

IMPACTO DA HERBIVORIA DO MICROZOOPLÂNCTON NO FITOPLÂNCTON NO ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS (VERÃO)

ANA ROSA DE SENA JESUS¹ & CLARISSE ODEBRECHT²

Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Biológica – Fundação Universidade Federal do Rio Grande

C. P. 474 – CEP 96201-900 – Rio Grande, RS, Brasil

¹pgobarsj@furg.br – ²doclar@furg.br

RESUMO

Consideramos a hipótese de que, no estuário da Lagoa dos Patos, a biomassa do fitoplâncton no verão seria controlada pela ação de herbívoros. O impacto do pastoreio no crescimento e na biomassa do fitoplâncton foi quantificado em fevereiro de 1999 em duas enseadas rasas do estuário, Saco Justino (SJ) e Saco do Mendanha (SM), com menor e maior influência da entrada de águas marinhas, respectivamente, através de experimentos em laboratório (técnica da diluição). Em cada enseada foram coletados 10 l de água superficial e filtrados em rede malha de 150 µm. Em laboratório, a água foi distribuída aleatoriamente em 12 frascos (500 ml), adotando-se os seguintes tratamentos: sem diluição e 75%, 50% e 25% de amostra natural diluída com água do local filtrada. Todos os tratamentos foram enriquecidos com nitrogênio e fósforo (N:P 15:1) e os experimentos foram realizados durante 48 h sob condições controladas de temperatura e luz. A densidade e a composição taxonômica do fitoplâncton e do protozooplâncton foram estimados na água do ambiente, juntamente com a salinidade e os teores de clorofila *a* e de nutrientes inorgânicos dissolvidos. O teor de clorofila *a* em cada frasco foi também estimado após 24 horas e 48 horas para determinar a taxa de crescimento líquido do fitoplâncton, e o dos nutrientes no final do experimento. No experimento do SM a relação entre a taxa de diluição e o crescimento líquido do fitoplâncton nas primeiras 24 h resultou em uma taxa de mortalidade (*m*) de 0,4 d⁻¹ e de crescimento (*µ*) 1,3 d⁻¹. Após 48 h, foi observado um leve aumento em *m* (0,6 d⁻¹) e um decréscimo significativo em *µ* (0,5 d⁻¹). No SJ não houve remoção de fitoplâncton nas primeiras 24 horas do experimento e após 48 h, *m* foi de 0,4 d⁻¹ e *µ* de 0,6 d⁻¹. Neste segundo dia no SM o impacto da herbivoria na remoção de fitoplâncton foi significativo, em torno de 40-60% da produção primária diária. Os principais organismos herbívoros foram ciliados (*Strombidium* sp. e outros) e dinoflagelados heterotróficos (*Protoperidinium* sp.) em ambos os ambientes, e dinoflagelados mixotróficos (*Prorocentrum minimum*) somente no SJ.

PALAVRAS-CHAVE fitoplâncton, microzooplâncton, herbivoria, estuário

ABSTRACT

Impact of microzooplankton grazing on the phytoplankton in the Patos Lagoon estuary

We considered the hypothesis that phytoplankton biomass in summer is controlled by herbivory in the Patos Lagoon estuary. The impact of herbivorous grazing on phytoplankton growth and biomass was quantified in February 1999 using laboratory bioassays (dilution technique) and water of two shallow embayments, Saco do Justino (SJ) and Saco do Mendanha (SM), with low and high salt water influence, respectively. Surface water (10 liters) was filtered through a 150 µm mesh to remove large zooplankton. In the laboratory, 12 subsamples (500 ml) were distributed as follows: no dilution, 75%, 50% and 25% of natural water diluted with filtered water from the same source. Nitrogen and phosphorus (N:P 15:1) were added to all treatments and the experiments (48 hours) were conducted under light and temperature controlled conditions. Phytoplankton and protozooplankton density and taxonomic composition were determined in the natural sample together with salinity, the concentration of dissolved inorganic nutrients and of chlorophyll *a*. The latter was estimated in each sub-sample after 24 hours and 48 hours to estimate phytoplankton net growth rates while nutrients were estimated at the end of the experiment. In the SM experiment, phytoplankton mortality (*m*) in 24 hours was 0,4 d⁻¹, together with highest values of phytoplankton growth *µ* (1,25 d⁻¹). After 48 hours *m* increased slightly (0,6 d⁻¹), and *µ* showed a significant decrease (0,5 d⁻¹). In the SJ experiment no grazing effect was observed after 24 hours, and after 48 hours *m* was 0,4 d⁻¹ and *µ* 0,58 d⁻¹. The estimated grazing values represent a significant impact on phytoplankton, i.e. 40-60% of the daily summer primary production. In both areas, the main herbivores were ciliates (*Strombidium* sp. and others) and heterotrophic dinoflagellates (*Protoperidinium* sp.), while the mixotrophic dinoflagellate *Prorocentrum minimum* was observed in SJ only.

