxina semelhante a anatoxina-C.

Estes resultados demonstram a necessidade de impedir as florações tóxicas e mostram que o controle algáceo efetuado na represa, utilizando sulfato de cobre não é satisfatório, havendo urgência na aplicação de métodos mais eficientes e menos arriscados.

6.4.4. INDICADORES PRÉVIOS DO DESENVOLVIMENTO EXCESSIVO DO FITOPLÂNCTON E DAS CIANOFIGEAS

É interessante observar que na represa de Guarapiranga, decorrem aproximadamente duas semanas entre a alteração promovida por aumento da intensidade pluviométrica e o nível perceptível de produtividade primária intensa ou das alterações da qualidade da água.

Uma vez que haja disponibilidade de nutrientes, a qual evolui na mesma proporção do aumento anterior da biomassa fitoplanctônica, a eficiência do controle algáceo teoricamente tende a decair. As algas, após a morte em altas taxas de uma só vez, seja por sulfatação ou por causas naturais, liberam grandes quantidades de nutrientes para a coluna d'água, que tornam-se disponíveis para outras espécies. O controle da biomassa sendo efetuado logo no início das chuvas e portanto prevenindo seu aumento, pode ser uma forma de diminuir a disponibilidade dos nutrientes na coluna d'água, permitindo que haja tempo para remoção por diluição, decantação ou transporte horizontal. A sulfatação efetuada na represa não seguiu este critério no período estudado.

Portanto, seria interessante realizar o monitoramento destas mesmas variáveis durante o controle efetuado segundo o critério proposto, para avaliar sua eficiência.

Se a origem de *Mougeotia* foi litorânea, sua floração poderia ter sido evitada detectando-se os bancos de crescimento em tempo, aplicando-se sulfato de cobre para o controle de *Dictyosphaerium* simultaneamente à aplicações nos bancos de macroalgas, evitando que as populações de *Mougeotia* se desgarrassem das margens pela ação das ondas e correntes

produzidas nos períodos de maior intensidade pluviométrica e viessem a ocupar a água aberta, sem competidores devido à recente sulfatação.

As densidades e biovolumes mais expressivos de cianofíceas foram registradas nos períodos de senescência de altos biovolumes de florações de clorofíceas e de zignemafíceas: a senescência de *Dictyosphaerium*, devida a aplicações maciças de sulfato de cobre, foi seguida pela elevação de cianofíceas como *Aphanocapsa elachista* var *planctonica* e *Aphanocapsa elachista* var *conferta* - em D33; a de *Scenedesmus bijugus* - por *Aphanocapsa elachista* var *conferta* em J56 e em J57 e *Oscillatoria subtilissima* em J57 e em JL58 e *Pseudoanabaena catenata* em J57 e a da zignemafícea *Mougeotia* cf. *americana* - por *Oscillatoria subtilissima* entre AB47 e MA51.

Sob condições de densidade e biovolume prévios mais baixos, não atingindo valores de florações em J5, o biovolume expressivo de *Aphanocapsa delicatissima* foi simultâneo ao decréscimo da biomassa de clorofíceas e em J8 houve alta contribuição de *Synechococcus elongatus* para a densidade, concomitante com o início de um decréscimo acentuado das clorofíceas em geral, embora não houvesse aplicação de sulfato de cobre.

Quanto à coleta inicial MA2 que mostrou biovolume expressivo de *Aphanocapsa elachista* var *planctonica*, por não haver conhecimento anterior, não há condições de análise.

Estes resultados mostraram o que nesta comunidade seria o caso mais próximo e evidente encontrado, de alteração dependente de eventos em que a biomassa fitoplanctônica influiu acentuadamente, ainda que por motivos alógenos.

Os indícios prévios mais significativos da taxa acelerada do crescimento e/ou aumento do biovolume de cianofíceas, encontrados na represa foram:

- a) a elevação da pluviosidade, que promove aportes por carreamento e/ou percolação da bacia de drenagem, aumentando a concentração e disponibilidade de nutrientes na água;
- b) a concentração de nutrientes, principalmente nos períodos de seca mais intensa;
- c) o aumento significativo da biomassa algácea, especialmente de clorococales, acarretando aumento da disponibilidade durante seu declínio e manutenção dos nutrientes na coluna d'água, além de diminuir a incidência luminosa para os estratos inferiores;
- d) o incremento dos fatores que promovem a mobilização da massa d'água (chuvas, vento, etc.), promovendo ressurgências de nutrientes e o ingresso de algas do perifíton, para a água aberta.

Surgem então algumas questões: porque não houve maiores densidades de cianofíceas durante o período de estudo? No ponto 4, a ausência de estabilidade decorre possivelmente da maior mobilização da massa d'água. Mas no ponto 1 a sulfatação intensiva nos períodos

propícios ao seu desenvolvimento teria sido o principal fator limitante? A floração de *Aphanocapsa elachista* demonstrou que não. A mobilização da água nos períodos de maior disponibilidade de nutrientes impediu a estabilidade da coluna que segundo Reynolds (1984) é uma das condições para as florações. Outros fatores a considerar seriam condições favoráveis quanto ao pH e ao gás carbônico. As florações de cianofíceas foram em geral simultâneas aos períodos de queda de gás carbônico, aumento de pH, ocorreram logo após florações de clorofíceas ou zignefíceas e portanto iniciaram-se em fases de menor luminosidade, a sulfatação liberando grandes quantidades de nutrientes, inclusive de nitrogênio favoreceram as cianofíceas não fixadoras deste gás (Figuras 20 e 21). A sulfatação também inibe a decomposição e a queda conseqüente do pH.

Havia inóculo da espécie *Aphanocapsa elachista*. Apesar da existência de outras espécies de cianofíceas, esta em especial apresentou-se mais eficiente nestas condições e destacou-se das outras espécies de cianofíceas, que em outros momentos atingiram densidades elevadas como *Oscillatoria subtilissima* e *Pseudoanabaena catenata* no ponto 1 e *Oscillatoria subtilissima* e *Synechococcus elongatus* no ponto 4, por apresentar biovolume mais expressivo.

As ocorrências de florações de cianofíceas nesta represa obedeceram estritamente a todas as condições relatadas na literatura citada.

6.4.5. ALGAS POTENCIALMENTE PREJUDICIAIS AO TRATAMENTO DA ÁGUA PARA ABASTECIMENTO

Dentre as três espécies que atingiram elevados valores de densidade relativa em cada coleta e podem representar ônus ao processo de tratamento pela obstrução de filtros, ocorreram os seguintes gêneros:

QUADRO DOS GÊNEROS POTENCIALMENTE CAUSADORES DE ÔNUS AO TRATAMENTO, REGISTRADOS NA REPRESA DE GUARAPIRANGA - 1991-92

Ponto 1

Bacilariophyceae	<i>Synedra, Rhizosolenia, Aulacoseira, Asterionella</i>
Chrysophyceae	<i>Dinobryon</i>
Euglenophyceae	<i>Trachelomonas</i>
Chlorophyceae	<i>Dictyosphaerium, Chlamydomonas (cf. gloeophila)</i>
Zygnemaphyceae	<i>Mougeotia, Mougeotiopsis</i>

Ponto 4	
Bacillariophyceae	<i>Synedra</i> , <i>Rhizosolenia</i> , <i>Aulacoseira</i> , <i>Asterionella</i>
Chrysophyceae	<i>Mallomonas</i>
Dinophyceae	<i>Peridinium</i> sp3, <i>Gymnodinium</i> (<i>fuscum</i>)
Euglenophyceae	<i>Trachelomonas</i>
Chlorophyceae	<i>Chlamydomonas</i> (cf. <i>gloeophila</i>), <i>Botryococcus</i> , <i>Dictyosphaerium</i>
Zygnemaphyceae	zigoto de Oedogoniales

A obstrução de filtros demanda maior consumo de água tratada para sua lavagem, causando lentidão no tratamento. A capacidade de obstruir filtros é maior com altas densidades de organismos com: envoltório celular rígido (diatomáceas, dinofíceas como *Peridinium* sp.3 e euglenofíceas como *Trachelomonas volvocina*); estrutura filamentosa (zignemafíceas *Mougeotia* cf. *americana* e diatomáceas filamentosas *Aulacoseira granulata*); fios de gelatina (clorofíceas como *Dictyosphaerium ehrenbergianum*); massas de gelatina (como *Chlamydomonas* cf. *gloeophila* e volvocales coloniais) maior porte (*Gymnodinium fuscum*, *Synedra ulna*, *Rhizosolenia eiriensis*).

A biomassa algácea é considerada problemática à partir de 2000 UPA.ml⁻¹ (Branco, 1986), valor atingido no ponto 1 nas seguintes coletas: MA2 a J6, AG13, AG14, AG16, S18, O24, N26 em diante, portanto, em 41 coletas, perfazendo 73% das coletas. No ponto 4 atingiu 2000 UPA.ml⁻¹ nas coletas: MA2, J6, AG14, S19, N26 a D32, JA34, JA35, JA37, F39, F40, MR42, AB45, AB47 a J56 e JL58, portanto em 28 coletas perfazendo 50% das coletas, com equivalência de coletas de seca e chuva.

Alta densidade e biomassa totais de algas também causam os mesmos problemas. Valores de biovolume superiores a 5000 um³.10⁻³ ocorreram no ponto 1 nas coletas: J5, S18, O21, O24, N26 a D33, JA36, F38 a F41, AB47, AB49 a MA51 e JL58. No ponto 4 nas coletas: O25 a D33, JA35, JA37, F39, F40, MR42 a MR43, AB45, AB48 a AB49, MA51 a J54, J56 e JL58.

O número de coletas do período seco e chuvoso em valores de densidade numérica de org.ml⁻¹ superiores a 10000 foi semelhante (ponto 1 seca=19; chuva=18; ponto 4 seca=11, chuva=12) o mesmo ocorrendo para bioárea (ponto 1 seca=23, chuva=21; ponto 4 seca=11, chuva=13), mas quanto ao biovolume os valores superiores a 5000 um³.10⁻³ foram mais comuns no período das chuvas (ponto 1 seca=6, chuva=16; ponto 4 seca=8, chuva=15), portanto o período das chuvas favoreceu a ocorrência de biovolumes mais elevados, mais

problemáticos ao tratamento (entupimento de filtros, esgotamento da capacidade dos filtros de carvão ativado, etc.).

Segundo Klapper (1991) partículas inferiores a 2 mm, que é o diâmetro usual empregado em muitos sistemas de filtração rápida, não são retidas pela filtração e sua remoção depende da adição de coagulantes como o sulfato de alumínio e o cloreto férrico.

Florações também exigem o emprego de coagulantes (Klapper, 1991). Algumas substâncias de origem algácea agem como inibidores da floculação, causando o aumento da concentração necessária de coagulantes e portanto o aumento de metais adicionados à água durante o tratamento da água já filtrada. A remoção do cloro, ocasionada por estas substâncias, agrava o problema de desinfecção da rede de distribuição da água e os locais não atingidos pela desinfecção ficam expostos à reinfecção e contaminação por animais herbívoros do zooplâncton, protozoários, bactérias e outros, que se alimentam nos filmes biológicos aderidos às paredes das tubulações. Algas capazes de ultrapassar os filtros, podem desenvolver-se nestes filmes e também servir de alimento aos herbívoros.

Symons e col. (1981, apud Klapper, 1991), demonstraram experimentalmente a relação entre a poluição orgânica e a formação de trihalometanos cancerígenos, após cloração de uma ampla gama de suspensões algáceas. Durante este processo formam-se também outros compostos organoclorados prejudiciais à saúde, como o clorofórmio.

No levantamento das espécies indicadoras realizado observa-se grande quantidade de algas com potencial para produzir odor e sabor na água. Uma das principais objeções ao uso da água da represa de Guarapiranga durante o período de estudo foi seu forte odor, geralmente de terra ou mofo, perceptível mesmo com cloração elevada.

6.4.6. CONTROLE ALGÁCEO

Mackenthun e Ingram (1967) afirmam que, desde 1904 até o presente, o sulfato de cobre tem sido o produto químico mais utilizado no controle algáceo, podendo-se estender esta afirmação até a década atual. Apesar de seu uso intensivo há restrições, pois concentrações elevadas podem causar envenenamento de peixes e outros organismos aquáticos, pode haver acúmulo nos sedimentos sob a forma de compostos insolúveis devido ao uso extensivo e além disto o produto é corrosivo, danificando pinturas e equipamentos (Damato e col., 1989).

O cobre inibe a taxa de fotossíntese e de respiração celular e desta forma a divisão celular das algas.

O controle da densidade algácea durante o período de estudo foi efetuado pela SABESP através da aplicação de sulfato de cobre nas regiões próximas à captação, córrego Itupu,

Guavirutuva, rio Bonito e rio São José, locais em que geralmente ocorrem as densidades mais elevadas. Segundo Caleffi (1994), dados fornecidos pela Coordenadoria de Recursos Hídricos e Proteção Ambiental da SABESP reportam que no ano de 1991 foram aplicadas 51,6 toneladas de sulfato de cobre e de janeiro a agosto de 1992, 96,6 toneladas já haviam sido aplicadas na represa de Guarapiranga, para controle das altas densidades algáceas, dado alarmante, mas comparável aos da CETESB (1983) para o período de 1981 a 1983, mencionados na introdução deste trabalho (1.5 toneladas em 1981, 123 toneladas em 1982 e 63 toneladas no primeiro trimestre de 1983). O ano de 1982 foi um marco neste histórico, pois foi o ano em que as florações de cianofíceas passaram a ser recorrentes nesta represa.

Kleerekoper (1939) relata altas densidades algáceas na região da baía do rio Itupu, atribuindo-as aos ingressos de esgoto das residências e áreas construídas às margens da represa, que já ocorriam desde aquela época. O ponto 1 deste estudo, por ser o mais próximo da captação recebe sulfatação com maior constância e frequência de aplicação. O ponto 4 por situar-se à montante das áreas de maiores aportes de esgoto e também a montante da área sulfatada, não sofreu aplicações do sulfato de cobre durante este estudo.

Caleffi (1994) observou que na região próxima à captação, onde se aplica grandes quantidades de sulfato de cobre, a comunidade zooplancônica apresentou densidades menores e maior frequência relativa de rotíferos, além de porcentagens inexpressivas de cladóceros e copépodos calanóides.

As aplicações de sulfato de cobre são eficientes na eliminação das algas da superfície e dependendo da qualidade da água podem ser mais ou menos eficientes ao longo da coluna d'água (Damato e col. 1989). Além da toxicidade, a decomposição destas algas eleva o consumo de oxigênio e a disponibilidade de nutrientes e matéria orgânica em toda a coluna e no sedimento, diminuindo a capacidade de autodepuração do sistema, alterando também desta forma a qualidade do ambiente para toda a fauna aquática, especialmente para os organismos mais exigentes quanto aos teores de oxigênio dissolvido.

A aplicação do sulfato de cobre tem sido intensiva e extensiva na represa de Guarapiranga, durante as últimas décadas. As espécies poderiam ter sido selecionadas, por sua resistência a este algicida e desta forma a grande maioria das espécies atualmente encontradas apresentariam então, esta característica. Entretanto, isto pode não corresponder a realidade, pois trata-se de um ambiente que recebe aportes constantes de águas, contém algas de áreas não sulfatadas e tem baixo tempo de retenção, além do fato de que o período necessário à reprodução pode ser menor que o intervalo de aplicação do algicida. Como a captação é feita

em profundidade, uma parte considerável de cobre pode ser removida como material precipitado, através do revolvimento do sedimento (CETESB, 1992).

Do conjunto de espécies encontradas, 118 foram comuns aos dois os pontos, ou seja, 66% das algas do ponto 4, que não recebia sulfatação, também ocorriam no ponto 1. Este valor não é tão baixo, considerando-se que os dois pontos apresentavam diferenças de fluxo, profundidade, estabilidade da coluna, etc., porém também não é conclusivo, havendo necessidade de maior informação.

A influência da sulfatação sobre o biovolume das espécies dominantes pode ser constatada pelos resultados das correlações entre os teores de aplicação de sulfato no dia anterior e no dia da coleta. Entre as espécies dominantes e abundantes apenas *Rhizosolenia eiriensis* apresentou correlação negativa de seu biovolume com as sulfatações ($r_s = -0.27$ $P=0.0440$ com a do dia anterior e $r_s = -0.32$ $P=0.0186$ do dia da coleta), indicando a necessidade de estudos experimentais para testar sua sensibilidade ao sulfato de cobre. *Geminella interrupta* ($r_s=0.39$ $P=0.037$ dia anterior e $r_s=0.50$ $P=0.0002$ do dia), *Mougeotia cf. americana* ($r_s=0.55$ $P=0$ dia anterior e $r_s=0.54$ $P=0.0001$ do dia), *Scenedesmus bijugus* ($r_s=0.52$ $P=0.0001$ dia anterior e $r_s=0.37$ $P=0.0058$ do dia) e *Synedra ulna* t1 ($r_s=0.45$ $P=0.0001$ dia anterior e $r_s=0.41$ $P=0.0025$ do dia) apresentaram correlação positiva com as sulfatações do dia anterior e do dia da coleta, podendo ser consideradas resistentes.

Mougeotia cf. americana, por ter apresentado valores de biovolume superiores durante as chuvas intensas e por ser possivelmente espécie do perifiton, pode ter tido sua biomassa rapidamente repostada na massa d'água devido às intempéries deste período, mas os exemplares examinados apresentavam-se com excelente aspecto, parecendo pouco provável que estivessem sofrendo danos à sua integridade devido ao algicida.

Chlorella vulgaris var *viridis* ($r_s=0.28$ $P=0.0353$ do dia da coleta), *Scenedesmus bicaudatus* ($r_s=0.30$ $P=0.0250$ do dia), *Scenedesmus bijugus* ($r_s=0.37$ $P=0.058$ dia) e *Synedra minuscula* ($r_s=0.31$ $P=0.0200$ do dia) apresentaram correlações positivas com as aplicações de sulfato do dia anterior. As demais espécies dominantes, abundantes ou muito frequentes nas amostras do ponto 1 não apresentaram correlação significativa com os teores de sulfato de cobre aplicado, podendo ser consideradas indiferentes ou tolerantes.

Branco (1986) relata, conforme já mencionado, a resistência de *Scenedesmus* ao sulfato de cobre, mas afirma que *Synedra* é um gênero sensível e portanto sua ocorrência nestes períodos pode decorrer de características particulares das espécies encontradas ou destas espécies serem bentônicas, com acesso facilitado para água aberta nos períodos de maior mistura como ocorreu com *Mougeotia*.

7. SUBSÍDIOS E MEDIDAS PARA REABILITAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL

O tempo de residência da água na represa de Guarapiranga sendo menor que um ano, aliado à seu alto potencial de autodepuração indicam que a qualidade de suas águas pode tornar-se excelente tão logo sejam eliminadas as causas da poluição, entretanto, a maior parte da poluição que recebe é consumida pelos usuários da água em menos de um ano!

A necessidade de melhorar a qualidade da água, diminuindo a eutrofização e o aporte de metais pesados é urgente, visto que quase a totalidade de sua água é utilizada para consumo humano. Os teores de alumínio devem ser imediatamente diminuídos em suas águas, pois podem contribuir para a ocorrência de doenças neurológicas crônicas nos usuários da água, com elevados custos sociais e financeiros. As florações de algas potencialmente tóxicas, devem ser impedidas pela restrição das condições favoráveis ao seu desenvolvimento, dentre as quais a única passível de controle através do manejo é a eutrofização.

O processo de tratamento da água deve garantir a detecção e a remoção de toxinas - através de técnicas já existentes como aplicação de carvão ativado, ou de técnicas alternativas a serem pesquisadas - ou garantir o impedimento da distribuição da água contaminada.

O estudo das represas de abastecimento precisa tornar-se prioritário através do aumento de investimento em pesquisa científica, geração de tecnologia e da promoção de parcerias entre os órgãos capacitados a estes estudos.

A represa de Guarapiranga por sua importância no abastecimento e pelos problemas relacionados à sua eutrofização, pode servir de modelo para aplicação de medidas de recuperação e reabilitação da qualidade ambiental, que poderão posteriormente ser aplicados a outros corpos d'água em situação semelhante.

A principal dificuldade para implantar medidas de recuperação, relaciona-se à sensibilização política e social para os problemas decorrentes da degradação, aliada ao descaso com o ambiente.

No desenvolvimento da teoria econômica, água, ar, solo, vegetais e animais de boa qualidade tem sido tratados tradicionalmente como inexauríveis e, portanto, sem valor (CGLRM, 1991). Atualmente considera-se que estes recursos são exauríveis e sua qualidade pode ser prejudicada, a despeito dos avanços tecnológicos. A concepção de que estes elementos devem ser tratados como capital ambiental, vem substituir a noção anterior, tornando importante a incorporação do capital ambiental aos instrumentos econômicos existentes, que direcionam o controle ambiental, p.ex. análises de impacto ambiental, análises de custo-benefício e análises de decisão. Estes esforços somente serão bem sucedidos se os estudos forem baseados na premissa de que o homem é parte do ambiente. A abordagem

monetária persiste, pois provê meios de medir elementos díspares do ambiente e da economia, de forma a integrá-los. Neste contexto, o CGLRM (1991), deixando de lado considerações sobre recreação, estética e outros usos da água, atendo-se apenas ao uso para consumo humano, considera como indicadores potenciais da resposta do usuário à degradação ambiental:

- a. em termos quantitativos: a reserva, a captação e a estimativa de renovação da água;
- b. em termos qualitativos: os custos de tratamento, violações dos padrões químicos e bacteriológicos, restrições ao consumo, relatos de moléstias agudas e da satisfação dos usuários por receber um produto de qualidade e pela percepção de um ambiente saudável;
- c. em termos de avaliação de custos: a disposição de pagar e compensar pelo dano ao ambiente, avaliações do bem estar humano e dos valores sociais;
- d. em termos de manejo: os custos do tratamento da água e da manutenção e operação do manancial e portanto o custo do produto ao consumidor;
- e. em termos de saúde humana: os custos médicos e a perda humana potencial.

Aconselhando considerar-se estes fatores nos níveis da saúde humana tanto da comunidade abastecida como dos habitantes da área da bacia hidrográfica.

No caso de Guarapiranga, as falhas no abastecimento, o aumento do custo de tratamento, o descontentamento da população abastecida, os relatos de distúrbios agudos da saúde provocados pelo consumo da água, servem para confirmar que apesar do pouco conhecimento formal sobre estes dados, estes indicadores são úteis e podem ser utilizados para sensibilizar a população e os órgãos governamentais responsáveis, para a necessidade de medidas mais efetivas de controle ambiental nesta bacia.

Não se pretende esgotar o quadro de medidas necessárias à reabilitação e nos textos do Programa de Saneamento Ambiental da Represa de Guarapiranga (PARA SALVAR..., 1992) e em COBRAPE (1991, 1994a, 1994b, 1995) esta discussão é extensiva e outras medidas também são propostas. Porém, durante este estudo, algumas peculiaridades do sistema e da situação chamaram muito a atenção, tornando esta contribuição indispensável por basear-se no estudo de campo da realidade atual da represa e mesmo incorrendo no pecado da redundância, a importância deste manancial e a urgência da situação permitem este procedimento.

Os resultados deste estudo mostraram que num contexto de longo prazo, como medida profilática à melhoria da qualidade da água, é indispensável a redução drástica dos aportes de nutrientes e minerais contaminantes originários da bacia de drenagem, o que pode ser feito através das seguintes ações:

1. reflorestar as áreas em que o solo está exposto e impedir novos desmatamentos,

através da criação de parques, p.ex.;

2. tratar os esgotos produzidos na bacia através de processos primários, secundários e terciários, mantendo a água remanescente na própria bacia;

3. impedir o assentamento de novas populações e o crescimento das áreas urbanas na bacia, através do incentivo à atividades econômicas não impactantes, com ocupação extensiva de grandes áreas e oferta de poucos empregos, evitando novas ocupações urbanas;

4. impedir as atividades impactantes de mineração, que segundo Beyruth (1994b) contribuem para a eutrofização e aportes de sólidos, diminuindo a capacidade de retenção de água, pelo rápido assoreamento;

5. remover o lixo produzido na bacia e impedir a importação de resíduos sólidos provenientes de outras áreas - como é o caso do produto da dragagem da represa Billings, decorrentes da instalação de lixões ou depósitos clandestinos na bacia de Guarapiranga, que também se constitui num problema muito grave, segundo Beyruth (1994b);

6. criar áreas de contenção de impacto, através do reflorestamento, entre a represa, seus tributários e as terras utilizadas da bacia;

7. criar ou exercer dispositivos legais que obriguem as indústrias a captarem água a jusante de seus lançamentos, nos corpos d'água desta bacia, quando estes lançamentos forem permitidos;

8. proteger especialmente as áreas de inundação dos tributários e remover as populações já instaladas na bacia de captação, pois estas áreas constituem zonas de contenção de nutrientes e minerais, tendo alta capacidade de depuração e assimilação (Beyruth, 1989, 1994b), além disto sua ocupação promove problemas sociais graves e ônus para o Estado, por estarem sujeitas a enchentes;

9. como a contribuição da população humana autóctone para a degradação desta bacia é considerável, qualquer iniciativa para conter a degradação deve considerar como prioridade o envolvimento da população, através de programas intensivos e extensivos de educação ambiental.

Como medidas de médio prazo (um a dois anos) sugere-se gerar e/ou testar intensivamente até encontrar soluções e implantar tecnologias que promovam:

1. a remoção de nutrientes e contaminantes;

2. a remoção e o aproveitamento econômico da biomassa algácea;

3. a detecção mais eficiente dos problemas de toxicidade;

4. o aproveitamento econômico da biomassa de organismos que possam servir como alimento;

5. melhoria no sistema de operação da represa quanto à contenção do desenvolvimento da biomassa algácea;

6. melhoria no sistema de tratamento da água;

A SABESP realiza amostragens rotineiras na represa de Guarapiranga, há aproximadamente 40 anos, mas os dados obtidos não tiveram o tratamento merecido por falta de tempo e de especialistas nas diversas áreas de conhecimento, especialmente na área de saneamento ambiental, a qual encontra-se atualmente, praticamente em extinção, com baixa produtividade e capacitação científica e tecnológica em todo o país. O conhecimento do histórico da área e das séries históricas de dados ambientais podem mostrar padrões de comportamento difíceis de detectar através de dados de apenas um ciclo hidrológico. Estes fatos indicam que seria útil a implantação de um centro ou núcleo de estudos sobre represas de abastecimento do Estado de São Paulo, envolvendo SABESP, CETESB, Institutos de Pesquisa e Universidades, para num esforço conjunto efetuar em parceria, o acompanhamento da obtenção e análise de dados, realizando avaliações em maior profundidade, que poderiam fornecer informação científica e suprir a necessidade de conhecimento para a criação de tecnologia, nas áreas necessárias para o manejo destes ambientes.

Como medidas de curto prazo:

1. promover ações de sensibilização política e social através de programas de educação e de informação da comunidade;

2. melhorar o manejo, utilizando critérios mais eficientes, baseados no conhecimento adquirido;

3. ampliar o conhecimento sobre os aportes dos tributários e o comportamento das áreas de entrada dos tributários;

4. ampliar o conhecimento sobre as áreas marginais e o desenvolvimento do perifiton;

5. ampliar o conhecimento sobre a dinâmica trófica e de sedimentação/ressurgência deste ambiente;

6. realizar parcerias entre SABESP e instituições de pesquisa, aproveitando melhor os recursos do Estado, visando o aprimoramento tanto do sistema de obtenção de informação como dos critérios de manejo.

8. UTILIZAÇÃO E APROVEITAMENTO ECONÔMICO DA BIOMASSA ALGÁCEA

Num contexto mais simples e prático a remoção da biomassa algácea e seu aproveitamento podem ser efetuados através de:

- aproveitamento da biomassa fitoplanctônica como alimento para o zooplâncton e peixes, especialmente os de interesse esportivo, comercial e ou social; caso em que há necessidade da verificação prévia do potencial de bioacumulação de metais pesados e outros poluentes;
- instalação de tanques-rede com espécies de peixes planctófagos, autóctones ou já existentes na represa, também demandando verificação prévia do potencial de bioacumulação de metais pesados e outros poluentes;
- instalação de suportes para desenvolvimento de perifiton e aproveitamento comercial para produção de ração para zooplâncton e outros organismos, bem como de material a ser utilizado na descontaminação de efluentes com teores elevados de metais pesados;

Apenas o controle das cianofíceas já teria uma função econômica apreciável, mas o controle biológico das populações de cianofíceas pode constituir uma forma a mais de aproveitamento econômico se envolver o cultivo de zooplâncton e de peixes planctívoros. Bactérias e cianófagos poderiam ser utilizados para o controle das cianofíceas mas o risco potencial do manejo com estes microorganismos desaconselha o uso destes métodos.

Carmichael (1992) relata suas observações na China sobre o decréscimo das populações de cianobactérias, com elevada taxa de remoção nas criações das seguintes espécies de peixes: *Hypophthalmichthys molitrix*, *Ctenopharyngodon idellus*, *Aristichthys nobilis*, *Tilapia nilotica* (*Oreochromis niloticus*) e *Tilapia mossambica*. Na Guarapiranga existem as espécies *Oreochromis niloticus* e *Tilapia rendalli* (Zagatto, 1995).

Os peixes parecem não serem afetados pelo consumo de algas tóxicas e quando removem grandes colônias de *Microcystis* de tanques de aquicultura ou mesmo de lagos de tamanho significativo, deixam espécies de pequenas algas unicelulares e flageladas, as quais constituem melhores fontes de alimento para o zooplâncton (Carmichael, 1992). Tem-se observado o colapso de populações de cianofíceas como resultado de herbivoria pelo ciliado *Nassula* (Canter e col., 1990 apud Carmichael, 1992) e no Japão tem-se utilizado rotífera e oligoqueta para controlar florações de *Microcystis*. Entretanto *Microcystis*, *Nodularia* e *Anabaena* apresentam efeitos danosos para *Daphnia* e *Diaptomus* (Demott e col., 1991 apud Carmichael, 1992).

Num contexto mais elaborado, de tecnologias mais sofisticadas e portanto mais dispendiosas, poderia ser estudada a viabilidade de utilizar-se os princípios de autodepuração,

aplicados a corpos d'água ou a canais de contenção artificiais, construídos em cotas mais elevadas à volta da represa, que pudessem reter nutrientes, utilizando-se o mesmo princípio das lagoas de estabilização, conforme aconselhado por Straskraba (comunic. pessoal) e posteriormente proposto por Lemos e col. (1993) para a represa de Sumaré.

Vários tipos de sistemas utilizam microorganismos vivos para descontaminação de esgoto e águas servidas, em locais onde a concentração de metais, encontra-se abaixo do nível em que a toxicidade se manifesta. Sistemas de tanques e meandros de água corrente contendo algas como *Cladophora*, *Spirogyra*, *Rhizoclonium* e cianofíceas como *Oscillatoria* tem sido utilizados para tratamento de efluentes de mineração mostrando redução de chumbo, zinco, cobre e manganês para níveis permitidos para o lançamento (Gale e Wixson, 1979, apud. Gadd, 1988). Outros sistemas de tratamento utilizando algas e bactérias mostraram remoção de urânio, selênio, cádmio e molibdênio de efluentes de mineração de urânio, através da passagem por três tanques consecutivos de algas, segundo Brierley e Brierley (1983 apud. Gadd, 1988)

Boyle (1984) também relata a bioconcentração de metais pesados por algas planctônicas e levanta a hipótese de que as algas são organismos que podem ser menos sensíveis aos contaminantes aquáticos, sendo muito importantes na mitigação de seus efeitos sobre os outros organismos, tanto por degradarem substâncias químicas orgânicas como por bioacumularem substâncias tóxicas em geral, diminuindo sua disponibilidade no ambiente aquático.

Zagatto (1995) realizou ensaios de acumulação de cobre com *Oscillatoria quadripunctulata*, *Pseudoanabaena galeata* e *Microcystis aeruginosa* provenientes da represa de Guarapiranga e de uma cepa tóxica de *Microcystis aeruginosa* (NPJB), submetidas as concentrações de 0.06 mg.l^{-1} para *Microcystis* e de 0.33 mg.l^{-1} para as demais (equivalente respectivamente a 0.25 e 1.18 mg.l^{-1} de sulfato de cobre). Os resultados mostraram acumulação de cobre pelas algas, sendo que *Oscillatoria quadripunctulata* e *Microcystis aeruginosa* (NPJB) mostraram acumulação mais elevada, aproximadamente na ordem de 8000 e 10000 vezes. A avaliação do teor de cobre no fitoplâncton, zooplâncton e peixes da represa de Guarapiranga mostrou que a concentração no fitoplâncton era de três a sete vezes maior do que a encontrada no zooplâncton, com teores máximos no fitoplâncton de 6.6 mg.g^{-1} e de 1 mg.g^{-1} no zooplâncton. Os dados obtidos para peixes mostram acúmulo maior nas vísceras que na musculatura, com valor médio de 0.9 mg.g^{-1} na musculatura e 34 mg.g^{-1} nas vísceras. A legislação para os teores de cobre no alimento estabelece 30 mg.kg^{-1} como valor máximo permitido e portanto a carne dos peixes eviscerados, das diferentes espécies piscícolas da represa de Guarapiranga estava em conformidade com o limite preconizado na legislação,

podendo ser consumida (Zagatto, 1995). Este autor ressalta que os teores de cobre mais elevados nas vísceras resultam da ingestão de matérias de origem orgânica sedimentar ou alimentar (fitoplâncton e zooplâncton), contaminadas pelo cobre.

Florações de algas, que podem ser provocadas pela presença de esgoto doméstico, podem prestar-se à biosorção de metais pesados. As algas também podem ser imobilizadas através de alginatos ou peletizadas como biomassa algácea morta, para biosorção de metais pesados. Estas tecnologias podem vir a ser necessárias e aceitas no futuro, ainda que atualmente seu uso tenha baixa prioridade política e industrial, tendo importância prioritária apenas como medida de proteção ambiental (Gadd, 1988).

9. CONCLUSÕES

As principais forçantes sobre a qualidade da água da represa de Guarapiranga resultam dos efeitos dos fatores climáticos, da operação da represa e das consequências das atividades antrópicas desenvolvidas em sua bacia de drenagem. Estrutura, composição e alteração da comunidade fitoplanctônica estão, portanto, sujeitas aos efeitos conjuntos destas funções de força e da qualidade da água. Seus principais problemas atuais decorrem da eutrofização de suas águas decorrentes dos ingressos de esgotos domésticos lançados em suas águas.

Esta represa tem alta capacidade de depuração, devido ao seu elevado potencial oxidativo, favorecido por sua alta taxa de renovação e pela mistura das águas promovida pelos ventos, ondas, correntes e atividades náuticas.

A comunidade fitoplanctônica demonstrou os efeitos da eutrofização, através da alta produção em densidade e biomassa totais, bem como da alta densidade e biomassa de espécies indicadoras de águas eutróficas. Mesmo tratando-se de ambiente tão alterado e apesar do controle algáceo efetuado mostrou uma comunidade muito rica em espécies - 240 táxons, apresentando elevados valores de diversidade.

Os dois pontos de coleta estudados mostraram diferenças relacionadas às taxas de renovação da água, bem como às aplicações de sulfato de cobre efetuadas apenas no ponto 1. Apesar da sulfatação o ponto 1 mostrou maior produtividade que o ponto 4. Aquele ponto, que é a estação de coleta mais próxima à barragem e captação de água para abastecimento, mostrou a influência da urbanização de suas margens, e o ponto 4, que é a estação mais a montante, mostrou as influências de desmatamentos recentes.

Os efeitos da sulfatação foram marcantes na seqüência da dominância, mas relativamente pouco eficientes no controle algáceo geral e no controle das cianofíceas, favorecendo o desenvolvimento de clorofíceas. Após a aplicação de sulfato de cobre ocorre a senescência de elevados biovolumes de clorofíceas, liberando nutrientes e favorecendo o desenvolvimento de cianofíceas, contrariando os objetivos da aplicação do algicida. As criptofíceas e zignemafíceas apresentaram maior influência da sulfatação na alteração de suas comunidades e *Rhizosolenia eiriensis* mostrou-se sensível ao sulfato de cobre.

A operação hidráulica altera o período de elevação (do nível da água) e desta forma influi na seqüência dos eventos sazonais.

A deficiência hídrica do solo, o escoamento e o excedente hídrico associados a variação da pluviosidade e da temperatura delimitaram períodos característicos: o primeiro período de seca em 1991, o período do início das chuvas ou das chuvas moderadas, o período das chuvas intensas e o segundo período de seca em 1992. Estas diferenças sazonais e as conseqüentes

diferenças ambientais de cada período refletiram-se nas alterações da comunidade fitoplancônica. A sazonalidade magnificada pelas contribuições e aportes da bacia, foi marcante influenciando nas densidades, biomassa, dominâncias e na alteração da comunidade.

Clorococcales destacou-se como o grupo que atingiu maiores densidades e biovolumes, apresentando elevada riqueza de espécies e grande diversidade de estratégias adaptativas. Zignemaficeas destacou-se por ser o segundo grupo com riqueza mais elevada.

Quanto ao total geral de espécimes quantificados no ponto 1 destacaram-se por elevada densidade (em número de células - ordem decrescente): *Mougeotia* cf. *americana*, *Chlorella* cf. *minutissima*, *Scenedesmus bijugus*, *Chlorella vulgaris* var. *vulgaris* e *Dictyosphaerium ehrenberghianum*. No ponto 4 destacaram-se *Chlorella* cf. *minutissima*, *Mougeotia* cf. *americana* e *Dictyosphaerium ehrenberghianum*.

Quanto ao total geral de espécimes quantificados no ponto 1 destacaram-se por elevado biovolume (ordem decrescente): *Dictyosphaerium ehrenberghianum*, *Dictyosphaerium pulchellum*, *Scenedesmus bijugus*, *Mougeotia* cf. *americana* e *Aulacoseira granulata*. No ponto 4 destacaram-se: *Dictyosphaerium ehrenberghianum*, *Gymnodinium fuscum*, *Aulacoseira granulata*, *Dictyosphaerium elegans* e *Scenedesmus bijugus*.

No ponto 1 destacaram-se por terem sido dominantes quanto a densidade: *Dinobryon divergens*, *Dictyosphaerium ehrenberghianum*, *Dictyosphaerium pulchellum*, *Mougeotia* cf. *americana*, *Chlorella vulgaris* var. *vulgaris* e *Synedra* cf. *minuscule*. No ponto 4 destacaram-se por elevadas densidades *Rhizosolenia eiriensis*, *Mougeotia* cf. *americana* e *Botryococcus neglectus*.

Quanto ao biovolume destacaram-se por terem sido dominantes, no ponto 1: *Aulacoseira granulata*, *Dictyosphaerium ehrenberghianum*, *Dictyosphaerium pulchellum*, *Scenedesmus bijugus*, *Dinobryon divergens*, *Aphanocapsa elachista*, *Chlamydomonas* cf. *gloeophila*, volvocales colonial sp.1, *Mougeotia* cf. *americana* e *Mougeotiopsis* sp.1. No ponto 4 *Aulacoseira granulata*, *Botryococcus neglectus*, *Dictyosphaerium ehrenberghianum*, *Dictyosphaerium elegans*, *Gymnodinium fuscum*, *Peridinium* sp3, *Chlamydomonas* cf. *gloeophila* e volvocales colonial sp 1.

A densidade mais expressiva nesta represa, foi compartilhada por *Mougeotia* cf. *americana* e *Chlorella* cf. *minutissima*, no ponto 1 e *Chlorella* cf. *minutissima*, no ponto 4. O biovolume mais expressivo foi de *Dictyosphaerium ehrenberghianum*.

A espécie que mais se destacou nos dois pontos amostrados, quanto a densidade e biomassa foi *Dictyosphaerium ehrenberghianum*, apenas quanto a densidade destacaram-se

Chlorella cf minutissima e apenas quanto ao biovolume destacou-se *Aulacoseira granulata*. No ponto 1, *Scenedesmus bijugus*, *Chlorella cf vulgaris* e *Oscillatoria subtilissima* apresentaram densidades muito elevadas; no ponto 4, *Gymnodinium fuscum* e *Dictyosphaerium elegans* destacaram-se por elevados biovolumes.

A produtividade foi mais elevada durante o período das chuvas, com florações consecutivas de clorococales, zignemaficeas, cianoficeas e clorococales, no ponto 1 e de clorococales, zignemaficeas, dinoficeas e clorococales, no ponto 4.

As maiores taxas de alteração da comunidade fitoplanctônica ocorreram nos períodos de chuvas, durante as alterações de dominâncias entre florações.

As estratégias adaptativas favorecidas nesta represa, foram as seguintes: formas unicelulares ou coloniais/cenobiais, de pequeno porte, sem motilidade e sem envoltório rígido, ou seja organismos r-estrategistas oportunistas, como seria de se esperar para um ambiente em constante alteração. Não foram observadas densidades ou biovolumes expressivos dos organismos que obedecessem aos preceitos estritos da estratégia K, mas *Dictyosphaerium ehrenberghianum* e *Aphanocapsa elachista* poderiam ser consideradas as espécies com estratégia mais próxima a K.

Na maior parte do período a seqüência de espécies apresentou alterações devidas a influências ambientais, entretanto foram identificados períodos de reversão, com retorno a seqüências anteriores aos distúrbios breves ou leves (estiagem temporária durante período de elevada pluviosidade, caracterizando distúrbio breve e aplicação de sulfato de cobre, caracterizando distúrbio leve).

Houve uma acentuada tendência à dominância por espécies tolerantes ou dependentes de distúrbios no verão, quando a pluviosidade foi mais intensa, com dominância de espécies ruderais ou R-estrategistas. A S-estratégia ou tolerância a estresse devido aos menores teores de nutrientes foi oportuna durante o período de seca de 1991, enquanto no período de seca de 1992 a C-estratégia ou estratégia das espécies competidoras, oportunistas, foi favorecida pelos elevados teores de nutrientes.

Quanto à distribuição nas Classes de tamanho o microplâncton foi mais expressivo durante o primeiro período de seca e o período seguinte de chuvas moderadas e o nanoplâncton predominou durante os dois períodos subseqüentes, no ponto 1. No ponto 4 o nanoplâncton predominou no período de seca de 1991 e foi sobrepujado pelo microplâncton nos períodos seguintes.

O período das águas claras favoreceu as algas flageladas. Durante o período de chuvas intensas os organismos flagelados tiveram seu desenvolvimento favorecido no ponto 4 e as

espécies coloniais ou filamentosas no ponto 1.

Quanto a estabilidade do ecossistema, destacaram-se pela persistência no ponto 1, penais, representada por *Synedra ulna* e no ponto 4 as criptofíceas representadas por espécies do gênero *Cryptomonas* e as volvocales representadas por *Chlamydomonas* cf. *gloeophila*.

Os indicadores prévios da ocorrência de florações e desenvolvimento expressivo de cianofíceas foram a disponibilidade de nutrientes, baixa intensidade luminosa promovida por sombreamento, temperaturas adequadas e as elevadas densidades fitoplanctônicas prévias, especialmente de clorococcales. A sulfatação também influiu nestas ocorrências, pois, além de reduzir a competição e favorecer espécies oportunistas, alterou a seqüência de dominância, tornando disponíveis grandes quantidades de nutrientes de uma só vez na coluna d'água e podendo ter causado anoxia nos estratos próximos ao sedimento, acarretando também a liberação de fósforo para a coluna d'água.

Dentre os organismos que podem favorecer o melhoramento das condições ambientais encontrou-se espécies com capacidade de remoção e acúmulo luxuriante de fósforo ou de metais pesados; bem como de algas que podem servir de alimento para o zooplâncton e para fases planctófagas de peixes, podendo ser utilizadas em processos destinados à remoção de nutrientes.

Os métodos de análise aplicados mostraram-se muito úteis, destacando-se a análise integrada dos componentes principais à densidade e ao biovolume das espécies mais representativas.

