

# Produção primária líquida aérea de *Spartina densiflora* Brong. (Poaceae) no estuário da laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil

Aline Rezende Peixoto<sup>1</sup> & César S. B. Costa<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Botânica, UFRGS, CEP 96046-900, Porto Alegre, RS, Brasil.  
alinepeixotodoc@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Laboratório Ecologia Vegetal Costeira, Departamento Oceanografia, FURG, CP 474,  
CEP 96201-900, Rio Grande, RS, Brasil.

RESUMO – Ao longo das margens do estuário da laguna dos Patos (no sul do Brasil), ocorrem 70 km<sup>2</sup> de marismas irregularmente alagadas, sendo a grama *Spartina densiflora* Brong., uma das macrófitas emergentes dominantes. A variação sazonal da biomassa aérea e a produção primária líquida aérea (PPLA) anual de *S. densiflora* e espécies associadas foram quantificadas entre abril de 1994 e junho de 1995, através de amostragens destrutivas mensais das biomassas viva e morta. Estimativas da PPLA anual foram obtidas através dos métodos de cálculo de Smalley e do IBP. *S. densiflora* demonstrou um único pico de biomassa viva ( $1.580 \pm 134$  gPeso Seco m<sup>-2</sup>; gPS m<sup>-2</sup>) e de biomassa morta ( $1.715,6 \pm 114,4$  gPS m<sup>-2</sup>), com uma marcada variação sazonal. Onze espécies associadas contribuíram em 1,2% para a PPLA da marisma dominada por *S. densiflora* ( $2.391,1$  gPSm<sup>-2</sup> ano<sup>-1</sup>).

Palavras-chave: marisma, *Spartina densiflora*, produção primária.

ABSTRACT – Net aerial primary production of *Spartina densiflora* Brong. (Poaceae) in the Patos lagoon estuary, Rio Grande do Sul, Brazil. Irregularly flooded salt marshes extend over 70 km<sup>2</sup> along the Patos lagoon estuary margins (south of , Brazil), where the *Spartina densiflora* Brong. grass is one of the dominant emergent macrophytes. Sazonal variation of aerial biomass and annual net aerial primary production (NAPP) of this plant and associated species were quantified between April 1994 and June 1995 through monthly destructive sampling of dead and live aerial biomass. Annual NAPP estimates were obtained by through the calculation methods of Smalley and IBP. *S. densiflora* showed single peaks of dead ( $1,715.6 \pm 114.4$  g Dry Weight m<sup>-2</sup>; gDW m<sup>-2</sup>) and live ( $1,580 \pm 134$  gDW m<sup>-2</sup>) aerial biomass, and a marked seasonal variation. Eleven associated species contributed only with 1.2% for the annual NAPP of *S. densiflora* dominated salt marsh ( $2,391.1$  gDW m<sup>-2</sup> year<sup>-1</sup>).

Key words: salt marsh, *Spartina densiflora*, primary production.

## INTRODUÇÃO

Além de prover recursos alimentares e habitats para microrganismos e macroconsumidores, a biomassa vegetal influencia sobre o microclima, por sua relação com a luz e temperatura e intercâmbios hídricos, relacionando-se igualmente com a circulação de nutrientes dentro do ecossistema (Adam, 1990; Nieva, 1996).

As marismas (banhados salgados costeiros) são tidas como grandes provedoras de matéria orgânica vegetal para teias alimentares estuarinas e costeiras, sendo esta predominantemente utilizada sob a forma de detrito enriquecido por biomassa bacteriana.

As marismas são utilizadas como áreas de refúgio para acasalamento, berçário, moradia e alimento por várias espécies de aves residentes e migratórias, incluindo ainda pequenos roedores, répteis, peixes e crustáceos (Turner, 1976; Mitsch & Gosselink, 1986; Day *et al.*, 1989; Soriano-Sierra, 1990; Panitz, 1992; Peixoto, 1997).

Ao longo das margens do estuário da laguna dos Patos ocorrem 70 km<sup>2</sup> de marismas irregularmente alagadas (Costa *et al.*, 1997), em geral constituídas por inúmeras manchas monoespecíficas de vegetação (Costa *et al.* 2003). Estas marismas são dominadas pelas plantas rizomatosas perenes: *Spartina alterniflora* Loiset *et* Deslang, *S. densiflora* Brong.,

*Scirpus maritimus* L., *Scirpus olneyi* A. Gray e *Juncus effusus* L., que juntas recobrem cerca de 50% da superfície das marismas na parte inferior do estuário da laguna dos Patos (Costa *et al.*, 1997).

*Spartina densiflora* é a espécie de mais ampla distribuição vertical nas marismas do estuário da Lagoa dos Patos, mas predomina em pisos alagados de 20 - 30% do tempo (Costa, 1997a; Costa *et al.*, 2003). Esta espécie é nativa das marismas da América do Sul, com distribuição nas costas do Chile, Argentina, Uruguai e Brasil (desde São Paulo até o Rio Grande do Sul) (Giacobbo & Boechat, 1988). Sua alta produtividade e ampla faixa de tolerância ecofisiológica ao alagamento por água salgada são apontadas como principais motivos de sua capacidade colonizadora na costa sudoeste da Espanha, na costa Norte da África (Fenname & Mathez, 1988; Nieva *et al.*, 2001) e costa pacífica dos EUA (Kittelson & Boyd, 1997).

