

DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DE ALGAS FITOPLANCTÔNICAS NO
RESERVATÓRIO DA PAMPULHA (BELO HORIZONTE, MG)

GIANI, A.* e LEONARDO, I.M.*

RESUMO

No presente estudo, observaram-se 39 táxons, entre os quais foram escolhidos os de maiores densidades para a análise da sua distribuição na coluna d'água, nos diversos meses. Foram eles: *Pediastrum simplex*, *Staurastrum iversenii*, *Raphidiopsis brookii*, *Synedra rumpens*, *Phacus tortus*, *Peridinium volzii* e fitoflagelados. Os resultados mostraram uma concentração de indivíduos nas camadas mais superficiais, entre 0,0 e 1,0 m de profundidade. Excepcionalmente, foram encontrados indivíduos em profundidade maiores, como por exemplo no mês de fevereiro à 12 m. A maioria das espécies apresentou suas maiores concentrações no mês de outubro. Certas espécies, como *Raphidiopsis brookii*, *Phacus tortus* e *Synedra* sp., diminuíram suas densidades ou até desapareceram no período entre abril e setembro. Os resultados obtidos foram discutidos de acordo com a intensidade luminosa (transparência do disco de Secchi) e estrutura térmica do reservatório.

* Departamento de Botânica - ICB - UFMG

ABSTRACT - VERTICAL DISTRIBUTION OF PHYTOPLANKTONIC ALGAE IN
PAMPULHA RESERVOIR (BELO HORIZONTE, MINAS GERAIS)

We observed in this study 39 taxa of algae, of which the most abundant were selected to analyze their vertical distribution over several months. They were: *Pediastrum simplex*, *Staurastrum iversenii*, *Raphidiopsis brookii*, *Synedra rumpens*, *Phacus tortus*, *Peridinium volzii* and phytoflagellates. The results showed concentration of organisms in the superficial layer of the water, between 0.0 and 1.0 m deep. Exceptionally, high densities of individuals were found at greater depths, such as 12.0 m in february. The majority of species exhibited highest densities in october. Some, like *Raphidiopsis brookii*, *Phacus tortus* and *Synedra* sp., decreased or disappeared between april and september (i.e., dry season). The results were discussed according to light intensity (Secchi depth) thermal structure of the reservoir.

INTRODUÇÃO

O fitoplâncton é constituído por um grande número de espécies de algas com formas e estratégias de vida diferentes. A forma e a densidade de cada espécie são muito importantes para compreender seu comportamento na coluna d'água.

Segundo REYNOLDS (1984), as algas fitoplanctônicas podem ser divididas, com relação a sua distribuição vertical, em três grandes grupos. O primeiro incluiria algas pesadas e não móveis, cuja tendência é de sedimentar (ex.: *Melosira*, *Synedra*). Ao segundo grupo pertenceriam algas capazes de flutuar, através de mecanismos tais como vacúolos gasosos (ex.: *Microcystis*, *Anabaena*). E por último, um terceiro grupo de algas "neutras", isto é que possuem densidade similar a da água (ex.: pequena *Chlorococcales*) ou têm capacidade de migrar na coluna, graças a presença de flage-

los (ex.: dinoflagelados).

A zonação vertical do fitoplâncton pode variar ao longo do dia (TILZER, 1973; TAKAMURA e YASUNO, 1984) ou das estações do ano (TALLING, 1966; ROUND, 1981), podendo estar relacionada aos padrões de circulação da massa d'água, a intensidade luminosa, a disponibilidade de nutrientes, e até aos efeitos de predadores.

O trabalho aqui apresentado tem como objetivo conhecer a distribuição vertical das algas no Reservatório da Pampulha, e as eventuais variações ocorridas nas diversas estações do ano. Ele faz parte de estudos mais amplos realizados no reservatório. No período de outubro de 1984 a novembro de 1985, foi ali desenvolvido um estudo limnológico básico pelos Departamentos de Botânica e Biologia Geral do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG, com o intuito de obter dados físico-químicos da água e de conhecer o comportamento das populações de fitoplâncton e zooplâncton.

O Reservatório da Pampulha (Lat. $19^{\circ}55'47''$ S, Long. $43^{\circ}56'47''$ W) é um reservatório periurbano próximo a cidade de Belo Horizonte. Apresenta uma área de $2,4 \text{ km}^2$ e um volume de $12 \times 10^6 \text{ m}^3$. A profundidade máxima é de 15 m e a média de 5 m.

É um reservatório já em avançado estado de eutrofia, que recebe esgotos domésticos e industriais por diversos ribeirões (Fig. 1).

O clima da região tem duas estações bem definidas: uma seca (maio-outubro) e uma chuvosa (novembro-março).

METODOLOGIA

As coletas para o estudo da distribuição vertical do fitoplâncton foram realizadas bimensalmente na estação 01, a mais próxima da barragem e a mais profunda dentre as estações em estudo (12 m), no período de dezembro de 1984 a outubro de 1985.

