

MICROALGAS DO ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS: INTERAÇÃO ENTRE O SEDIMENTO E A COLUNA DE ÁGUA

BERGESCH, M., ODEBRECHT, C. & ABREU, P.C.O.

Resumo:

Entre abril de 1990 e abril de 1991 foram amostradas semanalmente a água e o sedimento em uma estação fixa na área estuarina rasa da Lagoa dos Patos, quantificando-se a densidade, biovolume e composição de microalgas, teor de clorofila *a* e de carbono orgânico particulado (COP) e alguns fatores abióticos. As concentrações de clorofila *a* e COP no sedimento foram aproximadamente três ordens de grandeza maiores do que na coluna de água. Não foi verificado um padrão sazonal para o COP na água ou sedimento. A concentração de clorofila *a* na água foi mais alta na primavera e início do verão de 1991 e mais baixa no outono e inverno de 1990, enquanto no sedimento os valores foram em geral mais altos no inverno e mais baixos na primavera de 1990. O biovolume de microalgas na água apresentou comportamento semelhante ao da clorofila *a*, enquanto que no sedimento os valores mais altos ocorreram no inverno e primavera de 1990. Houve uma relação estatisticamente significativa entre COP e intensidade dos ventos Sul-Sudoeste-Oeste, indicando a importância do processo de ressuspensão do sedimento causado pelo vento. Já a correlação entre COP e clorofila *a* com os ventos Sul-Sudeste-Leste foi menor, possivelmente devido à posição da área de estudo que fica protegida da ação dos ventos deste quadrante. A resposta à atuação do vento indica que a dinâmica das propriedades COP e clorofila *a* é governada por fatores distintos. Os resultados sugerem a existência de duas fases na interação entre o sedimento e a coluna de água ao longo do ano: (1) sob condições de baixa salinidade e intensidade luminosa, a interação é mais intensa funcionando como um sistema único com espécies bentônicas eurihalinas presentes na água e no sedimento; (2) em condições de alta salinidade e intensidade luminosa o sedimento e a coluna de água funcionam de forma mais independente com a presença de alta densidade celular e biomassa de espécies neríticas na água.

Abstract:

"Microalgae of the Patos Lagoon estuary: sediment-water column interaction."

The water column and sediment of a fixed station at the shallow (≈ 0.5 m) region of the Patos Lagoon estuary, were sampled weekly between April 1990 and April 1991. Microalgae abundance, biovolume, species composition as well as the concentration of chlorophyll-*a* (Chl-*a*), particulate organic carbon (POC) and abiotic factors were measured in both systems. Chl-*a* and POC concentrations in the sediment were three orders of magnitude higher than in the water column. No seasonal pattern was observed for POC in the water column, whereas for Chl-*a*, high values occurred during the austral spring-summer of 1991, and low values were observed in autumn-winter of 1990. In the sediment both variables showed high values in the winter and lower in the spring of 1990. The variation of phytoplankton biovolume in the water column was similar to Chl-*a*, while in the sediment high values were measured during winter and spring of 1990. A statistically significant relationship was observed between POC concentration in the water column and south-, southwest-, and westerly winds, indicating resuspension. For the southeast-, easterly winds this

relationship was not so direct, probably due to the geographic position of the sampling station which is protected from these winds. The results suggest that the interaction between sediment and water column occur in two different ways: (1) during low salinity and low light intensity conditions, both the water column and sediment function as a single system with the presence of benthic euryhaline species in both compartments; (2) under both high salinity and light intensity, the sediment and water column function in a more independent way, with high cellular abundance and biomass of neritic species found in the water column.

Introdução

As microalgas bentônicas (microfitobentos) são produtores primários importantes em ecossistemas aquáticos rasos e a sua produção, em alguns períodos, excede à das microalgas planctônicas e macroalgas (LUKATELICH & MCCOMB, 1986). Em certos locais, a biomassa destes organismos constitui uma importante fonte de energia, principalmente durante os períodos em que a biomassa do fitoplâncton é baixa (STEELE & BAIRD, 1968; RIZNYK *et al.*, 1978; LUKATELICH & MCCOMB, 1986, *op cit.*).

Processos de ressuspensão provocados pelo vento causam um importante intercâmbio de recursos, na interface entre o sedimento e a água fazendo com que, em determinados períodos, estes dois compartimentos funcionem com um sistema único em ambientes rasos. Nestas ocasiões, as microalgas bentônicas fazem parte do plâncton. Entretanto existem poucos estudos que consideram simultaneamente, no sedimento e na coluna de água, as variações de microalgas, em seus aspectos de composição florística e biomassa, e a sua relação com processos de ressuspensão causados pelo vento.

No estuário da Lagoa dos Patos, BERGESCH (1990) observou a predominância de espécies de microalgas bentônicas na água durante o inverno e primavera, sugerindo que o aumento da biomassa neste período resultou da ressuspensão das microalgas pela ação do vento. Como este é um sistema raso, a ressuspensão do sedimento é frequente, e altera significativamente as características da água (KANTIN & BAUMGARTEN, 1982; BERGESCH, 1990; ABREU, 1992). A intensidade e direção do vento são fatores que, em conjunto com outros parâmetros (evaporação e hidrologia dos rios tributários) também governam a circulação de água neste estuário (MOLLER *et al.*, 1991).

Os principais objetivos do presente estudo são: (1) quantificar a densidade e composição de microalgas, a concentração de clorofila *a* e carbono orgânico particulado concomitantemente na água e no sedimento em área rasa do estuário da Lagoa dos Patos, (2) avaliar a influência do vento no processo de ressuspensão destes elementos.

Área de Estudo

A Lagoa dos Patos, com uma superfície de aproximadamente 10360 km², está situada na planície costeira do sul do Brasil. Localiza-se em

região de transição biogeográfica entre tropical e temperada (VIEIRA & RANGEL, 1988; CORDAZZO & SEELIGER, 1988), com precipitação pluviométrica mais alta nos meses de inverno e primavera (HERZ, 1977; CASTELLO & MOLLER, 1978).