O gênero *Spartina* se caracteriza por plantas com o metabolismo fotossintético C4, de alta eficiência hídrica por carbono assimilado, tendo ampla distribuição latitudinal (Turner, 1976; Nieva *et al.*, 2001). Outra característica deste gênero é sua utilização potencial para estabilizar o ambiente costeiro, colonizando áreas instáveis como planícies de maré "mudflats" e diminuindo o impacto nas áreas que possam sofrer erosão (Figuerola *et al.*, 1985; Adam, 1990).

Através da quantificação periódica da biomassa vegetal é possível obter uma medida da capacidade da vegetação de acumular matéria orgânica. Vários estudos sobre a produção primária e variação sazonal de biomassa vegetal das marismas foram efetuados no estuário da laguna dos Patos (Cunha, 1994; Gaona *et al.* 1996; Fidelman & Costa, 1997; Peixoto, 1997; Peixoto *et al.*, 1997; Costa, 1998, Peixoto & Costa, 1998). Entretanto, apenas Silva *et al.* (1993) tentaram estimar a produção primária de *S. densiflora* através de uma técnica de rebrota após poda utilizando intervalos amostrais de três meses. Infelizmente, tal periodicidade amostral não reflete a realidade de produção e variação temporal de biomassa desta espécie, que apresenta alta taxa de renovação de hastes e folhas (Nieva, 1996; Vicari *et al.*, 2002) como estratégia de ocupação espacial. Esta estratégia é feita pelo acúmulo de grande quantidade de necromassa, impedindo a colonização do substrato por espécies de menor porte (Figuerola & Castellanos, 1988; Peixoto, 1997; Nieva *et al.*, 2001).

A presente contribuição visou estimar a Produção Primária Líquida Aérea (PPLA) anual e a taxa

de remoção da biomassa aérea morta (do detrito formado) de *S. densiflora*, bem como quantificar a variação temporal da biomassa aérea e do detrito vegetal ao longo de um ciclo anual em uma marisma da laguna dos Patos (Rio Grande do Sul, Brasil).

## MATERIAL E MÉTODOS

O estuário da laguna dos Patos (Rio Grande do Sul, Brasil) estende-se por 960 km<sup>2</sup>, apresentando um padrão irregular de marés de pequena amplitude (< 0,50 m) devido a forte influencia dos ventos dominantes e das chuvas sobre o nível de suas águas (Costa *et al.*, 1988; Costa, 1997b; Peixoto, 1997). O clima local é temperado quente com expressivas flutuações sazonais de fotoperíodo, radiação solar, pluviosidade e temperatura. Os meses com menores e maiores temperaturas médias são, respectivamente, julho (12,7 °C) e janeiro (24,6 °C) (Vieira 1983).

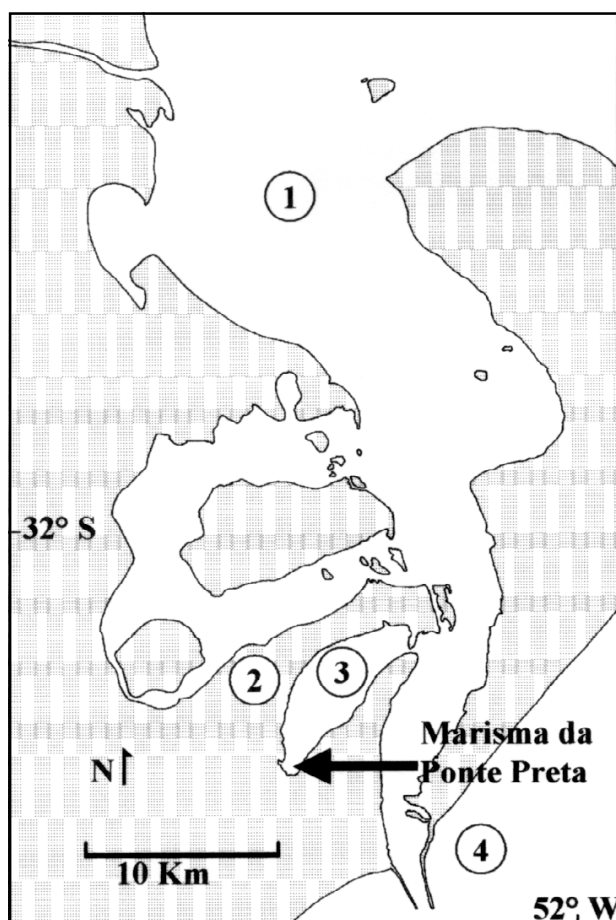
O presente estudo foi desenvolvido em uma marisma (32°07' S, 52°09' W), nas proximidades da Ponte Preta (estrada RS-392), localizada na margem sudoeste do saco da Mangueira (Fig. 1), que pode ser caracterizado como uma enseada semifechada; comunicação restrita a uma boca de apenas 240 m, por onde entra água salobra do estuário da laguna dos Patos. A marisma da Ponte Preta recebe aporte de água doce através do arroio Simão, canal de ligação do saco da Mangueira com a lagoa Verde. Esta marisma possui uma extensão de 3,13 km<sup>2</sup> (Costa *et al.*, 1997) e apresenta uma cobertura vegetal composta pelas macrófitas emergentes que têm maior representatividade dentro das marismas do estuário da laguna dos Patos (Peixoto, 1997).

Entre abril de 1994 e junho de 1995 a salinidade da água superficial no Saco da Mangueira foi medida diariamente utilizando refratômetro modelo Aquafauna. O pH da água superficial foi coletado mensalmente e medido com pHmêtro digital "Aquafauna", com precisão de 0,1. A água intersticial também foi coletada mensalmente com bomba a vácuo modelo 2005G2 "Vacuum Test Hand Pump" ("Soilmoisture Equipment Corp."). Dados da média diária de temperatura, radiação, fotoperíodo e pluviosidade foram cedidos pela Estação Meteorológica da Fundação Universidade Federal do Rio Grande.

