

LIMNOLOGIA DO RESERVATÓRIO DO BORBA (PINDAMONHANGABA, SP).
II — ZOOPLÂNCTON

(Limnology of Borba Reservoir (Pindamonhangaba, SP). II — Zooplankton)

Maria Angela A. CABIANCA 1
Suzana SENDACZ 2

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo a caracterização da comunidade zooplânctônica do Reservatório do Borba, o qual localiza-se na "Estação Experimental de Piscicultura de Pindamonhangaba" e é utilizado para o abastecimento de tanques de criação de peixes.

Foram realizadas coletas mensais durante o período de setembro de 1981 a agosto de 1982, utilizando-se rede de plâncton com abertura de 68 µm; optou-se por arrasto horizontal, em virtude da pequena profundidade do reservatório.

Verificou-se uma grande dominância de rotíferos constituindo copepodos e cladóceros comunidades numericamente menos significativas.

ABSTRACT

The purpose of this paper is to characterize the zooplanktonic community of Borba Reservoir, which is located at the "Estação Experimental de Piscicultura de Pindamonhangaba", and is utilized for water supply of rearing fish tanks.

Sampling was carried out at monthly intervals, from September 1981 to August 1982, with a plankton net of 68 µm mesh size through horizontal hauls due to the shallowness of the reservoir.

It was observed that the zooplanktonic community was largely dominated by rotifers; both copepods and cladocerans were less significant numerically.

1. INTRODUÇÃO

O estudo da composição zooplânctônica de reservatórios é de grande interesse, pois fornece dados importantes sobre o mecanismo de colonização e organização desta comunidade (ARMENGOL, 1980).

Os reservatórios, em geral, apresentam a vantagem de constituírem sistemas consideravelmente isolados, o que facilita a compreensão das diversas variáveis que atuam em um ecossistema e suas interações, permitindo uma possível extrapolação para as relações existentes em ecossistemas maiores e mais complexos (COLLINVAUX, 1973). TUNDISI (1977) ressalta a importância do estudo de ecossistema lacustre não só do ponto de vista básico como aplicado, quanto à exploração racional e ao desenvolvimento de modelos.

A produtividade de uma represa está diretamente relacionada à composição e abundância do fito e zooplâncton. Este último representa importante fonte de alimento natural de peixes jovens e adultos

das espécies planctófagas. A importância do estudo da comunidade zooplânctônica está, portanto, relacionada, principalmente à situação do zooplâncton como elo da cadeia alimentar estabelecida num ambiente aquático.

O reservatório estudado presta-se ao abastecimento de tanques de criação de peixes, pertencentes a uma estação de piscicultura do Instituto de Pesca, além de abastecer também casas de funcionários do Instituto de Zootecnia de Pindamonhangaba, onde está localizado.

A presente investigação visa determinar os organismos que compõem o zooplâncton e aspectos físicos e químicos do Reservatório do Borba.

CARACTERÍSTICAS DA ÁREA ESTUDADA

O reservatório do Borba pertence à Estação de Piscicultura, situada na Estação

(1) Estagiária — Seção de Limnologia — Instituto de Pesca — Bolsista do CNPq.

(2) Biologista — Seção de Limnologia — Instituto de Pesca.

Experimental de Zootecnia, município de Pindamonhangaba. Está localizado a 147 km da cidade de São Paulo (22°55'55" S, 45°27'22" W) à altitude compreendida entre 530 e 550 m. É alimentado pelas águas do Ribeirão do Curtume, cuja nascente dista cerca de 20 km da represa, inundando uma área de aproximadamente 100.000 m². A profundidade máxima está por volta de 4 a 5 metros (FIGURA 1).



FIGURA 1 - Mapa com a localização do reservatório.

3. MATERIAL E MÉTODOS

As coletas foram realizadas com rede de plâncton com abertura de malha de 68 μ m, diâmetro de 25 cm e comprimento de 40 cm. Logo após a coleta, as amostras foram fixadas com formalina a 4%.

Optou-se pelo arrasto horizontal em virtude de pequena profundidade da represa, e a distância percorrida pela rede foi de 10 metros. O ponto onde se realizaram as coletas localiza-se próximo ao centro do reservatório, numa profundidade aproximada de 3 metros.

As amostras foram obtidas de coletas mensais realizadas no período compreendido entre setembro de 1981 a agosto de

1982. Os microcrustáceos encontrados foram classificados até espécie, utilizando-se para isso, de microscópio óptico.

Para a estimativa da densidade dos organismos empregou-se método de sub-amostragens, utilizando-se pipeta pistão de 1 ml (Stempel pipette). Quando o número de indivíduos apresentou-se muito reduzido (inferior a 100 por espécie), contou-se a amostra toda.

Os rotíferos foram contados em placas de contagem sob lupa e posteriormente em câmaras de Sedgwick Rafter (1 ml) sob microscópio, sendo classificados até gênero.

