

BIOMASSA E CATEGORIAS DE TAMANHO DO FITOPLÂNCTON TOTAL NA
LAGOA DOS PATOS, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL
(verão de 1986)

ODEBRECHT, C.*; MÖLLER JR., D.O.* e NIENCHESKI, L.F.H.*

RESUMO

Variações espaciais (horizontais e verticais) e temporais (durante um mês) da biomassa de fitoplâncton foram observadas em sessenta Estações na Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul, no verão de 1986. A biomassa de fitoplâncton foi analisada através da fluorescência da clorofila a total e fracionada nas seguintes categorias de tamanho: picoplâncton (< 1 μm), nanoplâncton (1 a 20 μm) e microplâncton (> 20 μm). Concentrações altas (> 8 $\mu\text{g l}^{-1}$) de clorofila a total foram observadas na área Norte da Lagoa, enquanto que na área Sul estas concentrações foram as mais baixas (< 2,5 $\mu\text{g l}^{-1}$). Observou-se também uma alternância na importância relativa das três categorias de tamanho nas diversas áreas da Lagoa dos Patos: na região mais ao Norte, o microplâncton apresentou biomassa mais elevada, quando comparada com os valores na área Sul, onde as percentagens de picoplâncton apresentaram a maior contribuição. Estes resultados foram relacionados

* CIRN/FURG

com fatores abióticos tais como intensidade dos ventos, salinidade, velocidade de corrente, profundidade crítica e concentrações de nutrientes inorgânicos dissolvidos. Possíveis mecanismos que governaram os resultados observados são discutidos. A ocorrência de variações temporais em curto espaço de tempo (diárias) foram relacionadas à ação dos ventos, enquanto que processos de advecção de massas de águas de diferentes origens foram importantes para a distribuição espacial em toda a Lagoa dos Patos.

ABSTRACT - BIOMASS AND SIZE CATEGORIES OF TOTAL PHYTOPLANKTON IN LAGOA DOS PATOS, RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL (summer, 1986).

Spatial (horizontal and vertical) and temporal (during one month) variations of phytoplankton biomass were recorded in summer 1986 at sixty stations in Lagoa dos Patos. Phytoplankton biomass was analyzed by fluorescence for total chlorophyll a and fractionated into the following size classes: picoplankton ($< 1 \mu\text{m}$), nanoplankton (1 to $20 \mu\text{m}$) and microplankton ($> 20 \mu\text{m}$). In general, high concentration ($> 8 \mu\text{g l}^{-1}$) of total chlorophyll a were observed in the Northern area, whereas lower values ($< 2,5 \mu\text{g l}^{-1}$) occurred in the south. Also the relative importance of the analyzed size classes differed, microplankton being the most abundant in the northern area, whereas the highest percentage of picoplankton occurred in the south. Results were discussed in relation to abiotic factors such as wind force, salinity, current velocity, critical depth and dissolved inorganic nutrient concentration. Short term temporal (daily) variations were related to wind action, and advection processes between waters of different origin were important for the spatial distribution of phytoplankton in Lagoa dos Patos.

INTRODUÇÃO

A importância do estudo do fitoplâncton em categorias de tamanho, está na relação desta propriedade com outras, como a taxa de crescimento (MALONE, 1971; BANSE, 1976), abundância (ELTON, 1927; SHELDON et al., 1972) e relações tróficas na rede alimentar (PARSONS & LEBRASSEUR, 1970; LANDRY, 1977).

Até o presente, foram desenvolvidos vários trabalhos sobre o nanoplâncton e microplâncton (para revisão veja MALONE, 1980), e mais recentemente a atenção foi despertada para o picoplâncton (JOHNSON and SIEBURTH, 1979; LI et al., 1983; PLATT et al., 1983; JOINT et al., 1986). Em geral, o nanoplâncton e/ou picoplâncton apresentam produtividade primária mais alta quando comparados ao microplâncton, tanto em ambientes límnicos (TUNDISI et al., 1978; MARGALEF, 1983), estuarinos (TEIXEIRA et al., 1967; DURBIN et al., 1975; MALONE, 1971), costeiros (TUNDISI, 1971; MALONE & CHERVIN, 1979) quanto oceânicos (MALONE, 1971; FURUYA & MARUMO, 1983; LI et al., 1983). No entanto, ocorrem variações espaciais e temporais, sendo que em regiões mais eutróficas, costeiras bem como límnicas, ocorrem freqüentemente picos de microplâncton. Estes têm sido relacionados aos principais fatores de crescimento (disponibilidade de luz e nutrientes), bem como manutenção das células na coluna de água (sedimentação, advecção e herbivoria).

O presente trabalho visa obter informações sobre a biomassa total e estrutura de tamanho da comunidade de fitoplâncton na Lagoa dos Patos no verão de 1986, e tentar relacionar estes resultados com os principais fatores abióticos de influência.