As variações sazonais da biomassa aérea de *S. densiflora* e de suas espécies associadas foram estimadas por coletas destrutivas mensais da biomassa aérea na marisma da Ponte Preta, durante o mesmo período. Foi estabelecida uma área amostral em

uma parcela de 15 m × 10 m, com cobertura visual da espécie dominante maior do que 70%. Foram coletadas aleatoriamente, a cada amostragem mensal, seis réplicas de quadrados amostrais de 0,5 m × 0,5 m. Através de perfis topográficos foram calculados o nível de alagamento e o piso intermareal que a comunidade dominada por *S. densiflora* ocupa em relação ao nível médio da água do estuário da laguna dos Patos.

Em laboratório, a biomassa aérea foi separada em componente vivo e morto (incluindo detrito depositado sobre o terreno), tendo como critério a coloração das hastes e folhas. Ambos componentes foram lavados e posteriormente secos em estufa a 80 °C até obtenção de peso constante ( $\pm 0,01$  g). As biomassas aéreas viva e morta de todas as plantas associadas foram tratadas em conjunto, sendo identificadas as espécies presentes e indicadas entre estas a(s) espécie(s) de maior abundância relativa.



**Fig. 1.** Mapa de localização da marisma da Ponte Preta no estuário da Laguna dos Patos (Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil). Legenda: 1 - laguna dos Patos; 2 - Rio Grande; 3 - saco da Mangueira; 4 - estrada RS 392; 5 - arroio Simão.

A Produção Primária Líquida Aérea (PPLA) anual foi estimada para o período entre abril de 1994 e março de 1995, por duas técnicas de cálculo que possuem distintas pré-suposições sobre o processo de formação da biomassa (i.e., produção ou não de detrito durante período de crescimento) e, conseqüentemente, a comparação das estimativas possibilita uma melhor compreensão dos mecanismos determinantes da disponibilidade de matéria vegetal na marisma. Na primeira técnica, utilizou-se o método de Smalley (Turner, 1976; Long & Mason, 1983), das somas ponderadas das diferenças nas biomassas viva (dBV) e morta (dBM) presentes em todos intervalos amostrais. Este método estima a mortalidade da biomassa (Linthurst & Reimold, 1978), pela redução da biomassa viva e acúmulos de biomassa morta, entre duas coletas consecutivas, de acordo com as seguintes condições:

$$\begin{aligned} P_i &= \text{dBV}, \text{ se } \text{dBV} > 0 \text{ e } \text{dBM} \leq 0; & [1] \\ P_i &= \text{dBV} + \text{dBM}, \text{ se } \text{dBV} > 0 \text{ e } \text{dBM} > 0; & [2] \\ P_i &= \text{dBV} + \text{dBM}, \text{ se } \text{dBV} \leq 0 \text{ e } (\text{dBV} + \text{dBM}) > 0; & [3] \\ P_i &= 0, \text{ se } \text{dBV} \leq 0 \text{ e } (\text{dBV} + \text{dBM}) \leq 0; & [4] \\ \text{PPLA anual} &= \sum P_i & [5] \end{aligned}$$

O segundo método de estimativa da PPLA anual utilizado foi o IBP ("International Biological Programme"), onde a PPLA anual é também estimada pela equação 5, no entanto,  $P_i$  é estimada apenas pelas variações positivas do material vivo (dBV) durante a estação de crescimento (equações 6 e 7) (Linthurst & Reimold, 1978; Long & Mason, 1983). Não considerando a morte do material vivo, e a variação do material morto.

$$\begin{aligned} P_i &= \text{dBV}, \text{ se } \text{dBV} > 0 & [6] \\ P_i &= 0, \text{ se } \text{dBV} < 0 & [7] \end{aligned}$$

A remoção do detrito vegetal da superfície da marisma foram estimadas pelo método de Williams & Murdoch (1969, *apud* Valiela *et al.*, 1975). A remoção foi estimada pelo coeficiente  $e$  em cada intervalo  $i$ , conforme as equações 8 e 9. Os valores finais negativos de  $ei$  indicam que não foram detectadas remoções de biomassa, ou seja,  $ei = 0$ .

$$\begin{aligned} ei &= -\text{dBM}, \text{ se } \text{dBV} > 0 \text{ e } \text{dBM} < 0 \text{ ou} & [8] \\ ei &= -(\text{dBV} + \text{dBM}), \text{ se } \text{dBV} < 0 & [9] \end{aligned}$$

Os valores de biomassa removida foram expressos de forma relativa e absoluta. O primeiro foi expresso em porcentagem da biomassa total no início do intervalo amostral e o segundo em gramas de Peso Seco por metro quadrado dia ( $\text{gPS m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ).

Possíveis relacionamentos entre taxas de remoção absoluta e estimativas de produção primária com valores de frequência de alagamento e temperatura do ar foram testados através do cálculo do coeficiente de correlação de Spearman.