A comparação entre os métodos de quantificação do fitoplâncton mostram a necessidade de utilizar uma medida mais precisa de biovolume nos estudos aplicados ao saneamento.

O método empregado para análise da persistência das espécies mostrou-se satisfatório, mas a avaliação do significado ecológico da persistência ficou prejudicada pela falta de informações comparáveis na literatura.

A análise das correlações, a análise sazonal baseada nos resultados do estudo do balanço hídrico e a análise da homogeneidade das taxocenoses foram complementares, tendo-se obtido informação em quantidade e qualidade suficientes para efetuar as avaliações propostas, mostrar a consistência das explicações aventadas e indicar alternativas mais adequadas de manejo.

A teoria ecológica que forneceu maior conteúdo de informação, dentre as teorias avaliadas para o estudo deste ambiente, foi a teoria do não equilíbrio com a aplicação da hipótese do distúrbio intermediário.

A represa de Guarapiranga pode ser considerada um ambiente de alta transferência de matéria e energia por receber grandes aportes de nutrientes, ter uma produtividade biológica

elevada e por renovar rapidamente grande parte de sua massa d'água, inclusive de sua biomassa planctônica, devido ao baixo tempo de retenção, exportando rapidamente o seu conteúdo para outros ecossistemas, caracterizando-se como um ambiente bastante instável, adaptável e favorável ao desenvolvimento de espécies oportunistas.

Essas características mostram um elevado potencial de autodepuração mas também mostram que esse potencial não está sendo suficiente para garantir a qualidade da água. Qualquer melhoramento no nível sanitário desta bacia hidrográfica se refletirá rapidamente na qualidade da água para o abastecimento e portanto na qualidade de vida de todos os usuários destas águas.

O reflorestamento e a preservação das florestas remanescentes; o impedimento da expansão da área urbana e da mineração; o incentivo à atividades econômicas não impactantes; o tratamento primário, secundário e terciário dos esgotos gerados na bacia; a conversão dos materiais em biomassa utilizável e exportável, são medidas indispensáveis para melhoria do ambiente e amplo aproveitamento dos seus recursos.

Pesquisas científicas essenciais para a geração de tecnologias adequadas podem ser viabilizadas através de parcerias entre os diversos órgãos públicos e empresas privadas gerando a estrutura necessária para o aproveitamento mais eficiente, tanto do recurso natural, como dos recursos econômicos do Estado.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA, AWWA, WPCF. Standard methods for examination of water and wastewater. Washington. 16th ed. APHA, AWWA, WPCF. 1985.
- ASFA. Aquatic Sciences & Fisheries Abstracts. Cambridge Scientific Abstracts/United Nations Agencies. Compact Disk. SP-160-012. ERL Compliant. 1988-1995. 1995.
- BERRIE, A.D. Chap.XIV. Detritus, micro-organisms and animals in freshwater. p. 323-338. In.: Anderson, M.J. & MacFadyen, A. The role of terrestrial and aquatic organisms in decomposition. Processes 17th. Symposium of the British Ecological Society. Blackwell Sci. Publ. London. 1976.
- BEYRUTH, Z. Estudo ecológico sanitário de um lago marginal ao rio Embu-mirim - Itapecerica da Serra, São Paulo e ensaio sobre a possibilidade de utilização da macrófita aquática *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms como indicadora de poluição. São Paulo, 1989. [Dissertação de mestrado. Dep. Ecologia Geral - Instituto de Biociências - USP].
- BEYRUTH, Z. SANT'ANNA, C.L., AZEVEDO, M.T.P., CARVALHO, M.C. & PEREIRA, H.A.S.L. Toxic algae in freshwaters of São Paulo State. p.53-64. In: CORDEIRO-MARINO, M., AZEVEDO, M.T.P., SANT'ANNA, C.L., TOMITA, N.Y. & PLASTINO, E.M., 1992. Algae and Environment: a general approach. SBFic/CETESB. 1992.
- BEYRUTH, Z. Aspectos do fitoplâncton de lagos submetidos a impactos antrópicos. X Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo, 04 a 10 de setembro de 1994. Resumos, Santos, Gráfica da UniSantos, 1994a. p.35(-1.6).
- BEYRUTH, Z. Avaliação do impacto decorrente de atividade de portos de areia para o rio Embu-mirim. Relatório. Brasília.. CNPq. Processo número 80.4531/90-0. 1994b.
- BEYRUTH, Z., & LEMOS, M.M.G. Características do fitoplâncton de lagos marginais ao rio Paraíba do Sul, S. Paulo, originadas por extração de areia. 6ª. Reunião Brasileira de Fitoplâncton. Tramandaí/Imbé, R.S. 01 a 05 de março de 1993. Resumos. Tramandaí/Imbé, SBFic, 1993a. p.73.

- BEYRUTH, Z., MENEZES, L.B., SANT'ANNA, C.L. & AZEVEDO, M.T. Fitoplâncton do lago do Parque Ibirapuera, São Paulo, SP. VI Reunião Brasileira de Ficologia. 01 a 05 de março de 1993. Resumos, Tramandaí-Imbé, R.S. SBFic, 1993b. p.68.
- BEYRUTH, Z. & PEREIRA, H.A.S.L. Ecology and sanitary aspects of the phytoplankton of Rio Grande supply reservoir - Billings System, S.Paulo, Brazil. ASLO & PSA, 1994, Joint Meeting. Miami, 1994. Abstracts. ASLO & PSA, 1994. p-a7.
- BEYRUTH, Z. CALEFFI, S., ZANARDI, E. CARDOSO, E. & ROCHA, A.A. Water Quality of Guarapiranga Reservoir 1991-92. SP, Brazil. Verh. Internat. Verein Limnol., XXVI. [no prelo].
- BOLD, H.C. & WINE, M.J. Introduction to the algae. New Jersey. Prentice-Hall International Inc. p. 1985.
- BONEY, A.D. Phytoplankton. The Institute of Biology. Studies in Biology, n.52. Edward Arnolds Publ. 1975.
- BOYLE, T.P. The effect of environmental contaminants on aquatic algae. p.237-256. In.: Shubert, L.E. (Ed.). Algae as ecological indicators. London. Acad. Press Inc. 1984.
- BRANCO, S. M. & ROCHA, A.A. Poluição, proteção e usos múltiplos de represas. São Paulo, CETESB/Ed. Edgard Blücher. 1977.
- BRANCO, S.M. Controle preventivo e corretivo de algas em águas de abastecimento. Rev. DAE-SABESP, 23(45):61-75. 1962.
- BRANCO, S.M. Hidrobiologia Aplicada à Engenharia Sanitária - Água. São Paulo. CETESB.ASCETESB. p. 1986.
- BRIAND, F. & McCAULEY, E. Cybernetics mechanisms in lake plankton systems: how to control undesirable algae. Nature, 273:228-230. 1978.
- BROOK, A.J. Planktonic algae as indicators of lake types, with special reference to the Desmidiaceae. Limnol. & Oceanogr., 10:403-411. 1965.

- CGLRM (Council of Great Lakes Research Managers). A proposed framework for developing indicators of ecosystem health for the Great Lakes region. Report. Report to the International Joint Commission. United States and Canada. 1991.
- CALEFFI, S. A represa de Guarapiranga: estudo da comunidade zooplancônica e aspectos da eutrofização. São Paulo, 1994. [Dissertação de mestrado. Dep. Saúde Ambiental - Faculdade de Saúde Pública-USP].
- CALEFFI, S. ZANARDI, E. & BEYRUTH, Z. Trophic state of Guarapiranga reservoir in 1991-92. Verh. Internat. Verein. Limnol. 25:1306-1310. 1994.
- CARDOSO, E & BEYRUTH, Z. Estudo sobre as contribuições do ribeirão de Itaquaciara e de um lago marginal para o rio Embu-mirim. II. Aspectos da qualidade da água. In: III Congresso Brasileiro de Limnologia, 22 a 26 de julho de 1990. Resumos. Porto Alegre, R.S., SBL, 1990. p.75.
- CARMICHAEL, W.W. Status report on planktonic cyanobacteria (Blue-green algae) and their toxins. Report. Cincinnati. EPA/600/r-92/079. EMSL.ORD.USEPA. 1992.
- CARMICHAEL, W.W., JONES, C.L.A., MAHMOOD, N.A., & THEISS, W.C. Algal toxins and water-based diseases. Critical Rev. in Environ. Contr., 15(3):275-313. 1972.
- CARVALHO, B.A. Desenho Geométrico. Ao Livro Técnico S.A. Rio de Janeiro. p. 1970.
- CETESB. Controle das Fontes de Poluição Localizadas nas Áreas de Proteção de Mananciais. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental de Camboriú (SC), 1983. Resumos. Camboriú, ABES, 1983. 12p.
- CETESB. Avaliação da qualidade das águas para consumo humano no Estado de São Paulo - 1990. São Paulo, CETESB. Relatório Técnico. 1991.
- CETESB. Eutrofização e contaminação por metais no reservatório do Guarapiranga - Dados preliminares. São Paulo, CETESB. Relatório Técnico. 1992.
- CETESB. Avaliação ecotoxicológica do reservatório do Guarapiranga, SP, com ênfase ao problema de algas tóxicas e algicidas. Projeto: 15.13.00. Recuperação da Bacia do Guarapiranga. São Paulo, CETESB. Relatório Técnico. 1995.

- CHAPMAN, P.M. Ecosystem health synthesis. Can we get there from here? Jour. of Aquatic Ecosystem Health. 1:69-79, 1992.
- CHAVES, C.M. Caracterização ecológica da autodepuração de lagos do Parque Zoológico de São Paulo. São Paulo, 1978. [Dissertação de mestrado - Dep. Saúde Ambiental - Faculdade de Saúde Pública - USP].
- COBRAPE. Programa de saneamento ambiental em áreas metropolitanas - bacia do Guarapiranga. Relatório. (Publ. Secretaria de Estado do Governo de São Paulo). 1991.
- COBRAPE. Relatório consolidado dos estudos complementares relacionados à qualidade da água. Análises e proposições. Relatório. UGP/COBRAPE, novembro, 1994a.
- COBRAPE. Ações diretamente relacionadas à qualidade da água. Relatório de andamento para avaliação de meio termo do Programa de Saneamento Ambiental da Bacia do Guarapiranga. Relatório. UGP/COBRAPE, dezembro 1994b.
- COBRAPE. Cargas poluidoras na bacia do córrego Guavirutuba. Relatório parcial das atividades. Apresentação de resultados e diretrizes para discussão. Projeto Guarapiranga, Programa de Saneamento Ambiental da Bacia do Guarapiranga. Relatório. UGP/SABESP/CETESB/PMSP, dezembro 1995.
- COESEL, P.F.M. The significance of desmids as indicators of the trophic status of freshwater. Schweiz. Z. Hydrol. 45(2):388-393. 1983.
- COHN, S.A. & DISPARTI, N.C. Environmental factors influencing diatom cell motility. Jour. of Phycol., 30:818-828. 1994.
- CONAMA-20/86. Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente n.003 (05.06.84). Conselho Nacional do Meio Ambiente, Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. Publ. CETESB - Diário Oficial da União - Executivo. 30 jul. 1987. p.11-22.
- COOKE, K. & GOULD, M.H. The health effects of Aluminum - a review. Jour. Roy. Soc. Health, 111:163-168.
- COX, E.J. Freshwater diatom ecology: developing an experimental approach as an aid to interpreting field data. Hydrobiol. 269/270:447-452. 1993.

- DAMATO, M. BEYRUTH, Z., MUCCI, J.L.N., ALVARENGA, C.D. & ROCHA, A.A. O sulfato de cobre como agente tóxico. Rev. Ambiente, 3(1):26-31.1989.
- DARLEY, W.M. Algal biology: a physiological approach. Basic Microbiology, vol 9. Blackwell Scientific Publications. Oxford. 1982.
- DESHMUKH, I. Ecology and evolution. In: Ecology and tropical biology. Blackwell., C.6, p.143-175.1986.
- DIA, A. & REYNAUD, P.A. Le phytoplancton du Lac de Guiers: approche qualitative et quantitative. Cah. O.R.S.T.R.O.M. Sér. Biol., 45:35-47. 1982.
- DRURY, H.W. & NISBET, I.C.T. Succession. Jour. Arnold Arboretum, 52(3):331-366.
- DRUM, R.W. & HOPKINS, J.T. Diatom locomotion: an explanation. Protoplasma, 62(1):1-33.
- DUSSART, B. Limnologie. L'étude des eaux continentales. Ed. Gauthier-Villars, Paris. 1966.
- ELORANTA, P. Diversity and succession of the phytoplankton in a small lake over a two-year period. Hydrobiol., 249:25-32. 1993.
- ESTEVES, F.A. Fundamentos de limnologia. Ed. Interciência/FINEP. 1988.
- FALCONER, I.R. Effects on human health of some toxic cyanobacteria (Blue-green algae) in reservoirs, lakes, and rivers. Toxic. Assess., 4:175-184. 1989.
- FALCONER, I.R. Tumor promotion and liver injury caused by oral consumption of cyanobacteria. Environmental Toxicol. and Wat. Qual., 6:177-184. 1991.
- GADD, G. Accumulation of metals by microorganisms and algae. In: Rehm, H.-J. Biotechnology - a comprehensive treatise. vol. 6b. Special Microbial Processes. V.H.C. Verlagsgesellschaft:13.1. Chap. 13.p.401-433. 1988.
- GASSE, F. East African Diatoms: taxonomy, ecological distribution. Bibliotheca Diatomologica. J. Cramer Ed., Berlin. 1986.

- GOLTERMAN, H.L. Chap. I. Zonation in stratifying lakes.p.3-22. In.: Anderson, M.J. & MacFadyen, A. (Eds.). The role of terrestrial and aquatic organisms in decomposition. Processes 17th. Symposium of the British Ecological Society. Blackwell Sci. Publ. London. 1976.
- GOLTERMAN, H.L., CLYMO, R.S. & OHNSTAD, M.A.M. Methods for physical and chemical analysis of freshwater. IBP Handbook 8, 2th ed. Blackwell Scientific Publ., Oxford. 1978.
- GONZALES DE INFANTE, I. El plancton de las aguas continentales. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington. 1988.
- GORHAM, P.R. Toxic algae as a public health hazard. Jour. AWWA, 56 (11):1481-1488. 1964.
- GORHAM, P.R. Toxic waterblooms of blue-green algae. In: Biological Problems of Water Pollution. Third Seminar US Public Health Service Bulletin. 999 WP 25. Cincinnati. Ohio. p:37-44. 1965.
- HAMMMER, U.T. Toxic blue-green algae in Saskatchewan. Canad. Vet. Jour., 9(10):221-229. 1968.
- HARRIS, G.P. Phytoplankton Ecology, Structure, Function and Fluctuation. Chapman and Hall, New York. 1986.
- HASLE, G.P. 1978. The inverted-microscope method. p.88-96. In: Sournia, A. 1978. Phytoplankton manual. UNESCO. 337p.
- HAVENS K.E. & HEATH, R.T. Phytoplankton succession during acidification with and without increasing Aluminum levels. Environ. Poll., 68:129-145.1990.
- HELLAWELL, J.M. Biological indicators of freshwater pollution and environmental management. Elsevier Science Publ. Ltda. 1989.
- HELOU, L.C. & SILVA, L.G. Estudo de operação do reservatório de Guarapiranga. Versão I. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, XIV . 20 a 25 set de 1987 Salvador, ABES. 1987.

HELOU, L.C. & SILVA, L.G. Estudo de operação do reservatório de Guarapiranga. Rev. DAE, SABESP. 48(151), p.29-47.1988.

HENDRICKSON JR., J.A. Statistical analysis of the presence absence data in water pollution assessment: quantitative and statistical analysis. In.: K.L. Dickson, J. Cairns Jr. and R.J. Livingston (Eds.). Biological data in water pollution assessment: quantitative and statistical analysis. ASTM STP. p. 113-124. 1978.

HENRY, R. Amônia ou fosfato como agente estimulador do crescimento do fitoplâncton na represa de Jurumirim (Rio Paranapanema, SP). Rev. Brasil. Biol., 50(4):883-892.

HÖRNSTRÖM, E. Trophic characterization of lakes by means of qualitative phytoplankton analysis. Limnol. (Berlin), 13(2):249-261. 1981.

HUSZAR, V.L.M. Fitoplâncton de um lago amazônico impactado por rejeito de bauxita (Lago Batata, Pará, Brasil): Estrutura da comunidade, flutuações espaciais e temporais. São Carlos, 1994. [Tese de doutorado em Ciências Biológicas e Saúde. Centro de Ciências Biológicas e da Saúde - UFSCar.].

HUTCHINSON, G.E. The paradox of the plankton. Amer. Natur., 95(882):137-143. 1961.

IBGE. Censo de 1980. IBGE. Imprensa Oficial do Estado de São Paulo. 1989.

JASSBY, A.D. & GOLDMAN, C.R. Loss rates from a lake phytoplankton community. Limnol. & Oceanogr. 19(4):618-627. 1974.

KEATING, K.I. Blue-green algal inhibition of diatom growth: transition from mesotrophic to eutrophic community structure. Science, 199:971-973. 1978.

KLAPPER, H. The control of eutrophication in inland waters. Ellis Horwood in Water and Wastewater Technology. Ed. Horwood Ltd. Publ. 1991.

KLEEREKOPER, H. Estudo limnológico da represa de Santo Amaro em São Paulo. Bol. FPSL-USP, v.7, Botânica, n.2:13-151. 1939.

KLEEREKOPER, H. Introdução ao estudo da limnologia. Segunda edição (Fac-simile). Ed. da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1990.

- KLEMER, A.R. Effects of nutritional status on cyanobacterial buoyancy, blooms, and dominance, with special reference to inorganic carbon. Can. J. Bot. 69:1133-1138.
- KOHLER, A. & LABUS, B.C. Eutrophication processes of pollution of freshwater ecosystems including waste water. p.:413-464. In: Lange, O.L., Nobel, P.S., Osmand, C.B., Ziegler, H. (Eds.). Ecosystems Processes: Mineral Cycling, Productivity and Man's Influence. Physiological Plant Ecology, VI. Encyclopedie of Plant Physiology, New Series. v. 12D. Springer-Verlag. Berlin. 1983.
- LEGENDRE, L. & LEGENDRE, P. Numerical Ecology. Developments in Environmental Modelling, 3. Elsevier Scientific Publishing Company. New York. 1983.
- LEMONS, M.M.G., BEYRUTH, Z. & CARVALHO, M.C. Aspectos do fitoplâncton da represa nova do Horto de Sumaré, SP, 1988/91. Rev. DAE -SABESP, 174:1-9. 1993.
- LEWIS JR, W.M. Spatial distribution of the phytoplankton in a tropical lake (Lake Lanao, Philippines). Int. Revue ges. Hydrobiol., 63(5):619-635. 1978c.
- LEWIS JR., W.M. & RIEHL, W. Phytoplankton composition and morphology in lake Valencia, Venezuela. Int. Revue ges. Hydrobiol., 67(3):297-322. 1982.
- LEWIS JR., W.M. A compositional, phytogeographical and elementary structural analysis of the phytoplankton in a tropical lake: Lake Lanao, Philippines. Jour.Ecol., 6:213-226. 1978a.
- LEWIS JR., W.M. Analysis of succession in a tropical phytoplankton community and a new measure of succession rate. Amer. Natur., 112 (984):401-414. 1978b.
- LIEBERMAN, O.S., SHILO, M. & RIJN, J.V. The physiological ecology of freshwater dinoflagellate bloom population: vertical migration, nitrogen limitation, and nutrient uptake kinetics. Jour. of Phycol., 30:964-971. 1994.
- LOBO E. & LEIGHTON, G. Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctonicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la Zona Central de Chile. Rev. Biol. Mar., Valparaíso, 22(1):1-29. 1986.
- LOEHLE, C. Philosophical tools: potential contributions to ecology. Oikos, 51:97-104. 1988.

- LUND, J.W.G. The ecology of freshwater phytoplankton. Biol. Rev., 40:231-293. 1965.
- MACKENTHUN, K.M. & INGRAM, W.M. Biological associated problems in freshwater environments: their identification, investigation and control. USDI-FWPCA. US Government Printing Office. 1967.
- MAIER, M.H. & TAKINO, M. Limnologia de reservatórios do sudeste do Estado de São Paulo, Brasil. V. Tipificação através de fatores abióticos e clorofila *a*. B. Inst. Pesca, São Paulo, 12(1):103-122. 1985.
- MAIER, M.H. 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. 1985.
- MANCUSO, P.S.C. Reuso da água e sua possibilidade na Região Metropolitana de São Paulo. São Paulo, 1992. [Tese de Doutorado. Dep. Saúde Ambiental - Faculdade de Saúde Pública USP].
- MARGALEF, R. El concepto de polución en limnología y sus indicadores biológicos. In.: Simposium sobre polución de las aguas, Alicante, noviembre, 1968. Ponencia, 7, sep. de Documento de investigación hidrológica, Supl. Cient. Rev. Água, Barcelona (7):104-132. 1969.
- MARGALEF, R. Life-forms of phytoplankton as survival alternatives in an instable environment. Oceanol. Acta., 1(4):493-509. 1978.
- MARGALEF, R. Limnologia. Ed. Omega. Barcelona. 1983.
- MARGALEF, R. Ecologia. Ed. Omega. Barcelona. 1991.
- MARGALEF, R. Ecologia. Série Manuales Prácticos. Ed. Planeta. Barcelona. 1992.
- MARTYN, C.N., OSMOND, C., EDWARDS, J.A., BARKER, D.J.P., HARRIS, E.C. & LACEY, R.F. Geographical relation between Alzheimer's disease and Aluminum in drinking water. Lancet, 14:59-62. 1989.
- MELCHOR, A., SILVEIRA, A., LOPEZ, G.M. & ARAÚJO, R. Preservação de mananciais para abastecimento - Guarapiranga, um modelo de preservação. Rev. DAE - SABESP, 35:14-25. 1974.

- MILLER, R.G., KOPFLER, F.C., KELTY, K.C., STOBBER, J.A. & ULMER, N.S. The occurrence of Aluminum in drinking water. Jour. AWWA, n.: 84-91. 1984.
- MUSSARRA, M.L.; MONTEIRO JR., A.J.; BEYRUTH, Z.; SENDACZ, S.; NOVELLI, J.L. & VIANA, N.C. Limnological characterization of lentic and lotic habitats of the Upper Paraná River System prior to the inundation of Porto Primavera Reservoir. Verh. Internat. Verein Limnol., XXVI. [no prelo].
- NIMER, E. Clima. p.51-89. In: Sudeste Brasileiro. Geografia do Brasil. IBGE. Rio de Janeiro. 1977.
- OCCHIPINTI, A.G. Modelo de qualidade da água do reservatório de Guarapiranga. In: VII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, Salvador, ABES. 1973.
- ODUM, E.P. Fundamentos de Ecologia. Fundação Calouste Gulbekian. Lisboa. 1971.
- OLSON, T.A. Toxic plankton. Wat. & Sew. Wor. 13(2):75-77. 1952.
- PADISÁK, J. Seasonal succession of phytoplankton in a shallow lake (Balaton, Hungary) - a dynamic approach to ecological memory, its possible role and mechanisms. Jour. Ecol., 80:217-230. 1992.
- PALMER, C.M. A composite rating of algae tolerating organic pollution. Jour. Phycol., 5(1):78-82. 1969.
- PALMER, C.M. Algae as biological indicators of water pollution. In: Seminar of Biological Problems - Water Pollution. Ohio, 1957. Biol. Wat. Poll. p.60-69.
- PALMER, C.M. Algas e suprimento de água na área de São Paulo. Rev. DAE - SABESP, 21:11-15. 1960.
- PARA SALVAR O MANANCIAL. Revista DAE - SABESP, 52(164):8-17.1992.
- PAYNE, A.I. The ecology of tropical lakes and rivers. John Wiley & Sons. New York. 1986.
- PEREIRA, H.A.S.L. Aspectos ecológicos sanitários e o fitoplâncton de represas da Área Metropolitana de São Paulo utilizadas como mananciais. Relatório. São Paulo. Apresentado ao Conselho do Departamento de Saúde Ambiental, Dep. Saúde Ambiental - Faculdade de Saúde Pública - USP, São Paulo. 1987.

- POLLINGHER, U. Chap. IV. Freshwater armored dinoflagellates: growth, reproduction, strategies, and population dynamic. p.134-174. In.: Sandgren, C. D. (Ed.). Growth and Reproductive strategies of freshwater phytoplankton. Cambridge University Press. 1988.
- PRESCOTT, G.W. Algae of Western Great Lakes Area. W.M.C. Brown Comp. Publ. Dubuque. 1962.
- RAPPORT, D.J. Evaluating ecosystem health. Jour. of Aquat. Ecosystem Health, 1:15-24. 1992.
- RAVERA, O. Assessment of the trophic state of a water body. Annls. Limnol., 19(3):229-234. 1983.
- REYNOLDS, C.S. Phytoplankton periodicity: interactions of form, function and environmental variability. Fresh. Biol., 14:111-142. 1984.
- REYNOLDS, C.S. Chap. XIV. Community organization in the freshwater plankton. p.297-325. In.: Gee, J.H.R. & Giller, P.S. (Eds.). Organizations of communities: past and present. The 27th Symposium of the British Ecological Society. Aberystwith, 1986. Backwell Scientific Publ. Oxford, 1987.
- REYNOLDS, C.S. Chap. X. Functional morphology and the adaptative strategies of freshwater phytoplankton. p. 388-433. In.: Sandgren, C. D. (Ed.). Growth and Reproductive strategies of freshwater phytoplankton. Cambridge University Press. 1988.
- REYNOLDS, C.S. Eutrophication and the management of planktonic algae: what Vollenweider couldn't tell us. p.4-29. In.: Sutcliffe, D.W. & Jones, G.J. Eutrophication: research and application to water supply. Publ. by Freshwater Biological Association. London, 1992.
- REYNOLDS, C.S. The ecology of freshwater phytoplankton. Cambridge Studies in Ecology, Cambridge University Press. 1993.
- RIEMER, D.N. & TOTH, S.J. Adsorption of copper by clay minerals, humic and bottom muds. Jour. AWWA, 62(3):195-197. 1970.

- ROCHA, A.A. & BRANCO, S.M. A eutrofização e suas implicações na ciclagem de nutrientes. Acta Limnol. Brasil 1:201-242. 1986.
- ROCHA, A.A. A limnologia, os aspectos ecológico-sanitários e a macrofauna bentônica da represa do Guarapiranga na Região Metropolitana de São Paulo. São Paulo, 1984. [Tese de doutoramento. Dep. Zoologia - Instituto de Biociências - USP].
- ROCHA, A.A. Algae as biological indicators of water pollution. p.34-52. In: Cordeiro-Marino, M., Azevedo, M.T.P., Sant'Anna, C.L., Tomita, N.Y. e Plastino, E.M. (Eds.). Algae and Environment: a general approach. SBFic/CETESB. 1992.
- ROSÉN, G. Phytoplankton indicators and their relations to certain chemical and physical factors. Limnol. (Berlin), 13(2):263-290. 1981.
- RUTS, M. Desmids as biological indicators of water quality in two nature reserves of Campine (Belgium). Bibl. Jb. Dodon., 51:243-253. 1983.
- SANTOS, C.L., SOUZA, M.P. & MANCUSO, P.C.S. Plano de controle sanitário da qualidade da água bruta na RMSP, programa preliminar de monitoramento. Relatório. São Paulo. Apresentado no curso de Saneamento Ambiental - Dep. Saúde Ambiental - Faculdade de Saúde Pública - USP. 1985.
- SANTOS, L.E. & SANTO PAULO, M. Limnologia de reservatórios do Sudeste do Estado de São Paulo. I. Climatologia. Bol. Inst. Pesca, 12(1):1-10. 1985.
- SAUNDERS, G.W. Decomposition in freshwater. p.341-373. In: Anderson, M.J. & MacFadyen, A. The role of terrestrial and aquatic organisms in decomposition. Processes 17th. Symposium of the British Ecological Society. Blackwell Sci. Publ. London. 1976.
- SCHINDLER, D.N. Factors regulating production and standing crop in the world's freshwaters. Limnol. & Oceanogr., 83(3):478-486, 1978.
- SEMA. Recuperação ambiental na bacia do Guarapiranga. Imprensa Oficial do Estado de São Paulo. 1988.
- SHAPIRO, J. Blue-green algae: why they become dominant. Science, 179:382-384. 1973.

- SHAPIRO, J. Current beliefs regarding dominance by blue-greens: the case for the importance of CO₂ and pH. Verh. Internat. Verein. Limnol., 24:38-54. 1990.
- SIEGEL, S. Estatística não paramétrica. Mc Graw Hill Inc. São Paulo. 1975.
- SILVA, R.J.C., BRASIL, A.L. & SILVA, A.C.C. Guaracabí - Plano de um novo sistema sul de abastecimento de água da Grande São Paulo. Rev. DAE - SABESP, 46(146):236-246. 1986.
- SKULBERG, O.M.; CODD, G.A. & CARMICHAEL, W.W. Toxic blue-green algal blooms in Europe: a growing problem. Ambio, 13:244-247. 1984.
- SLÁDECKOVÁ, A. & SLÁDECEK, V. Periphyton as indicator of the reservoir water quality. I. True-periphyton. Scientific Papers from Institute of Chemical Technology, Prague. Techn. of Water, 7(1):507-561. 1963.
- SLÁDECEK, V. System of water quality from biological point of view. Arch. Hydrobiol., 7:1-218. 1973.
- SMITH, G.M. Cryptogamic Botany. I. Algae and Fungi. Tata McGraw-Hill Publishing Company Ltda, New Delhi, v. I. 2a Ed..New Delhi. 1985.
- SMITH, V.H. Phytoplankton responses to eutrophication in inland waters. p.231-249. In.: Akatsuka, I. (Ed.). Introduction to Applied Phycology. STP Academic Publ. The Hague. The Netherlands. 1990.
- SOMASHEKAR, R.K. Phytoplankton constituents as indicators of water quality: a study of the river Cauvery. Intern. J. Environ. Stud., 23:209-215. 1984.
- SOMMER, U. Phytoplankton succession in microcosm experiments under simultaneous grazing pressure and resource limitation. Limnol. & Oceanogr. 33(5):1037-1054. 1988a.
- SOMMER, U. Some size relationships in phytoflagellate motility. Hydrobiol., 161:125-131. 1988b.
- SOMMER, U. The role of r and K selection in succession of phytoplankton in lake Constance. A..Oecol., Oecol. Gener., 2(4):327-343. 1981.

- SOMMER, U. Chap. I. Toward a darwinian ecology of plankton. p. 1-8. In.: Sommer, U. (Ed.) Plankton ecology. Succession in plankton communities. Springer-Verlag, Berlin. 1989.
- SOMMER, U. Convergent succession of phytoplankton in microcosms with different inoculum species composition. Oecol., 87:171-179. 1991.
- SOMMER, U., PADISÁK, J., REYNOLDS, C.S. E JUHÁSZ-NAGY, P. Hutchinson's heritage: the diversity-disturbance relationship in phytoplankton. Hydrobiol., 249:1-7. 1993.
- SOURNIA, A. Phytoplankton manual. UNESCO. 1978.
- TER BRAAK, C.J. F. Chap. V. Ordination. In: Jongman, R.H.G., Ter Braak, C.J.F. e Van Tongeren, O.F.R.. (Eds.). Data analysis in community and landscape ecology. Pudoc, Wageningen. 1987.
- TER BRAAK, C.J.F. CANOCO - a Fortran program for canonical correspondance analysis, principal component analysis and redundancy analysis. Ver.2.1. Report. Agriculture; Mathematics Group. Technical Report: LWA 88-02. 1988.
- TER BRAAK, C.J.F. Canonical correspondance analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. Ecol., 67(5):1167-1179. 1986.
- THORNTON, K. W., KIMMEL, B.L. & PAYNE, F.E. Reservoir Limnology: Ecological Perspectives. John Wiley & Sons, Inc. New York. 1990.
- TILMAN, D. KILHAM, S.S. & KILHAM, P. Phytoplankton community ecology: the role of limiting nutrients. Ann. Rev. Ecol. Syst., 13:349-72. 1982.
- TILMAN, D. The resource ratio hypothesis of plant succession. Amer. Natur., 125(6):827-852. 1985.
- TOWNSEND, C.R. & CALOW, P. Eds. Chap. II. Bioenergetic options and phylogeny. p.20-45. In: Physiological ecology: an evolutionary approach to resource use. Blackwell. 1981.
- TRANSEAU, E.N. The Zygnemataceae. Columbus Ed. The Ohio State University Press. p.1-327. 1951.

- TUBELIS, A. E NASCIMENTO, F.J.L. Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras. ed. Nobel. 1988.
- TUNDISI, J.G. & HINO, K. List of species and growth seasons of phytoplankton from Lobo (Broa) Reservoir. Rev. Bras. Biol., 41:63-68. 1981.
- TUNDISI, J.G. Estratificação hidráulica em reservatórios e suas conseqüências ecológicas. Ciênc. Cult., 36(9):1498-1504. 1984.
- TUNDISI, J.G. Represas artificiais: perspectivas para o controle e manejo da qualidade da água para usos múltiplos. In: VI Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos. Anais. São Paulo. 1985.
- TUNDISI, J.G., MATSUMURA-TUNDISI, T. CALIJURI, M.C. & NOVO, E.M.L. Comparative limnology of five reservoirs in the Middle Tietê River, S. Paulo State. Verh. Internat. Verein. Limnol., 24:1489-1496. 1991.
- TUNDISI, J.G., MATSUMURA-TUNDISI, T. HENRY, R. ROCHA, O. & HINO, K. Comparação do estado trófico de 23 reservatórios do Estado de São Paulo: eutrofização e manejo. In: TUNDISI, J.G. (Ed.). Limnologia e manejo de represas. Série Monografias em Limnologia v.I (1):165-204. 1988.
- VAN DAM, H., MERTENS, A. & SINKELDAM, J. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from Netherlands. Netherl. Jour. Aqua. Ecol., 20(1):117-133. 1994.
- VOLLENWEIDER, R.A. (Ed.). A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments. 2. ed. IBP Programme - handbook n. 12. Blackwell Scientific Publications. Oxford. 1974
- WETZEL R.G. & LIKENS, G.E. Limnological analyses. Second Edition. Springer-Verlag Ed. New York. 1991.
- WETZEL, R.,G. Limnology. Saunders College Publ.. 1983.

- WETZEL, R.G. Chap. IX. Reservoir Ecosystems: conclusions and speculations. p. 227-238. In: Thornton, K.W., Kimmel, B.L. e Payne, F.E. (Eds.). Reservoir Limnology: ecological perspectives. Wiley Interscience Publ. John Wiley & Sons Inc. New York. 1990.
- WRIGHT, S. Limnologia das águas de São Paulo. Archiv. do Inst. Biol., 7(7):65-73. 1936.
- XAVIER, M.B., MONTEIRO-JÚNIOR, A.J. & FUJARA, P. Limnologia de reservatórios do sudeste do Estado de São Paulo, Brasil. VII. Fitoplâncton. Bol. I. Pesca, São Paulo, 12(1):145-186. 1985.
- ZAGATTO, P.A. Evaluation écotoxicologique du reservoir Guarapiranga, SP-Brésil, en relation avec le problème des algues toxiques et des algicides. Metz, 1995. [Tese de doutoramento. Université de Metz, Centre des Sciences de l'Environnement.]
- ZAR, J.H. Biostatistical analysis. Prentice-Hall Inc. London. 1974.
-

ANEXO-TABELAS E FIGURAS

TABELA 1 - OPERAÇÃO HIDRAULICA DO SISTEMA DE GUARAPIRANGA, MEDIDA PRÓXIMO AO PONTO 1. REPRESA DE GUARAPIRANGA 1991-92.

Identificação da coleta (ID), variação no intervalo de coletas em dias (INT); precipitação em mm nas 24 horas (P24), 72 horas (P72), 168 horas (P168) anteriores as coletas; vazão média em $m^3.s^{-1}$; afluente natural (ANA), recalçada (ARE), total (AT); vazão média em $m^3.s^{-1}$: efluente canal do rio Pinheiros (EC), abastecimento (EAB), total (ET); elevação ou nível da água em m (ELE) e volume em $m^3.10^3$ (VOL).

ID	INT.	P24	P72	P168	ANA	ARE	AT	EC	EAB	ET	ELE	VOL
MA2	7	0.0	0.0	5.8	9.3	0.0	9.3	0.0	13.0	13.0	735.93	175024
MA3	7	0.0	0.0	0.0	9.6	0.0	9.6	0.0	13.2	13.2	735.84	172182
MA4	7	0.0	0.0	0.0	6.5	0.0	6.5	0.0	13.6	13.6	735.72	168437
J5	7	0.0	0.0	1.6	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	12.9	735.67	166892
J6	7	0.0	0.0	0.0	6.3	0.0	6.3	0.0	13.4	13.4	735.57	163829
J7	7	0.0	22.4	49.8	23.9	0.0	23.9	0.0	13.2	13.2	735.71	168127
JL8	7	0.0	0.0	8.0	9.4	0.0	9.4	0.0	13.0	13.0	735.73	168747
JL9	7	8.0	0.0	0.0	6.1	0.0	6.1	0.0	13.3	13.3	735.64	165970
JL10	7	0.0	0.0	18.8	10.4	1.4	11.8	0.0	11.8	11.8	735.63	165663
JL11	7	0.0	0.0	0.0	4.3	1.3	5.6	0.0	12.6	12.6	735.54	162918
JL12	7	0.0	0.0	0.0	4.8	1.4	6.2	0.0	13.1	13.1	735.43	159602
AG13	7	11.0	2.2	4.2	15.9	0.7	16.6	0.0	13.2	13.2	735.35	157218
AG14	7	0.0	0.0	34.2	9.3	0.7	10.0	0.0	13.4	13.4	735.36	157515
AG15	5	0.0	0.0	0.0	5.0	1.0	6.0	0.0	12.8	12.8	735.28	155151
AG16	9	0.0	0.0	0.0	6.1	0.3	6.4	0.0	13.1	13.1	735.09	149630
S17	7	0.0	2.2	2.2	8.0	1.3	9.3	0.0	12.6	12.6	734.96	145927
S18	7	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.2	0.2	734.83	142278
S19	7	5.4	0.0	0.0	3.6	0.0	3.6	0.0	13.1	13.1	734.65	137314
S20	7	7.8	4.0	16.8	7.8	1.4	9.2	0.0	12.4	12.4	734.55	134600
O21	7	3.4	54.6	65.2	37.0	1.7	38.7	0.0	13.3	13.3	734.74	139784
O22	7	31.4	51.6	101.0	43.7	3.4	47.1	0.0	13.0	13.0	735.37	157812
O23	7	1.0	0.0	35.6	9.7	0.0	9.7	0.0	13.2	13.2	735.63	165663
O24	7	0.0	0.0	1.0	6.2	0.0	6.2	0.0	13.3	13.3	735.53	162614
O25	7	0.0	0.0	1.0	2.9	0.0	2.9	0.0	13.3	13.3	735.38	158110
N26	5	3.6	14.0	15.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	12.6	735.35	157218
N27	9	0.0	74.6	83.6	9.8	0.0	9.8	0.0	13.3	13.3	735.30	155740
N28	7	0.0	0.2	9.2	3.1	0.0	3.1	0.0	13.3	13.3	735.22	153394
N29	7	0.0	0.0	0.0	6.7	0.0	6.7	0.0	13.3	13.3	735.03	147913
D30	7	0.0	6.2	12.3	3.3	0.0	3.3	0.0	13.0	13.0	734.88	143675
D31	7	0.0	18.4	52.8	3.0	0.0	3.0	0.0	12.7	12.7	734.83	142000
D32	7	0.4	2.0	2.0	16.3	0.0	16.3	0.0	13.0	13.0	734.88	143675
D33	5	1.0	24.4	60.4	9.6	0.0	9.6	0.0	12.0	12.8	734.93	145080
JA34	16	0.0	9.4	38.4	13.3	0.0	13.3	0.0	13.3	13.3	734.84	142557
JA35	7	0.0	7.4	40.8	15.8	0.0	15.8	0.0	12.6	12.6	734.87	143395
JA36	7	4.4	1.0	6.0	12.4	0.0	12.4	0.0	12.4	12.4	734.86	143116
JA37	7	9.4	0.0	4.4	10.1	0.0	10.1	0.0	13.3	13.3	734.81	141722
F38	5	0.0	1.0	14.2	6.7	0.0	6.7	0.0	13.1	13.1	734.72	139233
F39	9	0.0	0.0	31.0	19.7	0.0	19.7	0.0	13.3	13.3	734.88	143675
F40	9	0.0	3.3	11.3	3.8	0.0	3.8	0.0	13.3	13.3	734.71	138958
F41	6	8.8	74.8	76.8	25.2	0.0	25.2	0.0	12.3	12.3	734.82	142000
MR42	14	0.0	31.6	39.1	12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	12.8	735.16	151649
MR43	7	14.6	24.2	24.2	23.5	0.0	23.5	0.0	13.4	13.4	735.16	151649
MR44	7	0.0	19.6	34.2	19.5	0.0	19.5	0.0	12.7	12.7	735.26	154564
AB45	7	0.0	35.0	132.2	30.6	0.0	30.6	0.0	12.8	12.8	735.65	166277
AB46	7	0.0	0.0	0.0	8.3	0.0	8.3	0.0	11.8	11.8	735.64	165970
AB47	6	0.0	0.2	0.8	8.0	0.0	8.0	0.0	11.5	11.5	735.56	163525
AB48	7	0.0	3.2	3.2	5.6	0.0	5.6	0.0	12.6	12.6	735.44	159902
AB49	7	14.8	0.8	2.2	7.6	1.4	9.0	0.0	12.4	12.4	735.34	156922
MA50	7	0.0	23.0	49.8	20.4	1.6	22.0	0.0	11.5	11.5	735.54	162918
MA51	6	6.0	0.0	0.0	5.5	0.0	5.5	0.0	12.5	12.5	735.52	162312
MA53	7	0.0	0.0	11.4	0.4	1.3	1.7	0.0	12.0	12.0	735.39	158407
J54	7	0.0	0.0	0.0	4.5	1.3	5.8	0.0	12.6	12.6	735.27	154857
J55	7	0.0	0.0	0.0	3.9	1.3	5.2	0.0	11.9	11.9	735.13	150782
J56	7	0.0	0.0	0.0	5.4	0.0	5.4	0.0	11.9	11.9	734.98	146493
J57	7	0.0	0.0	0.0	5.4	0.3	5.7	0.0	12.2	12.2	734.82	142000
JL58	27	0.0	0.0	2.0	4.7	0.9	5.6	0.0	11.7	11.7	734.35	128739

DADOS CEDIDOS PELA ELETROPAULO - ELETRICIDADE DE SÃO PAULO S.A. RELATIVOS AO CONTEÚDO DE 24 HORAS.

TABELA 2 - BALANÇO HÍDRICO REPRESA DE GUARAPIRANGA, 1991-92.

Identificação da coleta (ID); pluviosidade média mensal em mm (P); deficiência hídrica do solo em mm (DEF), excedente hídrico em mm (EXC) e escoamento básico em mm (ESC).

