

ANATOMIA FOLIAR DE *SPARTINA* SCHREBER (POACEAE) DA ILHA DE SANTA CATARINA (FLORIANÓPOLIS, SC)

LEAF ANATOMY OF *SPARTINA* SCHREBER (POACEAE) FROM SANTA CATARINA ISLAND (FLORIANÓPOLIS, SC)

Marisa Santos\*

Sérgio Luiz De Almeida\*\*

## RESUMO

As características estruturais da folha de *Spartina alterniflora* Loisel.-Desl., *S.densiflora* Brongn. e *S.ciliata* Brongn., da Ilha de Santa Catarina (Florianópolis,SC) podem contribuir para identificação taxonômica das espécies. Foi estudada a morfologia e anatomia da lâmina e bainha foliar das três espécies. Entre as características distintas para as espécies estão: as saliências (zonas costais) e reentrâncias (zonas intercostais) da face adaxial da lâmina foliar; as projeções epicuticulares e tricomas unicelulares na face adaxial da lâmina foliar; a distribuição das fibras esclerenquimáticas ao longo da folha (lâmina e bainha); e a disposição da bainha parenquimática do tipo Kranz. Na lâmina foliar ocorre parênquima paliádico radiado. As lacunas aeríferas nas espécies de manguezal (*S.alterniflora* e *S.densiflora*) são mais desenvolvidas que na espécie de restinga (*S.ciliata*). Nas 3 espécies a epiderme é constituída por: células epidérmicas curtas (silicosas) e longas; células buliformes; estômatos do tipo gramíneo; glândulas de sal (bicelulares); cutícula espessa.

**Palavras-chave:** anatomia foliar, *Spartina*, *S.alterniflora*, *S.densiflora*, *S.ciliata*.

\* Docente do Departamento de Botânica/CCB/UFSC.

\*\* Bolsista de Iniciação Científica/CNPq/1989 a 1991.

## ABSTRACT

The structural characteristics of the leaf of *Spartina alterniflora* Loisel.-Desl., *S.densiflora* Brongn. and *S.ciliata* Brongn., from Santa Catarina Island (Florianópolis, SC), may contribute to the recognition of the species. The blade and sheath leaf morphology and anatomy of three species were studied. Among the distinguishing characteristics of the species are: salience (costal area) and re-entrance (intercostal area) of the adaxial surface of the leaf blade, the epicuticular protuberance and unicellular trichomes on the adaxial surface of the leaf blade, the distribution of the sclerenchyma fibres along the leaf (blade and sheath), and the arrangement of the parenchyma sheath of the Kranz type. A radiating palisade parenchyma occurs on the leaf blade. The air spaces are more developed in the mangrove species (*S.alterniflora* e *S.densiflora*) than in the salt marsh species (*S.ciliata*). In the three species, the epidermis consists of short (silica cells) and long epidermal cells, bulliform cells, estomata of the gramineous type, salt glands (bicellular), and thick cuticle.

**Key-words:** leaf anatomy, *Spartina*, *S.alterniflora*, *S.densiflora*, *S.ciliata*.

## INTRODUÇÃO

As espécies de *Spartina* (Poaceae), cerca de 14 espécies, são naturais dos pântanos salgados ou praias e dunas da América, Europa e África (SMITH *et alii*, 1981). Estes mesmos autores citam para o Estado de Santa Catarina 3 espécies de *Spartina*: *S.alterniflora*, *S.densiflora* e *S.ciliata*, sendo as duas primeiras encontradas em manguezais e a última em restinga. Para Florianópolis/SC, registram a ocorrência de *S.alterniflora* e *S.ciliata*. REITZ (1961) registra, para Ilha de Santa Catarina: *S.montevicensis* - 'pratura' (conforme GIACOBBO & BOECHAT, 1988, *S.montevicensis* Arech.= *S.densiflora* Brongn.), formando associações puras, constituindo a vegetação da etapa paludosa da halosserra (hidrosserra em água salgada); e *S.ciliata*, que também pode ser encontrada na etapa paludosa, porém é a espécie dominante nas dunas parcialmente móveis (xerosserra arenosa). SOUZA SOBRINHO *et alii* (1969) ao estudarem os manguezais na Ilha de Santa Catarina referem-se a presença, nas margens das baías e dos rios, de *S. montevicensis* Arech. PANITZ (1986) inclui *S. alterniflora* nos seus estudos ecológicos, no manguezal do Itacorubi (Florianópolis, SC). SORIANO-SIERRA *et alii* (1986), ao estudar este mesmo manguezal, referem-se a presença de *S. densiflora*. No Herbário Flor (UFSC-Florianópolis/SC) encontram-se exemplares de *Spartina densiflora* Brongn. e *S.alterniflora* Loisel.-Desl. provenientes de regiões de manguezais e *Spartina ciliata* Brongniart de regiões de restinga, da Ilha de Santa Catarina-Florianópolis/SC.

