CARACTERIZAÇÃO ECOLÓGICA DA AUTODEPURAÇÃO
DE LAGOS DO PARQUE ZOOLOGICO DE SÃO PAULO

CLEIDE MACHADO CHAVES

DISSERTAÇÃO APRESENTADA À FACULDADE
DE SAÚDE PÚBLICA DA UNIVERSIDADE DE
SÃO PAULO PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
MESTRE EM SAÚDE PÚBLICA.

SÃO PAULO
1978

A meus pais,
pelo carinho e incentivo.

Ao Doutor Aristides Almeida
Rocha, o meu reconhecimento
pelo entusiasmo e interesse que
sempre demonstrou durante a
realização deste trabalho.

RESUMO :

Devido ao agravamento da situação sanitária decorrente da constante deterioração das águas dos lagos do Parque Zoológico de São Paulo, realizou-se um estudo a fim de avaliar a capacidade de autodepuração desses corpos de água.

Foram colhidas amostras em nove pontos dos lagos das aves do Parque Zoológico, para exames físico-químicos e biológicos.

Tal pesquisa além de avaliar a capacidade de autodepuração dos corpos d'água, visa caracterizar as atuais condições sanitárias dos lagos, assim como recomendar possíveis providências a serem adotadas para minimizar a poluição dos mesmos.

Esse estudo foi realizado no período compreendido entre março de 1976 e março de 1977.

SUMMARY :

This work was developed in order to estimate the deterioration of the water quality from two lakes for fowles in São Paulo Zoo Garden and to determine the self-purification capacity.

Physical, chemical and biological parameters were determined from several samples collected in nine different points from both lakes. This survey also tries to characterize the sanitary conditions of the lakes, as well as to recommend some probable measures to be taken in order to minimize the pollution effects.

The research was carried out in the period between March, 1976 and March, 1977.

AGRADECIMENTOS

Ao Doutor João Pessoa de Paula Carvalho pelo incentivo e apoio, durante o período de orientação deste trabalho.

Ao Doutor Mário Paulo Autuori, Diretor da Fundação Parque Zoológico de São Paulo, por ter tornado possível a realização desta pesquisa.

Ao Doutor João Pereira da Rosa, Reitor da Universidade Estadual de Mato Grosso, pela autorização de meu afastamento daquela Universidade.

Ao Doutor Waldeck F. de Castro Maia, Diretor do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Mato Grosso, pela compreensão.

Aos Professores da Comissão Especial de Saúde Coletiva da Universidade Estadual de Mato Grosso, em particular à Professora Lêda Augusta Jorge, pela dedicação e apoio.

Ao Doutor Samuel Murgel Branco pela atenção.

À Doutora Helena Aparecida dos Santos Lima Pereira pela atenção e sugestões apresentadas durante esta pesquisa.

Ao Senhor Rubens Gomes de Oliveira pelo valioso auxílio nas coletas de amostras.

À Senhorita Elisa Conceição da Rocha pela revisão ortográfica dos originais.

Aos Professores e funcionários do Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo pela convivência amigável.

Aos funcionários da Biblioteca da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo pelas diversas formas de colaboração neste trabalho.

Às Doutoradas Erika Schlenz, Maria Aparecida Juliano de Carvalho e Gisela Yuka Shimizu, do Departamento de Zoologia do Instituto de Bio-ciências da Universidade de São Paulo, pela agradável convivência, colaboração e apoio, durante a execução deste trabalho.

Ao Doutor Ivan Ronaldo Horcel da Divisão de Análises Inorgânicas e Orgânicas da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) pela valiosa colaboração.

Ao Doutor Eduardo Masato Kato da Gerência de Tecnologia de Poluição por Resíduos Sólidos da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental pela atenção e apoio.

À Doutora Elenita Gherardi Goldstein e demais funcionários da Divisão de Biologia Aquática da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, pela compreensão e apoio.

A cada membro de minha família pela compreensão.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho.

ÍNDICE

1	<u>INTRODUÇÃO</u>	1
2	<u>MATERIAL E MÉTODOS</u>	5
2.1	Área pesquisada	6
2.2	Pontos de amostragem	6
2.3	Análise físico-químicas	8
2.4	Parâmetros biológicos	11
2.4.1	Amostras de organismos do fitoplâncton	11
2.4.2	Amostras de organismos do zooplâncton	11
2.4.3	Amostras de organismos bentônicos	12
3	<u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	14
3.1	Generalidades	15
3.2	Parâmetros físicos-químicos	15
3.2.1	Temperatura, pH, índice de transparência e alcalinidade	15
3.2.2	Oxigênio dissolvido (OD) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO)	18
3.2.3	Nutrientes minerais	20
3.3	Indicadores biológicos	21
3.3.1	Fitoplâncton	21
3.3.1.1	Flagelados clorofilados	25
3.3.1.2	Algas verdes	27
3.3.1.3	Algas azuis	30
3.3.1.4	Diatomáceas	35
3.3.2	Zooplâncton	37
3.3.2.1	Copépodos	37
3.3.2.2	Cladóceros	43
3.3.2.3	Rotíferos	43
3.3.3	Organismos Bentônicos	46
3.3.3.1	Anelídeos: Hirudíneos e Tubificídeos	49
3.3.3.2	Dípteros: Quironomídeos e Caoborídeos	51
4	<u>CONCLUSÕES</u>	53
5	<u>RECOMENDAÇÕES</u>	55
6	<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	57

1 INTRODUÇÃO.

1 INTRODUÇÃO.

“Hidrobiologia, no seu sentido mais amplo (e também etimológico), significa biologia aquática, devendo compreender, pois, o estudo da vida dos seres que habitam o meio aquático, de água doce ou marinha. No entanto, reserva-se em geral, para o estudo destes últimos, a denominação de “biologia marinha”, que constitui um capítulo da oceanografia, assim como a hidrobiologia constitui capítulo, da limnologia (ou estudo dos lagos), e da reologia (estudo dos rios)”. (BRANCO, 1971)⁸.

Etimologicamente “poluir” significa sujar; “biologicamente” define-se a poluição como sendo o lançamento ao curso d’água de uma substância que altere, consideravelmente, a composição ou distribuição das populações aquáticas, através da modificação de quaisquer fatores ecológicos, tais como: composição química e física da água; natureza do leito e correnteza. (BRANCO, 1971)⁸.

A matéria orgânica alóctone e mesmo a autóctone, pode participar como veículo de germes saprófitas e patogênicos, causando poluição e, eventualmente, uma contaminação.

Estabelecida a propriedade patogênica de certos microorganismos, evidenciado que seu aparecimento em uma massa de água não se faz por geração espontânea, tornou-se possível verificar que a transmissão de doenças pelas águas implica no acesso a elas de matéria contaminante de origem fecal.

Surgiu, então, a necessidade de se estabelecer padrões que, do ponto de vista sanitário, permitissem uma classificação mais real, a fim de que se pudesse considerar uma água como sendo de boa qualidade, não apenas levando em conta suas características biológicas, mas também físico-químicas.

Grande parte do material orgânico que atinge os corpos d’água, contém energia potencial que pode ser aproveitada por microorganismos aquáticos. Sendo a biodegradabilidade um fenômeno bioquímico, a ação dos seres aquáticos é de fundamental importância, pois, degradando ou oxidando o material poluente, concorrem para a melhoria da qualidade da água. (BRANCO, 1971)⁸.

As fases de autodepuração dos cursos de água, poluídos com material orgânico, podem ser acompanhadas através do conhecimento dos organismos existentes no meio hídrico. Esses organismos, que vivem ou suportam ambientes altamente seletivos, constituem

excelentes indicadores biológicos, caracterizando através da flora e fauna, determinados trechos do corpo d'água (de rio ou lago).

Muitas vezes o poluente físico ou químico cessou o seu efeito, permanecendo, no entanto, certos seres aquáticos. Nesse caso, o grau de seletividade ou de perturbação do ecossistema encontrado, constitui o principal parâmetro biológico indicativo da intensidade de poluição. (ROCHA, 1972)²⁹.

“Com efeito, os maiores prejuízos que advém da poluição, para o manancial, são aqueles que se referem à destruição de sua flora e fauna naturais e este decorre, essencialmente, da alteração do teor de oxigênio, matéria orgânica, pH, temperatura, etc., enquanto que para a saúde pública, de um modo geral, interessam quase que exclusivamente os aspectos relacionados com a bacteriologia das águas, que por outro lado, pouco ou nenhum significado apresentam em relação à destruição da flora e fauna”. (BRANCO, 1971)⁸.

Tendo em vista os grandes prejuízos que podem surgir para o homem, como resultado de uma poluição hídrica, mesmo que não o afete diretamente, mas indiretamente como veículo de bactérias, vírus, fungos e outros organismos patogênicos ou ainda de outros elementos prejudiciais, são bem justificadas as medidas de saneamento dos mananciais.

A Hidrobiologia Sanitária, no Brasil, encontra-se em fase de estudos, abrindo, desse modo, campo para inúmeras pesquisas. (BRANCO, 1959)⁴.

Quando se fala em controle de seres vivos, em Hidrobiologia Sanitária, tem-se a impressão de que esta seria a atividade que visa eliminar todos os microrganismos existentes na água destinada ao consumo público. Esta interpretação, no entanto, não é verdadeira, uma vez que os microrganismos não são necessariamente nocivos à saúde pública, ou mesmo ao tratamento da água; eles podem ter interesse de ordem econômica e mesmo sanitária em águas naturais. Nas pesquisas de microrganismos aquáticos levadas a efeito nas estações biológicas de piscicultura, verifica-se que há a preocupação em se descobrir meios para aumentar as populações e não em destruí-las, uma vez que constituem importante elo na cadeia alimentar dos peixes. A produção de oxigênio, pelos vegetais fotossintetizantes, é de interesse para a respiração dos animais aquáticos, bem como para a melhoria da qualidade da água potável. (BRANCO, 1959)⁴.

Há, entretanto, vários prejuízos, alguns bastante sérios, que podem ser causados por microrganismos quando estes ultrapassam um certo número por unidade de volume de água. Podem ser citados entre outros: a transmissão de moléstias, a produção de mau gosto e

mau cheiro, os distúrbios que causam à filtração e à decantação. (BRANCO, 1959)⁴.

O equilíbrio ecológico constitui uma característica da natureza. “O mundo vivo só não é estável por causa da instabilidade do mundo físico. Não houvessem as contínuas alterações de caráter físico, químico e climático do meio, também não haveria os fenômenos de adaptação e seleção que levam à evolução orgânica”. (BRANCO, 1972)⁹.

Assim, ao se planejar a realização do presente trabalho, teve-se em mente:

a) — Proceder ao estudo ecológico de dois corpos d’água do Parque Zoológico da cidade de São Paulo, pesquisando organismos indicadores de poluição, tanto os do fito e zooplâncton como os macroinvertebrados bentônicos. Tal estudo visa avaliar a situação sanitária dos lagos, partindo-se do pressuposto que os mesmos, em toda sua extensão, estejam em fase de intensa degradação orgânica, dada a introdução ininterrupta de poluentes que impedem a sua recuperação.

b) — Reconhecer o meio físico-químico existente nos lagos, uma vez que para a Hidrobiologia não só interessa o estudo sistemático dos microrganismos, como também o estudo das relações entre organismos, a fim de se poder exercer sobre eles um controle efetivo.

c) — Avaliar qual a capacidade de autodepuração desses corpos d’água e verificar se há necessidade de exportar ou tratar os esgotos antes de atingirem os lagos.

2 MATERIAL E MÉTODOS.

2 MATERIAL E MÉTODOS:

2.1 Área pesquisada.

“A Fundação Parque Zoológico de São Paulo está localizada no Parque do Estado de São Paulo (Água Funda), possuindo terrenos limitados de um lado com o Instituto de Botânica e de outro com o município de Diadema. À sua frente, situa-se o observatório do Instituto Astronômico e Geográfico do Estado de São Paulo”. (ROCHA, 1975)³⁰.

O Parque Zoológico tem como finalidades básicas: recreação, educação e pesquisa.