KEY WORDS: phytoplankton, microzooplankton, grazing, estuary

1 – INTRODUÇÃO

O controle da produção do fitoplâncton através da predação e a transferência de energia dos produtores primários para outros níveis tróficos, dá-se através da herbivoria (microzooplâncton, 20-200 µm) e pelas interações da alça microbiana (protozooplâncton e bactérias) (Capriulo & Carpenter 1983, Kamiyama 1997, McManus & Ederington-Cantrell 1992). No estuário da Lagoa dos Patos, a concentração de protozooplâncton e de metazooplâncton aumenta no período de primavera/verão (Montú 1980, Bergesch & Odebrecht 1997, Abreu & Odebrecht 1997), e a estrutura de tamanho do fitoplâncton, caracterizada pela dominância da fração <20 µm (nanoplâncton + picoplâncton) (Bergesch & Odebrecht 1995, Torgan *et al.* 2000), poderia resultar da ação de controle "top-down". Nesse estuário, a observação do consumo de diatomáceas por ciliados (Abreu & Odebrecht 1997) e os resultados de experimentos de inclusão de predadores (Abreu *et al.* 1994) indicam que o protozooplâncton (flagelados, dinoflagelados e ciliados) é um importante consumidor de fitoplâncton.

O presente estudo tem por objetivo quantificar o impacto da herbivoria do microzooplâncton (<150 µm) no crescimento e biomassa de fitoplâncton em duas enseadas do estuário da Lagoa dos Patos no verão, época de baixa concentração de clorofila *a* e de nutrientes nitrogenados, e de alta concentração de herbívoros.

A herbivoria foi quantificada através da técnica de diluição da amostra de água, assumindo que a taxa instantânea de mortalidade de fitoplâncton é proporcional à concentração dos consumidores e suas presas (Landry & Hassett 1982, Landry *et al.* 1995^a, Verity *et al.* 1996). Esta técnica apresenta os seguintes pressupostos: (1) o crescimento de cada indivíduo do fitoplâncton não é afetado por outras células fitoplanctônicas, desta forma a redução na densidade de fitoplâncton não altera a taxa de crescimento de células remanescentes; (2) a probabilidade da célula de fitoplâncton de ser consumida é proporcional à taxa de encontro entre consumidores e suas presas. Considera-se que os consumidores não estejam saciados e que a ingestão de presas seja proporcional à sua densidade; (3) a mudança na densidade do fitoplâncton em um intervalo de tempo segue o modelo de crescimento exponencial onde a taxa de crescimento líquido é igual à diferença entre a taxa de crescimento do fitoplâncton (μ) e a taxa de mortalidade por herbivoria (m), por sua vez proporcional à diluição (D_i) da água natural (Fig. 1).

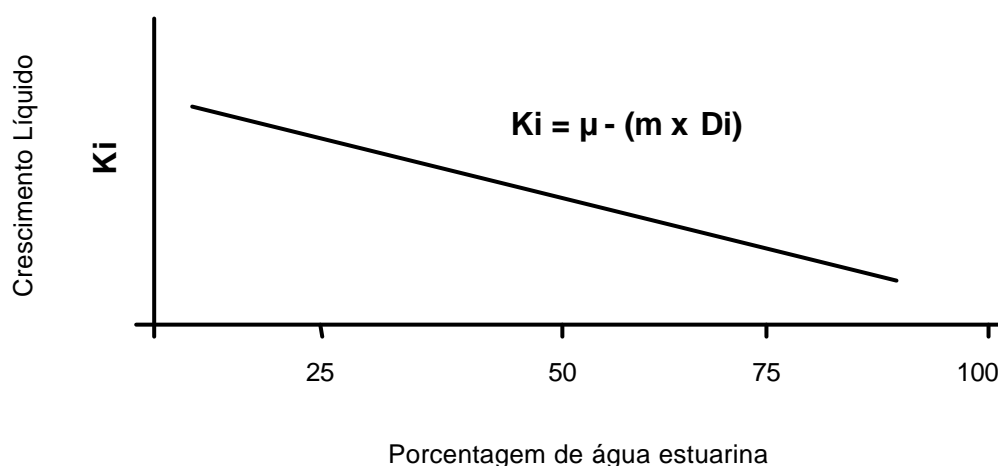


FIGURA 1 – Modelo da regressão linear entre a porcentagem de água estuarina (D_i) e o crescimento líquido (K_i) do fitoplâncton.

2 – MATERIAL E MÉTODOS

Procedimentos em campo e laboratório

Uma grande extensão das margens do estuário da Lagoa dos Patos (32° 07' S; 52° 15' W) é formada por enseadas rasas (<3 m profundidade), que ocupam 31,6 % e 19,9 % de sua área e volume de água, respectivamente (Bonilha 1996). Experimentos de herbivoria foram realizados com água coletada na superfície no dia 24/02/1999 em duas enseadas, os sacos do Justino (SJ, margem oeste) e do Mendanha (SM, margem leste). Em campo, foi determinada a transparência (Disco de Secchi) e a temperatura da água (termômetro Arbra), e um volume de 10 l foi filtrado em rede de náilon (150 µm abertura de malha) para separar o zooplâncton. Em laboratório, a água foi homogeneizada e distribuída aleatoriamente em 12 frascos (500 ml) nos seguintes tratamentos: amostra natural sem filtração (100%), 75%, 50% e 25% de amostra natural diluída com água estuarina filtrada (filtros de fibra de vidro, Whatman GF/C). Os experimentos foram realizados em triplicata. Para evitar que as condições nutricionais fossem limitantes, os tratamentos foram enriquecidos com nitrato e fosfato (30 µM KNO_3 ; 2 µM KH_2PO_4), seguindo-se o critério de Maestrini *et al.* (1984) para águas ricas, correspondendo a aproximadamente 25% além da concentração máxima do ambiente (21 µM N; 1,7 µM P; Persich *et al.* 1996). O experimento foi realizado sob condições controladas de fotoperíodo (12:12h luz:escuro), intensidade luminosa (100 µE · m⁻² · s⁻¹) e de temperatura (20° C ± 1° C).