ID	P	DEF	EXC	ESC
MA2	55	5	0	0
MA3	55	5	0	0
MA4	66	0	0	0
J5	66	0	0	0
J6	66	0	0	0
J7	66	0	0	0
JL8	25	0	0	0
JL9	25	0	0	0
JL10	25	16	0	0
JL11	25	20	0	0
JL12	25	20	0	0
AG13	41	10	0	0
AG14	41	10	0	0
AG15	41	10	0	0
AG16	41	10	0	0
S17	101	0	0	0
S18	101	0	0	0
S19	101	0	0	0
S20	101	0	5	2
O21	106	0	30	16
O22	106	0	30	23
O23	106	0	30	26
O24	106	0	30	28
O25	106	0	30	29
N26	83	0	0	15
N27	83	0	0	7
N28	83	0	0	4
N29	83	0	0	2
D30	217	0	86	44
D31	217	0	105	75
D32	217	0	105	90
D33	217	0	105	97
JA34	210	0	104	101
JA35	210	0	104	102
JA36	210	0	104	103
JA37	210	0	104	104
F38	148	0	52	78
F39	148	0	52	65
F40	148	0	52	59
F41	148	0	52	56
MR42	256	0	159	107
MR43	256	0	159	133
MR44	256	0	159	146
AB45	41	0	0	73
AB46	41	0	0	37
AB47	41	6	0	18
AB48	41	35	0	9
AB49	41	35	0	5
MA50	63	5	0	2
MA51	63	5	0	1
MA53	63	5	0	1
J54	8	48	0	0
J55	8	48	0	0
J56	8	48	0	0
J57	8	48	0	0
JL58	35	8	0	0

PARA 100 MM DE CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO. CALCULADO A PARTIR DE DADOS DE PLUVIOMETRIA OBTIDOS PELA ELETROPAULO S.A. E DADOS DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO IAG-USP (THORNTWAITE, 1949, IN: TUBELIS & NASCIMENTO, 1988).

TABELA 3 - VARIAÇÃO DOS PARÂMETROS METEOROLÓGICOS E DO CONTROLE DAS ALGAS NA REPRESA DE GUARAPIRANGA, 1991-92.

Identificação da coleta (ID); direção dos ventos (DV); velocidade média dos ventos em $m.s^{-1}$ (VEN); insolação diária em $horas.dia^{-1}$ (INS); radiação solar média mensal em $Ly.dia^{-1}$ (RAD). Aplicações de sulfato de cobre em $1000 kg.dia^{-1}$: do dia anterior a coleta (SA) e do dia da coleta (S), no ponto 1.

ID	DV	VEN	INS	RAD	SA	S
MA2	NW	2.8	9.0	337	2.00	2.00
MA3	NNE	1.3	9.3	337	2.00	0.00
MA4	NNE	1.9	9.2	337	0.50	2.00
J5	SE	1.1	6.2	263	0.00	0.00
J6	WNW	3.8	3.0	263	0.00	0.00
J7	NE	1.9	5.5	263	0.00	0.00
JL8	WNW	1.5	8.8	300	0.00	0.00
JL9	NW	1.9	9.1	300	0.00	0.00
JL10	ENE	1.5	5.8	300	0.00	0.00
JL11	WNW	1.1	8.8	300	0.00	0.00
JL12	NNE	1.9	8.8	300	0.00	0.00
AG13	SE	1.9	5.8	340	0.00	0.00
AG14	ESE	1.9	6.9	340	0.00	1.50
AG15	ENE/NE	2.3	8.9	340	1.50	1.50
AG16	SSE	1.7	8.0	340	0.00	0.00
S17	NE	2.1	8.3	368	0.00	0.00
S18	SSE	1.2	7.5	368	0.00	0.00
S19	NW	2.3	7.0	368	0.00	0.00
S20	ESE	1.8	0.0	368	0.00	0.00
O21	ENE	1.7	0.1	417	0.00	2.00
O22	NNE	1.8	0.0	417	3.00	1.50
O23	SE	1.5	9.0	417	2.00	1.35
O24	ENE	1.7	9.4	417	2.00	2.00
O25	SE	1.6	7.4	417	0.00	0.00
N26	SE/ESE	2.1	3.4	480	0.00	0.00
N27	SSE	1.7	4.9	480	0.00	0.00
N28	SSE	1.9	2.5	480	0.00	0.00
N29	SE	2.1	0.2	480	2.00	2.00
D30	NE	1.9	10.0	491	0.00	0.00
D31	WNW	2.5	7.3	491	0.00	0.00
D32	WNW	1.8	3.7	491	0.00	2.00
D33	NW	2.2	0.3	491	2.00	2.00
JA34	ESE	1.7	7.7	434	2.00	2.00
JA35	SSW	1.5	5.7	434	2.00	2.00
JA36	SSW	1.3	0.0	434	2.00	1.25
JA37	ENE	0.9	6.5	434	0.00	3.00
F38	NE/ENE	2.5	5.9	457	1.20	1.20
F39	NE	1.8	10.6	457	3.00	2.30
F40	NNW	1.3	9.6	457	0.00	1.50
F41	WNW	2.0	5.6	457	3.00	1.00
MR42	WNW	1.1	7.1	386	1.15	2.00
MR43	NW	1.5	1.9	386	3.00	3.00
MR44	NW	2.0	6.3	386	2.00	1.50
AB45	SSE	1.4	8.7	372	3.00	3.00
AB46	ESE	1.7	0.3	372	3.00	3.00
AB47	WNW	2.1	9.4	372	3.00	3.00
AB48	SSE/ESE	1.0	0.0	372	3.00	3.00
AB49	NW	3.4	5.2	372	3.00	2.00
MA50	SSE	1.4	4.4	268	2.00	2.00
MA51	WNW	1.1	6.0	268	3.00	0.00
MA53	NNE	2.8	9.2	268	0.00	0.00
J54	WNW	1.5	7.5	270	0.00	0.00
J55	SSE	1.1	1.2	270	0.00	0.00
J56	NE	1.8	8.1	270	0.00	0.00
J57	NE	1.3	5.5	270	0.00	0.00
JL58	NNE/SSE	2.0	5.9	298	0.00	0.00

DADOS OBTIDOS NO IAG-USP E SABESP.

TABELA 4 - VARIAÇÃO TEMPORAL DAS VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS. REPRESA DE GUARAPIRANGA 1991-92. PONTO 1: ÁREA DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO.

Identificação da coleta (ID); temperatura do ar (TAR), da água em °C (TAG); profundidade em m (PROF); transparência ao disco de Secchi em m (SEC); cor em mg.l⁻¹ Pt (COR); turbidez em UTN (TUR); condutividade em µS.cm⁻¹ (CON); pH (pH); oxigênio dissolvido em mg.l⁻¹ (OD); demanda bioquímica de oxigênio em mg.l⁻¹ (DBO); alcalinidade em mg.l⁻¹ CaCO₃ (ALC); dureza em mg.l⁻¹ CaCO₃ (DUR) e teores de sólidos totais em suspensão (SOT) em mg.l⁻¹.

ID	TAR	TAG	PROF	SEC	COR	TUR	CON	pH	OD	DBO	ALC	DUR	SOT
MA2	—	—	10.5	2.50	35	1.7	32	6.60	7.86	4.29	—	—	—
MA3	20.0	21.0	12.3	1.63	30	1.45	45	6.50	8.60	1.86	—	—	—
MA4	21.5	20.5	12.0	2.13	30	1.4	52	6.50	7.62	1.14	—	—	—
J5	17.7	19.2	11.8	1.92	20	1.4	47	6.50	6.50	0.00	19.0	—	—
J6	21.5	19.0	13.0	2.25	30	1.2	45	6.60	7.13	1.17	19.4	—	—
J7	20.0	19.0	14.0	1.27	20	1.2	43	6.52	6.58	0.16	—	21.7	—
JL8	20.0	17.8	11.9	2.52	25	1.2	52	6.65	7.59	0.74	13.3	19.9	—
JL9	18.0	17.9	12.1	3.00	15	1	52	7.75	7.63	1.17	20.5	20.7	—
JL10	16.0	17.2	9.3	3.00	20	1	49	6.10	7.63	1.04	15.5	20.3	—
JL11	9.0	17.0	11.5	2.00	25	1.7	54	6.37	6.77	1.10	—	—	—
JL12	15.0	17.8	11.8	2.00	25	1.4	57	6.92	6.97	1.00	14.2	19.5	—
AG13	17.0	17.0	12.7	2.28	20	1.2	52	7.15	8.15	1.12	6.7	44.0	—
AG14	19.0	18.2	6.5	2.49	20	1.1	50	7.75	7.12	0.34	16.7	45.0	—
AG15	23.0	18.5	11.8	2.50	15	1	51	6.93	8.00	1.01	15.8	—	—
AG16	17.1	20.1	11.2	2.40	25	0.9	57	7.38	8.36	1.01	15.8	29.4	—
S17	15.0	19.2	7.0	2.46	35	1	51	6.91	7.15	0.31	16.6	—	95
S18	17.2	19.8	7.4	3.00	25	0.9	57	6.95	7.07	0.00	17.4	17.1	85
S19	22.5	21.5	11.2	3.00	20	0.8	58	7.30	8.49	1.59	17.9	29.3	117
S20	16.5	19.5	8.5	2.00	35	1.4	47	7.08	7.47	0.73	19.7	30.4	50
O21	17.20	20.0	10.8	2.00	30	1.2	56	7.06	6.74	0.00	17.2	44.6	45
O22	16.0	18.1	5.9	2.00	20	1.2	48	6.72	7.25	0.91	16.8	45.3	40
O23	24.5	21.0	12.0	2.00	10	2	57	—	8.35	1.49	18	48.5	41
O24	23.0	22.5	7.8	1.60	25	1.4	56	7.18	8.43	1.63	18.1	49.4	155
O25	22.5	25.0	11.4	2.00	25	1.2	60	7.35	7.67	1.27	19.5	41.9	40
N26	23.1	22.0	10.6	2.00	25	1	58	7.44	8.16	1.52	19.1	53.3	51
N27	20.9	24.0	9.0	2.00	25	1.2	59	7.80	8.16	1.52	18.6	31.9	51
N28	18.5	25.2	11.0	2.00	25	1.2	53	8.55	8.19	2.58	18.1	33.8	51
N29	21.0	24.5	11.0	2.00	15	1.7	56	6.99	7.21	2.27	18.6	35.3	49
D30	20.5	24.0	10.8	2.00	25	0.9	58	7.08	7.03	1.42	19.2	37.0	43
D31	24.0	24.0	10.8	2.00	25	1	58	7.17	6.28	0.83	20.2	—	54
D32	21.5	24.6	11.0	2.00	30	1.5	58	7.02	6.06	0.90	20.7	—	—
D33	22.5	24.8	10.8	2.00	20	1.3	52	6.96	6.28	2.13	20.7	—	45
JA34	23.0	26.2	11.4	2.00	25	1.3	56	7.23	6.85	1.60	20.7	—	49
JA35	24.0	25.5	10.8	2.00	30	1.4	58	7.09	6.17	0.32	20.7	36.0	—
JA36	22.0	24.0	11.0	2.00	15	1.5	58	7.80	7.11	0.68	23.7	174.5	—
JA37	28.0	26.0	11.2	2.00	35	1.2	67	8.10	8.08	2.22	21.2	58.2	47
F38	28.0	25.0	10.8	2.00	40	2	68	6.70	5.35	1.80	19.7	46.0	78
F39	23.5	25.0	11.5	2.00	25	1.5	53	7.40	7.36	1.02	20.2	57.6	48
F40	29.5	26.5	8.1	1.55	20	1.1	67	7.60	8.15	2.11	20.2	—	50
F41	32.5	26.5	11.3	1.26	20	1.1	52	7.23	7.25	1.21	38.7	—	51
MR42	26.0	24.0	12.0	1.00	15	1.4	70	7.50	7.06	1.32	22.2	—	48
MR43	24.2	24.5	10.5	1.20	30	1.5	69	7.10	5.84	0.98	33.3	—	48
MR44	23.5	24.5	7.0	1.45	30	1.5	72	7.03	5.33	0.78	23.2	—	38
AB45	21.0	24.0	11.1	1.00	25	1.7	72	7.21	6.16	1.45	22.2	—	53
AB46	22.0	22.8	9.5	1.68	20	1.3	61	7.19	6.27	—	24.2	—	72
AB47	22.5	24.0	12.3	1.25	25	1.6	50	7.19	6.18	—	23.2	—	97
AB48	22.5	22.2	10.4	1.20	20	1.6	76	7.52	6.70	0.22	24.1	—	66
AB49	23.0	22.0	11.7	1.32	25	1.7	58	7.61	7.96	1.31	24.6	—	65
MA50	22.5	22.0	10.0	1.40	25	1.4	60	7.67	7.92	1.38	24.6	—	44
MA51	22.2	22.2	11.3	1.60	20	2.2	67	7.27	7.14	1.37	24.6	26.4	33
MA53	21.5	21.0	11.5	1.60	30	1.6	100	7.20	7.22	1.44	24.1	92.7	43
J54	27.5	21.0	11.6	3.00	20	1.2	62	7.79	—	—	23.1	29.8	55
J55	27.0	21.0	10.0	3.00	10	1.2	70	7.36	7.31	1.16	23.6	30.4	62
J56	19.5	19.0	11.5	2.50	—	—	—	7.49	—	—	22.6	—	—
J57	22.0	19.0	10.0	2.16	20	1.2	70	7.18	7.56	1.43	23.1	29.4	63
JL58	18.0	17.0	10.0	1.42	25	1.5	62	7.20	8.63	1.02	30.3	24.7	48

B, Ba, Cd, Cr, Pb e Ni constantes ou abaixo do nível de detecção do método utilizado.

— Dados ausentes

**TABELA 4 (continuação) - VARIAÇÃO TEMPORAL DAS VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS.
REPRESA DE GUARAPIRANGA 1991-92, PONTO 1. CAPTAÇÃO.**

Identificação da coleta (ID); teores em $\mu\text{g.l}^{-1}$ de: fósforo solúvel reativo (PO_4^{3-}); fósforo total (PT). Teores em mg.l^{-1} : amônio (NH_4^+); nitrato (NO_3^-); sulfato (SO_4^{2-}); cloro (Cl); alumínio (Al); cálcio (Ca); cobre (Cu); ferro (Fe); potássio (K); magnésio (Mg); manganês (Mn); sódio (Na); silício (Si) e zinco (Zn).

ID	PO_4^{3-}	PT	NH_4^+	NO_3^-	SO_4^{2-}	Cl	Al	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	Si	Zn
MA2	—	—	<0.20	0.30	3.95	5,50	0.10	5.90	0.02	0.40	2.20	1.50	<0.02	4.40	2.00	0.05
MA3	—	—	<0.20	0.30	4.00	5,40	0.20	5.80	0.05	0.40	2.30	1.50	<0.02	4.40	2.00	0.02
MA4	—	—	<0.20	0.40	4.80	5,50	0.10	6.00	0.04	0.30	2.20	1.60	<0.02	4.60	2.00	0.02
J5	—	—	<0.20	0.50	2.30	2,40	0.10	2.80	0.02	0.10	0.70	0.80	<0.02	1.90	0.90	<0.02
J6	—	—	<0.20	0.50	4.70	5,70	0.10	6.10	0.02	0.20	2.20	1.60	<0.02	4.60	2.00	0.08
J7	—	—	<0.20	0.20	3.70	6,30	0.20	5.80	0.02	0.30	2.40	1.50	<0.02	4.70	1.90	0.06
JL8	3.26	17.93	0.20	0.50	4.40	6,10	0.20	5.90	<0.02	0.20	2.20	1.60	0.06	5.00	2.00	0.02
JL9	3.26	3.26	<0.20	0.40	4.00	5,90	0.20	5.90	<0.02	0.20	2.20	1.60	<0.02	4.90	2.00	0.02
JL10	—	—	<0.20	0.40	4.30	5,90	0.20	5.90	<0.02	0.20	2.20	1.60	<0.02	5.00	2.00	0.02
JL11	—	—	<0.20	0.40	4.00	5,60	0.20	5.50	0.02	0.20	2.10	1.50	<0.02	4.70	2.10	<0.02
JL12	3.26	3.26	<0.20	0.50	4.00	6,30	<0.10	5.50	0.04	0.20	2.10	1.40	<0.02	5.30	1.90	<0.02
AG13	<1.63	<1.63	<0.20	0.50	4.00	6,30	<0.10	5.50	0.04	0.10	2.20	1.40	<0.02	5.20	1.70	0.02
AG14	3.26	9.78	<0.20	0.50	4.00	6,50	<0.10	5.50	0.04	0.10	2.20	1.40	<0.02	5.20	1.60	<0.02
AG15	4.89	14.67	<0.20	0.50	3.90	6,50	<0.10	5.50	0.06	0.05	2.20	1.50	<0.02	5.20	1.60	<0.02
AG16	3.26	14.67	<0.20	0.50	4.30	6,70	<0.10	5.80	0.04	0.04	2.30	1.50	<0.02	5.30	1.60	<0.02
S17	1.63	17.93	<0.20	0.70	4.60	6,50	<0.10	5.50	0.04	<0.20	2.20	1.50	<0.02	5.30	1.70	<0.02
S18	17.93	17.93	<0.20	0.50	3.90	6,70	<0.10	5.50	0.02	0.10	2.20	1.40	<0.02	5.50	1.60	<0.02
S19	6.52	16.30	<0.20	0.50	4.20	6,90	<0.10	5.50	0.03	0.06	2.20	1.40	<0.02	5.50	1.60	<0.02
S20	4.89	17.93	<0.20	0.50	4.60	7,10	<0.10	5.60	0.04	0.05	2.30	1.50	<0.02	6.10	1.60	<0.02
O21	8.15	11.41	<0.20	0.50	4.30	7,10	<0.10	5.80	0.04	0.04	2.30	1.50	<0.02	5.60	1.50	<0.02
O22	4.89	16.30	<0.20	0.50	4.60	7,70	0.10	6.20	0.03	0.08	2.40	1.60	<0.02	6.10	1.50	<0.02
O23	1.63	14.67	<0.20	0.50	4.50	7,50	0.10	6.00	0.04	0.05	2.40	1.60	<0.02	6.10	1.40	0.02
O24	4.89	17.93	<0.20	0.50	4.80	7,30	0.10	6.10	0.04	0.05	2.50	1.60	<0.02	5.90	1.40	<0.02
O25	4.89	21.20	<0.20	0.50	4.90	7,10	0.10	5.80	0.03	0.10	2.40	1.50	<0.02	5.80	1.30	<0.02
N26	1.63	17.93	<0.20	1.00	5.00	7,30	<0.10	6.10	0.02	0.05	2.50	1.60	<0.02	5.90	1.40	<0.02
N27	<1.63	<1.63	<0.20	0.50	5.40	7,10	0.10	5.80	0.02	0.07	2.50	1.50	<0.02	6.20	1.50	<0.02
N28	<1.63	<1.63	<0.20	0.40	4.70	7,30	0.10	6.10	0.04	0.08	2.60	1.60	<0.02	5.90	1.60	<0.02
N29	<1.63	19.57	<0.20	0.40	4.60	7,10	0.10	6.00	0.04	0.08	2.60	1.60	<0.02	5.80	1.60	<0.02
D3	3.26	19.57	0.30	0.30	5.30	7,70	<0.10	6.70	0.03	0.03	2.70	1.70	<0.02	6.10	1.80	<0.02
D31	1.63	17.93	0.20	0.30	5.00	7,30	<0.10	6.60	0.03	0.02	2.70	1.70	<0.02	5.90	1.80	<0.02
D32	3.26	16.30	0.30	0.20	4.60	7,30	<0.10	6.40	<0.02	0.04	2.90	1.60	0.02	6.20	1.70	0.02
D33	1.63	21.20	<0.20	0.30	4.90	7,10	<0.10	6.50	0.02	0.04	2.90	1.60	<0.02	5.80	1.60	<0.02
JA34	3.26	6.52	<0.20	0.30	5.10	8,00	<0.10	7.40	0.03	0.02	3.40	1.80	<0.02	6.40	1.60	<0.02
JA35	6.52	16.30	<0.20	0.50	5.00	6,80	<0.10	6.70	0.06	0.02	2.80	1.60	<0.02	5.80	1.50	<0.02
JA36	1.63	16.30	<0.20	0.40	5.40	7,00	<0.10	7.00	0.06	0.03	2.80	1.70	<0.02	5.90	1.60	<0.02
JA37	3.26	21.20	<0.20	0.40	5.00	7,20	<0.10	6.90	0.06	0.02	2.80	1.60	<0.02	6.20	1.60	<0.02
F38	14.67	16.30	<0.20	0.50	4.60	6,50	<0.10	6.50	0.06	0.10	2.70	1.60	0.02	5.80	1.70	<0.02
F39	<1.63	11.41	<0.20	0.40	4.60	6,40	<0.10	6.40	0.08	0.05	2.60	1.60	0.02	5.60	1.70	<0.02
F40	6.52	11.41	<0.20	0.30	5.90	6,20	<0.10	6.30	0.08	<0.02	2.50	1.60	<0.02	5.80	1.70	<0.02
F41	1.63	8.15	<0.20	0.30	4.90	6,40	<0.10	6.40	0.09	0.04	2.60	1.50	<0.02	5.60	0.90	0.03
MR42	6.52	4.89	0.30	0.30	4.50	6,40	0.10	6.70	0.07	0.03	2.60	1.60	0.02	5.50	1.10	<0.02
MR43	3.26	3.26	0.50	0.40	4.70	6,40	0.10	6.90	0.04	0.06	2.60	1.60	0.02	5.30	1.90	0.02
MR44	4.89	14.67	0.50	0.30	14.70	5,60	0.10	6.60	0.05	0.07	2.50	1.50	0.05	5.00	0.80	0.08
AB45	9.78	22.83	<0.20	0.30	4.60	6,20	0.10	6.90	0.05	0.05	2.60	1.50	0.03	5.30	1.10	0.05
AB46	16.30	6.52	0.30	0.40	4.50	5,60	<0.10	6.80	0.08	0.04	2.60	1.50	0.03	5.20	0.80	0.06
AB47	14.67	<1.63	<0.20	0.40	4.70	6,00	<0.10	6.80	0.04	0.05	2.60	1.60	0.02	5.20	0.70	0.03
AB48	16.30	9.78	<0.20	0.40	4.70	5,80	<0.10	6.40	0.05	0.04	2.60	1.50	<0.02	5.30	0.60	0.04
AB49	9.78	14.67	0.60	0.50	8.60	6,00	0.10	7.30	0.04	0.07	3.10	1.70	0.03	5.80	1.80	0.10
MA50	19.57	19.57	0.70	0.40	5.00	7,60	0.10	6.40	0.06	0.04	2.70	1.50	<0.02	5.20	1.00	0.05
MA51	1.63	34.24	0.50	0.40	5.00	7,60	<0.10	6.70	0.04	0.03	2.70	1.60	<0.02	5.50	2.20	0.20
MA53	<1.63	<1.63	0.30	0.90	4.90	6,50	<0.10	6.60	0.02	0.03	2.60	1.60	0.03	6.00	1.50	0.06
J54	6.52	17.93	0.40	0.50	3.40	5,60	<0.10	6.00	0.03	0.03	2.20	1.40	<0.02	4.90	1.00	0.06
J55	<1.63	24.46	<0.20	0.60	3.90	6,50	<0.10	6.30	0.04	0.03	2.50	1.50	<0.02	5.30	1.20	0.03
J56	13.04	14.67	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
J57	9.78	11.41	<0.20	0.40	5.30	7,00	<0.10	6.40	0.03	0.03	2.50	1.60	<0.02	5.80	1.10	0.03
JL58	<1.63	<1.63	<0.20	0.60	5.60	7,40	0.10	6.60	0.05	0.02	2.60	1.60	<0.02	6.00	1.70	0.04

B,Ba,Cd,Cr,Pb e Ni constantes ou abaixo do nível de detecção do método utilizado.

---- Dados ausentes

TABELA 5 - VARIAÇÃO TEMPORAL DAS VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS. REPRESA DE GUARAPIRANGA 1991-92. PONTO 4 - ÁREA PRÓXIMA DA ILHA DOS EUCALIPTOS.

Identificação da coleta (ID); temperatura em °C do ar (TAR), da água (TAG); profundidade em m (PROF); transparência ao disco de Secchi em m (SEC); cor em mg.l⁻¹ Pt (COR); turbidez em UTN (TUR); condutividade em µS.cm⁻¹ (COND); pH (pH); oxigênio dissolvido em mg.l⁻¹ (OD); demanda bioquímica de oxigênio em mg.l⁻¹ (DBO); alcalinidade em mg.l⁻¹ CaCO₃ (ALC); dureza em mg.l⁻¹ CaCO₃ (DUR) e teores de sólidos totais em suspensão (SOT) em mg.l⁻¹.

ID	TAR	TAG	PROF	SEC	COR	TUR	COND	pH	OD	DBO	ALC	DUR	SOT
MA2	—	—	9.80	1.70	45	3.2	38	6.60	8.71	4.40	—	—	—
MA3	19.3	21.0	8.00	1.50	40	2.8	42	6.50	7.80	1.60	—	—	—
MA4	19.5	20.5	8.00	1.75	40	3.4	44	6.70	7.31	1.37	—	—	—
J5	18.2	19.8	8.04	1.54	40	2.6	44	6.30	7.45	1.15	—	19.0	—
J6	16.5	19.5	8.49	1.37	40	2.4	33	6.70	7.10	0.98	—	17.9	—
J7	23.0	20.5	8.85	2.00	40	1.5	39	6.38	5.83	0.00	—	20.2	—
JL8	23.0	18.5	8.38	2.00	30	3.0	47	6.61	7.88	0.29	12.1	17.6	—
JL9	24.0	18.2	8.16	2.00	30	2.6	48	7.15	7.33	0.90	16.4	16.8	—
JL10	19.0	16.0	8.10	2.00	20	1.7	51	6.60	7.33	0.74	14.7	18.7	—
JL11	20.0	18.5	8.00	2.00	39	2.3	51	6.76	8.08	1.19	—	—	—
JL12	22.0	18.5	8.22	2.00	35	2.3	54	7.08	7.89	1.15	12.7	17.7	—
AG13	19.0	18.0	8.00	2.00	25	1.4	51	7.26	8.23	1.28	7.2	44.0	—
AG14	19.5	17.7	8.06	2.00	20	1.7	52	7.12	7.62	2.13	15.8	40.6	—
AG15	22.0	18.5	7.63	2.00	30	2.3	50	6.98	5.69	0.94	15.4	—	—
AG16	23.8	20.0	9.48	2.40	30	2.1	44	6.86	7.50	0.46	15.4	20.4	80
S17	18.2	18.2	7.86	1.42	25	3.7	51	6.52	6.19	0.64	16.6	—	96
S18	20.5	19.2	7.00	1.60	30	2.2	54	7.27	7.34	0.81	16.1	14.5	20
S19	22.5	20.5	7.00	2.00	25	1.5	59	6.85	7.76	1.59	16.1	28.7	10
S20	15.5	19.2	7.32	1.63	35	2.5	49	6.86	6.87	0.78	18.8	26.8	35
O21	19.2	19.2	7.17	1.20	55	4.5	51	6.72	6.09	0.00	19.1	39.4	19
O22	16.2	18.2	7.80	1.37	55	6.2	54	6.72	7.10	0.76	16.8	44.0	55
O23	27.2	22.8	7.75	1.50	30	7.1	54	—	8.13	1.43	17.5	44.1	52
O24	23.0	22.5	7.76	1.60	55	4.6	53	6.89	7.70	1.27	16.3	49.4	35
O25	25.0	23.0	7.50	1.35	40	3.0	52	7.20	7.41	0.69	16.3	36.8	38
N26	22.0	21.0	7.75	1.18	70	5.0	51	7.06	6.40	6.40	15.9	22.0	50
N27	24.1	22.8	8.00	1.50	55	2.3	57	7.15	7.77	1.28	16.8	31.7	48
N28	21.2	23.5	8.25	2.00	45	1.8	49	7.43	7.89	2.43	16.8	36.8	49
N29	21.2	25.2	7.80	1.55	25	1.7	58	7.23	7.59	1.91	18.1	35.8	20
D30	21.5	23.0	7.37	1.50	40	1.5	59	6.73	5.01	0.45	19.7	35.5	40
D31	25.0	24.8	9.88	1.48	45	2.5	57	7.11	6.69	0.86	18.2	—	34
D32	25.0	26.2	8.39	1.50	40	2.5	58	7.11	6.54	1.08	19.7	—	—
D33	22.5	25.5	7.90	1.00	40	1.1	55	6.98	6.60	1.44	19.7	—	47
JA34	23.2	25.0	7.15	1.50	55	1.8	49	6.64	4.22	1.47	20.7	—	50
JA35	25.0	26.0	7.00	1.00	40	2.3	60	7.13	6.97	0.07	20.7	31.6	—
JA36	21.5	23.5	6.50	1.00	50	5.5	49	6.90	6.15	0.62	18.2	154.0	—
JA37	31.0	26.8	7.00	1.50	45	2.4	67	8.10	8.12	1.89	21.9	54.4	49
F38	21.5	25.0	7.20	1.00	55	4.5	49	6.70	6.28	2.05	17.2	39.8	79
F39	25.0	25.0	7.50	1.50	40	2.3	52	7.40	7.32	1.43	19.2	52.6	46
F40	31.5	27.0	6.00	1.40	25	1.7	68	7.70	8.75	3.17	19.2	—	50
F41	29.0	25.8	7.45	1.00	45	3.0	62	6.74	5.13	0.90	15.2	—	48
MR42	27.0	26.0	10.50	1.40	20	2.0	67	7.82	8.15	1.66	20.2	—	49
MR43	31.5	25.5	8.34	1.33	35	2.3	62	7.10	6.90	1.25	22.2	—	25
MR44	27.0	25.0	7.80	1.20	35	2.4	66	6.92	6.43	1.25	20.7	—	35
AB45	25.0	25.0	8.70	1.00	40	3.4	69	6.96	5.65	1.30	22.2	—	57
AB46	21.0	23.8	7.80	1.60	45	3.7	53	7.14	5.80	—	22.0	—	63
AB47	23.0	—	7.13	1.40	40	2.4	58	7.19	7.33	—	20.5	—	56
AB48	24.2	23.0	8.30	1.20	40	1.2	60	7.29	7.25	1.50	22.6	—	280
AB49	27.0	22.5	7.68	1.35	35	2.0	59	7.14	6.34	0.87	25.7	—	76
MA50	21.5	23.3	8.00	1.35	40	1.5	60	7.16	7.01	1.23	22.1	—	45
MA51	22.5	22.5	8.50	2.00	20	1.4	60	7.28	7.68	1.68	22.1	19.4	86
MA53	22.0	22.0	8.00	1.60	30	1.7	72	7.20	7.92	1.80	21.6	29.3	48
J54	27.5	21.0	7.84	1.80	40	1.7	62	7.28	—	—	21.6	27.2	63
J55	22.0	20.0	9.00	1.85	20	1.6	65	7.52	7.30	1.11	21.8	28.8	79
J56	22.5	21.0	7.50	2.31	—	—	—	7.47	—	—	22.1	—	—
J57	20.0	25.0	7.46	2.33	35	1.2	70	6.89	8.87	0.89	24.6	27.9	71
JL58	26.0	13.0	7.00	1.40	20	2.5	69	7.50	8.63	1.10	23.7	23.2	53

B, Ba, Cd, Cr, Pb e Ni constantes ou abaixo do nível de detecção do método utilizado.

— Dados ausentes

TABELA 5 (continuação) - VARIAÇÃO TEMPORAL DAS VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS DA REPRESA DE GUARAPIRANGA 1991-92. PONTO 4 - ÁREA PRÓXIMA DA ILHA DOS EUCALIPTOS.

Identificação das coletas (ID); teores em $\mu\text{g.l}^{-1}$: fósforo solúvel reativo (PO_4^{3-}); fósforo total (PT). Teores em mg.l^{-1} : amônio (NH_4^+); nitrato (NO_3^-); sulfato (SO_4^{2-}); cloro (Cl); alumínio (Al); cálcio (Ca); cobre (Cu); ferro (Fe); potássio (K); magnésio (Mg); manganês (Mn); sódio (Na); silício (Si) e zinco (Zn).

ID	PO_4^{3-}	PT	NH_4^+	NO_3^-	SO_4^{2-}	Cl	Al	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	Si	Zn
MA2	---	---	<0.2	0.20	3.60	4.90	0.20	4.90	<0.0	0.70	2.10	1.30	<0.0	3.80	2.10	0.02
MA3	---	---	---	---	4.00	4.90	0.20	4.90	<0.0	0.60	2.00	1.30	<0.0	4.00	2.00	0.02
MA4	---	---	0.40	0.30	4.50	4.90	0.10	5.10	<0.0	0.40	2.00	1.40	0.02	4.20	2.10	0.05
J5	---	---	<0.2	0.30	4.60	5.10	0.10	5.30	<0.0	0.50	2.20	1.40	<0.0	4.20	2.10	0.02
J6	---	---	<0.2	0.30	4.50	5.30	0.10	5.40	<0.0	0.40	2.10	1.40	<0.0	4.60	2.00	0.02
J7	---	---	<0.2	0.30	3.70	5.30	0.20	5.20	<0.0	0.40	2.10	1.40	<0.0	4.40	2.00	0.02
JL8	6.52	19.5	<0.2	0.30	3.70	5.50	0.20	4.90	<0.0	0.50	2.00	1.30	0.02	4.10	2.20	0.02
JL9	1.63	21.2	2.60	0.30	3.60	5.70	0.20	4.80	<0.0	0.50	2.00	1.30	<0.0	4.10	2.10	0.02
JL10	---	---	<0.2	0.40	4.40	5.70	0.10	5.40	<0.0	0.30	2.20	1.40	<0.0	4.80	2.00	<0.0
JL11	---	---	<0.2	0.30	4.00	5.90	0.10	5.10	<0.0	0.30	2.10	1.40	<0.0	4.40	1.90	0.02
JL12	3.26	21.2	0.80	0.40	3.70	6.10	0.10	5.20	<0.0	0.20	2.10	1.40	<0.0	4.80	1.90	<0.0
AG1	<1.6	<1.6	<0.2	0.40	4.10	6.10	0.10	5.30	<0.0	0.20	2.10	1.40	<0.0	4.80	2.00	<0.0
AG1	14.6	34.2	<0.2	0.50	4.40	6.10	0.10	5.50	<0.0	0.20	2.20	1.40	<0.0	5.00	1.90	<0.0
AG1	6.99	13.0	<0.2	0.40	4.00	5.70	0.10	5.20	<0.0	0.20	2.10	1.40	<0.0	4.80	2.00	<0.0
AG1	3.26	16.3	<0.2	0.30	3.70	6.10	0.10	4.50	<0.0	0.30	1.90	1.30	<0.0	4.40	2.00	<0.0
S17	3.26	26.0	<0.2	0.60	5.30	6.50	<0.1	5.20	<0.0	<0.0	2.20	1.50	<0.0	5.30	2.10	<0.0
S18	4.89	14.6	<0.2	0.40	3.40	6.10	0.10	5.00	<0.0	0.20	2.10	1.40	<0.0	5.00	1.90	<0.0
S19	4.89	14.6	<0.2	0.50	4.10	6.30	0.10	5.20	<0.0	0.20	2.10	1.40	<0.0	5.10	1.80	<0.0
S20	4.89	11.4	<0.2	0.50	5.00	7.00	0.10	5.80	<0.0	0.20	2.30	1.50	<0.0	5.50	2.00	<0.0
O21	11.4	21.2	<0.2	0.50	4.20	6.70	0.20	5.40	<0.0	0.20	2.20	1.50	<0.0	5.50	1.80	<0.0
O22	4.89	21.2	0.30	0.50	4.50	7.00	0.20	6.20	<0.0	0.10	2.40	1.60	<0.0	5.50	1.60	<0.0
O23	4.89	9.78	<0.2	0.40	4.20	6.30	0.20	5.40	<0.0	0.20	2.40	1.40	<0.0	5.10	1.50	<0.0
O24	6.52	19.5	<0.2	0.40	4.90	6.30	0.20	5.40	<0.0	0.30	2.40	1.50	<0.0	5.00	1.80	<0.0
O25	9.78	16.3	<0.2	0.40	3.40	5.90	0.20	5.00	<0.0	0.20	2.20	1.30	<0.0	5.00	1.50	0.02
N26	<1.6	<1.6	<0.2	0.40	4.50	6.10	0.20	5.20	<0.0	0.40	2.20	1.40	0.02	4.80	1.80	<0.0
N27	<1.6	13.0	0.20	0.40	6.20	6.10	0.10	5.50	<0.0	0.20	2.30	1.40	<0.0	5.10	1.50	<0.0
N28	6.52	3.26	<0.2	0.30	4.50	6.10	0.10	5.70	<0.0	0.20	2.30	1.50	<0.0	5.00	1.70	<0.0
N29	<1.6	<1.6	<0.2	0.30	5.80	7.90	0.10	10.1	<0.0	0.20	3.10	2.50	0.03	6.70	2.80	0.07
D30	<1.6	16.3	<0.2	0.20	4.40	6.50	<0.1	6.20	<0.0	0.08	2.40	1.50	0.05	5.30	1.80	<0.0
D31	6.52	17.9	<0.2	0.20	3.50	6.30	0.10	6.30	<0.0	0.10	2.40	1.60	0.02	5.30	1.90	0.02
D32	4.89	17.9	<0.2	0.20	4.40	6.30	0.10	6.10	<0.0	0.10	2.40	1.50	0.02	5.50	1.80	<0.0
D33	6.52	27.7	<0.2	0.20	3.90	6.30	0.10	6.30	<0.0	0.10	2.40	1.50	0.02	5.10	1.80	<0.0
JA34	3.26	17.9	0.20	0.40	4.22	6.70	<0.1	7.10	<0.0	0.07	2.70	1.70	0.07	5.50	1.80	0.02
JA35	3.26	19.5	<0.2	0.40	4.10	6.50	0.10	6.50	<0.0	0.10	2.50	1.60	<0.0	5.10	1.70	0.02
JA36	1.63	14.6	<0.2	0.20	4.10	6.10	0.30	6.00	<0.0	0.50	2.20	1.50	0.03	4.60	2.20	0.02
JA37	3.26	16.3	<0.2	0.30	4.20	6.50	0.20	7.00	<0.0	0.40	2.30	1.70	0.02	5.50	2.00	0.05
F38	6.52	22.8	0.30	0.20	3.80	5.70	0.20	5.50	<0.0	0.30	2.20	1.40	0.04	4.70	1.80	0.02
F39	6.52	17.9	<0.2	0.20	3.40	5.70	0.10	5.50	<0.0	0.20	2.30	1.40	0.02	4.60	1.80	<0.0
F40	<1.6	8.15	0.40	0.20	4.80	6.10	<0.1	5.60	<0.0	0.10	2.50	1.40	<0.0	4.90	1.80	<0.0
F41	<1.6	4.89	0.40	0.20	3.70	5.90	0.10	5.90	<0.0	0.10	2.40	1.40	0.02	4.90	1.50	0.04
MR4	<1.6	<1.6	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
MR4	6.52	6.52	0.30	0.10	3.50	5.70	0.10	6.00	<0.0	0.20	2.40	1.40	<0.0	4.60	2.10	0.05
MR4	6.52	13.0	0.40	0.40	3.10	5.20	0.10	5.50	<0.0	0.20	2.30	1.40	0.03	4.40	1.10	0.02
AB4	14.6	6.52	0.40	0.20	3.80	5.60	0.10	6.20	<0.0	0.10	2.50	1.40	0.03	4.50	1.90	<0.0
AB4	13.0	17.9	0.30	0.20	3.30	4.90	0.20	5.30	<0.0	0.40	2.20	1.30	0.10	3.90	2.10	0.02
AB4	9.78	21.2	0.20	0.20	3.10	4.00	<0.1	4.50	<0.0	0.10	1.80	1.10	<0.0	3.50	0.80	0.10
AB4	8.15	29.3	0.80	0.30	4.40	5.40	<0.1	5.70	<0.0	0.09	2.70	1.40	0.02	4.50	0.80	0.04
AB4	3.26	19.5	0.30	0.20	4.40	5.00	<0.1	5.60	<0.0	0.10	2.30	1.40	0.02	4.50	0.90	0.03
MA5	9.78	9.78	0.60	1.70	5.00	5.40	<0.1	5.60	<0.0	0.10	2.40	1.40	0.02	4.50	2.10	0.10
MA5	<1.6	21.2	<0.2	0.30	3.80	5.00	<0.1	5.80	<0.0	0.10	2.40	1.40	<0.0	4.80	2.10	0.03
MA5	4.89	14.6	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
J54	<1.6	17.9	<0.2	0.20	2.60	4.90	0.10	4.10	<0.0	0.40	1.90	1.10	<0.0	4.00	1.30	0.10
J55	1.63	37.5	0.90	0.40	3.70	5.80	<0.1	5.80	<0.0	0.09	2.40	1.40	<0.0	5.00	1.50	0.03
J56	9.78	13.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
J57	9.78	17.9	<0.2	0.30	5.30	6.70	<0.1	6.00	<0.0	0.07	2.50	1.50	<0.0	5.20	1.20	0.03
JL58	9.78	32.6	0.20	0.40	5.00	13.8	<0.1	4.50	<0.0	0.04	2.20	1.10	<0.0	9.40	2.00	0.08

B, Ba, Cd, Cr, Pb e Ni constantes ou abaixo do nível de detecção do método utilizado.

---- Dados ausentes.

TABELA 6 - CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS ABIÓTICAS DURANTE O PERÍODO DE ESTUDO, TESTE DE SPEARMAN (SIEGEL, 1975); NÍVEL CONSIDERADO: $P \geq 0.050$. REPRESA DE GUARAPIRANGA - PONTOS 1 E 4, 1991-92.

Temperatura da água (TAG); profundidade (PROF); transparência ao disco de Secchi (SEC); cor (COR); turbidez (TUR); condutividade (CON); pH (pH); oxigênio dissolvido (OD); demanda bioquímica de oxigênio (DBO); alcalinidade (ALC); dureza (DUR); sólidos totais em suspensão (SOT); fósforo solúvel reativo (PO_4^{3-}); fósforo total (PT); amônio (NH_4^+); nitrato (NO_3^-); sulfato (SO_4^{2-}); cloro (Cl^-); alumínio (Al); cálcio (Ca); cobre (Cu); ferro (Fe); potássio (K); magnésio (Mg); manganês (Mn); sódio (Na); silício (Si); zinco (Zn); Ponto 1 (P1) → Ponto 4 ↓ (P4).

	N = 55	56	56	55	55	55	55	54	52	49	34	37
	TAG	PROF	SEC	COR	TUR	CON	pH	OD	DBO	ALC	DUR	SOT
TAG	X	N	-0.49	N	N	0.41	0.97	N	0.50	0.98	0.54	N
	X	X	0.00			0.00	0.01		0.00	0.01	0.00	
PROF	N	X	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
SEC	-0.49	0.28	X	N	-0.53	-0.33	N	0.28	N	-0.60	N	N
	0.00	0.04	X		0.00	0.01		0.04		0.00		
COR	0.34	N	-0.44	X	N	N	-0.27	N	N	N	N	N
	0.02		0.00	X			0.05					
TUR	N	N	-0.35	0.46	X	N	N	-0.28	N	0.50	N	N
			0.01	0.00	X			0.04		0.00		
CON	0.46	N	-0.28	N	-0.34	X	0.50	N	N	0.60	N	N
	0.00		0.04		0.01	X	0.00			0.00		
pH	0.28	N	N	N	-0.36	0.61	X	0.30	N	0.39	0.45	N
	0.04				0.01	0.00	X	0.03		0.01	0.01	
OD	N	N	0.46	-0.40	N	N	0.34	X	0.44	-0.30	N	N
			0.00	0.00			0.01	X	0.00	0.04		
DBO	0.33	N	N	N	N	N	0.34	0.40	X	N	N	N
	0.02						0.02	0.00	X			
ALC	0.43	N	N	N	N	0.66	0.39	N	N	X	N	N
	0.00					0.00	0.01			X		
DUR	0.48	-0.43	-0.42	0.37	N	N	N	N	N	N	X	N
	0.01	0.01	0.02	0.04							X	
SOT	N	N	N	N	N	N	N	N	N	0.33	N	X
										0.04		X
PO_4	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	0.34
												0.04
PT	-0.32	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	0.03											
NH_4	N	N	-0.28	N	N	0.33	N	N	N	0.31	N	N
			0.04			0.02				0.04		
NO_3	-0.56	N	N	N	N	N	N	N	N	-0.34	N	N
	0.00									0.02		
SO_4	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Cl	N	-0.40	N	N	N	N	N	N	N	N	0.40	N
		0.00									0.02	
Al	N	N	N	0.43	0.63	-0.49	N	N	N	-0.45	N	-0.33
				0.00	0.00	0.00				0.00		0.05
Ca	0.65	N	-0.38	N	N	0.42	N	N	N	0.41	0.52	N
	0.00		0.01			0.00				0.01	0.00	
Cu	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Fe	N	N	N	N	0.36	-0.64	-0.30	N	N	-0.47	N	N
					0.01	0.00	0.03			0.00		
K	0.65	N	-0.41	N	N	0.58	N	N	N	0.51	0.48	N
	0.00		0.00			0.00				0.00	0.01	
Mg	0.36	N	N	N	N	N	N	N	N	N	0.49	N
	0.01										0.01	
Mn	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Na	N	-0.37	N	N	N	0.32	N	N	N	N	0.38	-0.34
		0.01				0.02					0.03	0.04
Si	-0.28	0.27	0.27	N	N	-0.44	N	N	N	N	N	N
	0.05	0.05	0.05			0.00						
Zn	N	N	N	N	N	0.28	N	N	N	0.56	N	N
						0.04				0.00		

TABELA 6 - CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS ABIÓTICAS DURANTE O PERÍODO DE ESTUDO, TESTE DE SPEARMAN (SIEGEL, 1975). NÍVEL CONSIDERADO: $P \geq 0.050$. REPRESA DE GUARAPIRANGA - PONTOS 1 E 4, 1991-92.