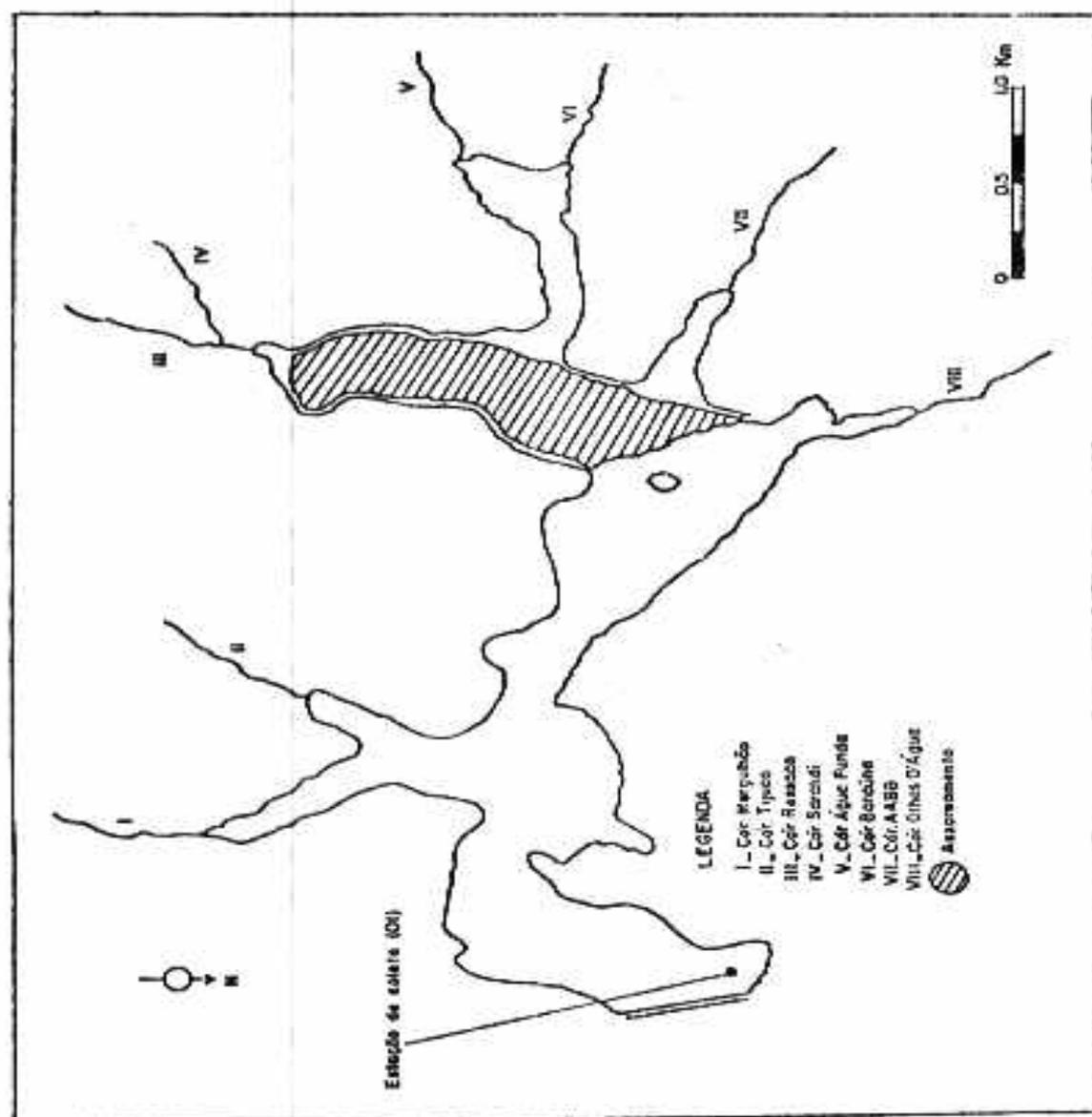


Figura 1 - Mapa do Reservatório de Pampulha, com a localização da estação de coleta.

As amostras foram coletadas sempre nas profundidades de 0,0; 0,5; 1,0; 6,0 e 12,0 m, com o auxílio de uma garrafa de Kemmerer de 2,0 l de capacidade. Foram estocadas em frascos de polietileno, fixadas com lugol acético e mantidas em local fresco e escuro.

As análises quantitativas foram feitas em câmaras de sedimentação (UTERMÖHL, 1958), cujo volume foi escolhido de acordo com a concentração de organismos da amostra. As contagens das espécies foram realizadas em microscópio invertido ZEISS, nos aumentos 100X e 400X, de acordo com o tamanho dos indivíduos. Sempre tentou-se contar um número de campos suficientes para alcançar 100 indivíduos da espécie mais abundante. De acordo com LUND et al. (1958), isto dá um intervalo de confiança de $\pm 20\%$ da média. Para estudos limnológicos este intervalo é considerado suficiente.