## RESULTADOS

O outono-inverno de 1994 caracterizou-se por temperaturas relativamente altas, com mínimas entre 10 e 20 °C a maior parte do período (Fig. 3A). Entre a primavera de 1994 e o verão de 1994-1995 as temperaturas máximas variaram de 20 a 35,6 °C. O valor máximo de radiação solar 532,4 cal cm<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> foi medido em dezembro de 1994. O fotoperíodo variou de 9,9 a 14,1 horas de luz, sendo estes valores observados, respectivamente, em junho e dezembro de 1994 (Fig. 3B). A precipitação mensal para o período do estudo (abril de 1994-junho de 1995) variou entre 60 e 160 mm. A água superficial, coletada diariamente próximo na desembocadura do arroio Simão, apresentou uma variação de salinidade de 3 a 17‰. Para a água intersticial do sedimento areno-lodoso inconsolidado foi observada uma média de salinidade de 8,2‰, caracterizando esta marisma como meso-oligo-halina. O pH da água superficial demonstrou uma variação de 5,5 a 7,5 durante o período estudado. A comunidade dominada por *S. densiflora*, apresentou uma frequência de alagamento de 20% (Fig. 2).

Onze espécies de plantas foram encontradas associadas a *S. densiflora*: *Scirpus maritimus* L., *S. olneyi* A.Gray, *Juncus acutus* L., *J. effusus* L., *Vigna luteola* (Jacq.) Benth., *Eclipta prostrata* (C.) Hassk., *Stenotaphrum secundatum* W.Kunt., *Aster squamatus* (Spreng.) Hier., *Paspalum vaginatum* Swartz, *Luziola peruviana* Gmelin e *Cyperus* sp. *S. olneyi* foi a espécie associada de maior abundância.

*Spartina densiflora* mostrou proporcionalidade entre as biomassas viva e morta durante todo o período amostral. O maior valor médio observado de biomassa aérea total (componentes vivo e morto juntos) da comunidade dominada por essa espécie foi de 3.260,1 ± 748,6 gPS m<sup>-2</sup> (± erro padrão) e ocorreu em maio de 1995. O menor valor médio de biomassa aérea total 1.668,4 ± 485,9 gPS m<sup>-2</sup> ocorreu na primavera entre os meses de outubro e novembro de 1994. Ambos valores mínimos de biomassa aérea viva 670 ± 64 gPS m<sup>-2</sup> e de biomassa aérea morta 789,3 ± 67,2 gPS m<sup>-2</sup> de *S. densiflora*

ocorreram na primavera de 1994. Tanto o componente vivo como o morto, demonstraram valores máximos em maio de 1995, respectivamente, de 1.580 ± 134 gPS m<sup>-2</sup> e 1.715,6 ± 114,4 gPS m<sup>-2</sup> (Fig. 4A, B). O maior valor médio de biomassa de espécies associadas foi somente de 58,1 ± 21,7 gPS m<sup>-2</sup> em abril de 1994. Em julho de 1994 não foi registrada a presença de espécies associadas nos quadrados amostrais coletados (Fig. 4C).

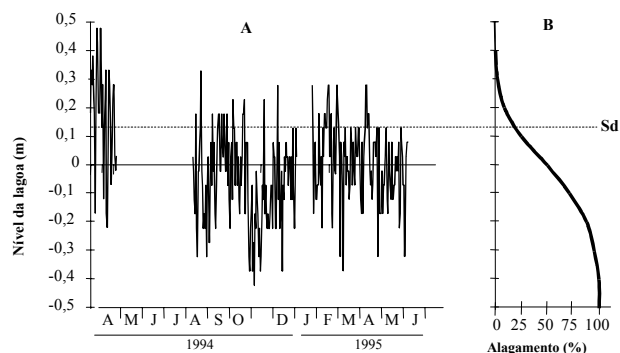


Fig. 2. Flutuações do nível do estuário da laguna dos Patos em relação ao período estudado (A), bem como a frequência de alagamento da comunidade vegetal dominada por *Spartina densiflora* (Sd) na marisma da Ponte Preta Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil entre abril de 1994 e junho de 1995 (B). A ausência de dados nos períodos de maio-junho de 1994 e no mês de janeiro de 1995, ocorreram devido a atos de vandalismo.

