

Dinâmica do fitoplâncton de uma lagoa de duna (Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, MA, Brasil).

MOSCHINI-CARLOS, V. & POMPEO, M.L.M.

Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, Diretoria de Pós-Graduação, Av. Universitária, Bairro Universitário, Criciúma, SC, CEP 88806-000. E-mail: vivimarc@uol.com.br

RESUMO: Dinâmica do fitoplâncton em uma lagoa de duna (Parque Nacional do Lençóis Maranhenses, MA, Brasil). Publicações limnológicas sobre lagoas de dunas e da contribuição de seus produtores primários ainda são muito incipientes no Brasil. A região dos Lençóis Maranhenses (Estado do Maranhão) constitui-se na mais importante área caracterizada como campo de dunas e lagos temporários e perenes não degradados. Os objetivos deste trabalho foram caracterizar a lagoa Azul de acordo com as variáveis morfométricas, físicas e químicas da água, analisar a variação temporal do fitoplâncton, através de medidas qualitativas (composição e riqueza de espécies) e quantitativas (biomassa, produtividade primária e densidade dos táxons) e verificar a contribuição relativa da produtividade primária do fitoplâncton total e do nanoplâncton. O estudo baseou-se em quatro amostragens realizadas no ano de 1998. Ao longo do ano pode-se observar que houve uma grande variação morfométrica e hidrométrica. A água da lagoa se apresentou levemente ácida, com temperatura elevada, com baixas concentrações de nutrientes e luz penetrando até o sedimento em todos os períodos do ano. A biomassa e a produtividade primária do fitoplâncton total variaram de 0,14-1,12 μ g/l e de 0,25-14,72mgC/m³/h respectivamente, durante o ano. O nanoplâncton (algas de fração <20 μ m) representou de 61,4 a 91,1% da produtividade primária do fitoplâncton total, sendo os produtores primários mais importantes e representados pelas seguintes espécies: *Merismopedia punctata*, *Euttramorus fottii*, *Peridinium williei* e *Peridinium umbonatum*.

Palavras-chave: lagoa de duna, fitoplâncton, nanoplâncton, produção primária, variáveis abióticas.

ABSTRACT: Dynamics of phytoplankton in a dune lake (National Park of the Lençóis Maranhenses, MA, Brazil). The limnological publications regarding of the ecology dunes lagoons and of the contribution of primary producers still are very incipient in Brazil. The Lençóis Maranhenses (State of Maranhão) region is the most important landscape area constituted by no degraded dunes and temporary and perennial lakes. The objective of this work was to characterize the Lagoa Azul focusing some morphometric variables, physic and chemical attributes and to measure temporary phytoplankton variation (species composition, richness, abundance and biomass) and primary productivity of phytoplankton. The relative contribution of the total and nanophytoplankton for the total photosynthesis was also verified. Four sampling were carried out (March, July, September and November) in the year of 1998. Along the year, was possible observe a huge variation in morphometric views such as volume and maximum depth. The water was characterized by high temperature, slightly acid, low concentrations of nutrients and light penetrating to the bottom sediment in all periods of the year. The biomass and the primary productivity of the total phytoplankton ranged from 0.14-1.12 μ g/l and from 0.25-14.72mgC/m³/h, respectively. The nanophytoplankton represented from 61.4 to 91.1% of the primary productivity of the total phytoplankton. The more important primary producers were the algae <20 μ m, represented mainly by: *Merismopedia punctata*, *Euttramorus fottii*, *Peridinium williei* and *Peridinium umbonatum*.

Key-word: dune lagoons, phytoplankton, nannoplankton, primary production, abiotic variables.

Introdução

As publicações limnológicas a respeito de lagoas de dunas são escassas e existem muitas lacunas quanto ao conhecimento da origem, hidrologia e biota, especialmente em regiões tropicais. Lagoas de dunas geralmente são pequenas e rasas, dependentes do regime hidrológico do maciço de dunas e são vulneráveis às mudanças das condições externas (Løenivaar, 1997).

Nas lagoas costeiras o fitoplâncton tem se destacado como importante produtor primário (Roland, 1998). As populações fitoplanctônicas são constituídas por algas com diferentes tamanhos, menor que $1\mu\text{m}$ até maior do que $200\mu\text{m}$ (Dussart, 1965). Vários trabalhos têm demonstrado que o fitoplâncton $< 20\mu\text{m}$ é um dos mais importantes produtores dos ecossistemas aquáticos (Mariazzi et al. 1984; Pollinger & Berman, 1982; Roland, 1998; Tundisi et al., 1977).

A produtividade primária do fitoplâncton é controlada fundamentalmente pela disponibilidade de nutrientes e pela intensidade luminosa (Wetzel, 1990). A temperatura, os gases dissolvidos e a predação, também são importantes fatores. O fitoplâncton apresenta uma dinâmica sazonal de acordo com as condições físicas e químicas da água e as características biológicas das espécies componentes.

Huszar & Esteves (1988) analisando amostras de fitoplâncton de rede ($20\mu\text{m}$) em 14 lagoas costeiras do Norte do Rio de Janeiro, observaram a formação de dois grupos distintos: a) lagoas com grande riqueza de espécies microfitoplanctônicas, com maior abundância relativa de algas da classe Zygnemaphyceae, em ambientes de água doce formados pelo represamento de uma baía e abastecidos por água fluvial e pluvial e b) lagoas com reduzida riqueza de espécies, em ambientes que variam de água doce a de origem marinha com comunicação direta com o oceano.

No Brasil a região dos Lençóis Maranhenses (Estado do Maranhão) constitui-se na mais importante área caracterizada como campo de dunas. É um ecossistema composto por um conjunto de centenas de dunas e lagoas temporárias e perenes não degradadas. O conhecimento científico da ecologia das lagoas e da contribuição dos produtores primários do sistema ainda é muito incipiente. Os objetivos deste trabalho foram caracterizar a lagoa Azul de acordo com as características morfológicas, físicas e químicas da água, analisar a variação temporal do fitoplâncton através de medidas qualitativas (composição e riqueza de espécies) e quantitativas (biomassa, produtividade primária e densidade dos táxons) e verificar a contribuição relativa da produtividade primária do fitoplâncton total e do nanoplâncton.

Área de estudo

O Estado do Maranhão ocupa 3,82% do território brasileiro. Situa-se numa posição de transição entre três macroregiões brasileiras (Norte, Nordeste e Centro-Oeste) com características climatológicas e, especialmente, fitogeográficas típicas dessas três regiões. Apresenta uma extensão territorial de 328.663km^2 , dos quais 4.027km^2 correspondem às áreas cobertas com águas interiores e o restante com terras firmes (Sematur, 1991).

Os Lençóis Maranhenses correspondem às faixas litorâneas e sublitorâneas da porção oriental constituídos por restingas, campos de deflexão e dunas. Em direção ao interior, a faixa sublitoral é constituída por campos de dunas de arcias branquíssimas e finas que mudam de lugar por intermédio da ação do vento e são entremeadas por lagoas de água doce.

Em 1987, a área dos Lençóis Maranhenses foi transformada em Parque Nacional. Este apresenta uma extensão de 270km , com dunas que avançam até 50km da

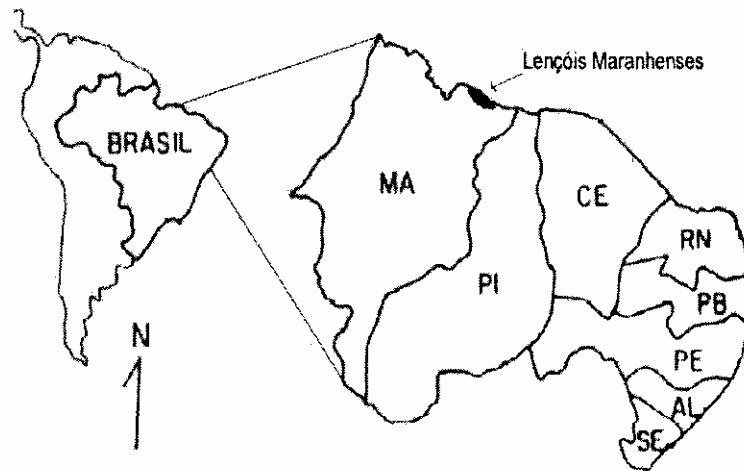


Figura 1: Localização do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses.

costa, com uma área de 155 mil hectares, desde o Golfão Maranhense até a foz do rio Preguiças, entre os municípios de Primeira Cruz e Barreirinhas (Fig. 1).