KJERFVE (1986) classificou a Lagoa dos Patos como um sistema do tipo "estrangulado" devido a presença de uma única e estreita comunicação com o mar, que restringe a influência da maré. A maré astronômica na região costeira é pequena, em média 0,47 m, devido à proximidade de um ponto anfidrômico (HERZ, 1977). A circulação no estuário da Lagoa dos Patos é controlada principalmente pela ação dos ventos e pelo ciclo hidrológico dos rios tributários (COSTA *et al.*, 1988; MOLLER *et al.*, 1991).

A zona estuarina propriamente dita corresponde a uma área de aproximadamente 900 km², no extremo sul da Lagoa dos Patos (CASTELLO & MOLLER, 1978; CLOSS & MEDEIROS, 1965; PROENÇA *et al.*, 1988). Este é um ambiente raso, cerca de 80% de sua área apresenta profundidade menor que 2m, enquanto que os canais naturais e artificiais de navegação são mais fundos (3 a 7m), com um máximo de 20m no canal da Barra do estuário (CLOSS & MADEIRA, 1968; VIEIRA & RANGEL, 1988).

A área de estudo localiza-se ao sul do Saco do Arraial, próxima à cidade do Rio Grande e à Ilha dos Marinheiros (Fig. 1). Em suas margens ocorre uma faixa pantanosa cuja vegetação é dominada pelos gêneros Spartina, Juncus, Scirpus e Salicornia (ASMUS, 1984). A profundidade no local geralmente é pequena, de aproximadamente 0,6m (CAFRUNI, 1983; BERGESCH, 1990); o sedimento é constituído principalmente pela fração areia, e a deposição de material mais fino ocorre nas regiões mais profundas no estuário (CALLIARI *et al.*, 1977).

Material e Métodos

Entre abril de 1990 e abril de 1991, foram realizadas coletas semanais em um ponto na área estuarina rasa da Lagoa dos Patos (Fig. 1). Dados de pluviosidade, evaporação e de direção e velocidade do vento foram obtidos na Estação Meteorológica da FURG. A transparência, temperatura e salinidade da água foram determinadas com o disco de Secchi, termômetro de mercúrio e salinômetro de indução Yellow Spring modelo 33 SCT, respectivamente.

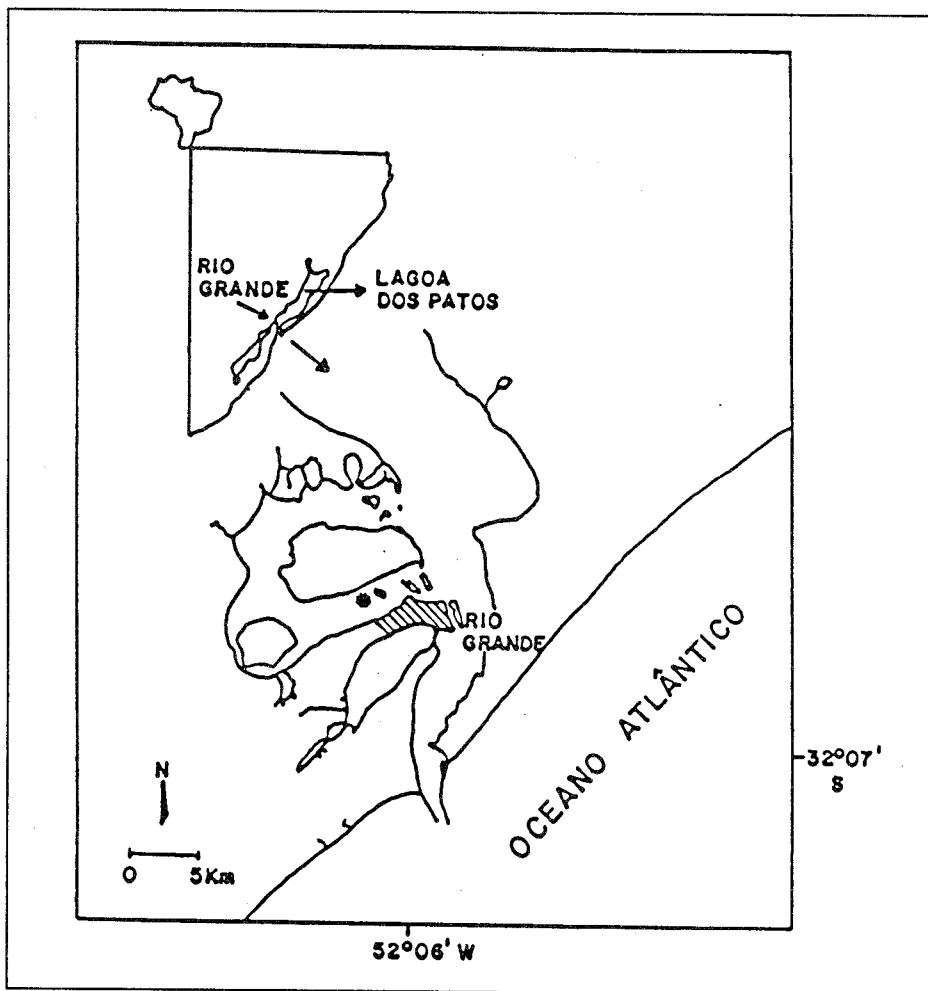


Figura 1 - Localização da área de estudo com a estação de amostragem na parte sul do estuário da Lagoa dos Patos.

As amostras de água de superfície foram coletadas em frascos plásticos de um litro, e as de sedimento através de seis cilindros plásticos (diâmetro= 47,8mm²; comprimento= 25mm), acoplados a um tubo de PVC. A camada superior em cada cilindro (8,8mm de espessura = 0,42 cm³) foi separada para a análise de carbono orgânico particulado (COP) e de clorofila *a*. Para a análise de COP no sedimento, as amostras (em triplicata) foram concentradas em filtros de fibra de vidro Whatmann GF/F pré-queimados. Para a análise da clorofila *a*, um volume de 10ml de acetona a 90% foi acrescentado às amostras de sedimento (em triplicata), após a sua ressuspensão e centrifugação. A concentração de clorofila *a* no sobrenadante foi determinada após 24h de extração do pigmento

no escuro, a -12°C . Para a análise de COP e pigmentos na água, foram filtrados em filtros Whatmann GF/F 100 a 400ml e 20 a 50ml de amostra, respectivamente. A extração da clorofila *a* foi realizada adicionando-se acetona 90% aos filtros que foram estocados no escuro a -12°C por 24 horas. As concentrações de clorofila *a* na água e no sedimento foram determinadas fluorimetricamente com acidificação do extrato (HCl a 50%) seguindo-se STRICKLAND & PARSONS (1972). As análises de COP foram realizadas por oxidação úmida com dicromato de potássio (CORRE, 1983).