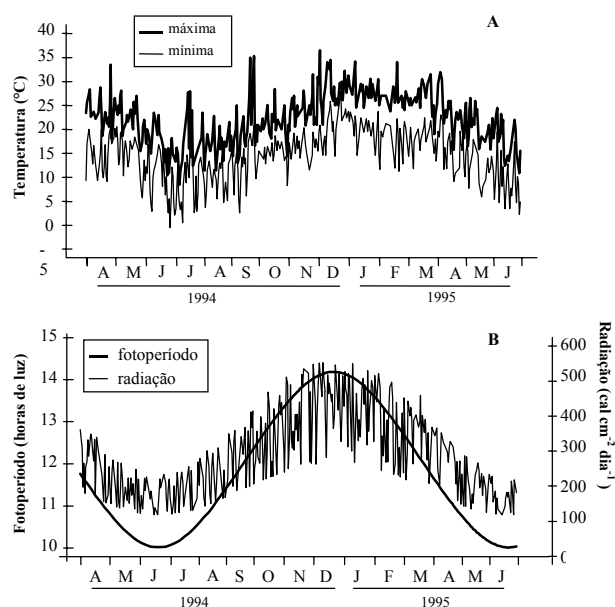
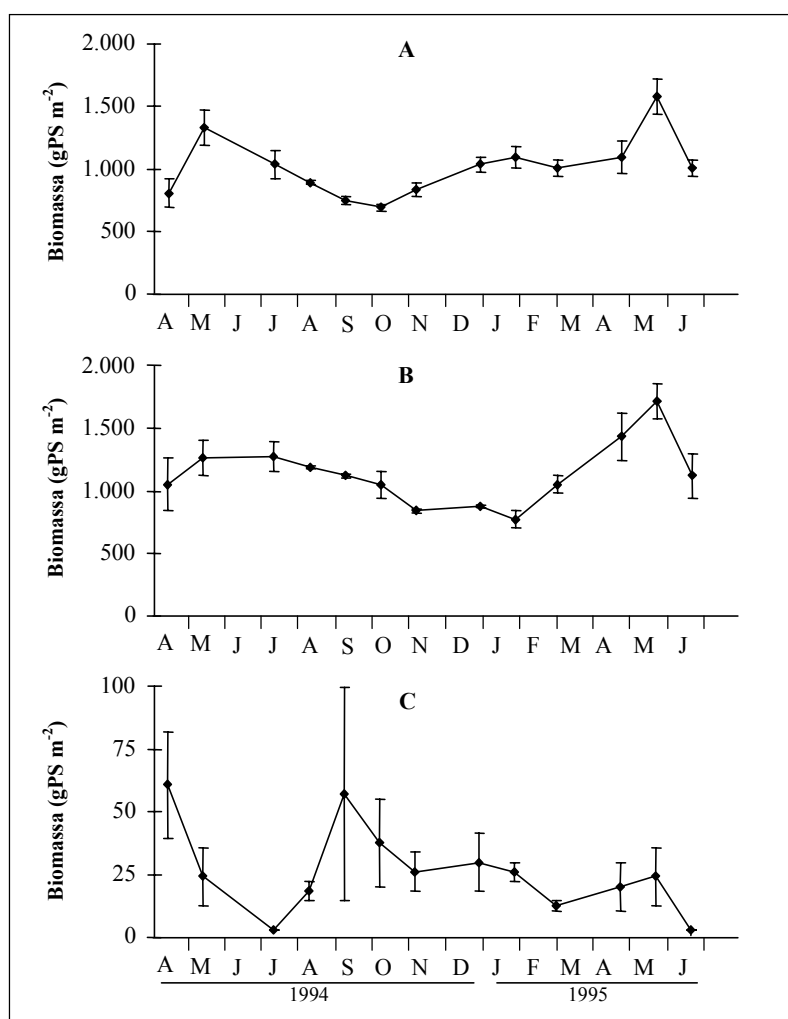


Fig. 3. Variação diária das temperaturas máximas e mínimas do ar (A), bem como do fotoperíodo e da radiação solar (B) entre abril de 1994 e junho de 1995 em Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil (Fonte: Estação Meteorológica da FURG).



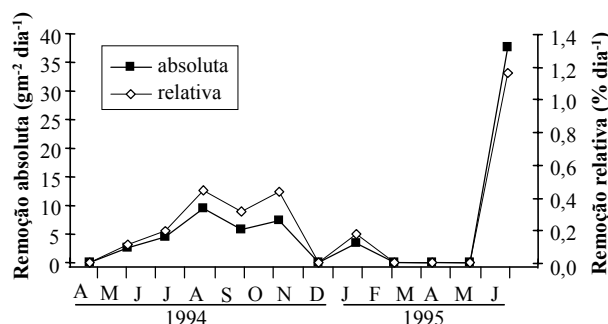
**Fig. 4.** Variação sazonal da biomassa aérea viva (A) e morta (B) de *Spartina densiflora*, bem como espécies associadas (C), na superfície da marisma da Ponte Preta, Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil.

Os valores de PPLA anual de *S. densiflora* estimados para o período de abril de 1994 a março de 1995 pelos métodos de IBP e Smalley foram, respectivamente, de 1.255,8 e 2.260,6 gPS m<sup>-2</sup> ano<sup>-1</sup>. A PPLA anual da comunidade dominada por *S. densiflora* foi estimada (Smalley) em 2.391,1 gPS m<sup>-2</sup> ano<sup>-1</sup>. As espécies associadas contribuíram com apenas, 30 gPS m<sup>-2</sup> ano<sup>-1</sup> para a PPLA anual da comunidade, ou seja, 1,2%.

A comunidade esporadicamente alagada dominada por *S. densiflora* demonstrou altas taxas de remoção relativas, 2 % dia<sup>-1</sup> e absolutas de 37,7 gPS m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> em maio de 1995, com valores bem menos expressivos no final do inverno e primavera de 1994. Nos períodos de novembro-dezembro de 1994 e janeiro-março de 1995 não foram detectadas remoções de biomassa para esta comunidade (Fig. 5).

Foram observadas correlações positivas significativas da produção de biomassa de cada intervalo amostral com a temperatura do ar média (rs = +0,73)

e com a frequência de alagamento (rs = +0,47) (Fig. 6A, B). Já as taxas de remoção de biomassa correlacionaram-se significativamente, de forma negativa, apenas com a temperatura média do ar (rs = -0,65) (Fig. 6C, D).



**Fig. 5.** Taxas de remoção de biomassa aérea da comunidade vegetal dominada por *Spartina densiflora*, entre abril de 1994 e junho de 1995, quantificadas na marisma da Ponte Preta, Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil.