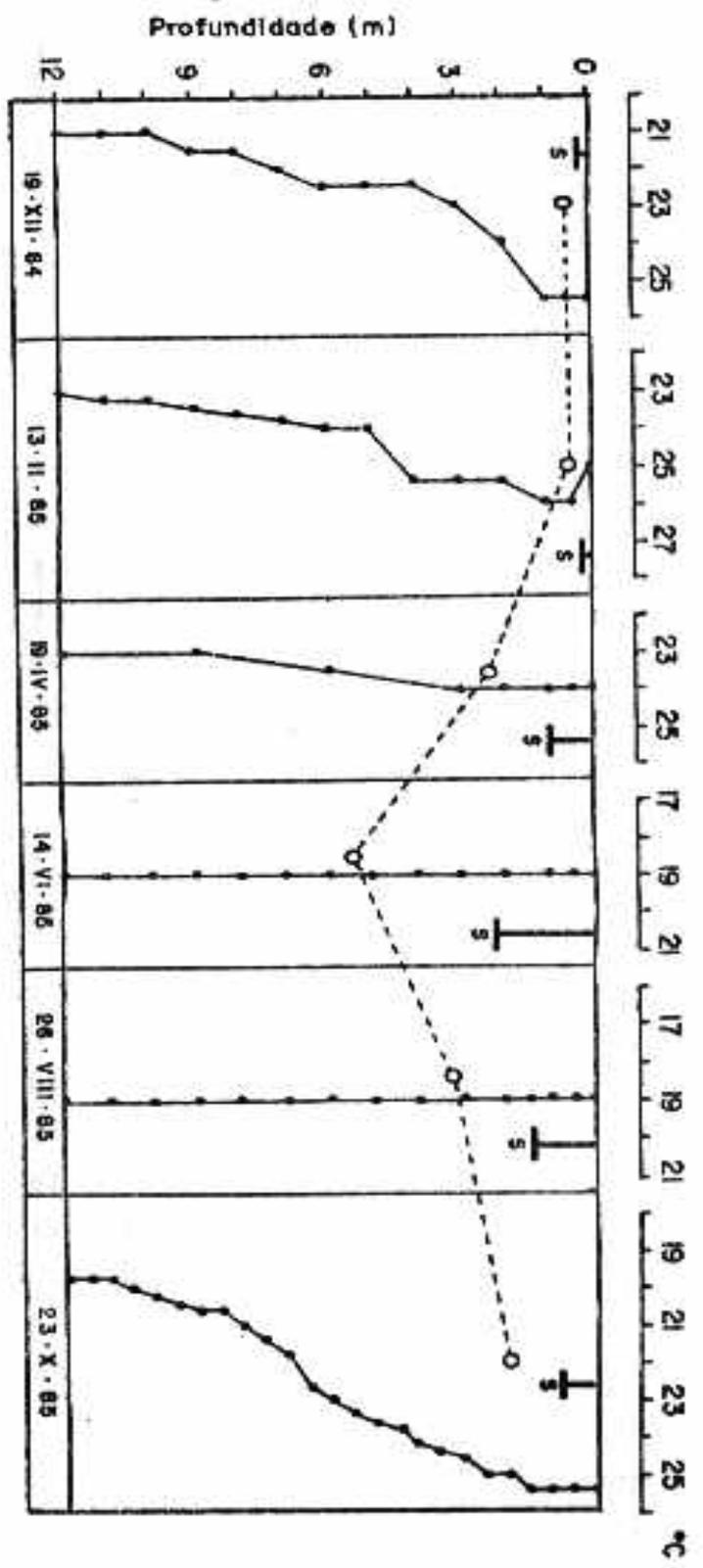
Dentre as algas, o grupo de fitoflagelados inclui, neste estudo, espécies das famílias Chlamydomonadaceae (Chlorophyta) e Cryptomonadaceae (Pyrrophyta), que não puderam ser identificadas, mas que mostraram números de indivíduos elevados em todo o período de coleta. O comportamento do grupo foi por isto analisado.

Com relação aos parâmetros ambientais, a temperatura da água foi medida com um termistor e a transparência com um disco de Secchi de 0,25 m de diâmetro. O limite da zona eufótica foi calculado, de acordo com GOLTERMAN et al. (1978), como 2,5 vezes a profundidade do disco de Secchi.

RESULTADOS

Os dados referentes a temperatura da água, disco de Secchi e limite da zona eufótica no período em estudo estão representados na Fig. 2. Pode-se observar que o período de isoterмия coincidiu com a maior transparência da água. A transparência foi, em geral, extremamente baixa, variando entre 0,15 e 2,15 m de profundidade. Por causa disto, o lí-

Figura 2 - Temperatura na coluna d'água (linhas curvas verticais), transparência do disco de Secchi (S) e limite da zona eufótica (linha tracejada horizontal), durante o período de coleta.



mite da zona eufótica, profundidade na qual a radiação da luz é cerca de 1% da superfície, é bastante raso (máximo de 5,4 m em junho).

Neste estudo foram observados 39 táxons e um grupo de fitoflagelados, cuja ocorrência ao longo de onze meses está representada na Tab. 1. Dentre eles, foram escolhidos os sete táxons de maiores densidades, para o estudo da sua distribuição na coluna d'água.

A Fig. 3 representa os dados de distribuição vertical de *Synedra rumpens* e *Staurastrum iversenii*. *S. rumpens* teve geralmente sua maior densidade a 1,0 m de profundidade, principalmente em outubro, com 230 indivíduos/ml. No mês de dezembro, mostrou um aumento de 6,0 para 12,0 m de profundidade, passando de 24 para 58 ind./ml. Suas densidades diminuíram de dezembro a fevereiro, se aproximaram de zero em junho e agosto, e tiveram um súbito aumento em outubro.

Staurastrum iversenii também apresentou maiores concentrações nas camadas superficiais, geralmente entre 0,0 m e 1,0 m. No período de dezembro a abril, a espécie esteve praticamente ausente, tornando a aparecer em junho, e apresentando maiores densidades em agosto e outubro.

Os dados relativos a *Phacus tortus* e *Raphidiopsis brokii* estão apresentados na Fig. 4. *Phacus tortus* mostrou uma maior variação com relação a distribuição vertical de suas concentrações. Em dezembro, abril e outubro as maiores densidades de organismos estiveram a 1,0 m, sendo que em dezembro manteve o mesmo número de indivíduos de 1,0 até 6,0 m. Em fevereiro, a maior concentração foi a 12,0 m e em agosto a 6,0 m. Com relação a variação sazonal, a população de *P. tortus* mostrou uma tendência a diminuir de dezembro para junho, quando alcançou as maiores concentrações, voltando novamente a aumentar, atingindo, em outubro, 100 ind/ml.