A formação dessa região, provavelmente, deve-se às areias carreadas pelo rio Parnaíba e pelo transporte pelas correntes de deriva litorânea. Ao serem depositadas na costa são constantemente transportadas pelo intenso vento de direção predominante leste-oeste. Como na região o relevo é plano as areias são levadas cada vez para mais o interior do continente (Freire, 1971).

Ao ligarem-se entre si, numa linha contínua, as dunas nos Lençóis Maranhenses dispõem-se em cadeias ou cordões, originando o aspecto característico desse tipo de costa. Essas dunas são classificadas como crescentes ou barcanas de acordo com Freire (1971).

A região é uma área de formação pioneira, de influência fluvio-marinha e com restinga (Bruck et al., 1995). À margem esquerda do sinuoso rio Preguiças encontra-se a maior parte das dunas e lagoas. Na margem direita também são observadas imponentes dunas, mas compreendendo uma área muito menor conhecida como Pequenos Lençóis. Ao longo do rio Preguiças pode-se observar uma exuberante vegetação marginal constituída de palmeiras (buritis e juçaras), *Avicennia* e *Rhizophora*, entre outras.

De maneira geral, a região ainda é muito pouco estudada podendo, no entanto, mencionar o estudo com rodófitas marinhas no litoral oriental (Ferreira-Correia, 1983), o estudo florístico e fitossociológico em uma ilha de vegetação localizada na região central do Parque (Carvalho, 1993), a avaliação dos aspectos limnológicos das lagoas (Tundisi et al., 1998), de algas perifíticas (Espíndola et al., 1998), de zooplâncton (Rocha, et al., 1998), de peixes (Garavelo et al., 1998) e de macrófitas aquáticas (Rietzler et al., 1998).

Apesar do aparente ar desértico, a região apresenta um marcado período de chuvas que se estende de janeiro a junho e de seca, de julho a dezembro (Fig. 2a). Em 1998 os picos de chuva na região próxima da lagoa em estudo ocorreram em janeiro (234,0mm) e março (382,8mm) e a precipitação média acumulada foi de 991,8mm. No ano anterior (1997) ao desenvolvimento deste trabalho, o regime pluviométrico foi atípico, a precipitação média acumulada foi de 783,8mm e o período de chuva estendeu-se somente de março a maio (Figs. 2b, c)

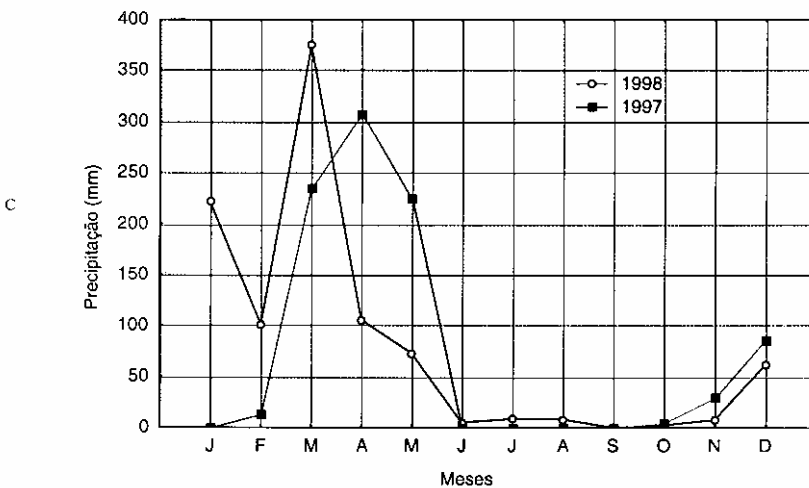
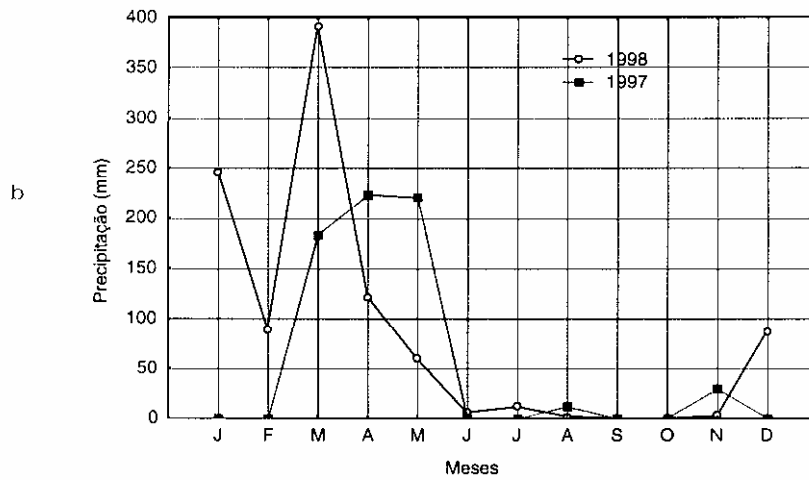
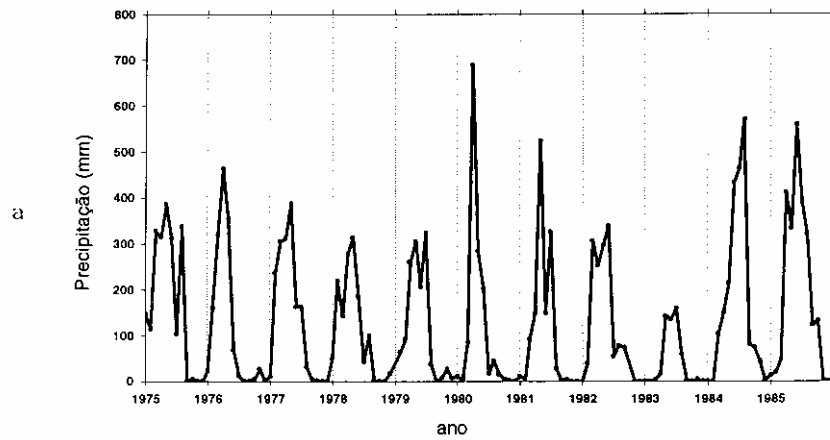


Figura 2: Variação da precipitação pluviométrica de 1975 a 1985 na cidade de Barreirinhas (a) (Fonte: Brasil, 1990) e para os anos de 1997 e 1998 nas Fazendas Barra do Onça (b) e Filadélfia (c) (Fonte: Indústria de papel e celulose Paineiras, Urbano Santos, MA).

Material e métodos

Este trabalho foi desenvolvido na Lagoa Azul (2° 40' 08" S, 42° 51' 30" W) em quatro épocas do ano de 1998 (março, julho, setembro e novembro) na zona mais profunda da lagoa.

Em cada período as características morfológicas da lagoa foram determinadas segundo os procedimentos e equações apresentados em Wetzel & Likens (1991).

