

OCORRÊNCIA DE *Anabaena spiroides* (CIANOBACTÉRIA) NO ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS (RS, BRASIL) NO VERÃO-OUTONO DE 1998.

ANA H. F. FERREIRA¹, ALESSANDRO MINILLO², LUCIANO DE MELLO SILVA³ & JOÃO S. YUNES⁴
Unidade de Pesquisas em Cianobactérias, Prédio da Hidroquímica, Campus Carreiros da FURG,
CP 474, 96201-900, Rio Grande, RS, Brasil.

¹ alminillo@yahoo.com.br, ² anhelena@wbe.de, ³ ocelms@furg.br, ⁴ jsyunes@furg.br

RESUMO

O presente trabalho visou o estudo de *Anabaena spiroides* na Lagoa dos Patos e dos fatores ambientais favoráveis ao seu aparecimento. Durante 15 meses e em cinco pontos de amostragem ao longo do estuário, foram medidos temperatura, salinidade, pH, velocidade da água e tomadas amostras de água para a quantificação e qualificação do microfitoplâncton. *Anabaena spiroides* ocorreu entre janeiro e maio de 1998, atingindo 16.250 filamentos por litro. Baixa salinidade e altas temperaturas foram os principais fatores associados à ocorrência do organismo no estuário da Lagoa dos Patos. *Anabaena spiroides*, uma cianobactéria potencialmente tóxica, não formou florações nocivas no local mas, como períodos de verão e outono favorecem o seu aparecimento, a água destes locais pode tornar-se um risco à recreação, e ao abastecimento público.

PALAVRAS-CHAVE: Cianobactéria, *Anabaena spiroides*, fatores ambientais, estuário, Lagoa dos Patos

ABSTRACT

Occurrence of *anabaena spiroides* (cyanobacterium) in the Patos Lagoon Estuary (RS, Brazil.) in summer-fall of 1998.
The present work intended to register the presence and seasonality of *Anabaena spiroides* in the Patos Lagoon, and its relation with some environmental factors. During 15 months, *in situ* temperature, salinity, pH and water current were measured at five sites in the Patos Lagoon estuary. Water and microphytoplankton samples were also collected for further analysis. The presence of *Anabaena spiroides* was confirmed from January to May 1998 reaching 16,250 filaments per liter. Low salinity and high temperature were the main factors associated with the occurrence of the organism in the Patos Lagoon estuary. *Anabaena spiroides*, a potentially toxic cyanobacteria, did not accumulate as harmful blooms in the estuary, but as the Summer and Fall periods favour the growth of the species, the water at the region may become a risk for recreational and domestic use.

KEY WORDS: Cyanobacterium, *Anabaena spiroides*, environmental factors, estuary, Patos Lagoon.

1 – INTRODUÇÃO

As cianobactérias, ou algas cianofíceas, são organismos autotróficos, procariotas e possuem cerca de 150 gêneros conhecidos, dos quais 40 são potencialmente tóxicos (Saker *et al.* 1999). Florações de cianobactérias são resultantes do crescimento exponencial de suas células, favorecidos por alta temperatura (> 20°C), pH (~8.0), disponibilidade de fósforo e nitrogênio inorgânico (Yunes 2000). Estas florações têm sido descritas e reconhecidas mundialmente como um risco à saúde humana, visto que algumas produzem potentes toxinas. Este grupo é conhecido por produzir ampla variedade de metabólitos secundários tóxicos, como as hepatotoxinas, neurotoxinas, saxitoxinas e uma variedade de outros compostos bioativos (Carmichael & Falconer 1993, Skulberg *et al.* 1993, Rapala 1998). As toxinas são intracelulares, onde permanecem até que a célula atinja o estado senescente ou morte, (Falconer 1993) ou sejam liberadas por fatores que provoquem a lise celular.

Como resultado da exposição às cianotoxinas, diversos mamíferos, aves e peixes têm sido envenenados mundialmente por ocasião de florações de *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Microcystis*, *Nodularia* e *Oscillatoria* (Ressom *et al.* 1999), que são também consideradas prejudiciais à saúde humana (Elder *et al.* 1993). No Brasil, os gêneros mais comuns em reservatórios e fontes de água doce são *Microcystis*, *Anabaena* e *Cylindrospermopsis* (Tundisi & Matsumura-Tundisi 1992, Yunes *et al.* 2000). O gênero *Anabaena* possui cinco espécies associadas à produção de toxinas; algumas de suas neurotoxinas – anatoxina-a e anatoxina-a(S) – são 50 vezes mais tóxicas que o cianeto de sódio (Pearson 1990). Florações de *Anabaena spiroides* tiveram sua toxicidade comprovada no manancial de Santa Bárbara (represa de abastecimento da cidade de Pelotas, RS), no lago paisagístico do Campus Universitário da Fundação Universidade Federal do Rio Grande, em Rio Grande, RS e no nordeste do Brasil, no complexo lagunar Mundaú / Manguaba, em Alagoas (Yunes, dados não publicados).

O estuário da Lagoa dos Patos, além de ocupar cerca de 10% da área total deste sistema lagunar (Castello 1978), é caracterizado como ambiente de alta produtividade, funcionando como criadouro natural e local de trânsito, alimentação e abrigo para muitas espécies de importância comercial (Castello 1985, Asmus 1997). A dominância de *Anabaena circinalis* e *A. spiroides* foi observada nas regiões norte e central da Lagoa dos Patos e

em duas estações neste estuário por Torgan (1997). Matthiensen *et al.* (1999) realizaram um levantamento específico para cianobactérias no estuário, por um período de 12 meses (agosto/1994 a julho/1995), quando foi detectada a presença de *Anabaena spiroides* no final do inverno e na primavera de 1994 e do final do verão até o início do inverno de 1995 em diversos locais do estuário da Lagoa dos Patos e com maior abundância na saída do canal de São Gonçalo.

O presente trabalho tem por objetivo avaliar a ocorrência de *Anabaena spiroides* no estuário da Lagoa dos Patos e apontar a influência de fatores ambientais favoráveis ao seu aparecimento.