O Parque do Estado possui uma área verde de 5.808.000 m² e o Parque do Zoológico uma área de 629.200 m².

Representado pelas várias espécies de aves, répteis, peixes e mamíferos, o Jardim Zoológico possui atualmente cerca de 3.000 animais.

A população efetiva do Parque Zoológico é de aproximadamente 300 servidores e recebe cerca de 120.000 visitantes por mês, com maior afluência aos sábados e domingos.

O presente estudo foi realizado em dois dos quatro lagos do Parque Zoológico: o lago do Jaburú e dos Cisnes, onde vivem inúmeras aves. Esses lagos foram aqui denominados de A e B, respectivamente.

Embora já tenha sido projetado, não foi ainda construído um interceptor de esgotos ao redor dos lagos. Dessa forma, a maior parte dos resíduos provenientes das jaulas, e outros locais em que se encontram os animais, bem como o esgoto doméstico, converge para os lagos. O Parque Zoológico possui, ainda, 87 sanitários, com seus efluentes destinados a fossas, das quais 18 são sépticas e 16 são fossas negras.

2.2 Pontos de amostragem.

Levando em conta as regiões críticas existentes nos lagos, tais como: pontos de lançamento de resíduos; canais de escoamento provenientes de jaulas; galerias de águas pluviais; a existência de baías pronunciadas onde o ambiente lântico propicia maior estagnação da água, foram estabelecidos nove pontos de amostragem (Figura 1), a seguir descritos:

Ponto 1 — Demarcado no local de escoamento das águas do lago A (Lago do Jaburú). Estas águas vão ter ao lago B (Lago dos Cisnes), por um conduto subterrâneo.

Ponto 2 — Próximo à margem esquerda do lago B, onde frequentemente são colocadas as rações das aves.

Ponto 3 — À margem direita do lago B, nas proximidades do local de descarga das águas do recinto dos Hipopótamos.

Ponto 4 — Logo após a ponte, onde há um estreitamento do lago B.

Ponto 5 — Junto à passarela existente entre a margem esquerda do lago B e a Ilha dos Cisnes.

Ponto 6 — Próximo das margens da Ilha dos Cisnes, cerca de cinco metros a montante do ponto 7.

Ponto 7 — À jusante do ponto 6 do qual dista aproximadamente cinco metros.

Ponto 8 — Localizado às margens da baía existente entre as duas Ilhas dos Macacos.

Ponto 9 — Onde se faz o escoamento do lago B.

Dada as circunstâncias especiais, entre as quais a grande quantidade de amostras a serem examinadas, as coletas foram feitas com cerca de um mês de intervalo, durante o espaço de um ano. A maioria das tomadas de amostras de água foi feita com o auxílio de um barco.

2.3 Análise físico-químicas.

Com o objetivo de estabelecer os vários níveis de qualidade da água em seus aspectos sanitários e ecológicos, relacionados com o lançamento das cargas poluidoras nos corpos d'água estudados, foram efetuadas as seguintes determinações: temperatura, pH, alcalinidade, índice de transparência, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), oxigênio dissolvido (OD), nitrogênio amoniacal, nitroso, nítrico e fosfato.

Para a análise do teor de oxigênio dissolvido, foi utilizada na coleta de superfície a “garrafa de OD” ou recipiente conhecido como “batiscafo”, para evitar a formação de bolhas de gás quando da ocasião da coleta de amostras. Esse aparelho, feito inteiramente com chapas de aço inox, é constituído basicamente de duas partes: corpo propriamente dito e tampa (Figura 2).

Figura 2 — Garrafa de OD ou Batiscafo.

1 – Corpo da garrafa: mede 15 cm de altura por 12 cm de diâmetro e aloja em seu interior um frasco de vidro, com cerca de 300 ml de capacidade, próprio para coletas de amostras de água para determinação de oxigênio dissolvido (OD). Colocado no interior do corpo do “batiscafo”, esse frasco encaixa-se em uma guia metálica fixa concentricamente na face interna inferior. Também estão afixadas no corpo, as extremidades da alça móvel. Esta alça deve ter um pequeno anel na região mais afastada das extremidades. Através deste anel deve passar uma corda apropriada que suspende o aparelho, garantindo, desta forma, que a “garrafa de OD” desça em posição vertical.

2 – Tampa: também de aço inox, é fixa ao corpo da garrafa por meio de um sistema de rosca. Essa tampa é atravessada por dois tubos “a” e “b” de pequeno diâmetro e de diferentes comprimentos. Os tubos têm simplesmente a função de orientar a entrada da água no frasco de OD, preenchendo-o de forma que o ar nele contido, saia sem provocar bolhas na amostra, não alterando a concentração de gases dissolvidos originalmente. A água entra pelo tubo mais longo (a), montado no centro da tampa, que se introduz até o fundo do frasco de OD. À medida que a amostra de água ocupa o volume do frasco, expulsa o ar pelo tubo menor (b) montado lateralmente na tampa. A este tubo é encaixado externamente um tubo de látex com aproximadamente 20 cm de comprimento, com o objetivo de estabelecer diferentes pressões de entrada e saída de líquido na garrafa. Após o preenchimento do frasco de OD, ainda resta completar o volume existente entre este e o interior da garrafa metálica. Teremos como amostra final, o segundo volume de água reciclado pelo frasco de OD.

O peso formado pelo conjunto: corpo, tampa e frasco de OD, deve ser de tal ordem que facilite a submersão do “batiscafo”. *

Para análise em profundidade foi utilizado o “Cilindro ou Amostrador de Kemmerer”. (BRANCO, 1971)⁸.

O índice de transparência foi determinado com um disco de Secchi de 25 cm de diâmetro. (BRANCO, 1971)⁸.

O pH da água de superfície foi tomado no local da coleta com fita tipo “Merck”. A partir do mês de setembro de 1976, além do uso da primeira prática, o pH foi determinado em potenciômetro.

As análises físico-químicas foram realizadas segundo os métodos estabelecidos no “STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER”¹.

* – “Garrafa de OD ou batiscafo”, modificada pelo Biólogo Eduardo Masato Kato e colaboradores.

2.4 Parâmetros biológicos.

2.4.1 Amostras de organismos do fitoplâncton.

As amostras foram coletadas na superfície das águas dos lagos, utilizando-se frascos neutros de cor âmbar (para evitar interferência na multiplicação dos microrganismos), com capacidade de aproximadamente 50 ml e com tampa de polietileno. Para manter as amostras com gás carbônico e oxigênio, os frascos não foram totalmente cheios. As amostras foram então transportadas para o laboratório nos mesmos frascos, dentro de uma caixa de isopor e imediatamente colocados no refrigerador, para leitura no dia seguinte. Foram coletadas duas amostras para cada ponto, sendo uma fixada com mertiolate. A escolha do mertiolate como preservativo se deveu principalmente à vantagem que o mesmo oferece na identificação das algas azuis, uma vez que provoca a perda de gás dos vacúolos das referidas algas, facilitando a sua sedimentação. (WEBER, 1973)³⁵.

Para a identificação e contagem dos microrganismos, foi utilizada a câmara de Sedwick-Rafter, conforme BRANCO, 1971⁸, com auxílio de microscópio tipo "Nikon", usando objetiva 40 e ocular 9 X. Não houve necessidade de se concentrar as amostras. Para tanto, paralelamente, foram utilizadas as chaves de classificação de: BICUDO & BICUDO 1970², BOURRELLY 1966¹⁰, 1968¹¹ e 1970¹², SMITH 1950³³ e PRESCOTT 1962²⁸.

Quanto ao aspecto sanitário, os organismos foram classificados através dos sistemas de PALMER & INGRAM 1955²².

2.4.2 Amostras de organismos do zooplâncton.

Para a obtenção de amostras do zooplâncton foi utilizada rede de plâncton, com abertura de 85 μ m e "boca" de 22 cm de diâmetro. Imediatamente após a coleta, as amostras foram fixadas em formalina a 4%. Foram feitas coletas verticais em três pontos do lago B (6, 7 e 9), para estudos qualitativos e quantitativos. Devido a pouca profundidade dos demais pontos, só foi possível coletar amostras de superfície.

A identificação da fauna presente nos lagos, foi feita com o auxílio de microscópio entomológico, tipo "Sitzerland e Bausch & Lomb - U.S.A."

A população de cada ponto foi estimada usando um método de sub-amostragem, utilizando para as diversas tomadas de amostra (em torno de sete para cada frasco) uma pipeta de pistão, Hidro-Bios Kel de 1 ml, segundo Hensen citado por CARVALHO, 1975¹³.

Posteriormente, foi estimado o número de organismos por metro cúbico de água, utilizando-se a fórmula :

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

onde :

V = Volume de água teoricamente filtrado pela rede nessa amostra;

π = 3,1416;

r = Raio da circunferência (aro superior da rede de plâncton);

h = Altura da coluna de água filtrada.

2.4.3 Amostras de organismos bentônicos.

Foi efetuada a coleta nas estações de amostragem, utilizando-se a draga tipo “Ekman-Birge”, de 6x6 polegadas ou 231,04 cm² de área. (ROCHA, 1972²⁹).

As amostras do material do fundo foram recolhidas em sacos plásticos devidamente etiquetados, as quais, ao chegarem ao laboratório, eram imediatamente colocadas no refrigerador, para análise no dia seguinte.

A primeira etapa da análise deste material consistiu na triagem dos organismos.

Para esse trabalho, pequenas porções do material eram colocadas sobre um jogo de peneiras, tipo “W.S. Tyler Company, Cleveland 14 Ohio” de aberturas iguais a 200, 833 e 1.168 mm.

O material das peneiras era submetido a suaves e constantes “jatos” d’água. Os detritos que ficavam nas peneiras iam sendo colocados em frascos de boca larga, de aproximadamente 500 ml e imediatamente levados ao refrigerador, para posterior identificação e contagem.

Conforme ROCHA, 1972²⁹, os animais aderidos às malhas das peneiras eram retirados para dentro de uma bandeja esmaltada de cor branca. As peneiras eram submetidas a constantes jatos de água até que os organismos se desprendessem.

Os exemplares eram identificados, contados e colocados em frascos de tampa plástica contendo álcool a 70 graus e devidamente etiquetados.

Não sendo possível analisar todas as amostras num período de 48 horas após a remoção dos sedimentos, os espécimes eram fixados em formalina a 4%.

Os exemplares eram identificados com o auxílio de microscópio entomológico

tipo "Bausch & Lomb - U.S.A.", seguindo as chaves de classificação de PENNAK, 1953²⁶.

Para a contagem foi utilizado um contador de teclas tipo "Laboratory Counter - U.S.A."

A estimativa referente ao número de organismos por metro quadrado de área de fundo, foi feita utilizando a fórmula de Ekman, mencionada por ROCHA, 1972²⁹.

$$n = \frac{t}{a \cdot s} \cdot 10.000$$

onde :

n = Número de organismos por m^2 ;

t = Número de organismos contados na amostra total ;

a = Valor da área abrangida pela draga em cm^2 ;

s = Número de amostras.

Todo o trabalho foi realizado nos laboratórios :

- do Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo;
- do Departamento de Zoologia do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo;
- da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental — (CETESB).

A classificação dos organismos estudados, quando possível, foi efetuada até ao nível sistemático de gênero.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.

3.1 Generalidades.

Neste trabalho é dada maior ênfase aos aspectos biológicos do meio aquático. Esse enfoque deve-se ao fato de os lagos servirem de "habitat" aos animais aquáticos e semi-aquáticos e porque o sistema concorre para a economia da Fundação Parque Zoológico, produzindo especialmente tilápias, destinadas à alimentação de grande número de espécies.

Os "estudos populacionais" devem ser feitos em duas etapas. A primeira, denominada "estática da população", procura determinar, num dado instante, os diferentes tipos de indivíduos existentes na população, como estão distribuídos e qual a quantidade. A segunda, denominada "dinâmica da população", procura determinar as variações, em função do tempo, na quantidade e distribuição desses indivíduos". (SANTOS, 1968)³².