No início de cada experimento, amostras de água natural foram filtradas (Whatman GF/C) e armazenadas em frascos de polietileno (freezer), para a posterior análise dos teores de nitrato+nitrato, fosfato e silicato (Strickland & Parsons 1972). A salinidade (Yellow Spring mod. 33) e o teor de amônia

foram analisados imediatamente, o último através do método de Azul de Indofenol (UNESCO 1983). As leituras de absorvância foram realizadas em fotocolorímetro (Carl Zeiss Elko II), e os resultados expressos em μM .

A concentração de clorofila *a* foi determinada no início do experimento (água natural) e após 24 h (25/02/99 dia) e 48 h (26/02/99) no material retido em filtros (Whatman GF/F), cujos pigmentos foram extraídos no escuro (24 h, acetona 90%, -18°C). A intensidade da fluorescência da clorofila *a* no extrato foi determinada em fluorímetro Turner TD-700 (Welschmeyer 1994).

O fitoplâncton e protozooplâncton foram quantificados no início do experimento em amostras de água natural, fixadas com solução de lugol 1% e armazenadas em frascos de cor âmbar. A contagem foi efetuada em microscópio de luz invertida Nikon (contraste de fase, objetivas 100, 200 e 400x), com o uso de câmaras de sedimentação (2 ou 10 ml) (Sournia 1978, Thronsen 1978). Um microscópio Zeiss Axioplan de luz transmitida foi utilizado para a identificação de organismos em maior aumento (1000 x).

Análise dos dados

O impacto da herbivoria foi quantificado através da técnica de diluição (Landry & Hassett 1982, Landry *et al.* 1995^a, Verity *et al.* 1996) que se baseia no princípio de que a taxa de pastagem é proporcional à densidade dos consumidores e suas presas. Portanto, a mortalidade do fitoplâncton por herbivoria (*m*) pode ser calculada através de uma regressão entre a diluição da água (eixo x) e a taxa de crescimento líquido do fitoplâncton (eixo y). A taxa de crescimento líquido do fitoplâncton (K_i , divisões dia^{-1}) foi estimada com base na concentração de clorofila *a* usando-se a equação $K_i = \ln(N_1 - N_0) / (t_1 - t_0) \times 1,44$ (Guillard 1985), sendo N_1 e N_0 os valores de concentração de clorofila *a* nos tempos t_1 e t_0 , respectivamente. Como resultado, a declividade da reta é proporcional à taxa de *m*, e a interseção da reta com o eixo y indica o valor da taxa de crescimento do fitoplâncton (μ) (Fig. 1).

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de salinidade indicam que havia influência marinha nas duas enseadas, embora mais restrita no Saco do Justino (SJ, Salinidade 12) do que no Saco do Mendanha (SM, Salinidade 23). A temperatura da água era alta ($24^\circ - 25^\circ\text{C}$), a transparência baixa (0,7-1,0 m) nos dois ambientes, da mesma forma como as concentrações de clorofila *a* ($1,9-2,6 \mu\text{g l}^{-1}$) e de nutrientes nitrogenados dissolvidos (Tab. 1). Os teores de fósforo e de silicato foram relativamente mais altos, evidenciando-se uma limitação de nitrogênio (N:P < 16; Si:N > 1) em ambos os ambientes.

TABELA 1 – Condições ambientais observadas nos sacos do Justino (SJ) e do Mendanha (SM) no dia 24 de fevereiro de 1999.

	SJ	SM
Temperatura da água ($^\circ\text{C}$)	25	24
Transparência (m)	1	0,7
Salinidade	12	23
Clorofila <i>a</i> ($\mu\text{g l}^{-1}$)	2,6	1,9
Amônio (μM)	1,7	1,6
Nitrito+nitrato (μM)	0,7	0,9
Fosfato (μM)	2,3	2,3
Silicato (μM)	29,8	39,1
N:P	1:1	1,1:1
N:Si	0,1:1	0,1:1

No SJ, o dinoflagelado mixotrófico *Prorocentrum minimum*, nanoflagelados ($<20 \mu\text{m}$) e cianofíceas ($< 5 \mu\text{m}$) estavam presentes em alta densidade ($\pm 10^6$ células l^{-1}), seguidas de diatomáceas penadas (*Gomphonema* e *Cylindrotheca*) e de dinoflagelados heterotróficos (*Protoperdinium*) (10^4 células l^{-1}) (Fig. 2).