MATERIAL E MÉTODOS

As Estações na Lagoa dos Patos (Fig. 1) foram amostradas

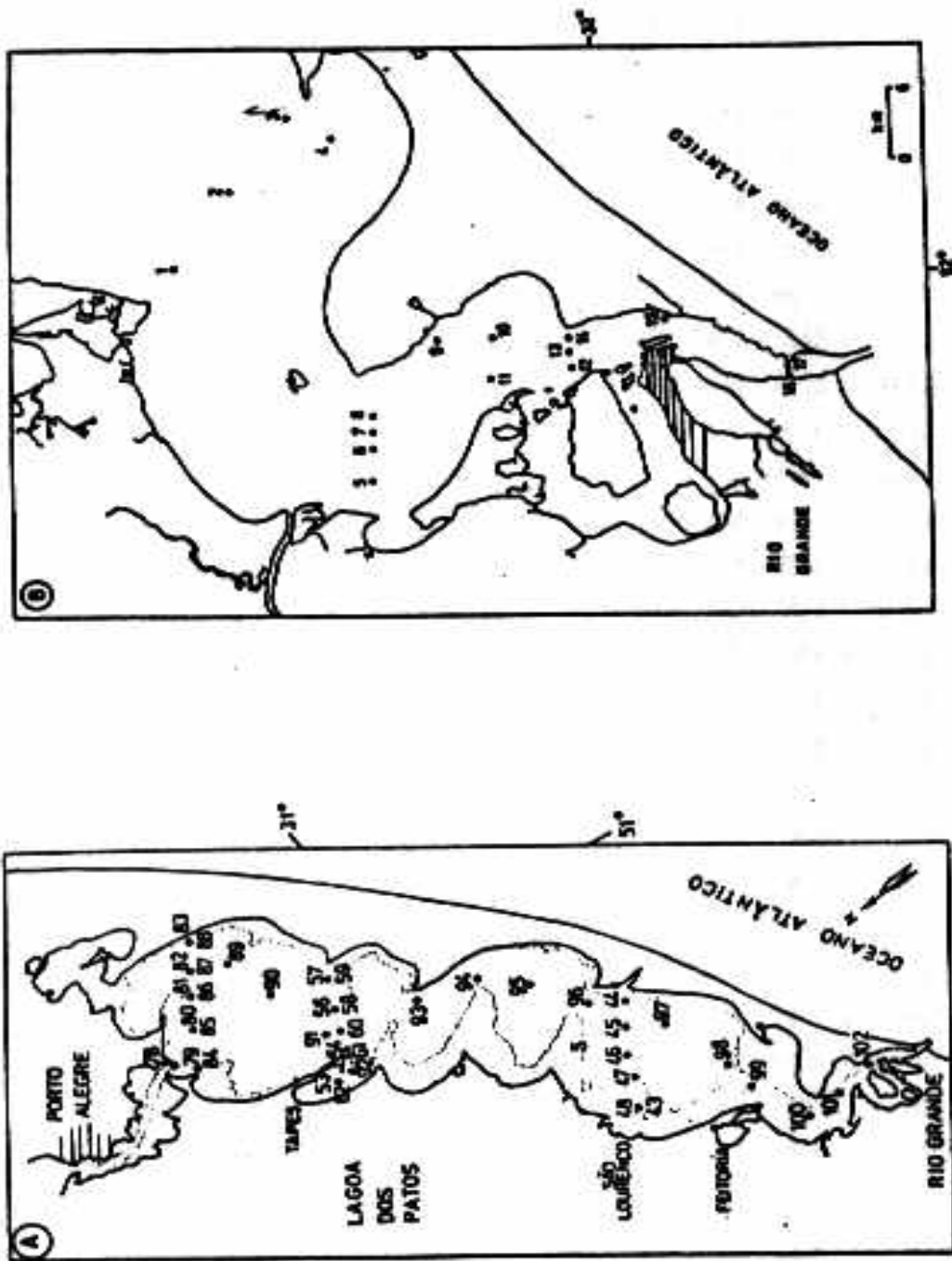


Figura 1 - Estações de amostragem na Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil. Verão de 1986 (06 de janeiro a 03 de fevereiro).

tradas de 06/01/1986 a 03/02/1986. As Estações onde citam-se dois números, foram coletadas em dois dias consecutivos.

As coletas para a análise da biomassa total de fitoplâncton foram realizadas em superfície por meio de balde plástico, e aproximadamente meio metro acima do fundo utilizando-se garrafa tipo Van Dorn, em todas as Estações assinaladas; a análise da biomassa fracionada por categorias de tamanho foi realizada somente em superfície, nas Estações 1 a 92, exclusive 9, 10 e 11. As categorias de fracionamento seguiram SIEBURTH et al. (1978).

A biomassa total e fracionada de fitoplâncton foi analisada após a concentração de 30 a 50 ml de amostra, da seguinte forma: a) clorofila a total, amostra retida sobre filtros de fibra de vidro Whatman GF/F; b) clorofila a do picoplâncton, amostra retida sobre filtros de fibra de vidro Whatman GF/F, anteriormente filtrada através de filtros de policarbonato Nuclepore com poros de 1 μ m de diâmetro; c) clorofila a do nanoplâncton, amostra retida sobre filtros de policarbonato mencionados acima, que foi pré-filtrada através de malha de rede de 20 μ m; d) clorofila a do microplâncton, como subtração entre a clorofila a total e o somatório do picoplâncton e nanoplâncton. Os filtros foram acondicionados no escuro, em congelador, até o processamento das amostras, dentro de no máximo catorze dias a partir da coleta. Após a extração dos pigmentos em 10 ml de acetona 90% por 24 h em geladeira, foram determinadas as concentrações de clorofila a com redução de feopigmentos segundo STRICKLAND and PARSONS (1972), em fluorômetro Turner 111 equipado com fotomultiplicador. A calibração do fluorômetro deu-se com padrão de clorofila a Sigma.

A intensidade luminosa na coluna de água foi determinada através de fotômetro Protomatic (medições em candelas) a intervalos de meio metro. A zona eufótica foi considerada até a profundidade onde ocorria aproximadamente 1% da intensidade luminosa de superfície (PARSONS et al., 1984). A profundidade crítica foi calculada multiplicando-se a ca-

mada eufótica pelos fatores 5,0 (TALLING, 1971) e 5,7 (GROBBELAAR, 1985), tendo este último sido proposto para águas turvas.