A fim de se conhecer a distribuição e as variações dos indivíduos em determinado momento, foram demarcados nove pontos de coleta. Como já foi ressaltado anteriormente, as coletas foram realizadas a intervalos de aproximadamente um mês de uma para a outra, abrangendo um período sazonal completo.

Procurou-se relacionar as populações do fitoplâncton, zooplâncton e os macroinvertebrados bentônicos aos parâmetros físico-químicos indicadores de poluição. (ROCHA, 1972)²⁹.

3.2 Parâmetros físico-químicos.

3.2.1 Temperatura, pH, índice de transparência e alcalinidade.

Na Tabela 1 observa-se que a temperatura da água de superfície dos dois lagos estudados, apresentou pequenas variações, tanto no que se refere a cada ponto de coleta, como durante o período de amostragem.

Verifica-se que a temperatura da água variou entre um mínimo de 15°C no mês de julho de 1976 e um máximo de 32°C no mês de março de 1977.

No ano de 1976, a temperatura mediana da água foi de : março = 24°C, abril = 22°C, maio = 20°C, junho = 18°C, julho = 16°C, agosto = 21°C, setembro = 17°C e dezembro = 25°C; no ano de 1977 foi: janeiro = 27°C, fevereiro = 30°C e março = 28°C.

Nota-se que a temperatura mediana da água nos nove pontos oscilou de 16°C no mês de julho de 1976 a 30°C no mês de fevereiro de 1977.

Pela Figura 3 há uma melhor visualização das temperaturas da água

TABELA 1
Parâmetros de poluição nos nove pontos de coleta dos lagos A e B do Parque Zoológico de São Paulo, março de 1976 a março de 1977

Pontos de Coleta	ANOS MESES	1 9 7 6												1 9 7 7																															
		MARÇO			ABRIL			MAIO			JUNHO			JULHO			AGOSTO			SETEMBRO			DEZEMBRO			JANEIRO			FEVEREIRO			MARÇO													
		Indicadores de Poluição			Temperatura			Temperatura			Temperatura			Temperatura			Temperatura			Temperatura			Temperatura			Temperatura			Temperatura			Temperatura													
		PH	AR	ÁGUA	PH	AR	ÁGUA	PH	AR	ÁGUA	PH	AR	ÁGUA	PH	AR	ÁGUA	PH	AR	ÁGUA	PH	AR	ÁGUA	PH	AR	ÁGUA	PH	AR	ÁGUA	PH	AR	ÁGUA														
1		5,2	0,40	21	25	6,0	0,30	26	25	5,0	0,30	18	16	5,0	0,25	17	20	5,0	0,25	15	15	5,0	0,25	29	21	6,1	0,25	15	18	7,7	0,30	27	27	6,2	0,32	22	26	6,4	0,30	26	28	7,2	0,15	25	28
2		-	0,20	20	25	6,0	0,10	25	24	5,0	0,10	20	20	5,0	0,25	20	17	5,0	0,15	16	16	5,0	0,15	28	21	6,1	0,20	15	18	7,6	0,25	30	27	6,2	0,25	27	26	6,2	0,20	31	26	7,2	0,10	30	28
3		-	0,10	22	25	5,0	0,15	24	25	5,0	0,10	18	18	5,0	0,20	17	17	5,0	0,15	18	16	5,0	0,15	30	21	6,0	0,20	15	18	7,6	0,12	22	25	6,3	0,25	30	28	6,4	0,20	32	30	8,2	0,15	35	30
4		5,3	0,30	19	20	6,0	0,10	22	22	5,0	0,26	20	20	5,0	0,25	13	14	5,0	0,25	16	15	5,0	0,15	29	20	5,9	0,25	16	17	7,7	0,15	25	25	7,9	0,20	26	27	6,5	0,20	32	30	9,6	0,05	34	32
5		-	0,15	20	25	6,0	0,10	22	22	6,0	0,10	21	18	5,0	0,25	20	18	6,0	0,25	15	15	5,0	0,20	27	21	6,0	0,20	16	16	8,1	0,20	22	27	7,6	0,20	28	28	6,8	0,25	31	31	8,6	0,20	29	29
6		-	0,20	17	22	5,0	0,12	22	22	6,0	0,27	17	20	6,0	0,25	14	18	6,0	0,25	15	16	5,0	0,20	28	21	5,9	0,25	15	17	7,7	0,20	22	25	7,8	0,25	24	26	6,6	0,25	29	30	9,3	0,15	30	28
7		-	0,20	19	22	6,0	0,10	22	22	6,0	0,20	19	20	6,0	0,25	14	18	6,0	0,20	15	16	5,0	0,25	26	21	6,0	0,25	15	17	7,6	0,30	25	22	7,7	0,20	29	27	7,2	0,25	37	30	6,3	0,25	30	28
8		-	0,15	19	24	5,0	0,10	20	22	5,0	0,15	18	20	5,0	0,20	18	20	5,0	0,12	18	18	5,0	0,15	31	22	6,0	0,15	17	19	7,9	0,15	30	27	6,9	0,20	25	28	6,9	0,10	32	30	8,7	...	29	29
9		6,1	0,20	19	24	6,0	0,10	19	22	5,0	0,15	20	18	5,0	0,20	17	16	5,0	0,25	27	20	5,7	0,20	17	16	7,8	0,25	26	25	6,8	0,20	25	26	6,8	0,20	25	26	6,6	0,25	36	31	7,4	0,25	32	28

* Nota: Sem profundidade para leitura.

FIGURA 3 — Temperatura mediana da água em graus centígrados, dos nove pontos de coleta, dos lagos A e B do Parque Zoológico de São Paulo — março de 1976 a março de 1977.

de superfície.

A temperatura é importante fator ecológico, tanto pela influência direta que pode exercer sobre os organismos, como pela relação existente entre esta e a solubilidade dos gases e sais e ainda pela interferência na viscosidade da água. (ROCHA, 1972)²⁹.

PEREIRA, 1976²⁷, com relação à distribuição do calor, em regiões de clima temperado, durante as estações quentes, afirma que nos 10m abaixo da superfície não há diferenças apreciáveis de temperatura, e que nessa camada, a absorção é de 99% da radiação total. Dessa forma, devido ao fato da profundidade máxima encontrada ser de 4,6m, julgamos desnecessárias as tomadas de amostras de água em profundidade.

Foi demonstrado também na Tabela 1 que não houve grandes variações do pH da água de superfície. Devido a motivos técnicos, no mês de março de 1976, somente foi possível medir o pH da água de três dos nove pontos de coleta.

Para a alcalinidade em carbonato de cálcio, foram utilizados os dados obtidos por ROCHA, 1975³⁰. Nessa pesquisa, levada a efeito nos mesmos lagos, observou-se que, em geral, a água apresentou uma concentração cuja moda foi de 86 mg/l de íons HCO_3^- .

Ainda na Tabela 1 pode ser evidenciada a pequena oscilação dos dados referentes à transparência da água.

A perda de transparência (causada por absorção, reflexão ou dispersão da luz solar), além de ser indesejável do ponto de vista estético, pode provocar grandes distúrbios ecológicos no meio, por limitar a quantidade de luz indispensável a algumas atividades fisiológicas dos microrganismos. (BRANCO, 1969)⁷.

Na Figura 4, onde aparecem dados medianos do índice de transparência em metros, dos nove pontos de coleta, dos lagos A e B, nota-se que a transparência variou de 0,10m no mês de abril de 1976 a 0,25m nos meses de junho e julho de 1976 e fevereiro de 1977.

Os índices de transparência obtidos foram bastante baixos influenciando, assim, na penetração da luz necessária aos seres fotossintetizantes localizados nos estratos inferiores.

3.2.2 Oxigênio dissolvido (OD) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO).

Pelo resultado das análises (Tabela 2), pode-se observar que nestes ambientes aquáticos houve grande depleção de oxigênio dissolvido, principalmente em profundidade (zero mg/l).

FIGURA 4 — Mediana do índice de transparência (m) dos nove pontos de coleta, dos lagos A e B do Parque Zoológico de São Paulo — março de 1976 a março de 1977.

TABELA 2

Oxigênio dissolvido (OD) e profundidade de três pontos de coleta dos lagos A e B do Parque Zoológico de São Paulo, janeiro a março de 1977.

OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD) mg/l E PROFUNDIDADE (m) PONTOS DE COLETA	JANEIRO		FEVEREIRO		MARÇO	
	OD	PROFUND (m)	OD	PROFUND (m)	OD	PROFUND (m)
1	5,84	0,20	7,50	0,20	16,00	0,20
6	0,00	2,00	0,00	3,30	0,00	3,40
9	12,40	0,20	12,06	0,20	13,80	0,20

Os corpos d’água que apresentam despejos orgânicos diluídos em sua massa líquida, estão sujeitos a uma série de reações bioquímicas de oxidação e redução. As reações bioquímicas de oxidação em ambientes aeróbios são, em geral, responsáveis pela queda do teor de oxigênio dissolvido no curso d’água.

Ressaltamos que estas reações bioquímicas dependem da presença de microrganismos ou suas enzimas, podendo, portanto, serem prejudicadas pela presença de substâncias tóxicas na água, tais como: o cloro, o cromo hexavalente e outras. (MONTEIRO, 1975)¹⁹.

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO), durante 5 dias, a 20°C, conforme os dados de ROCHA, 1975³⁰, foi bastante alta, apresentando as modas: 100 e 24 mg/l de DBO, nos diversos pontos estudados.

3.2.3 Nutrientes minerais.

Devido a problemas relacionados com a realização das análises de elementos nutrientes (Nitrogênio e Fósforo), efetuou-se apenas uma coleta de amostras no ponto 3 do lago B, no dia 30 de março de 1977. Estas análises foram feitas na Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), obtendo-se os seguintes resultados:

Amonia (NH ₃)	= 0,16	mg/l
Nigrogênio total (N)	= 2,32	mg/l
Nitrito (NO ₂)	= 0,07	mg/l
Nitrato (NH ₃)	= 0,05	mg/l
Ortofosfato (PO ₄)	= 0,088	mg/l
Fosfato total (P)	= 0,312	mg/l

Quanto a estes parâmetros, na pesquisa desses lagos, foram paralelamente considerados os dados obtidos por ROCHA, 1975³⁰.

As concentrações de 0,30 mg/l e 0,01 mg/l para Nitrogênio e Fósforo respectivamente, são suficientes para desencadear a floração de algas em um corpo d'água, desde que outras condições sejam satisfeitas, como penetração da luz, cor, turbidez, etc. (ROCHA, 1975)³⁰.

3.3 Indicadores Biológicos

Através deste parâmetro, procurou-se mostrar a interdependência dos vários organismos que habitam os dois lagos estudados. Esse conhecimento, bem como o das alterações havidas no equilíbrio biológico, face as modificações das características físicas e químicas da água, possibilita estabelecer a intensidade da poluição e indicar paralelamente possíveis medidas para a minimização dos impactos sobre a ecologia dos lagos.

"A composição do plâncton em lagos e em outros corpos de água varia em qualidade, não somente de uma água para outra, mas também de um mesmo corpo de água, durante as estações do ano, e frequentemente de ano para ano. Essas variações são ininterruptas, principalmente as quantitativas". (KLEERKOPPER, 1944)¹⁷.

"Em um lago todas as comunidades bióticas se interrelacionam ou podem fazê-lo direta ou indiretamente. O lago se apresenta assim como um ecossistema autossuficiente, com escassa dependência do meio externo, onde a energia circula em um processo metabólico fechado e de considerável eficiência". (BONETTO, 1976)³.

3.3.1 Fitoplâncton.

Sendo, os componentes do sistema hídrico estudado, dois lagos artificiais e recebendo alta carga orgânica, há a tendência a um acelerado assoreamento e eutrofização.

Essa passagem do meio oligotrófico (pobre em sais minerais nutrientes) a eutrófico (rico em sais minerais nutrientes) leva a frequentes florações de algas, o que, por sinal, se verificou no decorrer de todo o período da pesquisa.

Como foi visto no item 3.2.3, os teores de nutrientes nos lagos estudados (N = 2,32 mg/l e P = 0,312 mg/l) estão muito acima do mínimo suficiente para desencadear uma floração do fitoplâncton.