Para a determinação da densidade e volume celular do fitoplâncton, 200ml de água foram acondicionados em frascos de vidro âmbar e fixados com lugol, versão ácida (THRONDSSEN, 1978). As amostras do sedimento foram coletadas com o mesmo equipamento descrito para COP e clorofila *a*, com a diferença de que foram utilizados quatro testemunhos agrupados como uma única amostra, à qual adicionou-se lugol e 80ml de água do local de coleta, previamente filtrada em filtro de fibra de vidro Whatman GF/F. Todas as amostras foram analisadas em microscópio invertido Nikon com contraste de fase (UTERMÖHL, 1958). O número de células contadas seguiu metodologia descrita por LUND *et al.* (1958) e os volumes celulares foram calculados segundo EDLER (1979). Os organismos flagelados e mônadas não foram considerados no presente trabalho, devido à dificuldade de sua visualização nas amostras de sedimento.

As relações entre o vento e salinidade, profundidade do disco de Secchi, concentração de COP e clorofila *a* foram determinadas através de análise de regressão linear simples, com nível de significância de 95%, utilizando-se pacote estatístico Statgraphics. Para esta análise, foi computada somente a média da intensidade do vento entre o registro no momento da coleta e aquele realizado 12 horas antes.

Resultados

Os maiores índices pluviométricos ocorreram no inverno (288mm) e na primavera (286mm), e o menor no verão (171mm), quando também foi observado o maior índice de evaporação (446mm) (Fig. 2). No outono a precipitação e a evaporação foram semelhantes, apresentando valores de 205,7 e 200mm, respectivamente. A velocidade média do vento variou entre 0 e 3m/s com os menores valores no outono de 1991. Na primavera de 1990, foi observado vento mais intenso, até $10,7 \text{ m s}^{-1}$ de direção S-SW-W. A direção do vento apresentou uma predominância de N-NE-E no inverno e primavera (respectivamente 44 e 46% dos casos) e de ventos S-SE-E no verão e outono de 1991 (49 e 46% dos casos) (Tab. 1).

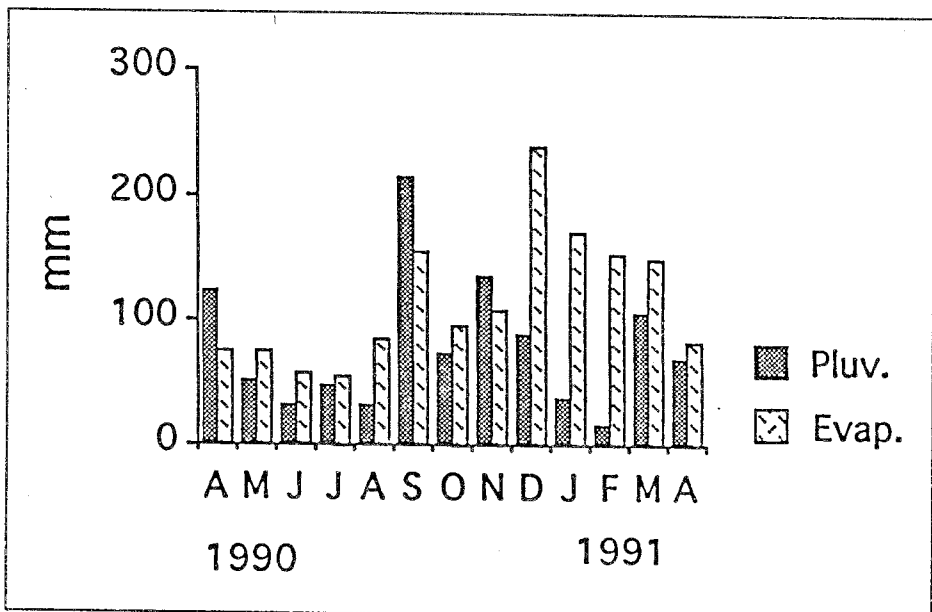


Figura 2 - Variação mensal da pluviosidade e evaporação (mm) em Rio Grande, RS.

Tabela 1 - Velocidade média, mínima e máxima (m/s), percentual de ocorrência (%) e número de amostras (N) por quadrante (S-SW-W; S-SE-E; N-NE-E) nas diferentes estações do ano.

Estação	Quadrante	Méd.	Máx.	Min.	%	N
Outono 90	S-SW-W	2,8	7,3	1	20	20
	S-SE-E	2,2	5,7	1	19,6	9
	N-NE-E	1,84	5,7	0,5	37	17
Inverno 90	S-SW-W	2,0	4,7	0,7	31	21
	S-SE-E	1,9	3,7	0,7	25	17
	N-NE-E	2,1	7,3	0,7	44	30
Primavera 90	S-SW-W	3,0	10,7	0,7	17,2	15
	S-SE-E	1,9	3,7	0,7	36,8	32
	N-NE-E	2,0	3,7	0,7	46	40
Verão 91	S-SW-W	2,5	5,7	0,7	19,5	17
	S-SE-E	1,9	5,7	0,5	49,4	43
	N-NE-E	2,9	6,0	0,7	31	27
Outono 91	S-SW-W	1,5	3,2	0,8	18,9	7
	S-SE-E	1,2	3,2	0,0	46	17
	N-NE-E	1,4	4,0	0,5	35,1	13

A temperatura da água variou entre 8°C no inverno e 27°C no verão. A salinidade e a transparência também foram mais altas no verão, enquanto que na primavera foram registrados os seus valores mais baixos, com um mínimo de 1‰ e 5cm, respectivamente (Fig. 3 e 4). A profundidade no local de amostragem variou entre 0,25 e 1m, com menores valores no inverno e verão e maiores na primavera (Fig. 4).