REITZ (1961) atribui a *S.ciliata* grande importância como fixadora de areias das dunas. SOUZA SOBRINHO *et alii* (1969) salientam a importância de faixas ou manchas de ‘Spartinetum’, que constituem associações densas e puras de gramíneas, com raízes fasciculadas e hastes que possibilitam o acúmulo de considerável quantidade de lodo nas margens das baías e rios, preparando o ambiente propício para a instalação de espécies arbóreas típicas de manguezais (*Avicennia*, *Rhizophora*, *Laguncularia*). Vários trabalhos têm demonstrado que a alta produtividade dos manguezais está baseada primariamente em *Spartina*, tal como em *S. alterniflora* e *S. densiflora*, que formam a base para a cadeia alimentar de detritos (SHELKES & ODUM, 1962). Há diferenças sobre dados referentes à produtividade de *Spartina*, na literatura, o que pode ser explicado, entre outros fatores, pela morfologia das espécies (LINTHURST & REINOLD, 1978). PANITZ (1986) atribui a *S.alterniflora* grande capacidade de armazenar, nos órgãos subterrâneos, os principais compostos orgânicos, nutrientes inorgânicos e metais como Ferro, Zinco e Manganês. CORDAZZO & SEELIGER (1988) referem-se a importância de *S. alterniflora* e *S. densiflora* como fonte de detrito orgânico para a cadeia alimentar.

Em observações a campo constata-se a presença de espécimes, que pela morfologia da folha, parecem pertencer a 2 grupos distintos, porém, através de bibliografia e observações de herbários, há equívocos na identificação taxonômica destes dois grupos. GIACOBBO & BOECHAT (1988), ao estudar o gênero *Spartina* Schreber no Estado do Rio Grande do Sul, ressaltam a existência de problemas taxonômicos e nomenclaturais com as espécies de *S. ciliata*, *S.densiflora* e *S. alterniflora*. Estes autores ainda salientam a necessidade de esclarecer os problemas uma vez que estas espécies são úteis no controle da erosão e fixação de dunas ou como pioneiras em locais inundados pelas águas. Assim, um melhor conhecimento da estrutura foliar poderia trazer subsídios a determinação taxonômica.

Na literatura encontra-se com freqüência a utilização dos caracteres anatômicos das folhas como base para estudos taxonômicos e sistemáticos de gramíneas (BUKART, 1969; RENVOIZE, 1985; DHALGREN *et alii*, 1985).

Sobre características anatômicas de *Spartina*, encontram-se informações em METCALFE(1960), ANDRADE(1967), LEVERING & THOMSON(1971, 1972), AKERS *et alii* (1977a, b), SANTOS & ALMEIDA (1990, 1991, 1992), PERAZZOLO & PINHEIRO (1991) e BASTOS *et alii* (1993). Sendo que somente SANTOS & ALMEIDA tratam dos espécimes do Estado de Santa Catarina.

Para estabelecer uma comparação entre as características anatômicas das folhas de *S. alterniflora*, *S.densiflora* e *S. ciliata*, visando subsidiar à determinação taxonômica das três espécies, faz-se necessária uma descrição mais detalhada dos aspectos estruturais, o que é feito no presente estudo, abrangendo espécimes ocorrentes na Ilha de Santa Catarina (Florianópolis/SC).