A temperatura e a condutividade elétrica da coluna d'água foram determinadas com o equipamento YSI (modelo 33). A intensidade luminosa foi medida através de um radiômetro Kahlsico. As medidas de pH foram feitas com um potenciômetro (Hanna, modelo HI 8314). As concentrações de oxigênio dissolvido foram determinadas pelo método de "Winkler" e as porcentagens de saturação do oxigênio calculadas segundo Golterman et al. (1978). A alcalinidade foi determinada através de titulação com ácido forte, usando a técnica descrita em Golterman et al. (1978). As concentrações dos nutrientes inorgânicos dissolvidos foram determinadas espectrofotometricamente, segundo as técnicas descritas em Mackereth et al. (1978): nitrato e nitrito; Golterman et al. (1978) - ácido ortosilícico; Koroleff (1976) - amônio; Strickland & Parsons (1960) - ortofosfato e fosfato total dissolvido. As concentrações de nitrogênio total foram determinadas segundo Valderrama (1981). Os materiais em suspensão total, orgânico e inorgânico foram determinados através da técnica gravimétrica descrita em Wetzel & Likens (1991). A análise granulométrica foi realizada, segundo a técnica de peneiramento convencional, com tamanho médio das partículas, de acordo com Fólk & Ward (1957). O carbono orgânico foi determinado segundo o método de Walkley & Black modificado (Gaudette et al., 1957), enquanto que para o nitrogênio utilizou-se o método Kjeldahl e o fósforo total pelo método descrito em Cavalcante (1995).

O fitoplâncton foi coletado em três profundidades (superfície, meio e fundo) em março e setembro e somente na superfície em março e novembro, devido a baixa profundidade da lagoa. A clorofila *a* e os fitopigmentos do fitoplâncton, foram determinados segundo a técnica de Marker et al. (1980), utilizando-se como solvente etanol 80% a quente.

A assimilação do carbono fotossintético foi determinada usando a técnica do ¹⁴C (Sticeman-Nielsen, 1952). Nos frascos claros e escuros, foram inoculados 1ml de NaH¹⁴CO₃ com atividade equivalente a 5μCi/ml. Os frascos foram acondicionados em suportes e incubados "in situ", por um período de 4 horas. Após o período de incubação foi realizada uma filtração diferenciada (filtros Millipore H.A 0,45μm). Alíquotas de 25 ml foram filtradas para a determinação da produtividade primária do fitoplâncton total e para o nanoplâncton as amostras de água foram pré-filtradas em rede de 20μm de abertura de malha. A atividade das amostras foram lidas em cintilador líquido. Os cálculos da produtividade primária foram efetuados, segundo Vollenweider (1974). Com os dados da concentração de clorofila *a* e da produtividade primária do fitoplâncton total, calculou-se a taxa de assimilação de carbono pelas algas fitoplanctônicas.

Para análise qualitativa do fitoplâncton foram coletadas amostras com rede de abertura de malha de 20 μm e fixadas com formaldeído a 4%. Para a análise quantitativa foi coletado o fitoplâncton total e as amostras foram fixadas com lugol acético. O método de contagem das algas adotado foi descrito por Utermöhl (1958), em câmaras de sedimentação e microscópio invertido (Zeiss modelo Axiovert 100).

A partir dos dados de densidades populacionais foram calculadas a diversidade e a equidade das algas (Krebs, 1989). De acordo com os critérios apresentados

por Torgan (1997), foram consideradas espécies dominantes as presentes em densidades superiores a 50% da densidade total e as espécies abundantes, aquelas que ocorrem acima do valor médio obtido entre o quociente da densidade total pelo número de espécies da amostra.

Foram realizadas análises de correlações de Pearson (com nível de significância de $\alpha=0,05$), entre as variáveis morfológicas, físicas e químicas da água e as variáveis biológicas relativas ao fitoplâncton.

Resultados

Na Tabela I podem ser observados os parâmetros morfométricos na Lagoa Azul nos períodos de coleta, exceto em julho. Pode-se observar que há uma grande variação no tamanho e na forma da lagoa, bem como no volume e na profundidade máxima registradas ao longo do ano. A variação na morfometria da lagoa está condicionado ao acúmulo de água de chuva, refletido pelas intensas precipitações dos meses anteriores (Fig. 2b,c). Em julho, foi observado no campo as maiores extensões da lagoa, seguido de uma pequena diminuição em setembro (Tab. I). As baixas precipitações registradas nos meses de junho a outubro de 1998, foram determinantes nas menores dimensões da lagoa em novembro.

Tabela I: Parâmetros morfométricos da lagoa Azul, nos períodos de amostragem (março, setembro e novembro de 1998).

Parâmetros	03/1998	09/1998	11/1998
Área (m ²)	1098,2	26452,2	282,8
Volume (m ³)	130,3	12272,1	13,8
Profundidade máxima (m)	0,32	1,20	0,12
Comprimento máximo (m)	74,8	287,0	36,4
Largura máxima (m)	20,0	129,0	13,8
Perímetro (m)	173,0	690,0	63,0

A Tab. II apresenta resultados de algumas variáveis físicas e químicas da água. A temperatura da água (medidas pela manhã) apresentou-se elevada em todos os períodos do ano e com uma amplitude de variação de 27,5 a 30,0°C. Os valores de pH também apresentaram uma discreta variação (4,8 a 5,7), sugerindo um ambiente levemente ácido. A condutividade elétrica da água foi em geral baixa. O oxigênio dissolvido e a porcentagem de saturação variaram respectivamente de 7,0 a 8,7mg/l e de 92,6 a 107,0%. A alcalinidade variou de 0,007 a 0,073meq/l. O material em suspensão total apresentou valores entre 0,6 a 7,4mg/l, sendo que as frações inorgânicas e orgânicas representaram respectivamente 14,3% a 68,9% e 31,1% a 85,7% (Tab. II).

Tabela II: Variáveis físicas, químicas e biológicas da água da Lagoa Azul, nos períodos de amostragem (março, julho, setembro e novembro de 1998). Prof.: profundidade; Temp.: temperatura da água; Cond.: condutividade elétrica da água; O₂ dis.: concentração de oxigênio dissolvido; Alca.: alcalinidade; MST: material em suspensão total; MSI: material em suspensão inorgânico; MSO: material em suspensão orgânico; Cl *a*: clorofila *a*; Feof.: feofitina).

	Prof. (m)	Temp. (°C)	pH	Cond. (µS/cm)	O ₂ Dis. (mg/l)	sat.O ₂ (%)	Alca. (meq/l)	MST (mg/l)	MSI (mg/l)	MSO (mg/l)	Cl <i>a</i> (µg/l)	Feof. (µg/l)
03/1998	0,0	28,5	4,8	55,8	7,5	96,1	0,007	1,150	39,1	60,9	0,558	-
07/1998	0,0	30,0	5,1	36,8	7,0	92,6	0,02	7,4	68,9	31,1	0,558	0,223
	0,5	29,0	5,2	36,8	7,2	93,0	0,02	4,5	42,2	57,8	-	-
	1,0	29,0	5,3	36,8	7,3	95,0	0,02	4,1	46,4	53,6	1,116	0,641
09/1998	0,0	28,0	5,2	52,25	8,1	103,8	0,073	0,6	16,7	83,3	0,139	1,479
	0,5	27,5	5,2	48,5	7,8	98,3	0,062	0,7	14,3	85,7	0,279	1,479
	1,0	27,5	5,3	48,5	8,1	102,2	0,066	0,7	14,3	85,7	-	0,976
11/1998	0,0	26,1	5,7	38,2	8,7	107,0	0,038	4,6	23,9	76,1	1,1	1,2

(-) valor não detectado

Tabela III: Nutrientes totais e dissolvidos na água da Lagoa Azul, nos períodos de amostragem (março, julho, setembro e novembro de 1998).