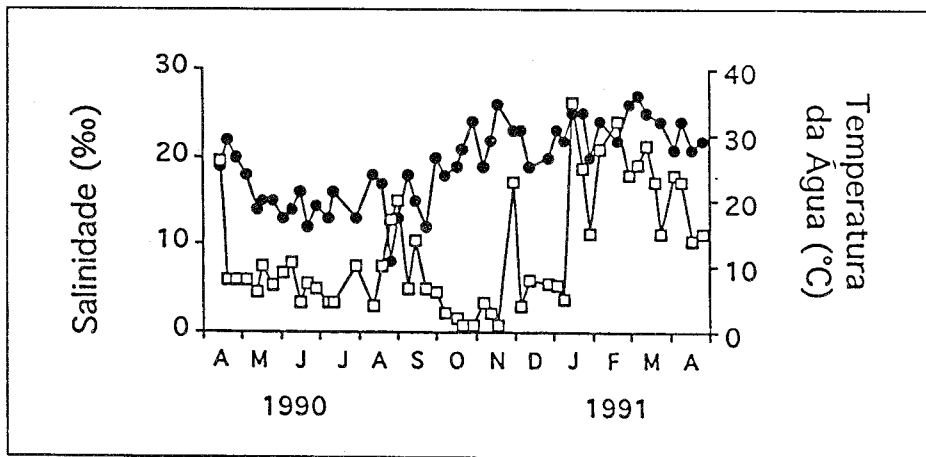


Figura 3 - Variação semanal da salinidade (□) e temperatura (●) da água no período de abril de 1990 a abril de 1991.

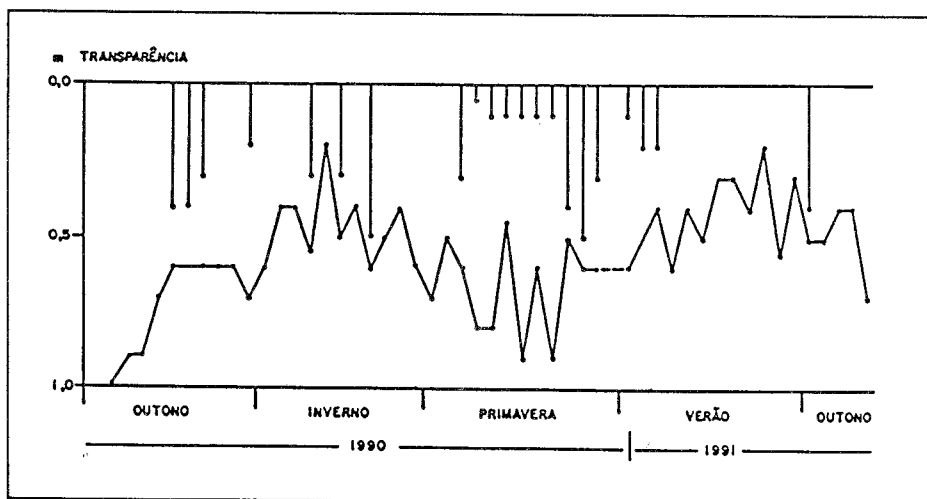


Figura 4 - Variação semanal da transparência e da profundidade no local de coleta no período de abril de 1990 e abril de 1991. Ausência do registro de transparência representa visibilidade do Disco de Secchi até o fundo.

As concentrações de clorofila *a* e COP no sedimento foram aproximadamente três ordens de grandeza maiores do que na coluna de água. Os valores médios de COP no sedimento e na água foram de 5.023,00 e 2,11 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ e os de clorofila *a* de 28,17 e 0,0071 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$, respectivamente.

A concentração de COP na água variou entre 0,7 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ no inverno de 1990 e 5,3 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ no outono e primavera de 1990, apresentando grande variabilidade entre as semanas (Fig. 5). No sedimento também não foi possível detectar um padrão sazonal de COP, cujas concentrações variaram entre 3329 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ na primavera e 8799 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ no outono de 1990.

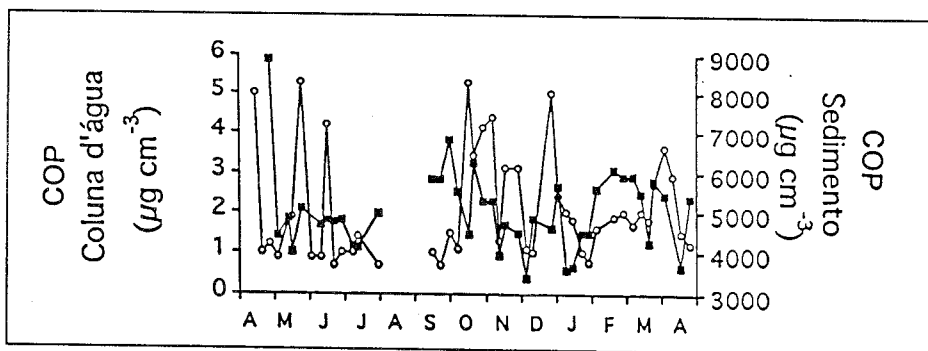


Figura 5 - Concentração de carbono orgânico particulado (COP) na água (O) e no sedimento (■) em área rasa do estuário da Lagoa dos Patos, abril de 1990 a abril de 1991.

A concentração de clorofila *a* na água variou entre 0,0004 e 0,0234 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$, apresentando um padrão sazonal com valores mais altos na primavera e no início do verão de 1991, e os mais baixos no outono/inverno de 1990 (Fig. 6). No sedimento a concentração deste pigmento variou entre 12,72 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ e 45,13 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$. Em geral, os valores foram mais altos no inverno e mais baixos na primavera de 1990. No início do verão houve um aumento concomitante com o observado na coluna de água. Entretanto, os valores de clorofila *a* no sedimento mantiveram-se altos por aproximadamente mais um mês. No final do verão e outono de 1991 a concentração de clorofila *a* era baixa tanto no sedimento como na coluna da água (Fig. 6).

