

## HETEROGENEIDADE ESPACIAL DO FITOPLÂNTON NO RESERVATÓRIO DE BOA ESPERANÇA (MARANHÃO - PIAUÍ, BRASIL)

POMPÊO, M.L.M., MOSCHINI-CARLOS, V., COSTA NETO, J.P.,  
CAVALCANTE, P.R.S., IBÁÑEZ, M.S.R.,  
FERREIRA-CORREIA, M.M. & BARBIERI, R.

Departamento de Oceanografia e Limnologia - UFMA  
Praça Gonçalves Dias, 21  
65020-240 São Luís, MA, Brasil.

**RESUMO: Heterogeneidade espacial do fitoplâncton no reservatório de Boa Esperança (Maranhão - Piauí, Brasil).** A análise qualitativa do fitoplâncton de cinco pontos a montante e um a jusante da barragem no reservatório de Boa Esperança (06° 45' S e 43° 44' W), rio Parnaíba, MA-PI, Brasil, foi efetuada em outubro de 1996. A temperatura da água, transparência da água (disco de Secchi), alcalinidade, pH, oxigênio dissolvido, N e P totais, clorofila *a* e material em suspensão também foram determinados. A análise dos dados permitiu evidenciar uma grande riqueza de espécies fitoplanctônicas. Sugere também a presença de dois compartimentos no reservatório: a zona da barragem com características de ambiente lântico, elevada profundidade de penetração da luz e dominância de táxons fitoplanctônicos mais adaptados à flutuação; a parte alta apresentou características de ambiente lótico, com maior riqueza de espécies de Bacillariophyceae, maior teor de material em suspensão total e menor transparência.

Palavras-chave: fitoplâncton, reservatório tropical, heterogeneidade espacial.

**ABSTRACT: Phytoplanktonic spatial heterogeneity of Boa Esperança Reservoir (Maranhão - Piauí, Brazil).** In October 1996 surface water was collected at upstream (five sites) and downstream (one site) in the Boa Esperança Reservoir (06° 45' S and 43° 44' W), Parnaíba River, Brazil, for phytoplankton qualitative analysis. Secchi disk transparency, water temperature, alkalinity, pH, dissolved oxygen, total N and P, chlorophyll *a* and total suspended matter were also determined. Data analysis evidenced great phytoplanktonic richness. Suggest two distinct zones in the reservoir: the dam zone of lotic characteristics with deep light penetration and dominance of phytoplankton taxa adapted to floating; the high part of the reservoir, presented characteristics of a lentic environment with higher richness Bacillariophyceae species, higher concentration of suspended material and lower transparency.

Key-words: phytoplankton, tropical reservoir, spatial heterogeneity.

## INTRODUÇÃO

Importante característica de uma represa é a existência de gradientes horizontais e verticais e um contínuo fluxo de água em direção à barragem (Imberger, 1985 apud Tundisi, 1985). Segundo esse autor, esses gradientes apresentam variações temporais que dependem do fluxo de água e das diferenças de nível que ocorrem durante as diversas épocas do ano. Além disso, dependendo do tipo de operação do reservatório, a massa de água pode apresentar diferentes tempos de residência durante as várias fases do ciclo estacional, acarretando alterações na altura da lâmina d'água, podendo interferir significativamente na estrutura e na composição das comunidades constituintes (Tundisi, 1985). Assim, particularmente o estudo da composição fitoplanctônica poderá fornecer subsídios auxiliares na caracterização dos ecossistemas aquáticos.

Os reservatórios, devido à sua posição na bacia de drenagem, podem receber uma pequena porção de água através do escoamento superficial (Thorton et al., 1990). A maior parte da água, nutrientes e a carga de sedimento são provenientes de um ou dois tributários principais localizados a considerável distância da barragem. Dessa forma, ao longo de um gradiente em direção à barragem, três compartimentos podem ser considerados apresentando características físicas, químicas e biológicas distintas. São as zonas de rio, de transição e lacustre (Thorton et al., 1990).

A zona de rio é relativamente estreita, bem misturada e as forças advectivas auxiliam no transporte de significativas quantidades de fino material particulado, como silte e argila (Thorton et al., 1990). A penetração da luz também é diminuta e geralmente limita os produtores primários. Sendo rasa e bem misturada essa zona apresenta-se bem oxigenada, embora a degradação de compostos orgânicos autóctones represente significativa demanda de oxigênio. Na zona de transição, há aumento da sedimentação com subsequente elevação da penetração da luz. A zona lacustre apresenta funcionamento semelhante aos lagos, com baixa sedimentação de partículas inorgânicas e suficiente penetração da luz promovendo a produção primária. Também pode apresentar-se estratificada (Thorton et al., 1990).

Assim, devido ao contínuo fluxo de água em direção à barragem e da variação do tempo de residência, os reservatórios podem ser considerados sistemas de transição entre rios e lagos, com mecanismos de funcionamento específicos (Tundisi, 1985). Em função de suas características morfométricas e de sua posição na bacia, o reservatório funciona como um "acumulador de informações" processadas ao longo de sua bacia hidrográfica. Essas informações são "decodificadas" pela comunidade, com reflexo na composição fito e zooplanctônica. O reservatório torna-se então um "coletor de eventos" e um "vaso de reação", refletindo as modificações ocorridas na sua bacia (Tundisi, 1985). Portanto, é depositário de todos os eventos presentes e passados de sua bacia de drenagem, e a dinâmica, a estrutura, o funcionamento e a caracterização do ecossistema aquático repousa, em parte, sob a influência externa (Henry, 1990).