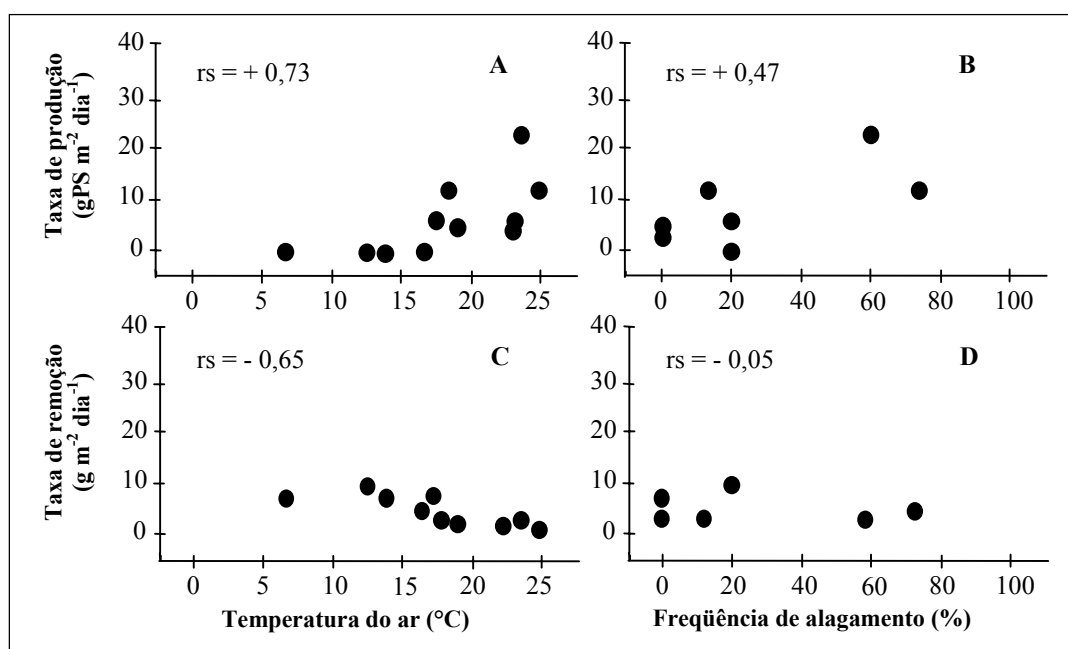


Fig. 6. Relacionamento das taxas de produção (A, B) e de remoção (C, D) da biomassa aérea de *Spartina densiflora* com a frequência de alagamento e a temperatura média do ar de cada intervalo amostral. Os coeficientes de correlação de Spearman ( $r_s$ ) são apresentados, sendo não significativa ( $P > 0,05$ ) apenas a correlação entre remoção de biomassa e a frequência de alagamento.

## DISCUSSÃO

*Spartina densiflora* apresentou picos sincronizados outonais para a biomassa viva e biomassa morta, em período de pós-floração (maio). Em condições favoráveis de altas temperaturas (máximas diárias entre 20-36°C), esta planta C4 (Giacobbo & Boechat, 1988; Bastos *et al.*, 1993), apresentou alta taxa de renovação foliar, formando densas camadas de biomassa morta sobre a superfície da marisma. Mecanismos semelhantes são descritos para outras espécies, tais como, *S. anglica* e *S. alterniflora* (Long *et al.*, 1990), no entanto, o hábito de crescimento em moitas e a magnitude da acumulação de detrito foliar faz com que *S. densiflora* previna a penetração da luz e reduza o espaço físico para outras plantas (Figuerola & Castellanos, 1988), que contribuem somente em cerca de 1% para a PPLA anual desta comunidade.

A alta PPLA anual desta comunidade vegetal (2.391,1 gPS m<sup>-2</sup>; método de Smalley) resultou da produção contínua de hastes e folhas. *S. densiflora* manteve uma relativa proporcionalidade de biomassa viva e biomassa morta durante todo o período estudado (cerca de 50% para cada componente), característica esta já observada em outras marismas

desta espécie (Nieva *et al.*, 2001; Vicari *et al.*, 2002) e, explicada por uma mortalidade (senescência de hastes e folhas velhas) dependência do nascimento de novas hastes e folhas (Vicari *et al.*, 2002). O método de cálculo do IBP (1.255,8 gPS m<sup>-2</sup> ano<sup>-1</sup>) não estima com acurácia a produção primária de comunidades vegetais que formam detrito durante toda estação de crescimento. Maiores defasagens entre as estimativas destes dois métodos ocorrerem em períodos de alta taxa de renovação de hastes e/ou folhas (Linthurst & Reimold, 1978), como foi observado em períodos com maior aumento na frequência de alagamento e/ou maiores temperaturas médias no estuário da laguna dos Patos. *S. densiflora* demonstrou maiores taxas de produção (> 10 gPS m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>), visualizadas pelo acúmulo do detrito (provavelmente relacionado a uma maior renovação foliar), em períodos quando seu piso intermareal foi alagado mais do que 50% do tempo (Fig. 6A). Silva *et al.* (1993) sugerem um efeito positivo do alagamento sobre a produção de *S. densiflora*, mas apenas em pisos mais elevados de uma marisma na desembocadura do estuário da laguna dos Patos, e relacionaram este fenômeno a uma estimulação pela redução do estresse hídrico. Recentemente, Vicari *et al.* (2002) estimou uma taxa máxima de produção de

biomassa por *S. densiflora* de 7,6 gPS m<sup>-2</sup>dia<sup>-1</sup> na primavera-verão (logo, menores do que em nosso estudo), em marismas apenas ocasionalmente alagadas por marés altas extremas próximas a Buenos Aires (Argentina). Para marismas do sudoeste da Espanha, regularmente inundadas por macromarés, são registrados valores excepcionalmente altos de biomassa média total de *S. densiflora* (entre 3.000 e 38.000 gPS m<sup>-2</sup>) em regiões salobras (Figueroa *et al.*, 1988; Nieva *et al.*, 2001), formando densas coberturas mono-específicas (Tab. 1). Adicionalmente, o efeito também positivo da temperatura média na produtividade de *S. densiflora* é relatado para outras espécies do gênero *Spartina* com metabolismo C4 de fixação de carbono (Turner, 1976; Long & Mason, 1983; Cunha, 1994). Novos estudos são necessários para gerar maiores interpretações dos fatores controladores de renovação de folhas e hastes desta espécie.