RESULTADOS

As variações espaciais de clorofila a total no sentido Norte-Sul da Lagoa dos Patos, no período entre 31/01 a 03/02 de 1986 (Fig. 2) demonstraram claramente uma tendência definida com: a) valores muito altos (8 g l^{-1}) na região Norte da Lagoa dos Patos; b) valores médios (2 a 8 g l^{-1}) na área central, de São Lourenço a Tapes; c) valores mais baixos ($2,5 \text{ g l}^{-1}$) ao Sul da Feitoria. Diferenças verticais na coluna de água foram pequenas, com exceção da região Norte, onde as concentrações de superfície se apresentaram

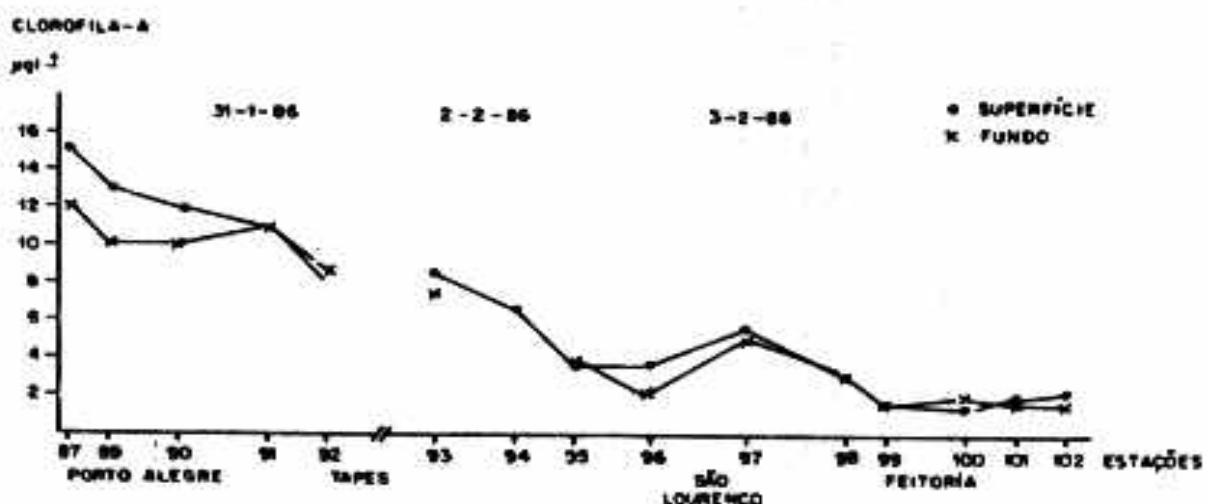


Figura 2 - Concentrações de clorofila a ($\mu\text{g l}^{-1}$) em superfície (•—•) e fundo (x—x) no transecto de sentido Norte-Sul (Porto Alegre a Rio Grande) de 31 de janeiro a 03 de fevereiro de 1986 na Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul.

mais altas (aproximadamente 20%) do que próximo ao fundo. Nestas ocasiões, a intensidade dos ventos era baixa, aumentando a partir da Estação 91, onde a coluna de água era homogênea para a clorofila.

A Fig. 3 traz as concentrações médias observadas em todas as Estações amostradas nas diferentes áreas da Lagoa dos Patos, em um intervalo de tempo de vinte e oito dias (seis de janeiro a três de fevereiro de 1986). Novamente fica evidente a tendência da Fig. 2, com a diferença de que os limites entre as regiões de São Lourenço, Tapes e Porto Alegre não foram tão marcadas. Isto decorre, certamente, do intervalo de tempo maior (um mês) entre a primeira e última amostragem, período no qual ocorreram variações temporais em cada área.

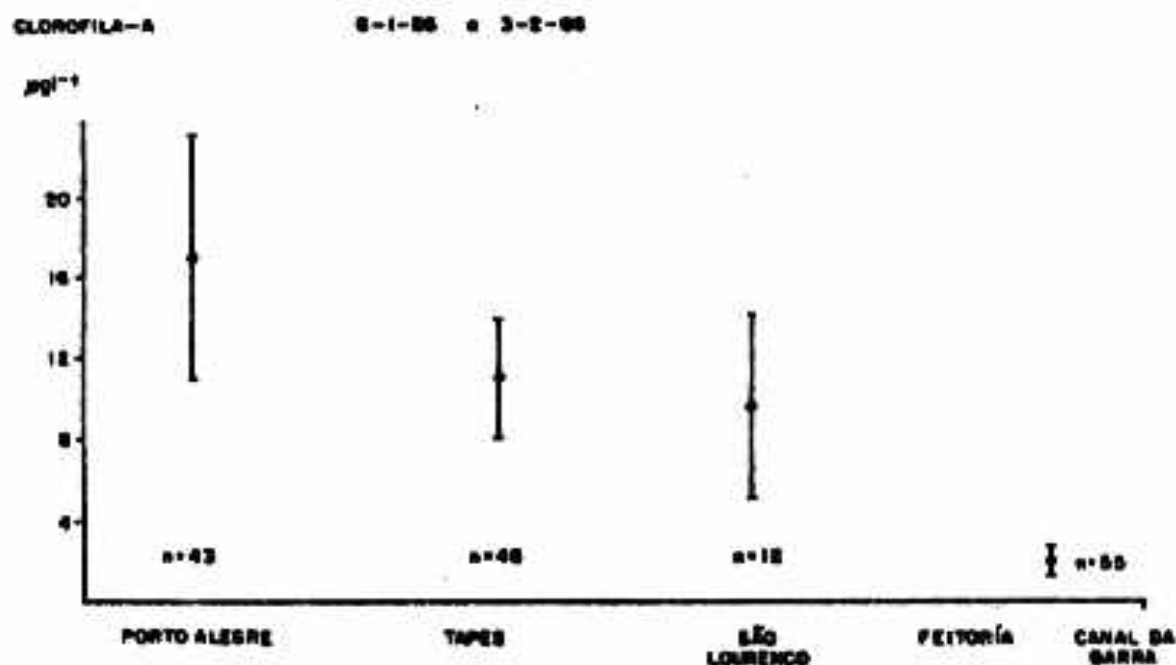


Figura 3 - Concentrações médias de clorofila a ($\mu\text{g l}^{-1}$), desvio padrão e o número de amostras analisadas na Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul, de 06 de janeiro a 03 de fevereiro de 1986.