O estado do Maranhão apresenta uma grande riqueza de habitats e diversidade de ecossistemas. Situado na região Nordeste, apresenta-se ricamente drenado, sem o marcante déficit hídrico característico dos estados nordestinos. Sua rede hidrográfica é formada por rios caudalosos, típicos de planície, com baixo declive nos trechos médio e baixo, alguns bastante meândricos, correndo em direção sul-norte (Sematur, 1991). No Maranhão existem poucos reservatórios e os principais são os de Boa Esperança, maior reservatório do estado, e o Batatã, presente na Ilha de São Luís.

Apesar de boa parte do território maranhense pertencer à Amazônia Legal (Costa, 1982), a maioria dos estudos referentes aos ecossistemas aquáticos foi desenvolvido nos lagos, várzeas e afluentes do rio Amazonas, sendo poucas as informações disponíveis para este Estado e restritas a Barbieri et al. (1989), Sematur (1991) e Aranha et al. (1997). Cabe também ressaltar que no Brasil, a maioria dos estudos limnológicos efetuados em reservatórios foram desenvolvidos no Estado de São Paulo (Tundisi et al., 1988, 1993). Assim, este trabalho foi desenvolvido visando contribuir para a caracterização preliminar do reservatório de Boa Esperança e servir como subsídio para um estudo mais abrangente. Não há citação na literatura especializada de trabalhos efetuados nesse ambiente.

## ÁREA DE ESTUDO

Linha divisória do estado do Maranhão e Piauí, o rio Parnaíba possui 1.480km de extensão e a sua bacia hidrográfica, em área, é a quarta do país. É um rio não piscoso e de águas barrentas. Recentemente, numerosos bancos de areia vêm se formando no seu leito devido à grande quantidade de material sólido oriundo da erosão que vem sofrendo nas suas margens (Sematur, 1991).

O reservatório de Boa Esperança, formado pelo represamento do trecho médio do rio Parnaíba, encontra-se no km 742 (06° 45' S e 43° 44' W), a montante da foz do rio Gurgéia (Fig. 1). Apresenta uma área de drenagem de 85.000km<sup>2</sup>, com um volume estimado de 5.085x10<sup>6</sup>m<sup>3</sup> e cerca de 150km de extensão máxima com uma largura média de 2,2km (Chesf, 1994). Na zona da barragem, no período de cheia, pode atingir mais de 50m de profundidade.

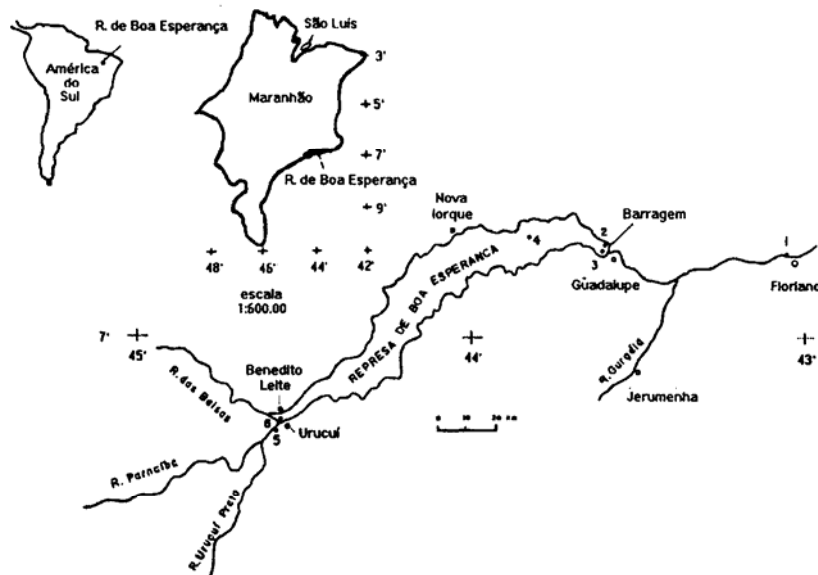


Figura 1: Reservatório de Boa Esperança com a localização das estações de amostragem (P1 - rio Parnaíba, a jusante da barragem, a montante da cidade de Floriano P2 - região marginal, próxima à barragem; P3 - entrada da tomada de água do projeto de irrigação; P4 - corpo central do reservatório, Pedra Quadrada; P5 - rio Parnaíba - Urucui; P6 - rio Parnaíba após a confluência com o rio Balsas - Benedito Leite).

Segundo a classificação de Köppen, no Maranhão o clima é do tipo Aw, tropical caracterizado por temperatura média sempre superior a 18°C e um regime de precipitação pluviométrica que define uma estação seca e outra chuvosa (Leite, 1976).

Na região de estudo, de maneira geral, a precipitação é mais intensa nos meses de fevereiro a abril, enquanto que de maio a setembro os índices são menores (Brasil, 1990). Como consequência, a operação do reservatório, particularmente relacionada às alterações de vazão, segue o padrão de variação anual da precipitação pluviométrica que ocorre na região, com reflexo na altura da lâmina de água (Fig. 2). Nos meses de elevada precipitação, mesmo com aumento de vazão, ocorre acúmulo de água no reservatório. No período de baixos índices pluviométricos a vazão é reduzida, permitindo manter o nível da água em cota elevada. Posteriormente, com o início das chuvas, ocorre elevação da vazão, propiciando diminuição do nível da água, permanecendo o nível na cota de espera. Assim, no reservatório ocorre um característico período de acúmulo e outro de liberação de água. Para o ano de 1996, as maiores alturas da lâmina d'água foram observadas nos meses de abril a agosto. Com relação à vazão, ocorreu diminuição em fevereiro, com posterior elevação até abril. A seguir, foi reduzida continuamente atingindo o mais baixo nível em julho, seguido de gradual elevação até novembro. Dessa forma, ocorreu uma amplitude de 4,08m na altura da lâmina d' água. Nesse período a vazão vertida também foi muito baixa, sendo os vertedouros abertos apenas em 4/1 e 6/4/96.