	Prof. (m)	N-total ($\mu\text{g/l}$)	N-NO ₃ ⁻ ($\mu\text{g/l}$)	N-NO ₂ ⁻ ($\mu\text{g/l}$)	N-NH ₄ ⁺ ($\mu\text{g/l}$)	P-PO ₄ ⁻³ ($\mu\text{g/l}$)	S-SiO ₄ ⁻² (mg/l)
03/1998	0,0	*	44,6	1,1	149,9	2,7	1,05
07/1998	0,0	96,3	-	0,7	7,3	2,0	-
	0,5	86,4	-	0,5	6,8	1,6	-
	1,0	59,9	-	0,9	4,4	2,2	-
09/1998	0,0	34,5	-	0,7	29,2	3,3	-
	0,5	48,6	0,2	1,4	19,3	5,4	0,06
	1,0	132,2	4,2	0,6	20,3	3,6	0,02
11/1998	0,0	455,1	63,3	2,2	56,1	8,5	0,6

- : abaixo do limite de detecção do método

* problema de medida

A amplitude de variação do nitrogênio total foi alta (34,5 a 455,1 $\mu\text{g/l}$). Em novembro, período em que a lagoa apresentava menor área, volume, perímetro e profundidade máxima, os nutrientes totais e dissolvidos na água atingiram valores mais elevados, exceto amônia e silicato (Tab. III). Os valores máximos registrados para nitrato, nitrito, amônia e silicato foram respectivamente de 63,3; 2,2; 149,9 e 1,05 $\mu\text{g/l}$. O ortofosfato apresentou uma amplitude de variação de 1,6 $\mu\text{g/l}$ a 8,5 $\mu\text{g/l}$ (Tab. III). O ortofosfato parece depender do padrão de variação da temperatura da água e da concentração de oxigênio dissolvido. Correlações significativas foram detectadas entre o ortofosfato e a temperatura da água ($r=-0,98$, $p<0,05$) e ortofosfato e o oxigênio dissolvido ($r=0,98$, $p<0,05$). A variação na temperatura da água parece estar diretamente relacionada com a disponibilidade de ortofosfato e oxigênio dissolvido, por exemplo, aumento da temperatura da água reflete numa diminuição do ortofosfato e na concentração de oxigênio dissolvido.

Na lagoa Azul a luz sempre penetra até o fundo da coluna d'água. Em março a luz medida a 0,20 m de profundidade às 13h 30min foi de 640 watt/cm². Em 03/07 a luz às 12hs atingiu 480 watt/cm² na sub superfície (0,10 m) e 330 watt/cm² no fundo (1,2 m), enquanto que em setembro a luz na sub superfície atingiu 390 watt/cm² e 330 watt/cm² no fundo (Tab. IV). A luz medida em novembro às 9h 45 min atingiu 850 watt/cm².

Tabela IV: Leitura da luz em perfil vertical até a profundidade máxima na Lagoa Azul, nos meses de julho e setembro de 1998.

Profundidade (m)	Leitura da luz (watt/cm ²)	
	03/07	02/09
	0,10	480
0,20	460	390
0,30	430	390
0,40	430	370
0,50	420	350
0,60	410	330
0,70	390	330
0,80	380	-
0,90	370	-
1,00	350	-
1,10	340	-
1,20	330	-

A fim de caracterizar o sedimento de fundo da Lagoa Azul, a análise granulométrica determinou uma composição de arcia fina quartzosa com pouca matéria orgânica. Os teores de fósforo, nitrogênio e carbono total não foram detectados através dos métodos empregados, sugerindo que o sedimento de fundo da Lagoa Azul é muito pobre em matéria orgânica e nutrientes.

Em relação as formas de carbono presentes na coluna d'água, pode-se observar que a maior parte de CO₂ total (amplitude de variação: 0,22 a 1,14mmol/l) ocorre sob a forma de CO₂ livre, representando cerca de 82,4 a 97,2% (Tab. V).

A biomassa do fitoplâncton representada pela clorofila *a* e feofitina foi baixa em todos os períodos de coletas. A amplitude de variação das concentrações de clorofila *a* e feofitina foi respectivamente de 0,14 a 1,12µg/l e 0,23 e 1,48µg/l. (Tab. II).

A produtividade primária medida em março apresentou para o fitoplâncton total e para a fração (<20µm valores respectivos de 1,02mgC/m³/h e 0,77mgC/m³/h. Em julho, a produtividade primária do fitoplâncton e do nanoplâncton foi a mais baixa de todos os períodos variando respectivamente de 0,25 a 0,58mgC/m³/h e de 0,15 a 0,39mgC/m³/h, sendo maior na sub superfície. Em setembro a produtividade primária do fitoplâncton total variou de 5,60 a 7,52mgC/m³/h e do nanoplâncton de 4,19 a 5,30mgC/m³/h. Em novembro mediu-se a maior produtividade primária de todo o período de estudo, tanto para o fitoplâncton total (14,72 mgC/m³/h) como para o nanoplâncton (13,41 mgC/m³/h) (Tab. VI). Em todos os períodos a produtividade primária do fitoplâncton total foi baixa, sendo que a do nanoplâncton representou de 61,4 a 91,1% da produtividade primária do fitoplâncton total (Tab. VI). Através da análise de correlação linear foi observado que a produtividade primária do fitoplâncton total apresenta correlação positiva com a concentração de oxigênio dissolvido ($r=0,99$; $P<0,05$), com o ortofosfato ($r=0,99$; $P<0,05$) e negativa com a temperatura da água ($r=-0,98$; $P<0,05$).

Tabela V: Formas de carbono - CO₂ total, CO₂ livre, HCO₃⁻, CO₃⁻, na Lagoa Azul (% = porcentagem de CO₂ total), nos períodos de amostragem (março, julho, setembro e novembro de 1998).

Data	Prof. (m)	CO ₂ total (mmol/l)	CO ₂ livre (%)	HCO ₃ ⁻ (%)	CO ₃ ⁻ (%)
03/1998	0,0	0,25	97,2	2,7	0,0009
07/1998	0,0	0,47	94,7	5,3	0,0039
	0,5	0,27	92,7	7,3	0,0074
	1,0	0,23	91,9	8,1	0,0092
09/1998	0,0	1,14	93,5	6,5	0,0057
	0,4	0,97	93,6	6,4	0,0057
	0,8	0,83	92,0	8,0	0,0088
11/1998	0,0	0,21	82,4	17,3	0,0476

Tabela VI: Medidas de produtividade primária do fitoplâncton total e da fração (< 20 µm) da Lagoa Azul, nos períodos de amostragem (março, julho, setembro e novembro de 1998).

Data	Prof. (m)	Produtividade primária Fitoplâncton		Produtividade primária Fitoplâncton		Taxa assimilação Fitoplâncton
		Total mgC/m ³ /h	<20 µm mgC/m ³ /h	Total (%)	<20 µm (%)	Total (mgC/mgChl- <i>a</i> /h)
04/03/98	0,1	1,02	0,77	24,3	75,7	1,82
	03/07/98	0,1	0,57	32,7	67,3	0,34
		0,5	0,25	21,0	79,0	
		1,0	0,25	38,5	61,4	
02/09/98	0,1	6,11	4,98	17,2	82,8	30,68
	0,4	7,52	5,30	29,6	70,4	
	0,8	5,60	4,19	25,3	74,7	
	11/11/98	0,1	14,72	13,41	8,9	

A taxa de assimilação ou produção relativa do fitoplâncton, representada pelo quociente produção/biomassa variou de 0,34mgC/mgChl-*a*/h (março) a 30,68mgC/mgChl-*a*/h (setembro) (Tab. VI).

Durante as coletas sazonais realizadas na Lagoa Azul foram encontradas um total de 50 táxons de algas pertencentes as seguintes classes: Cyanophyceae (13), Chlorophyceae (4), Zygnemaphyceae (18), Bacillariophyceae (10), Euglenophyceae (1) e Dinophyceae (4).