Raphidiopsis brokii apresentou um comportamento fortemente sazonal, chegando a desaparecer na estação seca. As maiores densidades foram entre 0,0 e 1,0 m de profundidade, exceto em fevereiro quando apresentou concentrações ele

Tabela 1 - Ocorrência dos organismos encontrados no Reservatório da Pam-
pulha no período de dezembro de 1984 a outubro de 1985.

	Dez	Fev	Abr	Jun	Ago	Out
<i>Anabaena sphaerica</i>	x	x				x
<i>Chlorella vulgaris</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Closterium acutum</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Coelastrum pseudomicroporum</i>				x	x	x
<i>Cosmarium polonicum</i>						x
<i>Cyclotella</i> sp.	x	x	x	x	x	x
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>				x		
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>			x			
<i>Dinobryon bavariacum</i>		x	x	x		
<i>Dinobryon divergens</i>			x	x		
<i>Euglena</i> sp.				x		
Fitoflagelados	x	x	x	x	x	x
<i>Gyrosima</i> sp.	x			x		x
<i>Lyngbya</i> sp.	x					x
<i>Mallomonas</i> spp.	x	x	x	x		x
<i>Melosira</i> sp.		x				x
<i>Monoraphidium</i> sp.	x	x		x		x
<i>Microactinium pusillum</i>			x			
<i>Microcystis aeruginosa</i>	x					x
<i>Navicula</i> sp.	x		x	x	x	x
<i>Oocystis lacustris</i>						x
<i>Oscillatoria geitleriana</i>						x
<i>Pediastrum simplex</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Peridinium volzii</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Phacus tortus</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Rhaphidiopsis brookii</i>	x	x	x			x
<i>Scenedesmus denticulatus</i>						x
<i>Scenedesmus perforatus</i>						x
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	x					x
<i>Schroederia</i> sp.					x	
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	x					x
<i>Staurastrum bicoronatum</i>	x			x		x
<i>Staurastrum cuspidatum</i>	x					x
<i>Staurastrum iversenii</i>			x	x	x	x
<i>Staurastrum leptocladum</i>				x	x	x
<i>Staurastrum tetracerum</i>		x	x	x	x	
<i>Synedra rumpens</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Tetraedron minimum</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Trachelomonas</i> spp.	x	x		x	x	x
<i>Trachelomonas armata</i>	x		x	x	x	x

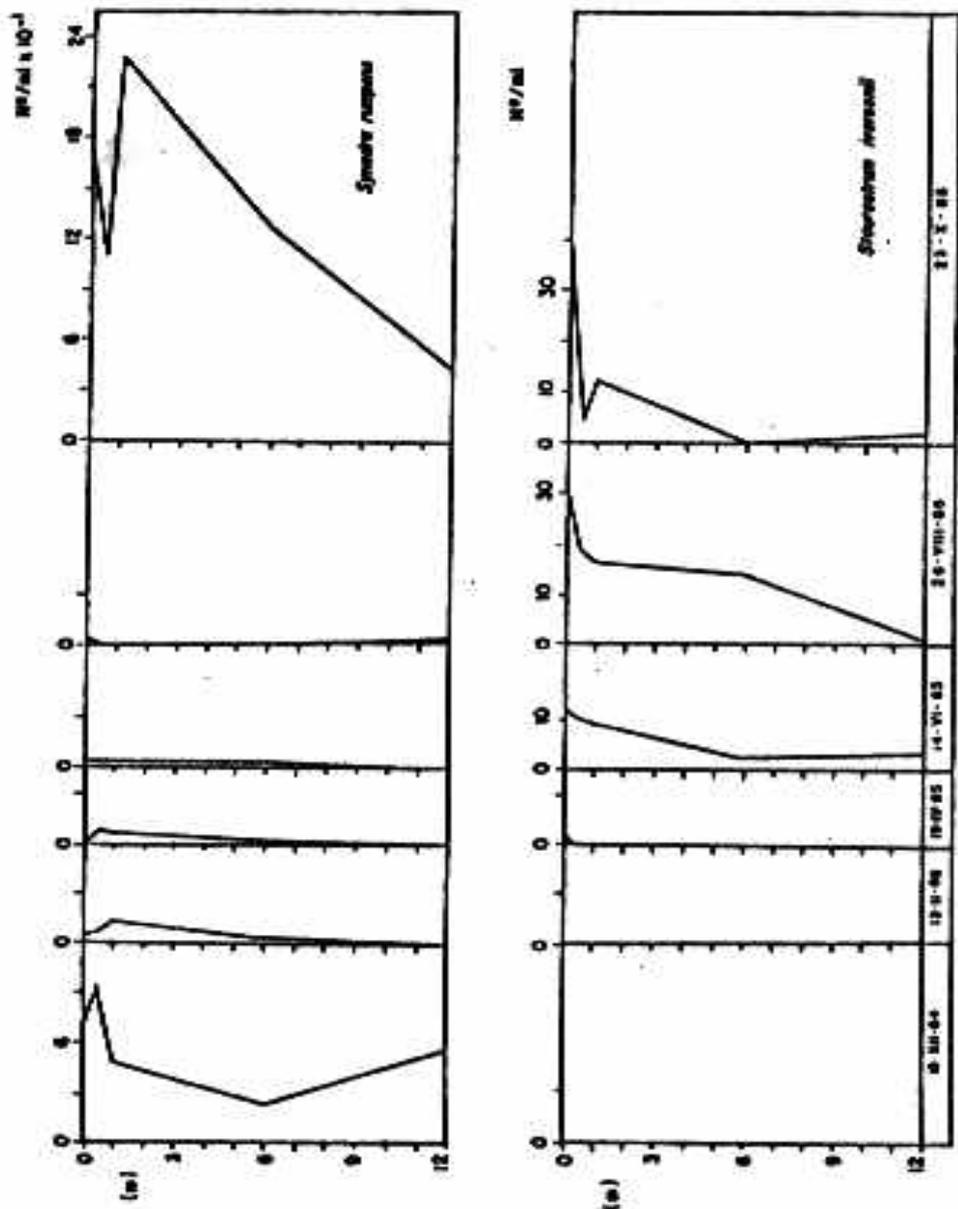


Figura 3 - Distribuição vertical de *Synedra rumpens* e *Staurastrum iversenii*, no período de dezembro/84 a outubro/85.