O biovolume de microalgas na água variou entre 0,01 e 29,07 $\mu\text{m}^3/\text{cm}^3$ (Fig. 7). Os valores mais altos ocorreram na primavera de 1990, verão e início do outono de 1991 e os menores valores foram observados no outono e inverno. No sedimento, o biovolume variou entre 0,07 $\mu\text{m}^3/\text{cm}^3$ e 3,16 $\mu\text{m}^3/\text{cm}^3$. Com exceção de um pico no verão, os valores mais altos foram observados no inverno e primavera de 1990, ocorrendo a partir daí um decréscimo até o outono de 1991.

Uma relação estatisticamente significativa ($p=0,05$) foi observada entre a concentração de COP e a intensidade de ventos de Sul-Sudoeste-Oeste ($r^2=$

62,1) e Sul-Sudeste-Leste ($r^2= 36,6$) e entre a concentração de clorofila *a* e a intensidade de ventos de Sul-Sudeste-Leste ($r^2= 26,1$) (Tab. 2). Para as variáveis profundidade do disco de Secchi, salinidade e biovolume na água não foi verificada relação estatisticamente significativa com a intensidade ou direção do vento.

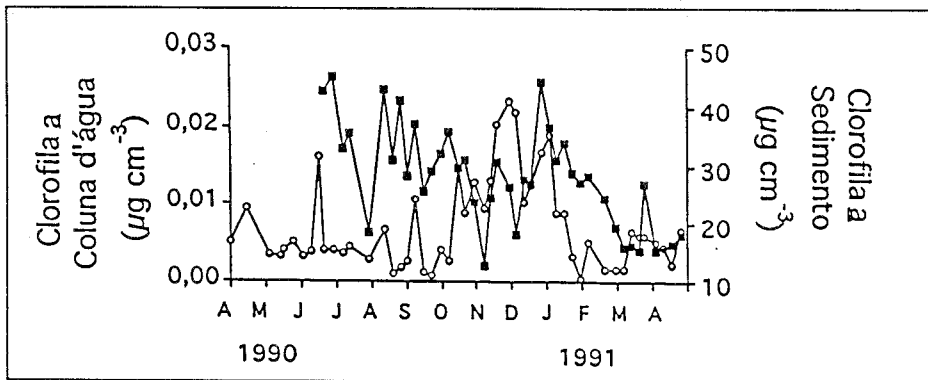


Figura 6 - Concentração de clorofila *a* na água (O) e no sedimento (■) em área rasa do estuário da Lagoa dos Patos, abril de 1990 a abril de 1991.

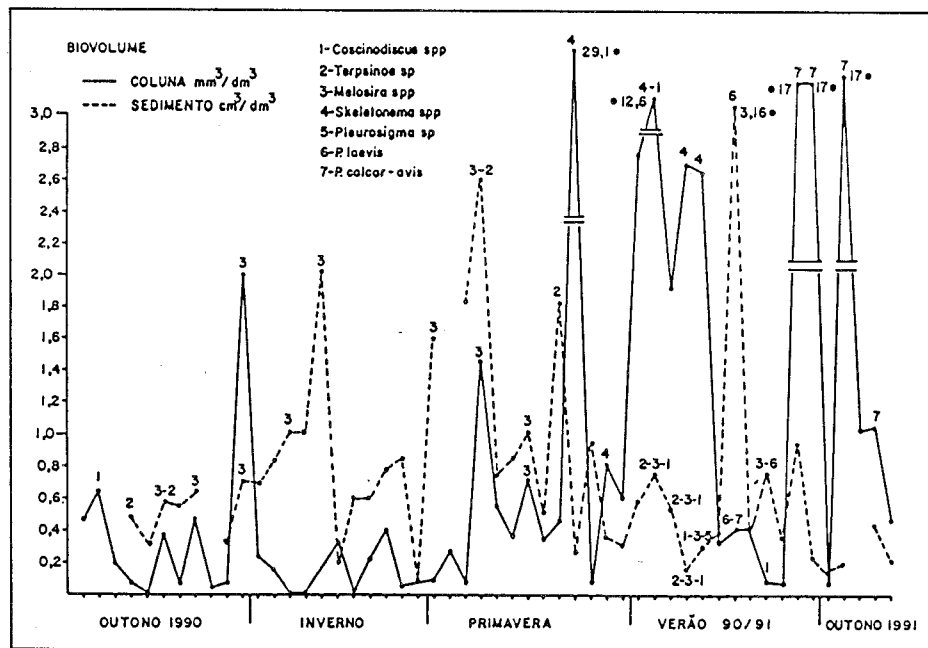


Figura 7 - Variação semanal do biovolume na coluna de água ($\mu\text{m}^3/\text{dm}^3$) e no sedimento (cm^3/dm^3). Os valores marcados com asterisco (*) representam os picos de biomassa.

Foram observados dois períodos distintos quanto aos principais organismos presentes na água e no sedimento: (1) desde o outono até aproximadamente a metade da primavera de 1990, espécies principalmente bentônicas eurihalinas como *Terpsinoe americana* e do gênero *Melosira* dominaram tanto na água quanto no sedimento; (2) da metade da primavera de 1990 até o início do outono de 1991, espécies neríticas marinhas como *Pleurosira laevis*, *Skeletonema costatum*, *Pseudosolenia calcar avis* e do gênero *Coscinodiscus* foram mais abundantes na água, enquanto que no sedimento prevaleceram praticamente as mesmas espécies e gêneros que no período anterior (Tab. 3).

Tabela 2 - Análise de regressão linear simples (significância de 95%) dos parâmetros: leitura do disco de Secchi, salinidade, concentração de carbono orgânico particulado e da clorofila *a* na água para três direções de vento (S-SW-W; S-SE-E; N-NE-E)

Parâmetro	Vento	Coef.Corr.	Std	R ² (%)	DF	Signific.
Secchi	S-SW-W	-0,28	1,68	7,8	12	-
	S-SE-E	-0,40	1,62	16,2	11	-
	N-NE-E	-0,07	1,19	0,4	13	-
Sal S-SE-E	S-SW-W	-0,15	8,7	2,4	14	-
	S-SE-E	9,8	19	18	-	-
	N-NE-E	0,01	9,3	0,01	17	-
COP	S-SW-W	0,79	0,87	62,4	13	*
	S-SE-E	0,6	1,2	36,6	16	*
	N-NE-E	0,21	1,62	4,7	14	-
Cl-a	S-SW-W	0,36	5,43	12,99	14	-
	S-SE-E	0,51	4,92	26,09	18	*
	N-NE-E	-0,35	7,03	-12,67	14	-

Tabela 3 - Ocorrência de espécies e gêneros de microalgas cuja densidade foi superior a 1000 células/cm³ na água e sedimento.