Os fenômenos de eutrofização manifestam-se de muitas maneiras e afetam, de

diversos modos, os lagos naturais ou artificiais. (BONETTO, 1976)³.

A respeito das algas como indicadoras de poluição, PALMER, 1969^{2 4}, criou um sistema indicador que consta de uma listagem de 60 gêneros em ordem decrescente de resistência à poluição orgânica. Após a consulta aos trabalhos de 165 pesquisadores, Palmer atribui um número a cada um dos gêneros. Assim por exemplo, 97 trabalhos assinalavam o gênero Euglena ocorrendo em ambientes de alta concentração de matéria orgânica, atingindo, de acordo com Palmer, no total, 172 pontos. Seguindo essa sistemática, Palmer atribui um índice a cada um dos gêneros a seguir considerados:

<u>Nº.</u>	<u>GÊNEROS</u>	<u>GRUPO</u>	<u>Nº. DE PONTOS</u>
1	<u>Euglena</u>	F	172
2	<u>Oscillatoria</u>	C	161
3	<u>Chlamydomonas</u>	C	115
4	<u>Scenedesmus</u>	V	112
5	<u>Chlorella</u>	V	103
6	<u>Nitzschia</u>	D	98
7	<u>Navicula</u>	D	92
8	<u>Stigeoclonium</u>	V	69
9	<u>Synedra</u>	D	58
10	<u>Ankistrodesmus</u>	V	57
11	<u>Phacus</u>	F	57
12	<u>Phormidium</u>	C	52
13	<u>Melosira</u>	D	51
14	<u>Gomphonema</u>	D	48
15	<u>Cyclotella</u>	D	47
16	<u>Closterium</u>	V	45
17	<u>Micractinium</u>	V	44
18	<u>Pandorina</u>	F	42
19	<u>Anacystis</u>	C	39
20	<u>Lepocinclis</u>	F	38
21	<u>Spirogyra</u>	V	37
22	<u>Anabaena</u>	C	36
23	<u>Criptomonas</u>	F	36

<u>Nº.</u>	<u>GÊNEROS</u>	<u>GRUPO</u>	<u>Nº. DE PONTOS</u>
24	<u>Pediastrum</u>	V	35
25	<u>Arthrospira</u>	C	34
26	<u>Trachelomonas</u>	F	34
27	<u>Carteria</u>	F	33
28	<u>Chlorogonium</u>	F	33
29	<u>Fragilaria</u>	D	33
30	<u>Ulothrix</u>	V	33
31	<u>Surirella</u>	D	33
32	<u>Stephanodiscus</u>	D	32
33	<u>Eudorina</u>	F	30
34	<u>Lyngbya</u>	C	28
35	<u>Oocystis</u>	V	28
36	<u>Agmenellum</u>	C	27
37	<u>Spirulina</u>	C	25
38	<u>Pirobotrys</u>	F	24
39	<u>Cymbella</u>	D	24
40	<u>Actinastrum</u>	V	24
41	<u>Coelastrum</u>	V	24
42	<u>Cladophora</u>	V	24
43	<u>Hantzschia</u>	D	23
44	<u>Diatoma</u>	D	22
45	<u>Spondylomorom</u>	F	21
46	<u>Golenkinia</u>	V	19
47	<u>Achnanthes</u>	D	19
48	<u>Synura</u>	F	18
49	<u>Pinnularia</u>	D	18
50	<u>Chlorococcum</u>	V	17
51	<u>Asterionella</u>	D	17
52	<u>Cocconeis</u>	D	17
53	<u>Cosmarium</u>	V	17

<u>Nº.</u>	<u>GÊNEROS</u>	<u>GRUPO</u>	<u>Nº. DE PONTOS</u>
54	<u>Gonium</u>	F	17
55	<u>Tribonema</u>	V	16
56	<u>Stauroneis</u>	D	16
57	<u>Selenastrum</u>	V	15
58	<u>Dictyosphaerium</u>	V	14
59	<u>Cymatopleura</u>	D	14
60	<u>Crucigenia</u>	V	14

GRUPOS

- C = Alga azul
- D = Diatomácea
- F = Flagelado clorofilado
- V = Alga verde

Mas entre as algas encontradas neste estudo merecem destaque pelo aspecto sanitário, de acordo com o sistema de PALMER, os gêneros :

<u>GÊNEROS</u>	<u>GRUPOS</u>	<u>TOTAL ORG/ml</u>
<u>Euglena</u>	F	2.262
<u>Oscillatoria</u>	C	167.349
<u>Chlamydomonas</u>	C	7.124
<u>Scenedesmus</u>	V	9.607
<u>Chlorella</u>	V	403
<u>Ankistrodesmus</u>	V	1.807
<u>Phacus</u>	F	2.314
<u>Cyclotella</u>	D	52
<u>Closterium</u>	V	195
<u>Micractinium</u>	V	10.634
<u>Pandorina</u>	F	286
<u>Anacystis</u>	C	166.104
<u>Anabaena</u>	C	182
<u>Pediastrum</u>	V	273
<u>Trachelomonas</u>	F	7.124
<u>Stephanodiscus</u>	D	1.430

<u>GÊNEROS</u>	<u>GRUPOS</u>	<u>TOTAL ORG/ml</u>
<u>Oocystis</u>	V	4.420
<u>Actinastrum</u>	V	1.443
<u>Coelastrum</u>	V	3.146
<u>Golenkinia</u>	V	221
<u>Synura</u>	F	793
<u>Chlorococcum</u>	V	5.694
<u>Cosmarium</u>	V	2.054
<u>Selenastrum</u>	V	1.729
<u>Dictyosphaerium</u>	V	16.536
<u>Crucigenia</u>	V	6.435

3.3.1.1 Flagelados clorofilados.

Na Figura 5, nota-se um pico nos meses de inverno (35,66%). É possível atribuir esse aumento de flagelados à contribuição da matéria orgânica advinda dos Ileres, que migram para esses lagos nos meses mais frios do ano. Estima-se que a população dessas aves, no inverno, chega a atingir aproximadamente 10.000 animais. *

A mineralização dos excretas dessas aves, aliada aos demais contribuintes, concorre para o aumento do teor de Nitrogênio e Fósforo desses mananciais.

Dentre os flagelados, apresentados por PALMER, 1962^{2 3}, como algas produtoras de odor e sabor típicos, encontram-se, nos lagos, os seguintes gêneros: Chlamydomonas, Euglena, Pandorina, Peridinium e Synura.

Segundo BRANCO e col., 1963⁶, estes gêneros apresentam os seguintes significados sanitários:

Chlamydomonas — Exigem a presença de certos compostos orgânicos no meio; suportam ambientes ricos em matéria orgânica em decomposição, ou altamente mineralizados por esta.

Euglena — Frequentes nas águas ricas em matéria orgânica.

* — Informações pessoais dadas pelo Dr. Werner Bokerman, Biólogo da Fundação Parque Zoológico, responsável pelo Setor de Ornitologia.

FIGURA 5 — Flagelados clorofilados, nas estações do ano, agrupando os nove pontos de coleta, dos lagos A e B do Parque Zoológico de São Paulo — março de 1976 a março de 1977.

<u>Peridinium</u>	– Produzem, em pequena quantidade, odor semelhante ao pepino; em grande número, odor de peixe.
<u>Synura</u>	– Produzem odor e sabor mesmo quando presentes em pequeno número (odor de pepino, de temperos ou de peixes quando em grande número). Possuem gosto picante ou metálico e dão à língua sensação de secura. Podem produzir floração.

De acordo com observações empíricas, verificadas nas análises que a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) tem realizado, o gênero Pandorina, ocorre em águas contendo matéria orgânica. *

No grupo dos organismos flagelados clorofilados, o gênero que teve maior frequência durante a pesquisa, foi Clamydomonas (34,91%). Indicador de poluição orgânica conforme o sistema de Palmer descrito anteriormente (item 3.3.1). O número total de organismos dotados de flagelos, nos nove pontos de coleta foi de 20.410 org/ml, isto é, 4,7% em relação às algas em geral encontradas. (Tabela 3).

3.3.1.2 Algas verdes.

Em relação às algas verdes, depreende-se da observação da Figura 6, que há um pico correspondente ao outono (37,30%).

Nos dois primeiros meses do outono, a temperatura da água em quaisquer dos pontos, foi superior à temperatura mediana de 21°C encontrada para o período total da estação.

PALMER, 1962^{2,3}, assinala que, em geral, as distintas classes e espécies de algas possuem uma temperatura mínima, uma temperatura máxima e uma ótima para seu desenvolvimento, e que para as algas verdes, o ótimo de temperatura está entre 30 e 35°C. Pode-se dizer que este foi um dos fatores que contribuiu para os aumentos bastantes pronunciados, dessas algas no outono, como já foi assinalado.

As algas verdes são consideradas como um fator positivo no controle da qualidade da água, uma vez que podem produzir menor quantidade de odor e sabor. Seu desenvolvimento ajuda a dominar o crescimento das algas azuis e diatomáceas. (PALMER, 1962)^{2,3}.

Dentre as algas verdes selecionadas por PALMER, 1962^{2,3}, como causadoras de

* – Informações pessoais dadas pelo Dr. Aristides Almeida Rocha.

TABELA 3

Número total de organismos Fito-Flagelados p/ml, nos nove pontos de coleta dos lagos A e B do Parque Zoológico de São Paulo, março de 1976 a março de 1977.

PONTOS DE COLETA GÊNEROS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TOTAL	%
<u>Clamydomonas</u>	1.053	338	611	793	819	1.092	1.079	702	637	7.124	34,91
<u>Euglena</u>	2.236	13	—	—	—	13	—	—	—	2.262	11,08
<u>Pandorina</u>	—	13	—	—	169	13	65	26	—	286	1,40
<u>Peridinium</u>	13	—	—	—	—	—	—	—	—	13	0,06
<u>Phacus</u>	286	13	—	299	507	611	364	39	195	2.314	11,34
<u>Synura</u>	377	221	78	104	—	13	—	—	—	793	3,89
<u>Trachelomonas</u>	1.443	104	221	455	208	429	494	455	598	4.407	21,59
<u>Uva</u>	13	—	52	—	—	—	—	—	—	65	0,32
Não identificados	338	221	221	182	429	247	520	—	988	3.146	15,41
Total	5.759	923	1.183	1.833	2.132	2.418	2.522	1.222	2.418	20.410	100,00

FIGURA 6 — Algas verdes p/ml, nas estações do ano, agrupando os nove pontos de coleta dos lagos A e B do Parque Zoológico de São Paulo — março de 1976 a março de 1977.

sabor e odor, foram encontradas: Cosmarium, Dictyosphaerium, Pediastrum e Scenedesmus.

BRANCO e col., 1963⁶, apresentam para esses gêneros os seguintes significados sanitários, de interesse para este trabalho :

<u>Cosmarium</u>	— São algas de superfície. Algumas espécies podem causar odor de capim, além de darem turbidez (falsa coloração), verde na água.
<u>Dictyosphaerium</u>	— Produzem odor e sabor de capim ou, quando em grande quantidade, gosto de peixe.
<u>Pediastrum</u>	— São algas de superfície, podem produzir sabor e odor de peixe, quando em grande número.
<u>Scenedesmus</u>	— São algas de superfície. Podem produzir odor e sabor de capim na água. Vivem bem em águas de elevado teor mineral. “Sobrevivem em águas fortemente poluídas por substâncias orgânicas”. (ENCICLOPÉDIA MIRADOR, 1976) ¹⁵ .

Como são altas as concentrações de Nitrogênio e Fósforo, a frequência de Scenedesmus (12,90%) em relação aos outros gêneros de algas verdes encontradas é relativamente ampla.

Constata-se pela Tabela 4, que os gêneros do grupo das algas verdes que tiveram maior prevalência foram : Dictyosphaerium (22,02%), Micractinium (14,28%) e Scenedesmus (12,90%) enquanto que o gênero de menor prevalência foi Diacanthos (0,02%). Os três gêneros de maior prevalência encontrados nos lagos, de acordo com o sistema indicador de Palmer, são considerados indicadores de poluição orgânica. Observa-se, também, que o total desse grupo foi de 74.477 org/ml (17,00% do total dos grupos estudados).