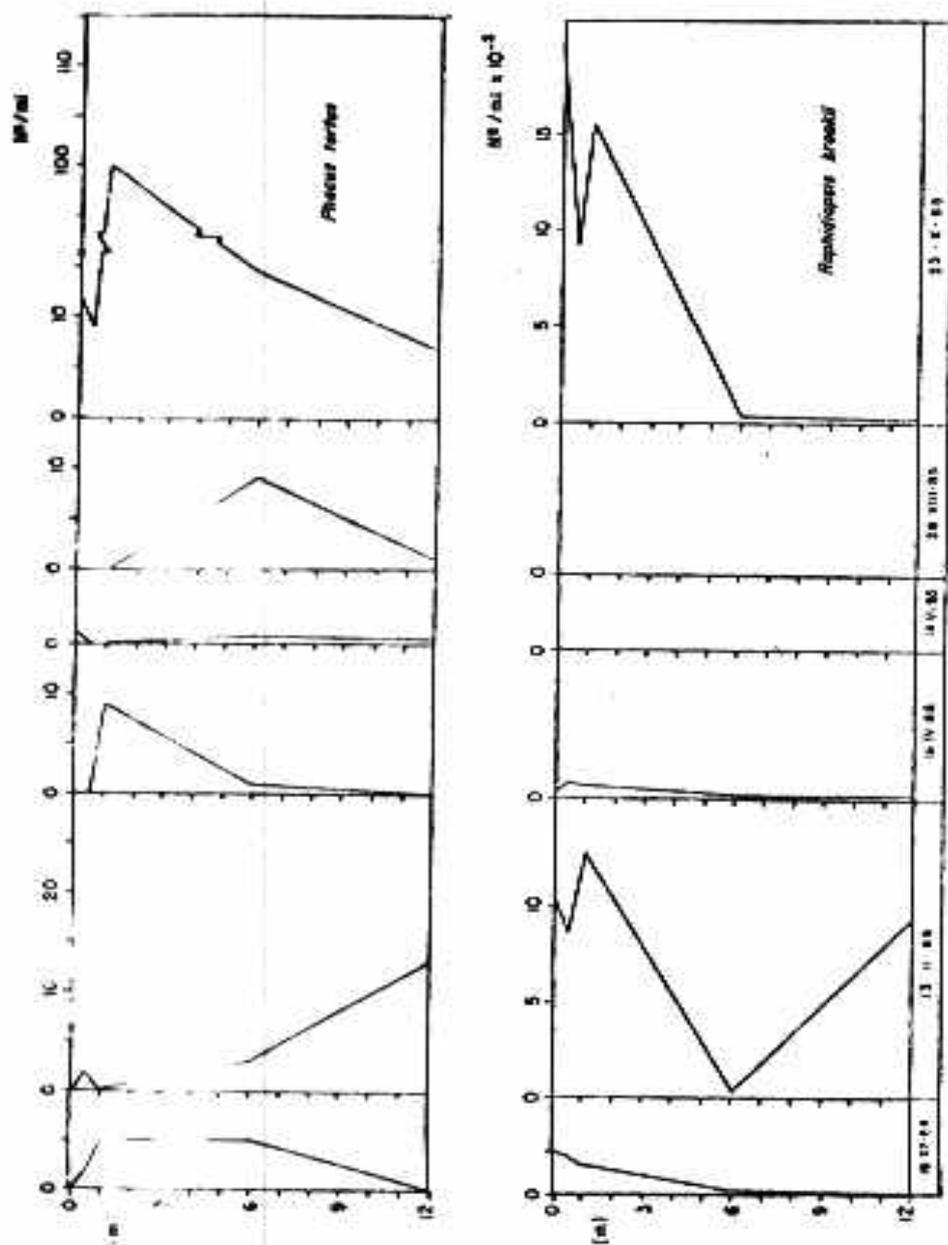


Figura 4 - Distribuição vertical de *Phaeus tortus* e *Raphidiopsis brookii*, no período de dezembro/84 a outubro/85.

vadas a 1,0 e a 12,0 m (fundo), respectivamente 1.297 e 960 ind/ml.

Na Fig. 5, observamos a distribuição vertical e sazonal de fitoflagelados e *Pediastrum simplex*. Como para as demais espécies, os fitoflagelados se concentraram, na maioria dos meses, entre 0,0 e 1,0 m de profundidade. Porém, em fevereiro e outubro, as maiores densidades foram encontradas, respectivamente, a 12,0 m (1.744 ind/ml) e 6,0 m (1.395 ind/ml). O menor número de indivíduos, em toda a coluna d'água, foi registrado em abril.

Pediastrum simplex mostrou resultados muito similares aos de fitoflagelados, novamente com as maiores densidades registradas até 1,0 m de profundidade. Entretanto, houve um número elevado de indivíduos em fevereiro, a 12,0 m, e em outubro, a 6,0 m. O número de indivíduos foi diminuindo de dezembro para abril, e depois aumentando em junho, agosto e outubro.