## MATERIAL E MÉTODOS

Os indivíduos de *Spartina alterniflora* Loisel.-Desl. e *S. densiflora* Brongn. (Poaceae) foram coletados nos manguezais da Ilha de Santa Catarina (Florianópolis, SC): Manguezal de Ratoles (incluindo o Pontal do Daniela), Manguezal do Itacorubi e Manguezal do Rio Tavares. Os indivíduos de *S. ciliata* Brongn. em diversas regiões de vegetação de restinga e de vegetação de costões rochosos da Ilha de Santa Catarina (Pântano do Sul, Lagoa da Conceição, Joaquina, Ingleses, Morro das Pedras e Daniela).

Tendo em vista a dificuldade de determinação taxonômica, foram usados indivíduos, cujo rizoma apresentasse pelo menos dois paraclados<sup>1</sup>, de modo que: um paraclado, preferencialmente fértil, foi herborizado, para testemunho taxonômico, sendo as excisas incorporadas ao Herbário FLOR (UFSC); e outro paraclado teve retiradas suas folhas para estudos morfo-anatômicos.

Algumas folhas foram mantidas sob refrigeração, para observações 'in vivo'. Outra parte do material foi fixado em FAA 50° GL por 24 horas (JOHANSEN, 1940) e conservada em Etanol 50° GL.

Em cada folha foram consideradas seis regiões, abrangendo as regiões apical, intermediária e basal da lâmina foliar e as regiões distal, intermediária e proximal da bainha foliar.

Foram feitas secções paradérmicas, transversais e longitudinais, à mão-livre, com auxílio de lâmina de barbear. Como material de apoio, foi utilizado isopor (QUINTAS, 1963). Para a montagem das lâminas semipermanentes usou-se Glicerina líquida, a 40%. As lâminas permanentes foram preparadas seguindo-se os métodos tradicionais de desidratação em Etanol, passagem em Xilol e inclusão em Parafina (JOHANSEN, 1940). O material embocado foi seccionado em micrótomo de rotação E. Zimmermann-Leipzig, em 12 mm. Foi utilizado o Adesivo de Bissing (BISSING, 1974) para fixação das secções sobre a lâmina. O material foi corado com Safranina/Fast-Green e montado entre lâmina-lâminula com Resina Permout.

Utilizaram-se os seguintes testes histoquímicos JOHANSEN, 1940; COSTA, 1982): Fluoroglucina e HCl, para identificação de lignina; Sudam IV, para identificação de cutina; e Fenol/Óleo de Cravo/Xilol, bem como o método de calcinação, para identificação de sílica.

As observações e ilustrações foram feitas ao microscópio óptico CarlZeiss/Jena - modelo Loboal 4, com auxílio de câmara-clara. As fotografias foram realizadas em microscópio Olympus BH2, equipado com fotoautomático. A simbologia utilizada nas representações esquemáticas das secções transversais segue a proposta por METCALFE (1960).

---

<sup>1</sup> Ramificações de um caule (LINDENMAYER, A. 1977). Paracladial Relationships in leaves. *Ber. Deutsch. Bot.Ges. Bd., 90* (s): 287-301.

Para estudo em SEM foi utilizado o material fixado em FAA 50° GL e conservado em Etanol 50° GL. O material foi desidratado em série crescente de Etanol e posteriormente ficou secando a temperatura ambiente (BOZZOLA & RUSSEL, 1991). Após cobertura com Ouro, o material foi analisado e fotografado em Microscópio Eletrônico de Varredura, marca Philips, modelo XL30 (LABMAT/UFSC). Para microanálise química das células silicosas, o material foi revestido com Carbono, sendo investigadas 5 amostras de cada espécie. Para microanálise foi usado detector de raios-X, com sistema Link Oxford EDX acoplado ao Microscópio Eletrônico de Varredura.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As folhas de *Spartina* estão constituídas por bainha, lâmina foliar e uma lígula; esta última localizada no limite entre as duas primeiras.

A lígula de algumas espécies é caracterizada como sendo uma membrana reduzida a uma franja de tricomas (METCALFE, 1960). Anatomicamente a lígula pode ser classificada em duas categorias mais frequentes : membranas com nervuras, vascularizadas e membranas que não contem tecido vascular (CHAFFEY, 1985). GIACOBBO & BOECHAT (1988) descrevem a lígula de *S.alterniflora*, de *S.densiflora* e de *S.ciliata* como ciliadas. Nas espécies de *Spartina*, aqui analisadas, constatou-se que a lígula apresenta-se como uma membrana, não vascularizada, contínua apenas na base, que prolonga-se em tricomas, do tipo pluricelular e unisseriado.