Precipitação de 24 (P24); 72 (P72) e 168 horas (P168) anteriores às coletas; vazão afluente natural (ANA), recalcada (ARE) e total (AT); na vazão para abastecimento (EAB); elevação (ELE) e volume (VOL). Temperatura da água (TAG); profundidade (PROF); transparência ao disco de Secchi (SEC); cor (COR); turbidez (TUR); condutividade (CON); pH (pH); oxigênio dissolvido (OD); demanda bioquímica de oxigênio (DBO); alcalinidade (ALC); dureza (DUR); sólidos totais em suspensão (SOT); fósforo solúvel reativo (PO_4^{3-}); fósforo total (PT); amônio (NH_4^+); nitrato (NO_3^-); sulfato (SO_4^{2-}); cloro (Cl^-); alumínio (Al); cálcio (Ca); cobre (Cu); ferro (Fe); potássio (K); magnésio (Mg); manganês (Mn); sódio (Na); silício (Si) e zinco (Zn); Ponto 1 (P 1).

PONTO 1 →	N=56 P24	56 P72	56 P168	56 ANA	56 ARE	56 AT	56 EAB	56 EFT	56 ELE	56 VOL
TAG	N	0.39 0.00	0.34 0.01	N	N	N	N	N	-0.37 0.01	-0.37 0.01
PROF	N	N	-0.26 0.05	N	N	N	N	N	0.38 0.01	0.38 0.01
SEC	N	-0.49 0.00	-0.39 0.00	N	N	-0.30 0.03	N	N	N	N
COR	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
TUR	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
CON	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
pH	N	N	N	N	N	N	N	N	-0.29 0.04	-0.29 0.04
OD	N	-0.37 0.01	N	N	N	N	N	N	N	N
DBO	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
ALC	N	N	N	N	N	N	N	-0.44 0.00	N	N
DUR	N	N	0.46 0.01	N	N	N	N	N	N	N
SOT	N	N	-0.41 0.01	N	N	N	N	N	N	N
PO4	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
PT	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
NH4	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
NO3	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
SO4	N	0.38 0.01	0.31 0.02	N	N	N	N	N	-0.36 0.01	-0.36 0.01
Cl	N	N	0.31 0.02	N	N	N	N	N	-0.50 0.00	-0.50 0.00
Al	N	N	N	N	N	N	N	N	0.61 0.00	0.61 0.00
Ca	N	0.33 0.02	0.29 0.03	N	N	N	N	N	N	N
Cu	N	N	N	N	N	N	N	N	-0.29 0.03	-0.29 0.04
Fe	N	N	N	N	N	N	N	0.34 0.01	0.61 0.00	0.61 0.00
K	N	0.43 0.00	0.38 0.00	N	N	N	N	N	-0.39 0.00	-0.39 0.00
Mg	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Mn	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Na	0.30 0.03	0.31 0.02	0.36 0.01	N	N	N	N	N	-0.62 0.00	-0.62 0.00
Si	N	N	N	N	N	N	N	0.32 0.02	N	N
Zn	N	N	N	N	N	N	N	-0.34 0.01	0.44 0.00	0.44 0.00

TABELA 6 - CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS ABIÓTICAS DURANTE O PERÍODO DE ESTUDO, TESTE DE SPEARMAN (SIEGEL, 1975). NÍVEL CONSIDERADO: $P \geq 0.050$. REPRESA DE GUARAPIRANGA - PONTOS 1 E 4, 1991-92.

Precipitação média mensal (P); excedente hídrico (EXC); escoamento básico (ESC); deficiência hídrica do solo (DEF); radiação solar (RAD); insolação (INS); velocidade dos ventos (VEN); aplicação de sulfato de cobre do dia anterior (SA) e do dia da coleta (S). Temperatura da água (TAG); profundidade (PROF); transparência ao disco de Secchi (SEC); cor (COR); turbidez (TUR); condutividade (CON); pH (pH); oxigênio dissolvido (OD); demanda bioquímica de oxigênio (DBO); alcalinidade (ALC); dureza (DUR); sólidos totais em suspensão (SOT); fósforo solúvel reativo (PO_4^{3-}); fósforo total (PT); amônio (NH_4^+); nitrato (NO_3^-); sulfato (SO_4^{2-}); cloro (Cl); alumínio (Al); cálcio (Ca); cobre (Cu); ferro (Fe); potássio (K); magnésio (Mg); manganês (Mn); sódio (Na); silício (Si); zinco (Zn); Ponto 1 (P 1).

PONTO 1	N=56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
	P	ETP	EXC	ESC	DEF	RAD	INS	VEN	SA	S
TAG	0.67	N	0.57	0.47	-0.37	0.73	N	N	0.42	0.51
	0.00		0.00	0.00	0.01	0.00			0.00	0.00
PROF	N	N	N	N	N	-0.29	0.35	N	N	N
						0.03	0.01			
SEC	-0.30	N	N	-0.42	N	N	N	N	-0.54	-0.45
	0.03			0.00					0.00	0.00
COR	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
TUR	N	N	N	0.33	N	N	N	N	0.57	0.44
				0.01					0.00	0.00
CON	N	N	N	N	N	N	N	-0.33	N	N
								0.01		
pH	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
OD	-0.27	N	-0.34	-0.45	N	N	N	N	N	-0.32
	0.05		0.01	0.00						0.02
DBO	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
ALC	N	N	N	0.38	N	N	N	N	0.44	0.33
				0.01					0.00	0.01
DUR	0.58	N	N	N	N	0.59	N	N	0.43	0.64
	0.00					0.00			0.01	0.00
PO_4	N	N	N	N	N	N	N	N	N	0.36
										0.01
PT	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
SOT	-0.38	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	0.02									
NH_4	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
NO_3	-0.32	N	-0.36	-0.65	N	N	N	N	-0.32	-0.36
	0.02		0.01	0.00					0.02	0.01
SO_4	-0.41	N	0.30	N	N	0.44	N	N	N	N
	0.00		0.03			0.00				
Cl	0.43	N	N	-0.35	N	0.44	N	N	N	N
	0.00			0.01		0.00				
Al	N	N	N	N	-0.27	N	N	N	N	N
					0.04					
Ca	0.33	N	0.33	0.49	N	0.34	N	N	0.54	0.53
	0.02		0.02	0.00		0.01			0.00	0.00
Cu	N	N	N	N	N	N	N	N	0.49	0.48
									0.00	0.00
Fe	-0.30	N	-0.28	N	N	-0.28	N	N	N	N
	0.03		0.04			0.04				
K	0.48	N	0.37	0.34	N	0.54	-0.27	N	0.46	0.48
	0.00		0.01	0.01		0.00	0.04		0.00	0.00
Mg	0.36	N	0.33	0.32	N	0.39	N	N	N	N
	0.01		0.02	0.02		0.00				
Mn	N	N	N	0.34	N	N	N	N	0.31	0.35
				0.01					0.02	0.01
Na	0.51	N	0.36	N	N	0.65	N	N	N	N
	0.00		0.00			0.00				
Si	N	N	N	N	N	N	N	N	N	-0.29
										0.03
Zn	-0.44	N	-0.36	N	0.42	-0.53	N	N	0.27	N
	0.00		0.01		0.00	0.00			0.05	

TABELA 6 - CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS ABIÓTICAS DURANTE O PERÍODO DE ESTUDO, TESTE DE SPEARMAN (SIEGEL, 1975). NÍVEL CONSIDERADO: $P \geq 0.050$. REPRESA DE GUARAPIRANGA - PONTOS 1 E 4, 1991-92.

Precipitação de 24 (P24); 72 (P72) e 168 horas (P168) anteriores às coletas; vazão afluente natural (ANA), recalçada (ARE) e total (AT); na vazão para abastecimento (EAB); elevação (ELE) e volume (VOL). Precipitação média mensal (P); excedente hídrico (EXC); escoamento básico (ESC); deficiência hídrica do solo (DEF); radiação solar (RAD); insolação (INS); velocidade dos ventos (VEN); aplicação de sulfato de cobre do dia anterior (SA) e do dia da coleta (S); ponto 1 (P1); ponto 4 (P4).

P 1 →	N=56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
P 4 ↓	P24	P72	P168	ANA	ARE	AT	EAB	EFT	ELE	VOL
P24	X	0.27	N	0.34	N	0.33	N	N	N	N
	X	0.04		0.01		0.01				
P72	0.27	X	0.79	0.55	N	0.55	N	N	N	N
	0.04	X	0.00	0.00		0.00				
P168	N	0.79	X	0.62	N	0.62	N	N	N	N
		0.00	X	0.00		0.00				
ANA	N	N	N	X	N	0.99	N	N	N	N
				X		0.00				
ARE	N	N	N	N	X	N	-0.29	-0.30	N	N
					X		0.03	0.02		
AFT	0.33	0.55	0.62	N	N	X	N	N	N	N
	0.01	0.00	0.00			X				
EAB	N	N	N	N	N	N	X	0.99	N	N
							X	0.00		
EFT	N	N	N	N	N	N	N	X	N	N
								X		
ELE	N	N	N	N	N	N	N	N	X	1.00
									X	0.00
VOL	N	N	N	N	N	N	N	N	1.00	X
									0.00	X
P	N	0.53	0.53	N	N	0.30	N	0.33	-0.45	-0.46
		0.00	0.00			0.02		0.02	0.00	0.00
ETP	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
EXC	N	0.42	0.43	N	N	0.31	N	0.28	-0.44	-0.44
		0.00	0.00			0.02		0.04	0.00	0.00
ESC	N	N	0.29	N	N	0.40	N	N	N	N
			0.03			0.00				

TABELA 7 - GUARAPIRANGA 1991-92. CARACTERÍSTICAS DAS ESPÉCIES DO PONTO 1.

Identificação da espécie (IDSP); número de ocorrências desta espécie (OC); gald ou maior eixo linear em μm (G); sgald ou segundo maior eixo linear em μm (SG); unidade padrão de área em UPA (UPA); volume em μm^3 (BVL); contribuição da espécie em porcentagem do total geral, para a densidade de células (%DC); para a bioárea (%UPA), para o biovolume (%BVL) e para a densidade de organismos (%DO).

CYANOPHYCEAE		HORMOGONALES (4)							
IDSP	OC	G	SG	UPA	BVL	%DC	%UPA	%VOL	%DO
ANAS1	1	5.2	0.3	0.00	0.28	0.02	0.00	0.00	0.02
OSCSA	1	5.2	2.6	0.03	27.61	0.21	0.04	0.02	0.23
OSCSU	8	7.8	0.5	0.01	1.66	8.23	0.51	0.05	8.90
PSECA	5	5.2	1.3	0.02	6.90	1.36	0.14	0.04	1.47
CYANOPHYCEAE		CHROOCOCCALES (10)							
IDSP	OC	G	SG	UPA	BVL	%DC	%UPA	%VOL	%DO
APHDE	1	46.5	46.5	4.25	52645.04	0.08	0.17	0.36	0.03
APHEC	3	53.0	53.0	5.52	77951.81	1.04	2.12	4.45	0.27
APHEL	1	54.0	54.0	5.73	82447.96	0.02	0.04	0.08	0.00
APHEP	5	10.4	10.4	0.21	588.98	0.37	0.77	1.61	0.51
CRCMI	15	5.2	2.6	0.03	73.62	0.58	0.12	0.16	0.63
CRCMU	8	5.2	5.2	0.05	73.67	0.24	0.08	0.07	0.26
CYAHA	1	10.4	5.9	0.15	94.78	0.02	0.02	0.01	0.02
GLOSI	1	13.0	13.0	0.33	1150.35	0.01	0.01	0.03	0.01
SYNEL	20	2.6	1.3	0.01	2.30	0.81	0.04	0.01	0.88
SYNSE	6	3.9	3.3	0.03	15.28	0.22	0.04	0.01	0.23
CHLOROPHYCEAE		CHLOROCOCCALES (77)							
IDSP	OC	G	SG	UPA	BVL	%DC	%UPA	%VOL	%DO
ANKBR	2	44.2	2.6	3.84	2455.02	0.01	0.03	0.01	0.00
ANKFU	15	31.6	1.7	1.96	258.11	0.16	1.98	0.16	0.18
ANKGR	3	26.0	2.6	1.33	81.68	0.05	0.39	0.01	0.05
BOTNE	1	21.5	21.5	2.06	17808.76	0.00	0.01	0.02	0.00
CLC07	4	10.4	10.4	0.21	588.98	0.07	0.09	0.16	0.08
CLC13	1	23.4	23.4	1.08	6708.82	0.07	0.44	1.66	0.07
CLC14	1	10.4	10.4	0.21	588.98	0.05	0.10	0.21	0.07
CLOLO	1	65.0	5.2	0.85	460.14	0.01	0.06	0.02	0.01
CLOMI	24	2.6	2.6	0.01	9.20	15.86	1.30	0.54	17.15
CLOSA	3	6.5	2.6	0.04	143.79	0.14	0.04	0.08	0.16
CLOVI	30	7.8	7.8	0.12	248.47	0.83	0.61	0.77	0.90
CLOVU	36	5.2	5.2	0.05	73.62	5.95	1.95	1.64	6.44
CLUS5	2	5.2	2.6	0.03	73.62	0.13	0.03	0.04	0.14
CLUS7	2	5.2	4.6	0.06	73.62	0.04	0.01	0.01	0.04
COECA	2	32.4	32.4	2.06	17808.76	0.01	0.02	0.05	0.01
COEHI	5	54.0	54.0	5.73	82447.96	0.08	0.17	0.36	0.02
COEMI	2	65.0	65.0	8.30	143793.31	0.02	0.04	0.08	0.00
COEPR	2	18.0	18.0	0.64	3053.63	0.01	0.02	0.05	0.01
COERE	14	21.6	21.6	0.92	5276.67	0.18	0.37	0.78	0.12
CRUCR	13	10.4	5.2	0.14	140.61	0.25	0.21	0.13	0.27
CRUTE	31	5.2	5.2	0.07	70.30	0.45	0.19	0.12	0.49
DICAN	3	37.8	37.8	2.81	28279.65	0.04	0.07	0.16	0.01
DICCH	1	54.0	54.0	5.73	82447.96	0.12	0.25	0.52	0.03
DICEH	19	52.0	52.0	5.31	73622.18	5.06	10.35	21.73	0.58
DICEL	5	54.0	54.0	5.73	82447.96	0.42	0.85	1.78	0.11
DICPU	4	43.2	43.2	3.66	42213.35	2.22	4.53	9.51	0.72
DISSP	3	10.4	10.4	0.27	281.22	0.06	0.10	0.06	0.07
ELAFA	4	13.0	3.9	0.13	131.82	0.04	0.03	0.02	0.04
ELAGE	1	26.0	13.0	0.85	1150.35	0.01	0.03	0.03	0.01
EUTFO	4	32.4	4.1	2.06	3339.14	0.21	0.43	0.90	0.09
EUTNY	4	10.4	10.4	0.21	588.98	0.06	0.08	0.13	0.07
FRADR	11	10.4	7.2	0.19	588.98	0.13	0.15	0.28	0.14
FRAPO	2	13.0	10.4	0.34	1150.35	0.01	0.03	0.05	0.01
GEMIN	20	10.4	5.2	0.14	220.87	0.70	0.59	0.58	0.76
GLOAM	4	14.3	14.3	0.40	1531.11	0.07	0.16	0.38	0.07
GLOBA	6	16.9	14.3	1.33	9202.77	0.08	0.27	0.74	0.08
GLORU	2	10.4	10.4	0.21	588.98	0.01	0.02	0.05	0.01
GLOVE	1	10.4	10.4	0.33	1150.35	0.06	0.12	0.26	0.07

CHLOROPHYCEAE		CHLOROCOCCALES (77)			BVL	%DC	%UPA	%VOL	%DO
IDSP	OC	G	SG	UPA					
GOLPA	2	13.0	13.0	0.33	1150.35	0.02	0.04	0.08	0.02
GOLRA	10	5.2	5.2	0.05	73.76	0.19	0.06	0.05	0.20
KIRLU	4	15.6	15.6	0.48	1987.80	0.03	0.08	0.21	0.03
KIROB	2	15.6	14.3	0.48	1987.80	0.02	0.05	0.13	0.02
KIRPS	1	7.8	7.8	0.12	186.36	0.01	0.01	0.01	0.01
MICPU	7	6.5	5.2	0.08	53.11	0.24	0.13	0.05	0.26
MONAR	29	31.2	2.6	0.20	55.22	0.84	1.05	0.17	0.91
MONCA	8	13.0	2.6	0.08	23.08	0.07	0.04	0.01	0.08
MONCO	10	31.2	2.6	0.20	55.27	0.22	0.27	0.04	0.23
MONCV	8	13.0	1.3	0.04	5.75	0.06	0.02	0.00	0.07
MONMI	2	10.4	6.5	0.17	115.03	0.02	0.02	0.01	0.02
MONSE	15	39.0	1.3	0.13	17.29	0.23	0.18	0.02	0.25
OOCLA	3	10.7	7.8	0.21	641.43	0.02	0.03	0.06	0.03
OOCNA	4	15.6	14.3	0.56	1987.80	0.03	0.10	0.22	0.03
OOCNO	2	7.8	2.6	0.05	248.47	0.07	0.02	0.07	0.08
OOCPU	20	7.8	5.2	0.10	248.93	0.48	0.30	0.44	0.51
PACKO	1	5.2	5.2	0.07	42.47	0.01	0.01	0.00	0.01
PALTE	7	13.0	9.1	0.30	106.19	0.47	0.86	0.19	0.51
QUALA	3	15.6	13.0	0.51	127.42	0.03	0.09	0.01	0.03
SCEAC	15	14.3	13.0	0.46	483.34	0.24	0.70	0.44	0.26
SCEAR	11	13.0	13.0	0.33	1150.35	0.21	0.43	0.91	0.23
SCEBC	42	13.0	10.4	0.34	351.52	2.44	5.08	3.20	2.64
SCEBJ	38	10.4	5.2	0.14	140.61	12.06	10.05	6.33	13.04
SCEDA	2	5.2	5.2	0.07	70.30	0.06	0.02	0.01	0.06
SCEDE	16	14.3	9.1	0.33	338.34	0.24	0.49	0.31	0.26
SCEJA	2	15.6	9.8	0.38	395.46	0.03	0.07	0.04	0.03
SCEOP	3	16.9	13.0	0.55	571.22	0.02	0.07	0.04	0.02
SCEOV	1	13.0	13.0	0.42	439.40	0.01	0.02	0.01	0.01
SCEQU	25	10.4	7.8	0.20	210.91	0.41	0.52	0.33	0.45
SCERM	1	10.4	5.2	0.14	140.61	0.02	0.02	0.01	0.03
SPHPL	5	15.6	15.6	0.48	1987.80	0.03	0.09	0.22	0.03
SPHSC	3	15.6	15.6	0.48	1987.80	0.07	0.21	0.54	0.08
TETLA	1	26.0	5.2	0.34	351.52	0.01	0.01	0.01	0.01
TREEL	4	31.2	2.6	0.20	18.41	0.04	0.05	0.00	0.04
TRESE	31	18.2	5.2	0.24	42.95	0.99	1.44	0.16	1.07
WESBO	6	10.4	10.4	0.27	589.76	0.05	0.09	0.11	0.06

CHLOROPHYCEAE		OEDOGONIALES (3)			BVL	%DC	%UPA	%VOL	%DO
IDSP	OC	G	SG	UPA					
ZOED1	6	18.2	18.2	0.65	3156.55	0.04	0.17	0.50	0.05
ZOED2	1	15.6	15.6	0.48	1987.80	0.01	0.02	0.04	0.01
ZOED3	2	26.0	20.8	1.35	9202.77	0.01	0.06	0.25	0.01

CHLOROPHYCEAE		VOLVOCALES (11)			BVL	%DC	%UPA	%VOL	%DO
IDSP	OC	G	SG	UPA					
CLAG1	26	5.2	2.6	0.03	11.50	0.74	0.15	0.03	0.80
CLAG2	27	10.4	10.4	0.21	588.98	0.88	1.15	1.93	0.95
CLAGC	3	22.1	22.1	0.96	5651.65	0.03	0.18	0.64	0.03
CLAGL	8	5.2	5.2	0.05	73.62	0.43	0.14	0.12	0.47
CLAGR	3	5.2	2.6	0.03	11.50	0.02	0.00	0.00	0.02
CLAPR	4	10.4	5.2	0.14	92.03	0.08	0.07	0.03	0.08
CLAS1	18	5.2	2.6	0.03	73.62	0.36	0.08	0.10	0.39
CLASU	1	7.8	2.6	0.05	248.47	0.02	0.01	0.02	0.03
EUDEL	2	18.2	18.2	0.83	3156.55	0.01	0.06	0.14	0.01
VOLC1	5	36.4	36.4	2.60	25252.41	0.05	0.77	4.55	0.05
VOUS1	10	5.2	5.2	0.05	73.72	0.27	0.09	0.07	0.29

ZYGNEMAPHYCEAE		ZYGNEMATALES (32)			BVL	%DC	%UPA	%VOL	%DO
IDSP	OC	G	SG	UPA					
ACTS1	7	26.0	15.6	1.01	637.11	0.08	0.49	0.19	0.08
ACTS2	2	15.6	13.1	0.51	321.01	0.02	0.08	0.03	0.03
ACTWO	9	13.0	10.4	0.34	212.37	0.19	0.39	0.15	0.20
CLOS1	2	42.9	5.2	0.56	303.69	0.03	0.10	0.03	0.03
COS12	1	2.6	1.3	0.01	5.31	0.01	0.00	0.00	0.01
COS15	2	7.8	5.2	0.10	63.71	0.05	0.03	0.01	0.06

ZYGNEMAPHYCEAE ZYGNEMATALES (32)

IDSP	OC	G	SG	UPA	BVL	%DC	%UPA	%VOL	%DO
COS16	1	26.0	14.3	0.93	584.02	0.02	0.10	0.04	0.02
COS18	1	13.0	10.4	0.34	212.37	0.02	0.05	0.02	0.03
COS19	1	7.8	3.9	0.08	47.78	0.01	0.01	0.00	0.01
COS20	2	13.0	9.1	0.30	185.83	0.02	0.04	0.02	0.03
COSEL	1	19.5	13.0	0.63	398.20	0.01	0.05	0.02	0.01
COSS1	2	11.7	9.1	0.27	167.24	0.09	0.15	0.06	0.10
COSS5	6	14.3	11.5	0.41	258.32	0.11	0.29	0.11	0.12
COSS9	1	15.6	15.6	0.61	382.27	0.01	0.05	0.02	0.01
EUABI	3	15.6	15.6	0.61	382.27	0.02	0.07	0.03	0.02
MOUAM	32	18.2	2.6	0.12	96.63	17.14	12.50	6.18	18.54
MOUS1	3	19.5	8.6	0.42	1143.28	0.42	1.08	1.77	0.45
MOUS3	1	13.0	2.6	0.08	69.02	0.01	0.00	0.00	0.01
STA20	1	52.0	18.2	2.37	1486.60	0.01	0.09	0.03	0.01
STA21	2	14.3	13.0	0.46	292.01	0.02	0.05	0.02	0.02
STA24	1	18.2	18.2	0.83	520.31	0.01	0.06	0.02	0.01
STAGR	3	41.6	21.0	2.18	1372.25	0.04	0.57	0.22	0.05
STALE	1	15.6	13.0	0.51	318.56	0.01	0.02	0.01	0.01
STAMU	3	13.0	13.0	0.42	265.46	0.08	0.22	0.08	0.09
STAS2	2	19.5	19.5	0.95	597.30	0.01	0.07	0.03	0.01
STAS6	8	18.2	13.0	0.59	371.65	0.05	0.18	0.07	0.05
STRCO	1	26.0	20.0	1.30	816.81	0.01	0.10	0.04	0.01
STRCU	5	28.6	18.2	1.30	817.63	0.05	0.44	0.17	0.06
STRS4	1	18.2	15.6	0.71	445.98	0.01	0.03	0.01	0.01
STRS5	1	31.2	31.2	2.43	1529.08	0.01	0.09	0.03	0.01
STRVA	1	15.6	15.6	0.61	382.27	0.01	0.05	0.02	0.01
XANS2	9	31.2	31.2	2.43	1529.08	0.09	1.40	0.53	0.10

EUGLENOPHYCEAE EUGLENALES (12)

IDSP	OC	G	SG	UPA	BVL	%DC	%UPA	%VOL	%DO
EUGAC	3	20.8	6.5	0.34	266.02	0.02	0.05	0.02	0.03
EUGDE	1	18.2	18.2	0.83	2367.41	0.01	0.03	0.05	0.01
EUGPA	1	18.2	18.2	0.83	2367.41	0.01	0.03	0.05	0.01
LEPTE	2	18.2	13.0	0.59	1092.83	0.03	0.11	0.12	0.03
STROF	2	18.2	13.0	0.59	1092.83	0.02	0.07	0.07	0.02
TRACE	1	7.8	7.8	0.12	248.47	0.02	0.02	0.02	0.03
TRAOB	6	10.4	7.8	0.20	227.77	0.09	0.11	0.08	0.10
TRAS4	1	18.2	15.6	0.71	1656.50	0.01	0.03	0.04	0.01
TRAS5	2	20.8	10.4	0.54	736.22	0.02	0.06	0.05	0.02
TRATY	1	7.8	7.8	0.12	248.47	0.06	0.04	0.06	0.07
TRAVO	25	10.4	10.4	0.21	588.98	0.36	0.47	0.79	0.39
TRAVP	12	13.0	13.0	0.33	1150.35	0.15	0.31	0.65	0.16

BACILLARIOPHYCEAE CENTRALES (9)

IDSP	OC	G	SG	UPA	BVL	%DC	%UPA	%VOL	%DO
AULAN	2	31.2	5.2	0.41	662.60	0.09	0.23	0.22	0.10
AULCU	3	31.2	5.2	0.41	662.60	0.07	0.18	0.18	0.08
AULGR	9	39.0	15.6	1.52	7454.25	0.18	1.71	5.08	0.20
CYCME	8	10.4	6.5	0.21	345.10	0.06	0.08	0.08	0.07
CYCOC	1	10.4	5.2	0.21	220.87	0.01	0.01	0.00	0.01
RHIEI	23	46.8	5.2	0.61	331.30	1.69	6.34	2.09	1.83
RHILO	1	33.8	2.6	0.22	59.82	0.01	0.01	0.00	0.01
RHIS1	2	13.0	2.6	0.08	23.01	0.01	0.01	0.00	0.01
STEDU	12	7.8	5.2	0.12	165.65	0.14	0.10	0.09	0.15

BACILLARIOPHYCEAE PENNALES(9)

IDSP	OC	G	SG	UPA	BVL	%DC	%UPA	%VOL	%DO
AMPS1	1	10.4	2.6	0.07	18.41	0.01	0.01	0.00	0.01
ASTFO	10	31.2	5.2	0.41	662.60	0.54	1.35	1.34	0.59
CALAM	3	33.8	5.2	0.44	239.27	0.03	0.08	0.03	0.03
DIAS3	1	26.0	7.8	0.51	414.12	0.01	0.02	0.01	0.01
EUNS4	1	26.0	2.6	0.17	46.01	0.13	0.13	0.02	0.14
NAVS1	1	26.0	5.2	0.34	184.06	0.01	0.01	0.00	0.01
SYNMI	47	18.2	2.6	0.12	32.21	3.77	2.75	0.45	4.08
SYNU1	37	65.0	2.6	0.42	115.03	1.66	4.32	0.71	1.80
SYNU2	9	202.8	5.2	2.64	1436.88	0.10	1.66	0.55	0.11

CHRYSTOPHYCEAE**OCHROMONADALES (11)**

IDSP	OC	G	SG	UPA	BVL	%DC	%UPA	%VOL	%DO
DINBA	6	48.1	7.8	0.94	828.25	0.09	0.52	0.28	0.10
DINDI	9	39.0	7.8	0.76	683.48	0.65	3.05	1.66	0.70
DINSE	1	31.2	7.8	0.61	559.07	0.01	0.02	0.01	0.01
MALAP	1	30.0	12.9	0.97	1614.91	0.00	0.01	0.01	0.00
MALCA	2	15.6	5.2	0.20	128.84	0.01	0.02	0.01	0.01
MALMA	1	13.0	7.8	0.25	269.18	0.01	0.01	0.01	0.01
MALPA	1	13.0	5.2	0.17	110.43	0.01	0.01	0.00	0.01
MALRH	1	13.0	5.2	0.17	110.43	0.01	0.01	0.00	0.01
MALTE	2	13.0	6.5	0.21	179.74	0.02	0.03	0.02	0.03
MALTO	9	13.0	7.8	0.25	269.18	0.07	0.12	0.07	0.08
SYNUV	6	10.4	7.8	0.20	227.77	0.07	0.08	0.06	0.07

CRYPTOPHYCEAE**CRYPTOMONADALES (7)**

IDSP	OC	G	SG	UPA	BVL	%DC	%UPA	%VOL	%DO
CHIAC	2	13.0	7.8	0.25	269.18	0.02	0.03	0.02	0.02
CHIMI	2	6.5	2.6	0.04	13.80	0.02	0.01	0.00	0.03
CROBR	5	10.4	5.2	0.14	588.98	0.09	0.08	0.20	0.10
CRYBR	25	10.4	5.2	0.14	92.21	0.34	0.28	0.12	0.37
CRYER	2	13.0	5.2	0.17	110.43	0.02	0.02	0.01	0.02
CRYTE	17	7.8	2.6	0.05	16.10	0.36	0.11	0.02	0.39
SENCO	8	10.4	7.8	0.20	588.98	0.34	0.42	0.74	0.36

DINOPHYCEAE**PERIDINIALES (1)**

IDSP	OC	G	SG	UPA	BVL	%DC	%UPA	%VOL	%DO
GYMEU	6	11.7	10.4	0.30	478.54	0.07	0.12	0.12	0.07

TABELA 8 - GUARAPIRANGA 1991-92. CARACTERÍSTICAS DAS ESPÉCIES DO PONTO 4.

Identificação da espécie (IDSP); número de ocorrências desta espécie (OC); gald ou maior eixo linear em μm (G); sgald ou segundo maior eixo linear em μm (SG); unidade padrão de área em UPA (UPA); volume em μm^3 (BVL); contribuição da espécie em porcentagem do total geral, para a densidade de células (%DC); para a bioárea (%UPA), para o biovolume (%BVL) e para a densidade de organismos (%DO).

CYANOPHYCEAE		HORMOGONALES (2)			BVL	%DC	%UPA	%VOL	%DO
IDSP	OC	G	SG	UPA					
OSCSU	7	13,0	0,5	0,02	2,76	2,18	0,14	0,01	2,50
PSECA	3	5,2	1,3	0,02	6,90	0,36	0,02	0,00	0,41

CYANOPHYCEAE		CHROOCOCCALES (7)			BVL	%DC	%UPA	%VOL	%DO
IDSP	OC	G	SG	UPA					
APHEC	6	53,0	53,0	0,33	77951,81	1,83	2,36	3,78	0,51
APHEP	2	43,2	43,2	0,33	42213,35	0,27	0,35	0,56	0,09
CRCMN	7	5,2	2,6	0,03	21,24	0,46	0,06	0,02	0,52
CRCMU	7	5,2	5,2	0,05	73,62	0,36	0,07	0,05	0,41
CYSHA	2	10,4	5,9	0,15	94,78	0,04	0,03	0,01	0,05
SYNEL	22	2,6	1,3	0,01	2,30	2,05	0,07	0,01	2,34
SYNSE	10	5,2	2,6	0,03	9,20	0,59	0,08	0,01	0,67

CHLOROPHYCEAE		CHLOROCOCCALES (69)			BVL	%DC	%UPA	%VOL	%DO
IDSP	OC	G	SG	UPA					
ANKFU	3	18,2	18,2	0,65	148,66	0,07	0,18	0,02	0,08
BOTNE	4	59,4	59,4	0,33	109738,23	1,89	2,43	3,89	0,47
CHLSE	1	31,2	5,2	0,41	239,27	0,06	0,09	0,02	0,07
CLC07	1	7,8	7,8	0,12	248,47	0,03	0,01	0,01	0,03
CLC10	1	15,6	10,4	0,41	1987,80	0,01	0,02	0,05	0,02
CLC11	1	26,0	26,0	1,33	9202,77	0,04	0,22	0,71	0,05
CLC12	1	31,2	31,2	2,43	15902,39	0,03	0,27	0,82	0,03
CLCHU	1	7,8	7,8	0,12	248,47	0,01	0,01	0,01	0,02
CLCSP	1	10,4	10,4	0,21	588,98	0,04	0,04	0,05	0,05
CLOMI	26	2,6	2,6	0,01	9,20	15,23	0,78	0,25	17,42
CLOVI	29	7,8	7,8	0,12	248,47	2,18	1,01	0,97	2,49
CLOVU	26	5,2	5,2	0,05	73,62	3,12	0,64	0,41	3,57
COECA	1	32,4	32,4	0,33	17808,76	0,01	0,02	0,03	0,01
COEHI	1	54,0	54,0	0,33	82447,96	0,06	0,07	0,12	0,02
COEPS	3	5,2	5,2	0,33	73,62	0,06	0,07	0,12	0,16
COERE	6	21,6	21,6	0,33	5276,67	0,21	0,28	0,44	0,15
CRUCR	5	10,4	7,8	0,20	210,91	0,21	0,17	0,08	0,25
CRUTE	33	5,2	5,2	0,07	70,30	1,16	0,30	0,15	1,33
DICAN	5	10,4	10,4	0,33	588,98	0,17	0,22	0,35	0,25
DICEH	11	52,0	52,0	0,33	73622,18	6,34	8,17	13,07	0,77
DICEL	6	54,0	54,0	0,33	82447,96	4,21	5,42	8,67	1,16
DICPU	2	54,0	54,0	0,33	82447,96	0,24	0,31	0,50	0,07
ELAGE	1	26,0	13,0	0,85	9202,77	0,03	0,09	0,06	0,03
ELEFA	8	15,6	2,6	0,10	27,61	0,14	0,06	0,01	0,16
EUTFO	3	32,4	32,4	0,33	17808,76	0,72	0,92	1,47	0,33
EUTNY	2	32,4	32,4	0,33	17808,76	0,11	0,15	0,24	0,05
FRADR	5	13,0	7,8	0,25	1150,35	0,16	0,15	0,32	0,18
GEMIN	17	10,4	5,2	0,14	220,87	0,89	0,47	0,35	1,01
GLKPA	1	7,8	7,8	0,12	248,47	0,03	0,01	0,01	0,03
GLOVE	2	12,0	12,0	0,28	904,78	0,34	0,38	0,56	0,44
GOLPA	1	13,0	13,0	0,33	1150,35	0,01	0,02	0,03	0,02
GOLRA	6	11,7	11,7	0,27	838,60	0,11	0,12	0,17	0,13
KIRLU	1	15,6	15,6	0,48	1987,80	0,01	0,03	0,05	0,02
MICPU	2	6,5	5,2	0,08	53,09	0,09	0,03	0,01	0,10
MONAR	20	31,2	2,6	0,20	55,22	0,70	0,55	0,07	0,80
MONCAR	5	18,2	1,3	0,06	8,05	0,09	0,02	0,00	0,10

CHLOROPHYCEAE		CHLOROCOCCALES (69)							
IDSP	OC	G	SG	UPA	BVL	%DC	%UPA	%VOL	%DO
MONCT	4	31,2	2,6	0,20	55,22	0,09	0,07	0,01	0,10
MONCV	7	13,0	1,3	0,04	5,75	0,17	0,03	0,00	0,20
MONSE	13	31,2	1,3	0,10	13,80	0,26	0,10	0,01	0,29
MONTO	1	15,6	3,9	0,15	62,12	0,06	0,03	0,01	0,07
OOCCLA	2	7,8	5,2	0,10	248,47	0,09	0,30	0,04	0,10
OOCNA	2	13,0	13,0	0,33	1150,35	0,03	0,04	0,06	0,03
OOCPU	11	15,6	15,6	0,48	1987,80	0,76	0,05	2,70	0,87
OOCRO	1	10,4	9,1	0,24	588,98	0,03	0,08	0,03	0,03
PALTE	5	15,6	6,5	0,25	127,42	1,02	1,00	0,23	1,16
PEDTE	3	15,6	15,6	0,48	127,42	0,04	0,08	0,01	0,05
QUALA	1	39,0	18,2	1,77	3382,02	0,01	0,10	0,09	0,02
SCEAC	6	18,2	13,0	0,59	615,16	0,14	0,33	0,16	0,16
SCEAR	10	10,4	7,8	0,20	588,98	0,34	0,27	0,36	0,39
SCEBC	34	13,0	10,4	0,34	351,52	2,23	2,93	1,41	2,55
SCEBJ	42	13,0	10,4	0,34	351,52	8,13	10,67	5,12	9,30
SCECU	1	13,0	10,4	0,34	351,52	0,03	0,04	0,02	0,03
SCEDA	1	5,2	5,2	0,07	70,30	0,09	0,02	0,01	0,10
SCEDE	10	11,7	10,4	0,30	316,37	0,26	0,30	0,15	0,29
SCEJA	1	13,0	10,4	0,34	351,52	0,01	0,02	0,01	0,02
SCEQM	1	28,6	20,8	1,47	1546,69	0,01	0,08	0,04	0,02
SCEQU	12	13,0	10,4	0,34	351,52	0,23	0,30	0,14	0,26
SCESP	1	7,8	5,2	0,10	105,46	0,01	0,01	0,00	0,02
SPHSC	2	19,5	19,5	0,95	3882,42	0,09	0,32	0,60	0,10
TETMI	1	10,4	10,4	0,27	281,22	0,01	0,02	0,01	0,02
TETMM	1	9,1	9,1	0,21	215,31	0,01	0,01	0,01	0,02
TETTR	1	5,2	5,2	0,03	70,30	0,01	0,00	0,00	0,02
TETVI	1	26,0	26,0	0,85	1757,60	0,01	0,05	0,05	0,02
TREEL	1	26,0	2,6	0,17	15,34	0,01	0,01	0,00	0,02
TRESC	1	10,4	7,8	0,20	55,22	0,03	0,02	0,00	0,03
TRESE	11	18,2	5,2	0,24	42,95	0,36	0,33	0,03	0,41
WESBO	5	10,4	10,4	0,27	588,98	0,19	0,20	0,20	0,21
WESS3	1	5,2	5,2	0,07	73,62	0,04	0,01	0,01	0,05
WESS4	1	5,2	5,2	0,07	73,62	0,01	0,00	0,00	0,02

CHLOROPHYCEAE		OEDOGONIALES (2)							
IDSP	OC	G	SG	UPA	BVL	%DC	%UPA	%VOL	%DO
ZOED1	10	18,2	18,2	0,65	3156,55	0,16	0,40	0,89	0,18
ZOED2	1	13,0	13,0	0,33	1150,35	0,01	0,02	0,03	0,02

CHLOROPHYCEAE		VOLVOCALES (10)							
IDSP	OC	G	SG	UPA	BVL	%DC	%UPA	%VOL	%DO
CLAG1	42	5,2	2,6	0,03	73,62	3,74	0,49	0,49	4,27
CLAG2	30	10,4	10,4	0,21	588,98	1,86	1,53	1,96	2,13
CLAGC	1	22,1	22,1	0,96	5651,65	0,01	0,05	0,14	0,02
CLAGL	14	5,2	5,2	0,05	73,62	1,67	0,35	0,22	1,92
CLAGR	3	5,2	2,6	0,03	73,62	0,93	0,12	0,12	1,06
CLAPR	1	10,4	5,2	0,14	588,98	0,01	0,01	0,02	0,02
CLAS1	6	5,2	2,6	0,03	73,62	0,17	0,02	0,02	0,20
CLASU	4	7,8	2,6	0,05	248,47	0,29	0,06	0,13	0,33
VOLC1	2	32,5	32,5	2,07	17974,16	0,07	0,58	2,30	0,08
VOUS1	7	5,2	5,2	0,05	73,62	0,19	0,04	0,02	0,21

ZYGNEAPHYCEAE		ZYGNEATALES (23)							
IDSP	OC	G	SG	UPA	BVL	%DC	%UPA	%VOL	%DO
ACTS3	2	6,5	5,2	0,08	53,09	0,03	0,01	0,00	0,03
ACTWO	1	13,0	10,4	0,34	212,37	0,01	0,02	0,01	0,02
COS10	2	7,8	6,5	0,13	79,64	0,04	0,02	0,01	0,05
COS15	1	7,8	7,8	0,15	95,57	0,06	0,03	0,01	0,07

ZYGNEMAPHYCEAE ZYGNEMATALES (23)

IDSP	OC	G	SG	UPA	BVL	%DC	%UPA	%VOL	%DO
COSS1	5	15,6	13,0	0,51	318,56	0,10	0,20	0,06	0,11
COSS5	2	15,6	13,0	0,51	318,56	0,04	0,08	0,02	0,05
COSS7	2	13,0	9,1	0,30	185,83	0,03	0,03	0,01	0,03
DESM1	1	23,4	23,4	1,37	10063,23	0,01	0,08	0,26	0,02
DESU1	1	13,0	10,4	0,34	1104,33	0,01	0,02	0,03	0,02
EUABI	3	13,0	13,0	0,42	265,46	0,06	0,09	0,03	0,07
EUAS1	1	13,0	13,0	0,42	265,46	0,01	0,02	0,01	0,02
MOTS1	2	16,9	5,2	0,22	358,91	0,73	0,62	0,47	0,83
MOUAM	18	15,6	2,6	0,10	82,82	7,01	2,76	1,04	8,02
STA16	1	26,0	13,0	0,85	530,93	0,01	0,05	0,01	0,02
STAGR	3	41,6	21,0	2,18	1372,25	0,04	0,36	0,11	0,05
STALE	1	10,4	7,8	0,20	127,42	0,01	0,01	0,00	0,02
STAMU	3	20,8	13,0	0,68	424,74	0,06	0,15	0,04	0,07
STAS2	1	19,5	19,5	0,95	597,30	0,01	0,05	0,02	0,02
STAS6	5	18,2	13,0	0,59	371,65	0,07	0,16	0,05	0,08
STASA	1	44,2	18,2	2,01	1263,61	0,01	0,11	0,03	0,02
STRCU	7	36,0	18,2	1,64	1029,19	0,20	1,27	0,37	0,23
STRSP	1	18,2	13,0	0,59	2415,73	0,04	0,10	0,19	0,05
XANS2	7	31,2	31,2	2,43	1529,08	0,11	1,08	0,31	0,13

EUGLENOPHYCEAE COLACIALES (1)