4. RESULTADOS

O clima da região estudada é tropical de altitude, apresentando verão chuvoso de outubro a março e inverno seco de abril a setembro.

No mês de novembro foi registrada a mais elevada temperatura do ar (29°C), e em junho, a mais baixa (16,8°C). Quanto à temperatura da água, no período chuvoso quente a variação foi de 23,5 a 29°C; uma oscilação mais acentuada foi verificada no período de estiagem-frio (18,8 a 24,8°C).

Os valores da precipitação total mensal, fornecidos pelo DAEE de Taubaté, encontram-se na FIGURA 2; o maior valor mensal de precipitação foi registrado em janeiro (307,9 mm), e o mês mais seco, setembro, apresentou um total de 10,5 mm.

Uma descrição mais detalhada das características físicas e químicas do reservatório encontra-se em TAKINO; MAIER; SANTOS (1985).

A FIGURA 2 apresenta dados de algumas características físicas e químicas da água, tais como transparência, oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, nitrato e fosfato inorgânico. Verificou-se um aumento nos valores de transparência no período de estiagem-frio e de nitrato no mês de fevereiro, ao passo que o pH,

condutividade elétrica e oxigênio dissolvido não apresentaram oscilações acentuadas.

A variação do zooplâncton total no período estudado, encontra-se na FIGURA 3. Não foi registrada a ocorrência de copépodos calanóides em nenhum estágio de desenvolvimento. Observou-se, no entanto, a presença de organismos não considerados euplanctônicos como é o caso de copépodos harpacticóides e certos cladóceros, como alguns *Chydoridae* e *Macrothrix*.

A comunidade zooplânctônica foi dominada pelos rotíferos, seguindo-se os copépodos ciclopoídes e cladóceros em densidades numéricas bem inferiores às do grupo dominante. Os principais picos de maior densidade do zooplâncton total foram observados em setembro de 1981, e março e junho de 1982; estes foram devidos, principalmente, ao elevado número de rotíferos em relação aos outros grupos, tendência que se manteve durante todo o decorrer deste estudo, sendo suplantado uma única vez por cladóceros (dezembro) (FIGURA 3).

A FIGURA 4 mostra a densidade populacional e abundância relativa destes grupos, evidenciando a dominância dos rotíferos, que constituíram 73,9%, do