Observando-se as secções transversais das folhas de *Spartina* (Figs. 1, 2, 3), constata-se que as zonas costais da lâmina foliar (Figs. 1A-C, 2A-C, 3A-C) apresentam maior espessura que as zonas intercostais, determinando saliências e reentrâncias, respectivamente, na face adaxial, enquanto a face abaxial é plana. Na bainha foliar ambas as faces são planas (Figs. 1D-F, 2D-F, 3D-F). Em *S.alterniflora* (Figs. 1B, 4) todas as zonas costais apresentam similar espessura, enquanto em *S.densiflora* (Figs. 2B, 5) e *S.ciliata* (Figs. 3B, 6) ocorrem zonas costais de 3 diferentes espessuras, distribuídas regularmente (as mais espessas sempre intercaladas por 3, sendo duas de menor espessura, intermediadas por uma de espessura média). Esta característica morfológica é reflexo da presença de uma ordem de nervuras paralelas em *S.alterniflora* e 3 ordens de nervuras paralelas em *S.densiflora* e *S.ciliata*. Na região intermediária da folha de *S.ciliata* é freqüente a presença de uma quarta ordem de nervuras paralelas, intercaladas com as nervuras de 1ª e 3ª ordem e/ou 2ª e 3ª ordem.

RENVOIZE (1985) ao estudar a anatomia foliar de *Stipeae*<sup>2</sup>, refere-se a feixes vasculares de diferentes ordens em seqüência regular ou irregular, bem como a variação do número de feixes como característica de diferentes gêneros.

---

<sup>2</sup> *Stipeae* - tribo da subfamília Poideae ; *Spartina* - pertence a tribo *Chloridoae* / subfamília *Chloridoideae*. As subfamílias Poideae e *Chloridoideae* pertencem a família *Poaceae* (Gramineae).

O padrão morfológico da face adaxial da lâmina foliar nas 3 espécies, após constatado e analisado em nível de microscopia óptica, em secções transversais das folhas, passou a ser facilmente constatado em campo, em observações macroscópicas, facilitando muito a coleta do material. Estas identificações preliminares em campo, conferiam com a posterior determinação taxonômica.

No manguezal do Itacorubi, ocorre uma população de *Spartina cf. alterniflora* que não contraria o acima exposto, porém a forma das zonas costais, quando vistas em secção transversal, difere da forma dos demais espécimes encontrados nos outros 2 manguezais (comparar Figs. 4A e 4B). Nestes indivíduos, apesar de todas as zonas costais apresentarem-se mais ou menos com a mesma espessura, ocorre uma alternância de zonas planas com zonas triangulares (quando vistas em secção transversal - Fig. 4B), sempre intercaladas por zonas intercostais sulcadas.

Fibras, contornando os feixes vasculares longitudinais e em grupamentos subepidérmicos diferem nas três espécies quanto à localização e extensão ao longo da folha (Figs. 1, 2, 3). METCALFE (1960) refere-se aos feixes de fibras como ilhas de tecido lignificado.

Em secção transversal da lâmina foliar (Figs. 1A-C, 2A-C, 3A-C, 7), observa-se que os feixes vasculares longitudinais são envolvidos por bainha de fibras, havendo também feixes de fibras subepidérmicas nas zonas costais (face adaxial e abaxial). Em *S. densiflora* (ao longo da lâmina, Figs. 2A-C, 7B) e em *S. ciliata* (na região basal da lâmina, Fig. 3C), ocorre extensão da bainha de fibras do feixe vascular até a face abaxial.

Na lâmina foliar de *S. densiflora* (Fig. 7B) e *S. ciliata* (Fig. 7C) também ocorre esclerênquima, caracterizando-se como um parênquima esclerenquimatoso, cujas células, com formas mais ou menos isodiamétricas, têm paredes espessas, algumas vezes lignificadas, e estão distribuídas adaxial e abaxialmente nas regiões costais.