IDSP	OC	G	SG	UPA	BVL	%DC	%UPA	%VOL	%DO
COLSI	1	22,1	10,4	0,57	773,03	0,06	0,13	0,08	0,07

EUGLENOPHYCEAE EUGLENALES (11)

IDSP	OC	G	SG	UPA	BVL	%DC	%UPA	%VOL	%DO
EUGAA	3	39,0	12,0	1,17	1696,46	0,07	0,33	0,22	0,08
EUGHA	1	18,2	5,2	0,24	147,24	0,01	0,01	0,00	0,02
EUGOX	2	65,0	13,0	2,11	3163,45	0,04	0,35	0,24	0,05
LEPTE	8	16,9	13,0	0,55	1035,31	0,17	0,37	0,32	0,20
PHAAC	1	26,0	23,4	1,52	5404,33	0,01	0,08	0,14	0,02
PHAGL	2	9,1	7,8	0,18	207,06	0,04	0,03	0,02	0,05
PHALO	1	65,0	39,0	6,34	33647,64	0,03	0,70	1,73	0,03
TRACE	1	10,4	10,4	0,21	588,98	0,03	0,02	0,03	0,03
TRAOB	7	10,4	7,8	0,20	588,98	0,30	0,24	0,32	0,34
TRASI	1	7,8	5,2	0,10	73,62	0,03	0,01	0,00	0,03
TRAVO	11	7,8	7,8	0,12	248,47	0,54	0,25	0,24	0,62
TRAVP	9	13,0	13,0	0,33	1150,35	0,21	0,28	0,44	0,25

BACILLARIOPHYCEAE CENTRALES (11)

IDSP	OC	G	SG	UPA	BVL	%DC	%UPA	%VOL	%DO
AULAN	4	31,2	5,2	0,41	662,60	0,73	1,15	0,87	0,83
AULCU	2	31,2	5,2	0,41	662,60	0,09	0,14	0,10	0,10
AULGR	20	29,9	12,0	0,90	3381,61	1,57	5,48	9,54	1,80
AULSP	1	31,2	5,2	0,41	662,60	0,29	0,45	0,34	0,33
CYCGL	1	7,8	7,8	0,12	372,71	0,03	0,01	0,02	0,03
CYCME	17	10,4	7,8	0,21	496,95	0,33	0,27	0,29	0,38
CYCPS	1	13,0	13,0	0,33	1725,52	0,01	0,02	0,04	0,02
RHIEI	34	57,2	5,2	0,74	404,92	3,45	9,96	2,50	3,95
RHILO	3	44,2	2,6	0,29	78,22	0,13	0,14	0,02	0,15
RHIS1	1	13,0	2,6	0,08	23,01	0,01	0,00	0,00	0,02
STEDU	13	7,8	5,2	0,12	63,71	0,42	0,19	0,05	0,47

BACILLARIOPHYCEAE PENNALES (10)

IDSP	OC	G	SG	UPA	BVL	%DC	%UPA	%VOL	%DO
ASTFO	7	36,4	5,2	0,47	773,03	0,49	0,89	0,67	0,56
CALAM	1	33,8	5,2	0,44	239,27	0,01	0,02	0,01	0,02
CYMS1	1	33,8	10,4	0,88	957,09	0,01	0,05	0,02	0,02

BACILLARIOPHYCEAE PENNALES (10)

IDSP	OC	G	SG	UPA	BVL	%DC	%UPA	%VOL	%DO
DIAS4	1	7,8	7,8	0,15	124,24	0,03	0,02	0,01	0,03
EUNSI	1	39,0	2,6	0,25	69,02	0,04	0,04	0,01	0,05
GOMS1	2	20,8	5,2	0,27	147,24	0,03	0,03	0,01	0,03
SURS2	1	32,5	5,2	0,42	230,07	0,01	0,02	0,01	0,02
SYNMI	31	18,2	2,6	0,12	34,51	2,02	0,93	0,12	2,31
SYNU1	8	65,0	2,6	0,42	115,03	0,23	0,38	0,05	0,26
SYNU2	15	202,8	5,2	2,64	1435,63	0,66	6,74	1,69	0,75

CHRYSTOPHYCEAE OCHROMONADALES (12)

IDSP	OC	G	SG	UPA	BVL	%DC	%UPA	%VOL	%DO
DINBA	6	50,7	7,8	0,99	869,66	0,39	1,48	0,60	0,44
DINDI	7	39,0	7,8	0,76	683,31	0,26	0,76	0,32	0,29
DINSE	4	23,4	7,8	0,46	434,83	0,26	0,46	0,20	0,29
MAAL	7	13,0	5,2	0,17	110,43	0,13	0,08	0,03	0,15
MALAC	1	10,4	7,8	0,20	227,77	0,03	0,02	0,01	0,03
MALAP	1	13,0	10,4	0,34	515,36	0,03	0,04	0,03	0,03
MALCA	2	10,4	7,8	0,20	227,77	0,03	0,02	0,01	0,03
MALFU	1	18,2	10,4	0,47	662,60	0,04	0,08	0,05	0,05
MALPA	1	13,0	5,2	0,17	110,43	0,01	0,01	0,00	0,02
MALTE	3	10,4	5,2	0,14	92,03	0,07	0,04	0,01	0,08
MALTO	16	15,6	7,8	0,30	310,59	0,30	0,36	0,17	0,34
SYRUV	3	10,4	7,8	0,20	165,65	0,04	0,03	0,01	0,05

CRYPTOPHYCEAE CRYPTOMONADALES (8)

IDSP	OC	G	SG	UPA	BVL	%DC	%UPA	%VOL	%DO
CHIAC	1	13,0	7,8	0,25	269,18	0,16	0,15	0,08	0,18
CROBR	10	7,8	5,2	0,10	73,62	0,50	0,20	0,07	0,57
CROPU	1	5,2	5,2	0,05	55,22	0,03	0,01	0,00	0,03
CRYBR	41	13,0	7,8	0,25	269,18	2,66	2,62	1,28	3,04
CRYER	4	13,0	5,2	0,17	110,43	0,16	0,10	0,03	0,18
CRYTE	27	5,2	3,9	0,05	28,47	1,96	0,39	0,10	2,24
RHOLA	4	7,8	5,2	0,10	248,47	0,14	0,06	0,06	0,16
SENCO	1	10,4	7,8	0,20	588,98	0,03	0,02	0,03	0,03

DINOPHYCEAE PERIDINIALES (11)

IDSP	OC	G	SG	UPA	BVL	%DC	%UPA	%VOL	%DO
GYMBO	6	10,4	7,8	0,20	227,77	0,11	0,09	0,05	0,13
GYMCO	1	13,0	7,8	0,25	269,18	0,01	0,01	0,01	0,02
GYMEU	7	20,8	5,2	0,27	165,65	0,16	0,17	0,05	0,18
GYMFU	13	44,2	31,2	3,45	15239,79	0,44	5,94	12,11	0,51
GYMHE	1	15,6	10,4	0,41	588,98	0,03	0,05	0,03	0,03
HEMS1	1	13,0	7,8	0,25	1150,35	0,01	0,01	0,03	0,02
HEMS2	1	28,6	18,2	1,30	12248,89	0,03	0,14	0,63	0,03
HEMS3	1	20,8	20,8	1,08	4711,82	0,01	0,06	0,12	0,02
PERS1	2	40,3	39,0	3,93	34269,97	0,04	0,66	2,64	0,05
PERS2	5	18,2	13,0	0,65	3156,55	0,09	0,22	0,49	0,10
PERS3	1	44,2	44,2	3,84	45213,22	0,01	0,21	1,16	0,02

TABELA 9 - CORRELAÇÕES ENTRE AS CARACTERÍSTICAS DAS ESPÉCIES DO PONTO 1 E DO PONTO 4 - REPRESA DE GUARAPIRANGA 1991-92

Densidade de células (DC); número de ocorrências (OC); gald ou maior dimensão linear (G); sgald ou segunda maior dimensão linear (SG); unidade padrão de área (UPA); volume (BVL) e densidade de organismos (DO). Ponto 1 (P1) e ponto 4 (P4); número de espécies (N).

	P1→ N=183						
P4↓ N=178	DC	OC	G	SG	UPA	BVL	DO
DC	X	0.8409	-0.1834	-0.2598	-0.2766	-0.2135	0.2271
	X	0.0000	0.0134	0.0005	0.0002	0.0040	0.0022
OC	0.8785	X	N	-0.2070	-0.2119	-0.1715	0.1491
	0.0000	X		0.0052	0.0042	0.0207	0.0442
G	N	N	X	0.4687	0.8590	0.617	0.1521
			X	0.0000	0.0000	0.0000	0.0402
SG	-0.2497	-0.2489	0.4783	X	0.7812	0.8401	0.2846
	0.0009	0.0009	0.0000	X	0.0000	0.0000	0.0001
UPA	-0.1875	-0.1792	0.8147	0.7880	X	0.8467	0.2762
	0.0126	0.0171	0.0000	0.0000	X	0.0000	0.0002
BVL	-0.1667	-0.2056	0.6047	0.8440	0.8555	X	0.3614
	0.0266	0.0062	0.0000	0.0000	0.0000	X	0.0000
DO	0.1846	N	0.1674	0.3321	0.2205	0.2692	X
	0.0140		0.0260	0.0000	0.0034	0.0003	X

TABELA 10 - VARIAÇÃO TEMPORAL DAS CARACTERÍSTICAS DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA. REPRESA DE GUARAPIRANGA 1991-92: PONTO 1.

Identificação da coleta (ID); densidade em células.ml⁻¹ (D); bioárea em UPA.ml⁻¹ (BA); biovolume em µm³.ml⁻¹ (BV); maior dimensão linear - GALD.l⁻¹ (G); número de táxons.amostra⁻¹ (S); diversidade em bits.ml⁻¹ (H'); uniformidade (U) e taxa de alteração da comunidade entre coletas sucessivas - soma das diferenças entre amostras consecutivas.dia⁻¹ (TA).

ID	D	BA	BV	G	S	H'D	H'BA	H'BV	UD	UBA	UBV	TAD	TABA	TABV
MA2	16026	4543	4418	286	24	3.50	3.23	3.13	0.70	0.70	0.68	—	—	—
MA3	9976	4011	2900	176	22	3.19	2.85	3.34	0.70	0.60	0.75	0.116	0.166	0.208
MA4	6440	2557	3224	89	16	3.11	2.85	2.74	0.70	0.70	0.69	0.153	0.198	0.225
J5	14768	5142	6146	201	27	3.64	3.78	3.57	0.70	0.70	0.75	0.110	0.145	0.203
J6	10291	3070	2262	141	28	3.43	3.75	3.89	0.70	0.70	0.82	0.122	0.121	0.184
J7	9819	1998	1901	129	20	2.60	3.28	3.37	0.60	0.70	0.78	0.094	0.117	0.163
JL8	3379	1405	3959	63	16	3.07	3.33	2.08	0.70	0.80	0.52	0.128	0.199	0.269
JL9	1258	291	552	17	9	2.95	2.54	2.25	0.90	0.80	0.71	0.237	0.260	0.276
JL10	1573	665	4519	24	10	3.04	2.02	0.79	0.90	0.60	0.24	0.239	0.263	0.273
JL11	944	167	276	14	8	2.86	2.75	2.52	0.90	0.90	0.84	0.238	0.257	0.274
JL12	2595	759	2104	31	15	3.73	3.16	2.19	0.90	0.80	0.56	0.225	0.251	0.263
AG13	8799	3006	3925	152	27	3.86	3.32	3.16	0.80	0.70	0.66	0.178	0.202	0.228
AG14	5896	2262	3885	92	19	3.58	3.33	2.86	0.80	0.70	0.67	0.124	0.127	0.210
AG15	2435	661	1257	33	12	3.18	3.03	2.91	0.80	0.80	0.84	0.199	0.209	0.129
AG16	12727	2034	3147	171	30	4.28	4.19	3.85	0.80	0.80	0.79	0.124	0.119	0.182
S17	2044	358	607	27	13	3.01	2.45	1.10	0.80	0.60	0.31	0.194	0.211	0.207
S18	11702	6577	6477	311	16	2.16	0.96	1.30	0.50	0.20	0.33	0.215	0.271	0.258
S19	5423	1611	2494	79	21	3.69	3.19	3.00	0.80	0.70	0.68	0.190	0.190	0.209
S20	4008	1498	3844	54	17	3.62	2.81	1.99	0.80	0.60	0.49	0.168	0.192	0.244
O21	2515	1376	5014	36	11	3.20	2.20	1.57	0.90	0.60	0.45	0.129	0.108	0.073
O22	2593	897	1047	35	13	3.31	2.79	2.87	0.80	0.70	0.78	0.170	0.207	0.259
O23	4006	587	589	72	9	2.52	2.82	2.55	0.70	0.80	0.81	0.277	0.283	0.280
O24	12018	2405	6091	131	12	2.06	1.97	1.49	0.50	0.50	0.42	0.274	0.275	0.283
O25	4949	1197	3260	70	17	3.02	2.58	1.96	0.70	0.60	0.48	0.136	0.115	0.118
N26	11001	3205	7089	156	22	2.83	2.35	1.44	0.60	0.50	0.32	0.263	0.237	0.109
N27	21366	6837	22646	266	24	1.87	1.67	1.37	0.40	0.30	0.30	0.113	0.103	0.052
N28	25449	8372	32093	228	19	1.89	1.70	1.69	0.40	0.40	0.40	0.232	0.241	0.245
N29	15476	5685	23166	204	25	2.86	2.83	2.66	0.60	0.60	0.57	0.262	0.255	0.244
D30	10920	3118	10181	190	17	2.75	2.35	2.03	0.60	0.50	0.51	0.121	0.125	0.149
D31	13513	3255	8608	178	26	3.25	2.65	1.71	0.60	0.50	0.37	0.156	0.121	0.116
D32	9426	2981	9319	138	11	1.30	1.04	0.49	0.30	0.30	0.14	0.152	0.116	0.098
D33	27651	8237	26054	431	26	2.73	2.42	2.01	0.50	0.50	0.43	0.324	0.322	0.099
JA34	8879	2566	2640	144	20	3.38	2.62	2.54	0.70	0.60	0.59	0.103	0.103	0.226
JA35	10057	2852	4639	146	25	3.45	2.64	2.36	0.70	0.50	0.51	0.171	0.159	0.247
JA36	19875	4242	5293	255	35	3.63	3.93	3.80	0.70	0.70	0.74	0.211	0.244	0.246
JA37	26786	3447	5334	301	27	2.25	2.56	2.81	0.40	0.50	0.59	0.119	0.164	0.277
F38	39038	5212	7417	494	27	2.03	2.33	2.21	0.40	0.40	0.47	0.074	0.108	0.130
F39	72265	9684	11065	911	30	2.15	2.55	2.73	0.40	0.50	0.56	0.035	0.067	0.127
F40	81451	8094	12799	1417	25	2.00	2.78	2.21	0.40	0.60	0.48	0.160	0.136	0.256
F41	58522	5558	5217	1097	28	2.36	2.68	2.93	0.40	0.50	0.61	0.211	0.207	0.104
MR42	27967	2695	2028	753	20	2.49	3.23	3.28	0.50	0.70	0.77	0.060	0.076	0.150
MR43	36131	4709	3548	565	24	2.79	2.96	3.07	0.60	0.60	0.68	0.127	0.099	0.105
MR44	35425	5248	2959	733	32	3.50	3.44	3.68	0.70	0.60	0.74	0.091	0.112	0.109
AB45	25922	3712	4905	465	36	3.78	3.97	3.33	0.70	0.70	0.65	0.110	0.138	0.168
AB46	36445	4097	2954	991	29	3.10	3.61	3.48	0.60	0.70	0.72	0.146	0.130	0.216
AB47	40300	5267	7602	883	34	3.68	4.14	3.53	0.70	0.80	0.69	0.107	0.151	0.190
AB48	48311	4723	4616	1250	27	2.93	3.41	3.16	0.60	0.70	0.66	0.093	0.150	0.197
AB49	122607	8341	9222	3335	28	2.54	3.10	2.72	0.50	0.60	0.57	0.061	0.086	0.098
MA50	75955	5893	5224	1881	28	2.76	3.40	3.12	0.50	0.70	0.65	0.075	0.096	0.131
MA51	82004	7746	6432	1903	33	2.95	3.50	3.20	0.50	0.60	0.63	0.071	0.107	0.081
MA53	36368	3959	3667	823	22	2.35	2.52	2.10	0.50	0.50	0.47	0.059	0.050	0.107
J54	11930	2506	4075	210	46	3.87	3.53	3.34	0.70	0.60	0.62	0.166	0.192	0.224
J55	21453	5718	4765	435	38	4.14	3.68	3.88	0.70	0.70	0.74	0.151	0.189	0.173
J56	12099	3259	2808	209	26	3.81	3.00	3.59	0.80	0.60	0.76	0.140	0.125	0.139
J57	11314	2993	3637	213	24	3.84	3.02	3.57	0.80	0.60	0.78	0.136	0.115	0.154
JL58	72732	8375	15583	1527	28	3.38	3.30	1.96	0.70	0.60	0.41	0.041	0.060	0.063

TABELA 11 - VARIAÇÃO TEMPORAL DA RIQUEZA DE ESPÉCIES DO FITOPLÂNCTON DA REPRESA DE GUARAPIRANGA 1991-92. PONTO 1.

Identificação da coleta (ID); número de espécies.coleta⁻¹: bacilariofíceas (SB); centrais (SC); penais (SP); clorococales (SCHC); volvocales (SVOL); clorofíceas (SCHL); crisofíceas (SCHR); cianofíceas (SCY); dinofíceas (SDI); euglenofíceas (SEU); zigemafíceas (SZY).

ID	SB	SC	SP	SCHC	SVOL	SCHL	SCHR	SCR	SCY	SDI	SEU	SZY
MA2	3	1	2	10	2	12	2	0	1	0	0	6
MA3	3	1	2	11	2	13	0	1	1	0	1	3
MA4	3	1	2	8	3	11	0	0	0	0	1	1
J5	4	1	3	13	3	16	1	1	1	0	0	4
J6	5	1	4	11	2	13	2	1	1	0	2	4
J7	3	1	2	10	1	11	1	1	1	0	1	2
JL8	5	2	3	4	3	7	1	0	0	0	2	1
JL9	2	0	2	3	1	4	0	3	0	0	0	0
JL10	1	0	1	4	2	6	0	1	0	0	2	0
JL11	0	0	0	0	3	3	2	2	0	0	1	0
JL12	4	1	3	7	2	9	0	2	0	0	0	0
AG13	6	2	4	12	4	16	2	1	0	0	1	1
AG14	6	2	4	4	2	6	0	3	0	1	2	1
AG15	3	1	2	5	2	7	0	0	1	0	1	0
AG16	3	1	2	18	4	22	0	1	1	0	2	1
S17	1	0	1	4	3	7	1	2	1	0	0	1
S18	3	2	1	8	2	10	1	2	0	0	0	0
S19	3	2	1	7	3	10	3	1	1	1	1	1
S20	4	3	1	6	3	9	2	1	1	0	0	0
O21	3	2	1	5	2	7	0	0	1	0	0	0
O22	3	2	1	5	1	6	1	1	1	0	1	0
O23	2	0	2	5	0	5	0	0	0	1	0	1
O24	1	0	1	6	1	7	1	1	0	0	1	1
O25	3	1	2	9	2	11	0	1	0	0	0	2
N26	2	1	1	14	3	17	0	2	1	0	0	0
N27	2	0	2	11	2	13	1	2	2	0	2	2
N28	2	0	2	10	2	12	0	1	2	0	1	1
N29	4	3	1	13	4	17	0	1	0	0	2	1
D30	3	1	2	8	0	8	0	1	1	0	3	1
D31	5	2	3	10	2	12	1	1	2	0	2	3
D32	1	0	1	5	0	5	1	1	0	0	1	2
D33	3	1	2	13	2	15	2	1	2	0	2	1
JA34	2	0	2	10	3	13	0	1	2	0	1	1
JA35	3	1	2	13	1	14	1	0	1	1	3	2
JA36	4	1	3	18	1	19	0	3	1	1	3	4
JA37	4	1	3	16	1	17	0	3	1	0	0	2
F38	3	1	2	13	2	15	0	0	3	0	2	4
F39	2	0	2	19	1	20	0	0	2	1	0	5
F40	2	0	2	16	0	16	0	3	1	0	1	2
F41	2	0	2	16	1	17	1	1	0	0	3	4
MR42	2	0	2	11	3	14	0	0	1	0	1	2
MR43	2	0	2	15	0	15	0	0	4	0	0	3
MR44	2	0	2	19	2	21	1	0	3	0	0	5
AB45	3	1	2	18	4	22	0	2	4	0	1	4
AB46	2	0	2	17	2	19	0	0	3	0	1	4
AB47	4	2	2	19	1	20	1	2	3	0	1	3
AB48	2	0	2	15	3	18	1	0	2	0	0	4
AB49	3	1	2	18	1	19	0	0	3	0	0	3
MA50	3	0	3	14	2	16	1	0	3	0	1	4
MA51	2	0	2	20	3	23	0	1	1	0	0	6
MA53	3	1	2	13	2	15	0	1	1	0	0	2
J54	6	4	2	26	2	28	3	3	4	0	0	2
J55	6	3	3	20	2	22	1	2	2	0	3	2
J56	5	4	1	11	1	12	3	2	1	0	1	2
J57	4	4	0	12	0	12	0	1	3	0	2	2
JL58	4	2	2	13	1	14	1	0	5	0	1	3

TABELA 12 - VARIAÇÃO TEMPORAL DAS CARACTERÍSTICAS DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA. REPRESA DE GUARAPIRANGA 1991-92: PONTO 4.

Identificação da coleta (ID); densidade em células.ml⁻¹ (D); bioárea em UPA.ml⁻¹ (BA); biovolume em µm³.ml⁻¹ (BV); maior dimensão linear - GALD.l⁻¹ (G); número de táxons.amostra⁻¹ (S); diversidade em bits.ml⁻¹ (H'); uniformidade (U) e taxa de alteração da comunidade entre coletas sucessivas - soma das diferenças entre amostras consecutivas.dia⁻¹ (TA).

ID	D	BA	BV	G	S	H'D	H'BA	H'BV	UD	UBA	UBV	TAD	TABA	TABV
MA2	6519	4095	3722	273	14	2.48	2.09	2.16	0.60	0.55	0.57			
MA3	2278	1399	1202	69	15	3.27	3.04	3.20	0.80	0.78	0.82	0.194	0.163	0.204
MA4	2906	837	744	64	16	3.56	2.55	3.03	0.80	0.64	0.76	0.174	0.191	0.214
J5	3377	1112	922	72	13	3.24	2.90	2.88	0.80	0.78	0.78	0.162	0.130	0.173
J6	7697	3222	2884	212	25	3.90	3.50	3.66	0.80	0.75	0.79	0.094	0.146	0.181
J7	4477	1112	958	78	15	3.28	3.16	3.31	0.80	0.81	0.87	0.143	0.136	0.174
JL8	1728	349	691	17	9	2.83	3.03	2.61	0.80	0.96	0.82	0.209	0.191	0.224
JL9	1021	427	1249	17	9	3.03	2.34	1.72	0.90	0.74	0.54	0.177	0.177	0.196
JL10	1571	273	589	16	10	3.04	2.72	2.47	0.90	0.82	0.74	0.242	0.273	0.274
JL11	1335	494	1413	22	9	2.82	2.23	1.46	0.80	0.70	0.46	0.254	0.267	0.276
JL12	1963	760	767	53	9	2.76	2.19	2.29	0.80	0.69	0.72	0.246	0.261	0.268
AG13	6519	1660	3183	103	17	3.52	3.21	2.68	0.80	0.78	0.66	0.176	0.201	0.160
AG14	6519	2074	3663	133	18	3.77	3.33	3.02	0.90	0.80	0.72	0.172	0.150	0.261
AG15	1492	546	1442	26	13	3.54	2.74	2.05	0.90	0.74	0.55	0.276	0.268	0.135
AG16	1963	657	775	42	11	3.11	2.77	2.52	0.90	0.80	0.73	0.196	0.210	0.277
S17	2278	865	2233	36	7	2.25	1.92	1.43	0.80	0.68	0.51	0.201	0.229	0.231
S18	3848	590	942	38	13	3.20	2.99	2.21	0.80	0.81	0.60	0.197	0.210	0.228
S19	5812	2533	4744	139	15	3.38	2.69	2.24	0.80	0.69	0.57	0.183	0.230	0.242
S20	5027	1918	1836	128	12	3.03	2.26	2.55	0.80	0.63	0.71	0.171	0.183	0.236
O21	3063	1238	3561	55	16	3.53	3.07	2.69	0.80	0.77	0.67	0.195	0.229	0.255
O22	3220	1325	3110	75	16	3.63	2.65	1.55	0.90	0.66	0.39	0.165	0.146	0.134
O23	628	441	3679	15	8	3.00	1.65	0.30	1.00	0.55	0.10	0.216	0.234	0.281
O24	3142	1076	1529	62	13	3.38	2.85	2.42	0.90	0.77	0.65	0.200	0.224	0.278
O25	5498	1960	6943	98	18	3.53	2.56	1.21	0.80	0.61	0.29	0.218	0.233	0.377
N26	10446	3765	12396	149	16	2.65	2.74	2.47	0.60	0.68	0.62	0.361	0.370	0.216
N27	19871	5778	20496	241	19	2.50	2.36	2.22	0.50	0.56	0.53	0.107	0.100	0.124
N28	18221	5756	16650	266	30	3.22	2.96	2.29	0.60	0.60	0.47	0.122	0.097	0.111
N29	12488	5444	20229	176	23	3.04	2.78	2.44	0.60	0.61	0.54	0.097	0.139	0.149
D30	22777	7243	24170	315	19	2.49	2.36	2.07	0.50	0.56	0.49	0.194	0.224	0.231
D31	11153	2956	9245	139	20	3.10	2.53	2.09	0.70	0.59	0.48	0.144	0.121	0.114
D32	11231	3208	7474	183	24	3.21	3.18	2.62	0.70	0.69	0.57	0.199	0.201	0.271
D33	8011	1926	6093	111	22	3.36	3.14	2.79	0.70	0.70	0.63	0.286	0.272	0.075
JA34	10092	3318	3151	288	29	4.04	3.15	3.53	0.80	0.65	0.74	0.080	0.104	0.228
JA35	9896	2884	5854	140	29	3.95	3.62	3.18	0.80	0.75	0.65	0.208	0.213	0.194
JA36	3456	754	1540	40	16	3.51	3.27	3.01	0.80	0.82	0.75	0.229	0.266	0.276
JA37	24504	3479	7246	362	25	1.76	2.69	2.94	0.30	0.58	0.63	0.257	0.244	0.370
F38	7540	1548	3070	101	25	3.80	3.82	3.13	0.80	0.82	0.67	0.260	0.210	0.190
F39	9975	2008	5164	85	23	3.55	3.22	2.02	0.70	0.71	0.45	0.171	0.137	0.113
F40	24819	5074	16159	262	24	2.77	2.96	1.93	0.60	0.65	0.42	0.130	0.103	0.140
F41	10760	1069	1200	82	19	3.25	3.44	3.25	0.70	0.81	0.77	0.248	0.280	0.133
MR42	17514	4906	5893	383	20	3.09	2.06	2.98	0.70	0.48	0.70	0.100	0.124	0.244
MR43	6597	1835	5424	90	26	3.64	3.30	2.25	0.70	0.70	0.48	0.140	0.170	0.191
MR44	6048	1424	3285	69	24	3.98	3.11	1.80	0.80	0.68	0.40	0.135	0.143	0.138
AB45	11938	3106	8259	138	24	2.94	2.27	1.18	0.60	0.50	0.26	0.201	0.240	0.268
AB46	7226	1828	3521	94	28	3.95	3.54	2.10	0.80	0.74	0.44	0.209	0.241	0.313
AB47	13273	2476	3331	126	24	3.97	3.48	3.68	0.80	0.76	0.80	0.144	0.233	0.235
AB48	25761	4953	12648	264	28	3.26	3.13	2.53	0.60	0.65	0.53	0.154	0.151	0.195
AB49	23169	5227	10416	264	24	3.03	2.61	1.79	0.60	0.57	0.39	0.103	0.149	0.228
MA50	11545	2514	4254	157	27	3.57	3.27	3.04	0.70	0.69	0.64	0.117	0.173	0.255
MA51	26782	4385	5346	253	30	3.12	2.99	2.97	0.60	0.61	0.61	0.111	0.188	0.175
MA53	21834	4377	6689	203	30	3.10	3.12	3.28	0.60	0.64	0.67	0.037	0.041	0.125
J54	10289	2797	5104	143	23	3.80	3.39	2.24	0.80	0.75	0.49	0.137	0.173	0.193
J55	15394	2799	2803	184	26	3.67	3.40	3.84	0.70	0.72	0.82	0.158	0.206	0.232
J56	10210	2957	5933	194	18	3.01	2.44	2.38	0.70	0.59	0.57	0.160	0.211	0.253
J57	6597	1746	1923	108	22	3.15	2.79	3.49	0.70	0.62	0.78	0.183	0.209	0.221
JL58	35421	6809	8538	462	30	3.86	3.60	3.42	0.70	0.73	0.70	0.038	0.046	0.050

TABELA 13 - VARIAÇÃO TEMPORAL DA RIQUEZA DE ESPÉCIES DO FITOPLÂNCTON DA REPRESA DE GUARAPIRANGA 1991-92. PONTO 4.

Identificação da coleta (ID); número de espécies.coleta⁻¹: bacilariofíceas (SB); centrais (SC); penais (SP); clorococais (SCHC); volvocais (SVOL); clorofíceas (SCHL); crisofíceas (SCHR); cianofíceas (SCY); dinofíceas (SDI); euglenofíceas (SEU); zigemafíceas (SZY).

ID	SB	SC	SP	SCHC	SVOL	SCHL	SCHR	SCRY	SCY	SDI	SEU	SZY
MA2	3	1	2	5	0	5	1	1	0	0	0	4
MA3	3	1	2	5	2	7	0	2	0	0	0	3
MA4	2	1	1	7	2	9	1	2	0	1	1	0
J5	2	1	1	4	1	5	0	2	1	0	1	2
J6	6	2	4	9	2	11	0	1	1	0	0	6
J7	3	1	2	7	1	8	0	2	1	0	0	1
JL8	1	0	1	4	1	5	0	2	0	0	1	0
JL9	1	1	0	3	3	6	1	1	0	0	0	0
JL10	0	0	0	4	3	7	0	1	0	0	2	0
JL11	1	1	0	3	1	4	2	1	0	0	1	0
JL12	3	1	2	2	1	3	1	1	0	0	0	1
AG13	4	3	1	5	3	8	0	3	0	0	1	1
AG14	4	2	2	9	1	10	0	2	1	0	1	0
AG15	4	2	2	6	2	8	0	1	0	0	0	0
AG16	1	0	1	3	1	4	1	3	0	0	0	2
S17	1	1	0	1	1	2	1	2	0	0	1	0
S18	1	0	1	4	2	6	3	3	0	0	0	0
S19	3	2	1	5	4	9	2	1	0	0	0	0
S20	2	1	1	4	2	6	2	2	0	0	0	0
O21	3	2	1	6	3	9	2	1	0	0	1	0
O22	6	4	2	5	2	7	0	2	0	1	0	0
O23	1	1	0	2	2	4	0	1	0	2	0	0
O24	2	1	1	5	3	8	0	1	0	0	1	1
O25	3	2	1	6	7	13	2	0	0	0	0	0
N26	4	3	1	6	1	7	0	1	1	1	1	1
N27	1	1	0	8	4	12	1	2	1	2	0	0
N28	6	3	3	17	2	19	2	1	1	1	0	0
N29	4	3	1	9	2	11	1	2	2	2	0	1
D30	2	1	1	8	1	9	1	2	2	1	1	1
D31	0	0	0	6	4	10	2	1	3	2	0	2
D32	5	2	3	8	2	10	0	1	2	1	1	4
D33	2	2	0	6	3	9	1	2	3	1	3	1
JA34	5	2	3	12	3	15	2	1	2	0	1	3
JA35	3	1	2	9	3	12	2	2	2	2	3	3
JA36	3	2	1	6	2	8	0	1	2	2	0	0
JA37	3	1	2	11	3	14	1	2	1	3	0	1
F38	3	2	1	12	2	14	0	2	2	3	0	1
F39	3	3	0	7	5	12	1	2	2	1	1	1
F40	2	0	2	8	3	11	1	2	2	2	3	1
F41	2	1	1	7	3	10	1	2	3	0	0	1
MR42	3	1	2	7	2	9	0	1	2	2	0	3
MR43	5	3	2	10	2	12	1	0	2	3	2	1
MR44	2	1	1	7	3	10	2	2	3	1	3	1
AB45	1	1	0	11	2	13	2	1	2	0	2	3
AB46	2	1	1	9	4	13	3	3	2	1	0	4
AB47	1	0	1	12	4	16	0	2	1	0	3	1
AB48	3	2	1	9	5	14	1	1	4	0	2	3
AB49	4	3	1	12	2	14	1	1	2	0	1	1
MA50	5	3	2	12	3	15	1	2	1	1	0	2
MA51	3	2	1	15	1	16	1	2	4	0	2	2
MA53	4	3	1	15	1	16	1	2	3	1	1	2
J54	8	5	3	11	2	13	0	1	0	0	0	1
J55	3	3	0	9	5	14	2	2	1	1	1	2
J56	5	5	0	4	3	7	1	1	1	1	2	0
J57	4	3	1	10	2	12	1	2	0	0	1	2
JL58	4	3	1	17	2	19	0	2	3	0	1	1

TABELA 14 - VARIAÇÃO TEMPORAL DA DENSIDADE DO FITOPLÂNCTON. REPRESA DE GUARAPIRANGA, 1991-92: PONTO 1.

Identificação da coleta (ID); densidade em células.ml⁻¹: densidade total(D); de centrais (DC); penais (DP); clorococales (DCHC); volvocales (DVOL); crisofíceas (DCHR); criptofíceas (DCRY); cianofíceas (DCY); dinofíceas (DDI); euglenofíceas (DEU); zigamofíceas (DZY).

ID	D	DC	DP	DCHC	DVOL	DCHR	DCRY	DCY	DDI	DEU	DZY
MA2	16026	2199	5184	5656	472	236	0	1414	0	0	865
MA3	9976	2827	2278	3379	157	0	79	550	0	79	628
MA4	6440	550	2356	2670	707	0	0	0	0	79	79
J5	14768	1806	3456	5185	1963	79	158	1100	0	0	1022
J6	10291	864	3848	3850	393	157	79	236	0	314	550
J7	9819	550	5105	2593	942	79	79	236	0	79	157
JL8	3379	236	1571	786	315	79	0	0	0	314	79
JL9	1258	0	472	236	79	0	472	0	0	0	0
JL10	1573	0	79	708	472	0	79	0	0	236	0
JL11	944	0	0	0	315	236	314	0	0	79	0
JL12	2595	158	630	1022	314	0	472	0	0	0	0
AG13	8799	1885	2592	2593	865	314	314	0	0	158	79
AG14	5896	472	2121	708	1414	0	473	0	236	236	236
AG15	2435	236	864	707	471	0	0	79	0	79	0
AG16	12727	471	1728	6048	3221	0	628	236	0	236	158
S17	2044	0	79	473	1100	79	157	79	0	0	79
S18	11702	707	79	1178	1492	7461	785	0	0	0	0
S19	5423	629	158	1258	1963	942	79	158	79	79	79
S20	4008	707	1021	1022	629	236	158	236	0	0	0
O21	2515	785	314	944	393	0	0	79	0	0	0
O22	2593	629	471	393	393	79	314	236	0	79	0
O23	4006	0	550	3299	0	0	0	0	79	0	79
O24	12018	0	158	4242	79	79	2042	0	0	79	5341
O25	4949	393	236	2278	157	0	1571	0	0	0	314
N26	11001	158	79	9821	315	0	314	314	0	0	0
N27	21366	0	236	18852	157	79	550	942	0	393	157
N28	25449	0	236	22150	550	0	550	1806	0	79	79
N29	15476	394	158	12725	471	0	79	0	0	550	1100
D30	10920	236	550	9034	0	0	471	158	0	393	79
D31	13513	157	786	7698	550	79	158	1178	0	550	2357
D32	9426	0	79	8484	0	79	393	0	0	236	157
D33	27651	79	157	8722	550	157	79	14923	0	236	2749
JA34	8879	0	3534	3379	786	0	158	785	0	79	158
JA35	10057	79	3220	2673	236	79	0	471	158	315	2827
JA36	19875	79	1571	7226	158	0	472	707	158	1179	8326
JA37	26786	79	3064	5501	79	0	236	236	0	0	17593
F38	39038	471	2200	7464	157	0	0	1178	0	157	27410
F39	72265	0	1572	17833	471	0	0	1257	158	0	50974
F40	81451	0	550	63697	0	0	473	471	0	158	16101
F41	58522	0	628	28279	158	158	79	0	0	1257	27962
MR42	27967	0	1571	17362	1807	0	0	158	0	158	6912
MR43	36131	0	5655	13118	0	0	0	1257	0	0	16101
MR44	35425	0	7854	18066	707	79	0	1649	0	0	7069
AB45	25922	158	2827	10604	393	0	157	4477	0	158	7148
AB46	36445	0	1885	26392	393	0	0	2042	0	79	5655
AB47	40300	472	1257	23569	2199	158	472	6283	0	314	5576
AB48	48311	0	472	38490	1100	79	0	5969	0	0	2201
AB49	122607	158	628	81607	314	0	0	33773	0	0	6127
MA50	75955	0	1179	37781	4242	158	0	28746	0	314	3535
MA51	82004	0	1414	47680	1021	0	158	21677	0	0	10055
MA53	36368	158	472	32674	1257	0	79	1257	0	0	472
J54	11930	287	215	9673	54	54	681	645	0	0	322
J55	21453	3221	786	14615	629	158	707	316	0	630	393
J56	12099	2749	158	5343	471	472	942	236	0	236	1492
J57	11314	3379	0	4555	0	0	79	2829	0	316	157
JL58	72732	1100	1257	34559	158	471	0	31888	0	471	2829

TABELA 15 VARIAÇÃO TEMPORAL DAS ESTRATÉGIAS ADAPTATIVAS EM DENSIDADE. 'REPRESA DE GUARAPIRANGA 1991-92. PONTO 1.

Identificação da coleta (ID); densidade em células.ml⁻¹ de organismos: com motilidade (CM); sem motilidade (SM); sem envoltório rígido (SER); com envoltório rígido (CER); da Classe 1 (C1); da Classe 2 (C2); da Classe 3 (C3); da Classe 4 (C4); nano-fitoplâncton (NA); micro-fitoplâncton (MI); macro-fitoplâncton (MA); formas coloniais ou cenobiais (COL); filamentosas (FIL) e unicelulares (UNI).

ID	CM	SM	SER	CER	C1	C2	C3	C4	NA	MI	MA	COL	FIL	UNI
MA2	708	15317	8407	7619	6834	8642	471	79	12334	3691	0	4007	157	11862
MA3	314	9662	4793	5184	4635	4556	628	157	6206	3691	79	2436	0	7540
MA4	785	5655	3456	2985	2356	3377	707	0	5027	1021	393	2513	79	3848
J5	2200	12569	9428	5341	5027	7148	1336	1257	10055	4400	314	6206	550	8013
J6	1021	9270	5107	5184	4949	4714	550	79	8013	2199	79	3456	236	6600
J7	1178	8641	4007	5812	6362	2827	315	314	8561	1257	0	3378	0	6441
JL8	708	2672	1415	1964	2121	630	550	79	2672	629	79	472	158	2750
JL9	550	708	786	472	550	629	79	0	944	314	0	550	0	708
JL10	787	786	1258	315	393	865	157	158	1257	316	0	708	0	865
JL11	944	0	629	315	393	551	0	0	944	0	0	0	0	944
JL12	786	1809	1808	788	1101	1100	394	0	1729	866	0	1179	158	1259
AG13	1651	7149	3851	4949	1965	6441	393	0	3851	4870	79	3536	785	4478
AG14	2359	3536	3067	2829	1180	4400	315	0	3302	2515	79	2279	158	3459
AG15	550	1885	1335	1100	1021	1100	314	0	1728	707	0	707	0	1728
AG16	4086	8641	10291	2435	7699	4477	550	0	11470	1257	0	4477	79	8171
S17	1336	708	1887	157	945	1100	0	0	2044	0	0	315	0	1729
S18	9739	1963	3456	8247	1963	9582	157	0	3613	8090	0	8325	0	3377
S19	3299	2123	3615	1808	1258	3928	236	0	4245	1178	0	1966	79	3379
S20	1023	2985	2044	1964	1337	2279	393	0	2123	1886	0	1807	472	1729
O21	393	2122	1416	1100	552	864	1100	0	1337	1178	0	1100	471	944
O22	864	1729	1335	1257	628	1807	157	0	1414	1178	0	785	0	1807
O23	79	3928	3456	550	2121	1886	0	0	3848	158	0	1178	0	2828
O24	2278	9740	11703	315	6049	2278	157	3534	8484	3534	0	4006	5341	2672
O25	1728	3222	4320	629	1022	2356	158	1414	2986	1963	0	1729	628	2593
N26	629	10372	10764	236	1415	4244	236	5105	5581	5420	0	8642	0	2358
N27	1257	20109	20737	629	1651	865	1650	17200	2751	18615	0	18694	158	2514
N28	1178	24271	25134	315	1651	2278	236	21284	4086	21363	0	22934	0	2515
N29	1100	14376	14374	1102	1963	1651	1494	10367	3614	11862	0	12333	1336	1807
D30	864	10056	9820	1100	708	1964	1414	6834	2672	8248	0	9034	0	1886
D31	1337	12176	11941	1572	4556	2359	1100	5498	6679	6834	0	7227	2593	3694
D32	707	8719	9034	393	629	1100	79	7618	1414	8012	0	7697	79	1651
D33	1100	26551	27180	471	3614	4952	1729	17357	8566	19085	0	23093	2749	1809
JA34	1022	7857	5266	3613	2358	5108	157	1257	4245	4635	0	2593	393	5893
JA35	787	9270	6443	3614	2670	4243	3064	79	7465	2592	0	786	3142	6129
JA36	2202	17673	17047	2828	11702	6679	708	785	17833	2042	0	3770	9268	6837
JA37	1963	24822	23643	3142	23014	3536	157	79	24585	2201	0	2278	18457	6050
F38	314	38724	36210	2828	33851	4558	628	0	38330	708	0	3064	27253	8720
F39	629	71636	70693	1572	58437	10450	2985	393	70927	1338	0	6835	53093	12337
F40	631	80820	80742	708	70766	5422	79	5184	75637	5813	0	11075	15866	54510
F41	1651	56870	56478	2043	51288	7076	158	0	57263	1258	0	4009	27489	27023
MR42	1965	26002	26239	1729	22545	5423	0	0	26317	1651	0	5030	6833	16104
MR43	0	36131	30476	5655	27961	8013	157	0	33853	2278	0	6285	15944	13902
MR44	785	34639	27492	7933	24348	11076	0	0	30319	5105	0	6834	7461	21130
AB45	708	25213	22779	3143	18223	7383	236	79	24507	1414	0	5891	9974	10056
AB46	471	35973	34481	1963	25840	10604	0	0	33617	2827	0	11311	5027	20107
AB47	3143	37157	38100	2201	25449	13122	1729	0	38335	1965	0	15869	9740	14691
AB48	1179	47132	47760	550	29220	18775	316	0	46187	2123	0	19404	6440	22466
AB49	314	122293	121821	786	87573	32992	0	2042	118364	4243	0	34953	37700	49954
MA50	4792	71162	74304	1651	52782	22937	236	0	74539	1416	0	21836	30159	23959
MA51	1179	80826	80591	1414	55688	26080	79	158	79410	2594	0	26629	30788	24587
MA53	1336	35032	35739	630	16418	19872	0	79	34640	1729	0	21678	314	14376
J54	788	11142	11375	555	4424	6968	412	125	11124	806	0	6843	896	4192
J55	2123	19330	16817	4636	7624	13277	394	158	16737	4638	79	8881	236	12335
J56	2121	9977	8484	3614	5733	5893	236	236	9192	2749	158	2828	1492	7778
J57	394	10920	7620	3694	4871	4950	393	1100	6995	4320	0	2906	3065	5344
JL58	1100	71632	69434	3299	52939	9897	628	9268	60793	11939	0	17594	33615	21523

TABELA 16 - VARIAÇÃO TEMPORAL DO BIOVOLUME DO FITOPLÂNCTON. REPRESA DE GUARAPIRANGA, 1991-92: PONTO 1

Identificação da coleta (ID); biovolume em $\mu\text{m}^3 \cdot \text{l}^{-1}$ da amostra (BV); de centrais (BC); de penais (BP); de clorococales (BCHC); de volvocales (BVO); de crisofíceas (BCHR); de criptofíceas (BCRY); de cianofíceas (BCY); de euglenofíceas (BEU); de zignemafíceas (BZY).