As taxas máximas de remoção absoluta de biomassa da superfície foram de (38 gPS m<sup>-2</sup>dia<sup>-1</sup>), no início do outono de 1995, coincidindo com os picos de biomassa aérea. A remoção de biomassa aérea em pisos superiores das marismas está geralmente relacionada ao consumo por macroconsumidores, principalmente de origem terrestre, e a decomposição (Long & Mason, 1983; Adam, 1990; Gaona *et al.*, 1996; Vicari *et al.*, 2002). Entretanto, a relação negativa significativa das remoções de biomassa da marisma dominada por *S. densiflora* com a temperatura média, é de difícil explicação do ponto de vista ecofisiológico. Maiores temperaturas aceleram os processos metabólicos e conseqüentemente estimulam a decomposição e ação de consumidores. As altas taxas de renovação de folhas e hastes (logo formação de nova estruturas aéreas e morte das mais velhas), durante os meses mais quentes do ano, produzem grandes quantidades de detrito que mascaram

parcialmente as remoções de biomassa da superfície da marisma. As remoções de biomassa são melhor quantificadas durante períodos de menor renovação de folhas e hastes, isto é, no inverno. Conseqüentemente, esta relação inversa entre temperatura e taxas de remoção de biomassa é um fator que mais uma vez enfatiza a deficiência do método de coletas periódicas na estimativa de produção e remoção de matéria vegetal em ambientes de alta dinâmica do ciclo de carbono como as marismas.

#### AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer ao Dr. J.J. Neiff e aos revisores anônimos pelas sugestões ao manuscrito. À CAPES (A.R.P.; bolsa de demanda social) e ao CNPq (C.S.B.C.; projeto 522124/94-1) pelo apoio financeiro para a realização do trabalho.

#### REFERÊNCIAS

- ADAM, P. 1990. **Saltmarsh ecology**. Cambridge: Cambridge University Press. 461 p.
- BASTOS, E. O.; PERAZOLLO, M.; GÖRGEN, A.U.G. 1993. Ocorrência e estrutura de glândula de sal em espécies halófitas no município do Rio Grande-RS. **Iheringia. Série Botânica**, Porto Alegre, n.43, p. 3-14.
- COSTA, C. S. B. 1997a. Irregularly flooded marginal marshes. SEELIGER, U.; ODEBRECHT, C.; CASTELLO, J. P. (Ed.). **The coast and Sea in the Warm-Temperate Southwestern Atlantic**. Berlin: Springer-Verlag, p. 73-78.
- \_\_\_\_\_. 1997b. Tidal marsh and wetland plants. In: SEELIGER, U.; ODEBRECHT, C.; CASTELLO, J. P. (Ed.). **The coast and Sea in the Warm-Temperate Southwestern Atlantic**. Berlin: Springer-Verlag, p. 24-26.
- COSTA, C. S. B.; MARANGONI, J. C.; AZEVEDO, A. M. G. 2003. Plant zonation in irregularly flooded salt marshes: relative importance of stress tolerance and biological interactions. **Journal of Ecology**, London, v. 91, n. 6., p. 951-965.
- COSTA, C. S. B.; OLIVEIRA, C. P. L.; SEELIGER, U. 1997. Distribuição, funções e valores das marismas e pradarias submersas no estuário da Lagoa dos Patos (RS) Brasil. **Atlântica**, Rio Grande, v. 19, p. 67-85.

TABELA 1 – Comparação de produção primária aérea líquida anual de *Spartina densiflora* entre diferentes localidades.

Método de Estimativa	Produção Primária (gPS m <sup>-2</sup> ano <sup>-1</sup> )	Local	Autor
Medidas alométricas	1.450	Buenos Aires, Argentina	Vicari <i>et al.</i> , 2002
Medidas alométricas	4.000	Huelva, Espanha	Nieva, 1996
Pico de biomassa	3.222 a 3.8127	Huelva, Espanha	Nieva <i>et al.</i> , 2001
Pico de biomassa	1.123	Florianópolis, Brasil	Soriano-Sierra, 1990b
Recrescimento após fogo	3.000 a 6.000	Huelva, Espanha	Figueroa <i>et al.</i> , 1985
Recrescimento após poda	1.390	Rio Grande, Brasil	Silva <i>et al.</i> , 1993
IBP	1.225,8	Rio Grande, Brasil	Este estudo
Smalley	2.391,1	Rio Grande, Brasil	Este estudo