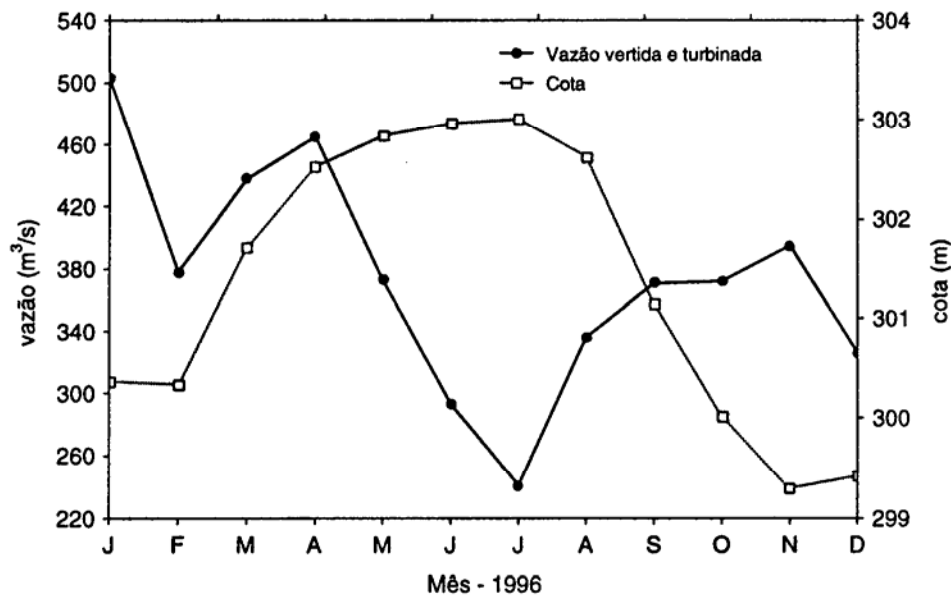


Figura 2: Vazão defluente e cotas (valores médios mensais) para o ano de 1996 no reservatório de Boa Esperança (MA-PI). Fonte: Setor operacional da barragem de Boa Esperança (Guadalupe, PI).

## MATERIAIS E MÉTODOS

Amostras de água superficial foram coletadas em cinco pontos à montante e um à jusante da barragem (Fig. 1) nos dias 29, 30 e 31 de outubro de 1996. O ponto 1 (P1) foi localizado no rio Parnaíba, à jusante da barragem e à montante da cidade de Floriano (PI); o ponto 2 (P2) na região marginal direita próximo à barragem; o ponto 3 (P3) num braço lateral à esquerda da barragem, na tomada de água do projeto de irrigação; o ponto 4 (P4) próximo à ilha Pedra Quadrada, no corpo principal do reservatório; o ponto 5 (P5) no rio Parnaíba, na cidade de Uruçui (PI); o ponto 6 (P6), na confluência dos rios Balsas e Parnaíba, na cidade de Benedito Leite (MA).

Foram determinados a transparência da água (disco de Secchi), a temperatura da água (termosalinômetro Beckman R55-3), a alcalinidade (Mackereth et al., 1978), o pH (potenciômetro Digimed), as concentrações de oxigênio dissolvido (método Winkler - Golterman et al., 1978), N e P totais (Valderrama, 1981), clorofila *a* (Golterman et al., 1978) e material em suspensão total (MST) (Teixeira et al., 1965; Tundisi, 1969). Para a análise qualitativa do fitoplâncton, foram filtrados em rede com 20mm de abertura de malha cerca de 100 l de água superficial e o filtrado foi fixado com formaldeído a 2%.

Para a classificação dos organismos fitoplanctônicos seguiu-se os critérios segundo Round (1971) para Chlorophyta e Bourrely (1968, 1972) para as demais classes.

Foi aplicada a análise de agrupamento (ligação simples e distância euclidiana), aos dados de pH, temperatura da água, alcalinidade e os teores de oxigênio dissolvido, nitrogênio total, clorofila *a* e MST, todos padronizados segundo Curi (1983). Uma análise de agrupamento (método de Ward e distância euclidiana quadrada) também foi efetuada tendo como base a composição fitoplanctônica (presença-ausência).

## RESULTADOS

A temperatura superficial da água apresentou-se sempre elevada nos pontos amostrados, variando de 29,5 a 31,9°C (Tab. I). O pH variou de 5,8 a 8,7. O teor de oxigênio dissolvido apresentou amplitude de variação de 6,57 a 10,15mg/l. A transparência da água variou de 0,60 a 3,15m, sendo que em P2 o disco foi até o fundo. Os teores de material em suspensão total (MST) variaram de 13,0 a 50,0mg/l, de fósforo total foram muito baixos, não sendo possível determinar com a metodologia empregada, exceto na estação P1 (10,83µg/l), de nitrogênio total de 20,38 a 156,53µg/l, de clorofila *a* de 1,09 a 8,24µg/l e a alcalinidade de 0,101 a 0,251meq/l.