ID	BV	BC	BP	BCHC	BVO	BCHR	BCRY	BCY	BDI	BEU	BZY
MA2	4418	729	245	954	116	51	0	1626	0	0	697
MA3	2900	937	184	640	294	0	7	40	0	46	751
MA4	3224	182	628	775	1564	0	0	0	0	46	29
J5	6146	598	572	2442	726	54	15	1265	0	0	475
J6	2262	286	253	990	69	39	7	0	0	100	518
J7	1901	182	171	992	11	21	7	271	0	18	228
JL8	3959	1202	167	34	2077	54	0	0	0	304	120
JL9	552	0	213	189	46	0	103	0	0	0	0
JL10	4519	0	3	220	4170	0	1	0	0	126	0
JL11	276	0	0	0	101	60	68	0	0	46	0
JL12	2104	1176	231	525	140	0	32	0	0	0	0
AG13	3925	885	1686	664	344	107	29	0	0	182	29
AG14	3885	1280	1175	156	651	0	110	0	113	207	193
AG15	1257	78	275	485	232	0	0	0	0	186	0
AG16	3147	156	62	1670	865	0	10	271	0	111	0
S17	607	0	3	27	512	21	9	6	0	0	30
S18	6477	221	3	556	561	5100	37	0	0	0	0
S19	2494	182	3	648	980	571	7	12	38	46	8
S20	3844	2459	677	307	244	126	15	17	0	0	0
O21	5014	3617	208	1033	150	0	0	6	0	0	0
O22	1047	182	312	155	231	54	5	17	0	90	0
O23	589	0	31	504	0	0	0	0	38	0	17
O24	6091	0	5	4262	6	9	1203	0	0	90	516
O25	3260	260	14	2021	12	0	925	0	0	0	28
N26	7089	26	3	6867	25	0	146	23	0	0	0
N27	22646	0	24	21364	450	44	207	30	0	382	146
N28	32093	0	14	24658	6028	0	51	1266	0	46	29
N29	23166	1242	105	19234	2240	0	1	0	0	239	106
D30	10181	39	24	9472	0	0	278	0	0	338	29
D31	8608	31	170	7581	122	14	93	4	0	182	410
D32	9319	0	9	8996	0	54	6	0	0	139	115
D33	26054	13	21	8201	81	86	1	17166	0	219	266
JA34	2640	0	374	1907	120	0	3	92	0	130	15
JA35	4639	27	305	676	139	10	0	7	76	414	2986
JA36	5293	27	106	3274	93	0	60	11	76	794	852
JA37	3334	27	135	1001	444	0	17	0	0	0	1709
F38	7417	3513	84	857	52	0	0	41	0	132	2737
F39	11065	0	64	3090	35	0	0	14	76	0	7787
F40	12799	0	31	11032	0	0	60	1	0	93	1583
F41	5217	0	53	1880	12	42	1	0	0	366	2863
MR42	2028	0	161	978	76	0	0	0	0	93	719
MR43	3548	0	338	1443	0	0	0	60	0	0	1707
MR44	2959	0	591	1524	28	10	0	20	0	0	786
AB45	4905	4	130	1512	2002	0	93	175	0	182	808
AB46	2954	0	152	2044	24	0	0	44	0	46	645
AB47	7602	2396	106	3741	25	131	20	67	0	361	755
AB48	4616	0	41	3980	52	65	0	89	0	0	388
AB49	9222	52	46	8150	23	0	0	172	0	0	779
MA50	5224	0	81	3877	302	42	0	60	0	185	677
MA51	6432	0	124	4839	61	0	93	36	0	0	1279
MA53	3667	54	41	3330	83	0	7	93	0	0	60
J54	4075	1354	11	2466	3	46	87	27	0	0	82
J55	4765	1120	142	2803	37	131	17	12	0	399	103
J56	2808	889	227	944	5	99	33	271	0	139	201
J57	3637	1330	0	1324	0	0	7	552	0	274	149
JL58	15583	312	66	14000	2	390	0	181	0	278	354

TABELA 17 - VARIAÇÃO TEMPORAL DAS ESTRATÉGIAS ADAPTATIVAS EM BIOVOLUME. REPRESA DE GUARAPIRANGA 1991-92. PONTO 1.

Identificação da coleta (ID); biovolume em $\mu\text{m}^3 \cdot \text{l}^{-1}$ de organismos: com motilidade (BCM); sem motilidade (BSM); sem envoltório rígido (BSER); com envoltório rígido (BCER); da Classe 1 (BC1); da Classe 2 (BC2); da Classe 3 (BC3); da Classe 4 (BC4); nano-fitoplâncton (BNA); micro-fitoplâncton (BMI); macro-fitoplâncton (BMA); formas coloniais ou cenobiais (BCOL); filamentosas (BFIL) e unicelulares (BUNI).

ID	BCM	BSM	BSER	BCER	BC1	BC2	BC3	BC4	BNA	BMI	BMA	BCOL	BFIL	BUNI
MA2	167	4251	3393	1025	211	3330	787	90	2947	1471	0	2149	13	2256
MA3	348	2552	1733	1167	166	1393	1160	181	898	1888	113	897	0	2003
MA4	1610	1614	2368	856	81	1000	2144	0	1133	1527	564	507	17	2699
J5	794	5352	4922	1224	270	2085	2344	1446	3018	2677	451	3752	53	2341
J6	230	2032	1585	678	182	1246	744	90	1025	1125	113	889	0	1373
J7	57	1844	1509	392	198	616	726	361	1112	789	0	707	0	1194
JL8	2435	1524	2489	1470	58	250	1667	1983	473	3373	113	2064	1176	718
JL9	150	402	339	213	21	375	156	0	344	208	0	397	0	155
JL10	4297	222	4391	129	12	276	246	3985	532	3988	0	4202	0	318
JL11	276	0	169	107	30	246	0	0	276	0	0	0	0	276
JL12	171	1933	696	1408	61	437	1606	0	518	1585	0	479	1176	449
AG13	661	3264	1066	2859	120	3265	541	0	1290	2523	113	1955	520	1450
AG14	1081	2804	1222	2662	44	2461	1379	0	1133	2639	113	1122	1176	1586
AG15	418	839	903	353	45	597	615	0	828	429	0	469	0	787
AG16	986	2161	2818	329	387	2062	698	0	2866	281	0	1698	17	1432
S17	541	66	583	24	38	568	0	0	607	0	0	16	0	591
S18	5698	780	1154	5323	83	5990	404	0	1169	5308	0	5317	0	1160
S19	1645	849	1692	802	71	1953	470	0	1821	673	0	1095	8	1391
S20	384	3460	583	3261	91	1213	2540	0	613	3232	0	1039	2377	429
O21	150	4864	1189	3825	40	451	4523	0	1099	3915	0	1230	3513	272
O22	380	667	409	639	28	839	181	0	415	633	0	482	0	565
O23	38	551	558	31	137	452	0	0	571	18	0	282	0	307
O24	1308	4783	5986	104	556	1259	211	4066	2025	4066	0	4236	516	1339
O25	937	2323	2985	274	69	1251	314	1626	1363	1897	0	1968	283	1009
N26	171	6918	7060	29	82	802	332	5873	1081	6008	0	6651	0	439
N27	1101	21545	22217	429	77	379	2404	19786	1213	21433	0	21367	35	1245
N28	6125	25968	32033	60	71	1588	271	30163	1921	30172	0	31764	0	329
N29	2480	20686	21581	1585	146	545	8655	13819	1494	21672	0	20724	1300	1142
D30	616	9565	9800	381	20	673	1627	7861	929	9251	0	9472	0	709
D31	411	8197	8211	398	284	735	1265	6324	1973	6635	0	7562	387	658
D32	199	9121	9118	201	17	431	108	8764	382	8937	0	8817	8	494
D33	406	25648	25887	167	321	3787	1979	19967	4196	21858	0	25259	266	530
JA34	252	2388	2136	504	72	902	220	1446	741	1900	0	1715	67	858
JA35	638	4001	4069	570	138	808	3602	90	4179	461	0	282	3055	1302
JA36	1080	4214	4366	927	916	2011	1463	903	4113	1181	0	2710	1052	1532
JA37	537	2797	3172	162	1871	838	534	90	2606	727	0	697	1901	736
F38	184	7233	3688	3729	2749	979	3689	0	3882	3535	0	664	6101	652
F39	110	10954	11001	64	4830	2368	3414	452	10525	539	0	2018	8237	810
F40	153	12647	12676	124	5406	1341	90	5963	6772	6027	0	7138	1533	4129
F41	422	4796	4756	461	3354	1681	182	0	4860	358	0	792	2656	1769
MR42	169	1859	1773	254	821	1207	0	0	1863	165	0	799	690	539
MR43	0	3548	3210	338	1839	1462	246	0	3099	449	0	1267	1589	692
MR44	38	2921	2357	601	1053	1905	0	0	2381	577	0	1022	819	1118
AB45	2276	2629	4589	315	1048	1536	338	1983	2680	2225	0	3066	842	997
AB46	70	2884	2756	198	855	2099	0	0	2685	270	0	1832	436	687
AB47	537	7065	4608	2994	762	2818	4022	0	4932	2670	0	3666	2825	1111
AB48	117	4499	4509	106	687	3434	495	0	4122	494	0	3398	160	1058
AB49	23	9199	9124	99	1387	5486	0	2349	6581	2641	0	7396	608	1219
MA50	563	4662	4916	309	878	3949	397	0	4830	394	0	3383	343	1499
MA51	153	6278	6308	124	1510	4620	120	182	5791	641	0	4247	916	1268
MA53	90	3577	3572	96	469	3108	0	90	3457	210	0	3227	30	410
J54	136	3940	2664	1411	191	1879	1796	210	2238	1837	0	2084	1377	614
J55	584	4181	3014	1751	234	3750	599	182	3048	1604	113	2377	112	2276
J56	277	2532	1454	1354	298	1923	317	271	1414	1168	227	993	189	1627
J57	282	3355	2033	1604	114	1776	482	1265	913	2724	0	1702	478	1456
JL58	670	14914	14537	1047	872	3327	723	10661	4204	11379	0	13783	512	1288

TABELA 18 - VARIAÇÃO TEMPORAL DA DENSIDADE DO FITOPLÂNCTON. REPRESA DE GUARAPIRANGA, 1991-92: PONTO 4.

Densidade em células.ml⁻¹:densidade total (D); de centrais (DC); de penais (DP); clorococais (DCHC); volvocais (DVOL); crisofíceas (DCHR); criptofíceas (DCRY); cianofíceas (DCY); dinofíceas (DDI); euglenofíceas (DEU); zigemafíceas (DZY).

ID	D	DC	DP	DCHC	DVOL	DCHR	DCRY	DCY	DDI	DEU	DZY
MA2	6519	3377	785	1335	0	79	628	0	0	0	314
MA3	2278	471	157	471	157	0	785	0	0	0	236
MA4	2906	628	471	942	236	79	314	0	79	157	0
J5	3377	550	942	785	0	0	550	236	0	157	157
J6	7697	1178	2042	2592	393	0	393	393	0	0	707
J7	4477	314	1571	1335	157	0	707	314	0	0	79
JL8	1728	0	79	550	236	0	785	0	0	79	0
JL9	1021	236	0	236	236	157	157	0	0	0	0
JL10	1571	0	0	628	550	0	79	0	0	314	0
JL11	1335	314	0	550	79	157	157	0	0	79	0
JL12	1963	79	236	550	550	79	157	0	0	0	314
AG13	6519	864	550	2278	2042	0	628	0	0	79	79
AG14	6519	864	1335	1257	864	0	785	550	0	864	0
AG15	1492	314	236	707	157	0	79	0	0	0	0
AG16	1963	0	79	393	550	79	707	0	0	0	157
S17	2278	471	0	79	314	157	1178	0	0	79	0
S18	3848	0	157	471	1571	314	1335	0	0	0	0
S19	5812	1728	79	864	1649	1257	236	0	0	0	0
S20	5027	1414	236	864	1257	314	942	0	0	0	0
O21	3063	550	393	628	628	157	628	0	0	79	0
O22	3220	1100	314	864	314	0	471	0	157	0	0
O23	628	79	0	157	157	0	79	0	157	0	0
O24	3142	471	236	1492	628	0	157	0	0	79	79
O25	5498	707	157	785	2985	864	0	0	0	0	0
N26	10446	550	79	8954	393	0	157	79	79	79	79
N27	19871	236	0	13273	5262	471	236	79	314	0	0
N28	18221	550	550	15472	707	471	79	157	236	0	0
N29	12488	236	157	9503	942	79	236	628	628	0	79
D30	22777	314	157	13195	157	79	2278	6283	79	157	79
D31	11153	0	0	8011	707	157	236	1100	157	0	785
D32	11231	236	314	4320	393	0	79	1806	79	79	3927
D33	8011	550	0	2985	628	79	157	864	79	236	2435
JA34	10092	471	1178	2042	628	471	393	2003	0	79	2827
JA35	9896	236	157	3220	393	707	1100	3220	314	314	236
JA36	3456	393	79	864	550	0	864	550	157	0	0
JA37	24504	79	157	3691	393	157	942	236	236	0	18614
F38	7540	157	1100	2435	628	0	393	550	314	0	1963
F39	9975	314	0	4006	1178	79	3770	157	236	79	157
F40	24819	0	393	15865	1257	157	707	628	707	550	4555
F41	10760	79	157	6754	1178	157	785	1414	0	0	236
MR42	17514	79	1571	7383	4555	0	157	550	236	0	2985
MR43	6597	236	393	4477	236	79	0	314	393	236	236
MR44	6048	236	157	3534	471	236	236	550	157	314	157
AB45	11938	79	0	9817	550	157	79	550	0	393	314
AB46	7226	157	79	4006	393	393	393	1335	157	0	314
AB47	13273	0	79	7854	2121	0	785	864	0	1178	393
AB48	25761	314	157	16336	1492	157	550	5890	0	314	550
AB49	23169	2985	79	17357	157	157	471	1571	0	314	79
MA50	11545	1728	157	6754	550	79	864	1100	79	0	236
MA51	26782	393	707	19871	0	79	785	3927	0	628	393
MA53	21834	707	79	18143	0	157	864	1414	79	236	157
J54	10289	1571	707	7304	393	0	157	0	0	0	157
J55	15394	1649	0	7147	4634	314	628	628	79	157	157
J56	10210	4712	0	2592	2199	79	236	157	79	157	0
J57	6597	1335	79	4555	79	79	157	0	0	157	157
JL58	35421	2435	628	22855	157	0	236	4555	0	942	3613

TABELA 19 - VARIAÇÃO TEMPORAL DAS ESTRATÉGIAS ADAPTATIVAS EM DENSIDADE. REPRESA DE GUARAPIRANGA 1991-92. PONTO 4.

Identificação da coleta (ID); densidade em células.ml⁻¹ de organismos: com motilidade (CM); sem motilidade (SM); sem envoltório rígido (SER); com envoltório rígido (CER); da Classe 1 (C1); da Classe 2 (C2); da Classe 3 (C3); da Classe 4 (C4); nano-fitoplâncton (NA); micro-fitoplâncton (MI); macro-fitoplâncton (MA); formas coloniais ou cenobiais (COL); filamentosas (FIL) e unicelulares (UNI).

ID	CM	SM	SER	CER	C1	C2	C3	C4	NA	MI	MA	COL	FIL	UNI
MA2	707	5812	2278	4241	707	5184	628	0	2827	3534	157	1178	0	5341
MA3	1021	1257	1571	707	393	1492	393	0	1492	707	79	393	0	1885
MA4	864	2042	1414	1492	1100	1728	79	0	2042	864	0	314	0	2592
J5	707	2670	1885	1492	1649	1492	236	0	2670	707	0	628	0	2749
J6	942	6754	4084	3613	3770	2985	942	0	5341	2121	236	1571	79	6048
J7	864	3613	2435	2042	2592	1728	157	0	3927	550	0	1021	314	3142
JL8	1178	550	1649	79	628	942	157	0	1728	0	0	236	0	1492
JL9	628	393	550	471	157	550	314	0	785	236	0	157	236	628
JL10	942	628	1100	471	471	1021	79	0	1492	79	0	550	0	1021
JL11	471	864	785	550	79	864	393	0	942	393	0	79	314	942
JL12	785	1178	1571	393	864	942	157	0	1649	157	157	236	0	1728
AG13	2749	3770	4712	1806	1728	3848	942	0	4320	2199	0	1963	314	4241
AG14	2513	4006	3534	2985	1806	4084	628	0	4477	2042	0	1963	314	4241
AG15	236	1257	864	628	471	707	314	0	1021	471	0	628	236	628
AG16	1335	628	1806	157	550	1257	157	0	1571	314	79	0	0	1963
S17	1728	550	1649	628	236	1492	550	0	1806	471	0	0	471	1806
S18	3220	628	2749	1100	1963	1885	0	0	3691	157	0	393	157	3299
S19	3299	2513	1806	4006	1806	3063	942	0	2749	3063	0	1806	785	3220
S20	2513	2513	2827	2199	1021	4006	0	0	3299	1728	0	1178	0	3848
O21	1571	1492	1571	1492	707	1571	785	0	1885	1178	0	785	471	1806
O22	942	2278	1649	1571	942	1492	785	0	1728	1492	0	628	707	1885
O23	393	236	393	236	236	314	0	79	314	314	0	79	0	550
O24	1100	2042	2356	785	1100	1257	785	0	1649	1492	0	1178	0	1963
O25	3848	1649	2199	3299	3534	1571	79	314	3848	1649	0	1728	0	3770
N26	707	9739	9346	1100	628	707	9032	79	1178	9268	0	8954	236	1257
N27	6283	13587	18928	942	6283	1021	12252	314	6990	12881	0	13587	0	6283
N28	1492	16729	16101	2121	1806	3377	13038	0	4084	14059	79	14766	393	3063
N29	1885	10603	12017	471	942	1963	9111	471	2749	9739	0	9346	314	2827
D30	2827	19949	22070	707	3299	1257	18064	157	4634	17986	157	18064	0	4712
D31	1257	9896	10446	707	2670	2042	6440	0	4477	6676	0	8011	707	2435
D32	628	10603	10289	942	1414	5341	4477	0	6519	4634	79	5027	3848	2356
D33	1257	6754	6912	1100	3691	864	3456	0	4869	3142	0	2985	2906	2121
JA34	1571	8522	7501	2592	6008	2670	1414	0	7736	1806	550	1963	4202	3927
JA35	2827	7069	8482	1414	2827	3613	3456	0	5733	4163	0	4398	314	5184
JA36	1571	1885	2827	628	1100	1885	471	0	3142	314	0	314	157	2985
JA37	1806	22698	23641	864	19556	3691	1178	79	23326	1178	0	2278	19635	2592
F38	1335	6205	6205	1335	4320	2592	550	79	7304	236	0	1414	1963	4163
F39	5341	4634	9268	707	6283	3299	157	236	9503	471	0	1178	79	8718
F40	3456	21363	23169	1649	20028	3691	393	707	23483	1021	314	1492	4869	18457
F41	2121	8639	9268	1492	8168	2592	0	0	10524	236	0	1335	707	8718
MR42	4948	12566	11153	6362	12959	2513	1963	79	16101	157	1257	1492	2985	13038
MR43	942	5655	5576	1021	3927	2121	236	314	6048	393	157	1178	314	5105
MR44	1414	4634	4791	1257	3691	2199	0	157	5498	550	0	1178	314	4555
AB45	1178	10760	10996	942	3220	2199	6519	0	5655	6283	0	7304	314	4320
AB46	1335	5890	6362	864	4320	2670	79	157	6676	471	79	1492	1021	4712
AB47	4084	9189	11231	2042	6833	5576	864	0	12488	785	0	3299	314	9660
AB48	2513	23248	24347	1414	16336	6990	2199	236	24583	1021	157	7618	5105	13038
AB49	1100	22070	19478	3691	12095	8875	2199	0	19949	3220	0	7147	3456	12566
MA50	1649	9896	9346	2199	5655	5576	236	79	9739	1728	79	2827	2749	5969
MA51	1492	25290	25604	1178	16729	9346	707	0	25604	1178	0	8168	3299	15315
MA53	1414	20420	20656	1178	11231	9503	1021	79	20499	1335	0	8247	628	12959
J54	785	9503	7618	2670	5262	3927	1100	0	8090	2199	0	3377	1178	5733
J55	5812	9582	12488	2906	9817	5419	157	0	13666	1728	0	2513	314	12566
J56	2749	7461	4791	5419	5027	4477	628	79	5576	4634	0	157	3848	6205
J57	471	6126	4869	1728	3927	2278	393	0	5105	1492	0	785	157	5655
JL58	1335	34086	31259	4163	17907	14608	2906	0	30316	5105	0	13116	5262	17043

TABELA 21 - VARIAÇÃO TEMPORAL DAS ESTRATÉGIAS ADAPTATIVAS EM BIOVOLUME. REPRESA DE GUARAPIRANGA 1991-92. PONTO 4.

Identificação da coleta (ID); biovolume em $\mu\text{m}^3 \cdot \text{L}^{-1}$ de organismos: com motilidade (BCM); sem motilidade (BSM); sem envoltório rígido (BSER); com envoltório rígido (BCER); da Classe 1 (BC1); da Classe 2 (BC2); da Classe 3 (BC3); da Classe 4 (BC4); nano-fitoplâncton (BNA); micro-fitoplâncton (BMI); macro-fitoplâncton (BMA); formas coloniais ou cenobiais (BCOL); filamentosas (BFIL) e unicelulares (BUNI).

ID	BCM	BSM	BSER	BCER	BC1	BC2	BC3	BC4	BNA	BMI	BMA	BCOL	BFIL	BUNI
MA2	1461	2261	2304	1418	1394	684	1645	0	2230	1492	0	1801	226	1696
MA3	643	559	1002	199	213	432	557	0	702	500	0	135	113	954
MA4	440	304	345	399	307	347	90	0	385	359	0	151	0	593
J5	561	361	667	255	271	295	357	0	433	489	0	268	0	655
J6	742	2141	2295	589	589	914	1380	0	2055	828	0	676	338	1870
J7	277	682	759	199	233	514	210	0	612	347	0	356	2	600
JL8	547	144	688	3	18	344	329	0	691	0	0	83	0	608
JL9	397	852	397	851	12	989	248	0	452	797	0	55	797	397
JL10	340	249	441	147	33	399	156	0	584	4	0	244	0	344
JL11	221	1192	214	1199	4	1318	90	0	346	1067	0	28	1062	323
JL12	411	356	662	106	102	665	0	0	675	93	0	79	226	463
AG13	1305	1878	2555	627	267	1633	1283	0	1392	1790	0	1710	0	1473
AG14	1325	2338	1379	2285	338	2806	520	0	1336	2327	0	1143	1062	1458
AG15	17	1424	471	970	30	1107	305	0	519	923	0	542	797	102
AG16	532	243	747	29	17	677	81	0	688	87	0	0	113	663
S17	634	1599	559	1674	17	2134	81	0	639	1594	0	0	1594	639
S18	868	74	785	157	148	794	0	0	874	68	0	114	35	793
S19	1948	2796	981	3763	509	3739	496	0	1053	3691	0	776	2656	1312
S20	1594	242	1043	793	637	1199	0	0	1068	768	0	429	0	1407
O21	1485	2076	1552	2009	51	2303	1207	0	652	2909	0	925	1594	1043
O22	319	2791	366	2743	148	2871	90	0	337	2773	0	256	2390	463
O23	3656	23	90	3589	47	80	0	3551	79	3600	0	6	0	3673
O24	447	1082	1292	237	270	338	921	0	401	1128	0	935	0	594
O25	6762	181	5987	956	364	842	90	5647	395	6548	0	6475	0	468
N26	1454	10943	11377	1019	138	943	10119	1197	279	12118	0	10111	797	1488
N27	5867	14629	20062	435	537	402	14555	5002	1612	18884	0	16344	0	4153
N28	466	16184	15949	701	291	1387	14973	0	1240	15410	0	15937	199	514
N29	7662	12568	20095	135	121	540	12387	7182	576	19654	0	12402	69	7758
D30	686	23485	23897	274	52	668	20953	2498	1689	22457	25	23257	226	688
D31	466	8778	8885	360	163	1516	7566	0	1855	7390	0	8721	59	465
D32	129	7345	7095	379	128	2387	4960	0	2421	5053	0	5224	1710	540
D33	611	5482	4269	1823	307	1931	3854	0	1563	4529	0	3571	1795	727
JA34	674	2477	2595	555	345	1784	1022	0	2202	924	25	1544	1125	482
JA35	1581	4272	4816	1038	208	1382	4264	0	1711	4143	0	4428	59	1367
JA36	390	1149	871	669	42	1088	409	0	861	678	0	102	531	906
JA37	3651	3594	4116	3130	1814	872	1868	2692	3523	3723	0	1838	1767	3641
F38	1736	1334	2714	357	260	792	821	1197	1720	1350	0	586	163	2322
F39	4271	893	4741	423	230	1262	81	3591	1275	3889	0	343	266	4556
F40	14187	1972	10628	5531	731	1533	133	13762	2236	13922	0	502	898	14759
F41	355	846	1026	174	551	650	0	0	1181	19	0	363	124	713
MR42	2070	3823	5012	881	684	2493	1519	1197	4695	1198	0	1251	2084	2558
MR43	4441	983	5163	261	117	847	142	4318	1100	4318	6	338	262	4823
MR44	2723	563	3004	281	270	621	0	2394	787	2498	0	370	48	2868
AB45	519	7740	7999	260	164	633	7462	0	1184	7075	0	7371	48	840
AB46	2690	831	3276	245	210	914	2	2394	965	2555	0	558	150	2813
AB47	1246	2085	2461	870	323	1939	1069	0	2900	431	0	1312	69	1950
AB48	5899	6748	12400	247	306	2647	3618	6076	6100	6548	0	5069	246	7333
AB49	532	9885	3044	7372	468	9708	240	0	3208	7208	0	2498	6978	940
MA50	1756	2498	3133	1121	109	2607	341	1197	2009	2245	0	1110	1163	1981
MA51	1117	4228	4477	869	279	4115	951	0	3518	1828	0	2996	858	1491
MA53	1846	4843	5444	1245	209	4036	1247	1197	4039	2650	0	3347	798	2544
J54	226	4878	1482	3622	253	4851	0	0	1407	3697	0	1126	3343	634
J55	1717	1087	1790	1013	1007	1306	490	0	1616	1187	0	634	163	2006
J56	1770	4162	3856	2077	609	1708	2418	1197	618	5314	0	2356	1594	1983
J57	557	1366	1070	854	645	646	632	0	704	1219	0	742	272	909
JL58	1098	7440	7137	1401	1465	3686	3388	0	4531	4007	0	6315	638	1586

TABELA 22 - CORRELAÇÕES: VARIÁVEIS ABIÓTICAS E CARACTERÍSTICAS DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DO PONTO 1 - REPRESA DE GUARAPIRANGA 1991-92.

Variáveis abióticas: velocidade média do vento (W); radiação solar (RAD); insolação (INS); precipitação (P); elevação (ELE); deficiência hídrica do solo (DEF); volume (VOL); excedente hídrico (EXC); temperatura da água (TAG); profundidade (PROF); transparência (SEC); cor (COR); turbidez (TUR); condutividade (CON); pH (pH); oxigênio dissolvido (OD); demanda bioquímica de oxigênio (DBO); alcalinidade (ALC); dureza (DUR); sólidos totais em suspensão (SOT); fósforo solúvel reativo (PO4); fósforo total (PT); amônio (NH₄); nitrato (NO₃); sulfato (SO₄); cloro (Cl); alumínio (Al); cálcio (Ca); cobre (Cu); ferro (Fe); potássio (K); magnésio (Mg); manganês (Mn); sódio (Na); silício (Si) e zinco (Zn); sulfatação no dia anterior (SDA); sulfatação no dia da coleta (SD); ponto 1 (P1); ponto 4 (P4).

Variáveis do fitoplâncton: densidade em células (DC); densidade em organismos (DO); bioárea (BA); biovolume (BV); GALD (G); número de táxons (S); diversidade (H); uniformidade (U) e taxa de alteração comunidade entre coletas sucessivas.dia⁻¹ (TA)

PI	D	DO	G	SG	BA	BV	S	H'D	UD	H'BA	UBA	H'BV	UBV	TAD	TABA	TABV
W	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	-0.3171 0.0198
RAD	N	N	N	N	N	0.4601 0.0006	N	-0.4706 0.0005	-0.4719 0.0005	-0.5346 0.0001	-0.5295 0.0001	-0.4493 0.0009	-0.4648 0.0006	N	N	N
INS	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
P	N	N	N	N	N	N	N	-0.46 0.0007	-0.476 0.0004	-0.421 0.0018	-0.501 0.0002	-0.2706 0.0148	-0.2728 0.0431	N	N	N
ELE	N	N	N	N	N	-0.316 0.0191	N	N	N	0.3288 0.5261	0.5261 0.0001	N	0.3612 0.0074	N	N	N
DEF	N	0.3097 0.0216	0.2915 0.0306	N	N	N	0.348 0.0099	0.4391 0.0011	N	0.4711 0.0005	0.2817 0.0367	-0.3762 0.0053	N	-0.2841 0.0368	N	N
VOL	N	N	N	N	N	-0.3172 0.0186	N	N	N	0.3286 0.0148	0.5262 0.0001	N	0.3634 0.007	N	N	N
EXC	N	N	N	N	N	N	N	-0.2817 0.0367	-0.301 0.0256	-0.3143 0.0198	-0.3711 0.0059	N	N	N	N	N
TAG	0.5552 0	0.4527 0.0008	0.5061 0.0002	0.5356 0.0001	0.5041 0.0002	0.4598 0.0007	0.3342 0.0141	-0.4396 0.0012	-0.7131 0	-0.2434 0.0737	-0.5496 0.0001	N	-0.3076 0.0226	N	N	N
PRO	N	N	N	N	N	-0.288 0.0324	N	N	N	0.2647 0.0496	0.3871 0.0041	0.3188 0.0181	0.4107 0.0023	N	N	N
SEC	-0.609 0	-0.5638 0	-0.567 0	-0.621 0	-0.415 0.0021	N	-0.294 0.029	0.3325 0.0137	0.4849 0.0003	N	N	N	N	0.4734 0.0005	0.4176 0.0021	0.344 0.0115
COR	N	N	N	N	N	N	N	N	N	-0.296 0.0298	-0.385 0.0047	-0.284 0.0352	-0.3537 0.0087	-0.285 0.0382	-0.312 0.0232	N
TUR	0.4057 0.0029	0.4104 0.0023	0.3846 0.0047	0.4308 0.0015	0.3155 0.0204	N	N	N	N	N	N	N	N	-0.355 0.0098	N	N
CON	0.5224 0.0001	0.4681 0.0005	0.5527 0	0.5148 0.0002	0.3232 0.0176	N	0.3825 0.0049	N	-0.366 0.0071	N	N	N	N	-0.348 0.0113	-0.452 0.001	-0.319 0.0191
pH	0.4418 0.0012	0.393 0.0036	0.4371 0.0013	0.4317 0.0015	0.3197 0.0188	N	0.3928 0.0039	N	-0.304 0.0255	N	N	N	N	N	N	N
OD	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
DBO	0.3059 0.0289	N	0.2746 0.0499	0.3036 0.0301	0.2928 0.0365	N	N	-0.311 0.0262	-0.375 0.0075	N	N	N	N	N	N	N
ALC	0.744 0	0.7247 0	0.7735 0	0.7725 0	0.5758 0.0001	N	0.6286 0	N	-0.4035 0.0052	0.3318 0.0215	N	0.4136 0.0022	N	-0.4692 0.0012	-0.4793 0.0009	-0.412 0.0025
DUR	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
PO4	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
POT	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
SOT	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
NH4	0.3633 0.0076	0.3176 0.0196	0.3956 0.0037	0.3918 0.004	N	N	N	N	-0.332 0.0148	N	N	N	N	-0.39 0.0045	-0.467 0.0007	-0.3719 0.0068
NO3	N	N	N	-0.27 0.0472	N	N	N	N	0.301 0.027	N	N	N	N	N	N	N
SO4	0.4844 0.0004	0.3752 0.0054	0.4474 0.001	0.4606 0.0007	0.4292 0.0016	0.4048 0.0029	0.2731 0.0448	-0.2767 0.042	-0.4307 0.0016	N	-0.4578 0.0008	N	-0.3265 0.0155	N	-0.3716 0.0068	-0.3446 0.0113
Ca	0.6486 0	0.617 0	0.6431 0	0.638 0	0.4714 0.0005	0.3012 0.0269	0.4991 0.0002	N	-0.4898 0.0003	N	-0.2753 0.0431	N	N	-0.4116 0.0027	-0.4284 0.0018	-0.2831 0.0375
Cl	N	N	N	N	N	0.2825 0.0379	N	N	N	-0.4078 0.0027	-0.4095 0.0026	-0.4209 0.0018	-0.3737 0.0056	N	N	N
Al	N	N	N	N	N	N	-0.2752 0.0432	N	N	N	0.2753 0.0431	N	N	N	N	N
Cu	0.4834 0.0004	0.5302 0.0001	0.4712 0.0005	0.4955 0.0003	0.3141 0.021	N	0.428 0.0017	N	N	N	N	0.3062 0.0232	N	N	N	N
Fe	-0.376 0.0057	-0.3707 0.0115	-0.388 0.0044	-0.37 0.0065	N	N	-0.327 0.0163	N	N	N	0.3084 0.0234	N	N	N	0.2895 0.0351	N
K	0.6361 0	0.5392 0.0001	0.6107 0	0.6119 0	0.5453 0.0001	0.5011 0.0002	0.4051 0.0029	-0.372 0.0063	-0.656 0	N	-0.496 0.0003	N	-0.2763 0.0405	-0.335 0.0146	-0.411 0.0027	-0.3911 0.0041
Mg	N	N	N	N	N	0.2776 0.0414	N	-0.3511 0.0099	-0.3342 0.0141	-0.28 0.0396	-0.2848 0.0364	N	N	N	N	N
Mn	0.3772 0.0056	0.3669 0.0065	-0.3843 0.0047	0.391 0.0041	N	N	N	N	-0.2956 0.0298	N	N	N	N	-0.4747 0.0005	-0.4277 0.0018	-0.2881 0.0342
Na	N	N	N	N	N	0.3754 0.0058	N	-0.3891 0.0042	-0.3989 0.0034	-0.5196 0.0001	-0.5803 0	-0.488 0.0003	-0.4892 0.0003	N	N	N
Si	-0.2947 0.0303	-0.282 0.0365	-0.3176 0.0196	-0.2884 0.034	N	N	-0.3282 0.0159	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Zn	0.3576 0.0086	0.4403 0.0011	0.4152 0.0023	0.4289 0.0016	N	N	0.4201 0.002	N	N	0.4893 0.0003	N	0.462 0.0006	0.2738 0.0423	-0.398 0.0037	-0.296 0.0313	-0.2689 0.0482
SDA	0.4625 0.0006	0.4761 0.0004	0.4576 0.0007	0.4689 0.0005	0.3457 0.0103	N	0.344 0.0107	N	-0.2774 0.0397	N	N	0.3099 0.0215	N	N	N	N
SD	0.3769 0.0002	0.3619 0.0073	0.3576 0.0081	0.3772 0.0052	N	N	N	N	-0.32 0.0176	N	N	N	N	N	N	N

TABELA 23 - CORRELAÇÕES: VARIÁVEIS ABIÓTICAS E ESTRATÉGIAS ADAPTATIVAS DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA. PONTO 1. REPRESA DE GUARAPIRANGA 1991-92.

Variáveis abióticas: velocidade média do vento (W); radiação solar (RAD); insolação (INS); precipitação (P); elevação (ELE); deficiência hídrica do solo (DEF); volume (VOL); excedente hídrico (EXC); temperatura da água (TAG); profundidade (PROF); transparência (SEC); cor (COR); turbidez (TUR); condutividade (CON); pH (pH); oxigênio dissolvido (OD); demanda bioquímica de oxigênio (DBO); alcalinidade (ALC); dureza (DUR); sólidos totais em suspensão (SOT); fósforo solúvel reativo (PO4); fósforo total (PT); amônio (NH4); nitrato (NO3); sulfato (SO4); cloro (Cl); alumínio (Al); cálcio (Ca); cobre (Cu); ferro (Fe); potássio (K); magnésio (Mg); manganês (Mn); sódio (Na); silício (Si) e zinco (Zn); sulfatação no dia anterior (SDA); sulfatação no dia da coleta (SD); ponto 1 (P1); ponto 4 (P4).

Variáveis do fitoplâncton: densidade em células do nano- (NA); micro- (MI) e macro-fitoplâncton (MA); da Classe 1 (C1); da Classe 2 (C2); da Classe 3 (C3); da Classe 4 (C4); organismos: com (CM) e sem motilidade (SM); com (CER) e sem envoltório rígido (SER).

PI	NA	MI	MA	C1	C2	C3	C4	CM	SM	CER	SER
W	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
RAD	N	-0.3088 0.022	-0.4318 0.0014	N	-0.3314 0.014	0.4381 0.0012	N	N	N	-0.3221 0.0169	N
INS	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
P	N	N	-0.3233 0.0165	N	N	N	N	N	N	N	N
ELE	N	N	0.337 0.0124	N	N	-0.3018 0.0252	N	N	N	N	N
DEF	N	0.371 0.0059	N	N	0.5586 0	N	N	N	N	N	N
VOL	N	N	0.337 0.0124	N	N	-0.3048 0.0238	N	N	N	N	N
EXC	N	N	N	N	N	N	-0.3064 0.0231	N	N	N	N
TAG	0.6459 0	N	-0.3876 0.004	0.4805 0.0004	N	0.3035 0.0244	N	N	0.5831 0	N	0.6322 0
PROF	N	N	0.3144 0.0197	N	N	N	N	N	N	N	N
SEC	-0.6344 0	N	0.301 0.0256	-0.5942 0	N	N	N	N	-0.6464 0	N	-0.6531 0
COR	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
TUR	0.4136 0.0022	N	N	0.4416 0.0011	N	N	N	N	0.4578 0.0007	N	0.3931 0.0035
CON	0.4681 0.0005	N	-0.3291 0.0147	0.4447 0.001	0.3067 0.0229	N	N	N	0.521 0.0001	N	0.5659 0
pH	0.4072 0.0025	N	N	0.3353 0.0129	0.3301 0.0144	N	N	0.2922 0.0302	0.4309 0.0014	N	0.4919 0.0003
OD	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
DBO	0.3513 0.0092	N	N	N	N	N	N	N	0.3408 0.0115	N	0.3344 0.0131
ALC	0.655 0	0.4144 0.0021	N	0.6541 0	0.505 0.0002	N	N	N	0.7229 0	N	0.6948 0
DUR	N	N	N	N	N	N	N	N	0.3499 0.0444	N	0.3608 0.0382
PO4	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
POT	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
SOT	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
NH4	0.3303 0.0152	N	N	N	N	N	N	N	0.3795 0.0035	N	0.3872 0.0044
NO3	-0.2811 0.0371	N	N	N	N	N	N	N	-0.2683 0.0466	N	N
SO4	0.5421 0.0001	N	-0.31 0.0215	0.3648 0.0068	N	0.2714 0.0414	N	N	0.5221 0.0001	N	0.5574 0
Ca	0.6731 0	N	-0.315 0.0195	0.5871 0	N	N	N	N	0.688 0	N	0.6919 0
Cl	N	N	-0.378 0.0051	N	N	0.2873 0.0331	N	N	N	N	N
Al	N	N	N	N	-0.3004 0.0259	N	0.3902 0.0038	N	N	N	N
Cu	0.4728 0.0005	N	N	0.612 0	0.3365 0.0126	N	N	N	0.4876 0.0003	N	0.4868 0.0003
Fe	-0.3477 0.0099	N	0.3689 0.0062	0.3243 0.0162	N	N	N	N	-0.3888 0.0039	N	-0.4628 0.0006
K	0.6872 0	N	-0.3983 0.0031	0.5044 0.0002	N	0.2665 0.0481	N	N	0.6709 0	N	0.7104 0
Mg	0.2918 0.0305	N	N	N	N	0.2712 0.0443	N	N	N	N	0.2645 0.0498
Mn	0.3484 0.0098	N	N	0.3664 0.0066	N	N	N	-0.267 0.0477	0.3801 0.0048	N	0.3632 0.0071
Na	N	N	-0.4607 0.0006	N	N	0.3637 0.007	N	N	N	-0.3074 0.0226	N
Si	N	N	N	N	-0.3276 0.0151	N	N	-0.2888 0.0322	-0.2831 0.0358	N	-0.3212 0.0172
Zn	0.3045 0.0239	0.3632 0.0071	N	0.336 0.0127	0.4243 0.0017	-0.3461 0.0103	N	N	0.3813 0.0047	N	0.311 0.0207
SDA	0.4753 0.0004	N	N	0.5076 0.0002	0.2961 0.0281	N	N	N	0.483 0.0003	N	0.4477 0.0009
SD	0.4158 0.0028	N	N	0.4027 0.0028	N	N	N	N	0.399 0.0031	N	0.3775 0.0051

TABELA 23 (continuação) - CORRELAÇÕES: VARIÁVEIS ABIÓTICAS E ESTRATÉGIAS ADAPTATIVAS DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DO PONTO 1 - REPRESA DE GUARAPIRANGA 1991-92.

Variáveis abióticas: velocidade média do vento (W); radiação solar (RAD); insolação (INS); precipitação (P); elevação (ELE); deficiência hídrica do solo (DEF); volume (VOL); excedente hídrico (EXC); temperatura da água (TAG); profundidade (PROF); transparência (SEC); cor (COR); turbidez (TUR); condutividade (CON); pH (pH); oxigênio dissolvido (OD); demanda bioquímica de oxigênio (DBO); alcalinidade (ALC); dureza (DUR); sólidos totais em suspensão (SOT); fósforo solúvel reativo (PO₄); fósforo total (PT); amônio (NH₄); nitrato (NO₃); sulfato (SO₄); cloro (Cl); alumínio (Al); cálcio (Ca); cobre (Cu); ferro (Fe); potássio (K); magnésio (Mg); manganês (Mn); sódio (Na); silício (Si) e zinco (Zn); sulfatação no dia anterior (SDA); sulfatação no dia da coleta (SD); ponto 1 (P1); ponto 4 (P4).

Variáveis do fitoplâncton: biovolume de organismos: com motilidade (CMV); sem motilidade (SMV); sem envoltório rígido (SERV); com envoltório rígido (CERV); densidade de formas coloniais ou cenobiais (COL); filamentosas (FIL) e unicelulares (UNIV); biovolume de formas coloniais ou cenobiais (COLV); filamentosas (FILV) e unicelulares (UNIV).