O crescimento líquido do fitoplâncton (K_i) entre os dias 24 e 25/02/99 variou entre 0,8-1,2 d^{-1} e entre os dias 25 e 26 entre 0-0,8 d^{-1} (Tab. 2). A relação entre a taxa de diluição e K_i foi positiva nas primeiras 24 horas (r^2 0,45; $p < 0,05$), não sendo detectada remoção de fitoplâncton. Entre os dias 25 e 26/02/99, a relação foi negativa, com uma taxa de mortalidade do fitoplâncton (*m*) estimada em 0,4 d^{-1} (0,2-0,6) e a taxa de crescimento (μ) em 0,58 d^{-1} (Fig. 3). Neste segundo dia, a relação não foi significativa (r^2 0,2; $p > 0,05$).

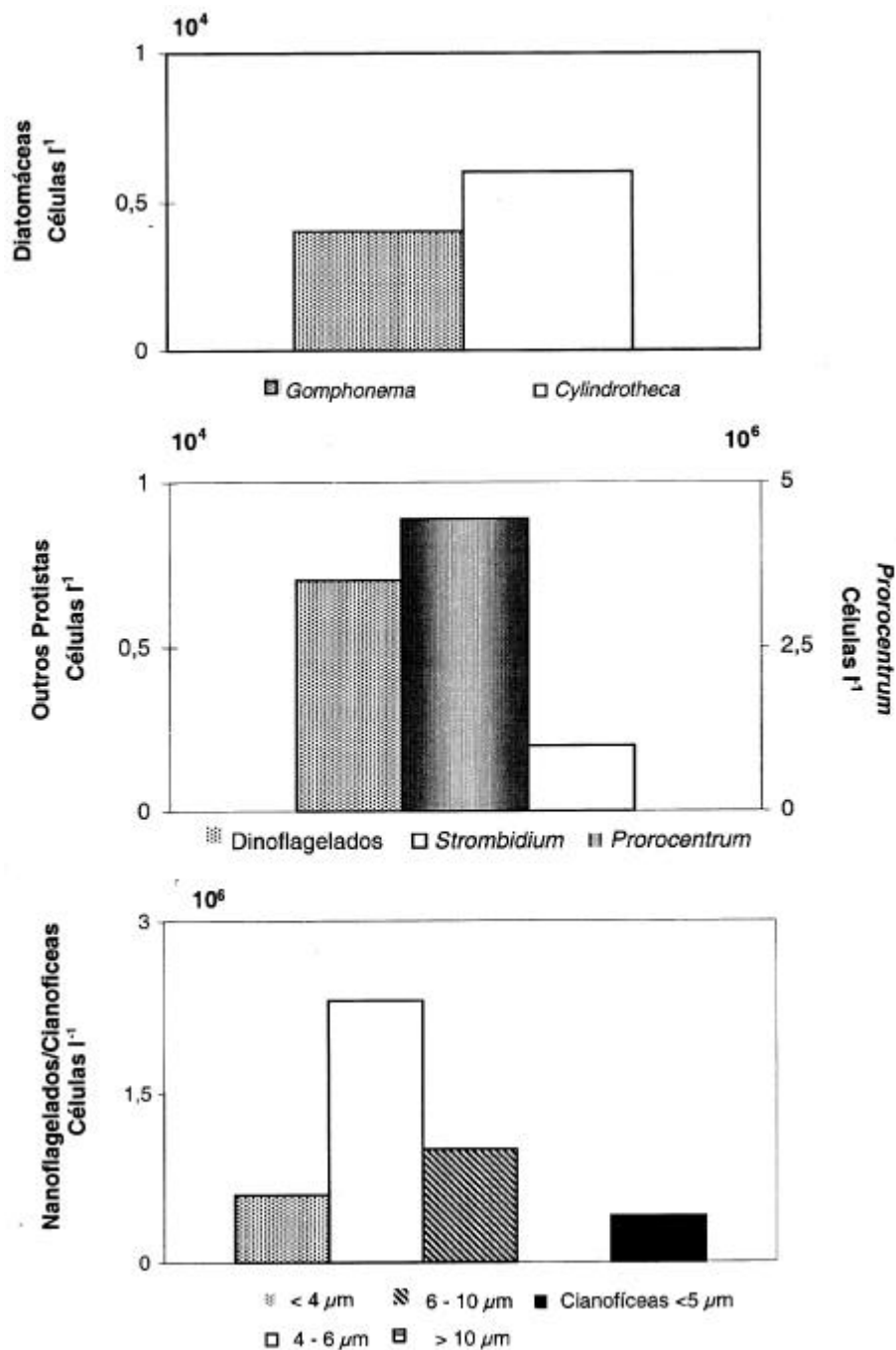


FIGURA 2 – Densidade dos Organismos (Células l⁻¹ na água natural do Saco do Justino no início do Experimento (24 de Fevereiro de 1999).

TABELA 2 – Valores médios e desvio padrão (s) do teor de clorofila a (Cla, μg l⁻¹) e da taxa de crescimento líquido (Ki, d⁻¹) nos experimentos nos sacos do Justino (SJ) e Mendanha (SM). % = porcentagem de água estuarina não filtrada.