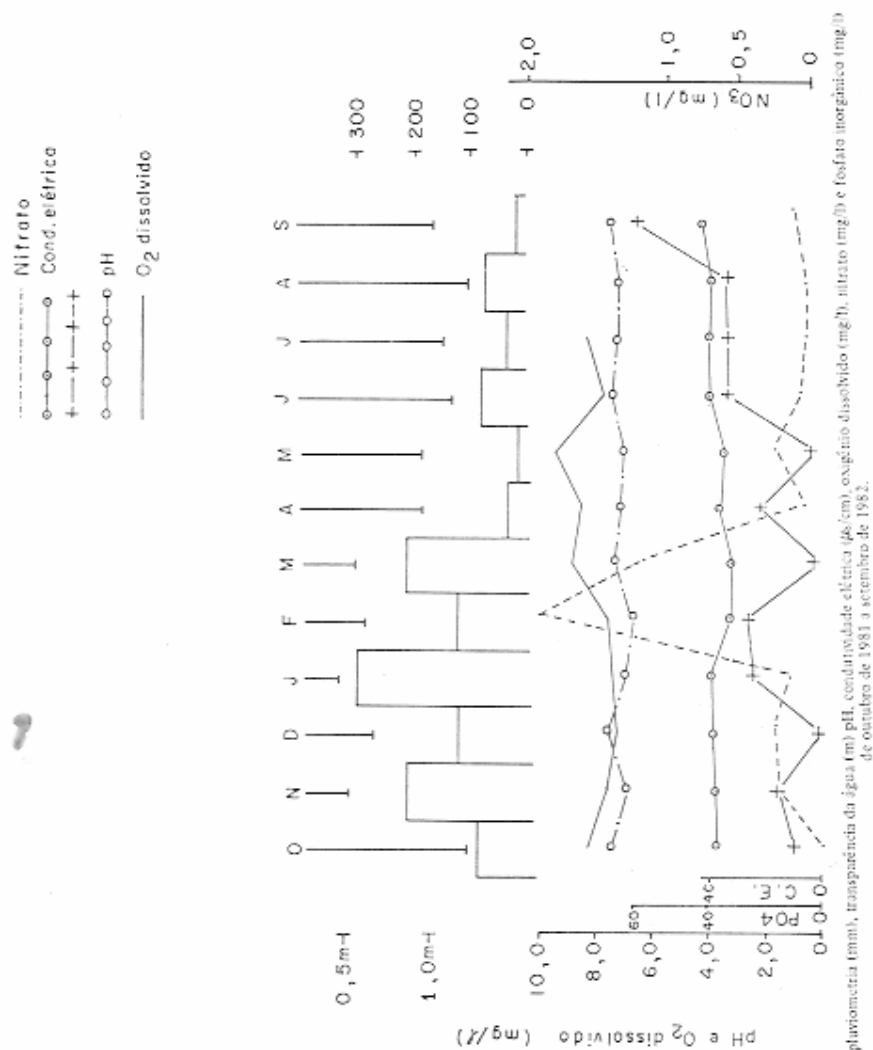


FIGURA 2 - Variação da pluviometria (mm), transparência da água (m) pH, condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), oxigênio dissolvido (mg/l), nitrato (mg/l) e fosfato inorgânico (mg/l) de outubro de 1981 a setembro de 1982.

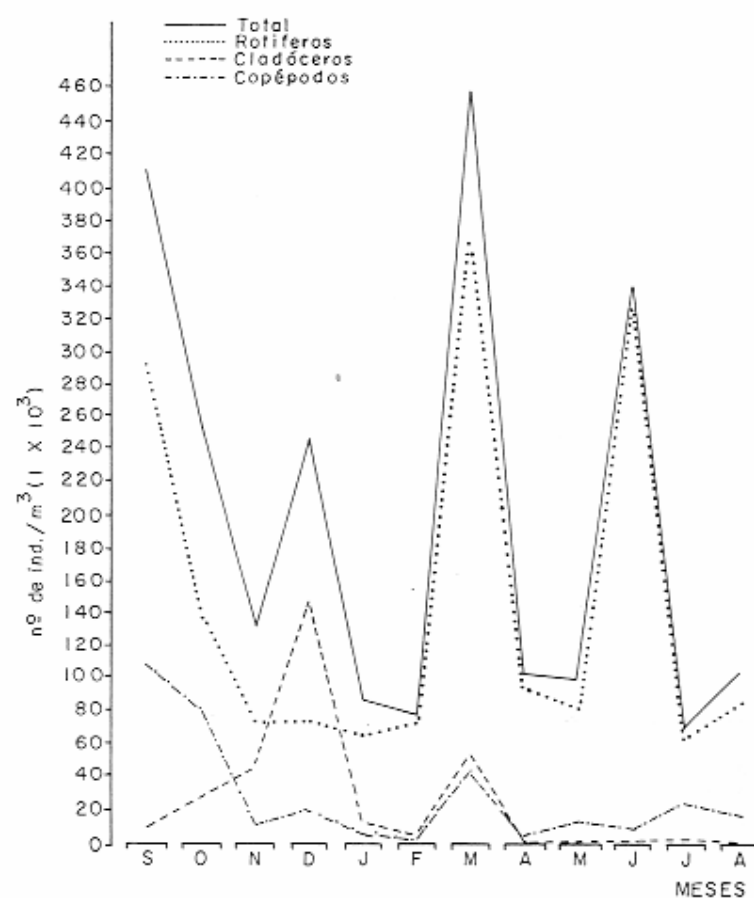


FIGURA 3 - Variação do zooplâncton em densidade numérica (n° de ind./ m^3) de setembro de 1981 a agosto de 1982.

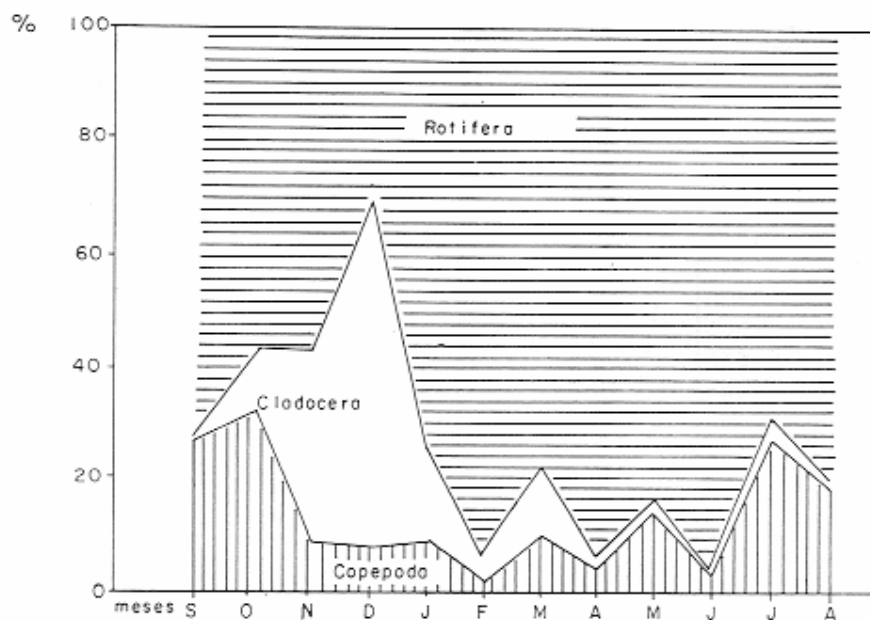


FIGURA 4 - Variação da abundância relativa de rotíferos, copépodos ciclopoídes e cladóceros, de setembro de 1981 a agosto de 1982.

zooplâncton total, enquanto copépodos e cladóceros representaram 13,5% e 12,6%, respectivamente.