3.3.1.3 Algas azuis.

De acordo com os resultados obtidos da contagem das algas azuis (p/ml) no período sazonal estudado, observa-se que a concentração desses organismos no outono (171.899 org/ml ou 51,20%) e verão (115.508 org/ml ou 34,40%) foi aproximadamente duas vezes maior que no inverno (47.203 org/ml ou 14,06%). Aparecem em número bastante reduzido na primavera (1.079 org/ml ou 0,32%). Nesta estação do ano só foi realizada uma coleta, não sendo, entretanto, este dado fator de comparação. (Figura 7).

TABELA 4

Número total de organismos algas verdes, p/ml, nos nove pontos de coleta, dos lagos A e B, do Parque Zoológico de São Paulo, março de 1976 a março de 1977.

PONTOS DE COLETA GÊNEROS										Total	%
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
<u>Actinastrum</u>	—	182	286	169	195	182	208	78	143	1.443	1,94
<u>Ankistrodesmus</u>	78	273	741	117	390	39	26	13	130	1.807	2,43
<u>Chodatella</u>	26	—	—	—	—	—	—	—	—	26	0,03
<u>Chlorella</u>	—	13	91	—	—	—	—	299	—	403	0,54
<u>Clorococcum</u>	130	2.132	286	637	676	702	364	364	403	5.694	7,65
<u>Closterium</u>	—	39	26	13	26	—	—	—	91	195	0,26
<u>Closteridium</u>	—	364	273	52	13	—	—	—	—	702	0,94
<u>Coelastrum</u>	—	1.599	884	143	156	156	26	117	65	3.146	4,22
<u>Coronastrum</u>	—	—	—	—	13	—	78	—	—	91	0,12
<u>Cosmarium</u>	13	117	1.638	—	78	26	65	39	78	2.054	2,76
<u>Crucigenia</u>	39	1.612	1.469	468	884	559	780	364	260	6.435	8,65
<u>Diacanthos</u>	—	—	13	—	—	—	—	—	—	13	0,02
<u>Dictyosphaerium</u>	—	4.732	4.160	1.573	1.521	1.664	1.352	845	689	16.536	22,02
<u>Elakatotrix</u>	—	26	26	26	13	26	65	—	26	208	0,28
<u>Golenkinia</u>	—	104	65	26	—	13	13	—	—	221	0,29
<u>Kirchneriella</u>	—	52	26	26	13	—	39	—	—	156	0,21
<u>Micractinium</u>	52	5.499	3.484	247	195	286	572	156	143	10.634	14,28
<u>Nephrochlamys</u>	—	52	—	—	—	—	—	—	—	52	0,07
<u>Oocystis</u>	169	624	1.014	195	637	377	949	403	52	4.420	5,93
<u>Ourococcus</u>	—	104	13	26	65	39	13	—	—	260	0,35
<u>Pediastrum</u>	39	104	78	13	13	13	—	—	13	273	0,37
<u>Planktosphaeria</u>	—	—	—	—	—	—	—	—	39	39	0,05
<u>Protococcus</u>	—	52	—	—	—	—	—	65	—	117	0,16
<u>Scenedesmus</u>	650	1.508	962	1.066	1.508	1.131	1.196	858	728	9.607	12,90
<u>Schederia</u>	26	182	130	182	78	104	104	39	117	962	1,29
<u>Selenastrum</u>	13	832	338	26	130	104	182	91	13	1.729	2,32
<u>Sphaerocystis</u>	—	117	—	—	—	—	—	—	—	117	0,16
<u>Sphaerozosma</u>	—	—	13	—	13	—	13	—	—	39	0,05
<u>Tetraedron</u>	351	741	611	260	234	286	234	195	91	3.003	4,03
<u>Tetralantos</u>	—	91	65	—	—	—	—	—	—	156	0,21
<u>Tetrastrum</u>	39	585	559	247	104	26	65	13	39	1.677	0,25
<u>Treubaria</u>	247	65	117	572	312	286	325	39	299	2.262	3,04
Total	1.872	21.801	17.368	6.084	7.267	6.019	6.669	3.978	3.419	74.477	100,00

FIGURA 7 – Algas azuis p/ml, nas estações do ano, agrupando os nove pontos de coleta dos lagos A e B, do Parque Zoológico de São Paulo – março de 1976 a março de 1977.

Como a temperatura ótima para algas azuis está entre 35 e 40°C, conforme PALMER, 1962^{2,3}, justifica-se o desnível das colunas correspondentes ao inverno (14,06% e primavera (0,32%). De acordo com a Figura 2, foram esses períodos os de temperatura mais baixa durante o ano de coleta.

No período sazonal estudado, os gêneros mais observados foram: Microcystis e Oscillatoria, com as seguintes concentrações para cada gênero, nas estações do ano:

Primavera -- Microcystis = 845 org/ml
Oscillatoria = 234 org/ml

Ressalta-se, todavia, que nesta estação o número não foi significativo pois, infelizmente, só houve possibilidade de se realizar uma coleta durante o período.

Verão -- Microcystis = 114.104 org/ml
Oscillatoria = 1.001 org/ml

Outono -- Microcystis = 5.681 org/ml
Oscillatoria = 164.957 org/ml

Inverno -- Microcystis = 45.474 org/ml
Oscillatoria = 1.391 org/ml

Conforme BONETTO, 1976³, o aumento do Nitrogênio e Fósforo fundamenta o desenvolvimento explosivo de algumas espécies de algas, especialmente as algas azuis, e sobretudo de algumas espécies dos gêneros Anabaena, Aphanizomenon e Microcystis, principalmente nos meses de elevada temperatura, o que comprova o aumento do gênero Microcystis, encontrado no verão do período estudado.

A mediana do índice de transparência (Figura 4) nos nove pontos de coleta no mês de março de 1977 teve uma redução significativa e que correspondeu ao mês de maior densidade numérica do gênero Microcystis.

As algas causadoras de odor e sabor, conforme PALMER, 1962^{2,3}, encontradas neste estudo foram: Anabaena e Oscillatoria.

Os significados sanitários, segundo BRANCO e col., 1963⁶, desses dois gêneros, são :

Anabaena -- Muitas espécies desse gênero produzem odor de capim, rabanetes e mofo nas águas. Quando se decompõem, dão odor séptico. São abundantes algumas

vezes em águas ricas em despejos orgânicos. Varias espécies são tóxicas ou potencialmente tóxicas.

Oscillatoria – Quando em grande número, causam odor de grama ou de temperos na água. As espécies O. chalybea, O. chlorina, O. formosa, O. lauterbornii, O. liminosa, O. princeps e O. tenuis podem indicar poluição.

De acordo com BRANCO, 1959⁵, o gênero mais frequente citado como causador de efeitos tóxicos em águas, é o gênero Microcystis do qual se destacam as espécies M. flos-aquae e M. aeruginosa. Além destas, causam frequentemente toxidez, algas do gênero Anabaena. Destas, a principal espécie tóxica é A. flos-aquae.

Do grupo das algas azuis que predominaram nos lagos do Parque Zoológico de São Paulo foram os gêneros Oscillatoria (49,85%) e Microcystis (49,44%) sendo que o gênero de menor frequência foi Anabaena (0,10%).

O número total do grupo das algas azuis durante o período estudado foi de 335.689 org/ml (76,6%), constituindo o grupo de maior prevalência. (Tabela 5).

TABELA 5

Número total de algas azuis p/ml, nos nove pontos de coleta dos lagos A e B, do Parque Zoológico de São Paulo, março de 1976 a março de 1977.

PONTOS DE COLETA GÊNEROS										TOTAL	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nº	%
<u>Anabaena</u>	—	—	13	—	—	26	—	143	—	182	0,10
<u>Merismopedia</u>	—	65	13	—	—	39	13	91	845	1.066	0,31
<u>Microcystis</u>	—	5.395	37.713	56.602	13.780	10.816	6.500	23.130	12.168	166.104	49,44
<u>Oscillatoria</u>	—	416	5.226	37.336	36.205	28.938	12.714	39.442	7.072	167.349	49,85
<u>Raphidiopsis</u>	143	312	104	104	65	39	130	52	39	988	0,30
Total	143	6.188	43.069	94.042	50.050	39.858	19.357	62.858	20.124	335.689	100,00

3.3.1.4 Diatomáceas.

Para este grupo de algas, observa-se um aumento relativamente grande no verão (3.601 org/ml ou 46,44%) e outono (3.367 org/ml ou 43,45%) em relação às outras duas estações do ano (inverno = 559 org/ml ou 7,21% e primavera = 221 org/ml ou 2,85%). (Figura 8).

Para o grupo das algas diatomáceas, PALMER, 1962^{2 3}, considera de 18 a 30⁰ C a temperatura ótima necessária ao seu desenvolvimento.

Verifica-se que no verão as medianas das temperaturas foram: para janeiro/77 = 27⁰ C, para fevereiro/77 = 30⁰ C e para março/77 = 28⁰ C, fato que deve ter concorrido para aumentar o número destes microrganismos.

Pela classificação de PALMER, 1962^{2 3}, das algas pesquisadas deste grupo, as que produzem sabor e odor encontradas foram: Cyclotella e Stephanodiscus, que de acordo com BRANCO e col., 1963⁶, apresentam como interesses sanitários, os seguintes:

- Cyclotella — Algumas espécies podem caracterizar águas limpas. Causam sabor e odor de gerânio ou de peixe.
- Stephanodiscus — Algumas produzem odor de gerânio ou de peixe, dependendo da quantidade em água de abastecimento.

O total de algas Diatomáceas, durante um ano, nos pontos de coleta foi de 7.748 org/ml (1,8% do total dos grupos estudados), sendo este o grupo de menor frequência. (Tabela 6).

TABELA 6

Número total de organismos, Diatomáceas, p/ml, nos nove pontos de coleta, nos lagos A e B, do Parque Zoológico de São Paulo, março de 1976 a março de 1977.

PONTOS DE COLETA GÊNEROS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TOTAL	%
<u>Cyclotella</u>	—	26	—	—	—	13	13	—	—	52	0,68
<u>Diatomácea penada</u>	507	390	429	871	1.209	871	962	481	546	6.266	80,87
<u>Stephanodiscus</u>	—	507	208	143	52	78	117	182	143	1.430	18,45
Total	507	923	637	1.014	1.261	962	1.092	663	689	7.748	100,00

3.3.2 Zooplâncton.

“As alterações existentes nos lagos do Zoológico estão afetando também o zooplâncton. Vivem no lago protozoários de vida livre, habitantes normais das águas doces e também uma grande população de microcrustáceos”. ROCHA, 1975³⁰.

As análises qualitativas e quantitativas foram realizadas em três pontos de coleta (6, 7 e 9) do lago B. Como já foi exposto anteriormente, em vista da profundidade dos outros pontos não permitir uma coleta vertical, foram feitas apenas coletas de superfície para identificação dos organismos.

A distribuição do zooplâncton durante o período sazonal estudado, pode ser observada nas Figuras 9, 10 e 11.

Um número máximo desses organismos (p/m^3) apareceu no outono (1.676.111 org/m^3 ou 49,14%) e inverno (1.512.392 org/m^3 ou 44,34%). Na primavera o número de organismos ficou reduzido a 23.264 org/m^3 ou 0,70%, (estação do ano de menor prevalência no período estudado).

Admite-se que o aumento do zooplâncton se deva à diminuição de Cladóceros, o que teria trazido como consequência uma maior quantidade de alimentos para os Náuplios, aumentando em consequência o número de Copépodos. (CARVALHO, 1975)¹³.

No período amostrado o número total de organismos por metro cúbico, foi de 3.410.306, conforme pode ser verificado na Tabela 7.