As concentrações de clorofila total nos transectos de sentido Leste-Oeste apresentaram variações espaciais e temporais (Fig. 4): a) na área de São Lourenço, que foi coletada após dois dias com ventos cuja velocidade era superior a 10 m s^{-1} , observaram-se somente variações horizontais, estando a coluna de água homogênea verticalmente; b) na área de Tapes, foram observadas concentrações de clorofila a total de superfície muito altas (até $1076 \mu\text{g l}^{-1}$), em zonas

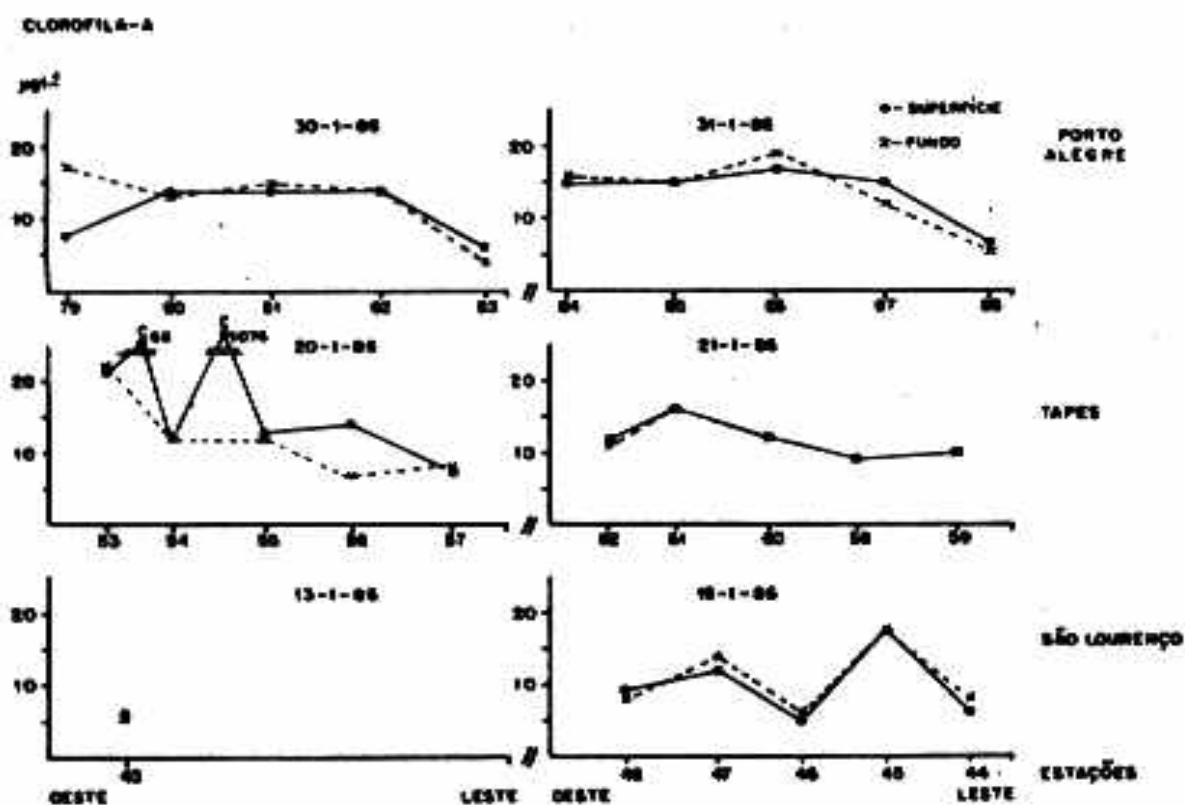


Figura 4 - Concentrações de clorofila a ($\mu\text{g l}^{-1}$) em superfície (—•—) e fundo (x---x) em dois dias consecutivos nos transectos de sentido Leste-Oeste nas áreas de São Lourenço (13 e 15 de janeiro de 1986), Tapes (20 e 21 de janeiro de 1986) e Porto Alegre (30 e 31 de janeiro de 1986), Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul.

de convergência de células do tipo descrito por LANGMUIR (1938), quando a força dos ventos foi menor que 5 m s^{-1} (20/01/1986). Nas zonas intermediárias à convergência, as concentrações assemelharam-se às do dia seguinte (21/01/1986), quando, após ventos de força média, entre 5 e 10 m s^{-1} , a coluna de água se apresentou mais homogênea, tanto no sentido vertical como horizontal. Os valores extremamente altos de clorofila a total nas zonas de convergência das células de Langmuir ocorreram devido à concentração de cianofíceas, principalmente, formando agregados em faixas de coloração verde-azulada intensa. O gênero principal nesta ocasião foi *Microcystis* (TORGAN, comunicado pessoal); d) na área mais ao Norte, próxima à Porto Alegre, foram observadas somente pequenas diferenças verticais e horizontais, com uma redução próxima à margem Leste em ambos os dias amostrados. Os valores mais altos de clorofila a total foram, portanto, observados em regiões de convergência de células de Langmuir, e na área próxima à Porto Alegre, na desembocadura do Rio Guaíba.