2 – MATERIAL E MÉTODOS

As coletas foram realizadas em cinco locais, durante 15 meses (abril de 1997 a julho de 1998). Os locais examinados foram Marambaia (32° 00'15" S; 52° 05' 30" W), Canal (31°48'22"S; 52°10'47"W), saída do canal São Gonçalo (31°47'26"S; 52°13'72"W), Farolete (31°44'26"S; 52°06'05"W), em frente ao Balneário Laranjal e na Feitoria (31°43'24"S; 52°00'12"W) no limite entre a lagoa e seu estuário (Fig.1). Foram medidos na superfície da água temperatura e salinidade com um aparelho S-C-T Yellow Springs modelo 33, pH com peagâmetro Digimed modelo DMPH e velocidade e direção de correntes, utilizando correntômetro (Sensordata AS modelo SB-4).

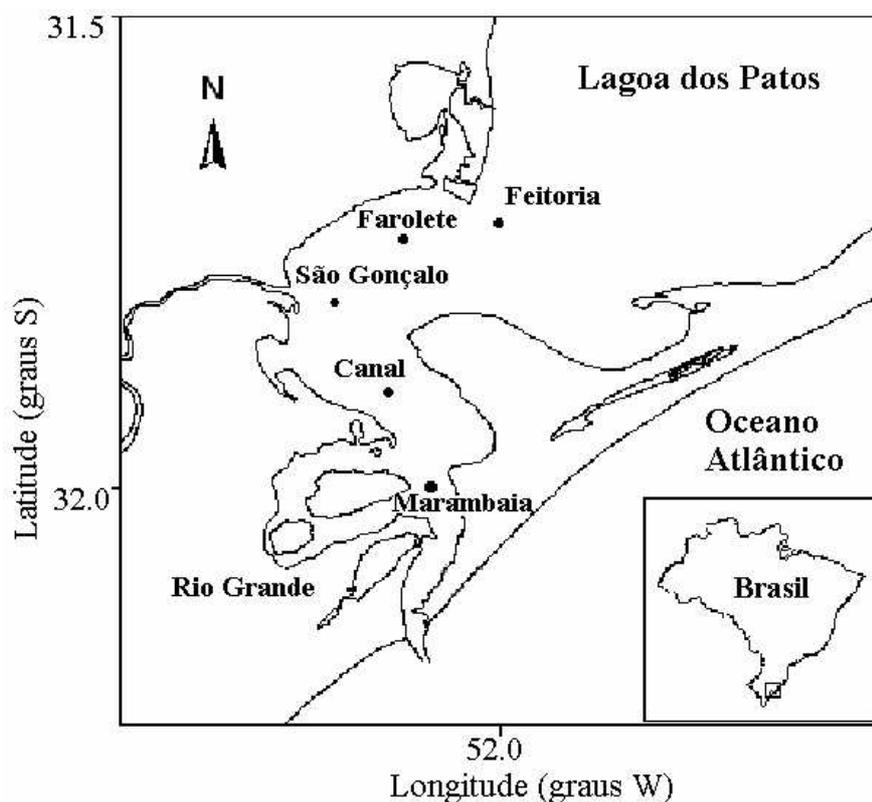


FIGURA 1 – Lagoa dos Patos e seu estuário (quadro maior) indicando as cinco estações de coleta (•).

Amostras de água foram coletadas com rede de plâncton de 55µm de abertura de malha, utilizando bomba de recalque por marca Stihl P 835 durante 3 minutos para a concentração das amostras de 300 litros de volume filtrado em volumes de 500 mL, constantes em todas amostras. Deste volume concentrado, subamostras foram retiradas para análise de ficobiliproteínas, clorofila *a* e levantamento qualitativo e quantitativo do microfitoplâncton retido na rede. Para a análise de ficobiliproteínas utilizou-se uma adaptação do método de Bennett & Bogorad (1973). Para tanto, foram coletados 6 mL de amostra, centrifugados a 10.000 *g* por 15 minutos em centrífuga (Eppendorf 5415C) e o precipitado ressuspensão em 1 mL de solução salina (NaPO₄ + NaCl). As amostras foram

congeladas e descongeladas três vezes, para a lise das células e depois sonicadas (High Intensity Ultrasonic Processor, 50 Watts, 20 kHz) para sua quebra total. O conteúdo foi centrifugado por 50 minutos a 10.000 g e o sobrenadante submetido a leitura em comprimento de onda de 665 nm em espectrofotômetro ótico (FEMTO, Brasil). Para a análise de clorofila *a*, 50 mL de amostra foram filtradas com pressão inferior a 20 cm de mercúrio utilizando filtros Whatman GF/F com bomba a vácuo. Seguindo o método de Golterman *et al.* (1978), os filtros foram mantidos em frascos escuros até a chegada ao laboratório, quando foram adicionados 10 mL de acetona alcalina (90%) e refrigerados a 5°C por 24 horas. Em seguida, as amostras foram centrifugadas por 15 minutos (Centrífuga Eppendorf 5415C) e o sobrenadante lido em espectrofotômetro (FEMTO, Brasil) a 665 nm descontando-se a turbidez (leitura em 750 nm). As amostras foram, então, acidificadas e depois de 5 minutos submetidas a leitura novamente em 665 e 750 nm, para a quantificação das feofitinas. A clorofila foi calculada pela equação de Lorenzen (1967).

Para o levantamento qualitativo e quantitativo do microfítolplâncton (fração menor que 55 µm), amostras de 50 mL do concentrado foram fixadas em solução de Transeau (formol: etanol: água, 1:3:6, respectivamente) para posterior análise. Os dados quantitativos foram obtidos utilizando-se o volume original de cada amostra concentrada. As algas eucariotas foram identificadas em nível de classe, em câmara de Sedgewick-Rafter (volume de amostra de 1 mL para estimativa de número de células por mililitro a partir da contagem de 10 campos) segundo Ricard (1986), Sournia (1986) e Chrétiennot-Dinet (1990) e as espécies de cianobactérias com base a referências específicas Desikachary (1959), Geitler (1932), Komarkova-Legnorova & Eloranta (1992), Torgan (1997).

Em um tratamento para variáveis não paramétricas (como abundância celular de *A. spiroides*) dados de correlação para as análises estatísticas foram obtidos através do ranking de correlação de Spearman, considerando apenas correlações significativas ($p < 0,05$) e indicando uma mesma direção de crescimento.