Na Lagoa Azul houve predominância de Chlorophyta representada, principalmente, pelas Zygnemaphyceae. Em março a comunidade fitoplanctônica apresentou uma riqueza de 21 táxons, 9 pertencentes a Zygnemaphyceae, 1 a Chlorophyceae, 7 a Cyanophyceae e 4 a Bacillariophyceae. A densidade específica total foi de 108 ind./ml. Para Cyanophyceae foram encontrados 61 ind./ml e para Zygnemaphyceae

e Bacillariophyceae, 26 e 21 ind./ml, respectivamente. *Merismopedia punctata* apresentou uma densidade de 47 ind./ml. A diversidade específica do fitoplâncton registrada neste período foi de 3,1 bits/ind. e a eqüidade de 0,7 (Tab. VII).

Na coleta de julho a profundidade máxima da lagoa atingiu 2,0m, o valor mais alto para todo o período. Nesta época foi observado no sedimento de fundo, uma espesso biofilme perífítico, distribuído de forma agregada no fundo da lagoa, composto quase que exclusivamente de *Mougeotia* sp, que apresentava grande quantidade de mucilagem e muitos exemplares em processo de reprodução sexuada. A riqueza e a densidade de táxons de fitoplâncton neste período foram baixas. As Chlorophyceae apresentaram a maior densidade em todos os períodos com 13 ind./ml sendo representada somente por *Eutetramorus fottii* (Tab. VII). A diversidade específica (Tabela VII): Densidade (n.ind./ml), riqueza, diversidade específica e eqüidade do fitoplâncton, nos períodos de amostragem (março, julho, setembro e novembro de 1998).

Genêros/Espécies de fitoplâncton	Fitoplâncton			
	03/1998	07/1998	09/1998	11/1998
Cyanophyceae				
<i>Anabaena</i> sp.	1,0	-	-	-
<i>Chroococcus minutum</i>	-	-	-	1,0
<i>Gleeterinema amphibium</i>	1,0	-	-	-
<i>Lyngbya</i> sp.	-	-	1,0	-
<i>Lyngbya perelegans</i>	-	-	-	1,0
<i>Merismopedia punctata</i>	47,0	-	1,0	-
<i>Merismopedia glauca</i>	2,0	-	1,0	-
<i>Merismopedia tenuissima</i>	-	1,0	-	-
<i>Microcystis</i> sp.	-	1,0	-	-
<i>Oscillatoria splendida</i>	-	-	-	1,0
<i>Phormidium molle</i>	5,0	1,0	2,0	-
<i>Phormidium tenue</i>	4,0	-	-	-
<i>Pseudoanabaena</i> sp.	1,0	-	1,0	16,0
Chlorophyceae				
<i>Chlamydomonas</i> sp.	2,0	-	1,0	-
<i>Coelastrum reticulatum</i>	-	-	-	1,0
<i>Eutetramorus fottii</i>	-	13,0	-	-
<i>Sphaerocystis planctonica</i>	-	-	-	-
Zygnemaphyceae				
<i>Actinotaenium wollei</i>	5,0	1,0	1,0	-
<i>Actinotaenium globosum</i>	-	-	-	1,0
<i>Cosmarium quadrum</i>	3,0	-	-	-
<i>Cosmarium granatum</i>	1,0	-	-	-
<i>Cosmarium botrytis</i>	-	-	-	1,0
<i>Cosmarium</i> sp1.	1,0	-	-	-
<i>Cosmarium</i> sp2.	1,0	-	-	-
<i>Cylindrocystis brebissonii</i>	-	-	-	-
<i>Micrasterias arcuata</i>	-	1,0	1,0	-
<i>Mougeotia</i> sp.	2,0	1,0	5,0	-
<i>Oedogonium</i> sp	-	1,0	-	-
<i>Penium</i> sp.	-	-	-	-
<i>Pleurotaenium minutum</i>	9,0	1,0	1,0	-
<i>Spirogyra</i> sp.	1,0	-	-	-
<i>Staurastrum</i> sp1.	-	-	-	-
<i>Staurastrum leptocladum</i>	1,0	1,0	1,0	-
<i>Tetmemorus</i> sp.	-	-	1,0	-
<i>Zygonium</i> sp.	-	-	1,0	-
Bacillariophyceae				
<i>Cocconeis placentula</i>	2,0	-	-	-
<i>Cyclotella</i> sp.	-	-	-	-
<i>Synedra ulna</i>	4,0	1,0	-	-
<i>Gyrosigma</i> sp.	-	-	1,0	-
<i>Navicula</i> sp1.	9,0	-	2,0	1,0
<i>Navicula</i> sp2.	-	-	-	-
<i>Nitzschya acuta</i>	-	-	-	1,0
<i>Pinnularia</i> sp.	-	-	-	1,0
<i>Stauroneis</i> sp.	6,0	1,0	-	-
<i>Surirella</i> sp.	-	-	1,0	-
Dinophyceae				
<i>Peridinium willei</i>	-	-	64,0	-
<i>Peridinium gatunense</i>	-	-	2,0	5,0
<i>Peridinium cinctum</i>	-	1,0	-	-
<i>Peridinium umbonatum</i>	-	-	-	785,0
Euglenophyceae				
<i>Euglena</i> sp.	-	-	1,0	-
Densidade total (ind./ml)	108	25	88	815
Riqueza (nº de táxons)	21	13	18	12
Diversidade (bits/ind.)	3,1	2,8	1,9	0,3
Eqüidade	0,7	0,7	0,4	0,09

e a equidade registrada neste período foi de 2.8 bits/ind. e 0.7, respectivamente (Tab. VII).

Em setembro a Lagoa Azul apresentou uma menor profundidade, área e volume de água quando comparada a coleta anterior. Também observou-se um biofilme perifítico mais fino aderido ao sedimento de fundo. A riqueza e densidade do fitoplâncton neste período foi de 18 táxons e 88 ind./ml, respectivamente (Tab. VII). A maior riqueza de táxons encontrada foi para as Zygnemaphyceae (Tab. VIII). As Dinophyceae apesar de apresentarem uma baixa riqueza (2 táxons), registraram a maior densidade de indivíduos do período (64 ind./ml), representada por somente

Tabela VIII: Distribuição da densidade (n.ind./ml) e riqueza (n.táxons) do fitoplâncton na Lagoa Azul por classes taxonômicas, nos períodos de amostragem (março, julho, setembro e novembro de 1998).

Classes	03/1998		07/1998		09/1998		11/1998	
	Densid.	Riqueza	Densid.	Riqueza	Densid.	Riqueza	Densid.	Riqueza
Cyanophyceae	61	7	3	3	6	5	19	4
Chlorophyceae	2	1	13	1	1	1	1	1
Zygnemaphyceae	24	9	6	6	11	7	2	2
Bacillariophyceae	21	4	2	2	4	3	3	3
Dinophyceae	-	-	1	1	66	2	790	2
Euglenophyceae	-	-	-	-	1	1	-	-

uma espécie - *Peridinium willei* Huitf-Kaas (Tab. VII). A diversidade registrada neste período foi de 1.9 bits/ind. e a equidade de 0.4 (Tab. VII).

Na coleta realizada em novembro a Lagoa Azul apresentou a menor profundidade, área e volume de todo o período de amostragem. A riqueza de táxons do fitoplâncton registrada foi baixa (12 táxons), mas a densidade específica foi muito alta (815 ind./ml) (Tab. VII). As Dinophyceae apresentaram a maior densidade de táxons, representado quase que exclusivamente por *Peridinium umbonatum* Lemm. (Tab. VII). Não foi observado perifíton neste período. A diversidade específica e a equidade registrada foram as menores (0.3 bits/ind. e 0.09) (Tab. VII).