As Fig. 5 e 6 trazem as percentagens de clorofila a nas diferentes categorias de tamanho nas diferentes áreas da Lagoa dos Patos, e a Tab. 1 traz as percentagens médias, mínimas e máximas e o desvio padrão nestas áreas, bem como os valores absolutos de clorofila a total, do picoplâncton, nanoplâncton e microplâncton. Observou-se uma tendência inversa entre as percentagens de picoplâncton e concentrações de clorofila a total: na área Sul, onde as concentrações totais foram mais baixas, ocorreu a maior percentagem de biomassa de picoplâncton (até 95%). O inverso, percentagens altas de microplâncton onde as concentrações totais eram mais altas, ocorreu em São Lourenço, Tapes e na região Norte. Ressalta-se, no entanto, que as concentrações absolutas de picoplâncton variaram menos que as de clorofila a total. Constatou-se assim, que o aumento da biomassa do microplâncton e nanoplâncton é o principal responsável pelo aumento de biomassa de fitoplâncton nas áreas de São Lourenço, Tapes e

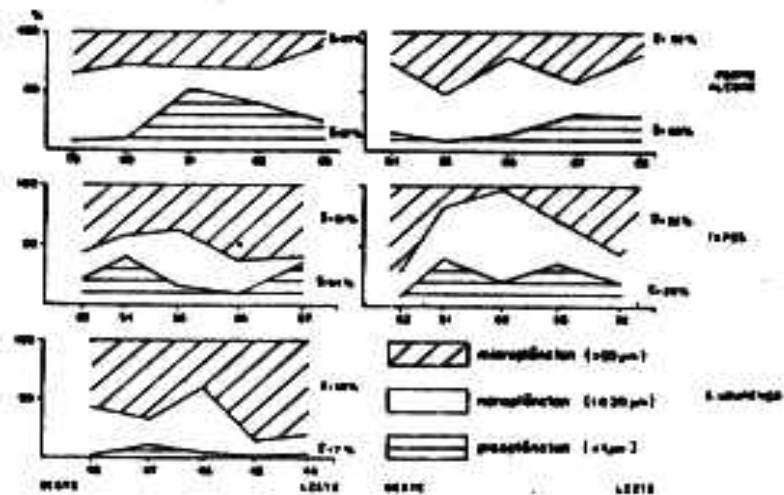


Figura 5 - Percentagens de clorofila a de picoplâncton ($< 1 \mu\text{m}$), nanoplâncton (1 a $20 \mu\text{m}$) e micropoplâncton ($> 20 \mu\text{m}$) em superfície nas diferentes áreas da Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul.

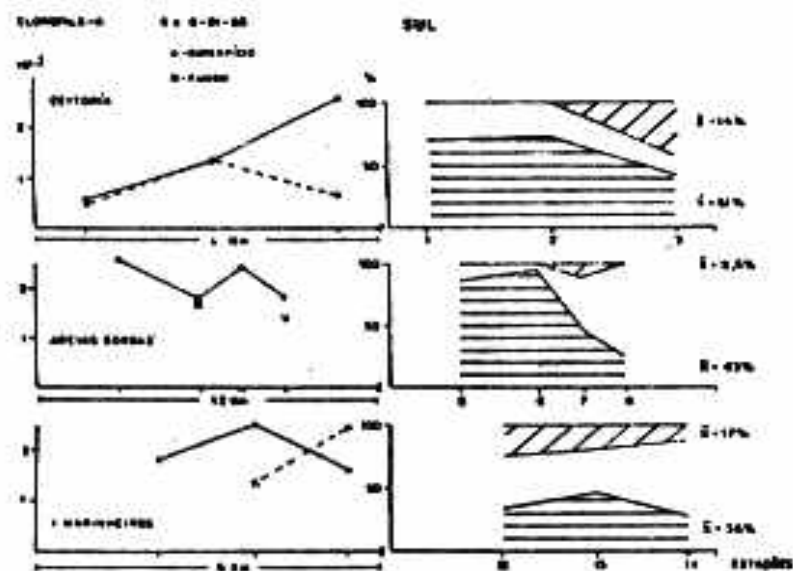


Figura 6 - Concentrações de clorofila a ($\mu\text{g l}^{-1}$) em superfície ($\cdot\text{---}\cdot$) e fundo ($\text{x}\text{---}\text{x}$), e as percentagens de picoplâncton ($< 1 \mu\text{m}$), nanoplâncton (1 a $20 \mu\text{m}$) e micropoplâncton ($> 20 \mu\text{m}$) em superfície na área Sul da Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul. A caracterização das percentagens é a mesma da Fig. 5.

Tabela 1 - Concentrações médias, mínimas e máximas em valores absolutos e relativos de clorofila-a referente à biomassa total, do microplâncton, nanoplâncton e picoplâncton em superfície na Lagoa dos Patos, verão de 1986.