3.3.2.1 Copépodos.

Os microcrustáceos Copépodos cyclopoides de vida livre ocorrem nos lagos estudados e pertencem às espécies Trococyclos prasinus e Metacyclops mendocinus, este último encontrado por CARVALHO, 1975¹³, em amostras desses mesmos corpos d'água.

Encontramos nas amostras, adultos (machos e fêmeas), Copepoditos e Nauplios, (estágio de metamorfose).

Analisando as Tabelas 8 e 9, nota-se que no mês de julho houve uma ausência de Copépodos adultos e Copepoditos.

No ponto 9, (Tabela 10), verifica-se, também, a ausência de Nauplios e no ponto 7, um número bastante inferior ao encontrado nos três pontos durante o ano.

Esse fato mostra o intenso impacto do material poluente biodegradável sobre a

FIGURA 9 — Organismos do zooplâncton p/m^3 nas estações do ano, no ponto 6 de coleta de amostras do lago B do Parque Zoológico de São Paulo, — maio de 1976 a março de 1977.

FIGURA 10 — Organismos do zooplâncton p/m^3 , nas estações do ano, no ponto 7 de coleta de amostras do lago B do Parque Zoológico de São Paulo, maio de 1976 a março de 1977.

FIGURA 11 — Organismos do zooplâncton p/m^3 , nas estações do ano, no ponto 9 de coleta de amostras do lago B do Parque Zoológico de São Paulo, maio de 1976 a março de 1977.

TABELA 7

Número total de organismos do zooplâncton (m³), em três pontos de coleta, do lago B, do Parque Zoológico de São Paulo, Maio de 1976 a Março de 1977.

PONTOS DE COLETA	ORGANISMOS DO ZOOPLANCTON p/ m ³	COPEPODOS	METACYCLOPS	METACYCLOPS	ROTIFEROS	CLADOCEROS	TOTAL	%
		(METACYCLOPS)	(COPEPODITOS)	(NAUPLIOS)				
6		35.582	84.115	230.726	644.406	4.873	999.702	29,32
7		22.944	68.558	450.071	1.036.871	3.789	1.582.233	46,39
9		43.858	74.440	234.021	474.255	1.797	828.371	24,29
TOTAL		102.384	227.113	914.818	2.155.532	10.459	3.410.306	100,00

microfauna aquática. Próximo a esse ponto é colocada também a ração para as aves, o que deve incrementar ainda mais a intensa proliferação bacteriana.

Já no mês de março de 1977 deu-se o inverso: teve-se ausência de Nauplios, nos três pontos (Tabela 10), ausência de Copepoditos nos pontos 6 e 7 e um número muito pequeno de organismos por metro cúbico (132) no ponto 9 (Tabela 9). Os Copépodos aparecem também em quantidade muito pequena nos três pontos estudados nesse mês. (Tabela 8).

Observou-se que no mês de março as algas verdes estavam na água numa concentração relativamente baixa. O gênero Dictyosphaerium anteriormente dominante, possivelmente deve ter servido de alimento aos animais do zooplâncton. (CARVALHO, 1975)^{1 3!}.

Nota-se que houve uma floração de Microcystis (Tabela 5). Sendo os Nauplios organismos que vivem em superfície, necessitando de locomoção ativa (inclusive para auxiliar na respiração) é provável que tenham morrido nos grumos formados por essas algas. *

* — Informações pessoais dadas pela Professora Dra. Maria Aparecida Juliano de Carvalho.

TABELA 8
Profundidade da coleta em metros e números de Copepodos, p/m³, nos três pontos de coleta do lago B, do Parque Zoológico de São Paulo, maio de 1976 a março de 1977

ANOS		1 9 7 6										1 9 7 7									
MESES		MAIO		JUNHO		JULHO		AGOSTO		SETEMBRO		DEZEMBRO		JANEIRO		FEVEREIRO		MARÇO		TOTAL	
Pontos de Coleta	Profundidade (m) e n ^o Organismos (m ³)	Profun- didade	Organis- mos	Profun- didade	Organis- mos	Profun- didade	Organis- mos	Profun- didade	Organis- mos	Profun- didade	Organis- mos	Profun- didade	Organis- mos	Profun- didade	Organis- mos	Profun- didade	Organis- mos	Profun- didade	Organis- mos	Organis- mos	%
		(m)	(m ³)	(m)	(m ³)	(m)	(m ³)	(m)	(m ³)	(m)	(m ³)	(m)	(m ³)	(m)	(m ³)	(m)	(m ³)	(m)	(m ³)	(m ³)	
6		2,30	1.144	1,80	2.715	0,70	—	2,80	1.208	2,50	15.189	2,50	1.053	3,50	2.902	1,80	11.067	2,60	304	35.582	34,75
7		1,40	671	1,05	1.253	1,50	—	2,10	1.074	2,10	9.311	2,80	2.011	3,80	1.643	3,00	6.895	3,05	86	22.944	22,41
9		0,80	5.639	1,20	627	0,90	—	2,00	470	2,00	21.618	2,00	4.592	3,00	10.649	1,50	—	2,00	263	43.858	42,84
TOTAL			7.454		4.595		—		2.752		46.118		7.656		15.194		17.962		653	102.384	100,00

TABELA 9
 Profundidade das coletas (m) e números de Copepoditos, (m³) nos três pontos de coleta do lago B do Parque Zoológico de São Paulo, maio de 1976 a março de 1977.

ANOS		1 9 7 6										1 9 7 7									
Pontos de Coleta	MESES	MAIO		JUNHO		JULHO		AGOSTO		SETEMBRO		DEZEMBRO		JANEIRO		FEVEREIRO		MARÇO		TOTAL	
	Profundidade (m) e nº Organismos (m³)	Profun- didade	Organis- mos	Profun- didade	Organis- mos	Profun- didade	Organis- mos	Profun- didade	Organis- mos	Profun- didade	Organis- mos	Profun- didade	Organis- mos	Profun- didade	Organis- mos	Profun- didade	Organis- mos	Profun- didade	Organis- mos	Organis- mos	%
		(m)	(m³)	(m)	(m³)	(m)	(m³)	(m)	(m³)	(m)	(m³)	(m)	(m³)	(m)	(m³)	(m)	(m³)	(m)	(m³)	(m³)	
	6	2,30	1.144	1,80	6.161	0,70	—	2,80	2.014	2,50	60.000	2,50	147	3,60	1.286	1,80	13.363	2,80	—	84.115	37,06
	7	1,40	637	1,06	10.741	1,50	—	2,10	627	2,10	46.426	2,80	—	3,80	2.078	3,00	9.149	3,06	—	68.558	30,18
	9	0,80	9.398	1,20	1.880	0,90	—	2,00	188	2,00	47.388	2,00	184	3,00	10.272	1,50	5.018	2,00	132	74.440	32,77
	TOTAL		11.079		18.782		—		2.829		162.794		331		13.636		27.530		132	227.113	100,00

TABELA 10

Profundidade da coleta (m) e número de Nauplios (m³), nos três pontos de coleta do lago 8 do Parque Zoológico de São Paulo, maio de 1976 a março de 1977

ANOS		1 9 7 6										1 9 7 7									
Pontos de Coleta	MESES	MAIO		JUNHO		JULHO		AGOSTO		SETEMBRO		DEZEMBRO		JANEIRO		FEVEREIRO		MARÇO		TOTAL	
	Profundidade (m) e nº Organismos (m³)	Profun-	Organis-	Profun-	Organis-	Profun-	Organis-	Profun-	Organis-	Profun-	Organis-	Profun-	Organis-	Profun-	Organis-	Profun-	Organis-	Profun-	Organis-	Organis-	
		didade	mos	didade	mos	didade	mos	didade	mos	didade	mos	didade	mos	didade	mos	didade	mos	didade	mos	mos	
		(m)	(m³)	(m)	(m³)	(m)	(m³)	(m)	(m³)	(m)	(m³)	(m)	(m³)	(m)	(m³)	(m)	(m³)	(m)	(m³)	(m³)	
6		2,30	3.923	1,80	4.282	0,70	1.671	2,80	13.158	2,50	182.105	2,50	1.053	3,50	7.414	1,80	17.120	2,80	—	230.726	25,23
7		1,40	1.074	1,05	10.383	1,50	585	2,10	3.491	2,10	409.774	2,80	1.476	3,80	3.463	3,00	19.825	3,05		450.071	49,19
9		0,80	2.350	1,20	1.096	0,90		2,00	1.128	2,00	206.578	2,00	1.316	3,00	10.272	1,50	11.281	2,00	—	234.021	25,58
TOTAL		7.347		15.761		2.256		17.777		798.457		3.845		21.149		48.226				914.818	100,00

“Os efeitos de uma floração de algas azuis sobre o zooplâncton são muito discutidos. Enquanto Smith (1969), Smith & Moyle (1945), In: Smith (1969) e Novak (1961), In: Straskraba & Hrbacek (1966) notaram que a quantidade de zooplâncton diminuía durante a floração, outros autores como Strask e Hrbacek (1969) e Manujlova (1957), In: Straskraba & Hrbacek (1969), acusavam um aumento de zooplâncton em condições semelhantes”. (CARVALHO, 1975)^{1,3}.

A autora comenta que tal concentração se deve ao fato das florações serem causadas por algas azuis de outros gêneros. No caso de Smith (1969) e Smith & Moyle (1945), tratava-se de floração por Anabaena, enquanto, que para Straskraba & Hrbacek (1966), foi ocasionada por Aphanizomenon e Microcystis. Citados por CARVALHO, 1975^{1,3}.

Diante deste fato, não se pode afirmar com segurança a hipótese levantada anteriormente, com relação à morte dos Nauplios presos em grandes massas de Microcystis.

3.3.2.2 Cladóceros.

Este grupo de microcrustáceos não foi muito frequente no período estudado. Apenas ocorreram em número um pouco mais elevado nos meses de janeiro (3.143 org/m^3), fevereiro (5.176 org/m^3) de 1977. (Tabela 11) correspondentes ao verão.

Segundo PENNAK, 1953^{2,6}, no começo da primavera relativamente poucos Cladóceros são encontrados em lagos e represas. Tais populações podem ser constituídas de fêmeas ou de ovos que sobreviveram no outono. Poucos indivíduos podem ser encontrados nos meses de verão e no outono, podendo ou não haver tendência a uma segunda população. Durante o inverno a população é invariavelmente baixa, com pequena ou nenhuma reprodução. Assim, justifica-se a presença desses organismos nos meses de verão do período estudado.

3.3.2.3 Rotíferos.

Esses vermes constituem, juntamente com os microcrustáceos, uma das bases do plâncton, formando elo importante na cadeia de alimentação, principalmente para certas espécies de peixes. No ponto 7 (Tabela 12), esses vermes ocorreram em concentração cerca de duas vezes maior do que nos outros pontos. Talvez pela abundância de alimentos já relatada no item anterior.

TABELA 11

Profundidade da coleta (m) e número de Cladoceros (m³), nos três pontos de coleta do lago B do Parque Zoológico de São Paulo, maio de 1976 a março de 1977

ANOS		1 9 7 6										1 9 7 7									
Pontos de Coleta	MESES	MAIO		JUNHO		JULHO		AGOSTO		SETEMBRO		DEZEMBRO		JANEIRO		FEVEREIRO		MARÇO		TOTAL	
	Profundidade (m) e n.º Organismos (m³)	Profun- didade	Organis- mos	Profun- didade	Organis- mos	Profun- didade	Organis- mos	Profun- didade	Organis- mos	Profun- didade	Organis- mos	Profun- didade	Organis- mos	Profun- didade	Organis- mos	Profun- didade	Organis- mos	Profun- didade	Organis- mos	Organis- mos	
		(m)	(m³)	(m)	(m³)	(m)	(m³)	(m)	(m³)	(m)	(m³)	(m)	(m³)	(m)	(m³)	(m)	(m³)	(m)	(m³)	(m³)	
6		2,30	—	1,80	522	0,70	—	2,80	—	2,50	—	2,50	—	3,50	2.684	1,80	1.667	2,60	—	4.873	46,59
7		1,40	235	1,05	716	1,50	—	2,10	89	2,10	—	2,80	273	3,80	29	3,00	2.509	3,05	173	4.024	38,47
9		0,80	—	1,20	—	0,90	—	2,00	—	2,00	—	2,00	—	3,00	430	1,50	1.000	2,00	132	1.562	14,94
TOTAL			235		1.238		—		89		—		273		3.143		5.176		305	10.459	100,00

TABELA 12

Profundidade de coleta (m) e número de Rotíferos (m^3) nos três pontos de coleta do lago B do Parque Zoológico de São Paulo — maio de 1976 a março de 1977.