A densidade total do fitoplâncton apresentou correlação positiva com o nitrogênio total ($r=0.98$; $P<0.05$), com o nitrato ($r=0.99$; $P<0.05$), com o ortofosfato ($r=0.97$; $P<0.05$) e com a produtividade primária do nanoplâncton ($r=0.95$; $P<0.05$). Isso significa que a maior disponibilidade de nutrientes favorece o crescimento da algas.

Discussão

Segundo Timms (1982, apud: Leentvaar, 1997), a maioria das lagoas de dunas tropicais necessitam ser estudadas e podem ser classificadas segundo vários critérios como a salinidade, grau de trofia, distância do mar, etc. A classificação de acordo com a clorinidade é muito importante. De acordo com Pompêo et al. (em preparação) baseando-se nos critérios apresentados por Leentvaar (1997), as lagoas próximas da Lagoa Azul, foram classificadas como sendo de água doce (< 100 mg cloreto/l), ácidas (pH: 4.5-5.3) e pobres em nutrientes (oligotrófica).

As lagoas dos Lençóis Maranhenses são pequenas, rasas e muito dependentes da água da chuva, as massas de água apresentam circulação constante, devido a intensa atividade do vento.

A flora destas lagoas é determinada tanto pelas condições externas adversas (vento, insolação, precipitação, etc.) como pelos fatores abióticos atuantes no meio (composição química da água). O pH ácido da água parece ser importante na determinação da composição de sua flora. As desmídeas e diatomáceas (*Pinnularia*) são adaptadas a águas extremamente ácidas, também algumas espécies de Chlorococcales, flagelados e cianofíceas (Round, 1983).

Lagoas rasas tendem a apresentar floras epipéllicas e epifíticas desenvolvendo-se em boa parte de sua área. Nas lagoas dos Lençóis existe muito pouca vegetação marginal. As lagoas são rasas (profundidade máxima de 2m no período

de cheia), o sedimento é composto de arcia e a luz atinge o fundo em todos os períodos do ano, que permite a presença de um biofilme perifítico distribuído heterogeneamente formando mosaicos no fundo arenoso dessas lagoas. A maioria das algas planctônicas, pelo menos em parte de seu ciclo de vida, possivelmente vivem no perífíton presente na lagoa.

As desmídias foram encontradas com frequência e expressiva densidade. Essas algas são características de águas com pH baixo (4,0-7,0), baixa alcalinidade e pobres em nutrientes (Margalef, 1983). A maioria das espécies são bentônicas, também podem encontrar-se associadas a macrófitas aquáticas ou ainda no metafíton. Poucas espécies são verdadeiramente planctônicas, essas frequentemente tem um tamanho variando entre 9 a 20µm, presumivelmente porque sua taxa de sedimentação é baixa (Hock et al., 1997).

Pleurotaenium minutum (Ralfs) Delp. foi considerada uma espécie abundante na lagoa Azul. Sormus (1996) observou esta espécie desenvolvendo-se em poças d'água, brejos, no perífíton de raízes de plantas aquáticas, pedras, sedimentos de fundo constituídos de areias, também no plâncton e nas massas flutuantes submersas na Serra do Cipó (MG).

Hock et al. (1997) acreditam que existe uma relação indireta entre as desmídias e o sistema de carbono e o dióxido de carbono - bicarbonato. Os autores encontraram desmídias tanto em lago oligotrófico como eutrófico, com um pH de 4,0 concluíram que espécies oligotróficas podem usar CO₂ livre como fonte de carbono para a fotossíntese. Na lagoa Azul também observou-se que a maior parte do CO₂ total disponível para as algas, está na forma de CO₂ livre (82,4-97,2%). Uma correlação negativa entre o CO₂ livre e o pH ($r = -1,0$, $P < 0,05$) também foi encontrada.

Huszar (1994) estudando o fitoplâncton presente no Lago Bataia (PA) detectou uma dominância de desmídias como observado neste trabalho. Esta dominância deve-se ao baixo pH de suas águas e provavelmente pela presença de carbono inorgânico na forma de CO₂ livre.

Em todo o mundo são raras as pesquisas realizadas objetivando o estudo da estrutura e função do fitoplâncton em lagos de dunas. Segundo a revisão realizada por Lecintvaar (1997), a maioria dos trabalhos referem-se a lagos de dunas holandeses. Estes lagos apresentam geralmente características oligotróficas, elevado pH e baixas concentrações de nitrato e ortofosfato. Exceto o lago em Van Hunenplak, os outros lagos estudados possuem uma comunidade de plâncton eutrófico, rico em espécies, frequentemente misturados com algas filamentosas do gênero *Mougeotia*, *Spirogyra* e *Zygnema*. A água da lagoa Azul apresenta características semelhantes à água do lago em Van Hunenplak (acidez, oligotrofia e abundância em desmídias).

Bayly et al. (1975) realizando um levantamento do fitoplâncton em 15 lagos de dunas (Fraser Island - Austrália) caracteristicamente ácidos, registraram 84 táxons sendo que as desmídias compreenderam 50% ou mais das espécies presentes. Cassie & Freeman (1980) estudando lagos de dunas na Nova Zelândia identificaram 44 espécies de algas; entre as espécies mais comuns foram observadas desmídias, dinoflagelados e diatomáceas. Como obtido nesta pesquisa, a composição de espécies das lagoas de dunas australianas tem características comuns.

Algas planctônicas apresentam diferentes estratégias para diminuir a taxa de sedimentação. Na Lagoa Azul, a constante e reduzida profundidade, a agitação da massa d'água, provocada pela intensa atividade do vento, favoreceu a flutuação e dominância de *Peridinium umbonatum* Lemm. observada em novembro.

Clorófitas filamentosas como *Mougeotia* sp., *Spirogyra* sp., entre outras são algas imóveis frequentemente envolvidas por abundante mucilagem e formam massas filamentosas, que se estabelecem no sedimento e com frequência são encontradas a olho nu. Segundo Round (1983), em águas oligotróficas é comum encontrar massas mucilaginosas frouxas de *Spirogyra*, *Mougeotia*, *Zygnema*, *Oedogonium*, etc. Desta forma, a presença de *Mougeotia* na Lagoa Azul pode ser explicada pelo mesmo fato.

A distribuição temporal e espacial do fitoplâncton é afetada pela forma e posição da bacia lacustre, pelo grau de estratificação, etc. A Lagoa Azul é um ambiente muito dinâmico com substituição de espécies ao longo do ano, com baixa densidade e alta dominância. Quanto a distribuição espacial das algas planctônicas, sugere-se que ocorre uma "contaminação" pela flora epipélica, ou seja, o perífiton funciona como inoculo para estas algas (Moschini-Carlos & Pompêo, em preparação).

As espécies nanoplânctônicas (*Merismopedia punctata* Mey., *Eutetramorus fottii* Hind.) Kom., *Peridinium willei* Hult-Kaas e *Peridinium umbonatum* Lemm.) foram consideradas abundantes no fitoplâncton. Estas espécies são organismos típicos de estágios sucessionais iniciais, com pequena biomassa, alta relação superfície/volume e altas taxas de renovação (espécies r-selecionadas). Enquanto que *Mougeotia* sp é considerada k-selecionada apresentando baixa taxa de renovação e elevada biomassa.

A diversidade de espécies representa o grau de complexidade da estrutura da comunidade e é função da riqueza e da equidade. A diversidade de espécies tende a aumentar nos estágios mais maduros da sucessão ecológica (Odum, 1986). Em sistemas aquáticos oligotróficos a diversidade tende a ser mais alta do que em sistemas aquáticos eutróficos. No decorrer deste trabalho (março a novembro de 1998) detectou-se uma brusca diminuição na diversidade e na equidade. Este fato, provavelmente, está relacionado as condições externas extremas (vento, insolação e precipitação) atuantes no sistema, conferindo-lhe uma acentuada instabilidade.