Na Fig. 6 estão representados os dados referentes a *Peridinium volsi*. Para esta espécie contaram-se separadamente células vivas e células mortas (casca). As células vivas tiveram suas maiores concentrações entre 0,0 e 1,0 m de profundidade, exceto em fevereiro quando a 12,0 m encontraram-se 59 ind/ml (vivos). Nos demais meses, a partir de 6,0 m, o número de células mortas foi superior ao de células vivas. As menores densidades de *P. volsi* foram encontradas no início e no meio da estação seca, nos meses de abril e junho, sendo que em agosto e outubro sua população mostrou um considerável aumento, atingindo, em outubro, 1.332 ind/ml, à 0,0 m de profundidade.

DISCUSSÃO

TALLING (1965) observou, em lagos africanos, a existência de uma forte correlação entre a taxa fotossintética e a extinção da luz. Na profundidade do disco de Secchi,

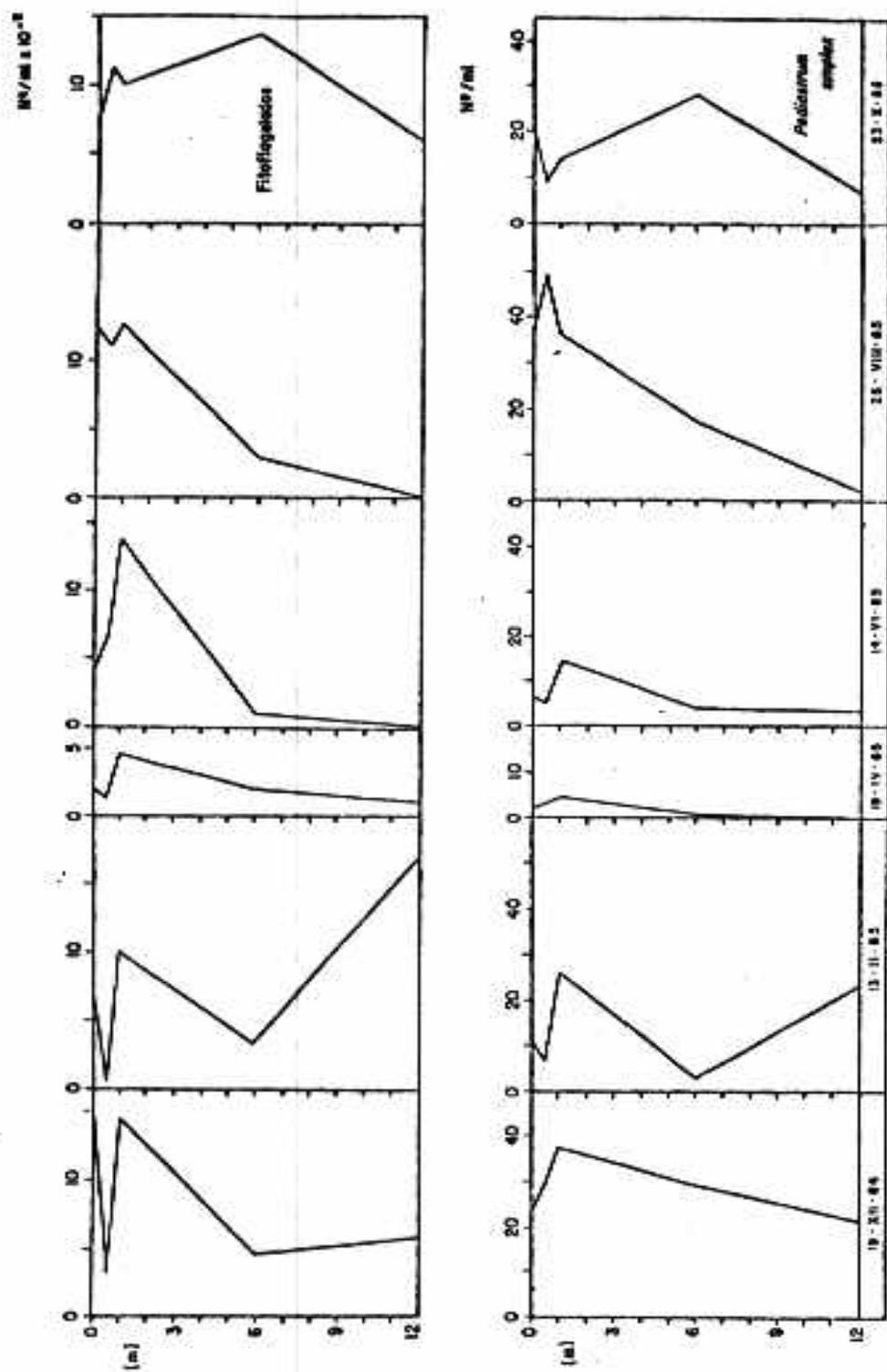


Figura 5 - Distribuição vertical de Fitoflagelados e *Pediculus simplex*, no período de dezembro/84 a outubro/85.