Na bainha foliar (Figs. 1D-F, 2D-F, 3D-F, 8), os feixes de fibras também contornam os feixes vasculares, ocorrendo extensão da bainha perivascular até a face abaxial em *S. densiflora* (Fig. 8B) e *S. ciliata* (Fig. 8C). Em *S. alterniflora* ocorrem grupamentos de fibras junto à face abaxial (Fig. 8A), porém sem conectar-se diretamente com a bainha perivascular. Na face adaxial, a presença das fibras esclerenquimáticas é mais marcante na região distal de *S. densiflora* (Fig. 2D), onde constitui uma faixa subepidérmica contínua, porém no sentido proximal surgem interrupções, não ocorrendo na região proximal. Em *S. ciliata* ocorrem pequenos grupamentos de fibras esclerenquimáticas na face adaxial, apenas na região intermediária da bainha foliar (Fig. 3E). Em *S. alterniflora* as fibras estão totalmente ausentes na face adaxial da bainha foliar.

Nas três espécies de *Spartina* evidencia-se, na lâmina foliar, a presença de bainha parenquimática do tipo Kranz, associada aos feixes vasculares, com células parenquimáticas clorofiladas, que distinguem-se das células do parênquima clorofilado radiado. Isto decorre da forma quase isodiamétrica, com dimensões maiores, paredes

celulares mais espessas e cloroplastídios maiores, estes com disposição centrípeta predominando. Neste tecido ocorre também grande quantidade de grãos-de-amido, principalmente com disposição centrífuga.

METCALFE & CHALK (1983) referem-se as bainhas de feixes especializadas em xerófitas, por vezes em tipo especial - o tipo Kranz. BROWN (1977) atribui à presença da síndrome Kranz, em *Spartina*, a possibilidade das espécies deste gênero de sobreviverem em ambientes áridos, com alta intensidade luminosa e temperaturas elevadas. Este mesmo autor descreve a bainha Kranz de *Spartina* como sendo do tipo P.S., onde as células são orientadas perpendicularmente a nervura, surgindo duas colunas laterais, quando em secção transversal, contendo cloroplastídeos maiores que no restante do clorênquima. Em *S. Alterniflora* (Figs. 4, 7A), a bainha parenquimática do tipo Kranz contorna o feixe vascular, com uma ou duas colunas de células alongando-se em direção a face adaxial. Esta bainha é interrompida na face adaxial e abaxial em *S. densiflora* (Figs. 5, 7B), constituindo duas colunas longitudinais, laterais aos feixes vasculares de 1ª, 2ª e 3ª ordem. Em *S. ciliata* (Figs. 6, 7C) não é constante a distribuição das células parenquimáticas do tipo Kranz, adaxial e abaxialmente ao feixe vascular, porém sempre estão presentes lateralmente aos feixes vasculares de 1ª, 2ª e 3ª ordem.

Externamente a bainha parenquimática do tipo Kranz, nas três espécies estudadas, há duas colunas de células parenquimáticas clorofiladas, constituindo um parênquima paliádico radiado (Figs. 8, 9, 10). Este tecido também é referido por METCALFE (1960), GIACOBBO & BOECHAT (1988) e PERAZZOLO & PINHEIRO (1991) para *Spartina*.

A presença de parênquima aclorofilado (Figs. 7, 8) é observada nas zonas intercostais da lâmina foliar e ao longo de toda bainha foliar em zonas costais e intercostais.

Lacunas aeríferas (espaços intercelulares, provavelmente de origem lisígena) são encontradas nas 3 espécies (Figs. 1-3), em zonas intercostais, sendo entretanto mais desenvolvidas na região basal da lâmina foliar e ao longo da bainha-foliar de *S. alterniflora* e restritas a região média e proximal da bainha foliar de *S. ciliata*. Estas lacunas aeríferas constituem canais longitudinais, por vezes intercalados por diafragmas, formados por células estreladas. TEAL & KANWISHER (1966) ressaltam que o sistema de transporte gasoso em *S. alterniflora* é que possibilita a troca respiratória entre as raízes e a atmosfera, comprovado pela composição gasosa ao longo do sistema, o que possibilita esta gramínea tolerar um ambiente pantanoso. SCULTHORPE *et alii* (1967) salienta a importância dos espaços intercelulares na parte aérea de *S. alterniflora* como supridor de ar para o restante da planta. PERAZZOLO & PINHEIRO (1991) atribuem a presença de espaços aerenquimatosos lisígenos, em *S. densiflora*, como forma de adaptação para sobrevivência desta gramínea em ambientes alagados, onde as condições anaerobióticas do solo geram condições adversas; ressaltam ainda que esta mesma observação foi feita para outras espécies de *Spartina* (SUTHERLAND &