	SJ					SM				
	24/02/99	25/02/99	26/02/99	24/02/99	25/02/99	26/02/99	24/02/99	25/02/99	26/02/99	26/02/99
%	Cla	Cla (s)	Ki (s)	Cla (s)	Ki (s)	Cla	Cla (s)	Ki (s)	Cla (s)	Ki (s)
100	2,6	7,7(0,5)	1,0(0,1)	10,8(0,6)	0,5(0,2)	1,9	4,5(0,5)	1,0(0,1)	4,3(0,6)	0,3(0,0)
75	1,95	6,3(0,6)	1,2(0,1)	6,3(0,6)	0,0(0,0)	1,4	3,7(0,4)	1,2(0,1)	3,3(0,5)	0,0(0,0)
50	1,3	3,4(0,2)	0,9(0,1)	4,7(0,4)	0,5(0,2)	0,95	2,7(0,2)	0,9(0,1)	2,4(0,1)	0,3(0,0)
25	0,7	1,6(0,1)	0,8(0,1)	2,8(0,3)	0,8(0,1)	0,5	1,6(0,1)	0,8(0,2)	2,6(0,1)	0,7(0,1)

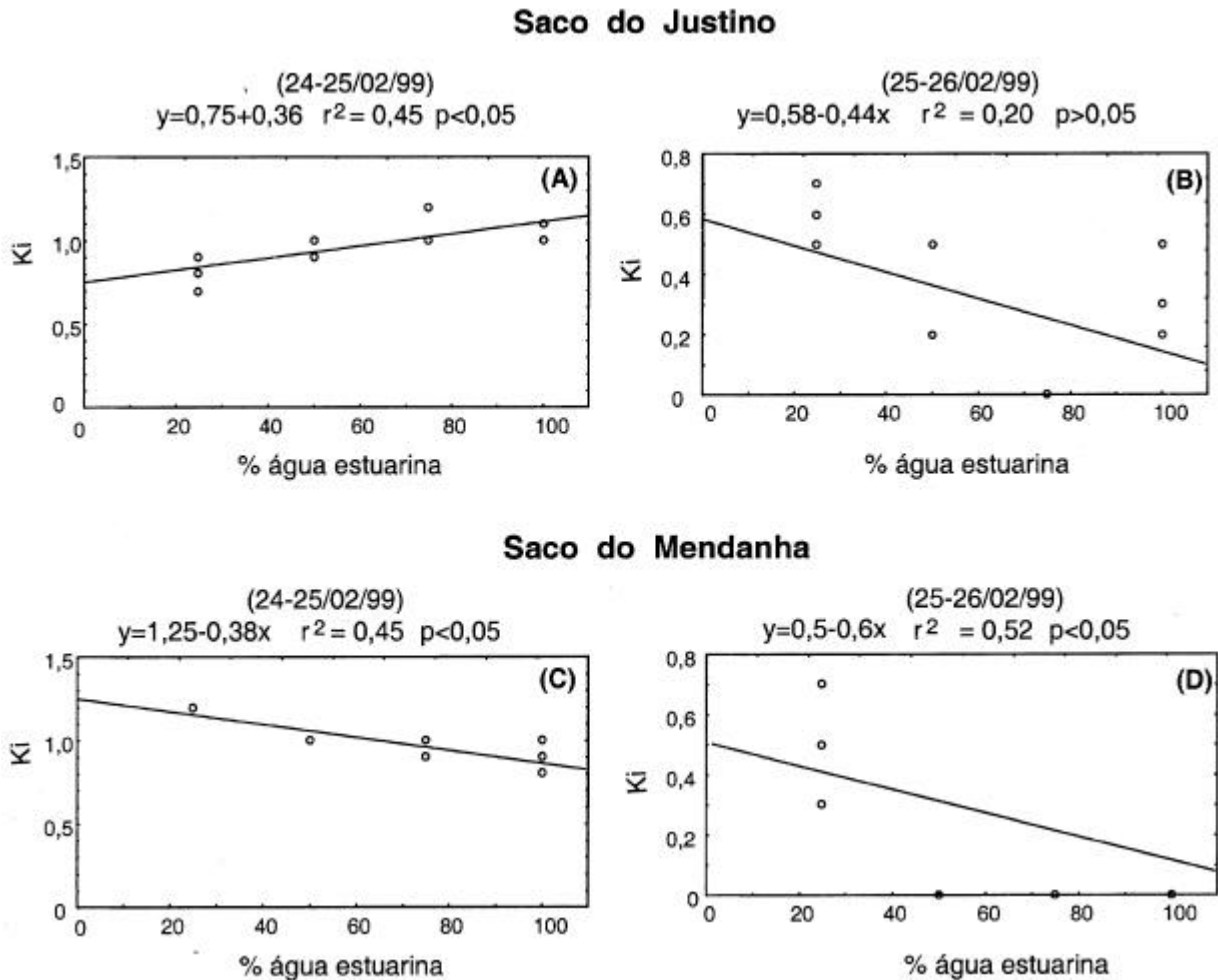


FIGURA 3 – Relação entre a Porcentagem de água estuarina e a taxa de crescimento líquido (Ki) no saco do Justino (A e B) e do Mendanha (C e D) (Verão de 1999).