PONTOS DE COLETA	A N O S		1 9 7 6																1 9 7 7				T O T A L	
	M E S E S		M A I O		J U N H O		J U L H O		A G O S T O		S E T E M B R O		D E Z E M B R O		J A N E I R O		F E V E R E I R O		M A R Ç O					
	Profundidade (m)		Profun- didade (m)	Organis- mos (m³)	Profun- didade (m)	Organis- mos (m³)	Profun- didade (m)	Organis- mos (m³)	Profun- didade (m)	Organis- mos (m³)	Profun- didade (m)	Organis- mos (m³)	Profun- didade (m)	Organis- mos (m³)	Profun- didade (m)	Organis- mos (m³)	Profun- didade (m)	Organis- mos (m³)	Profun- didade (m)	Organis- mos (m³)	Organis- mos (m³)	%		
	e n.º. de Org. (m³)																							
			(m)	(m³)	(m)	(m³)	(m)	(m³)	(m)	(m³)	(m)	(m³)	(m)	(m³)	(m)	(m³)	(m)	(m³)	(m)	(m³)	(m³)			
6		2,30	2.370	1,80	453.216	0,70	4.586	2,80	80.855	2,50	105.263	2,50	171	3,50	3.436	1,80	14.196	2,80	304	644.406	29,89			
7		1,40	1.074	1,05	780.701	1,50	1.169	2,10	35.088	2,10	203.007	2,80	7.791	3,80	2.569	3,00	5.388	3,05	86	1.036.871	48,11			
9		0,80	1.645	1,20	370.614	0,90	—	2,00	20.132	2,00	59.211	2,00	3.197	3,00	9.649	1,50	9.018	2,00	789	474.255	22,00			
T O T A L			5.089		1.604.531		5.764		116.075		367.481		11.159		15.854		28.600		1.179		2.155.532	100,00		

3.3.3 Organismos bentônicos.

Foi observado recentemente, que estes organismos, no fundo, vivem apenas a alguns centímetros da parte superior da camada de lodo depositada. (COLEMAN e col., 1970)¹⁴.

Os macroinvertebrados bentônicos são frequentemente utilizados para avaliar as condições de corpos de água que recebem cargas poluidoras. “Os organismos do fundo são particularmente adequados para tais estudos porque sua motilidade relativamente baixa não permite que fujam das substâncias nocivas que entram no ambiente”. (WILHM & DORRIS, 1968)³⁶.

Segundo Gauffin & Tarzwell (1968) citados por WILHM & DORRIS, 1968³⁶, as associações de organismos bentônicos, oferecem critérios de maior confiabilidade com respeito ao aumento de matéria orgânica do que a simples ocorrência de espécies indicadoras. Entretanto, estas análises geralmente envolvem longas descrições de associações.

Foi verificado por ROCHA, 1975³⁰, que a demanda bentônica de oxigênio, nos lagos do Zoológico, é bastante elevada. Em média são consumidos 3,58 gramas de oxigênio por dia no lodo do fundo.

No ponto 6 do lago B, observou-se que, em profundidade, o teor de oxigênio dissolvido é nulo (Tabela 2).

ROCHA, 1975³⁰, analisando amostras desse mesmo lago, notou que a demanda bioquímica de oxigênio em profundidade junto ao lodo, era de 20 mg/l e que o oxigênio dissolvido estava ausente.

Bodenheimer (1965), Janasson (1965), Pearson e col. (1968), citados por ROCHA, 1976³¹, bem como ODUM, 1971²¹, observaram que ambientes aquáticos pobres em material orgânico e de reduzida flora fitoplanctônica apresentam baixos números de macroinvertebrados bentônicos. De fato, os lagos do Parque Zoológico são ricos em matéria orgânica; possuem flora fitoplanctônica abundante (floração) e um número elevado de macroinvertebrados bentônicos, em certos pontos de coleta.

Na Tabela 13, observa-se que o número total de organismos bentônicos, nos nove pontos de coleta, no período estudado foi de 493.837 org/m² e os organismos mais frequentes foram os Tubificídeos (95,87%).

Estudos de ROCHA, 1976³¹, na Represa do Guarapiranga, mostraram que o número de organismos bentônicos foi bem maior no inverno. Analisando a Figura 12, verifica-

TABELA 13

Número total de organismos bentônicos, p/ m², nas estações do ano, nos nove pontos de coleta, dos lagos A e B do Parque Zoológico de São Paulo, março de 1976 a março de 1977.

Número total de organismos (m ²) Organismos Bentônicos	PONTOS DE COLETA									TOTAL	%
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
<u>Tubificídeos</u>	1.211	2.964	104.516	11.126	3.247	1.982	—	308.656	39.741	473.443	95,87
<u>Hirudíneos</u>	—	—	172	173	—	—	—	8.398	607	9.350	1,89
<u>Quironomídeos</u>	1.254	—	303	43	—	—	—	1.549	—	3.149	0,64
<u>Caoborídeos</u>	563	3.074	303	130	130	34	34	—	—	4.268	0,86
<u>Pupa-Caoborídeos</u>	476	1.818	—	—	—	303	823	—	—	3.420	0,69
<u>Hemiptera (ninfa)</u>	—	—	—	—	—	—	—	34	—	34	0,01
<u>Nematoda</u>	—	—	—	—	—	—	—	173	—	173	0,04
Total	3.504	7.856	105.294	11.472	3.377	2.319	857	318.810	40.348	493.837	100,00

FIGURA 12 – Organismos bentônicos p/m^2 , nas estações do ano, agrupando os nove pontos de coleta dos lagos A e B do Parque Zoológico de São Paulo – março de 1976 a março de 1977.

se que nos lagos do Zoológico, o aumento aconteceu no verão (240.821 org/m² ou 49,12%) talvez graças ao elevado número de Tubificídeos que ocorreram durante todo o período sazonal estudado.

Segundo Kreis (1966), citado por ROCHA, 1972^{2 9}, os organismos indicadores de poluição orgânica podem ser agrupados em:

TOLERANTES À POLUIÇÃO INTENSA

- Representados por, Tubificídeos, Quironomídeos, Planorbídeos e Glossifonídeos;

TOLERANTES À POLUIÇÃO MODERADA

- Representados por, Caoborídeos, Ancilídeos e Bivalvas;

DE ÁGUAS LIMPAS

- Representados por, larvas de Odonatas e Coleopteros.

A fauna bentônica nesse ecossistema é representada como é a seguir descrito:

3.3.3.1 Anelídeos: Hirudíneos e Tubificídeos.

3.3.3.1.1 Hirudíneos.

No Brasil, os Hirudíneos (sanguessugas da família Glossiphonidae) são ainda pouco estudados. (NONATTO, 1964)^{2 0}.

A Tabela 14 mostra os resultados obtidos para esta família, onde verifica-se que, no período estudado a ocorrência se deu no ponto 8. Nesse ponto foram também encontrados 33 conchas de Planorbídeos e 308.656 Tubificídeos por metro quadrado. “Os Hirudíneos têm os moluscos como elemento preferido em sua alimentação e parece não terem muito significado como indicadores de águas poluídas por matéria orgânica os representantes do gênero Helobdella”. *

Provavelmente devido ao pequeno número de moluscos ali existentes, os sanguessugas passaram a se alimentar dos Tubificídeos, o que justifica a sua frequente presença naquela região do lago.

* — Informações verbais da Professora Dra. Erika Schlenz.

TABELA 14

Anelídeos: Hirudíneos e Tubificídeos, p/m², nos nove pontos de coleta, dos lagos A e B, do Parque Zoológico de São Paulo, março de 1976 a março de 1977.

Pontos de coleta	ANOS		1 9 7 6																1 9 7 7																
	MESES		MARÇO		ABRIL		MAIO		JUNHO		JULHO		AGOSTO		SETEMBRO		DEZEMBRO		JANEIRO		FEVEREIRO		MARÇO												
	Nº de Organismos (m ²)		CLASSE		CLASSE		CLASSE		CLASSE		CLASSE		CLASSE		CLASSE		CLASSE		CLASSE		CLASSE		CLASSE		CLASSE - HIRUDINEA		CLASSE - OLIGOQUETA								
			HIRU OLIGO		HIRU OLIGO		HIRU OLIGO		HIRU OLIGO		HIRU OLIGO		HIRU OLIGO		HIRU OLIGO		HIRU OLIGO		HIRU OLIGO		HIRU OLIGO		HIRU OLIGO												
			DINEA QUETA		DINEA QUETA		DINEA QUETA		DINEA QUETA		DINEA QUETA		DINEA QUETA		DINEA QUETA		DINEA QUETA		DINEA QUETA		DINEA QUETA		DINEA QUETA						TOTAL		%		TOTAL		%
1	-	130	-	173	-	303	-	43	-	43	-	43	-	130	-	303	-	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.211	0,28				
2	-	22	-	-	-	1.385	-	43	-	-	-	-	-	-	1.082	-	173	-	43	-	216	-	-	-	-	-	-	-	2.884	0,63					
3	43	3.030	43	9.091	43	88.074	-	-	-	-	-	43	43	-	280	-	2.488	-	1.429	-	87	-	34	172	1,84	104.818	22,08								
4	130	2.771	-	1.038	-	-	-	1.296	-	4.719	-	-	-	519	-	216	43	380	-	173	-	-	173	1,88	11.128	2,38									
5	-	-	-	-	-	2.771	-	-	-	-	-	-	43	-	-	-	43	-	87	-	303	-	-	-	-	-	-	-	3.247	0,88					
6	-	173	-	280	-	1.385	-	-	-	-	-	-	-	-	43	-	-	-	-	-	87	-	34	-	-	-	-	-	1.882	0,42					
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
8	-	216	43	1.038	43	18.831	216	14.675	519	13.333	87	3.583	346	12.381	87	18.528	87	15.085	1.472	116.483	5.488	94.802	5.388	88,82	308.888	65,18									
9	87	2.587	380	21.429	130	15.455	-	87	-	43	-	-	-	-	-	43	-	-	-	87	-	-	807	8,48	38.741	8,38									
TOTAL			280	8.938	476	33.031	216	128.204	216	16.147	519	18.138	130	3.722	346	13.333	87	22.883	130	17.187	1.472	117.273	5.488	94.788	9.380	100,00	473.443	100,00							

3.3.3.1.2 Tubificídeos.

Nos lagos do Zoológico, a maior parcela de oxigênio dissolvido (OD) na água de superfície, corresponde à produzida pelo fitoplâncton, pois praticamente não existe reaeração naqueles corpos d'água. As concentrações de oxigênio dissolvido de superfície nos pontos pesquisados ficaram entre a mínima de 5,84 mg/l e a máxima de 16,00 mg/l, característica de super-saturação, mas entretanto, como foi observado anteriormente (no ponto 6 em profundidade) a concentração de oxigênio dissolvido foi nula.

Embora os vermes Tubificídeos sejam resistentes a ambientes que apresentam baixo teor de oxigênio, conforme estudos e pesquisas de Lendeman (1942), Gaufin e col. (1952:57), Gaufin (1958) e Hawkes (1963) citados por ROCHA, 1976³¹, não suportam ambientes de anaerobiose.

Admite-se que a ausência dos animais no ponto 7 (Tabela 14), tenha ocorrido devido a ausência de oxigênio no ambiente. Este ponto estava bastante próximo do ponto 6 (Figura 1), onde foi coletada amostras em profundidade, para pesquisa de Oxigênio Dissolvido. Conforme mostra a Tabela 2, houve ausência de oxigênio nesse ponto. Verifica-se também que a profundidade no ponto 7, na maioria das vezes, é superior à do ponto 6.