3 – RESULTADOS

A temperatura manteve-se abaixo de 20°C entre maio e outubro de 1997 e a partir de maio de 1998 e permaneceu mais elevada durante o verão e outono de 1998 (Fig.2).

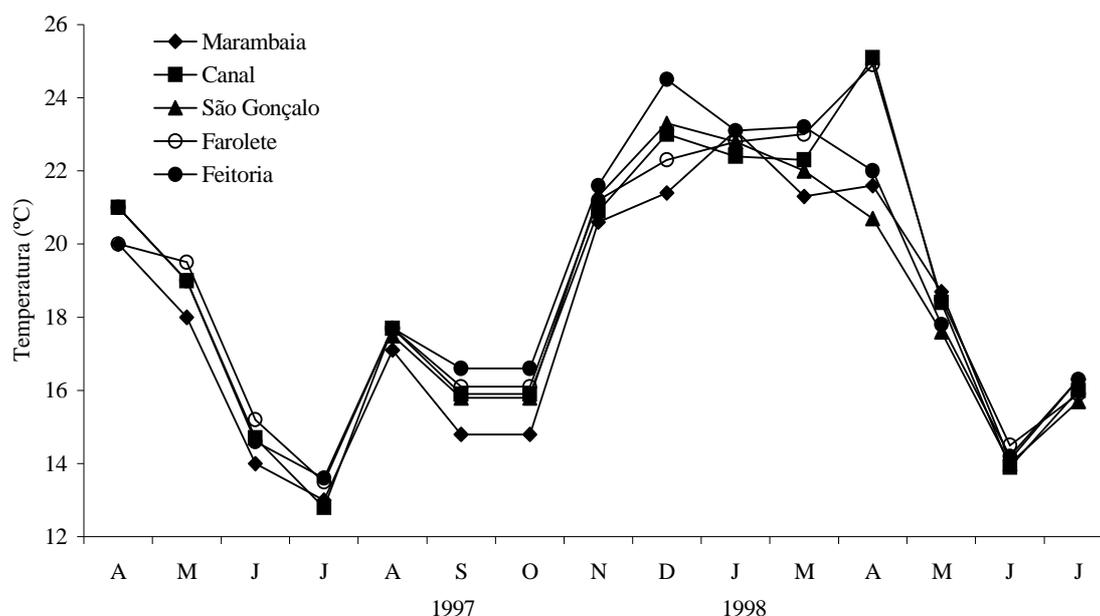


FIGURA 2 – Temperatura (°C) da água (superfície), nas cinco estações de coleta desde abril de 1997 a julho de 1998 no estuário da Lagoa dos Patos, RS.

A salinidade apresentou, no outono e inverno de 1997, valores muito variáveis, geralmente acima de 5, indicando que a água salgada penetrava em todo estuário e favorecia o aparecimento e permanência das espécies marinhas e salobras no local. A partir de agosto de 1997, o estuário da Lagoa dos Patos permaneceu com salinidades menores que 5 durante quase 11 meses, indicando o predomínio de massas de água de origem continental e o regime de vazante. Exceção ocorreu no mês de dezembro, quando a salinidade chegou a atingir valores próximos a 30, provavelmente, por ter sido um mês de poucas chuvas e ventos, possibilitando a penetração de uma cunha salina no estuário (Fig. 3).

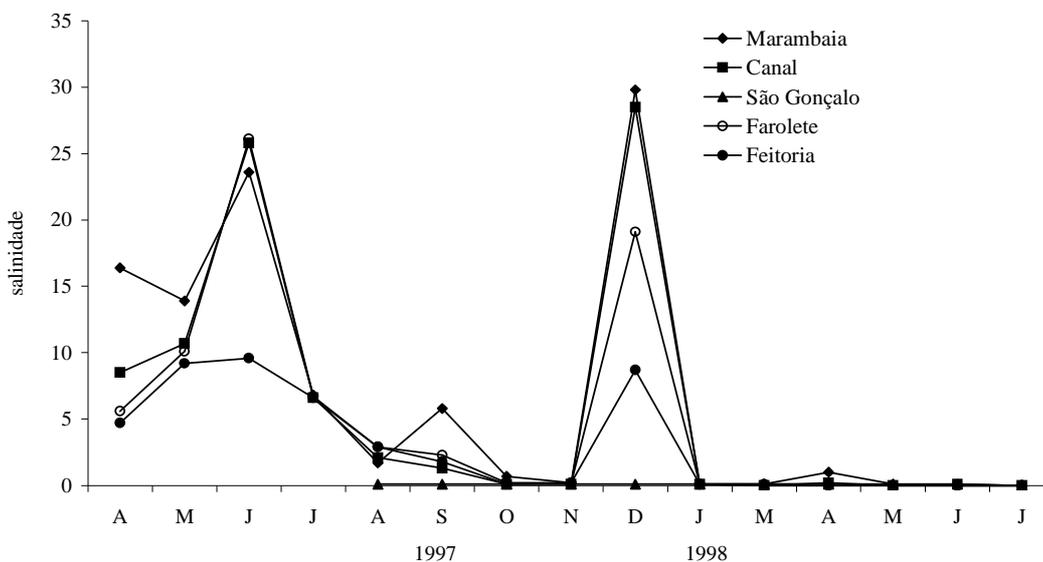


FIGURA 3 – Salinidade (superfície) nas cinco estações de coleta desde abril de 1997 a julho de 1998 no estuário da Lagoa dos Patos, RS.

O pH manteve-se semelhante (>7) até agosto de 1997, aumentando a partir deste período acentuaram-se as oscilações entre as estações. Durante o verão e outono de 1998, as diferenças entre as estações foram maiores e os valores mantiveram-se acima de 7,5 (Fig. 4).