- COSTA, C. S. B.; SEELIGER, U.; KINAS, P. G. 1988. The effect of wind velocity and direction on the salinity regime in the lower Patos Lagoon estuary. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v. 40, n. 9, p. 909-912.
- CUNHA, S. R. 1994. **Modelo ecológico das marismas de *Spartina alterniflora* (Poaceae) do estuário da Lagoa dos Patos**. 105 p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) – FURG, Rio Grande.
- DAY Jr, J. W. *et al.* 1989. **Estuarine Ecology**. New York: John Wiley & Sons. 558 p.
- FENNAME, M.; MATHEZ, J. 1988. Nouveaux materiaux pour la flore du Maroc. *Naturalia Monspelienis*, Montpellier, v. 52, p. 135-141.
- FIDELMANN, P. I. J.; COSTA, C. S. B. 1997. Análise dos métodos para cálculo de produção primária líquida (PPL) em marismas dominadas por *Scirpus maritimus*. In: CONGRESSO NORDESTINO DE ECOLOGIA, 7., 1997, Ilhéus. **Anais do ...** Ilhéus, 1997. p. 216-217.
- FIGUEROA, M. E. *et al.* 1985. Papel geomorfológico de *Spartina maritima* (Curt.) Fern. y *Spartina densiflora* Brong. en las Marismas del Rio Odiel. In: REUNIÓN DEL CUARTENARIO IBÉRICO, 1985, Lisboa. **Actas ...** Lisboa, 1985. p. 367-378.
- FIGUEROA, M. E.; CASTELLANOS, E. M. 1988. Vertical structure of *Spartina maritima* and *Spartina densiflora* in mediterranean marshes. In: WERGER, M. J. A.; VAN DER AARL, P. J. M.; DURING, H. J.; VERBOEVEN, J. T. A. **Plant form and vegetation structure**. La Haya: SPB Academic pub. p. 105-108.
- GAONA, C. A. P.; PEIXOTO, A. R. P.; COSTA, C. S. B. 1996. Produção Primária de uma marisma raramente alagada dominada por *Juncus effusus* L., no extremo sul do Brasil. **Atlântica**, Rio Grande, v. 18, p. 43-54.
- GIACOBBO, E. O.; BOECHAT, S. C. 1988. O Gênero *Spartina* Schreber (gramineae, Chloridoideae) no Rio Grande do Sul. **Iheringia, Série Botânica**, Porto Alegre, v. 37, p. 89-109.
- KITTELSON, P. M.; BOYD, M. J. 1997. Mechanisms of expansion for an introduced species of cordgrass, *Spartina densiflora*, in Humboldt Bay, California. **Estuaries**, Port Republic (USA), v. 4, p. 770-778.
- LINTHURST, R. A.; REIMOLD, R. J. 1978. An evaluation of methods for estimating the net aerial primary productivity of estuarine angiosperms. **Journal of Applied Ecology**, London, v. 15, p. 919-931.
- LONG, S. P.; MASON, C. F. 1983. **Saltmarsh Ecology**. New York: Blackie & Sons Ltd. 159 p.
- LONG, S. P.; *et al.* 1990. The primary production of *Spartina anglica* on an East Anglian estuary. In: GRAY, A. J.; BENHAM, A. (Ed.). ***Spartina anglica* – a research review**. London: HMSO. p. 34-38.
- MITSCH, W. J.; GOSELINK, J. G. 1986. **Wetlands**. New York: Van Nostrand Reinhold. p. 173-206.
- NIEVA, F. J. J. 1996. **Aspectos ecológicos en *Spartina densiflora* Brong.** 241p. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidad de Sevilla, Sevilla.
- NIEVA, F. J. J. *et al.* 2001. Field variability of invading populations of *Spartina densiflora* Brong. in different habitats of the Odiel Marshes (SW Spain). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, Orlando, v. 52, p. 515-527.
- PANITZ, C. M. N. 1992. Ecological aspects of a saltmarsh ecosystem in Santa Catarina Island (Brazil). In: SEELIGER, U. (Ed.). **Coastal Plant Communities of Latin America**. New York: Academic Press. p. 213-230.
- PEIXOTO, A. R. P. 1997. **Análise Simultânea da Produção Primária das Comunidades de Macrófitas Emergentes Dominantes das marismas do Estuário da Lagoa dos Patos, RS, Brasil**. 112 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Centro de Ecologia, UFRGS, Porto Alegre.
- PEIXOTO, A. R. P.; COSTA, C. S. B.; GAONA, C. A. P. 1997. Produção primária líquida aérea de cinco comunidades vegetais de uma marisma no estuário da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO SOBRE CIÊNCIAS DO MAR, 7., 1997, São Paulo. **Anais ...** São Paulo, 1997. v. 2, p. 274-276.
- PEIXOTO, A. R. P.; COSTA, C. S. B. 1998. Mobilidade do detrito e produção primária líquida aérea anual da biomassa de *Scirpus maritimus* L. em uma marisma do estuário da laguna dos Patos, RS, Brasil. In: SIMPÓSIO DE ECOSISTEMAS BRASILEIROS, 4., 1998, Águas de Lindóia. **Anais ...** Águas de Lindóia, 1998. v. 4, p. 80-89.
- SILVA, C. P.; PEREIRA, C. M. P.; DORNELLES, L. P. P. 1993. Espécies de gramíneas e crescimento de *Spartina densiflora*, Brong. em uma marisma da laguna dos Patos, RS, Brasil. **Caderno de Pesquisa, Série Botânica**, Santa Cruz do Sul, v. 5, n. 1, p. 95-108.
- SORIANO-SIERRA, E. J. 1990. Ecosistemas de Marismas, II – A produção primária. In: SIMPÓSIO DE ECOSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA, 2., 1990, Águas de Lindóia. **Anais ...** Águas de Lindóia, 1990. v. 2, p. 150-157.
- TURNER, R. E. 1976. Geographic variation in salt marsh macrophyte production: a review. **Contribution in Marine Science**, Houdson, v. 20, p. 47-68.
- VALIELA, I.; TEAL, J. M.; SASS, W. J. 1975. Production and dynamics of salt marsh vegetation and the effects of experimental treatment with sewage sludge. **Journal of Applied Ecology**, London, v. 12, p. 973-981.
- VICARI, R. *et al.* 2002. Tiller population dynamics and production on *Spartina densiflora* (Brong.) on the floodplain of the Paraná river, Argentina. **Wetlands**, McLean (USA.), v. 22, n. 2, p. 347-354.
- VIEIRA, E. F. 1983. **Rio Grande: Geografia física, humana e econômica**. Porto Alegre: Sagra. 158 p.