No ponto 8 (Tabela 14), entretanto, a população de Tubificídeos foi mais elevada. Considera-se como fator desse aumento populacional, além de outros, as características físicas do lago nessa região, que se apresenta com baía pronunciada e com muito pouca profundidade, chegando à máxima de 0,80m. Consequentemente há um grande depósito de matéria orgânica, facilitando, assim, a obtenção de alimentos para esses seres que aí proliferam. Em compensação, há uma queda no teor de oxigênio dissolvido, prejudicando os organismos menos tolerantes às baixas taxas de oxigênio. (ROCHA, 1972²⁹).

Foi observado que os vermes Oligoquetos em águas densamente poluídas constituem excelentes reservas alimentares para peixe. (LELLÁK 1966¹⁸, citado por ROCHA, 1972)²⁹.

3.3.3.2 Dípteros: Quironomídeos e Caoborídeos.

Até a realização do simpósio sobre organismos aquáticos no Brasil, em 1963, foram estudadas apenas quatorze famílias de Dípteros aquáticos.

As fases aquáticas dos representantes da família Quironomidae têm sido objeto de cuidadosa investigação por parte de alguns estudiosos. (PAPAVERO, 1964)²⁵.

Os representantes da família dos Caoborídeos apresentam sua densidade máxima, no mês de março de 1977 (2.969 org/m^2). Apareceram também nos lagos no mês de março de 1976 (1.126 org/m^2), estando ausentes durante todos os outros meses do período pesquisado. Isso se deva talvez ao fato de estes organismos não serem tolerantes à poluição intensa, conforme foi descrito anteriormente.

As larvas de Quironomídeos foram representadas nos pontos de coleta por duas sub-famílias: Tanipodinae e Quironominae.

Devido a ocorrência muito pequena, ou quase nula, destes representantes nos pontos estudados merece destaque apenas o ponto 8, onde a densidade numérica foi mais elevada (1.549 org/m^2) durante o período estudado (Tabela 13).

Conforme estudos de STRIXINO, 1973³⁴, foi verificado que as condições ambientais externas e da água, estão correlacionadas com a diminuição da densidade numérica dos Quironomídeos, pois nos meses de agosto e setembro (quando a temperatura da água baixou consideravelmente — Tabela 1 e Figura 3) estas larvas estiveram ausentes do lago.

4 CONCLUSÕES.

4 CONCLUSÕES.

a) — Os lagos da Fundação Parque Zoológico de São Paulo estão recebendo uma alta carga orgânica poluente. A matéria orgânica alóctone representa uma parcela considerável na demanda bioquímica de oxigênio. Por outro lado, a autóctone é também elevada tendo em vista o assoreamento e os organismos aquáticos e semi-aquáticos que vivem nessas pequenas represas artificiais.

b) — A biodegradação é intensa, levando à constante mineralização das águas.

c) — Devido o grande número de organismos fotossintetizantes, ocorreram florações de algas, especialmente das algas azuis. A floração das algas foi um dos fatores que ocasionou dificuldade na penetração de luz nos estratos inferiores dos lagos, contribuindo para impedir o desenvolvimento dos organismos fitoplanctontes, que vivem a alguns centímetros da superfície.

d) — Os lagos apresentam zonas de intensa degradação e decomposição ativa. O desequilíbrio ecológico resultante desse processo está levando a uma redução qualitativa e quantitativa do zooplâncton.

e) — A maioria das algas e organismos encontrados no fundo, é indicadora de poluição das águas com matéria orgânica.

f) — A quase total ausência de oxigênio dissolvido, no fundo do lago, deve contribuir para determinar a relativa redução dos macroinvertebrados bentônicos.

g) — No período de inverno houve um aumento dos flagelados colorofilados nos lagos: Este fenômeno pode estar relacionado ao aumento da matéria orgânica advinda das aves migradoras.

h) — No outono, o aumento das algas verdes, azuis e diatomáceas, pode estar ocorrendo pelas condições ótimas de temperatura, além de outros fatores adequados à multiplicação dessas algas.

i) — Durante o outono ocorreu o aumento do zooplâncton. Isso deve estar relacionado com a diminuição da densidade numérica do gênero Microcystis.

5 RECOMENDAÇÕES.

Em vista da ecologia dos lagos constituir ecossistema que abriga muitas espécies de animais e vegetais; dadas suas finalidades recreacionais e paisagísticas; em virtude de seu aspecto econômico, por produzir pescado necessário à alimentação de vários animais expostos no Parque Zoológico e também por apresentarem risco sanitário em potencial às pessoas, recomenda-se :

- que se proceda, no Parque Zoológico, à construção do projetado interceptor de esgotos, de modo que os esgotos domésticos e os excrementos dos recintos dos animais não atinjam os lagos ;

- que o efluente do emissário de esgotos seja tratado por processo biológico e lançado, finalmente, no lago do Instituto de Botânica, uma vez que esse lago encontra-se em melhores condições de autodepuração que os lagos do Parque Zoológico.

- que após a construção do emissário transportador dos esgotos, seja feita uma dragagem para remoção do lodo do fundo, diminuindo, assim, a camada de decomposição anaeróbia.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- 1 **AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION.** Standard methos for examination of water and wastewater. 13th, ed. New York, 1971.
- 2 **BICUDO, C. E. M. & BICUDO, R. M. T.** Algas de águas continentais brasileiras. São Paulo, Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências, 1970.
- 3 **BONETTO, A. A.** Problemas limnologicos y ictiologicos de rios, lagos y represas. São Paulo, Centro Tecnológico de Saneamento Básico, 1976.[mimeografado].
- 4 **BRANCO, S. M.** Alguns aspectos da hidrobiologia importantes para a engenharia sanitária. Rev. DAE, São Paulo, 20 (33) : 21 - 30, 1959.
- 5 **BRANCO, S. M.** Algas tóxicas — controle das toxinas em águas de abastecimento. Rev. DAE, São Paulo, 20 (35) : 47 - 53, 1959.
- 6 **BRANCO, S. M. et al.** Identificação e importância dos principais gêneros de algas de interesse para o tratamento de águas e esgotos. Rev. DAE, São Paulo, (48/50) 1963. [separata].
- 7 **BRANCO, S. M.** Alterações de características físicas, devidas à poluição. In: CENTRO TECNOLÓGICO DE SANEAMENTO BÁSICO. Água; qualidade, padrões de potabilidade e poluição. São Paulo, Secretaria dos Serviços e Obras Públicas. Fomento Estadual de Saneamento Básico e Centro Tecnológico de Saneamento Básico, 1969. cap. 9 : 1 - 5
- 8 **BRANCO, S. M.** Hidrobiologia aplicada a engenharia sanitária. São Paulo, Secretaria dos Serviços e Obras Públicas. Fomento Estadual de Saneamento Básico e Centro Tecnológico de Saneamento Básico, 1971. 3v.
- 9 **BRANCO, S. M.** Poluição: a morte de nossos rios. Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico, 1972. p. 3 - 17.

- 10 **BOURRELLY, P.** Les algues vertes. In: __. Les algues d'eau douce: initiation à la systématique. Paris, Ed. N. Boubée, 1966. v.1
- 11 **BOURRELLY, P.** Les algues jaunes et brunes Chrysophycées, Pheophycées, Xanthophycées et Diatomées. In: __. Les algues d'eau douce: initiation à la systématique. Paris, Ed. N. Boubée, 1968. v.2
- 12 **BOURRELLY, P.** Les algues bleues et rouges: les Eugleniens, Peridiniens et Cryptomonadines. In: __. Les algues d'eau douce: initiation à la systématique. Paris, Ed. N. Boubée, 1970. v.3
- 13 **CARVALHO, M. A. J.** A represa de Americana: aspectos físico-químicos e a variação das populações de Copepodas Cyclopoida de vida livre. São Paulo, 1975.
[Tese de Doutorado - Departamento de Zoologia do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.]
- 14 **COLEMAN, M. J. & HYNES, H. B. N.** The vertical distribution of the invertebrate fauna in the bed of a stream. Limnol. Oceanogr., Kansas, **15** : 31 - 40, 1970.
- 15 **ENCICLOPÉDIA Mirador internacional.** São Paulo, Encyclopaedia Britannica do Brasil, 1976. v.2 p. 381-6.
- 16 **ESTAÇÕES.** In: DICIONÁRIO de geografia. Porto Alegre, Globo, 1970. p. 105-6.
- 17 **KLEEREKOPER, H.** Introdução ao estudo de limnologia. Rio de Janeiro, Serviço de Informação Agrícola, 1944. p. 329.
- 18 **LELLÁK, J.** Influence of the removal of fish population on the bottom animals of the five Elbe backwaters. Hidrobiological Stud. Czech. Acad. Sci., Praga, **1** : 323-380, 1966. apud ROCHA²⁹.
- 19 **MONTEIRO, C. E.** Autodepuração dos corpos d'água. São Paulo, Centro Tecnológico de Saneamento Básico, 1975. [mimeografado.]
- 20 **NONATO, E.** Hirudíneos. In: VANZOLINI, P. E. História natural de organismos aquáticos do Brasil. São Paulo, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, 1964. p. 139 - 141.

- 21 ODUM, E. P. Fundamentals of ecology. 13th. Philadelphia, Saunders, 1971.
p. 295 - 321
- 22 PALMER, C. M. & INGRAM, W. M. Suggested classification of algae and protozoa
in sanitary science. Sewage Indust. Waster, **27** : 1183 - 88, 1955.
- 23 PALMER, C. M. Algas en abastecimento de agua. México, Centro Regional de Ayuda
Tecnica, 1962.
- 24 PALMER, C. M. A composite rating of algae tolerating organic pollution. USA
Journal of Phycology, **5** (1) : 78 - 82, 1969,
- 25 PAPAVERO, N. & GUIMARÃES, J. H. Diptera. In: VANZOLINI, P. E. História
natural de organismos aquáticos do Brasil, São Paulo, Fundação de Amparo a
Pesquisa do Estado de São Paulo, 1964. p. 167 - 190.
- 26 PENNAK, R. W. Fresh-water invertebrate of the United States. New York, The
Ronald Press, 1953.
- 27 PEREIRA, H. A. S. L. Fundamentos biológicos do saneamento. São Paulo, Facul-
dade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, 1976. [mimeografado]
- 28 PRESCOTT, G. W. Algae of the western great lakes area. Dubuque, Iowa, W. M. C.
Brown, 1962.
- 29 ROCHA, A. A. Estudo sobre a fauna bentônica da represa de Americana no Estado
de São Paulo. São Paulo, 1972. [Dissertação de Mestrado - Departamento de
Zoologia do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo]
- 30 ROCHA, A. A. & NARDUZZO, M. Aspectos ecológicos dos lagos do Parque Zoo-
lógico de São Paulo. Rev. DAE. , São Paulo, **35** (103) : 46 - 51, 1975.
- 31 ROCHA, A. A. A limnologia, os aspectos ecológicos-sanitários e a macrofauna
bentônica da Represa do Guarapiranga na região metropolitana de São Paulo.
São Paulo, 1976. [Tese de Doutorado — Departamento de Zoologia do
Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo].

- 32 **SANTOS, E. P.** Estudo populacional do goete: Cynoscion petranus (Ribeiro, 1915).
Bol. Inst. Oceanogr. São Paulo, **17** : 17 - 31, 1968.
- 33 **SMITH, G. M.** The fresh-water algae of the United States. New York, McGraw-Hill,
1950.
- 34 **STRIXINO, G. B. M. A.** Sobre a ecologia dos macroinvertebrados do fundo, na
represa do Lobo. São Paulo, 1973. [Tese de Doutorado – Departamento de
Biologia do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo].
- 35 **WEBER, C. I.** Biological field and laboratory methods for measuring the quality
of surface waters and effluents. Cincinnati, Ohio, National Enviromental
Reserch Center, 1973. p. 4 - 5.
- 36 **WILHM, J. L. & DORRIS, T. C.** Biological parameters for water quality criteria.
Stillwater – Oklahoma, Rev. Bio-Science, **18** (6) : 477-480, 1968.