Quanto à composição da comunidade zooplânctônica, verificou-se principalmente em relação aos copépodos ciclopoídes, uma diversidade baixa, apresentando os cladóceros e rotíferos maior número de espécies.

As densidades numéricas da população de rotíferos encontram-se na FIGURA 5. Através destes dados, observou-se a predominância e maior frequência dos gêneros *Hexarthra*, *Keratella*, *Polyarthra* e *Ascomorpha*, ocorrendo em números inferiores e irregularmente *Brachionus*, *Filinia*, *Synchaeta*, *Collotheca*, *Macrochaetus*, *Lecane*, *Platyias*, *Lepadella* e *Trichotria*.

Os gêneros *Brachionus*, *Keratella* e *Lecane* estiveram representados por mais de uma espécie, sendo também frequentes rotíferos da ordem Bdelloidea.

A população de rotíferos sofreu grande flutuação durante todo o período estudado não sendo possível relacionar sua abundância com as estações chuvosa e seca (FIGURA 3). As densidades numéricas mais elevadas, registradas em setembro de 1981 a março e junho de 1982, foram devidas a *Ascomorpha* (setembro) e *Polyarthra* e *Keratella* (março e junho) (FIGURA 5).

Quanto aos copépodos ciclopoídes, a FIGURA 6 apresenta as densidades numéricas de adultos, copepoditos e náuplios.

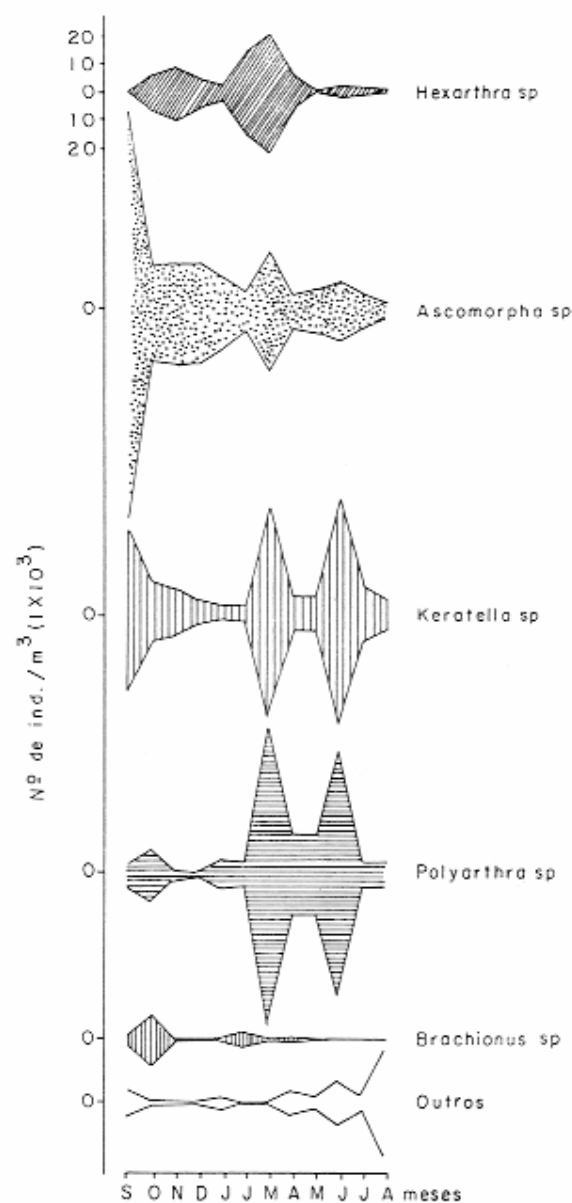


FIGURA 5 - Variação das densidades populacionais de rotíferos (n° de ind./ m^3) de setembro de 1981 a agosto de 1982.