Espécie	1990			1991	
	Outono	Inverno	Primavera	Verão	Outono
<i>Amphiprora</i> sp.				□	
<i>Anabaena</i> sp.				○	
<i>Asterionella</i> sp.		○	○	⊙	
<i>Bacillaria paradoxa</i>	⊙	⊙	⊙	⊙	
<i>Cerataulina bergonii</i>	○				○
<i>Coscinodiscus</i> spp.	○	□	⊙	⊙	□
<i>Chaetoceros</i> spp.				○	○
<i>Diploneis</i> spp.				□	□
<i>D. smithii</i>	□	□	□	□	
<i>Ditylum brightwellii</i>				○	
<i>Hyalodiscus scoticus</i>			□	□	□
<i>Lauderia annulata</i>				○	○
<i>Melosira</i> spp.	⊙	⊙	□	⊙	□
<i>M. nummuloides</i>	⊙			○	
<i>M. moniliformis</i>	⊙	⊙	⊙	○	
<i>M. octogona</i>	⊙	⊙	⊙	○	
<i>Merismopedia</i>		○			○
<i>Mesodinium</i>	○	○			
<i>Nitzschia</i> sp.			○		
<i>N. closterium</i>	⊙	⊙	○	○	○
<i>N. seriata</i>				○	
<i>Odontella mobiliensis</i>				□	
<i>Paralia sulcata</i>	⊙	⊙	⊙	⊙	
<i>Pleurosigma</i> spp.		□	⊙	⊙	□
<i>Pleurosira laevis</i>			○	○	○
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>				⊙	□
<i>Rhizosolenia fragilissima</i>					○
<i>R. setigera</i>				○	○
<i>Skeletonema</i> spp.	○	○	⊙	⊙	
<i>Surirella</i> sp.			□		
<i>Synedra tabulata</i>	⊙	⊙	□		
<i>Thalassionema nitzchioides</i>				○	
<i>Terpsinoe americana</i>	○	⊙	⊙	□	□

Na água (○); no sedimento (□); em ambos (⊙)

Discussão

As características morfológicas do estuário da Lagoa dos Patos e a proximidade de um ponto anfidrômico fazem com que a maré astronômica desempenhe um papel menor em sua hidrologia e o vento seja uma das principais fontes de energia mecânica para a ressuspensão de sedimentos (KANTIN & BAUNGARTEN, 1982; ABREU, 1992).

Neste estudo ficou clara a influência dos ventos de Sul-Sudoeste-Oeste sobre a concentração de COP na água da área estudada, indicando a

importância do processo de ressuspensão do sedimento causado pelo vento. Já com relação aos ventos Sul-Sudeste-Leste a correlação foi menor, enquanto a atuação de ventos do quadrante Norte e Nordeste não resultou no mesmo efeito. Uma possível causa poderia ser o posicionamento da área estudada, ao sul da Ilha dos Marinheiros, a qual atuaria como uma barreira aos ventos de Norte-Nordeste (veja Fig. 1) e, por outro lado ventos de Sul-Sudeste-Leste teriam sua influência reduzida pela posição da cidade de Rio Grande. Assim, os resultados do presente trabalho não podem ser extrapolados para outras enseadas ou áreas rasas abertas do estuário da Lagoa dos Patos, onde o efeito do vento pode ser diferente devido às características geomorfológicas peculiares de cada ambiente.

As respostas à atuação do vento foram distintas para COP e clorofila *a* na água. A ausência da correlação entre o vento Sul-Sudoeste-Oeste e a concentração de clorofila *a*, como verificado para COP, e uma correlação mais fraca para ventos de Sul-Sudeste-Leste, sugere que a dinâmica das duas propriedades é governada por fatores distintos. Para o fitoplâncton, existe um ciclo anual característico, observado em outros trabalhos (BERGESCH, 1990; PROENÇA, 1990; ABREU, 1992) e confirmado neste. Os valores mais altos na primavera-verão são determinados por uma combinação de fatores, entre eles: (a) o incremento da concentração de nutrientes trazidos pela água doce (BERGESCH, 1990; PROENÇA, 1990), pela entrada da cunha salina (ABREU, 1992), ou ainda provenientes da água intersticial durante a ressuspensão; (b) o aumento da temperatura e da radiação solar (ABREU, 1987; BERGESCH, 1990; PROENÇA, 1990). (c) a entrada no estuário de espécies neríticas possivelmente bem adaptadas a intensidades luminosas mais altas (ABREU, 1992).

Para o sedimento, a variabilidade de clorofila *a* foi maior e valores altos deste pigmento foram observados durante o inverno e início do verão. Os altos valores no inverno indicam que não há limitação luminosa para as células bentônicas, ao contrário do que ocorre em muitos ambientes estudados que se localizam em latitudes mais altas (CADEÉ & HEGEMAN, 1977; COLIJN & DIJKEMA, 1981 e COLIJN & JONGE, 1984). Experimentos de produção primária de microalgas em relação à intensidade de luz realizado no estuário da Lagoa dos Patos, mostraram que as células bentônicas ressuspensas sofrem uma forte fotoinibição mesmo quando expostas a baixos valores de irradiância (ABREU, 1992), confirmando a hipótese de que as microalgas bentônicas estão adaptadas à condição de pouca luz. A baixa profundidade local no inverno (aprox. 0,5m), em conjunto com uma alta transparência favoreçam o crescimento. A redução de clorofila *a* no sedimento durante a primavera pode ter sido causada por uma combinação desfavorável entre o aumento da profundidade local até 0,9m, baixa transparência e águas oligohalinas. A partir de meados do verão, a baixa profundidade local (< 0,5m) em conjunto com uma alta radiação solar e

transparência na água também podem ter contribuído para a baixa concentração de clorofila *a* no sedimento. Além disto, a predação pela infauna é um fator importante em outros estuários (DAVIS & MCINTIRE, 1983). No estuário da Lagoa dos Patos, a fauna bentônica apresenta a maior densidade no verão e início do outono, quando o crustáceo *Kalliapseudes schubartii*, organismo suspensívoro, contribui com mais de 60% da densidade total (ASMUS, 1984; BEMVENUTI, 1987). O impacto da pastagem sobre as microalgas deveria ser quantificado em trabalhos futuros.