No SM, a diatomácea *Cylindrotheca closterium* também foi importante (10^4 células l^{-1}), juntamente com outras diatomáceas marinhas neríticas (*Skeletonema costatum* e *Chaetoceros* spp.). Entre os organismos estritamente autotróficos, observamos ainda o ciliado *Mesodinium rubrum* (10^3 células l^{-1}) e entre os organismos mixotróficos/heterotróficos encontram-se dinoflagelados (principalmente *Prorocentrum*) e ciliados (*Strombidium*), ambos com densidade em torno de 10^3 células l^{-1} . Os nanoflagelados estavam presentes em alta densidade (10^6 células l^{-1}), destacando-se os de menor tamanho ($< 4 \mu m$) (Fig. 4).

O crescimento líquido do fitoplâncton no SM variou entre $0,8-1,2 d^{-1}$ entre os dias 24 e 25/02/99, diminuindo para $0,7 d^{-1}$ entre os dias 25 e 26/02/99 (Tabela 2). A taxa m aumentou de $0,4$ para $0,6 d^{-1}$ nos mesmos dias, e a taxa de crescimento do fitoplâncton (μ) que entre os dias 24 e 25/02/99 foi alta ($1,25 d^{-1}$), diminuiu significativamente entre os dias 25 e 26/02/99 ($0,5 d^{-1}$, Fig. 3). Neste experimento, todas as regressões foram estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

Considerando-se as taxas estimadas de m ($0,4-0,6 d^{-1}$) no SM e uma produção primária média de verão de $76,1 \mu g C l^{-1} d^{-1}$ no estuário da Lagoa dos Patos (Abreu 1992), a remoção da biomassa de fitoplâncton representa aproximadamente $30 \mu g C l^{-1} d^{-1}$ a $45 \mu g C l^{-1} d^{-1}$, respectivamente. No SJ a taxa de remoção observada no segundo dia do experimento era da mesma ordem de grandeza, confirmando a importância da herbivoria de microzooplâncton, especialmente protozooplâncton - dinoflagelados e ciliados - no controle da biomassa de fitoplâncton no verão, no estuário da Lagoa dos Patos. Uma característica de dinoflagelados heterotróficos e ciliados é a sua capacidade de competir com copépodos por diatomáceas, sendo favorecidos por sua taxa de crescimento mais alta, razão de seu importante papel na remoção do fitoplâncton (Hansen 1992). Já em experimentos realizados em mesocosmos no SJ em novembro de 1988 (primavera), 45% de biomassa produzida após a adição de nutrientes foi removida principalmente por copépodos (*Acartia tonsa*) do mesozoplâncton (Abreu et al. 1994).