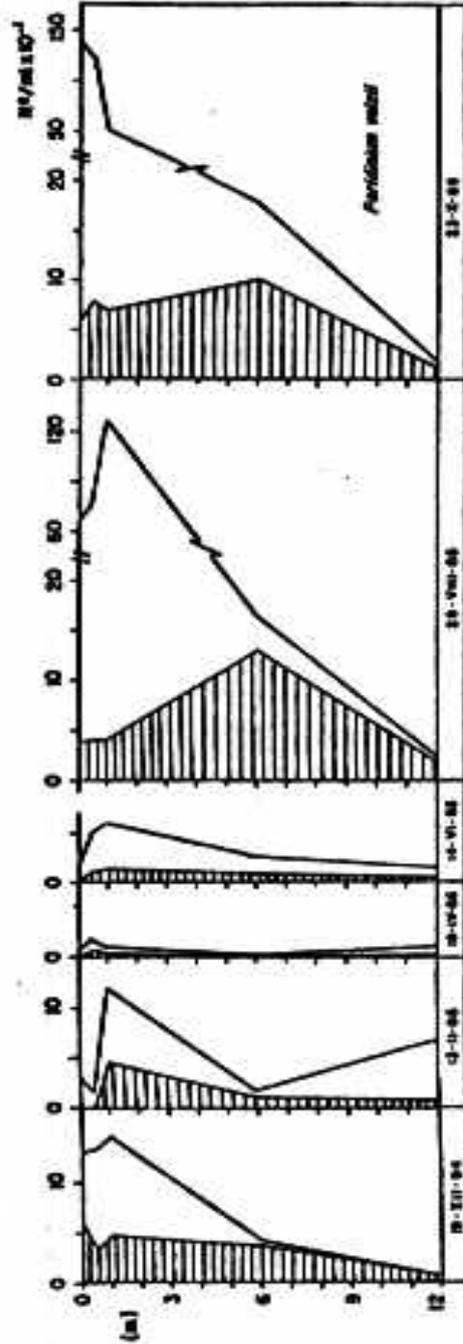


Figura 6 - Distribuição vertical de *Peridinium volzii*, no período de dezembro/84 a outubro/85. As áreas tracejadas correspondem as células mortas (casca) e as áreas claras as células vivas.

encontra-se aproximadamente 15% da radiação da superfície (GOLTERMAN et al., 1978), e segundo MacISAAC e DUGDALE (1969) 10% desta radiação é a quantidade mínima exigida para o crescimento das algas. No Reservatório da Pampulha, por causa da grande turbidez, o limite da zona eufótica é pouco profundo. Por isto, a maioria das algas estudadas mostraram suas mais elevadas concentrações nas camadas superficiais, principalmente entre 0,0 e 1,0 m de profundidade, nas quais localiza-se a zona fotossintética. TALLING (1957) também encontrou, em lagos africanos de maior turbidez, uma zona fotossintética rasa, entre 1 e 2 m de profundidade. GANF e OLIVER (1982) observaram no Lago George uma zona eufótica de até 2,7 m de profundidade, com maior taxa fotossintética entre 0,0 e 0,5 m, e apenas táxons vestigiais a 2,5 m.

Outro fator de extrema importância na regulação da distribuição vertical das algas é a estratificação térmica (TALLING, 1957). Em período de estratificação, as algas tendem a se concentrar na superfície, enquanto que a mistura da coluna d'água provoca uma distribuição mais uniforme. Existem porém muitas exceções. Algas pesadas, com as diatomáceas, tendem a se depositar no fundo, quando em ausência de movimento da massa d'água (REYNOLDS, 1984). No Reservatório da Pampulha, por exemplo, *S. rumpens* apresentou um número elevado de indivíduos no fundo no mês de dezembro, quando havia estratificação, conseqüência provável da sedimentação de suas células. A partir desta época, suas concentrações diminuíram.

Certas espécies de algas são capazes de migrarem na coluna d'água. TILZER (1973) observou migrações diárias de fitoflagelados, afirmando que os padrões de estratificação destas espécies dependem dos seus movimentos na coluna, enquanto que os das espécies não móveis dependem da turbulência da água. As espécies móveis podem atravessar as camadas d'água durante a estratificação. No presente estudo, algas como *Phacus tortus* e fitoflagelados, mostraram às vezes maiores concentrações de indivíduos não na superfície, mas

a 6,0 m de profundidade (Fig. 4 e 5).

É sabido que não apenas algas possuidoras de flagelos são capazes de se movimentar na coluna d'água. Muitos estudos (WALSBY, 1971; REYNOLDS e WALSBY, 1975; GANF e OLIVER, 1982; KONOPKA, 1982) já mostraram que as algas azuis apresentam este comportamento graças a presença de vacúolos gasosos, que permitem a estas algas movimentos verticais mesmo sem circulação da água. Segundo GANF e OLIVER (1982) isto faz com que, em épocas de maior estratificação, estas espécies tornem-se dominantes, pela sua capacidade de obter nutrientes nas camadas mais profundas. No Reservatório da Pampulha, a nostocofícea *Raphidiopsis brokii*, que possui vacúolos gasosos, apresentou suas concentrações mais elevadas em períodos de estratificação térmica, desaparecendo nos outros meses. PINTO-COELHO e GIANI (1985), no Reservatório do Paranoá, observaram também maior número de indivíduos desta mesma espécie durante a estratificação.

Nem sempre a mistura da coluna d'água é acompanhada pela homogeneização das populações fitoplanctônicas nas diversas profundidades (KARYDIS e MOSCHOPOULOU, 1982). No Reservatório da Pampulha, algumas algas, como fitoflagelados, *P. simplex*, *P. tortus* e *S. iversenii* (Fig. 3, 4 e 5) apresentaram nítida estratificação mesmo nos meses em que havia isotermita. Segundo estes autores, em águas eutróficas, o requerimento ou a retirada de nutrientes são, além da estrutura térmica, fatores importantes para a estratificação do fitoplâncton.