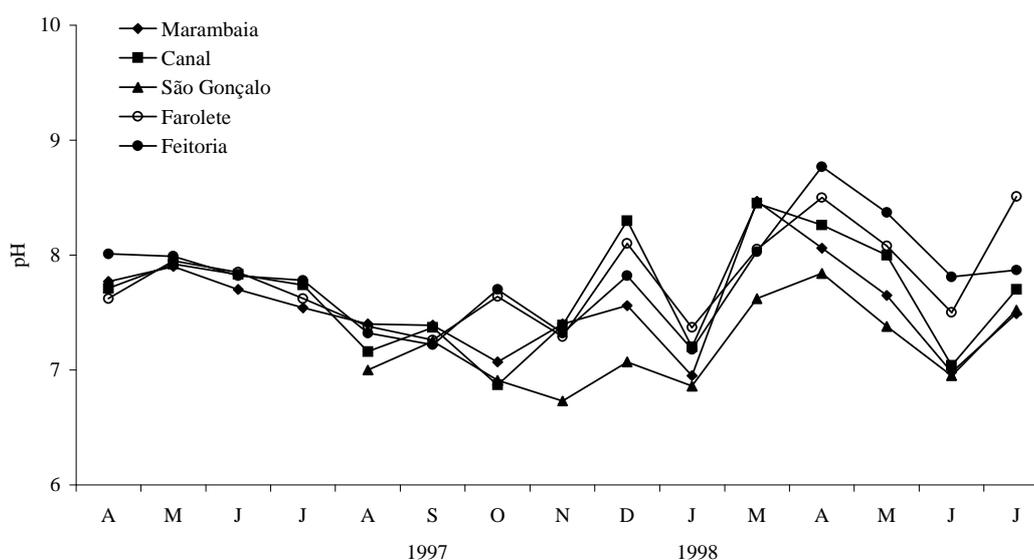


FIGURA 4 – Valores de pH nas cinco estações de coleta desde abril de 1997 a julho de 1998 ao longo da região estuarina da Lagoa dos Patos, RS.

Os dados de velocidade e direção de correntes (Tab. 1) demonstraram que o estuário permaneceu preponderantemente em regime de vazante ao longo dos 15 meses de amostragens, com exceção do mês de dezembro de 1997. As velocidades variaram de 2 a 101 cm.s⁻¹, com poucos registros de velocidades abaixo de 20 cm.s⁻¹.

Algumas variáveis bióticas de relevância foram consideradas na fração de tamanho maior de 55 µm como clorofila a, ficobiliproteínas e os grupos microfítocoplânctônicos. A clorofila a permaneceu sempre próxima a 5 µg.L⁻¹ e somente em abril de 1998 ultrapassou a 10 µg.L⁻¹, caracterizando a formação de uma floração fitoplanctônica em todos os locais de amostragem, exceto no canal São Gonçalo onde foi próxima a zero (Fig. 5).

TABELA 1 – Variações na velocidade (cm.s⁻¹) e no sentido das correntes (E = enchente, V = vazante), nas estações de coleta durante 15 meses de estudo no estuário da Lagoa dos Patos. (*) Dado não obtido.

Estação	1997					1997					1998				
	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	M	A	M	J	J
Marambaia	*	*	61V	97V	61V	45V	23E	47V	60E	6V	44V	27V	14V	29V	60V
Canal	*	*	9V	59V	38V	64V	37V	36V	29E	13V	24V	33V	36V	2V	38V
São Gonçalo	*	*	*	*	55V	66V	57V	79V	84V	85V	59V	56V	82V	56V	101V
Farolete	*	*	14E	59V	45V	58V	37V	33V	19E	17V	*	23V	41V	2E	36V
Feitoria	*	*	22V	39V	25V	40V	45E	30E	35V	12E	10E	24V	25E	3V	24E

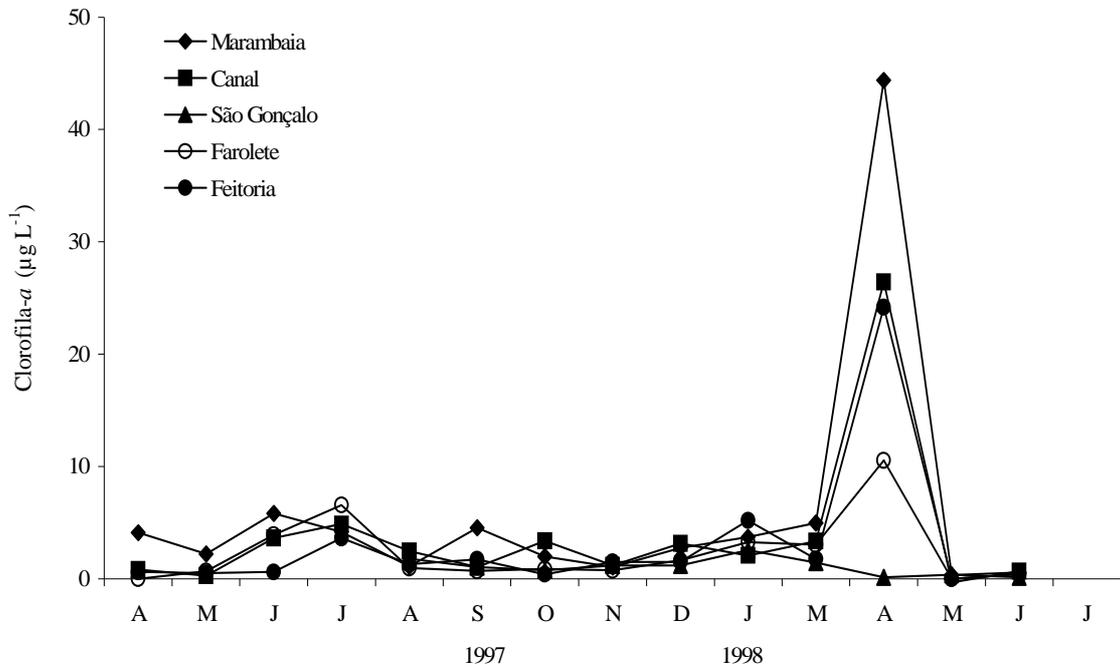


FIGURA 5 – Valores de clorofila-a (µg.L⁻¹) nas cinco estações de coleta desde abril de 1997 a julho de 1998 ao longo da região estuarina da Lagoa dos Patos, RS.

Os grupos microfítocoplânctônicos Bacillariophyceae e Chlorophyceae de tamanho maior de 55µm foram abundantes em todos os períodos de coleta (Fig. 6), caracterizando-os como os grupos dominantes mais freqüentes nas amostras. Em outubro de 1997, a densidade daqueles dois grupos atingiu valor máximo, predominando até janeiro de 1998. A presença de cianobactérias tornou-se evidente segundo duas ocasiões distintas, uma durante o mês de outubro de 1997, com destaque a estação Farolete (mais de 100.000 colônias de *Microcystis* por litro), e a partir de janeiro de 1998, com destaque a estação Canal (mais de 69.000 colônias de *Microcystis* por litro) durante o mês de abril (Fig. 6), ambos períodos em que os valores registrados de salinidades estiveram próximos ou iguais a zero.