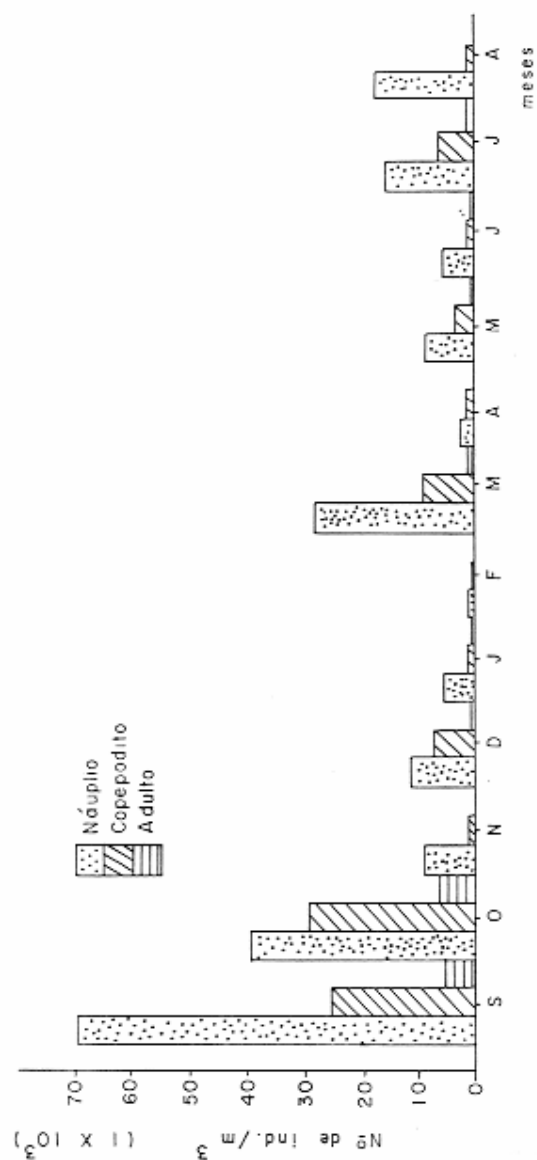


FIGURA 6 - Variação da densidade numérica dos estágios de desenvolvimento dos copepodos citopódios (nº de ind/m³), de setembro de 1981 a agosto de 1982.

Pela análise destes dados, nota-se que os principais picos de abundância desta população foram devidos aos náuplios, os quais representaram 75,6% da população de copépodos ciclopoídes. Constatou-se também que não ocorre uma sucessão dos diferentes estágios de desenvolvimento, isto é, um pico de náuplios não é seguido por um de copepoditos e este por um de adultos.

A população de copépodos ciclopoídes foi representada basicamente pela espécie *Thermocyclops crassus*, ocorrendo esporadicamente *Mesocyclops longisetus*, *Eucyclops* sp e *Thermocyclops minutus*.

Verificou-se a predominância de *T. crassus* em todos os meses, mesmo quando ocorreram indivíduos no estágio de copepodito. As outras espécies ocorreram em números bem inferiores e esporadicamente, não atingindo proporções significativas na população de copépodos ciclopoídes.

A flutuação anual dos cladóceros, representados por *Daphnia gessneri*, *Ceriodaphnia cornuta*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Bosmina* spp, *Bosminopsis deitersi* e *Moina* sp, encontra-se na FIGURA 7.

Verificou-se que *Daphnia gessneri* e *Ceriodaphnia cornuta* estiveram presentes em todos os meses de coleta, enquanto *Diaphanosoma* sp, ocorreu mais frequentemente a partir de setembro de 1981. Os outros cladóceros ocorreram com frequências e densidades variadas durante todo o período.

Ceriodaphnia cornuta foi a espécie dominante, representando 74,5% da população de cladóceros; manteve uma densidade notadamente superior em relação as outras espécies, com exceção dos meses de agosto e setembro de 1981 (FIGURA 7).

Daphnia gessneri ocorreu em números significativos nos meses de setembro, novembro, dezembro de 1981, havendo uma queda abrupta em sua densidade em outubro de 1981. Até o final do período estudado observaram-se oscilações irregulares nesta população.

As demais espécies foram registradas em números reduzidos em relação a *D. gessneri* e *C. cornuta*, ocorrendo em densidade razoavelmente elevadas apenas no mês de março de 1982, não chegando, porém atingir numericamente as duas espécies de cladóceros dominantes.

5. DISCUSSÃO

Neste trabalho, foram consideradas apenas as populações mais representativas do zooplâncton limnético, que seriam, segundo PENNAK (1957), as comunidades de copépodos, cladóceros e rotíferos. Protozoários limnéticos, larvas de dípteros e planctontes fortuitos de outros grupos não foram incluídos.

No Reservatório do Borba, o micro-zooplâncton (rotíferos e náuplios de copépodos) constituiu a porção mais significativa da comunidade zooplânctônica, apresentando os copépodos ciclopoídes e cladóceros (macrozooplâncton) abundâncias relativas muito próximas e inferiores às do grupo dominante.

Em estudos recentes sobre a comunidade zooplânctônica de reservatórios no Estado de São Paulo, foi observado por

SENDACZ; KUBO; CESTAROLLI (1985), que os rotíferos constituíram o grupo dominante na maioria dos reservatórios, seguidos por copépodos ciclopoídes, em reservatórios eutróficos, e por cladóceros, em oligotróficos. Quanto aos copépodos calanóides, estes não ocorreram em reservatórios muito eutrofizados.