		Porto Alegre	Tapas	São Lourenço	Sul
Cl- <u>a</u> Total	\bar{x}	15,0	14,0	11,0	2,0
$\mu\text{g l}^{-1}$	mín/máx	7-25	8-23	6-21	0,5-3
Micropl.	\bar{x}	4,6	6,1	6,6	0,3
$\mu\text{g l}^{-1}$	mín/máx	0,7-17	0,4-13	2,4-18	0,5-1,3
Nanopl.	\bar{x}	5,9	4,6	2,6	0,8
$\mu\text{g l}^{-1}$	mín/máx	2,8-12	0,5-10	1,2-4,2	0,2-1,7
Picopl.	\bar{x}	2,9	3,4	0,8	1,1
$\mu\text{g l}^{-1}$	mín/máx	0,6-8	1,0-7	0,3-1,7	0,4-2,2
Micropl.	\bar{x}	33	44	66	13
%	mín/máx	11-68	3-71	46-85	0-42
Nanopl.	\bar{x}	47	32	29	36
%	mín/máx	18-65	6-76	13-55	5-75
Picopl.	\bar{x}	24	25	5	51
%	mín/máx	3-52	8-40	1-11	25-95

Norte da Lagoa dos Patos.

As relação entre a profundidade crítica e total da coluna de água nas diferentes áreas da Lagoa dos Patos (Tab. 2) demonstram que, independentemente do fator utilizado (TALLING, 1971 ou GROBBELAAR, 1985) para o cálculo da profundidade crítica, as principais evidências são as mesmas: a) profundidade crítica sempre bem maior do que a profundidade total na Área Sul da Lagoa dos Patos; b) tanto na área de São Lourenço como Tapes houve situações em que a

Tabela 2 - Relação média entre a profundidade crítica e profundidade total da coluna de água, desvio padrão e o número de casos nas diferentes áreas da Lagoa dos Patos, verão de 1986. Profundidade crítica calculada de acordo com GROBBELAAR (1985) e TALLING (1971).

	Profundidade crítica/Profundidade total	
	GROBBELAAR	TALLING
Estuário	\bar{x} = 4,81 s = 2,80 n = 13	4,26 2,45 13
São Lourenço Tapes *	\bar{x} = 1,43 s = 0,53 n = 13	1,26 0,46 13
Norte de Tapes **	\bar{x} = 1,08 s = 0,26 n = 12	0,97 0,23 12

* < 50% casos onde profundidade crítica $\bar{=}$ profundidade total

** > 80% casos onde profundidade crítica \leq profundidade total

profundidade crítica era menor ou próxima da profundidade total; c) na maioria das Estações mais ao Norte, a profundidade crítica era mais ou menos igual à profundidade total, ou mesmo menor.

DISCUSSÃO

A biomassa e estrutura de tamanho da comunidade de fitoplâncton apresentaram características distintas no sentido Norte-Sul da Lagoa dos Patos. Isto ocorreu paralelamente a gradientes de condições físicas e químicas (NIENCHESKI et al., no prelo), de acordo com os quais três zonas foram diferenciadas (Tab. 3). Na zona límnica Norte, a concentração de clorofila a do fitoplâncton foi alta ($> 8 \mu\text{g l}^{-1}$), com predominância de microplâncton, enquanto que na área Sul os valores foram mais baixos (diferença de uma ordem de grandeza), com predominância de picoplâncton. O nanoplâncton, em geral, contribuiu com um terço ou mais na clorofila total tanto na zona Norte, Intermediária como também na Sul.

A entrada de águas salgadas na Lagoa dos Patos, que se fez notar até Tapes no verão de 1986, faz parte do padrão sazonal deste sistema e foi primeiramente mencionada por Von IHERING (1885). Os gradientes de sal acoplados aos diferentes tipos de água podem influenciar a distribuição do fitoplâncton diretamente. A redução da biomassa na área Intermediária poderia estar associada ao fenômeno de desaparecimento do fitoplâncton límnico em regiões onde ocorre o encontro de águas doces e marinhas, na faixa de salinidade 0 a 2^o/oo S (FILARDO & DUNSTAN, 1985).

No entanto, este fenômeno não explicaria as concentrações mais baixas, devido principalmente à redução do microplâncton, na área Sul. Aqui, apesar de a transparência elevada na coluna de água indicar condições luminosas favoráveis, ocorreu a menor biomassa deste estudo. Limitação nutricional também pode ser excluída como causa, pois as concen

Tabela 3 - Salinidade, transparência, relação entre a profundidade crítica e total, velocidade de corrente, nutrientes inorgânicos dissolvidos (NID), clorofila-a total e percentagens de tamanho nas áreas Norte, Intermediária e Sul na Lagoa dos Patos, RS, verão de 1986.

	NORTE Porto Alegre a Tapes	INTERMEDIÁRIA Tapes a Pta. Feitoria	SUL Pta. Feitoria ao Sul
Salinidade	límnico	oligohalino ($<5^{\circ}/\text{ooS}$)	meso/poli/ euhalino
Transparência	baixa 30-50 cm	baixa 25-50 cm	alta 60-240 cm
Prof. cr./total	≤ 1	≥ 1	> 1
Vel. corrente	baixa $5-20 \text{ cm s}^{-1}$	média $12-20 \text{ cm s}^{-1}$	alta $> 20 \text{ cm s}^{-1}$
NID			
Silicato	altos $\bar{x} 75 \mu\text{atg l}^{-1}$	altos $\bar{x} 69 \mu\text{atg l}^{-1}$	altos $\bar{x} 66 \mu\text{atg l}^{-1}$
Nitrogenados	altos $\bar{x} 11 \mu\text{atg l}^{-1}$	variáveis $\bar{x} 5-16 \mu\text{atg l}^{-1}$	altos $\bar{x} 9 \mu\text{atg l}^{-1}$
Fosfato	baixos $\bar{x} 0,9 \mu\text{atg l}^{-1}$	variáveis $0,5-2,0 \mu\text{atg l}^{-1}$	altos $\bar{x} 1,7 \mu\text{atg l}^{-1}$
Cl-a total	alta $> 8 \text{ g l}^{-1}$	média $2-8 \mu\text{g l}^{-1}$	baixa $< 2 \mu\text{g l}^{-1}$
X micropl.	alta $> 30\%$	alta $> 30\%$	baixa $\bar{x} 13\%$
X nanopl.	alta $> 30\%$	alta $\geq 30\%$	alta $> 30\%$
X picopl.	média $\bar{x} 24\%$	baixa $\bar{x} 5\%$	alta $> 50\%$