Os valores de ficobiliproteínas foram baixos até setembro de 1997, o que dificultou sua quantificação. Os níveis elevaram-se significativamente a partir de abril de 1998, quando foram detectadas as maiores abundâncias de *Anabaena spiroides* e a presença de *Microcystis aeruginosa*, *M. wesenbergii* e *Spirulina* spp. (Fig.7). Os exemplares de *Anabaena spiroides* apresentaram tricomas regularmente espiralados, envoltos por mucilagem, com heterocitos presentes, acinetos não observados, diâmetro celular de 8 µm e altura das espiras de 30 µm (Fig. 8). A presença de *Anabaena spiroides* foi confirmada entre janeiro e maio de 1998, chegando a atingir 16.250 filamentos por litro em abril de 1998 (Tab. 2).

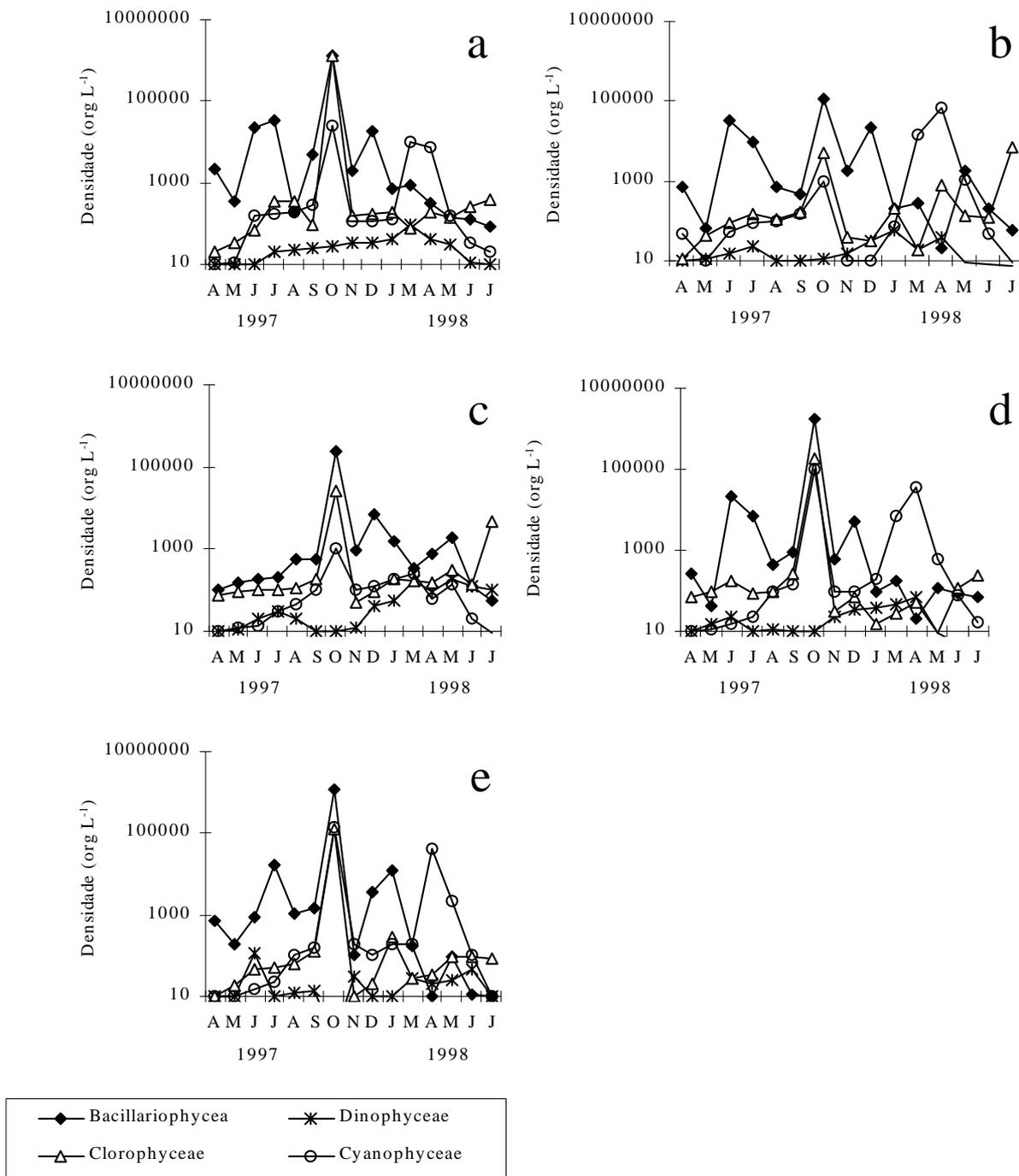


FIGURA 6 – Densidade dos grupos microfítocoplânctônicos em org.L⁻¹ (incluindo as colônias.L⁻¹ para as cianobactérias) desde abril de 1997 a julho de 1998 ao longo das estações de coleta Marambaia (a), Canal (b), São Gonçalo (c), Farolete (d) e Feitoria (e), localizadas na região estuarina da Lagoa dos Patos, RS.