Os métodos usados para quantificar a biomassa do fitoplâncton e microfitobentos (clorofila *a* e biovolume) apresentaram geralmente a mesma tendência na água, com exceção de algumas situações em que altos valores de clorofila *a* não eram acompanhados do correspondente aumento do biovolume (inverno e primavera). Uma superestimativa do biovolume ocorreu no final do verão e início do outono de 1991 quando mais de 90% da biomassa era composta por *Pseudosolenia calcar-avis*, espécie cujas células são grandes e possuem um grande vacúolo central, e assim relativamente uma menor quantidade de clorofila *a*. Já no sedimento, as duas variáveis apresentaram comportamentos discrepantes cujas causas podem ser: (1) a não quantificação de mônadas e flagelados; (2) inclusão de células em mau estado fisiológico durante a contagem, (3) alteração da quantidade de clorofila *a* com a profundidade, já que as mais altas concentrações parecem ocorrer no primeiro milímetro do sedimento (FIELDING, *et al.*, 1988).

Os resultados obtidos no estuário da Lagoa dos Patos sugerem a existência de duas fases distintas de interação sedimento-coluna de água ao longo do ano: (1) sob condições de baixa salinidade e intensidade luminosa a interação entre sedimento e coluna d'água é mais intensa e os dois compartimentos funcionam como um único sistema; (2) sob condições de alta salinidade e intensidade luminosa, sedimento e coluna d'água funcionam de forma mais independente, com a presença de alta densidade celular e biomassa de espécies neríticas na água. Nesse período, outros fatores tais como irradiância, penetração de água salgada, entre outros, propiciam o desenvolvimento de uma comunidade fitoplanctônica com características de composição florística diferente da comunidade bentônica.

No presente trabalho constatamos a presença de uma biomassa e biovolume de microfitobentos cerca de três ordens de grandeza maior no sedimento do que na água em área rasa do estuário da Lagoa dos Patos. Chamamos a atenção para este importante produtor primário no ecossistema estuarino, o qual deverá ser melhor avaliado em futuros trabalhos. Comparando-se o estuário da Lagoa dos Patos com outros ambientes estuarinos e áreas costeiras rasas, observa-se que os valores de clorofila *a* de microfitobentos situam-se entre os mais altos (Tab. 4) e semelhantes aos do sistema estuarino de Peal-Harvey, na Austrália, localizado em latitude semelhante à Lagoa dos Patos. Os demais localizam-se em latitudes mais altas.

Tabela 4 - Comparação da concentração de clorofila *a* (mg/m²) no sedimento de vários locais (x= valores médios).

Fonte	Localidade (Lat.)	Clorofila (mg/m ²)	Espessura do sedimento (cm)
Sanders <i>et al.</i> (1962)	Barnstable Harbor-USA	147-770	1,0
Fenchel & Straarup (1971)	Orensud, Denmark (6°N)	7-19 50-93	1,0-2,0 1,0-2,0
Cadee & Hegeman (1974)	Western Dutch Wadden Sea	35-435 x=120	1,0
Matheke & Horner (1974)	Chukchi Sea, Alaska USA (71°N)	35-321	1,0
Colijn (1978)	Eastern Dutch Wadden Sea (53°O)	10-80 (1975) 10-400 (1976)	0,5 0,5
Colijn & Nienhuis (1978)	German Wadden Sea (53°N)	0-100 x=40	0,5
Sorsa (1979)	Lake Suomunjarvi, Finland (63°N)	1975 x= 70,6 (6-301) x= 158 (20-404) 1976 x= 115 (12-406) x= 138 (19-406)	- - - -
Colijn & Dijkema (1981)	Dutch Wadden Sea (53°N)	x= 65	2,0
Davis e McIntire (1983)	Netarts Bay, Oregon- USA (45°N)	x= 46 x= 75 x= 94	1,0 1,0 1,0
Colijn & Jonge (1984)	Eems-Dollard Estuary (53°N (6 sitios)	x= 49 x= 33 x= 42 x= 40 x= 77 x= 184	0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5
Lukatelich &	Peel-Harvey Estuary (32°S)	x= 81 (27-219)	1,0
McComb (1986)		x= 89 (31-161) x= 123 (43-341) x= 271 (90-558)	1,0 1,0 1,0
Presente estudo	Estuário da Lagoa dos Patos (32°S)	x= 274 (76-451)	0,9

Bibliografia

- ABREU, P.C.O.V. 1987. Variações temporais de biomassa fitoplanctônica (clorofila *a*) e relações com fatores abióticos no canal de acesso ao estuário da Lagoa dos Patos (RS - Brasil). Dissertação (Mestrado) - Universidade do Rio Grande. 107p.
- _____. 1992. Phytoplankton production and the microbial food web of the Patos Lagoon estuary, Southern Brazil. Tese de doutorado. Bremerhaven, Rep. Fed. da Alemanha. Universidade de Bremen. 100p.