De acordo com a hipótese do distúrbio intermediário (Connell, 1978), a baixa diversidade de espécies está relacionada com a ausência ou existência de distúrbios muito intensos e a alta diversidade com a ocorrência de distúrbios de frequências intermediárias. A lagoa Azul está submetida a distúrbios frequentes e muito intensos. Nos períodos de menores profundidades da coluna d'água, a comunidade de algas parece ser mais afetada pelos distúrbios, refletindo em uma baixa diversidade de espécies. No entanto, a hipótese do distúrbio intermediário somente poderá ser aplicada na Lagoa Azul, através da realização de estudos com uma maior frequência, e com a quantificação de sua intensidade.

Na Lagoa Azul as concentrações de nutrientes são baixas e a luz penetra até o fundo. Provavelmente, a disponibilidade de nutrientes deve ser o fator limitante da produtividade primária. O ortofosfato parece ser o nutriente limitante. Esta hipótese é confirmada pela alta e significativa correlação positiva obtida entre a produtividade primária e o ortofosfato. Segundo Tundisi & Matsumura-Tundisi (1981), a radiação solar raramente é um fator limitante para a produção primária em regiões tropicais, mas pode ser um fator controlador importante. A disponibilidade de nutrientes parece ser um dos fatores limitantes e controladores da produção fitoplanctônica (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 1981). Pompêo (1996) determinou uma produtividade primária baixa (1,2mgC/m³/h) para a lagoa Dourada (meso-oligotrófica) em Itirapina (SP), sugerindo que os nutrientes foram os fatores limitantes.

Na comunidade fitoplanctônica da Lagoa Azul os produtores primários mais importantes foram as algas de fração < 20µm, composta em sua maioria por flagelados e clorofíceas cocóides. Nos períodos amostrados a produtividade do nanoplâncton representou em média 75,3% do fitoplâncton total.

Pollinger & Berman (1982) detectaram para o lago Kinneret (Israel) uma produtividade primária (método C¹⁴) para o fito de rede e para o nanoplâncton variando respectivamente de 4,0 a 136,0mgC/m³/h e nanoplâncton de 7,1 a 49,0mgC/m³/h. Os autores concluíram que o nanoplâncton tem uma maior produtividade no verão e outono quando ocorre um máximo de intensidade luminosa.

Mariuzzi et al. (1984) sugerem que a produção do nanoplâncton apresenta uma relação direta com a temperatura. Na lagoa Azul a produtividade primária do fitoplâncton total e do nanoplâncton, apresenta correlação negativa com a temperatura da água.

Segundo Ruggiu et al. (1979), as algas pequenas são consideradas fotossinteticamente mais eficientes do que as de dimensões maiores e a contribuição do nanoplâncton é variável e depende do estado trófico do corpo d'água.

O trabalho realizado por Roland (1998) em 2 lagoas costeiras com diferentes graus de trofia, a lagoa de Cabiúnas (oligotrófica e oligoalina) e a lagoa de Imboassica (eutrófica), confirmam as citações anteriores. O autor encontrou para a lagoa de Cabiúnas uma produção e a biomassa dominada por fitoplâncton < 3µm e especialmente < 1µm (picoplâncton) e para a lagoa de Imboassica o fitoplâncton > 35µm dominando a produção e a biomassa. Este estudo também revelou uma baixa produção primária, uma alta eficiência e alta excreção das algas fitoplanctônicas para a lagoa oligotrófica e uma alta produção, baixa eficiência e baixa excreção para a lagoa eutrófica.

Na lagoa Azul os elevados valores de temperatura da água aceleram os processos de produção e decomposição e conseqüentemente, o consumo e liberação de nutrientes. Como esta lagoa é oligotrófica os nutrientes quando disponíveis são rapidamente assimilados e ficam a maior parte do tempo retidos nos organismos produtores do sistema. Como descrito anteriormente, as algas parecem apresentar muitas formas de estratégias adaptativas, recursos estes devido as condições adversas impostas pelo sistema.

A taxa de assimilação é um índice da atividade fotossintética na comunidade de algas e permite fazer uma avaliação das condições fisiológicas dos organismos. A taxa de assimilação é um índice da produção de biomassa em relação a taxa de reciclagem de carbono na comunidade. O fitoplâncton na Lagoa Azul apresentou na maioria do ano baixos valores de taxa de assimilação, que provavelmente são reflexo da abundância dos organismos nanoplancônicos, que apresentam como principal característica alta capacidade de crescimento das algas (alta taxa de renovação). Segundo a revisão na literatura feita por Pollinger & Berman (1982), o tempo de renovação dos organismos nanoplancônicos varia de 1,2 a 56 horas e o fito de rede particularmente *Peridinium cinctum* (Müller) Ehr. varia de 31,5 a 158 horas. O elevado valor da taxa de assimilação apresentado para o fitoplâncton em setembro, deve-se provavelmente a dominância do gênero *Mougeotia*, que apresenta uma baixa taxa de renovação.

Através dos resultados obtidos pode-se supor que na Lagoa Azul, o fitoplâncton <20µm é o grande produtor do sistema. Os níveis de fotossíntese devem ser mantidos pela rápida remineralização, escassa liberação de nutrientes pelos organismos pastadores e rápida assimilação pelos produtores.

Pode-se supor que a dinâmica da Lagoa Azul é extremamente rápida. Este fato, deve-se principalmente as condições instáveis característica deste ambiente (lagoa de dunas), representadas principalmente pela intensa atividade do vento e altas temperaturas. Fatores como a mudança da área da lagoa, volume de água e profundidade da coluna d'água, que apresentam-se condicionados ao regime pluviométrico, também devem ser considerados. A seqüência de substituição das algas parece também depender tanto das condições adversas do meio (influência alogênica), representadas principalmente pelo regime de precipitação, como e também pelas mudanças internas da comunidade (autogênicas), a dinâmica competitiva por recursos e espaço dos próprios organismos.

Agradecimentos

Ao CNPq (Processos: APQ-400192/97-7, DCR-400195/97-6, DCR-301642/95-8) aos Químicos Claudionor Gomes da Silva Filho e Vicente de Paulo Amorim Melo pela valiosa ajuda nos trabalhos de campo e laboratório.