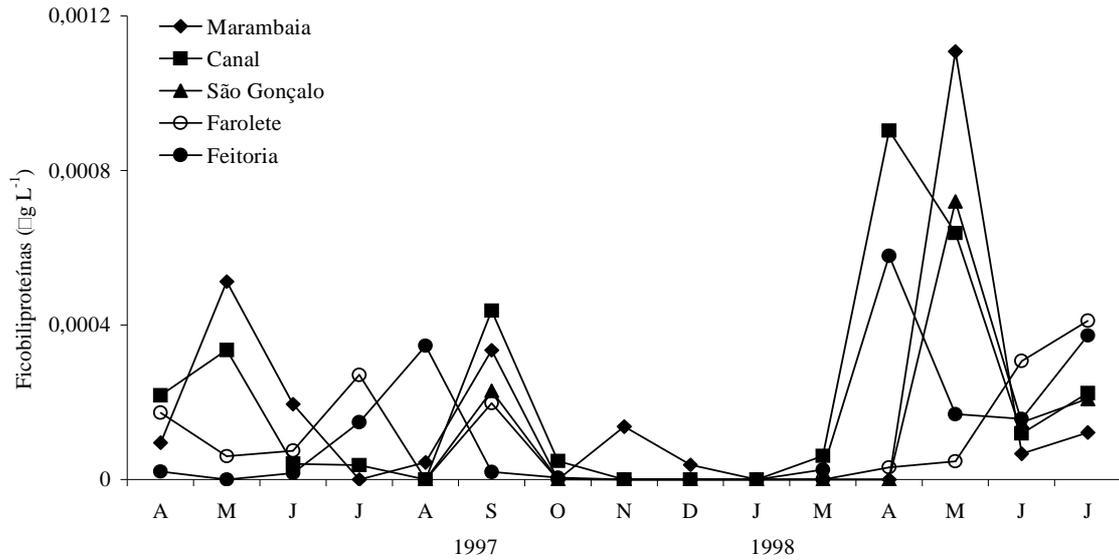


FIGURA 7 – Concentração de ficobiliproteínas ($\mu\text{g.L}^{-1}$) desde abril de 1997 a julho de 1998 nas amostras de cinco estações de coleta no estuário da Lagoa dos Patos, RS.

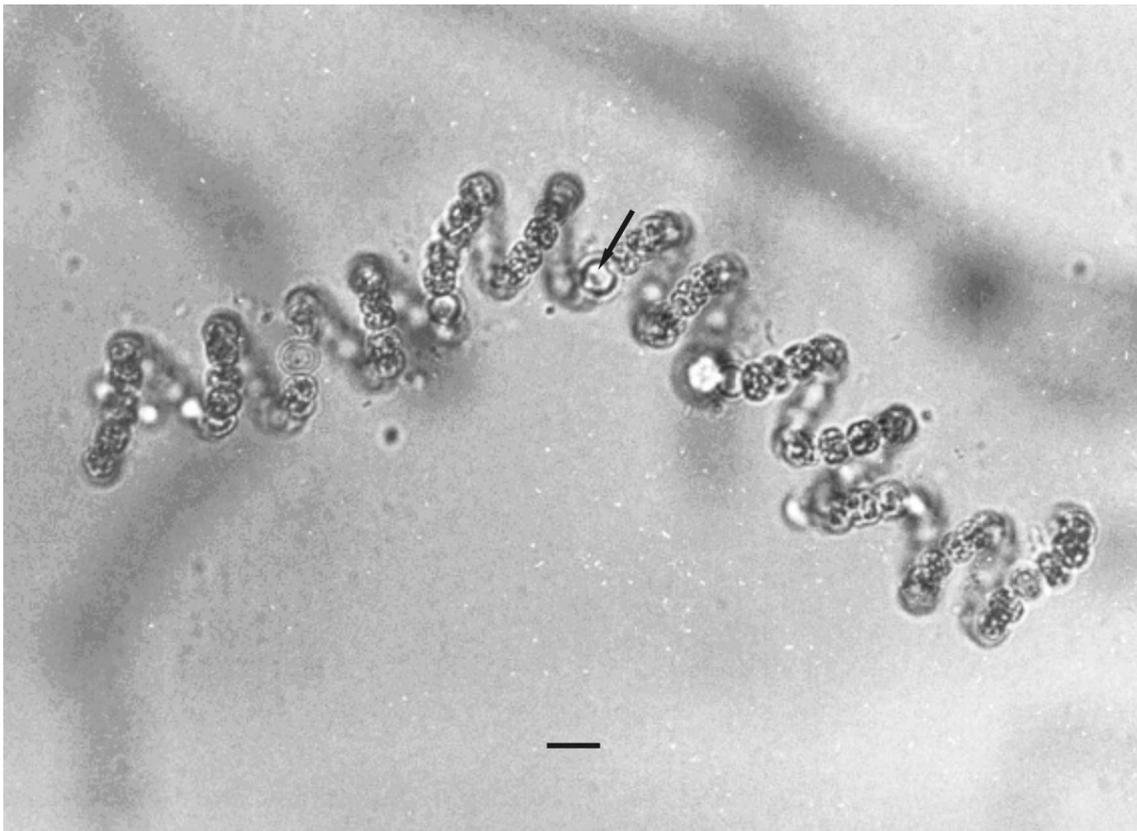


FIGURA 8 – *Anabaena spiroides* coletada no estuário da Lagoa dos Patos . Barra = 10 μm . Detalhe: tricoma espiralado regularmente e células diferenciadas em heterócito.

TABELA 2 – Número de filamentos de *Anabaena spiroides* presentes desde janeiro a maio de 1998 ao longo da região estuarina da Lagoa dos Patos, RS.

Meses do ano de 1998 com a ocorrência de <i>A. spiroides</i> (filamentos.mL ⁻¹)				
Estação	Janeiro	Março	Abril	Maio
Marambaia			385	
Canal	200	375	16250	140
São Gonçalo	210	515	100	435
Farolete		280	8550	45
Feitoria		375	100	215

4 – DISCUSSÃO

O gênero *Anabaena* é composto por espécies preferencialmente de água doce, mas, às vezes, estão presentes em águas salobras e marinhas (Carpenter & Carmichael 1995), preferindo corpos de água fechados, estagnados, estratificados, com temperatura relativamente elevada. Preferem também pH elevado (>7). Considerando o levantamento realizado em 1994/1995 por Matthiensen *et al.* (1999) e os resultados do presente estudo, verificou-se que dois fatores são essenciais ao desenvolvimento de *Anabaena spiroides* no estuário da Lagoa dos Patos: alta temperatura e baixa salinidade. A temperatura apresentou correlação positiva ($R=0,61$, $p=0,018$) com o desenvolvimento de filamentos de *Anabaena spiroides*; provocando uma floração de *A. spiroides* e de outras cianobactérias no período entre março e maio de 1998, com o consequente aumento da clorofila a e do teor de ficobiliproteínas da biomassa fitoplanctônica nas águas do estuário.