Os organismos do zooplâncton podem apresentar dois tipos principais de comportamento quanto à alimentação, filtração e predação. Os filtradores recolhem partículas, incluindo algas, bactérias e detritos, filtrando a água através das finas malhas de seu aparelho filtrador, não removendo células de algas individuais da suspensão, mas recolhendo grande número de células de uma só vez. As partículas são selecionadas pelas malhas da micro-rede filtra-

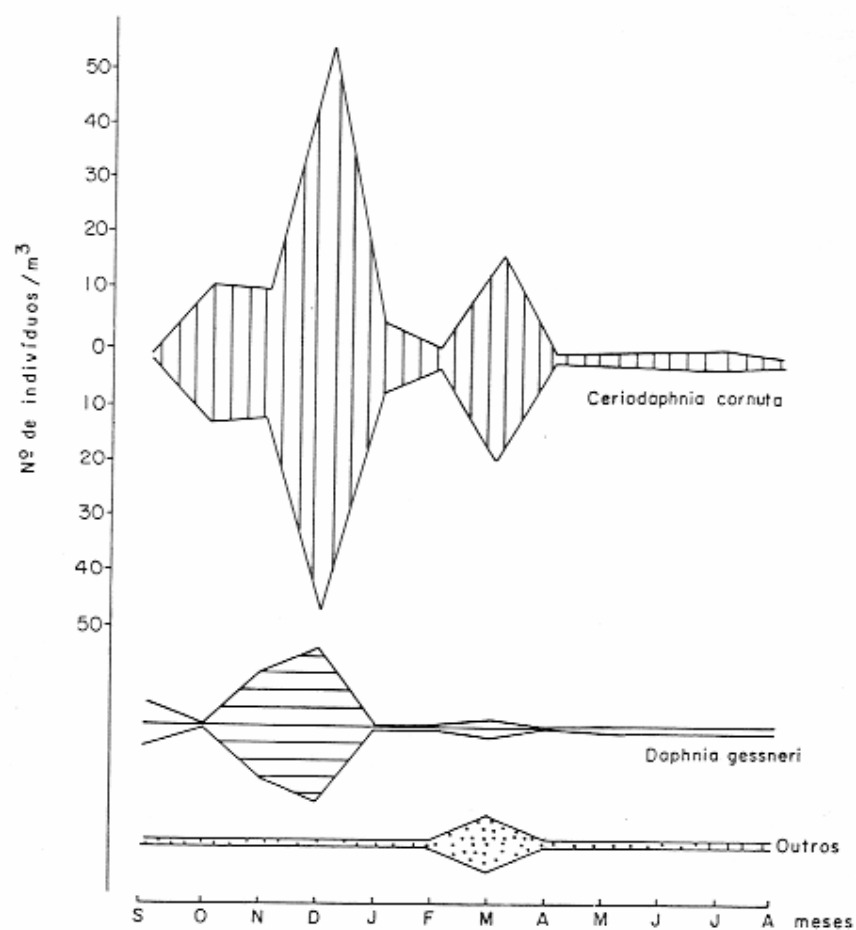


FIGURA 7 - Variação das densidades populacionais de cladóceros (nº de ind/m³), de setembro de 1981 a agosto de 1982.

dora, de acordo com o tamanho, forma e textura (PORTER, 1977).

A predação é verificada entre os ciclopoídeos adultos, que perseguem a presa e agarram-na. Podem também prender algas com as peças bucais, mas estas não são eficientes para reter pequenas partículas. Segundo Brandl & Fernando (1975), apud NILSSEN (1978), a maioria dos copépodos ciclopoídeos seleciona pequenas presas animais, tais como náuplios, pequenos cladóceros, ciliados e rotíferos.

Quanto aos náuplios de ciclopoídeos, estes possuem os mesmos hábitos alimentares que os cladóceros.

As algas que ocorreram com maior frequência e abundância, cianofíceas como *Microcystis* e o dinoflagelado *Peridinium*, não constituem uma fonte efetiva de alimentos para os organismos do zooplâncton. Segundo INFANTE (1978), *Microcystis* atravessa incólume o trato digestivo de organismos planctônicos filtradores, mantendo, inclusive, sua capacidade reprodutora. Quanto a *Peridinium*, este é considerado por GLIWICZ (1977) inadequado à filtração devido ao seu tamanho e paredes celulares rígidas.

A escassez de cladóceros e a não ocorrência de copépodos calanóides, neste estudo, são possivelmente devidas à falta de algas adequadas à filtração desses organismos.