É possível observar na Tab. I que P4, de maneira geral, discrimina dos demais pontos amostrados. Apresentou pH ácido, maior teor de oxigênio dissolvido, além dos menores teores de MST e de clorofila *a*, o que refletiu na maior profundidade de desaparecimento visual do disco de Secchi. Em P2 foram observados os maiores valores de pH, temperatura da água, teores de nitrogênio total e alcalinidade.

Com relação à análise qualitativa do fitoplâncton, foram identificados 102 táxons, distribuídos nas seguintes classes: Cyanophyceae (Cya) - 15; Chlorophyceae (Chl) - 29; Zygnemaphyceae (Zyg) - 25; Oedogonophyceae (Oed) - 1; Bacillariophyceae (Bac) - 25; Chrysophyceae (Chr) - 2; Dinophyceae (Din) - 2; Euglenophyceae (Eug) - 1 e Rhodophyceae (Rho) - 2. Foram identificados 21, 40, 24, 26, 24 e 26 táxons, em P1, P2, P3, P4, P5 e P6, respectivamente (Tab. II).

Tabela I: Dados físicos e químicos da água superficial do reservatório de Boa Esperança em outubro de 1996.

Ponto	dia	hora	temp. (°C)	oxigênio dissolvido (mg/l)	pH	disco de Secchi (m)	fósforo total (µg/l)	nitrogênio total (µg/l)	alcalinidade (meq/l)	MST (mg/l)	clorofila a (µg/l)
1	31	10:00	29,5	6,58	7,3	2,00	10,83	55,88	0,213	20,0	8,24
2	29	11:00	31,9	8,25	8,7	1,60*	(**)	156,53	0,251	35,0	5,49
3	29	10:15	31,5	7,50	7,5	1,50	(**)	135,16	n.d	22,0	2,74
4	29	16:15	31,0	10,15	5,8	3,15	(**)	79,30	0,243	13,0	1,09
5	30	14:00	30,4	8,25	7,0	0,60	(**)	20,38	0,103	27,0	6,04
6	30	14:30	30,3	6,57	6,9	0,59	(**)	52,12	0,164	50,0	6,04

\* - correspondente a profundidade máxima no local, \*\* - abaixo do limite de detecção do método (10 µg/l), n.d. - não determinada, MST - material em suspensão total

Tabela II: Ocorrência do fitoplâncton em 6 diferentes pontos na represa de Boa Esperança em outubro de 1996.

TÁXONS	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Freq.	% Freq.
<b>Cyanophyceae</b>								
<i>Anabaena</i> sp		x	x	x		x	4	66,6
<i>Aphanotece</i> sp		x					1	16,6
<i>Aphanotece stagnina</i>		x					1	16,6
<i>Calothrix scytonemica</i>		x					1	16,6
<i>Gloetrichia echinulata</i>		x					1	16,6
<i>Lyngbya</i> sp		x	x				2	33,3
<i>Lyngbya hieronymusii</i>		x					1	16,6
<i>Lyngbya limnetica</i>	x			x			2	33,3
<i>Lyngbya birgei</i>		x		x			2	33,3
<i>Lyngbya perelegans</i>				x			1	16,6
<i>Microcystis aeruginosa</i>	x	x	x	x			4	66,6
<i>Nostoc</i> sp		x					1	16,6
<i>Oscillatoria</i> sp	x					x	2	33,3
<i>Stigonema</i> sp		x			x		2	33,3
<i>Scytonema</i> sp						x	1	16,6
<b>Chlorophyceae</b>								
<i>Actinastrum</i> sp					x	x	2	33,3
<i>Ankistrodemus</i> sp						x	1	16,6
<i>Ankistrodemus falcatus</i>					x		1	16,6
<i>Botryococcus braunii</i>	x						1	16,6
<i>Botryococcus protuberans</i>		x	x			x	3	50,0
<i>Chlamydomonas</i> sp	x	x		x		x	4	66,6
<i>Coenochloris</i> sp	x						1	16,6
<i>Coelastrum</i> sp		x		x			2	33,3
<i>Coelastrum reticulatum</i>			x				1	16,6
<i>Crucigenia</i> sp		x					1	16,6
<i>Dictyosphaerium</i> sp				x			1	16,6
<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i>						x	1	16,6
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>					x		1	16,6
<i>Euletramois</i> sp	x		x		x		3	50,0
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>		x	x	x			3	50,0
<i>Gloeocystis</i> sp	x						1	16,6
<i>Hydrodictyon</i> sp		x		x			2	33,3
<i>Kirchneriella</i> sp	x						1	16,6