Devido a salinidade não ser significativamente diferente entre as amostragens no período de janeiro a julho de 1998, *Anabaena spiroides* desenvolveu-se na Lagoa dos Patos sob pequenas variações de 0 a 0,2 confirmando a sua ocorrência típica em corpos de água doce. No estuário da lagoa dos Patos *A. spiroides* ocorreu entre janeiro e maio de 1998. Durante os 15 meses de monitoramento somente neste período a ocorrência desta espécie foi confirmada, visto que a salinidade variou entre mais intensamente entre 0,1 a 29,8 nas coletas em 1997. De fato, em dados apresentados por Torgan (1997), a presença de *Anabaena spiroides* na Lagoa dos Patos, está associada a zonas de baixos valores de salinidade de pH e ampla variação de nitrato e fosfato. Igualmente, Matthiensen *et al.* (1999) apontou a ocorrência de até 337.900 filamentos.L⁻¹ de *Anabaena spiroides* para o mês de fevereiro de 1995, na saída do canal de São Gonçalo (salinidade = 0), zonas típicas de águas doce durante todo o ano.

Embora aumentos nos teores de clorofila-a e ficobiliproteínas registrados no período podem ser devido a florações de outros gêneros de cianobactérias como *Microcystis* com valores de até 8×10^3 cel.mL⁻¹ (Minillo *et al.* 2000) a densidade registrada de *A. spiroides* nesta composição fitoplanctônica (de até 16.250 fil.mL⁻¹) é expressiva para variar os conteúdos de clorofila a e ficobiliproteínas nas amostras daqueles períodos.

A espécie *Anabaena spiroides* é apontada na literatura como produtora potencial de neurotoxinas e de hepatotoxinas (Carpenter & Carmichael 1995). Florações de *Anabaena spiroides* tiveram sua toxicidade comprovada por Yunes (dados não publicados) no manancial Santa Bárbara (represa de abastecimento da cidade de Pelotas, RS), no lago paisagístico do Campus Universitário da FURG, em Rio Grande, RS e no nordeste do Brasil, no complexo lagunar Mundaú / Manguaba, em Alagoas (Tab. 3). Amostras coletadas naquele lago paisagístico durante floração de *A. spiroides* em novembro de 1995 provaram possuir potencial inibitório de 100% da atividade da enzima Acetilcolinaesterase, um indicador indireto da presença de anatoxina-a(S) na floração (Monserrat *et al.* 2001).

TABELA 3 – Toxicidade das florações de *Anabaena spiroides* na represa de Santa Bárbara (Pelotas, RS), no lago paisagístico (FURG, Rio Grande, RS) e no complexo lagunar Mundaú-Manguaba, Al. DL₅₀-24h = Dose letal para 50% da população em 24 horas; mg.Kg⁻¹.p.c. = miligramas por kilo de peso corporal do camundongo.

Toxicidade DL ₅₀ – 24h (mg.kg ⁻¹ .p.c.)	Local		
	Santa Bárbara 410	FURG 369	Mundaú-Manguaba 397

A. spiroides foi detectada no complexo estuarino lagunar Mundaú / Manguaba, AL, atingindo valores de 37.620.000 filamentos por litro, representando 46,6% das cianobactérias presentes (Magalhães *et al.*1998). Grande número de filamentos de *A. spiroides* ocorreu também durante uma mortandade de peixes ocorrida no rio Guaíba, Porto Alegre, RS em 1996, quando foram detectados 43.695.000 filamentos por litro (Yunes, dados não publicados). No reservatório de abastecimento do Guarapiranga, em São Paulo, no ano de 1998 florações mistas, contendo *Anabaena spiroides*, são comuns chegando a atingir 525.000 filamentos por litro (Okamoto, com. pessoal).

Florações nocivas de *Anabaena* apresentam densidades de 0,5 - 2.10⁶ cél.L⁻¹, (Nakanishi *et al.* 1992, Carmichael & Falconer 1993) e levando-se em conta que o filamento médio contém entre 10 a 30 células, pode-se afirmar que os valores encontrados no estuário da Lagoa dos Patos (16.250 filamentos por litro) no presente trabalho, não caracterizam uma floração nociva. Entretanto, condições ótimas para o superdesenvolvimento de *Anabaena spiroides* ocorrem em outros períodos especialmente durante o verão e o outono, sob condições de baixa velocidade de descarga da Lagoa dos Patos, temperaturas e pH mais elevados, salinidade próxima a zero e ventos mais fracos, assim o aparecimento das florações é favorecido. Dessa forma, a Lagoa dos Patos pode tornar-se área de risco para a população que vive às suas margens e que utilizam suas águas para pesca e recreação, com danos a curto prazo como irritação na pele ou a longo prazo no caso de utilização de suas águas para consumo público.