P1	CMV	SMV	CERV	SERV	COLD	FILD	UNID	COLV	FILV	UNIV
W	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
RAD	N	0.4676 0.0005	N	0.4472 0.0009	N	N	N	0.2781 0.0391	N	-0.2951 0.0289
INS	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
ELE	N	-0.3373 0.0124	N	N	N	-0.2975 0.0274	N	N	-0.3622 0.0072	N
DEF	N	N	N	N	N	N	0.3529 0.0089	N	N	0.3743 0.0055
VOL	N	-0.3395 0.0118	N	N	N	-0.2978 0.0272	N	N	-0.3622 0.0072	N
EXC	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
TAG	N	0.5491 0	-0.2789 0.0389	0.6042 0	0.4304 0.0014	0.4771 0.0004	0.3166 0.0189	0.2938 0.0293	0.3879 0.004	N
PROF	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
SEC	0.331 0.0141	-0.3885 0.004	0.3014 0.0254	-0.3971 0.0032	-0.4554 0.0007	-0.5577 0	-0.5537 0	N	-0.3146 0.0197	N
COR	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
TUR	-0.3354 0.0129	N	N	N	0.2643 0.05	0.4505 0.0007	0.3666 0.0066	N	0.3274 0.0152	N
CON	N	N	N	0.295 0.0287	0.423 0.0017	0.5036 0.0002	0.4197 0.0019	N	0.3052 0.0236	N
pH	N	0.3186 0.0121	N	0.2963 0.028	0.3896 0.0039	0.3888 0.0039	0.3115 0.0209	N	N	N
OD	0.2648 0.0496	N	N	N	N	N	N	N	-0.2815 0.0369	N
DBO	N	0.2847 0.0347	N	0.3601 0.0076	0.3103 0.0214	N	N	N	N	N
ALC	-0.4124 0.0022	0.3343 0.0132	N	0.3352 0.0129	0.5011 0.0002	0.6551 0	0.6901 0	N	0.3059 0.0233	N
DUR	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
PO ₄	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
POT	0.2839 0.0352	N	N	N	N	N	N	N	N	N
SOT	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
NH ₄	-0.3834 0.0048	N	N	N	0.3928 0.0039	0.3017 0.0266	0.3381 0.013	N	N	N
NO ₃	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
SO ₄	N	0.4861 0.0003	-0.3011 0.0241	0.5462 0.0001	0.4162 0.002	0.5035 0.0002	0.2939 0.0293	0.3747 0.0054	N	N
Ca	-0.281 0.0372	0.4034 0.0028	N	0.4833 0.0003	0.467 0.0005	0.641 0	0.5256 0.0001	N	0.3728 0.0057	N
Cl	N	0.2755 0.0411	N	N	N	N	N	N	N	N
Al	N	N	N	N	N	N	N	N	-0.3315 0.014	N
Cu	N	N	N	N	N	0.5987 0	0.5269 0.0001	N	0.5341 0.0001	N
Fe	N	-0.3317 0.0139	N	-0.3029 0.0247	-0.3065 0.023	-0.4216 0.0018	-0.2849 0.0346	N	-0.2872 0.0332	N
K	N	0.597 0	-0.2832 0.0357	0.6248 0	0.5518 0	0.5876 0	0.3862 0.0042	0.3866 0.0041	0.3383 0.0121	N
Mg	N	0.279 0.0386	-0.3117 0.0208	0.3889 0.0039	N	N	N	N	N	N
Mn	-0.3158 0.0192	N	N	N	N	0.3762 0.0053	0.3814 0.0047	N	0.2189 0.018	N
Na	N	0.4068 0.0026	N	0.3482 0.0098	N	N	N	0.3105 0.0213	N	-0.3108 0.0212
Si	N	N	N	N	N	-0.2849 0.0346	N	N	N	N
Zn	-0.3951 0.0034	N	N	N	0.2969 0.0277	N	0.5445 0.0001	N	N	N
SDA	N	N	N	N	N	0.4795 0.0004	0.4463 0.0009	N	0.2884 0.0324	N
SD	N	N	N	N	N	0.4852 0.0003	0.2854 0.0343	N	0.4251 0.0016	N

TABELA 24 - CORRELAÇÕES: VARIÁVEIS ABIÓTICAS E CARACTERÍSTICAS DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA. PONTO 1. REPRESA DE GUARAPIRANGA 1991-92.

Variáveis abióticas: velocidade média do vento (W); radiação solar (RAD); insolação (INS); precipitação (P); elevação (ELE); deficiência hídrica do solo (DEF); volume (VOL); excedente hídrico (EXC); temperatura da água (TAG); profundidade (PROF); transparência (SEC); cor (COR); turbidez (TUR); condutividade (CON); pH (pH); oxigênio dissolvido (OD); demanda bioquímica de oxigênio (DBO); alcalinidade (ALC); dureza (DUR); sólidos totais em suspensão (SOT); fósforo solúvel reativo (PO4); fósforo total (PT); amônio (NH₄); nitrato (NO₃); sulfato (SO₄); cloro (Cl); alumínio (Al); cálcio (Ca); cobre (Cu); ferro (Fe); potássio (K); magnésio (Mg); manganês (Mn); sódio (Na); silício (Si) e zinco (Zn); sulfatação no dia anterior (SDA); sulfatação no dia da coleta (SD); ponto 1 (P1); ponto 4 (P4).

Variáveis do fitoplâncton: densidade em células (DC); densidade em organismos (DO); bioárea (BA); biovolume (BV); GALD (G); número de táxons (S); diversidade (H'); uniformidade (U) e taxa de alteração comunidade entre coletas sucessivas.dia⁻¹ (TA).

PI	D	DO	G	SG	BA	BV	S	H'D	UD	H'BA	UBA	H'BV	UBV	TAD	TABA	TABV
W	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	-0.3933 0.0038
RA	N	N	N	0.3332 0.0135	0.2442 0.05	0.5085 0.0002	N	N	-0.2678 0.0463	N	N	-0.2705 0.0448	-0.4155 0.0021	N	N	N
INS	N	N	N	N	N	N	-0.3062 0.0232	N	N	-0.3239 0.0163	N	N	N	N	N	N
P	N	N	N	N	N	0.2838 0.0353	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
ELE	-0.3199 0.0177	-0.4457 0.0117	-0.2759 0.0407	-0.3129 0.0203	N	-0.2992 0.0265	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
DEF	N	N	0.2701 0.0452	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	-0.2702 0.0471	N	N
VO	-0.3211 0.0172	-0.4457 0.0117	-0.2774 0.0396	-0.3151 0.0194	N	-0.303 0.0246	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
EX	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
TA	0.5266 0.0001	0.4833 0.0003	0.4219 0.0021	0.4675 0.0007	0.4346 0.0016	0.5056 0.0002	0.5611 0	N	-0.5408 0.0001	N	-0.3754 0.0063	N	N	N	N	N
PR	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
SEC	-0.3173 0.0186	-0.2854 0.0343	N	-0.3 0.0261	N	-0.3729 0.0057	-0.3689 0.0062	N	N	N	N	N	N	N	N	N
CO	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
TU	0.0041 0.6381	-0.3981 0.0032	-0.3902 0.0041	-0.3633 0.0076	-0.3456 0.0111	N	-0.3191 0.019	N	0.3018 0.0266	N	N	N	N	0.3837 0.0052	N	N
CO	0 0.633	0.6341 0	0.4429 0	0.5771 0	0.4663 0.0006	0.5376 0.0001	0.5401 0.0001	N	-0.5032 0.0002	N	-0.3869 0.0045	N	-0.2932 0.0232	N	N	N
pH	0	0.6047	0.4882	0.5933	0.511	0.5737	0.5193	N	-0.4433	N	-0.3284	N	-0.328	-0.3287	N	N
OD	N	N	N	N	N	N	N	-0.2926 0.0332	N	N	N	N	N	0.015	0.0167	N
DB	0.3963 0.0046	0.3295 0.0145	0.447 0.0014	0.3851 0.006	0.4583 0.0011	0.4021 0.0041	0.3513 0.0121	N	-0.3984 0.0044	N	-0.3519 0.012	N	N	N	N	N
AL	0.6217 0	0.6718 0	0.5771 0.0001	0.5124 0.0004	0.5464 0.0012	0.4652 0.0013	0.7344 0	N	-0.514 0.0004	N	-0.436 0.0025	N	N	-0.4764 0.001	-0.3012 0.0369	N
DU	N	N	N	N	N	0.445 0.0106	N	N	N	N	N	N	-0.3895 0.0252	N	N	N
PO4	N	N	N	N	N	N	N	0.3804 0.0091	N	N	N	N	N	N	N	N
PT	N	N	N	N	N	N	N	0.287 0.0491	N	N	0.3179 0.0293	N	N	N	N	N
SOT	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
NH4	N	N	N	N	N	N	0.3188 0.0228	N	N	N	N	N	N	N	N	N
NO3	-0.3384 0.0157	-0.3065 0.0155	N	-0.2846 0.0421	N	N	-0.2916 0.0373	N	0.409 0.0035	N	N	N	N	N	N	N
SO4	N	N	N	N	0.2765 0.0462	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Ca	0.4706 0.0007	0.3853 0.0043	0.4076 0.0033	0.4527 0.0011	0.4032 0.0036	0.4395 0.0015	0.4849 0.0005	N	-0.4381 0.0016	N	-0.3804 0.0061	N	N	N	N	N
Cl	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Al	-0.5188 0.0002	-0.5367 0.0001	-0.4421 0.0014	-0.4576 0.001	-0.424 0.0022	N	-0.4108 0.0031	N	0.3641 0.0086	N	N	N	N	0.5105 0.0003	0.2745 0.0499	N
Fe	-0.5093 0.0002	-0.4777 0.0004	-0.391 0.0048	-0.4818 0.0005	-0.4039 0.0036	-0.4212 0.0024	-0.4321 0.0018	N	0.3292 0.0176	N	0.3697 0.0077	N	N	0.2761 0.0486	N	N
K	0.5206 0.0002	0.3933 0.0035	0.4265 0.0021	0.4893 0.0004	0.4581 0.001	0.5349 0.0001	0.4994 0.0003	N	-0.4691 0.0007	N	-0.4843 0.0005	N	-0.3229 0.0166	N	N	N
Mg	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	-0.2901 0.0365	N	N	N	N	N
Na	N	N	0.2835 0.0409	0.2872 0.0383	0.2948 0.0335	0.3633 0.0018	N	N	N	N	-0.3178 0.0219	N	N	N	N	N
Si	-0.3134 0.0238	-0.3261 0.0156	N	-0.3085 0.0261	N	-0.3311 0.017	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Zn	0.351 0.0114	0.4402 0.0011	0.2754 0.047	N	N	N	0.4656 0.0008	0.3132 0.0239	N	0.3763 0.0067	N	0.4274 0.0015	N	-0.359 0.0104	N	N

TABELA 25 - CORRELAÇÕES: VARIÁVEIS ABIÓTICAS E ESTRATÉGIAS ADAPTATIVAS DA COMUNIDADE FITOPLÂNCTONICA. PONTO 4. REPRESA DE GUARAPIRANGA 1991-92.

Variáveis abióticas: velocidade média do vento (W); radiação solar (RAD); insolação (INS); precipitação (P); elevação (ELE); deficiência hídrica do solo (DEF); volume (VOL); excedente hídrico (EXC); temperatura da água (TAG); profundidade (PROF); transparência (SEC); cor (COR); turbidez (TUR); condutividade (CON); pH (pH); oxigênio dissolvido (OD); demanda bioquímica de oxigênio (DBO); alcalinidade (ALC); dureza (DUR); sólidos totais em suspensão (SOT); fósforo solúvel reativo (PO4); fósforo total (PT); amônio (NH₄); nitrato (NO₃); sulfato (SO₄); cloro (Cl); alumínio (Al); cálcio (Ca); cobre (Cu); ferro (Fe); potássio (K); magnésio (Mg); manganês (Mn); sódio (Na); silício (Si) e zinco (Zn); sulfatação no dia anterior (SDA); sulfatação no dia da coleta (SD); ponto 1 (P1); ponto 4 (P4).

Variáveis do fitoplâncton: densidade em células do nano- (NA); micro- (MI) e macro-fitoplâncton (MA); da Classe 1 (C1); da Classe 2 (C2); da Classe 3 (C3); da Classe 4 (C4); organismos: com (CM) e sem motilidade (SM); com (CER) e sem envoltório rígido (SER).

P1	NA	MI	MA	C1	C2	C3	C4	CM	SM	CER	SER
W	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
RAD	0.2939 0.0293	N	N	N	N	0.3488 0.0097	0.3597 0.0076	0.2797 0.038	N	N	0.29 0.0315
INS	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
PEL	N	N	N	N	N	N	0.3065 0.023	N	N	N	N
ELE	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
DEF	N	0.4335 0.0013	N	N	0.5348 0.0001	N	N	N	N	0.2765 0.0403	N
VOL	-0.3301 0.0144	N	N	-0.387 0.0041	N	N	N	-0.4487 0.0009	N	N	-0.4498 0.0009
EXC	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
TAG	0.5477 0	N	0.2848 0.0347	0.4245 0.0016	N	N	0.4939 0.0002	N	0.5209 0.0001	0.4733 0.0004	0.2998 0.0262
PROF	N	N	0.2784 0.039	N	N	N	N	-0.3279 0.015	N	N	N
SEC	-0.3434 0.0109	N	N	N	N	N	-0.2928 0.0299	N	-0.3013 0.0255	-0.3086 0.0221	N
COR	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
TUR	-0.3716 0.0056	-0.3235 0.0164	N	-0.3499 0.0095	-0.3451 0.0105	N	N	-0.2791 0.0384	-0.3689 0.0062	-0.3858 0.0042	N
CON	0.6439 0	N	N	0.5927 0	0.3974 0.0032	N	0.3454 0.0104	0.3068 0.0229	0.62 0	0.6166 0	0.2656 0.0489
pH	0.6177 0	N	N	0.5566 0	0.5047 0.0002	N	0.4207 0.0018	0.4718 0.0005	0.5457 0.0001	0.5521 0	0.4672 0.0005
OD	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
DBO	0.358 0.0079	N	N	0.2966 0.0278	N	N	0.3768 0.0052	N	0.4155 0.0021	0.3418 0.0113	N
ALC	0.5824 0	0.31 0.0215	N	0.4815 0.0004	0.5084 0.0002	N	N	N	0.626 0	0.6021 0	N
DUR	N	N	N	N	N	N	0.4174 0.0165	N	N	N	N
PO4	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
POT	N	N	N	N	N	N	-0.3734 0.0056	N	N	N	N
SOT	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
NH4											
NO3	-0.3444 0.0106	N	N	N	N	N	N	N	N	-0.3261 0.0156	N
SO4	N	0.326 0.0156	N	N	N	0.3178 0.0184	N	N	N	N	N
Ca	0.4754 0.0004	N	N	0.3116 0.0208	N	0.3505 0.0093	N	N	0.4969 0.0002	0.4168 0.002	0.2699 0.0453
Cl	N	N	N	N	N	0.3153 0.0194	N	N	N	N	0.2863 0.0337
Al	-0.4998 0.0002	-0.3715 0.0059	N	-0.4116 0.0023	-0.4457 0.0009	N	N	-0.3177 0.0185	-0.4763 0.0004	-0.553 0	N
Fe	-0.4875 0.0003	-0.3041 0.0241	N	-0.442 0.001	-0.3862 0.0042	-0.3039 0.0242	N	-0.3758 0.0053	-0.448 0.0009	-0.5124 0.0001	-0.3146 0.0196
K	0.4939 0.0002	N	N	0.3183 0.0182	N	0.2786 0.0388	0.3496 0.0095	N	0.501 0.0002	0.4755 0.0004	N
Mg	N	N	N	N	N	0.3454 0.0104	N	N	N	N	N
Na	N	N	N	N	N	0.3384 0.0121	N	0.2657 0.0487	N	N	0.3749 0.0054
Si	-0.2872 0.0332	-0.286 0.0339	N	-0.454 0.0008	N	N	N	N	-0.2723 0.0434	-0.3159 0.0191	N
Zn	0.3493 0.0096	N	N	0.3093 0.0218	0.3795 0.0049	N	N	N	0.3689 0.0062	0.3592 0.0077	N

TABELA 25 (continuação) - CORRELAÇÕES: VARIÁVEIS ABIÓTICAS E ESTRATÉGIAS ADAPTATIVAS DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DO PONTO 4 - REPRESA DE GUARAPIRANGA 1991-92.

Variáveis abióticas: velocidade média do vento (W); radiação solar (RAD); insolação (INS); precipitação (P); elevação (ELE); deficiência hídrica do solo (DEF); volume (VOL); excedente hídrico (EXC); temperatura da água (TAG); profundidade (PROF); transparência (SEC); cor (COR); turbidez (TUR); condutividade (CON); pH (pH); oxigênio dissolvido (OD); demanda bioquímica de oxigênio (DBO); alcalinidade (ALC); dureza (DUR); sólidos totais em suspensão (SOT); fósforo solúvel reativo (PO4); fósforo total (PT); amônio (NH₄); nitrato (NO₃); sulfato (SO₄); cloro (Cl); alumínio (Al); cálcio (Ca); cobre (Cu); ferro (Fe); potássio (K); magnésio (Mg); manganês (Mn); sódio (Na); silício (Si) e zinco (Zn); sulfatação no dia anterior (SDA); sulfatação no dia da coleta (SD); ponto 1 (P1); ponto 4 (P4).

Variáveis do fitoplâncton: biovolume de organismos: com motilidade (CMV); sem motilidade (SMV); sem envoltório rígido (SERV); com envoltório rígido (CERV); densidade de formas coloniais ou cenobiais (COL); filamentosas (FIL) e unicelulares (UNI); biovolume de formas coloniais ou cenobiais (COLV); filamentosas (FILV) e unicelulares (UNIV).

PI	CMV	SMV	CERV	SERV	COLD	FILD	UNID	COLV	FILV	UNIV
W	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
RAD	0.3415 0.0113	N	0.4749 0.0004	N	0.3465 0.0102	N	N	0.4063 0.0026	N	N
INS	N	N	N	N	-0.2807 0.0374	-0.269 0.0461	N	N	N	N
P	0.3155 0.0193	N	N	N	N	N	N	N	N	N
ELE	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
DEF	N	N	N	N	N	N	0.423 0.0017	N	N	N
VOL	N	N	-0.2976 0.0273	-0.2652 0.0492	N	-0.4042 0.0027	N	N	0.3018 0.0046	N
EXC	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
TAG	0.3897 0.0038	0.3688 0.0062	0.5002 0.0002	N	0.3954 0.0034	0.3469 0.0101	0.3482 0.0098	0.4028 0.0028	N	0.4297 0.0014
PROF	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
SEC	-0.3114 0.0209	-0.3042 0.0241	-0.348 0.0098	N	-0.3075 0.0226	N	N	-0.2941 0.0292	N	-0.2974 0.0274
COR	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
TUR	N	N	N	N	-0.3494 0.0096	-0.2751 0.0413	-0.3975 0.0032	-0.272 0.0437	N	N
CON	0.3474 0.01	0.4797 0.0004	0.5602 0	N	0.5021 0.0002	0.5178 0.0001	0.5536 0	0.4022 0.0029	0.3266 0.0154	0.3828 0.0045
pH	0.4808 0.0004	0.4979 0.0002	0.5225 0.0001	0.2942 0.0291	0.4575 0.0007	0.459 0.0007	0.5028 0.0002	0.3753 0.0054	0.3166 0.0189	0.4385 0.0011
OD	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
DBO	0.3551 0.0085	0.4672 0.0005	0.4502 0.0008	N	0.3433 0.0109	0.2803 0.0376	N	0.318 0.0184	N	0.5314 0.0001
ALC	N	0.512 0.0001	0.4895 0.0003	N	0.3794 0.0049	0.5267 0.0001	0.6164 0	0.311 0.0211	0.2719 0.0438	0.4269 0.0015
DUR	0.3946 0.0234	0.484 0.0054	0.4209 0.0133	N	N	N	N	N	N	N
PO4	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
POT	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
SOT	N	N	N	N	N	0.265 0.0494	N	N	N	N
NH4										
NO3	N	N	N	N	N	N	-0.2787 0.0387	N	N	N
SO4	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Ca	N	N	0.4956 0.0002	N	0.4285 0.0015	0.3659 0.0067	N	0.4049 0.0027	N	0.2658 0.0487
Cl	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Al	N	N	-0.2862 0.0334	N	-0.3641 0.0069	-0.3311 0.0141	-0.5492 0	N	N	N
Fe	N	N	-0.4109 0.0023	N	-0.4202 0.0018	-0.449 0.0009	-0.4024 0.0028	-0.3727 0.0057	-0.2832 0.0357	N
K	0.3085 0.0221	N	0.5383 0.0001	N	0.4512 0.0008	0.3406 0.0115	0.2715 0.0491	0.4347 0.0013	N	0.3256 0.0158
Mg	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Na	N	N	0.3172 0.0186	0.3391 0.0119	0.2881 0.0326	N	N	0.351 0.0092	N	N
Si	N	N	-0.2878 0.0328	N	-0.3097 0.0216	N	-0.2677 0.0471	-0.3151 0.0194	N	N
Zn	N	N	N	N	N	0.3201 0.0176	0.4483 0.0009	N	N	N

TABELA 26 - ANÁLISE DOS COMPONENTES PRINCIPAIS. REPRESA DE GUARAPIRANGA 1991-92. PONTO 1.
PROGRAMA UTILIZADO: CANOCO (TER-BRAAK, 1983)

TRANSFORMAÇÃO DOS DADOS: LOG(X+1)

VALOR DOS EIXOS:

EIXO 1: 0.36650 EIXO 2: 0.17953

EIXO 3: 0.10 EIXO 4: 0.09

ORDENAÇÃO: DISTÂNCIA EUCLIDEANA

VALOR DAS ESTAÇÕES

ESTAÇÃO	EIXO 1	EIXO 2	EIXO 3	EIXO 4
MA2	39	-5	-13	-18
MA3	-21	40	-24	12
MA4	-26	22	-9	-13
J5	-22	19	-22	36
J6	-24	37	1	27
J7	-23	50	-1	17
JL8	-4	44	-28	36
JL9	5	101	-17	-15
JL10	-4	34	-23	42
JL11	0	127	16	-2
JL12	34	47	-34	-6
AG13	75	-1	-41	-14
AG14	69	1	-5	-4
AG15	71	38	20	-27
AG16	70	16	-10	6
S17	-32	86	4	-4
S18	-33	9	5	16
S19	-32	35	-1	6
S20	-39	-7	43	53
O21	-42	-29	57	19
O22	-40	23	77	16
O23	-33	72	13	-30
O24	-38	-8	-6	-15
O25	-37	23	-4	10
N26	-34	-9	-19	37
N27	-29	-51	-73	11
N28	-30	-70	-69	24
N29	-38	-63	-7	80
D30	-53	-19	-35	10
D31	-53	-16	-35	16
D32	-56	-39	1	-2
D33	-60	-89	8	43
JA34	-49	5	-7	-44
JA35	-53	-11	17	-21
JA36	-59	-49	52	13
JA37	-55	-5	14	-28
F38	-47	-23	12	-14
F39	-46	-32	-36	-18
F40	-44	-36	-23	-15
F41	-44	-19	-11	-27
MR42	-50	10	11	-57
MR43	-54	-27	16	-41
MR44	-55	0	15	-31
AB45	-19	7	14	-10
AB46	-18	-7	66	0
AB47	56	-36	-9	-61
AB48	106	-58	92	-6
AB49	107	-55	20	-20
MA50	33	-21	43	-15
MA51	31	-21	6	3
MA53	39	-17	-28	-67
J54	77	32	-6	35
J55	151	-9	23	63
J56	154	24	-32	25
J57	155	6	15	12
JL58	127	-78	-35	-41

VALOR DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS NOS RESPECTIVOS EIXOS

VARIÁVEL	EIXO 1	EIXO 2	EIXO 3	EIXO 4
TEMPERATURA DA ÁGUA	-32	-51	1	-28
PROFUNDIDADE	8	10	-38	-12
TRANPARÊNCIA	13	48	-35	88
COR	-32	-18	-32	-50
TURBIDEZ	3	-18	25	-33
CONDUTIVIDADE	11	-32	25	-50
pH	4	-16	-3	-9
OD	14	7	-30	8
DBO	-2	-43	-95	-32
ALCALINIDADE	3	-48	52	-56
DUREZA	-33	-77	65	-80
SÓLIDOS TOTAIS EM SUSPENSÃO	10	7	15	-12
PO4	3	-20	332	-132
POT	-58	88	248	334
NH4	4	-11	16	-19
NO3	11	6	-4	6
SO4	-8	-46	15	-56
Cl	-6	-27	8	-10
Al	-1	11	-4	5
Ca	-1	-29	21	-40
Cu	-1	-3	4	-6
Fe	-1	24	-16	11
K	-3	-38	17	-34
Mg	-3	-9	2	-13
Mn	0	0	0	0
Na	-6	-32	9	-22
Si	-13	27	-58	24
Zn	3	-2	4	-3
ELEVAÇÃO	0	0	0	0
PLUVIOSIDADE (ELETROPAULO)	-372	-208	61	-251
DEFICIÊNCIA HÍDRICA DO SOLO	638	-177	85	-117
VELOCIDADE DO VENTO	-2	-16	-59	-21
INSOLAÇÃO	38	235	-449	-347
RADIAÇÃO SOLAR	-65	-68	-5	-11
SULFATO DE COBRE APLICADO	-33	-196	241	-393
BIOVOLUME ALGÁCEO	-25	-595	-295	215

TABELA 27 - ANÁLISE DOS COMPONENTES PRINCIPAIS. REPRESA DE GUARAPIRANGA 1991-92. PONTO 4.

PROGRAMA UTILIZADO: CANOCO (TER-BRAAK, 1983)

TRANSFORMAÇÃO DOS DADOS: LOG(X+1)

VALOR DOS EIXOS:

EIXO 1: 0.40447 EIXO 2: 0.20646

EIXO 3: 0.1 EIXO 4: 0.07

ORDENAÇÃO: DISTÂNCIA EUCLIDEANA

VALOR DAS ESTAÇÕES

VALOR DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS NOS RESPECTIVOS EIXOS

ESTAÇÃO	EIXO 1	EIXO 2	EIXO 3	EIXO 4	VARIÁVEL	EIXO 1	EIXO 2	EIXO 3	EIXO 4
MA2	41	-4	-24	-10	TEMPERATURA DA ÁGUA	-28	-43	-13	-17
MA3	-18	59	-13	-1	PROFUNDIDADE	6	6	-10	16
MA4	-21	75	-8	-2	TRANSPARÊNCIA	33	35	-37	36
J5	-20	67	2	4	COR	-53	-14	68	-46
J6	-24	20	15	3	TURBIDEZ	-55	42	62	-15
J7	-19	68	9	0	CONDUTIVIDADE	12	-55	-22	-14
JL8	3	96	-5	8	pH	4	-17	-9	4
JL9	1	71	-21	22	OD	19	1	-28	22
JL10	4	93	3	24	DBO	-1	-91	-117	79
JL11	-1	61	-14	11	ALCALINIDADE	16	-45	33	-82
JL12	34	77	-12	14	DUREZA	-38	-84	92	-39
AG13	57	-21	-36	72	PO4	50	36	148	-311
AG14	79	-3	2	-40	POT	103	142	213	-519
AG15	73	28	-12	-3	SOT	104	-20	47	-48
AG16	78	54	-6	7	NH4	16	17	10	27
S17	-26	32	-6	-23	NO3	6	7	10	4
S18	-33	63	-10	0	SO4	-2	-24	11	22
S19	-41	-1	-23	-6	Cl	1	-28	15	-4
S20	-40	12	69	32	Al	-7	7	13	2
O21	-44	-3	81	-9	Ca	-19	-37	23	19
O22	-41	-5	80	7	Fe	-9	38	-3	34
O23	-40	5	-21	-5	K	-6	-26	13	3
O24	-36	42	-5	-24	Mg	-13	-15	13	19
O25	-37	-13	-9	-31	Mn	-1	-1	2	-1
N26	-51	-61	-32	64	Na	-2	-33	14	-10
N27	-40	-61	-21	4	Si	-23	24	-6	43
N28	-43	-68	-9	31	Zn	3	-3	0	1
N29	-57	-92	13	83	ELEVAÇÃO	0	0	0	0
D30	-57	-68	-39	-31	PLUVIOSIDADE (ELETROPAULO)	-361	-177	36	-286
D31	-54	-33	-14	-41	DEFICIÊNCIA HÍDRICA DO SOLO	622	-190	17	-47
D32	-53	-32	7	-26	VELOCIDADE DO VENTO	-4	-14	-21	-42
D33	-51	-35	61	-22	INSOLAÇÃO	37	169	-659	-268
JA34	-50	3	-11	-25	RADIAÇÃO SOLAR	-65	-69	12	-29
JA35	-51	-17	0	-30	BIOVOLUME ALGÁCEO	-40	-636	-134	-98
JA36	-62	4	82	22					
JA37	-54	-32	-12	-23					
F38	-41	8	7	-34					
F39	-43	-8	-21	-36					
F40	-49	-59	-53	4					
F41	-50	31	-11	32					
MR42	-64	-37	-47	41					
MR43	-63	-32	16	6					
MR44	-54	0	-6	-26					
AB45	-19	-17	-26	-2					
AB46	-16	5	66	8					
AB47	58	5	-12	-29					
AB48	121	-86	73	-13					
AB49	112	-63	-7	-16					
MA50	36	-17	2	-1					
MA51	43	-19	-17	-1					
MA53	38	-28	-29	-14					
J54	78	4	-26	28					
J55	161	-7	40	28					
J56	154	-25	-18	6					
J57	162	12	7	7					
JL58	133	-49	1	-40					

PONTO 1:PRIMEIRO PERÍODO DE SECA

A-28

CONJUNTO AMOSTRAL	NSP	NC	Q	GLQ	Q Qc	P	M	GLM	M Mc	P	NP
CONJUNTO TOTAL PONTO 1	183	15	62	14	Q>Qc	***	242,78	91	M>Mc	***	701
CENTRALES	9	15	13	14	Q<Qc	N	87,43	91	M<Mc	N	58
CLOROFICEAS EXCETO VOLV.	77	15	57	14	Q>Qc	***	182,94	91	M>Mc	***	265
CRISOFICEAS	11	15	18	14	Q<Qc	N	100,06	91	M<Mc	N	12
CRIPTOFICEAS	7	15	19	14	Q<Qc	N	95,20	91	M<Mc	N	45
CIANOFICEAS	14	15	8	14	Q<Qc	N	91,00	91	M<Mc	N	1
DINOFICEAS	1	15		14	Q<Qc	N		91		NÃO HA PARES	
EUGLENOFICEAS	12	15	11	14	Q<Qc	N	87,12	91	M<Mc	N	24
VOLVOCALES	11	15	9	14	Q<Qc	N	80,94	91	M<Mc	N	121
PENALES	9	15	20	14	Q<Qc	N	121,43	91	M>Mc	***	158
ZIGNEMAFICEAS	32	15	33	14	Q>Qc	***	115,71	91	M>Mc	*	17

701

PONTO1: SEGUNDO PERÍODO DE SECA

CONJUNTO AMOSTRAL	NSP	NC	Q	GLQ	Q Qc	P	M	GLM	M Mc	P	NP
CONJUNTO TOTAL PONTO 1	183	13	33	12	Q>Qc	***	159,57	66	M>Mc	***	1188
CENTRALES	9	13	24	12	Q>Qc	**	96,46	66	M>Mc	**	31
CLOROFICEAS EXCETO VOLV.	77	13	29	12	Q>Qc	***	145,11	66	M>Mc	***	743
CRISOFICEAS	11	13	19	12	Q<Qc	N	62,38	66	M<Mc	N	9
CRIPTOFICEAS	7	13	17	12	Q<Qc	N	94,88	66	M>Mc	**	23
CIANOFICEAS	14	13	13	12	Q<Qc	N	74,69	66	M<Mc	N	93
DINOFICEAS	1	13		12	Q<Qc	N		66		NÃO HA PARES	
EUGLENOFICEAS	12	13	16	12	Q<Qc	N	60,92	66	M<Mc	N	18
VOLVOCALES	11	13	16	12	Q<Qc	N	69,57	66	M<Mc	N	76
PENALES	9	13	14	12	Q<Qc	N	124,48	66	M>Mc	***	111
ZIGNEMAFICEAS	32	13	9	12	Q<Qc	N	62,07	66	M<Mc	N	84

1188

CONJUNTO TOTAL PONTO 4

CONJUNTO AMOSTRAL	NSP	NC	Q	GLQ	Q Qc	P	M	GLM	M Mc	P	NP
CONJUNTO TOTAL PONTO 4	178	56	183	55	Q>Qc	***	2957,10	1485	M>Mc	***	9280
CENTRALES	11	56	72	55	Q<Qc	N	1644,44	1485	M>Mc	***	975
CLOROFICEAS EXCETO VOLV.	71	56	159	55	Q>Qc	***	2985,05	1485	M>Mc	***	3976
CRISOFICEAS	12	56	49	55	Q<Qc	N	1457,46	1485	M<Mc	N	190
CRIPTOFICEAS	8	56	32	55	Q<Qc	N	1474,07	1485	M<Mc	N	1228
CIANOFICEAS	9	56	81	55	Q>Qc	***	1712,29	1485	M>Mc	***	359
DINOFICEAS	11	56	75	55	Q<Qc	*	1587,28	1485	M>Mc	*	125
EUGLENOFICEAS	13	56	72	55	Q<Qc	N	1547,55	1485	M<Mc	N	145
VOLVOCALES	10	56	89	55	Q>Qc	***	1536,71	1485	M<Mc	N	1433
PENALES	10	56	58	55	Q<Qc	N	1493,66	1485	M<Mc	N	620
ZIGNEMAFICEAS	23	56	88	55	Q>Qc	***	1484,10	1485	M<Mc	N	229

9280

PONTO 4: PERÍODO DE SECA

CONJUNTO AMOSTRAL	NSP	NC	Q	GLQ	Q Qc	P	M	GLM	M Mc	P	NP
CONJUNTO TOTAL PONTO 4	178	28	114	27	Q>Qc	***	873,40	351	M>Mc	***	2401
CENTRALES	11	28	42	27	Q>Qc	*	411,21	351	M>Mc	***	240
CLOROFICEAS EXCETO VOLV.	71	28	101	27	Q>Qc	***	899,70	351	M>Mc	***	1212
CRISOFICEAS	12	28	30	27	Q<Qc	N	343,38	351	M<Mc	N	66
CRIPTOFICEAS	8	28	14	27	Q<Qc	N	323,46	351	M<Mc	N	304
CIANOFICEAS	9	28	48	27	Q>Qc	**	419,91	351	M>Mc	***	48
DINOFICEAS	11	28	24	27	Q<Qc	N	351,00	351	M<Mc	N	6
EUGLENOFICEAS	13	28	29	27	Q<Qc	N	341,25	351	M<Mc	N	40
VOLVOCALES	10	28	40	27	Q<Qc	N	380,55	351	M>Mc	***	262
PENALES	10	28	31	27	Q<Qc	N	324,17	351	M<Mc	N	157
ZIGNEMAFICEAS	23	28	44	27	Q>Qc	**	356,44	351	M>Mc	***	66

2401

PONTO 4: PERÍODO DE CHUVA

CONJUNTO AMOSTRAL	NSP	NC	Q	GLQ	Q Qc	P	M	GLM	M Mc	P	NP
CONJUNTO TOTAL PONTO 4	178	28	74	27	Q>Qc	***	635,68	351	M>Mc	***	2390
CENTRALES	11	28	28	27	Q<Qc	N	351,48	351	M>Mc	***	235
CLOROFICEAS EXCETO VOLV.	71	28	62	27	Q>Qc	***	589,86	351	M>Mc	***	884
CRISOFICEAS	12	28	21	27	Q<Qc	N	328,99	351	M<Mc	N	50
CRIPTOFICEAS	8	28	18	27	Q<Qc	N	370,54	351	M>Mc	***	291
CIANOFICEAS	9	28	36	27	Q<Qc	N	412,07	351	M>Mc	***	169
DINOFICEAS	11	28	29	27	Q<Qc	N	366,58	351	M>Mc	***	77
EUGLENOFICEAS	13	28	43	27	Q>Qc	*	388,04	351	M>Mc	***	26
VOLVOCALES	10	28	41	27	Q>Qc	*	318,14	351	M<Mc	N	448
PENALES	10	28	27	27	Q<Qc	N	366,32	351	M>Mc	***	140
ZIGNEMAFICEAS	23	28	42	27	Q>Qc	*	354,43	351	M>Mc	***	70

2390

PONTO 4: PERÍODO DE CHUVAS INTENSAS

CONJUNTO AMOSTRAL	NSP	NC	Q	GLQ	Q Qc	P	M	GLM	M Mc	P	NP
CONJUNTO TOTAL PONTO 4	178	15	13	14	Q<Qc	N	134,28	91	M>Mc	***	921
CENTRALES	11	15	12	14	Q<Qc	N	78,18	91	M<Mc	N	51
CLOROFICEAS EXCETO VOLV.	71	15	14	14	Q<Qc	N	156,27	91	M>Mc	***	358
CRISOFICEAS	12	15	9	14	Q<Qc	N	84,92	91	M<Mc	N	11

PONTO 4:- CHUVAS INTENSAS										
	NSP	NC	Q	GLQ	Q Qc	P	M	GLM	M Mc	P
CRIFTOFICEAS	8	15	8	14	Q<Qc	N	97,07	91	M<Mc	N
CIANOFICEAS	9	15	4	14	Q<Qc	N	61,33	91	M<Mc	N
DINOFICEAS	11	15	11	14	Q<Qc	N	85,19	91	M<Mc	N
EUGLENOFICEAS	13	15	22	14	Q<Qc	N	102,11	91	M<Mc	N
VOLVOCALES	10	15	16	14	Q<Qc	N	97,71	91	M<Mc	N
PENALES	10	15	14	14	Q<Qc	N	96,20	91	M<Mc	N
ZIGNEMAFICEAS	23	15	19	14	Q<Qc	N	84,95	91	M<Mc	N

921

PONTO 4:- PERIODO DE CHUVAS MODERADAS										
	NSP	NC	Q	GLQ	Q Qc	P	M	GLM	M Mc	P
CONJUNTO AMOSTRAL	178	13	41	12	Q>Qc	***	89,78	66	M>Mc	***
CONJUNTO TOTAL PONTO 4	178	13	41	12	Q>Qc	***	89,78	66	M>Mc	***
CENTRALES	11	13	17	12	Q<Qc	N	75,14	66	M<Mc	N
CLOROFICEAS EXCETO VOLV.	71	13	42	12	Q>Qc	***	94,43	66	M>Mc	**
CRISOFICEAS	12	13	12	12	Q<Qc	N	64,44	66	M<Mc	N
CRIFTOFICEAS	8	13	10	12	Q<Qc	N	73,08	66	M<Mc	N
CIANOFICEAS	9	13	15	12	Q<Qc	N	66,00	66	M<Mc	N
DINOFICEAS	11	13	14	12	Q<Qc	N	64,69	66	M<Mc	N
EUGLENOFICEAS	13	13	12			NAO HA PARES	66			0
VOLVOCALES	10	13	21	12	Q>Qc	*	53,02	66	M<Mc	N
PENALES	10	13	13	12	Q<Qc	N	65,51	66	M<Mc	N
ZIGNEMAFICEAS	23	13	12			NAO HA PARES	66			0

405

PONTO 4:PRIMEIRO PERIODO DE SECA										
	NSP	NC	Q	GLQ	Q Qc	P	M	GLM	M Mc	P
CONJUNTO AMOSTRAL	178	15	29	14	Q>Qc	**	100,91	91	M<Mc	N
CONJUNTO TOTAL PONTO 4	178	15	29	14	Q>Qc	**	100,91	91	M<Mc	N
CENTRALES	11	15	13	14	Q<Qc	N	82,25	91	M<Mc	N
CLOROFICEAS EXCETO VOLV.	71	15	19	14	Q<Qc	N	98,94	91	M<Mc	N
CRISOFICEAS	12	15	15	14	Q<Qc	N	91,00	91	M<Mc	N
CRIFTOFICEAS	8	15	8	14	Q<Qc	N	78,37	91	M<Mc	N
CIANOFICEAS	9	15	11	14	Q<Qc	N	91,00	91	M<Mc	N
DINOFICEAS	11	15	14				91			NAO HA PARES
EUGLENOFICEAS	13	15	13	14	Q<Qc	N	90,13	91	M<Mc	N
VOLVOCALES	10	15	14	14	Q<Qc	N	76,02	91	M<Mc	N
PENALES	10	15	17	14	Q<Qc	N	83,82	91	M<Mc	N
ZIGNEMAFICEAS	23	15	37	14	Q>Qc	***	104,52	91	M<Mc	N

438

PONTO 4: SEGUNDO PERIODO DE SECA										
	NSP	NC	Q	GLQ	Q Qc	P	M	GLM	M Mc	P
CONJUNTO AMOSTRAL	178	13	11	12	Q<Qc	N	84,57	66	M<Mc	N
CONJUNTO TOTAL PONTO 4	178	13	11	12	Q<Qc	N	84,57	66	M<Mc	N
CENTRALES	11	13	16	12	Q<Qc	N	96,38	66	M>Mc	**
CLOROFICEAS EXCETO VOLV.	71	13	22	12	Q>Qc	*	122,39	66	M>Mc	***
CRISOFICEAS	12	13	12	12	Q<Qc	N	60,15	66	M<Mc	N
CRIFTOFICEAS	8	13	7	12	Q<Qc	N	56,20	66	M<Mc	N
CIANOFICEAS	9	13	16	12	Q<Qc	N	70,03	66	M<Mc	N
DINOFICEAS	11	13	10	12	Q<Qc	N	66,00	66	M<Mc	N
EUGLENOFICEAS	13	13	12	12	Q<Qc	N	64,98	66	M<Mc	N
VOLVOCALES	10	13	26	12	Q>Qc	**	99,73	66	M>Mc	***
PENALES	10	13	12	12	Q<Qc	N	60,15	66	M<Mc	N
ZIGNEMAFICEAS	23	13	9	12	Q<Qc	N	60,82	66	M<Mc	N

869

COLETAS SEM SULFATAÇÃO 3, 5 a 13, 16 a 20, 25 a 31, 53 a 58										
	NSP	NC	Q	GLQ	Q Qc	P	M	GLM	M Mc	P
CONJUNTO AMOSTRAL	183	28	122	27	Q>Qc	***	848,68	351	M>Mc	***
CONJUNTO TOTAL PONTO 1	183	28	122	27	Q>Qc	***	848,68	351	M>Mc	***
CENTRALES	9	28	41	27	Q>Qc	*	403,95	351	M>Mc	***
CLOROFICEAS EXCETO VOLV.	77	28	107	27	Q>Qc	***	732,23	351	M>Mc	***
CRISOFICEAS	11	28	36	27	Q<Qc	N	393,57	351	M>Mc	***
CRIFTOFICEAS	7	28	20	27	Q<Qc	N	318,83	351	M<Mc	N
CIANOFICEAS	14	28	42	27	Q>Qc	*	420,89	351	M<Mc	N
DINOFICEAS	1	28								NAO HA PARES
EUGLENOFICEAS	12	28	34	27	Q<Qc	N	363,14	351	M<Mc	***
VOLVOCALES	11	28	20	27	Q<Qc	N	320,37	351	M<Mc	N
PENALES	9	28	32	27	Q<Qc	N	498,49	351	M>Mc	***
ZIGNEMAFICEAS	32	28	31	27	Q<Qc	N	348,45	351	M<Mc	N