trações dos nutrientes inorgânicos dissolvidos (silicato, fosfato, nitrato e nitrito) em geral foram altas (veja Tab. 3 e NIENCHESKI et al., no prelo). Valores relativamente baixos de clorofila *a* no verão parecem ser um padrão mais amplo, pois SMAYDÁ (1957) e PENNOCK (1985) constataram o mesmo para os estuários de Narrangasett, E.U.A. e Delaware, E.U.A., respectivamente. PENNOCK (op. cit.) enfatizou a ação da herbivoria na remoção do fitoplâncton no estuário, no verão.

Para a Lagoa dos Patos, deve-se ressaltar que as taxas de advecção se apresentaram distintas nas zonas Norte e Sul, e inversamente proporcionais aos teores de clorofila *a* do microplâncton. Na região Sul, as altas velocidades de corrente (até 50 cm s^{-1}) devem ter um efeito carreador dos organismos, constituindo-se aqui, principalmente, uma região de passagem. Assim sendo, a biomassa da comunidade refletirá as condições de origem, neste caso marinha. Análises taxonômicas em andamento confirmam a presença de espécies de origem marinha na área Sul.

Já na área límnica, a maior estabilidade favorece uma concentração maior de biomassa de fitoplâncton, com condições nutritivas favoráveis. De outro lado, parece que na região Norte a disponibilidade luminosa pode ser reguladora do crescimento do fitoplâncton, pois em certas ocasiões a profundidade crítica foi alcançada na coluna de água (relação profundidade crítica/profundidade total ≤ 1). Nestas ocasiões, ter-se-ia que conhecer as taxas de mistura vertical para estabelecer as condições reais de disponibilidade luminosa para o crescimento (SVERDRUP, 1953). A leve estratificação térmica, de oxigênio dissolvido (NIENCHESKI et al., no prelo) e de clorofila em algumas situações, demonstram que pode ocorrer estabilidade vertical, que por sua vez favorece o crescimento na camada eufótica superficial. No entanto, variações na intensidade dos ventos repercutem diretamente sobre esta estabilidade vertical. SMALL (1963) ressaltou que o vento está dentre os principais fatores que

atuam sobre a distribuição do fitoplâncton em sistemas rasos.

Um exemplo da ação dos ventos sobre a distribuição do fitoplâncton na Lagoa dos Patos, foi a ocorrência de células de convecção do tipo descrito por LANGMUIR (1938), em 20/01/1986 (intensidades de vento entre 2,5 e 5 m s⁻¹), o que favoreceu a concentração de microplâncton (cianofíceas) na superfície, nas zonas de convecção das referidas células. Os altíssimos teores de clorofila a (> 1000 µg l⁻¹) que foram observados nesta ocasião, também são reportados para outros sistemas (ROBARTS, 1984) sob condições meteorológicas calmas. Entretanto, já no dia seguinte, com ventos de intensidade média (5 a 10 m s⁻¹), ocorreu a desintegração destas células de Langmuir, e o teor de clorofila a foi mais homogêneo. Notou-se assim uma variabilidade muito alta na distribuição espacial do fitoplâncton em curto espaço de tempo, em função da ação dos ventos. MÖLLER et al. (1986) observaram que as relações entre o coeficiente de extinção e clorofila a na Lagoa dos Patos apresentaram dispersão mais elevada sempre quando as intensidades de ventos eram extremas: sob condições calmas, devido às variações espaciais de clorofila; e sob condições muito agitadas, devido à dificuldade de leitura de parâmetros ópticos.

Sugere-se aqui, que a ação dos ventos e advecção de diferentes tipos de água foram os fatores principais que governaram a distribuição espacial e temporal do fitoplâncton na Lagoa dos Patos, no período estudado. A disponibilidade de elementos nutritivos não indicou ser fator de primeira ordem para o fitoplâncton; já a disponibilidade de luz, resultante dos dois primeiros fatores mencionados, certamente teve função importante. Para a elucidação e quantificação deste problema, será necessário conhecer as taxas de produção primária e de remoção das células pela ação da herbivoria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANSE, K. Rates of growth, respiration and photosynthesis of unicellular algae as related to cell size - a review. *J. Phycol.*, 12: 135-40, 1976.
- DURBIN, E.G.; KRAWIEC, R.W.; SMAYDA, T.J. Seasonal studies on the relative importance of different size fractions of phytoplankton in Narragansett Bay (USA). *Mar. Biol.*, 32: 271-87, 1975.
- ELTON, C. *Animal ecology*. London, Sidwick and Jackson, 1927.
- FILARDO, M.J. & DUNSTAN, W.M. Hydrodynamic control of phytoplankton in low salinity waters of the James River. *Estuar. Coast. Shelf. Sci.*, 21: 653-67, 1985.
- FURUYA, K. & MARUMO. The structure of the phytoplankton community in the subsurface chlorophyll maxima in the Western North Pacific Ocean. *J. Plankton. Res.*, 5 (3): 393-406, 1983.
- GROBBELAAR, J.U. Phytoplankton productivity in turbid waters. *J. Plankton Res.*, 7: 653-63, 1985.
- JOHNSON, P.W. & SIEBURTH, J. McN. Chroococcoid cyanobacteria in the sea: a ubiquitous and diverse phototrophic biomass. *Limnol. Oceanogr.*, 24: 928-35, 1979.
- JOINT, I.R.; OWENS, N.J.P.; POMROY, A.J. Seasonal production of photosynthetic picoplankton and nanoplankton in the Celtic Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 28: 251-8, 1986.
- LANDRY, M.R. A review of important concepts in the trophic organization of pelagic ecosystems. *Helgoländer Wiss. Meeresunters.*, 1977. 30p.
- LANGMUIR, I. Surface motion of water induced by wind.