Referências citadas

- Bayly, I.A.E., Ebsworth, E.P. & Wan, H.F. 1975. Studies on lakes of Fraser Island, Queensland. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, 26: 1-13.
- Brasil. SUDENE-DPG-PRNHME. 1990. Dados pluviométricos mensais do Nordeste - Estado do Maranhão. Recife, 103 p.
- Bruck, E.C., Freire, M.A.V., Lima, M.F. & Fois, G.H.B. 1995. Unidades de conservação no Brasil: cadastramento e vegetação 1991-1994: Relatório síntese. IBAMA, Brasília, 225p.
- Carvalho, A. E. F. B. 1993. Estudo florístico e fitossociológico em uma ilha de vegetação no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses. São Luis, UFMA, 85p. (Monografia- Ciências Biológicas)
- Cassie, V. & Freeman, P.T. 1980. Observations on some chemical parameters and the phytoplankton of five west coast dune lakes in Northland, New Zealand. *N. Z. J. Bot.*, 18: 299-320.
- Cavalcante, P.R.S. 1995. Étude sur la mobilisation du phosphore des forms azotées et des quelques métaux associés dans les vases eutrophycés: Experimentation sur des vases de L'Erdre "in situ" et en laboratoire. France, Universidade de Nantes, 187 p. (Tese).
- Connell, J.H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, 199: 1302-1310.
- Dussart, B. H. 1965. Les différents catégories de plancton. *Hydrobiologia*, 26: 72-74.
- Espindola, E.G., Rocha, O., Moschini-Carlos, V., Rietzler, A.C., Tundisi, J.G., Matsumura-Tundisi, T., Pompêo, M.L.M. & Ibañez, M.S. 1998. A comparative study on the diversity of the flora in tropical and subtropical freshwaters, I: The periphytic algae. *An. Acad. Bras. Cienc.*, 70: 775-784.
- Ferreira-Correia, M.M. 1983. Rodofíceas marinhas bentônicas no litoral oriental do estado do Maranhão, Rio Claro, UNESP, 266p. (Dissertação).
- Folk, R.L. & Ward, W.C. 1957. Brazos river bar; a study in the significance of grain size parameters. *J. Sediment. Petrol.*, 27: 3-26.
- Freire, J.L. 1971. Elementos de morfologia litorânea. Marinha do Brasil, Diretoria de Hidrografia e Navegação, Rio de Janeiro, 150 p.
- Garavelo, J.C., Rocha, O., Espindola, E.G., Rietzler, A.C. & Leal, A.C. 1998. Diversity of fauna in the interdunal lakes of "Lençóis Maranhenses": II- The ichthyofauna. *An. Acad. Bras. Cienc.*, 70: 797-803.
- Gaudette, H.E., Flight, W.R., Tonen, L. & Folger, D.W. 1957. An inexpensive titration method for the determination of organic carbon in recent sediments. *J. Sediment. Petrol.*, 44: 249-253.
- Golterman, H.L., Clymo, R.S. & Ohnstad, M.A.M. 1978. Methods for physical and chemical analysis of freshwaters. 2nd. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 213 p. (I.B.P. Handbook, 8).
- Hoek, Van Den, C., Mann, D.G., Jahns, H. M. 1997. Algae. An introduction to phycology. 2nd. University press, Cambridge, 627 p.
- Huszar, V.L.M. 1994. Fitoplâncton de um lago Amazônico impactado por rejeito de bauxita (Lago Batata, Pará, Brasil): Estrutura da comunidade, flutuações espaciais e temporais. São Carlos, UFSCar, 219 p. (Tese).
- Huszar, V.L.M. & Esteves, F.A. 1988. Considerações sobre o fitoplâncton de rede de 14 lagoas costeiras do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Limnol. Bras.*, 2: 323-345.
- Krebs, C.J. 1989. Ecological methodology. Harper & Row Publ., New York, 653 p.
- Koroleff, F. 1976. Determination of nutrients. In: Grasshoff, K. (ed). *Methods of seawater analysis*. Verlag Chemie, Weinheim, p. 117-181.
- Leentvaar, P. 1997. Communities of dunes lakes. In: *Ecosystems of the world 2 C*. Elsevier, Amersterdam, p. 297-322.

- Mackereth, F.J.H., Heron, J. & Talling, J.F. 1978. Water analysis: some revised methods for limnologists. Freshwater Biological Association, Ambleside. 117p. (Scientific Publication, 36)
- Margalef, R. 1983. Limnologia. Barcelona, Omega. 1010p.
- Mariazzi, A. A., Romero, M.C. & Arenas, P. 1984. Contribucion relativa del nanoplankton a la produccion primaria y pigmentos fotosinteticos en el embalse del rio Tercero (Cordoba, Argentina). *Ecosur*, 11 (21/22): 19-28.
- Marker, A.F.H., Nusch, H., Rai, H. & Riemann, B. 1980. The measurement of photosynthetic pigments in freshwater and standardization of methods: conclusions and recommendations. *Arch. Hydrobiol. Beih.*, 14: 91-106.
- Odum, E. P. 1986. *Ecologia*. Guanabara S.A., Rio de Janeiro. 434 p.
- Pollingher, U. & Berman, T. 1982. Relative contributions of net and nano phytoplankton to primary production in Lake Kinneret (Israel). *Arch. Hydrobiol.*, 96: 33-46.
- Pompêo, M.L.M. 1996. Produtividade primária do fitoplâncton e tipologia da Lagoa Dourada (Brotas, SP). In: *Anais do VII Seminário Regional de Ecologia*. UFSCAR São Carlos. p. 15-25.
- Rietzler, A. C., Pompêo, M.L.M., Rocha, O., Espíndola, E. L. G., Moschini-Carlos, V., Barbieri, R. 1998. A comparative study on the diversity of the flora in tropical and subtropical freshwaters, II: The macrophyte community. *An. Acad. Bras. Cienc.* 70: 786-791.
- Rocha, O., Rietzler, A.C., Espíndola, E.G., Matsumura-Tundisi, T. & Dumont, H.H. 1998. Diversity of fauna in sand dune lakes of Lençóis Maranhenses, Brazil. I: Zooplankton community. *An. Acad. Bras. Cienc.* 70: 793-795.
- Roland, F. 1998. Produção fitoplancônica em diferentes classes de tamanho nas lagoas de Imboassica e Cabiúnas. In: Esteves, F. (ed.) *Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé-RJ*. UFRJ, Rio de Janeiro. p. 159-176.
- Round, F. E. 1983. *Biologia das algas*. Guanabara, Rio de Janeiro. 263 p.
- Ruggiu, D., Saraceni, C., Bertoli, D. & Nakanishi, M. 1979. Primary production in Lago Mergozzo (N. Italy) and implications of phytoplankton cell size. *Mem. Inst. Ital. Idrobiol.*, 37: 223-246.
- Sematur - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Turismo. 1991. Diagnóstico dos principais problemas ambientais do Estado do Maranhão. São Luís. 193 p.
- Sormus, L. 1996. Desmidiaceae (Zygnemaphyceae) da Serra do Cipó, Estado de Minas Gerais, Brasil: Tribo Docidieae de Toni. *Hochnea*, 23(2): 7-20.
- Steeman-Nielsen, E. 1952. The use of radioactive carbon (¹⁴C) for measuring organic in the sea. *J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer.*, 8: 117-140.
- Strickland, J.D., Parsons, T.R. 1960. A manual of seawater analysis. *Bull. Fish. Res. Bol. Can.*, 125: 1-185.
- Torgan, L. C. 1997. Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplancônica na laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil, em um ciclo anual. São Carlos, UFSCar, 284 p. (Tese).
- Tundisi, J.G., Matsumura-Tundisi, T. 1981. Estudos limnológicos no sistema de lagoas do Médio Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. In: *Anais do II Seminário Regional de Ecologia*. UFSCAR, São Carlos. p. 133-258.
- Tundisi, J.G., Tundisi, T.M., Rocha, O., Gentil, J.G. & Nakamoto, N. 1977. Primary production, standing-stock of phytoplankton and ecological factors in a shallow tropical reservoir (represa do Broa, São Carlos, Brasil). In: *Sem. Medio Ambiente y Represas*. I: 138-172. Montevideo, Uruguay.
- Tundisi, J.G., Matsumura-Tundisi, T., Rocha, O., Espindola, E.G., Rietzler, A.C., Ibañez, M.S., Costa-Nero, P., Calijuri, M.C. & Pompêo, M.L.M. 1998. Aquatic biodiversity as a consequence of diversity of habitats and functioning mechanisms. *An. Acad. Bras. Cienc.*, 70: 767-773.
- Utermöhl, H. 1958. Zur vervollkommnung der quantitativen phytoplankton-methodik. *Mitt. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol.* 9: 1-38.

- Valderrama, J.C. 1981. The simultaneous analysis of total nitrogen and phosphorus in natural waters. *Mar. Chem.*, 10: 109-22.
- Vollenweider, R.A. 1974. A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments, 2nd. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 213 p. (IBP Handbook, n. 12).
- Wetzel, R.G. 1990. Land-water interfaces: metabolic and limnological regulators. *Verh. Int. Ver. Limnol.*, 24: 6-24.
- Wetzel, R. G. & Likens, G.E. 1991. *Limnological Analyses*. 2nd. Springer-Verlag, New York. 391 p.

Recebido em: 02 / 05 / 2001

Aprovado em: 01 / 10 / 2001