A isotermita não é também necessariamente responsável pelo aumento da produção e biomassa algal (TALLING, 1969), pois muitas vezes as algas que se encontram em profundidades maiores estão em condições fisiológicas desfavoráveis, por causa da iluminação reduzida. No nosso estudo observamos um decréscimo da biomassa algal no início do período de isotermita, sendo que o crescimento da maioria das espécies se acentuou a partir de agosto, quando reaparece a estratificação térmica. *P. volzii* (Fig. 6) é um claro exem-

plo deste comportamento, mostrando consideráveis variações na sua biomassa. Com relação a esta espécie, observamos também que as densidades das células mortas aumentaram de acordo com o aumento das células vivas, depositando-se no fundo. O maior número de células vivas nas camadas superficiais é um sinal do que o *P. volzii* é capaz de se manter nas profundidades superiores, através de movimentos próprios.

Outro fenômeno interessante ocorreu no mês de fevereiro, a 12,0 m de profundidade. O acúmulo de algas das espécies presentes neste mês, no fundo da represa, pode ser consequência das fortes chuvas, anômalas para a região, ocorridas no mês anterior (850 mm). Todas as espécies mostraram uma queda nas suas concentrações a partir de fevereiro, talvez devido a diluição de nutrientes no reservatório, após o período chuvoso (GIANI et al., 1986).

Podemos concluir que as espécies estudadas apresentaram fortes variações sazonais com relação as densidades das duas populações, influenciadas pela alternância das estações seca e chuvosa. Entretanto, a sazonalidade mostrou não ter grande efeito na zonação vertical destas algas, que preferiram a profundidade entre 0,0 e 1,0 m na maioria dos meses. A maior concentração de algas nas camadas superficiais foi consequência da elevada turbidez do reservatório, que reduziu a zona fotossintética.

Os dados obtidos neste estudo preliminar sugerem que algumas das nossas espécies possam ser inseridas nos grupos propostos por REYNOLDS (1984); *Synedra rumpens* no primeiro grupo; *Raphidopsis brokii*, no segundo; *Peridinium volzii*, *Phacus tortus* e fitoflagelados no terceiro grupo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GANF, G.F. & OLIVER, R.L. Vertical separation of light and available nutrients as a factor causing replacement of green algae to blue green algae in the plankton of a

- stratified lake. *J. Ecol.*, 70: 829-44, 1982.
- GIANI, A.; PINTO-COELHO, R.M.; PELLI, A.; COUTINHO, D.A.; SILVA, J.A.; OLIVEIRA, S.M. *Eutrofização da Represa da Pampulha: fatores físico-químicos e organismos planctônicos como indicadores do estado trófico*. Belo Horizonte, MG. FUNDEP/SUDECAP, 1986. 28p. (Rel. Final, 473)
- GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R.S.; OHNSTAD, M.A.M. *Methods for physical and chemical analysis of fresh waters*. Oxford, Blackwell, 1978. 213p. (IBP Handbook, 8)
- KARADYS, M. & MOSCHOPOULOU, N. Vertical nutrient and phytoplankton distribution in relation to physical stability. *Hydrobiologia*, 94: 97-101, 1982.
- KONOPKA, A. Buoyancy regulation and vertical migration by *Oscillatoria rubescens* in Crooked Lake, Indiana. *Brit. Phycol. J.*, 17: 427-42, 1982.
- LUND, J.W.G.; KIPLING, C.; LE CREN, D. The inverted microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimation by counting. *Hydrobiologia*, 11: 143-70, 1958.
- MACISAAC, J. & DUGDALE, R.C. The kinetics of nitrate and ammonia uptake by natural populations of marine phytoplankton. *Deep Sea Res.*, 16: 45-57, 1969.
- PINTO-COELHO, R.M. & GIANI, A. Variações sazonais de fitoplâncton e fatores físico-químicos da água no Reservatório do Paranoá, Brasília, DF. *Ci. e Cult.*, 37 (12): 2000-2006, 1985.
- REYNOLDS, C.S. *The ecology of fresh water phytoplankton*. Cambridge, Cambridge University Press, 1984. 384p.
- REYNOLDS, C.S. & WALSBY, A.E. Water blooms. *Biol. R.*, 50: 437-81, 1975.

- ROUND, F.E. *The ecology of algae*. Cambridge, Cambridge University Press, 1981. 653p.
- TAKAMURA, N. & YASUNO, M. Diurnal changes in the vertical distribution of phytoplankton in hypereutrophic Lake Kasumigaura, Japan. *Hydrobiologia*, 112: 53-60, 1984.
- TALLING, J.F. Diurnal changes of stratification and photosynthesis in some tropical African Waters. *Proc. R. Soc. London B.*, 147: 57-83, 1957.
- _____. The photosynthetic activity of phytoplankton in East African lakes. *Int. R. Ges. Hydrobiol.*, 50 (1): 1-32, 1965.
- _____. The annual cycle of stratification and phytoplankton growth in Lake Victoria (East Africa). *Int. R. Ges. Hydrobiol.*, 51 (4): 545-621, 1966.
- _____. The incidence of vertical mixing and some biological and chemical consequences in a tropical African Lake. *Verh. Inter. Ver. Limnol.*, 17: 998-1012, 1969.
- TILZER, M.M. Diurnal mixing in the phytoplankton assemblages at a high mountain lake. *Limnol. Oceanogr.*, 18: 15-30, 1973.
- UTERMÖHL, H. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitt. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol.*, 9: 1-38, 1958.
- WALSBY, A.E. The pressure relationship of gas vacuoles. *Proc. R. Soc. London B.*, 178: 301-26, 1971.

ENDEREÇO DOS AUTORES

GIANI, A. e LEONARDO, I.M.

Departamento de Botânica - ICB - UFMG

Caixa Postal, 2486 - 31270 Belo Horizonte - MG