Science, 87: 119-23, 1938.

LI, W.K.W.; SUBBA-RAO, D.V.; HARRISON, W.G.; SMITH, J.C.; CULLEN, J.J.; IRVIN, B.; PLATT, T. Autotrophic picoplankton in the tropical ocean. *Science*, 219: 292-5, 1983.

MALONE, T.C. The relative importance of nanoplankton and netplankton as primary producers in tropical oceanic and neritic phytoplankton communities. *Limnol. Oceanogr.*, 16: 633-9, 1971.

_____. Size-fractionated primary productivity of marine phytoplankton. In: FALKOWSKI, P.G., ed. *Primary productivity in the sea*. New York, Plenum Publishing, 1980. p. 301-19.

MALONE, T.C. & CHERVIN, M.B. The production and fate of phytoplankton size fractions in the plume of the Hudson River, New York Bight. *Limnol. Oceanogr.*, 24: 683-96, 1979.

MARGALEF, R. *Limnologia*. Barcelona, Ediciones Omega, 1983. 1010p.

MÖLLER JR., O.O.; ODEBRECHT, C.; NIENCHESKI, L.F.H.; SOARES, I.D. Relações entre parâmetros ópticos e o material em suspensão na Lagoa dos Patos, Porto Alegre a Rio Grande, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMNOLOGIA, 1, 1986. *Resumo ...*

NIENCHESKI, L.F.H.; MÖLLER JR., O.O.; ODEBRECHT, C.; FILMANN, G. Distribuição espacial de alguns parâmetros físicos e químicos na Lagoa dos Patos, Porto Alegre a Rio Grande, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMNOLOGIA, 1, Belo Horizonte, 1986.

PARSONS, T.R. & LeBRASSEUR, R.J. The availability of food to different trophic levels in the marine food chain. In: STEELE, J.H., ed. *Marine food chains*. Edinburgh,

- Oliver & Boyd, 1970. p. 325-43.
- PARSONS, T.R.; TAKAHASHI, M.; HARGRAVE, B. *Biological oceanographic processes*. 3 ed. Oxford, Pergamon, 1984. 330p.
- PENNOCK, J.R. Chlorophyll distributions in the Delaware Estuary: regulation by light-limitation. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 21: 711-25, 1985.
- PLATT, T.; SUBBA-RAO, D.V.; IRWIN, B. Photosynthesis of picoplankton in the oligotrophic ocean. *Nature*, 300 (5902): 702-4, 1983.
- ROBARTS, R.D. Factors controlling primary production in a hypertrophic lake (Hartbeespoort Dam, South Africa). *J. Plankton Res.*, 6: 91-105, 1984.
- SHELDON, R.W.; PRAKASH, A.; SUTCLIFFE JR., W.H. The size distribution of particles in the ocean. *Limnol. Oceanogr.*, 17: 327-40, 1972.
- SIEBURTH, J. McN.; SMETACK, V.; LENZ, J. Pelagic ecosystem structure: heterotrophic compartments of the plankton and their relationship to plankton size fractions. *Limnol. Oceanogr.*, 23 (6): 1256-63, 1978.
- SMALL, L.F. Effect of wind on the distribution of chlorophyll-a in Clear Lake, Iowa. *Limnol. Oceanogr.*, 8: 426-32, 1963.
- SMAYDA, T.J. Phytoplankton studies on lower Narragansett Bay. *Limnol. Oceanogr.*, 2: 342-59, 1957.
- STRICKLAND, J.D.H. & PARSONS, T.R. *A practical handbook of seawater analysis*. Ottawa, Fisheries Research Board Canada, 1972. 311p. (Bulletin, 167)
- SVERDRUP, H.V. On conditions for the vernal blooming of phytoplankton. *Perm. Int. Explor. Mer.*, 18: 287-95, 1953.

- TALLING, J.F. The underwater light climate as a controlling factor in the production ecology of freshwater phytoplankton. *Mitt. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol.*, 19: 214-43, 1971.
- TEIXEIRA, C.; TUNDISI, J.G.; SANTORO, J. Plankton studies in a mangrove environment. IV. Size fractionation of the phytoplankton. *Bol. Inst. Oceanogr.*, S. Paulo, 16 (1): 39-42, 1967.
- TUNDISI, J.G. Size distribution of the phytoplankton and its ecological significance in tropical waters. In: COSTLOW, J.D., ed. *Fertility of the sea*. New York, Gordon & Breach, 1971. p. 603-12.
- TUNDISI, J.G.; GENTIL, J.G.; DIRICKSON, M.C. Seasonal cycle of primary production of nanno and microphytoplankton in a shallow tropic reservoir. *Rev. Bras. Bot.*, 1: 35-9, 1978.
- VON IHERING, H. Die Lagoa dos Patos. *Deutsche Geogr. Blätter*, 2: 164-203, 1885.

ENDEREÇO DOS AUTORES

ODEBRECHT, C.; MÖLLER JR., O.O. e NIENCHESKI, L.F.H.
Fundação Universidade do Rio Grande
Caixa Postal, 474
96200 Rio Grande - RS