- ASMUS, M.L. 1984. Estrutura da comunidade associada a *Ruppia maritima* no estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação (Mestrado), Fundação Universidade do Rio Grande. 154p.
- BEMVENUTI, C.E. 1987. Predation effects on a benthic community in estuarine soft sediments. Atlântica, Rio Grande, 9(1):5-63.
- BERGESCH, M. 1990. Variações de biomassa e composição do fitoplâncton na área estuarina rasa da Lagoa dos Patos e seus relações com fatores de influência. Dissertação (Mestrado). Universidade do Rio Grande - FURG. 55p.
- CADEE, G.C., HEGEMAN, J. 1977. Distribution of primary production of the benthic microflora and accumulation of organic matter on a tidal flat area, Balgzand, Dutch Wadden Sea. Netherlands Journal o Sea Research, 11(1):24-41.
- CAFRUNI, A. 1983. Autoecologia de *Ruppia maritima* no estuário da Lagoa dos Patos. Dissertação (Mestrado). Fundação Universidade do Rio Grande. 64p.
- CALLIARI, L.J., GRIEP, G. VIEIRA, H. 1977. Características sedimentológicas do segundo perfil de bentos - Lagoa dos Patos, parte sul. Atlântica, Rio Grande, 2:63-82.
- CASTELLO, J.P., MOLLER, O.O.Jr. 1978 On the relationship between rainfall and shrimp production in the estuary of the Patos Lagon (Rio Grande do Sul, Brazil). Atlântica, Rio Grande, 3:67-74.
- CLOSS, D., MEDEIROS, V.M.F. 1965. New observations on the ecological subdivisions of the Patos Lagon in southern Brazil. Bol. I. C. N., Univ: Rio Grande do Sul, 24:1-33.
- _____, MADEIRA, M.L. 1968. Seasonal variations of brackish foraminífera in the Patos Lagoon. Southern Brazil. Publicação Especial. Esc. Geol. Porto Alegre, Porto Alegre, 15:1-51.
- COLIJN, F., DIJKEMA, K.S. 1981. Species composition of benthic diatoms and distribution of chlorophyll-a an intertidal flat in the Dutch Wadden Sea. Mar. Ecol. Prog. Ser., 4:9-21.
- _____, JONGE, V.N. 1984. Primary production of mycrophytobenthos in the Ems-Dollard Estuary. Mar. Ecol. Prog. Ser., 14:185-196.
- COSTA, C.S.B., SEELIGER, U., KINAS, P.G. 1988. The effect of the wind velocity and direction on the salinity regime in the lower Patos Lagoon estuary. Ciência e Cultura, 40:909-912.

- CORDAZZO, C.V., SEELIGER, U. 1988. Phenological and biogeographical aspects of coastal dune plant communities in southern Brazil. Vegetatio, 75:169-173.
- CORRE, P.Le. 1983. Dosage du carbone organique particulaire. In: AMINOT, A., CHAUSSEPIED, M. (eds.), Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Centre National pour L'Exploration des Oceans, Brest.
- DAVIS, M.W., McINTIRE, C.D. 1983. Effects on a benthic community in estuarine soft sediments. Atlântica, Rio Grande, 9(1):5-32.
- EDLER, E. 1979. Recommendations of methods for marine biological studies in the Baltic sea. Phytoplankton and chlorophyll. Baltic Marine Biol., 5:37.
- FIELDING, P.J., DAMSTRA, K.St.J., BRANCH, G.M. 1988. Benthic Diatom Biomass, Production and Sediment Chlorophyll in Langebaan Lagoon, South Africa. Est. Coast. and Shelf Science, 27:413-426.
- HERZ, R. 1977. Circulação de águas de superfície na Lagoa dos Patos. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo. 217p.
- KANTIN, R., BAUMGARTEN, M.G.Z. 1982. Observações hidrográficas no estuário da Lagoa dos Patos. Distribuição e flutuação de sais nutrientes. Atlântica, Rio Grande, 5(1):1-104.
- KJERFVE, B. 1986. Comparative oceanography of coastal lagoons. In: WOLFE, D.A. (ed). Estuarine Variability. N.Y., Academy Press, p.63-81.
- LUKATELICH, R.J., McCOMB, A.J. 1986. Distribution and abundance of benthic microalgae in a shallow southwestern Australian estuarine system. Mar. Ecol. Prog. Ser., 27:287-297.
- LUND, J.W.G., KIEEPLING, C., LE GREEN, D. 1958. The inverted microscope method of estimating algal numbers, and statistical basis of estimations by counting. Hydrobiology, 11(2):143-170.
- MOLLER, O.O.Jr., PAIM, P.S.G., SOARES, I.D. 1991. Facteurs et mecanismes de la circulation des eaux dans l'estuaire de la Lagune dos Patos (RS, Bresil). Bull. Inst. Geol. Bassin d'Aquitaine, Bordeaux, 49:15-21.
- PROENÇA, L.A.O., ABREU, P.C.O.V., ODEBRECHT, C. 1988. Nutrientes inorgânicos em água doce, meso-oligohalina e mixo-poli-euhalina no canal de acesso a Lagoa dos Patos, RS, Brasil. Acta Limnol. Brasil., 2:57-77.
- _____. 1990. Ciclo anual da produção primária, biomassa do fitoplâncton e carbono orgânico particulado em área rasa da porção sul da Lagoa dos Patos. Dissertação (Mestrado). Universidade do Rio Grande, FURG. 81p.
- RIZNYK, R.Z., EDENS, J.I., LIBBY, R.C. 1978. Production of epibenthic diatoms in an southern California impounded estuary. J. Phycol., 14:273-279.

- STEELE, J.H., BAIRD, J.E. 1968. Production ecology of a sandy beach. Limnol. Oceanogr., 13:14-25.
- STRICKLAND, J.D.H., PARSONS, T.R. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Fish Res. Bol., Canadá Ottawa. 310p.
- THRONDSSEN, J. 1978. Preservation and storage. *In*: SOURNIA, A. (ed)., Phytoplankton Manual Monographs and Oceanographic Methodologies. Paris, UNESCO. p.69-76.
- UTERMÖHL, H. 1958. Vervollkommnung der quantitativen phytoplankton. Methodik. Mitt. Int. Ver. Limnol., 9.
- VIEIRA, E.F., RANGEL, S.R. 1988. Planície Costeira do Rio Grande do Sul: geografia física, vegetação e dinâmica sócio-demográfica. Sagra. Porto Alegre. Brasil. 256p.

Endereços:

BERGESCH, M., ODEBRECHT, C. & ABREU, P.C.O.
Fundação Universidade do Rio Grande - Departamento de Oceanografia
Laboratório de Fitoplâncton - Cx. P. 474 - Cep 96500-900 - Rio Grande - RS