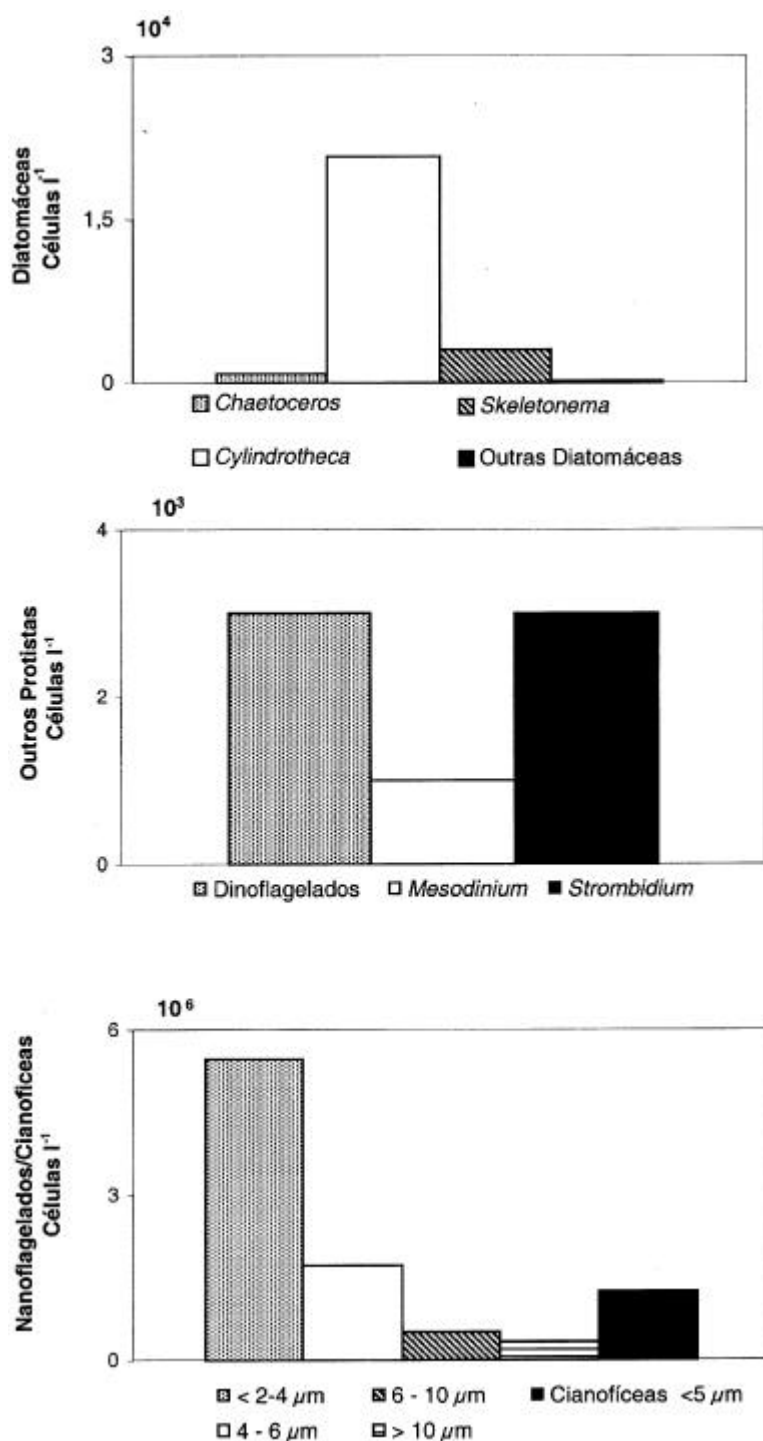


FIGURA 4 – Densidade dos Organismos (Células l⁻¹) na água natural do Saco do Mendanha no início do experimento (24 de Fevereiro de 1999).

A relação positiva encontrada no SJ no primeiro dia de experimento foi inesperada, e poderia resultar do fato de que o principal consumidor no SJ tivesse sido um organismo mixotrófico. O dinoflagelado fotossintetizante *Prorocentrum minimum* (10⁶ células l⁻¹) também se alimenta heterotroficamente, se estimulado por limitação de nutrientes nitrogênio ou fósforo (Stoecker *et al.* 1997), situação em que se encontrava o SJ na data do experimento. O hábito mixotrófico de *P. minimum* provavelmente influenciou no resultado do primeiro dia, pois a adição de nitrogênio poderia induzir uma mudança na forma predominante de nutrição de mixotrófica para autotrófica, reduzindo significativamente a ação herbívora dos consumidores. Além disto, a excreção e/ou decomposição de organismos e detrito eventualmente poderia influenciar a taxa de crescimento do fitoplâncton. Entretanto, o resultado no SJ no primeiro dia de experimento deveria ser confirmado através de estudos mais detalhados.

Aplicando as taxas de remoção de fitoplâncton e de crescimento de ciliados, determinadas em laboratório, e assumindo que todos os ciliados eram herbívoros, Newer & Cowels (1994) estimaram uma remoção entre 5 e 24% do fitoplâncton em zonas de ressurgência (Peru), e entre 7 e 52% na Corrente da Califórnia, durante o verão. Já Landry & Lorenzen (1989) estimaram que os ciliados consumiram de 6-7% da produção primária em águas costeiras, valor menor quando comparado ao impacto do mesozooplâncton (15-40% da produção primária). Em experimentos de diluição com águas costeiras de Washington, Landry & Hasset (1982), observaram uma remoção pelo microzooplâncton de 17 a 52% da produção primária diária, enquanto que outros experimentos resultaram em valores mais altos, 83% de produção primária diária com águas do Pacífico Central, e 68-105% com águas do Pacífico Equatorial (Landry *et al.* 1995b, Verity *et al.* 1996).

Os resultados obtidos no presente experimento, confirmam a importância do microzooplâncton na transferência da matéria orgânica primária para os consumidores ao longo da cadeia trófica no estuário da Lagoa dos Patos, em períodos de verão. Além disto, verifica-se que a estrutura da cadeia trófica pelágica nesse período é complexa, tendo em vista a importância do protozooplâncton, que apresenta uma grande diversidade alimentar desde formas mixotróficas até competidores com seus próprios predadores por microalgas (Smetacek 1981, Gifford 1985, 1988).

Em resumo, concluímos que durante o verão, a ação da herbivoria pode reduzir a biomassa de fitoplâncton significativamente nas enseadas do estuário da Lagoa dos Patos. Verificamos que o protozooplâncton representa uma importante fração herbívora, destacando-se ciliados (*Strombidium* sp., outros) e dinoflagelados mixotróficos e heterotróficos (*Prorocentrum minimum*, *Protoperidinium* sp.).