As associações zooplânctônicas verificadas no reservatório estudado apresentaram uma baixa diversidade de espécies, quando comparadas a outros reservatórios do Estado de São Paulo, como, por exemplo, a Represa de Americana (CARVALHO, 1975 e ZAGO, 1976), a Represa do Broa (MATSUMURA-TUNDISI & TUNDISI, 1976), a Represa Billings (SENDACZ, 1978) e os 17 reservatórios estudados no Projeto "Tipologia de Reservatórios" (SENDACZ; KUBO; CESTAROLII, 1985).

Segundo Goulden (1969), apud, HARDY (1978), as associações zooplânctônicas de baixa diversidade caracterizam ecossistemas imaturos ou com distúrbios, com grande dominância de uma espécie. Ambas as situações podem estar ocorrendo, pois além da construção da barragem ser relati-

vamente recente, a qualidade da água do reservatório sofre influência das áreas agrícolas que o circundam (FIGURA 1).

O grupo que apresentou a maior diversidade de espécies foi o dos rotíferos, seguidos pelos cladóceros e copépodos; estes últimos apresentam ciclos de vida mais longo, com poucas gerações por ano e com sexualidade obrigatória; por outro lado, tanto rotíferos quanto cladóceros apresentam reprodução partenogenética, passando a se reproduzir sexualmente em condições desfavoráveis (HUTCHINSON, 1967).

Os rotíferos apresentaram uma variação quantitativa regular, com quatro picos de abundância, sendo o menor e menos característico, o pico registrado no período de novembro e fevereiro, que coincide com os maiores valores de precipitações e nitrato e menor transparência. Segundo ALLAN (1976), este grupo de organismos é considerado oportunista, atingindo densidades altas ou baixas de acordo com a tolerância às condições ambientais.

GANNON (1981) verificou que grupos de rotíferos em águas eutróficas, mesotróficas e oligotróficas formam associações mais características do que crustáceos. Uma vez que os primeiros apresentam taxas mais elevadas de reciclagem que crustáceos planctônicos, podem também responder mais rapidamente a perturbações ambientais; desta maneira, os rotíferos podem ser, muitas vezes, indicadores mais sensíveis de qualidade da água que crustáceos.

Entre os rotíferos, os gêneros dominantes foram *Polyartra* e *Keratella* que costumam ser os mais comuns e característicos de comunidades limnéticas de água doce (PENNAK, 1957).

O gênero *Ascomorpha* também apresentou alta densidade durante o período estudado. SLÁDECEK (1983) afirma que este gênero tem a capacidade de sugar o conteúdo plasmático de algas maiores do fitoplâncton, o que representaria uma vantagem para estes organismos em vista da disponibilidade deste tipo de alimento no reservatório.

Em geral, registrou-se a ocorrência de várias espécies de rotíferos e baixo número de indivíduos de cada espécie. Segundo PENNAK (1978), águas alcalinas contém

poucas espécies, mas com grande número de indivíduos, enquanto águas ácidas contém maior diversidade de espécies, com poucos indivíduos. As análises físicas e químicas da água do reservatório evidenciaram uma leve tendência para a acidez, o que justificaria a diversidade registrada e o baixo número de indivíduos.

Rotíferos da ordem Bdelloidea também foram freqüentes durante quase todo o período estudado, sendo considerados por SLÁDECEK (1983) como organismos de grande amplitude de tolerância em relação às condições ecológicas.

Quanto à população de copépodos, nem todos os estágios de desenvolvimento de copépodos ciclopoídes estiveram presentes durante todo o período estudado. Os picos observados nessa população foram devidos ao grande número de náuplios, sendo que não houve sucessão dos diferentes estágios do desenvolvimento, isto é, um pico de náuplios não corresponde a um de copepoditos e este a um de adultos, como usualmente é observado em populações de regiões situadas na zona temperada. O mesmo foi observado por BURGIS (1969) no Lago George e por CARVALHO (1975) na Represa de Americana.

O baixo número de adultos em relação

ao de copepoditos e náuplios entre os ciclopoídes pode também ser devido à predação dos estágios jovens por adultos (NILSSEN, 1978): a mortalidade seria alta nos primeiros estágios.

Dentre os copépodos ciclopoídes, houve dominância de uma única espécie, que ocorreu durante todo o período estudado: *Thermocyclops crassus*.

CARVALHO (1975) ressalta a habilidade dos copépodos ciclopoídes adultos na predação de cladóceros e náuplios, especialmente em *Thermocyclops crassus*. Talvez, por esse motivo, o aumento na densidade numérica de copépodos ciclopoídes adultos corresponderia a um decréscimo na população de cladóceros.

Entre os cladóceros, *Ceriodaphnia cornuta* foi a espécie dominante, apresentando *Daphnia gessneri* grandes oscilações durante o período estudado. A dominância de *C. cornuta* em relação às outras espécies de cladóceros deve estar ligada ao fato de ser uma espécie mais adaptada a temperaturas elevadas, sendo sua distribuição restrita a regiões tropicais (ZAGO, 1976). Por outro lado, segundo FERNANDO (1980) as temperaturas elevadas verificadas em regiões tropicais influenciariam negativamente as espécies de *Daphnia*, reduzindo sua fecundidade.