## Continuação Tabela II...

TÁXONS	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Freq.	% Freq.
<i>Monoraphidium</i> sp						x	1	16,6
<i>Oocystis solitaria</i>			x				1	16,6
<i>Pleodorina</i> sp		x		x			2	33,3
<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>		x					1	16,6
<i>Scenedesmus acuminatus</i>		x			x	x	3	50,0
<i>Scenedesmus denticulatus</i>					x		1	16,6
<i>Sphaerocystis</i> sp					x		1	16,6
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>						x	1	16,6
<i>Tetraedrum gracili</i>			x				1	16,6
<i>Volvox</i> sp		x					1	16,6
<i>Volvox aureus</i>	x						1	16,6
<b>Zygnemaphyceae</b>								
<i>Cosmarium</i> sp			x	x			2	33,3
<i>Cosmarium moniliforme</i>				x			1	16,6
<i>Cosmarium quadrum</i>	x	x					2	33,3
<i>Desmidiium aptogonum</i>		x					1	16,6
<i>Euastrum</i> sp			x				1	16,6
<i>Gonatozygon</i> sp				x			1	16,6
<i>Gonatozygon kinahanii</i>		x	x				2	33,3
<i>Gonatozygon monotaenium</i>		x					1	16,6
<i>Mesotaenium</i> sp			x				1	16,6
<i>Mougeotia</i> sp		x		x			2	33,3
<i>Pleurotaenium clavatum</i>				x			1	16,6
<i>Spirotaenia condensata</i>			x				1	16,6
<i>Spondylosium</i> sp		x					1	16,6
<i>Sphaerososma</i> sp			x			x	2	33,3
<i>Sphaerososma laeve</i>				x			1	16,6
<i>Staurastrum</i> sp			x				1	16,6
<i>Staurastrum crenulatum</i>			x				1	16,6
<i>Staurastrum invocator</i>					x		1	16,6
<i>Staurastrum leptocanthum</i>		x					1	16,6
<i>Staurastrum leptocladum</i>	x		x	x			3	50,0
<i>Staurastrum pingue</i>		x		x			2	33,3
<i>Staurastrum richianum</i>			x				1	16,6
<i>Staurodesmus</i> sp		x		x			2	33,3
<i>Staurodesmus clepsydra</i>	x						1	16,6
<i>Zygnema</i> sp		x					1	16,6
<b>Oedogonophyceae</b>								
<i>Oedogonium</i> sp	x	x		x	x	x	5	83,3
<b>Bacillariophyceae</b>								
<i>Achnanthes</i> sp					x		1	16,6
<i>Aulacoseira</i> sp						x	1	16,6
<i>Aulacoseira granulata</i>	x						1	16,6
<i>Amphipleura</i> sp						x	1	16,6
<i>Amphora</i> sp	x						1	16,6
<i>Cyclotella</i> sp		x					1	16,6
<i>Cyclotella meneghiniana</i>						x	1	16,6
<i>Cymbella</i> sp					x		1	16,6
<i>Eunotia</i> sp					x	x	2	33,3
<i>Eunotia didyma</i>					x	x	2	33,3
<i>Eunotia formica</i>						x	1	16,6
<i>Fragillaria</i> sp	x	x			x		3	50,0
<i>Frustulia rhomboides</i>						x	1	16,6
<i>Gomphonema</i> sp	x				x	x	3	50,0

Continuação Tabela II...

TÁXONS	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Freq.	% Freq.
<i>Navicula</i> sp						x	1	16,6
<i>Nitzschia</i> sp					x	x	2	33,3
<i>Pinnularia</i> sp		x					1	16,6
<i>Stephanodiscus</i> sp	x	x			x		3	50,0
<i>Surirella</i> sp			x		x	x	3	50,0
<i>Surirella engleri</i>	x						1	16,6
<i>Surirella linearis</i>					x		1	16,6
<i>Surirella tenera</i>					x	x	2	33,3
<i>Stauroneis</i> sp		x			x		2	33,3
<i>Synedra ulna</i>			x	x	x	x	4	66,6
<i>Tabellaria fenestrata</i>					x		1	16,6
<b>Chrysophyceae</b>								
<i>Mallomonas</i> sp		x					1	16,6
<i>Mallomonas minima</i>			x				1	16,6
<b>Dinophyceae</b>								
<i>Ceratium</i> sp		x					1	16,6
<i>Peridinium</i> sp	x	x	x	x			4	66,6
<b>Euglenophyceae</b>								
<i>Trachelomonas</i> sp			x	x			2	33,3
<b>Rhodophyceae</b>								
<i>Audouinella</i> sp				x			1	16,6
sp não identificada				x			1	16,6

x = presença, Freq. = nº de vezes que o táxon apareceu nas amostras, % Freq. = % relativa de vezes que o táxon apareceu nas amostras

As classes Chlorophyceae, Zygnemaphyceae; Bacillariophyceae e Cyanophyceae apresentaram elevados percentuais, respectivamente de 28,43%; 24,51%; 24,51% e 14,70% dos táxons identificados. As demais classes representaram 7,84%.

As algas mais freqüentes nos pontos analisados foram *Oedogonium* sp., *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena* sp., *Chlamydomonas* sp., *Synedra ulna*, *Peridinium* sp., *Eutetramorus* sp., *Botryococcus protuberans*, *Elakatothrix gelatinosa*, *Staurastrum leptocladum*, *Stephanodiscus* sp., *Fragillaria* sp., *Surirella* sp., *Gomphonema* sp. e *Scenedesmus acuminatus* (Tab. II).

Nas estações P2, P3 e P4, as classes com maior riqueza de espécies foram Cyanophyceae, Chlorophyceae e Zygnemaphyceae, enquanto que nas estações P1, P5 e P6 a maioria dos táxons pertence às Chlorophyceae e Bacillariophyceae. As Chrysophyceae foram encontradas em P2 e P3, as Dinophyceae em P1, P3 e P4, as Oedogonophyceae estiveram presentes em todos os pontos, exceto em P3 e as Rhodophyceae foram observadas unicamente em P4 (Fig. 3)

## DISCUSSÃO

A análise de grupamento com base nas características da água sugere que P2, P3 e P4 discriminam de P1, P5 e P6 (Fig. 4). Desta forma, os dados indicam que o reservatório de Boa Esperança deve apresentar heterogeneidade espacial horizontal. A parte alta (estações P5 e P6) pode ser caracterizada como zona de rio, enquanto que os pontos P2, P3 e P4 são mais representativos de zona lacustre. Como no reservatório de Boa Esperança as entradas