1489

TOTAL DE COLETAS COM SULFATAÇÃO 2, 4, 14, 15, 21 a 24, 32 a 51										
	NSP	NC	Q	GLQ	Q Qc	P	M	GLM	M Mc	P
CONJUNTO AMOSTRAL	183	28	118	27	Q>Qc	***	1566,07	351	M>Mc	***
CONJUNTO TOTAL PONTO 1	183	28	118	27	Q>Qc	***	1566,07	351	M>Mc	***
CENTRALES	9	28	26	27	Q<Qc	N	354,24	351	M>Mc	***
CLOROFICEAS EXCETO VOLV.	77	28	106	27	Q>Qc	***	1298,33	351	M>Mc	***
CRISOFICEAS	11	28	25	27	Q<Qc	N	345,86	351	M<Mc	N
CRIFTOFICEAS	7	28	46	27	Q>Qc	**	454,47	351	M>Mc	***
CIANOFICEAS	14	28	36	27	Q<Qc	N	462,83	351	M>Mc	***
DINOFICEAS	1	28	27	27	Q<Qc	N	351,00	351	M<Mc	N
EUGLENOFICEAS	12	28	33	27	Q<Qc	N	337,99	351	M<Mc	N
VOLVOCALES	11	28	27	27	Q<Qc	N	340,81	351	M<Mc	N
PENALES	9	28	18	27	Q<Qc	N	431,89	351	M>Mc	***
ZIGNEMAFICEAS	32	28	46	27	Q>Qc	***	424,74	351	M>Mc	***

3362

COLETAS SEM SULFATAÇÃO											A-20
CONJUNTO AMOSTRAL	NSP	NC	Q GLQ	Q Qc	P	M	GLM	M Mc	P	NP	
SECA	183	17	104	16	Q>Qc	***	413,54	120	M>Mc	***	1065
PONTO 1 COLETAS COM SULFATAÇÃO											
CONJUNTO AMOSTRAL	NSP	NC	Q GLQ	Q Qc	P	M	GLM	M Mc	P	NP	
CHUVAS	183	11	12	10	Q<Qc	N	60,91	45	M<Mc	N	298
PONTO 1 COLETAS COM SULFATAÇÃO											
CONJUNTO AMOSTRAL	NSP	NC	Q GLQ	Q Qc	P	M	GLM	M Mc	P	NP	
SECA	183	11	39	10	Q>Qc	***	258,04	45	M>Mc	***	607
CHUVAS	183	17	75	16			495,74	120			1083
TOTAL DE COLETAS COM SULFATAÇÃO PRIMEIRA SECA: 2,4,14,15											
CONJUNTO AMOSTRAL	NSP	NC	Q GLQ	Q Qc	P	M	GLM	M Mc	P	NP	
CONJUNTO TOTAL PONTO 1	183	4	7	3	Q<Qc	N	3,00	3	M<Mc	N	39
TOTAL DE COLETAS COM SULFATAÇÃO SEGUNDA SECA: 45 A 51											
CONJUNTO AMOSTRAL	NSP	NC	Q GLQ	Q Qc	P	M	GLM	M Mc	P	NP	
CONJUNTO TOTAL PONTO 1	183	7	6	6	Q<Qc	N	4,89	15	M<Mc	N	372
TOTAL DE COLETAS COM SULFATAÇÃO CHUVAS MODERADAS : 21 A 24											
CONJUNTO AMOSTRAL	NSP	NC	Q GLQ	Q Qc	P	M	GLM	M Mc	P	NP	
CONJUNTO TOTAL PONTO 1	183	4	1	3	Q<Qc	N	3,53	3	M<Mc	N	16
TOTAL DE COLETAS COM SULFATAÇÃO CHUVAS INTENSAS: 32 A 44											
CONJUNTO AMOSTRAL	NSP	NC	Q GLQ	Q Qc	P	M	GLM	M Mc	P	NP	
CONJUNTO TOTAL PONTO 1	183	13	30	12	Q>Qc	***	168,34	66	M>Mc	***	846
CENTRALES	9	13	9	12	Q<Qc	N	66,00	66	M<Mc	N	3
CLOROFICEAS EXCETO VOLV.	77	13	24	12	Q>Qc	*	159,20	66	M>Mc	***	494
CRISOFICEAS	11	13	12	12	Q<Qc	N	66,00	66	M<Mc	N	1
CRIFTOFICEAS	7	13	22	12	Q<Qc	N	88,06	66	M>Mc	*	15
CIAFICEAS	14	13	15	12	Q<Qc	N	75,96	66	M<Mc	N	38
DINOFICEAS	1	13	12	12	Q<Qc	N	66,00	66	M<Mc	N	3
EUGLENOFICEAS	12	13	18	12	Q<Qc	N	70,47	66	M<Mc	N	29
VOLVOCALES	11	13	8	12	Q<Qc	N	56,46	66	M<Mc	N	133
PENALES	9	13	13	12	Q<Qc	N	77,92	66	M<Mc	N	27
ZIGNEMAFICEAS	32	13	16	12	Q<Qc	N	64,12	66	M<Mc	N	103
COLETAS SEM SULFATAÇÃO PRIMEIRA SECA: 3, 5 A 13, 16											
CONJUNTO AMOSTRAL	NSP	NC	Q GLQ	Q Qc	P	M	GLM	M Mc	P	NP	
CONJUNTO TOTAL PONTO 1	183	11	53	10	Q>Qc	***	144,30	45	M>Mc	***	371
CENTRALES	9	11	10	10	Q<Qc	N	42,54	45	M<Mc	N	22
CLOROFICEAS EXCETO VOLV.	77	11	48	10	Q<Qc	***	108,73	45	M<Mc	N	141
CRISOFICEAS	11	11	12	10	Q<Qc	N	50,39	45	M<Mc	N	9
CRIFTOFICEAS	7	11	9	10	Q<Qc	N	39,41	45	M<Mc	N	32
CIAFICEAS	14	11		10			45			NÃO HÁ PARES	
DINOFICEAS	1	11								NÃO HÁ ESPÉCIES	
EUGLENOFICEAS	12	11	9	10	Q<Qc	N	42,63	45	M<Mc	N	17
VOLVOCALES	11	11	8	10	Q<Qc	N	46,21	45	M<Mc	N	58
PENALES	9	11	16	10	Q<Qc	N	66,46	45	M>Mc	*	79
ZIGNEMAFICEAS	32	11	20	10	Q>Qc	*	65,05	45	M>Mc	*	13
COLETAS SEM SULFATAÇÃO CHUVAS MODERADAS 17 A 20, 25 A 29											
CONJUNTO AMOSTRAL	NSP	NC	Q GLQ	Q Qc	P	M	GLM	M Mc	P	NP	
CONJUNTO TOTAL PONTO 1	183	9	9	8	Q<Qc	N	43,67	28	M>Mc	*	195
COLETAS SEM SULFATAÇÃO CHUVAS INTENSAS 30 E 31											
CONJUNTO AMOSTRAL	NSP	NC	Q GLQ	Q Qc	P	M	GLM	M Mc	P	NP	
CONJUNTO TOTAL PONTO 1	183	2			1 NÃO HÁ CÁLCULO		1			7	
TOTAL DE COLETAS SEM SULFATAÇÃO SEGUNDA SECA 53 A 58											
CONJUNTO AMOSTRAL	NSP	NC	Q GLQ	Q Qc	P	M	GLM	M Mc	P	NP	
CONJUNTO TOTAL PONTO 1	183	6	26	5	Q>Qc	***	18,74	10	M>Mc	*	207

[illegible]

[illegible]

[illegible]

A-29.3

TABELA 30 - VARIAÇÃO TEMPORAL DAS ESPÉCIES DO FITOPLÂNCTON. FREQUÊNCIA RELATIVA DO BIOVOLUME. REPRESA DE GUARAPIRANGA, 1991-92. PONTO 1.

[illegible]

TABELA 30 - VARIAÇÃO TEMPORAL DAS ESPÉCIES DO FITOPLÂNCTON. FREQUÊNCIA RELATIVA DO BIOVOLUME. REPRESA DE GUARAPIRANGA, 1991-92. PONTO 1.

[illegible]

[illegible]

A-31.1

[illegible]

TABELA 31 - VARIAÇÃO TEMPORAL DA FREQUÊNCIA RELATIVA DAS ESPÉCIES DO FITOPLÂNCTON EM DENSIDADE (CÉLULAS). REPRESA DE GUARAPIRANGA 1991-92. PONTO 4.

[illegible]

[illegible]

OBS.: AS SIGLAS UTILIZADAS PARA IDENTIFICAR AS ESPÉCIES ESTÃO RELACIONADAS NA LISTA DAS ESPÉCIES NO ÍTEM 5.3.1. DO TEXTO DESTA TRABALHO.

TABELA 32 - VARIAÇÃO TEMPORAL DAS ESPÉCIES DO FITOPLÂNCTON. FREQUÊNCIA RELATIVA DO BIOVOLUME. REPRESA DE GUARAPIRANGA 1991-92. PONTO 4.

[illegible]

[illegible]

TABELA 32 - VARIAÇÃO TEMPORAL DAS ESPÉCIES DO FITOPLÂNCTON. FREQUÊNCIA RELATIVA DO BIOVOLUME. REPRESA DE GUARAPIRANGA 1991-92. PONTO 4.

[illegible]

OBS.: AS SIGLAS UTILIZADAS PARA IDENTIFICAR AS ESPÉCIES SÃO RELACIONADAS NA LISTA DAS ESPÉCIES NO ÍTEM 5.3.1. DO TEXTO DESTES TRABALHOS.

TABELA 33 - ESPÉCIES DOMINANTES, ABUNDANTES OU COM ELEVADA FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA. REPRESA DE GUARAPIRANGA, 1991-92. PONTOS 1 E 4.

Identificação da espécie (IDSP); número de coletas em que a espécie ocorreu (NO*); densidade em célula bioárea em UPA.ml-1 (BA); biovolume em um3.ml-1 (BV); dominantes (DOM**); abundantes (AB**)

IDSP	PONTO 1								PONTO 4							
	NO	D		UPA		BV			NO	D		UPA		BV		
		DM	AB	DM	AB	DM	AB			DM	AB	DM	AB	DM	AB	
ACTS1						3										
ANKFU						7										
APHEC				1		1	3					4		4		5
APHEP						3										
ASTFO			8		7		7					4		4		3
AULGR				1	8	3	9					10	2	13	8	9
BOTNE											1	3	1		1	3
CLAG1									42			12				
CLAG2			13	1	10	1	10		30			9		8	1	7
CLAGL												6				
CLOMI			23		4							18				
CLOVI	30		4				4		29			11				
CLOVU	36	1	7		4		3					10				
COERE																3
CRUCR			3													
CRUTE	31		3						33							
CRYBR									41			15		13		8
CRYTE									27	8						
OSCSU			7									7				
DICEH		3	10	5	13	8	16					10		10	2	8
DICEL			2		3		4					6	1	5	2	4
DICPU		1		1		2										
DINBA					3							3		4		3
DINDI			2	1	3	1										
EUTFO												3		3		3
GEMIN							4									
GYMFU														13	4	9
MONAF	29				4											
MOUAN	32	3	16	4	18	2	15			1	7	1	6			3
MOUS1						1										
OOCPU																8
PALTE					3											
PERS3												1		1		
PSECA																
RHIEI			16		17		11	34	1	14	4	17				12
SCEAR							3									
SCEBC	42		8		21		17	34		6		10				10
SCEBJ	38		22	1	21	1	20	42		21	1	20				15
SENCO			3		3		4									
STAGR														3		
STRCU														4		
STROU																3
SYNEL												6				
SYNMY	47	1	18		14		3	31		8		5				
SYNSE			3								3					
SYNU1	37		4	1	13		5									
SYNU2					9		4					2	11			6
TRAVO							5									
TRAVP							5									
TRESE	31				3											
VOLC1				1	4	2	5									
VOLS1															1	
XANS2					8		3							6		
ZOED1							5									8

* REFERE-SE AO NÚMERO DE COLETAS EM QUE O TÁXON OCORREU, TENDO-SE REGISTRADO APENAS AS DEZ MAIS FREQUENTES.

** NÚMERO DE COLETAS EM QUE A ESPÉCIE ATINGIU VALOR SUPERIOR A 50% DA DENSIDADE TOTAL DA AMOSTRA

*** NÚMERO DE COLETAS EM QUE A ESPÉCIE ATINGIU VALOR SUPERIOR À MÉDIA DA DENSIDADE DA AMOSTRA, EM TRÊS OU MAIS AMOSTRAS

TABELA 35 - SAZONALIDADE E VARIAÇÃO DEVIDA À SULFATAÇÃO: MEDIANAS DAS VARIÁVEIS DO FITOPLÂNCTON

REPRESA DE GUARAPIRANGA 1991-92 - PONTO 1 -

Identificação dos períodos: período total de seca (S); período total de chuvas (C); primeiro período de seca (S1); período de chuvas moderadas (CM); período de chuvas intensas (CI); segundo período de seca (S2).

ÍNDICES DA COMUNIDADE	PERÍODO TOTAL						PERÍODOS COM APLICAÇÃO DE SULFATO DE COBRE					
	S	C	S1	CM	CI	S2	S	C	S1	CM	CI	S2
DENSIDADE (CÉLULAS)	12014	12766	6440	5423	27651	36445	9976	19875	9976	3299	27967	48311
BIOÁREA	3165	3230	2034	1611	4242	4723	4011	2981	4011	1137	4709	5267
BIOVOLUME	3905	5255	3147	5014	5293	4765	3224	4639	3224	2571	5217	5224
GALD	205	197	92	79	431	883	176	255	176	54	494	1250
SGALD	137	127	81	59	238	442	124	192	124	45	337	590
NÚMERO DE ESPÉCIES	26,5	21,5	19	17	26	28	22	24	22	12	26	29
DIVERSIDADE DA DENSIDADE	3,29	2,77	3,19	2,86	2,73	3,38	3,19	2,73	3,19	3,19	2,49	2,95
DIVERSIDADE DA BIOÁREA	3,31	2,60	3,23	2,45	2,64	3,41	2,85	2,68	2,85	2,81	2,64	3,50
DIVERSIDADE DO BIOVOLUME	3,16	2,21	2,91	1,69	2,54	3,33	3,13	2,73	3,13	2,71	2,73	3,20
UNIFORMIDADE DA DENSIDADE	0,70	0,60	0,80	0,70	0,50	0,70	0,70	0,60	0,70	0,80	0,50	0,60
UNIFORMIDADE DA BIOÁREA	0,70	0,55	0,70	0,60	0,50	0,60	0,70	0,60	0,70	0,70	0,50	0,70
UNIFORMIDADE DO BIOVOLUME	0,69	0,50	0,71	0,45	0,56	0,65	0,69	0,59	0,69	0,73	0,59	0,65
TAXA ALTERAÇÃO (DENSIDADE)	0,124	0,164	0,141	0,194	0,127	0,107	0,135	0,152	0,135	0,185	0,127	0,093
TAXA ALTERAÇÃO (BIOÁREA)	0,145	0,162	0,199	0,211	0,121	0,125	0,182	0,136	0,182	0,208	0,116	0,130
TAXA ALTERAÇÃO (BIOVOLUME)	0,190	0,179	0,217	0,244	0,130	0,154	0,216	0,150	0,216	0,234	0,130	0,168
N. TÁXONS BACILARIOFÍCEAS	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3
N. TÁXONS CENTRALES	1	1	1	1	0	1	1	0	1	2	0	0
N. TÁXONS PENALES	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
N. TÁXONS CLOROFÍCEAS EXC. VOL.	12	11	8	7	13	17	10	13	10	5	15	18
N. TÁXONS VOLVOCALES	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2
N. TÁXONS CLOROFÍCEAS COM VOL.	14	13	11	10	15	19	12	14	12	7	15	19
N. TÁXONS CRISOFÍCEAS	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
N. TÁXONS CRIPTOFÍCEAS	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0
N. TÁXONS CIANOFÍCEAS	1	1	0	1	1	3	1	1	1	1	1	3
N. TÁXONS DINOFÍCEAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N. TÁXONS EUGLENOFÍCEAS	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
N. TÁXONS ZIGNEMAFÍCEAS	2	2	1	1	2	3	3	2	3	1	2	4
DENSIDADE DE CÉLULAS	S	C	S1	CM	CI	S2	S	C	S1	CM	CI	S2
DENSIDADE	12014	12766	6440	5423	27651	36445	9976	19875	9976	3299	27967	48311
CENTRALES	379	79	472	393	0	158	2199	0	2199	354	0	0
PENALES	1257	550	2121	236	1571	786	2356	1571	2356	511	1572	1257
CLOROCOCALES	5264	7581	2593	2278	8722	26392	3379	7226	3379	826	8722	37781
VOLVOCALES	472	354	472	393	158	471	472	236	472	393	158	1021
CRISOFÍCEAS	27	0	0	79	0	54	0	0	0	0	0	0
CRIFTOFÍCEAS	79	158	79	314	79	79	0	79	0	157	79	0
CIANOFÍCEAS	433	236	0	79	707	4477	550	236	550	39	707	6283
DINOFÍCEAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EUGLENOFÍCEAS	79	79	79	0	158	158	79	79	79	79	158	79
ZIGNEMAFÍCEAS	432	707	79	79	7069	2829	628	5341	628	39	8326	5655
COM MOVIMENTO	982	1061	787	1178	864	1179	708	787	708	707	787	1179
SEM MOVIMENTO	10449	11274	5655	3222	26002	35973	9662	17673	9662	2829	26551	47132
SEM ENVOLTÓRIO RÍGIDO	8446	11822	3456	3615	26239	35739	4793	17047	4793	2241	27180	47760
COM ENVOLTÓRIO RÍGIDO	2318	1414	2829	629	2043	1963	5184	1729	5184	1100	2828	1651
CLASSE1	5380	2239	2121	1415	22545	25449	4635	6049	4635	1101	23014	29220
CLASSE2	6167	3732	3377	2278	5108	13122	4556	4558	4556	1846	5422	18775
CLASSE3	355	197	394	236	158	236	628	157	628	236	157	236
CLASSE4	79	236	0	0	393	125	79	0	79	0	79	0
NANOFTOPLÂNCTON	9623	4913	3851	3613	24585	34640	6206	8566	6206	2515	26317	46187
MICROFTOPLÂNCTON	2044	2435	1257	1963	2592	2594	3691	2201	3691	1178	2278	2123
MACROFTOPLÂNCTON	0	0	0	0	0	0	79	0	79	0	0	0
COLONIAIS OU CENÓBIAS	3771	4520	2436	1966	6285	15869	2513	3770	2513	1139	5030	19404
FILAMENTOSAS	275	982	79	79	7461	6440	79	5341	79	79	9268	9974
UNICELULARES	7659	3103	3848	2514	6837	14691	7540	6050	7540	2239	8720	22466

TABELA 35 (Continuação) - SAZONALIDADE E VARIAÇÃO DEVIDA À SULFATAÇÃO: MEDIANAS DAS VARIÁVEIS DO FITOPLÂNCTON
REPRESA DE GUARAPIRANGA 1991-92 - PONTO 1 -

Identificação dos períodos: período total de seca (S); período total de chuvas (C); primeiro período de seca (S1); período de chuvas moderadas (CM); período de chuvas intensas (CI); segundo período de seca (S2).

DENSIDADE DE ORGANISMOS	PERÍODO TOTAL						PERÍODOS COM APLICAÇÃO DE SULFATO DE COBRE					
	S	C	S1	CM	CI	S2	S	C	S1	CM	CI	S2
DENSIDADE	11862	8712	6440	5423	26707	36445	9846	13663	9846	3284	27967	48248
CENTRALES	379	79	472	393	0	158	2199	0	2199	354	0	0
PENALES	1257	550	2121	236	1571	786	2356	1571	2356	511	1572	1257
CLOROCOCALES	5174	3369	2538	1178	6543	26392	3249	3866	3249	803	7464	37781
VOLVOCALES	472	354	472	393	158	471	472	236	472	393	158	1021
CRISOFÍCEAS	27	0	0	79	0	54	0	0	0	0	0	0
CRIFTOFÍCEAS	79	158	79	314	79	79	0	79	0	157	79	0
CIANOFÍCEAS	311	236	0	79	707	4477	550	236	550	39	707	6283
DINOFÍCEAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EUGLENOFÍCEAS	79	79	79	0	158	158	79	79	79	79	158	79
ZIGNEMAFÍCEAS	432	707	79	79	7069	2829	628	5341	628	39	8326	5655
COM MOVIMENTO	982	1061	787	1178	864	1179	708	787	708	707	787	1179
SEM MOVIMENTO	9906	6657	5655	2985	24744	35973	9532	12563	9532	2806	26002	47069
SEM ENVOLTÓRIO RÍGIDO	8381	6289	3456	3456	23565	35679	4663	13192	4663	2218	26239	47697
COM ENVOLTÓRIO RÍGIDO	2318	1414	2829	629	2043	1963	5184	1729	5184	1100	2828	1651
CLASSE1	5380	2239	2121	1415	22545	25449	4635	6049	4635	1101	23014	29220
CLASSE2	6167	3732	3377	2278	5422	13122	4556	4558	4556	1846	5423	18775
CLASSE3	323	181	393	205	157	236	628	157	628	220	126	236
CLASSE4	18	40	0	0	49	19	27	0	27	0	32	0
NANOFITOPLÂNCTON	0	0	0	0	0	0	79	0	79	0	0	0
MICROFITOPLÂNCTON	1950	1505	1024	1147	1713	2453	3562	1200	3562	903	1651	2061
MACROFITOPLÂNCTON	9612	4971	3851	3613	24585	34640	6206	9253	6206	2515	26317	46187
COLONIAIS OU CENÓBIAS	3925	2782	2306	1807	3086	11311	2513	2279	2513	949	3946	19342
FILAMENTOSAS	275	982	79	79	7461	6440	79	5341	79	79	9268	9974
UNICELULARES	7659	3103	3848	2514	6837	14691	7540	6050	7540	2239	8720	22466
BIOVOLUME	S	C	S1	CM	CI	S2	S	C	S1	CM	CI	S2
BIOVOLUME	3904906	5255194	3146825	5014230	5293184	4764722	3224152	4639358	3224152	2570715	5217204	5224269
CENTRALES	234182	19575	286223	182261	0	54457	728567	0	728567	130161	0	0
PENALES	146976	58225	231397	14117	105888	81035	245024	134521	245024	241772	105888	105527
CLOROCOCALES	1158176	1893329	640428	1033074	1906897	3329607	775220	1443452	775220	494557	1879760	3876925
VOLVOCALES	91919	86970	294173	243828	52041	25297	294173	75945	294173	190842	52041	51732
CRISOFÍCEAS	10571	0	0	8673	0	42476	0	0	0	0	0	0
CRIFTOFÍCEAS	7242	6783	7242	14550	1265	7242	0	1084	0	2530	1084	0
CIANOFÍCEAS	41990	6493	0	5786	7200	89018	40476	5786	40476	90	10799	67436
DINOFÍCEAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EUGLENOFÍCEAS	73092	90348	46258	0	132089	138775	46258	92939	46258	90348	130101	46258
ZIGNEMAFÍCEAS	196736	130656	29189	16680	852316	388157	696665	718649	696665	8340	1583118	754587
COM MOVIMENTO	314689	408552	418131	936729	252325	276738	347673	252325	347673	399255	198780	153473
SEM MOVIMENTO	2843945	4498336	1932586	3460068	4795693	4180700	2551902	4001234	2551902	1821381	4213617	4661741
SEM ENVOLTÓRIO RÍGIDO	2710203	3878501	1584575	1691856	4365747	4509355	2368245	3209949	2368245	1046348	4068977	4608160
COM ENVOLTÓRIO RÍGIDO	766898	389048	855907	429177	380546	315254	1024741	353442	1024741	495987	338263	198043
CLASSE1	204177	137739	80530	77282	915745	761567	166132	555797	166132	44811	1053269	878065
CLASSE2	1992150	1093051	999802	838814	1207010	3108088	1393018	1207010	1393018	717988	1340508	3433538
CLASSE3	606759	367996	744177	331954	534228	397407	1159730	246470	1159730	412575	246470	337644
CLASSE4	90348	271044	0	0	451740	181522	90348	0	90348	0	90348	0
NANOFITOPLÂNCTON	1826004	1841673	1024874	1169492	3099085	3457095	1133096	2381299	1133096	963589	3881547	4830178
MICROFITOPLÂNCTON	1556126	2565742	1526793	3915325	1180611	1603960	1526793	727334	1526793	1635840	727334	640524
MACROFITOPLÂNCTON	0	0	0	0	0	0	112853	0	112853	0	0	0
COLONIAIS OU CENÓBIAS	2009513	1841154	896503	1967545	1714764	3227310	896503	1122030	896503	802048	1266653	3397955
FILAMENTOSAS	174249	451777	13010	7589	1051652	478456	13010	1051652	13010	258034	1533079	607559
UNICELULARES	1243404	722194	1373145	590791	735848	1218651	2255786	787474	2255786	676429	809673	1111086

TABELA 36 - SAZONALIDADE E VARIAÇÃO DEVIDA À SULFATAÇÃO: MEDIANAS DAS VARIÁVEIS DO FITOPLÂNCTON REPRESA DE GUARAPIRANGA 1991-92 - PONTO 4.

Identificação dos períodos: período total de seca (S); período total de chuvas (C); primeiro período de seca (S1); período de chuvas moderadas (CM); período de chuvas intensas (CI); segundo período de seca (S2).

ÍNDICES DA COMUNIDADE	PERÍODO TOTAL						PERÍODOS COM APLICAÇÃO DE SULFATO DE COBRE					
	S	C	S1	CM	CI	S2	S	C	S1	CM	CI	S2
DENSIDADE (CELULAS)	6558	8954	2278	5027	10092	13273	2906	7540	2906	3102	9975	13273
BIOÁREA	1951	1984	837	1918	2884	2957	1399	1835	1399	1157	2008	3106
BIOVOLUME	3033	5294	1202	3679	5854	5346	1202	3663	1202	3335	5424	5346
GALD	117	119	64	98	139	184	69	90	69	59	111	157
SGALD	46	50	17	35	61	84	20	46	20	25	60	116
NÚMERO DE ESPÉCIES	18	20	13	16	24	26	15	22	15	15	24	27
DIVERSIDADE DA DENSIDADE	3,25	3,24	3,24	3,20	3,36	3,26	3,27	3,53	3,27	3,54	3,51	3,26
DIVERSIDADE DA BIOÁREA	3,01	2,91	2,77	2,69	3,15	3,13	2,55	3,14	2,55	2,80	3,18	3,13
DIVERSIDADE DO BIOVOLUME	2,65	2,36	2,61	2,24	2,79	2,97	3,03	2,69	3,03	2,24	2,94	2,53
UNIFORMIDADE DA DENSIDADE	0,80	0,75	0,80	0,80	0,70	0,70	0,80	0,80	0,80	0,90	0,70	0,60
UNIFORMIDADE DA BIOÁREA	0,74	0,68	0,78	0,66	0,69	0,65	0,64	0,70	0,64	0,76	0,70	0,65
UNIFORMIDADE DO BIOVOLUME	0,69	0,57	0,73	0,54	0,63	0,61	0,76	0,63	0,76	0,60	0,63	0,53
TAXA ALTERAÇÃO (DENSIDADE)	0,172	0,195	0,185	0,195	0,194	0,144	0,184	0,199	0,184	0,198	0,199	0,144
TAXA ALTERAÇÃO (BIOÁREA)	0,191	0,210	0,191	0,224	0,201	0,188	0,177	0,210	0,177	0,226	0,201	0,188
TAXA ALTERAÇÃO (BIOVOLUME)	0,221	0,222	0,209	0,231	0,191	0,228	0,209	0,194	0,209	0,258	0,191	0,235
N. TAXONS BACILARIOFICEAS	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3
N. TAXONS CENTRALES	2	2	1	2	1	3	1	2	1	2	2	2
N. TAXONS PENALES	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1
N. TAXONS CLOROFICEAS EXC.VOI	8	7	5	5	8	11	5	7	5	6	8	12
N. TAXONS VOLVOCALES	2	3	1	2	3	2	2	3	2	2	3	3
N. TAXONS CLOROFICEAS COM VO	10	10	7	8	10	14	7	10	7	8	11	14
N. TAXONS CRISOFICEAS	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
N. TAXONS CRIPTOFICEAS	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2
N. TAXONS CIANOFICEAS	1	2	0	0	2	2	0	2	0	0	2	2
N. TAXONS DINOFICEAS	0	1	0	0	2	0	0	1	0	0	2	0
N. TAXONS EUGLENOFICEAS	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	2
N. TAXONS ZIGNEMAFICEAS	1	1	1	0	1	2	3	1	3	0	1	2
DENSIDADE DE CELULAS	S	C	S1	CM	CI	S2	S	C	S1	CM	CI	S2
DENSIDADE	6558	8954	2278	5027	10092	13273	2906	7540	2906	3102	9975	13273
CENTRALES	511	275	314	550	236	1335	628	236	628	511	236	314
PENALES	157	157	236	157	157	79	471	236	471	275	157	79
CLOROCOCALES	2435	3377	707	864	4006	7854	942	2985	942	785	3691	9817
VOLVOCALES	314	628	236	707	628	393	157	628	157	471	628	550
CRISOFICEAS	79	157	0	157	79	79	79	79	79	0	79	157
CRIFTOFICEAS	511	314	550	236	393	471	628	393	628	314	393	550
CIANOFICEAS	196	275	0	0	628	1100	0	550	0	0	550	1335
DINOFICEAS	0	157	0	0	157	0	0	157	0	0	236	0
EUGLENOFICEAS	118	0	0	0	79	236	0	79	0	39	79	314
ZIGNEMAFICEAS	157	79	79	0	785	236	236	236	236	0	1963	314
COM MOVIMENTO	1139	1649	864	1728	1571	1414	864	1571	864	1021	1571	1492
SEM MOVIMENTO	5851	6480	1257	2278	8522	9896	2042	5655	2042	1767	7069	10760
SEM ENVOLTÓRIO RÍGIDO	4398	7206	1649	2356	9268	11231	1571	6205	1571	1610	8482	11231
COM ENVOTÓRIO RÍGIDO	1492	1100	707	1100	1100	2042	1492	1257	1492	1139	1257	1414
CLASSE1	2906	2749	707	1021	3927	6833	707	3691	707	825	4320	6833
CLASSE2	2827	2081	1492	1571	2592	5576	1728	2513	1728	1374	2592	5576
CLASSE3	393	785	314	785	1178	864	393	628	393	707	550	864
CLASSE4	0	0	0	0	79	0	0	0	0	0	79	0
NANOFITOPLÂNCTON	4791	4555	1728	2749	6519	12488	2042	5733	2042	1689	7304	12488
MICROFITOPLÂNCTON	1100	1492	550	1649	1021	1728	864	1021	864	1335	550	1178
MACROFITOPLÂNCTON	0	0	0	0	0	0	79	0	79	0	0	0
COLONIAIS OU CENOBIAIS	1335	1492	550	1178	1492	3377	393	1335	393	707	1492	7147
FILAMENTOSAS	314	353	0	236	707	1178	0	471	0	275	1963	2749
UNICELULARES	4516	3259	1963	2827	4555	9660	2592	3927	2592	1846	4555	9660

TABELA 35 (Continuação) - SAZONALIDADE E VARIAÇÃO DEVIDA À SULFATAÇÃO: MEDIANAS DAS VARIÁVEIS DO FITOPLÂNCTON
REPRESA DE GUARAPIRANGA 1991-92 - PONTO 1 -
 Identificação dos períodos: período total de seca (S); período total de chuvas (C); primeiro período de seca (S1); período de chuvas moderadas (CM); período de chuvas intensas (CI); segundo período de seca (S2).

	PERÍODO TOTAL						PERÍODOS COM APLICAÇÃO DE SULFATO DE COBRE					
	S	C	S1	CM	CI	S2	S	C	S1	CM	CI	S2
DENSIDADE DE ORGANISMOS	6564	6170	2278	3848	7941	13273	2875	6597	2875	2763	7941	13273
CENTRALES	511	275	314	550	236	1335	628	236	628	511	236	314
PENALES	157	157	236	157	157	79	471	236	471	275	157	79
CLOROCOCIALES	2107	2124	707	860	3534	7304	911	1816	911	770	3095	7854
VOLVOCOCALES	314	628	236	707	628	393	157	628	157	471	628	550
CRISOFIGEAS	79	157	0	157	79	79	79	79	79	0	79	157
CRIFTOFIGEAS	511	314	550	236	393	471	628	393	628	314	393	550
CIAOFIGEAS	196	275	0	0	621	1100	0	550	0	0	550	1335
DINOFIGEAS	0	157	0	0	157	0	0	157	0	0	236	0
EUGLENOFIGEAS	118	0	0	0	79	236	0	79	0	39	79	314
ZIGNEMAFICEAS	157	79	79	0	785	236	236	236	236	0	1963	314
COM MOVIMENTO	1139	1649	864	1728	1571	1414	864	1571	864	1021	1571	1492
SEM MOVIMENTO	5851	4613	1257	2246	6205	9582	2011	4634	2011	1428	6205	10014
SEM ENVOLTÓRIO RÍGIDO	4071	5152	1649	2129	6998	11231	1571	5576	1571	1571	6998	11231
COM ENVOLTÓRIO RÍGIDO	1492	1100	707	1100	1100	2042	1492	1257	1492	1139	1257	1414
CLASSE1	2906	2749	707	1021	3927	6833	707	3691	707	825	4320	6833
CLASSE2	2827	2160	1492	1571	2592	5576	1728	2513	1728	1374	2592	5576
CLASSE3	373	660	268	738	582	864	393	550	393	501	550	942
CLASSE4	0	0	0	0	79	0	0	0	0	0	79	0
NANOFITOPLÂNCTON	4820	4634	1728	2749	6591	12488	2042	5733	2042	1689	7304	12488
MICROFITOPLÂNCTON	1060	1076	519	1579	582	1559	833	582	833	996	550	1178
MACROFITOPLÂNCTON	0	0	0	0	0	0	79	0	79	0	0	0
COLONIAIS OU CENÓBIAS	1233	1492	550	1178	1492	3220	393	1178	393	613	1492	3377
FILAMENTOSAS	314	353	0	236	707	1178	0	471	0	275	1963	2749
UNICELULARES	4438	3259	1963	2827	4555	9582	2592	3927	2592	1846	4555	9582
BIOVOLUME	S	C	S1	CM	CI	S2	S	C	S1	CM	CI	S2
BIOVOLUME	3033202	5293880	1201576	3678895	5853789	5345707	1201576	3663355	1201576	3335294	5423686	5345707
CENTRALES	616535	123819	254420	190815	88180	806782	254420	180696	254420	1060394	95408	122151
PENALES	28460	11655	112754	5421	20599	9035	115465	37946	115465	125494	20599	24394
CLOROCOCIALES	687442	1024273	382520	421988	1334142	1673085	382520	766347	382520	428667	1140872	2852660
VOLVOCOCALES	34694	141666	46258	314411	106249	28911	11565	127210	11565	109863	127210	40476
CRISOFIGEAS	10842	55564	0	80952	24394	17347	24394	8673	24394	0	24394	17347
CRIFTOFIGEAS	70878	44519	64509	44519	67897	83549	69387	67897	69387	75113	67897	97983
CIAOFIGEAS	1807	2168	0	0	6324	11565	0	3433	0	0	5240	13043
DINOFIGEAS	0	100377	0	0	286946	0	0	108237	0	0	1480625	0
EUGLENOFIGEAS	81313	0	0	0	19515	185033	0	19515	0	23129	19515	424636
ZIGNEMAFICEAS	75193	20182	14595	0	130961	126599	188897	41699	188897	0	162627	100078
COM MOVIMENTO	602135	1533083	531992	1484871	1581295	1245765	642804	1484871	642804	886044	1736445	1245765
SEM MOVIMENTO	1650859	2276404	681625	2076195	2476614	4228464	558772	1971713	558772	1750192	1971713	4228464
SEM ENVOLTÓRIO RÍGIDO	1636311	4192736	688451	1291747	4741097	3275735	1002268	2713594	1002268	881611	4269391	3275735
COM ENVOLTÓRIO RÍGIDO	852461	685112	399158	956328	422978	1013164	399158	881075	399158	2146844	555099	868905
CLASSE1	259912	245052	212848	148001	260168	306266	306682	260168	306682	99439	270132	279161
CLASSE2	1048008	1143422	677069	942732	1262031	2607439	432111	1262031	432111	1705081	1262031	2607439
CLASSE3	423493	871021	304925	495830	1022198	951463	556617	519502	556617	412213	821132	951463
CLASSE4	0	0	0	0	1196932	0	0	0	0	0	1196932	0
NANOFITOPLÂNCTON	1074547	1140390	674848	639484	1710705	2009102	702059	1274802	702059	459915	1710705	2900419
MICROFITOPLÂNCTON	1202809	3706867	499517	3600191	3889273	2649744	499517	2772675	499517	2549867	3722974	2555219
MACROFITOPLÂNCTON	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COLONIAIS OU CENÓBIAS	708841	929602	244468	924595	1251464	2355698	151086	585670	151086	733451	585670	2498014
FILAMENTOSAS	235646	243940	112754	69387	265591	637681	112754	796774	112754	929570	531183	245783
UNICELULARES	947329	1177660	608336	1042923	1367307	1949881	954216	1367307	954216	818567	2321991	1949881

FIGURA 1 - REDE HIDROGÁFICA DO ESTADO DE SÃO PAULO.

AMÉRICA DO SUL, BRASIL, SÃO PAULO, REGIÃO DA GRANDE SÃO PAULO.

AMÉRICA DO SUL

SÃO PAULO
BRASIL

REGIÃO DA GRANDE SÃO PAULO

Figura 2 - Imagem de Satélite: vista da área urbana em 1984. Represa de Guarapiranga.

Imagem de satélite: LANDSAT 5 (TM-2,3 e 4). DATA: 10.03.1984

- Mata Atlântica
- Área urbana

**FIGURA 3 - DEMARCAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA.
REPRESA DE GUARAPIRANGA, 1991-92.**

FIGURA 4 - DIAGRAMA CLIMÁTICO DE 1991 E 1992. REGIÃO DA REPRESA DE GUARAPIRANGA 1991-92.

FIGURA 5 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO BALANÇO HÍDRICO NA REGIÃO DA REPRESA DE GUARAPIRANGA 1991-92.

Balanço Hídrico (Thorntwaite, 1948 apud Tubelis e Nascimento, 1988), CC = 100 mm, calculado a partir de dados da Estação Meteorológica do IAG-USP.

FIGURA 6 - DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DO BIOVOLUME NAS CLASSES DE TAMANHO, GUARAPIRANGA 1991-92. PONTO 1.

FIGURA 7 - DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DO BIOVOLUME NAS CLASSES DE TAMANHO, GUARAPIRANGA 1991-92. PONTO 4.

FIGURA 8 - DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DOS ÍNDICES DA ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA. REPRESA DE GUARAPIRANGA, 1991-92. PONTO 1.

FIGURA 9 - DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DOS ÍNDICES DA ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA. REPRESA DE GUARAPIRANGA, 1991-92. PONTO 4.

FIGURA 10 - DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DOS GRUPOS SISTEMÁTICOS DO FITOPLÂNCTON.
REPRESA DE GUARAPIRANGA, 1991-92. PONTO 1.

FIGURA 11 - DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DOS GRUPOS SISTEMÁTICOS DO FITOPLÂNCTON. REPRESA DE GUARAPIRANGA, 1991-92. PONTO 4.

FIGURA 12 - QUADRO RESUMO DA DINÂMICA TEMPORAL DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DA REPRESA DE GUARAPIRANGA 1991-92. PONTO 1.

FIGURA 13 - QUADRO-RESUMO DA DINÂMICA TEMPORAL DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DA REPRESA DE GUARAPIRANGA 1991-92. PONTO 4.

FIGURA 14 - ANÁLISE DOS COMPONENTES PRINCIPAIS. POSIÇÃO DAS CAMPANHAS. PONTO 1. MATRIZ DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS [LOG(X+1)]. ORDENAÇÃO: DISTÂNCIA EUCLIDEANA. PORCENTAGEM DE EXPLICAÇÃO DOS DOIS PRIMEIROS EIXOS: 54.60.

FIGURA 15 - ANÁLISE DOS COMPONENTES PRINCIPAIS. POSIÇÃO DAS CAMPANHAS. PONTO 1.

FIGURA 16 - ANÁLISE DOS COMPONENTES PRINCIPAIS. POSIÇÃO DAS CAMPANHAS. PONTO 4. MATRIZ DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS [LOG(X+1)]. ORDENAÇÃO: DISTÂNCIA EUCLIDEANA. PORCENTAGEM DE EXPLICAÇÃO DOS DOIS PRIMEIROS EIXOS: 61.0%.

FIGURA 17 - ANÁLISE DOS COMPONENTES PRINCIPAIS. POSIÇÃO DAS CAMPANHAS. PONTO 4.

FIGURA 18 - QUADRO-RESUMO DA DINÂMICA TEMPORAL - POR COLETAS - DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DA REPRESA DE GUARAPIRANGA, 1991-92. PONTO 1.

Gráfico 1: Precipitação (P); volume (VOL); vazão afluente (AT); vazão efluente (ET); deficiência hídrica do solo (DEF).
Gráfico 2: velocidade máxima do vento (WMA); insolação (INS); radiação solar (RAD); temperatura do ar (TAR); sulfatação (SULF).
Gráfico 3: temperatura da água (TAG); transparência (SEC); condutividade (CON); potencial hidrogeniônico (pH); alcalinidade (ALC); demanda bioquímica de oxigênio (DBO); sólidos totais em suspensão (SOT).
Gráfico 4: teor de fosfato solúvel reativo (PO4); fósforo total (PT); nitrogênio (NH4+NO3); silício (Si); gás carbônico (CO2).
Gráfico 5: biovolume (BV); densidade (D) e número de táxons (S) em cada coleta.
OBS.: os valores encontrados foram transformados em Log(x+1). As unidades de medida de cada parâmetro estão relatadas no Capítulo Materiais e Métodos.

FIGURA 19 - QUADRO-RESUMO DA DINÂMICA TEMPORAL - POR COLETAS - DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DA REPRESA DE GUARAPIRANGA, 1991-92. PONTO 4.

Gráfico 1: Precipitação (P); volume (VOL); vazão afluente (AT); vazão efluente (ET); deficiência hídrica do solo (DEF).

Gráfico 2: velocidade máxima do vento (WMA); insolação (INS); radiação solar (RAD); temperatura do ar (TAR); sulfatação (SULF).

Gráfico 3: temperatura da água (TAG); transparência (SEC); condutividade (CON); potencial hidrogeniônico (pH); alcalinidade (ALC); demanda bioquímica de oxigênio (DBO); sólidos totais em suspensão (SOT).

Gráfico 4: teor de fosfato solúvel reativo (PO4); fósforo total (PT); nitrogênio (NH4+NO3); silício (Si); gás carbônico (CO2).

Gráfico 5: biovolume (BV); densidade (D) e número de táxons (S) em cada coleta.

OBS.: os valores encontrados foram transformados em $\text{Log}(x+1)$. As unidades de medida de cada parâmetro estão relatadas no Capítulo Materiais e Métodos.

FIGURA 20 - ANÁLISE DAS FLORAÇÕES. REPRESA DE GUARAPIRANGA 1991-92. PONTO 1

Variáveis ambientais abióticas: razão nitrogênio : fósforo (N:P) [$\text{NH}_4 + \text{NO}_3$:PT]; gás carbônico total (CO_2); pH;
Variáveis biológicas: densidade-número de células por amostra (D); biovolume-micrômetros cúbicos por mililitro (B); biovolume de clorococais (CLORO); biovolume de cianofíceas (CIANO).

FIGURA 21 - ANÁLISE DAS FLORAÇÕES. REPRESA DE GUARAPIRANGA 1991-92. PONTO 4.

Variáveis ambientais abióticas: razão nitrogênio : fósforo (N:P) [$\text{NH}_4 + \text{NO}_3$:PT]; gás carbônico total (CO_2); pH;
Variáveis biológicas: densidade-número de células por amostra (D); biovolume-micrômetros cúbicos por mililitro (B); biovolume de clorococais (CLORO); biovolume de cianofíceas (CIANO).

Figura 22 - Imagens de algumas espécies de algas encontradas na Represa de Guarapiranga, 1991-92.

Dictyosphaerium ehrenberghianum

Aphanocapsa elachista

Mougeotia cf. americana

Gymnodinium fuscum

Anabaena solitaria

Scenedesmus bicaudatus