LITERATURA CITADA

- ABREU, P.C. 1992. Phytoplankton production and the microbial food web of the Patos Lagoon estuary, southern Brazil. Tese de Doutorado, Universidade de Bremen, Alemanha. 100p.
- ABREU, P.C.; E. GRANÉLI; C. ODEBRECHT, D. KITZMANN, L. A. PROENÇA & C. RESGALLA Jr.. 1994. Effect of fish and mesozooplankton manipulation on the phytoplankton community in the Patos Lagoon estuary, Southern Brazil. *Estuaries*, 17: 575-584.
- ABREU, P.C., C. ODEBRECHT. 1997. Bactérias e Protozooplâncton. In: SEELIGER U., ODEBRECHT, C., CASTELLO, J. P. C. (eds.). Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil. *Ecocientia*, Rio Grande. 40-42.
- BERGESCH, M. & C. ODEBRECHT. 1995. Estrutura de tamanho do fitoplâncton no estuário da Lagoa dos Patos: uma comparação entre três métodos de análise. *Atlântica*, 17: 53-62.
- BERGESCH, M. & C. ODEBRECHT. 1997. Análise do fitoplâncton, protozooplâncton e de alguns fatores abióticos no estuário da Lagoa dos Patos. *Atlântica*, 19: 31-50.
- BONILHA, L.E.C. 1996. Modelo ecológico da coluna d'água do estuário da Lagoa dos Patos (RS - Brasil) MELP: uma abordagem sistêmica e integrada. Dissertação de Mestrado, FURG, Rio Grande, RS. 247 p.
- CAPRIULO, G.M. & E.J.R. CARPENTER. 1983. Abundance, species composition and feeding impact of tintinnid microzooplankton in central Long Island Sound. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 10: 277-288.
- GUILLARD, R.L. 1985. Division rates. In: STEIN, J. (Ed.). Handbook of phyycological methods: Culture methods and growth measurements. Cambridge Univ. Press, 289-311.
- GIFFORD, D.J. 1985. Laboratory culture of marine planktonic oligotrichs (Ciliophora; Oligotrichida). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 23: 257-267.
- GIFFORD, D.J. 1988. Impact of grazing by microzooplankton in the northwest Arm on Halifax Harbour, Nova Scotia. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 47: 249.
- HANSEN, P.J. 1992. Prey size selection, feeding rates and growth dynamics of heterotrophic dinoflagellates with special emphasis on *Gyrodinium spirale*. *Mar. Biol.*, 114: 327-334.
- KAMIYAMA, T. 1997. Growth and grazing responses of tintinnid ciliates feeding on the toxic dinoflagellate *Heterocapsa circularisquama*. *Mar. Biol.*, 128: 509-515.
- LANDRY, M.R. & R. P. HASSET. 1982. Estimating the grazing impact of marine micro-zooplankton. *Mar. Biol.*, 67: 283-288.
- LANDRY, M.R.; LORENZEN, C. J. 1989. Abundance, distribution and grazing impact of zooplankton on the Washington shelf. In: Landry, M. R., Hickey, B. M. (eds.). Coastal oceanography of Washington and Oregon. Elsevier, Amsterdam, 175-210p.
- LANDRY, M.R., J. CONSTANTIOU & J. KIRSHEIN. 1995a. Microzooplankton grazing in the central equatorial Pacific during February and August 1992. *Deep Sea Res.* 42: 657-671.
- LANDRY, M.R., J. KIRSHEIN & J. CONSTANTIOU. 1995b. A refined dilution technique for measuring the community grazing impact of microzooplankton with experimental tests in the central equatorial Pacific. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 120: 53-63.
- MAESTRINI, S.Y., D. J. BONIN & M. R. DROOP. 1984. Algae as ecological indicators. In: SHUBERT, L. E. (ed.). Phytoplankton as indicators of sea quality: Bioassay approaches and protocols. Academic Press, London, 71-131.
- McMANUS, G. & M.C. EDEINGTON-CANTRELL. 1992. Phytoplankton pigments and growth rates, and microzooplankton grazing in a large temperate estuary. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 87: 77-85.
- MONTÚ, M. 1980. Zooplâncton do estuário da Lagoa dos Patos. I estrutura e variações temporais e espaciais da comunidade. *Atlântica*, 4: 53-72.
- NEWER, S. & T. J. COWELS. 1994. Protist herbivory in the Oregon upwelling system. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 113: 147-162.
- PERSICH, G.R., C. ODEBRECHT, M. BERGESCH & P. C. ABREU. 1996. Eutrofização e fitoplâncton: comparação entre duas enseadas rasas no estuário da Lagoa dos Patos. *Atlântica*, 18: 27-41.
- SOURNIA, A. 1978. Phytoplankton Manual. Monographs and oceanographic methodologies. UNESCO, Paris, 337p.
- SMETACEK, V. 1981. The annual cycle of protozooplankton in the Kiel Bight. *Mar. Biol.*, 63: 1-11.

- STOECKER, D.K., A. LI, W. COATS, D. E. GUSTAFSON & M. K. NANNEN. 1997. Mixotrophy in the dinoflagellate *Prorocentrum minimum*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 152: 1-12.
- STRICKLAND, J.D.H. & T. R. PARSONS. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Ottawa, Fisheries Research Board of Canada. Bulletin 167, 310 p.
- TORGAN, L.C., C. ODEBRECHT & L. F. H. NIENCHESKI. 2000. Variação espacial da estrutura de tamanho do fitoplâncton na Laguna dos Patos, Sul do Brasil. *Atlântica*, 22: 95-111.
- THRODSEN, J. 1978. Preservation and storage. In: SOURNIA, A. (ed). *Phytoplankton Manual, Monographs and oceanographic methodologies*. UNESCO, Paris., 69-74.
- UNESCO. 1983. Chemical methods for use in marine environmental monitoring. Intergovernmental Oceanographic Commission. *Manual and Guides* 12, 337 p.
- VERITY, P.G., D.K. STOECKER, M. E. SIERACKI & J. NELSON. 1996. Microzooplankton grazing of primary production at 140° W in the equatorial Pacific. *Deep Sea Res.*, 43: 1227-1255.
- WELSCHMEYER, N.A. 1994. Fluorometric analysis of chlorophyll *a* in the presence of chlorophyll *b* and phaeopigments. *Limnol. Oceanogr.*, 39 (8): 1985-1992.