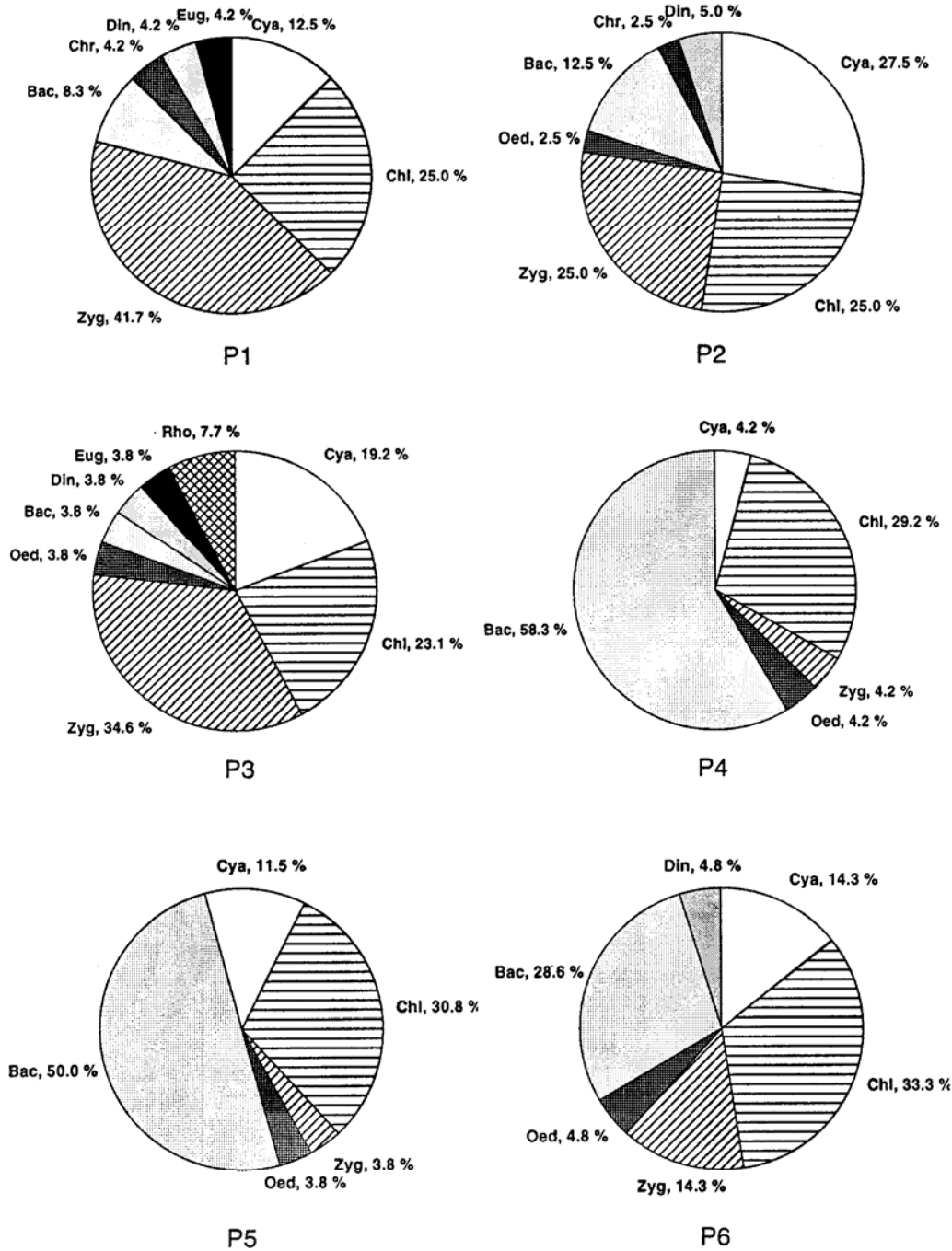


Figura 3: Frequência relativa das classes fitoplânctônicas em diferentes pontos no reservatório de Boa Esperança. (Cya = Cyanophyceae, Chl = Chlorophyceae, Zyg = Zygnemaphyceae, Oed = Oedogonophyceae, Bac = Bacillariophyceae, Chr = Chrysophyceae, Din = Dinophyceae, Eug = Euglenophyceae, Rho = Rhodophyceae)

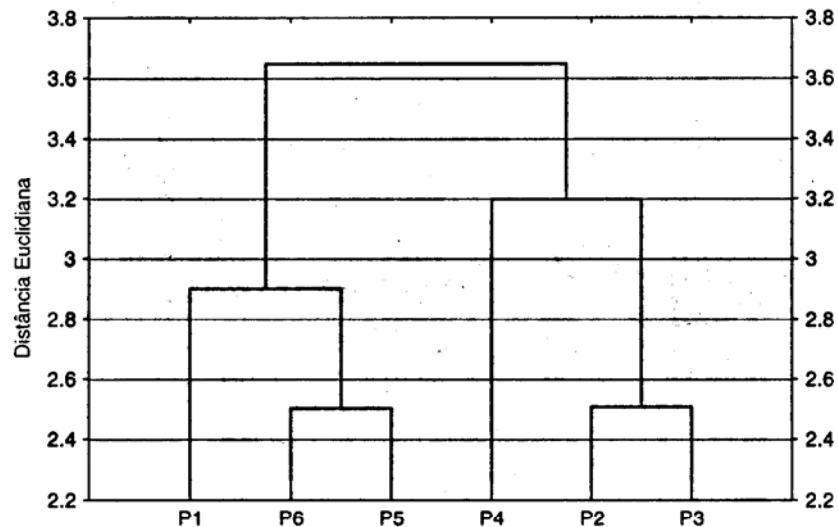


Figura 4: Análise de agrupamento das variáveis determinadas na água superficial do reservatório de Boa Esperança (MA-PI).