LITERATURA CITADA

- ASMUS, ML. 1997. Coastal plain and Patos Lagoon. In: SEELIGER, U; ODEBRECHT, C & CASTELLO, JP (eds.). Subtropical convergence environments: The coast and sea in the warm-temperate southwestern atlantic. Springer-Verlag, Berlin: 9-12.
- BENNETT, A & L BOGORAD. 1973. Complementary chromatic adaptation in a filamentous blue-green alga. *J. Cell Biol.*, 58: 419-435.
- CARMICHAEL, WW & IR FALCONER. 1993. Diseases related to freshwater blue-green algal toxins, and control measures. In: FALCONER, IR (ed.). Algal toxins in seafood and drinking water. Academic Press, Cambridge: 187-209.
- CARPENTER, EJ & WW CARMICHAEL. 1995. Taxonomy of cyanobacteria. In: HALLEGRAEFF, GM, DM ANDERSON, AD CEMBELLA (eds). IOC Manuals And Guides UNESCO, Paris, 33:373-380.
- CHRÉTIENNOT-DINET, M-J. 1990. Atlas du phytoplancton marin 3: Chlorophycées, Cryptophycées, Euglenophycées, Eustigmatophycées, Prasinophycées, Prymnesiophycées et Tribophycées. Paris, Centre National de la Recherche Scientifique, 261 p.
- CASTELLO, JP 1978. Projeto Lagoa, relatório do 1º ao 15º cruzeiro. Fundação Universidade do Rio Grande, B.O.A., Sér. Relatórios: 1-9.
- CASTELLO, JP 1985. La ecología de los consumidores del estuario de la Lagoa dos Patos, Brasil. In: YAÑEZ-ARANCIBIA, A (ed.). Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons: Towards an Ecosystem Integration. UNAM Press, México: 383-406.
- DESIKACHARY, TV. 1959. Cyanophyta. Monographs on algae. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi, 686 p.
- ELDER, GH, PR HUNTER & GA CODD. 1993. Hazardous fresh water cyanobacteria (blue-green algae). *Lancet*, 341: 1519-1520.
- FALCONER, IR. 1993. Mechanism of toxicity of cyclic peptide toxins from blue-green algae. In: Falconer, IR (ed.). Algal Toxins in Seafood and Drinking Water. Academic Press, Cambridge, 11: 177-186.
- GEITLER, L. 1932. Cyanophyceae. In: Rabenhorst, L. 2 ed. (ed.). Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Leipzig Akademische Verlagsgesellschaft m.b. H.1196 p.
- GOLTERMAN, HL, RS CLIMO, MAM OHNSTAD. 1978. Methods for Physical and Chemical Analysis of Fresh Water. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 213 p. (IBP Handbook, 8).
- KOMARKOVA-LEGNEROVA, J & P ELORANTA. 1992. Planktic blue-green algae (Cyanophyta) from Central Finland (Jyväskylä region) with special reference to the genus *Anabaena*. *Algological Studies* 67:103-133.
- LORENZEN, CJ. 1967. Determination of chlorophyll and phaeopigments: spectrophotometric equations. In: ELDER, L (ed.). Recommendations for Marine Biological Studies in the Baltic Sea, Phytoplankton and Chlorophyll Rostock, The Baltic Marine Biologists Publication 5: 38.
- MAGALHÃES, EMM, MCA LIRA, Z PORFIRIO, MO CAVALCANTI. 1998. Cianobactérias do Complexo Estuarino Lagunar Mundaú/Manguaba-AL-Brasil. In: Anais do 1º Colóquio Brasileiro de Alga s Nocivas, Facimar Univali, Itajaí, 115 p.
- MATTHIENSEN, A, JS YUNES & GA CODD. 1999. Ocorrência, distribuição e toxicidade de cianobactérias no estuário da Lagoa dos Patos. *Rev. Bras. Biol.* 59: 361-376.
- MINILLO, A, AHF, FERREIRA & JSYUNES 2000. Detecção de Microcistinas em Florações de Microcystis aeruginosa no Estuário da lagoa dos Patos, RS, entre 1997 e 1998. *Atlântica*, 22: 81-93.
- MONSERRAT, JM, JS YUNES & A BIANCHINI 2001. Effects of *Anabaena spiroides* aqueous extracts on the AChE activity of Aquatic Species. *Envir. Toxicol. & Chem* 20 (6): 1228:1235.
- NAKANISHI, M, T MIYAJIMA, S NAKANO & Y TEZUKA. 1992. Studies on the occurrence of *Anabaena* and *Microcystis* blooms in Akanoi bay of the South Basin of Lake Biwa, with special attention to nutrient levels. *Ann. Rept. Interdiscipl. Res. Inst. Environ. Sci.* 11: 67-75.
- PEARSON, MJ. 1990. Toxic blue-green algae. Report National Rivers Authority. Water Quality Series 2, UK, Rushden, Northants. 128p.
- RAPALA, J. 1998. Toxin production by freshwater cyanobacteria: Effects of environmental factors. PhD. Thesis, University of Helsinki, Helsinki, Finland, 63p.

- RESSOM, R, FS SOONG, J FITZGERALD, L TURCZYNOWICZ, O EL SAADI, D RODER, T MAYNARD & I FALCONER. 1999. Health effects of toxic Cyanobacteria (blue-green algae). In: CHORUS, I & J Bartram (eds). Toxic Cyanobacteria in Water. E & FN Spon, London, 414 p.
- RICARD, M. 1986. Atlas du phytoplancton marin 2: Diatomophycées. Edition du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, 297 p.
- SAKER, ML, AD THOMAS, JH NORTON. 1999. Cattle mortality attributed to the toxic cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii* in a outback region of North Queensland. *Environmental Toxicology*, 14:179-182.
- SKULBERG, OM, WW CARMICHAEL, GA CODD & R SKULBERG. 1993. Taxonomy of toxic Cyanophyceae (Cyanobacteria). In: FALCONER, IR (ed.). Algal Toxins in Seafood and Drinking Water. Academic Press, Cambridge, 9:145-164.
- SOURNIA, A. 1986. Atlas du phytoplancton marin. 1: Cyanophycées, Dictyophycées et Raphidophycées. Édition du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, 219p.
- TORGAN, LC. 1997. Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica na lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil, em um ciclo anual. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 284 p.
- TUNDISI, JG & T MATSUMURA-TUNDISI. 1992. Eutrophication of lakes and reservoirs: A comparative analysis, case studies, perspectives. In: CORDEIRO-MARINO, M, MR AZEVEDO, CL SANT'ANNA, NY TOMITA, EM PLASTINO (eds). Algae and Environment: a General Approach. Soc. Bras. de Ficol.: 1-33.
- YUNES, JS, NT CUNHA, S.M CONTE, AT GIORDANI, IM RABELO, MM BENDATI, CRM MAIZONAVE, GL GRANADA & RP HEIN. (2000) Programa AGUAAN – Agilização do gerenciamento e utilização de águas com algas nocivas. IN: Anais do XXVII Congr. Int. Eng. San. Ambiental, ABES-AIDIS, R.J, Brasil, Chap. V: 273-274.
- YUNES, JS. 2000. Ecotoxicologia em lagoas costeiras – Florações de cianobactérias tóxicas na laguna dos Patos. In: Esteves, FA, Lacerda, LD. (eds.). Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras. pp. 231-260. NUPEN – UFRJ. Macaé, Rio de Janeiro Brasil.
- YUNES, JS. 2000. Ecotoxicologia em lagoas costeiras – Florações de cianobactérias tóxicas na laguna dos Patos. In: Esteves, FA, Lacerda, LD. (eds.). Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras. pp. 231-260. NUPEN – UFRJ. Macaé, Rio de Janeiro Brasil.

Recebido: 11/7/2002

Aceito: 7/12/2004