6. CONCLUSÕES

Há grande dominância de rotíferos na comunidade zooplânctônica (74%), apresentando esta comunidade grande diversidade de espécies. Copépodos ciclopoídes e cladóceros apresentam abundância relativas semelhantes (13,5% e 12,5%, respectivamente) e baixa diversidade de espécies.

Não foi registrada a ocorrência de copépodos calanoides, predominando *Thermocyclops crassus* na população de copépodos ciclopoídes, e *Ceriodaphnia cornuta* na de cladóceros. Quanto aos rotíferos, os gêneros dominantes foram *Ascomorpha*, *Polarthra* e *Keratella*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLAN, J. D. 1976 Life history patterns in zooplankton. *The American Naturalist*, 110(971):165-80.
- ARMENGOL, J. 1980 Colonización de los embalses españoles por crustáceos planctónicos e evolución de la estructura de sus comunidades. *Oecologia aquatica*, 4:47-78.
- BURGIS, M. J. 1969 A preliminary study of the ecology of zooplankton in Lake George, Uganda. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 17:297-302.
- CARVALHO, M. A. J. 1975 *A Represa de Americana aspectos físicos-químicos e a variação das populações Copepoda Cyclopoida de vida livre*. São Paulo,

- (Tese de doutoramento, Departamento de Zoologia do Instituto de Biociências – USP).
- COLINVAUX, P. A. 1973 "Lakes and their development as ecosystems" – in *Introduction to Ecology* – N. Y. John Wiley & Sons Inc. p. 247-60.
- FERNANDO, C. H. 1980 The freshwater zooplankton of Sri Lanka, with a discussion of tropical freshwater zooplankton composition. *Int. Revue ges Hydrobiol.*, 65:85-125.
- GANNON, J. E. 1981 Zooplankton of the North American Great Lakes. *Verh. Internat. Verein Limnol.*, 21:1725-33.
- GLIWICZ, Z. M. 1977 Food size selection and seasonal succession of filter feeding zooplankton in a eutrophic lake. *Ekol. pol.*, 25(2):179-255.
- HARDY, E. R. 1978 *Composição do zooplâncton em cinco lagos da Amazônia Central* (Tese de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos).
- HUTCHINSON, G. E. 1967 *A treatise on limnology*, 2 – *Introduction to Lake Biology and the Limnoplankton* – New York – John Wiley & Sons, Inc. 1115 p.
- INFANTE, A. 1978 Natural food of herbivorous zooplankton of Lake Valencia (Venezuela). *Arch. Hydrobiol.*, 82:347-58.
- MATSUMURA-TUNDISI, T. & TUNDISI, J. G. 1976 Plankton studies in a lacustrine environment. I – Preliminary data on zooplankton ecology of Broa Reservoir. *Oecologia, Berl.*, 25:265-70.
- NILSSIN, J. P. 1978 On the evolution of life histories of limnetic copepods *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 36: 193-214.
- PENNAK, R. W. 1957 Species composition of limnetic zooplankton communities. *Limnol. Oceanogr.*, 2: 222-32.
- PENNAK, R. W. 1978 *Fresh-water invertebrates of the United States*. 2nd. Ed. New York, John Wiley & Sons, Inc. 803 p.
- PORTER, K. G. 1977 The plant – animal interface in freshwater ecosystems. *Am. Scient.*, 65(2):159-70.
- SENDACZ, S. 1978 *Alguns aspectos do zooplâncton da Represa Billings – São Paulo*, 84 p (Tese de Mestrado, Departamento de Zoologia do Instituto de Biociências – USP).
- SENDACZ, S.; KUBO, E.; CESTAROLLI, M. A. 1985 Limnologia de reservatórios do Estado de São Paulo, Brasil. VIII. Zooplâncton. *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 12(1):187-207, maio, 1985.
- SLÁDECEK, V. 1983 Rotifers as indicators of water quality. *Hydrobiol.*, 100:169-201.
- TAKINO, M.; MAIER, M. H.; SANTOS, D. C. dos 1985 Limnologia do Reservatório do Borba (Pindamonhangaba, SP). I – Qualidade da água. São Paulo, *B. Inst. Pesca*, 12(2): jul.
- TUNDISI, J. G. 1977 *Produção Primária – "Standing stock", fracionamento do fitoplâncton e fatores ecológicos em ecossistemas lacustre artificial (Represa do Broa, São Carlos)*. (Tese de Livre Docência, Departamento de Biociências da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto – USP).
- ZAGO, M. S. A. 1976 The planktonic Cladocera (Crustacea) and aspects of the eutrophication of Americana Reservoir, Brazil – *B. Zool. Univ. S. Paulo*, São Paulo, 1:105-45.