de água para as quatro turbinas são profundas, essa posição de tomada de água pode ocasionar estratificação hidráulica (Tundisi, 1984). Isso poderá acarretar aumento do tempo de residência da camada de água superficial, quando comparado com a água proveniente das camadas mais profundas, com reflexo nas características físicas, químicas e biológicas. Assim, a posição da tomada de água para as turbinas, e conseqüentemente a estratificação hidráulica, podem explicar as diferenças sugeridas entre as estações P2, P3 e P4. Em coleta efetuada em janeiro de 1998 os dados obtidos por Pompêo et al. (1998) sugerem que, de fato, na zona da barragem a massa de água apresenta-se estratificada térmica e quimicamente.

A estação P1, distante mais de 200 km de P5 e P6 e a cerca de 70km da barragem, deve compor, à jusante, um terceiro compartimento com características de ambiente lótico. A heterogeneidade espacial num eixo longitudinal, ao longo da linha de fluxo de água, também já foi observada em vários outros reservatórios brasileiros (Tundisi et al., 1993; Tundisi, 1996).

Quanto ao fitoplâncton, nos pontos amostrados foram observadas mudanças nas frequências relativas das classes nos pontos amostrados. Os pontos P2, P3 e P4 assemelham-se pela maior riqueza de táxons das classes Cyanophyceae, Chlorophyceae e Zygnemaphyceae. De maneira geral, os táxons pertencentes as Chlorophyceae e Zygnemaphyceae apresentam estruturas com bainha mucilaginosa, gotículas de óleo, aumento da relação superfície/volume além de espinhos e setas, que são adaptações para auxiliar na flutuação. Portanto, podem ser considerados organismos mais característicos de ambiente lântico. Nas estações P1, P5 e P6, podem ser observadas maior frequência de diatomáceas. Segundo Round (1973), as diatomáceas são importantes constituintes do fitoplâncton de ambientes com características lóticas. Portanto, também com relação à frequência relativa de classes, os dados corroboram a heterogeneidade espacial horizontal do reservatório de Boa Esperança.

A análise de agrupamento tendo como base a composição fitoplanctônica também corrobora heterogeneidade espacial (Fig. 5). A maior similaridade da composição fitoplanctônica sugerida entre os pontos P2, P3 e P4 com P1 pode ser explicado pela localização de P1 a jusante da barragem. Desta forma, parte do fitoplâncton presente em P1 deve ser proveniente da zona da barragem, através do transporte pelo rio.

Segundo Reynolds (1984), a freqüente reorganização na estrutura da comunidade fitoplanctônica ocorre em função dos processos de mistura das massas de água acompanhados de mudanças na composição de espécies e das flutuações cíclicas devido à luz, temperatura e estratificação vertical do ambiente, onde esses ciclos são suplantados pela morfometria do reservatório, estratificação hidráulica e carga de nutrientes. Ainda são necessários estudos intensivos no reservatório de Boa Esperança para se elucidar qual dos processos acima é mais importante na organização da estrutura da comunidade fitoplanctônica.

Neste trabalho, como uma primeira tentativa, as variáveis físicas, químicas e biológicas analisadas revelaram-se boas indicadoras para se evidenciar heterogeneidade espacial horizontal do reservatório de Boa Esperança.

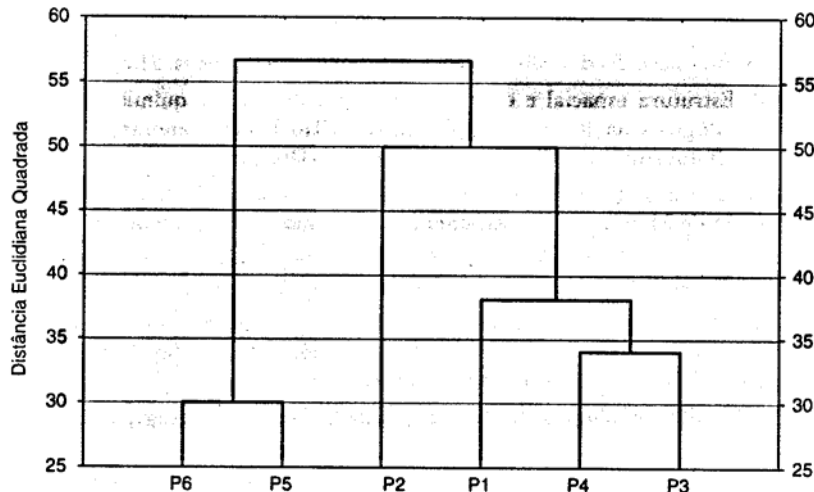


Figura 5: Análise de agrupamento com base na composição fitoplanctônica do reservatório de Boa Esperança (MA-PI).

### Agradecimentos.

Aos Srs. Humberto Costa e João Damásio Braga (Companhia Hidro Elétrica do São Francisco - CHESF), pelas facilidades concedidas para a realização deste trabalho. Ao CNPq pela concessão de bolsas na categoria DCR para Marcelo Luiz Martins Pompêo (proc. 301643/95-4) e Viviane Moschini-Carlos (proc. 301642/95-8).

## REFERÊNCIAS CITADAS

- Aranha, F.J.; Ibañez, M.S.R.; Correia, M.M.F.; Carvalho, I.S. and Martins, F.J.G. 1997. Limnology, geomorphology and aspects of the ciliar vegetation of the Itapecuru River basin (Maranhão - Brazil). *Verh. Internat. Ver. Limnol.*, 26: 857-859.
- Barbieri, R.; Ibañez, M.S.R.; Aranha, F.J.; Correia, M.M.F.; Reid, J.W. e Turner, P. 1989. Plâncton, produção primária e alguns fatores físico-químicos de dois lagos da Baixada Maranhense. *Rev. Brasil. Biol.*, 49(2):399-408.
- Bourrely, P. 1968. Les algues d'eau douce. Initiation a la systematique. Tome II. Les algues jaunes e brunes. Ed. N. Boubée et Cie, Paris. 438 p.
- Bourrely, P. 1968. Les algues d'eau douce. Initiation a la systematique. Tome III. Les algues bleues et rouges, les Eugleniens, Peridiniens et Cryptomonodines. Ed. N. Boubée et Cie, Paris. 521 p.
- BRASIL, SUDENE-DPG-PRNHME. 1990. Dados pluviométricos mensais do Nordeste - Estado do Maranhão. Recife, 103p.
- CHESF - Companhia Hidro Elétrica do São Francisco, Departamento de Meio Ambiente. 1994. Plano de manejo ambiental do Reservatório de Boa Esperança. Outubro, 28p.
- Costa, C.R. 1982. A Baixada Maranhense. São Luiz-MA.
- Curi, P.R. 1983. Análise de agrupamento: métodos seqüenciais, aglomerativos e hierárquicos. *Ciênc. e Cult.*, 35(10):1416-29.
- Golterman, H.L.; Clymo, R.S. and Ohnstad, M.A.M. 1978. Methods for physical and chemical analysis of freshwaters. 2<sup>a</sup> ed. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 213 p. (I.B.P. Handbook, 8).
- Henry, R. 1990. Estrutura espacial e temporal do ambiente físico e químico e análise de alguns processos ecológicos na Represa de Jurumirim (Rio Paranapanema, SP) e na sua bacia hidrográfica. Botucatu: UNESP, 242p. (Tese de Livre-Docência)
- Leite, A.C. 1976. Aspectos agroindustriais do Estado do Maranhão. São Luís, Secretaria da Agricultura do Estado do Maranhão, Departamento de Pesquisa e Experimentação. 33 p.
- Mackereth, J.F.H.; Heron, J. and Talling, J.F. 1978. Water analysis: some revised methods for limnologists. *Freshwater Biological Association*, nº 36, 121 p.
- Pompêo, M.L.M.; Moschini-Carlos, V.; Ibañez, M.S.R.; Barbieri, R.; Silva, C.G. e Pereira, D.F. 1998. Caracterização física, química e biológica do reservatório de Boa Esperança (MA-PI). UFMA, DEOLI, LABOHIDRO, relatório técnico, março, 38p.
- Reynolds, C.S. 1984. The Ecology of freshwater phytoplankton. Cambridge, Cambridge University Press, 384 p.
- Round, E.F. 1971. The taxonomy of the Chloophyta, 2, *Bot. Phycol.*, 6(2): 235-264,
- Round, E.F. 1973. *Biologia das algas*. Guanabara Dois, 2<sup>a</sup> ed., 263 p.
- SEMATUR, Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Turismo. 1991. Diagnóstico dos principais problemas ambientais do Estado do Maranhão. São Luiz-MA, 193p.
- Teixeira, C.; Tundisi, J.G. and Kutner, M.B. 1965. Plankton studies in a mangrove. II. The standing-stock and some ecological factors. *Bol. Inst. Oceanogr.*, 24: 23-41.
- Thorton, K.W.; Kimmel, B.L. and Payne, F.E. 1990. *Reservoir Limnology: Ecological perspectives*. A Wiley Intersciences Publications. John Wiley & Sons, Inc. 248p.
- Tundisi, J.G. 1969. Produção primária, "standing-stock" e fracionamento do fitoplâncton na região Lagunar de Canancia. São Paulo: USP, 131p. (Tese).
- Tundisi, J.G. 1984. Estratificação hidráulica em reservatórios e suas conseqüências ecológicas. *Ciênc. e Cult.*, 36(9): 1489-96.
- Tundisi, J.G. 1985. Represas artificiais: Perspectivas para o controle e manejo da qualidade da água para usos múltiplos. *Anais IV Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos*, p. 36-59

- 
- Tundisi, J.G. 1996. Reservoirs as complex systems. *Ciênc. Cult.*, 48(5/6): 383-387.
- Tundisi, J.G.; Matsumura-Tundisi, T.; Henry, R.; Rocha, O. e Hino, K. 1988. Comparação do estado trófico de 23 reservatórios do Estado de São Paulo: eutrofização e manejo. In: Tundisi, J.G. (ed) *Limnologia e Manejo de Represas. Série: Monografias em Limnologia. vol. I, Tomo 1, São Carlos: EESC-USP/CRHEA/ACIESP. p 165-204*
- Tundisi, J.G.; Matsumura-Tundisi, T. and Calijuri, M.C. 1993. Limnology and management of reservoirs in Brazil., In: Straskraba, M., Tundisi, J.G. and Duncan, A. *Comparative Reservoir Limnology and Water Management, Netherland, Kluwer Academic Publishers. p. 25-55*
- Valderrama, J.C. 1981. The simultaneous analysis of total nitrogen and phosphorus in natural waters. *Mar. Chem.*, 10: 109-22.