EASTWOOD, 1916 - para *S.townsendii* e ANDERSON, 1974 - para *S.patens* e *S.alterniflora*). Também é justamente nas regiões associadas aos diafragmas que se constata com frequência a presença de feixes vasculares transversais, intercomunicando dois feixes vasculares longitudinais. Isto pode ser bem exemplificado com as 3 espécies em estudo, considerando-se que: *S.alterniflora*, apresenta estas características mais desenvolvidas e é normalmente encontrada em locais mais baixos (geralmente inundados, mesmo em condições de baixa maré); *S.densiflora* mostra lacunas aeríferas menos desenvolvidas e é encontrada em locais mais altos (geralmente só inundados com a maré alta); e finalmente *S.ciliata*, com poucas e reduzidas lacunas aeríferas, é encontrada na restinga, em locais mais altos (junto às pedras em costões ou sobre dunas). Nesta última espécie, esta característica demonstra a potencialidade de sobrevivência em condições de alagamento.

A epiderme que reveste a folha das espécies de *Spartina* é uniestratificada, apresentando diferentes estruturas celulares: células curtas, células longas, células biliformes, estômatos e glândulas de sal. As células estão arrançadas em fileiras longitudinais na direção do eixo do órgão.

As células epidérmicas longas, em vista frontal, têm forma retangular e paredes retas com campos primários de pontoação da parede anticlinal muito conspícuos, especialmente na face adaxial, onde as paredes atingem espessuras maiores que na face abaxial. Raramente foi constatada sinuosidade na parede celular, em vista frontal, nas três espécies em estudo, como observado por PERAZZOLO & PINHEIRO (1991) para *S.densiflora*. Esta diferença provavelmente é reflexo das condições ambientais. BRENNER (1900) refere-se a influência da umidade como fator determinante de maior ondulação. WATSON (1942) considera a redução de luz como fator decisivo para aumentar a ondulação.

As células longas são intercaladas longitudinalmente por uma ou duas células epidérmicas curtas. Segundo METCALFE (1960), as células curtas são conhecidas como células silicosas, por apresentarem as paredes impregnadas de sílica. Com a calcinação da epiderme estas estruturas mantêm-se intactas, também a reação positiva com Fenol revelaram a natureza silicosa. Através da análise química, e mapeamento por raios-X, em Microscopia Eletrônica, confirmou-se a presença de silício, em elevada percentagem (Fig. 9).

Sobre a parede periclinal externa, em vista frontal da face adaxial da lâmina foliar, em *S.alterniflora* (Fig. 10A) e *S.densiflora* (Fig. 10B-C), observa-se estruturas similares às referidas, por BURKART (1969), como papilas ou verrugas. Em secção transversal, constata-se que são projeções epicuticulares (Figs. 11A e 11E). Estas projeções são freqüentes em torno dos estômatos (Fig. 10C). Em *S.ciliata* (Figs. 10D, 11B e 11C), a elevação cuticular acompanha a elevação da parede periclinal externa da célula epidérmica, caracterizando um tricoma unicelular.



Em secções transversais da lâmina foliar, analisadas após reação com Sudan IV, constatou-se que a cutícula é bem mais espessa na face abaxial que na adaxial. Esta característica constitui importante caráter adaptativo, como forma de evitar a perda da turgescência, tendo em vista que as folhas de *Spartina* estão sempre em posição perpendicular ao substrato e mantêm-se quase sempre enroscadas (especialmente em períodos de maior estresse fisiológico), determinando que a face abaxial fique voltada para o exterior.

Este enroscamento das folhas é promovido pelas células buliformes. De acordo com METCALFE (1960), as células buliformes são consideradas como células articuladas ou motoras, pois controlam a rotação ou dobramento das folhas onde ocorrem. As células buliformes são grandes, com lume amplo e paredes tênues, situadas no fundo das estrias ou sulcos e através de variações na turgescência, dilatam ou contraem, provocando a expansão ou contração (pregueamento) do limbo (BURKART, 1969). Nas espécies de *Spartina* estudadas constatou-se que estas células estão localizadas no vértice dos sulcos, vistas em secção transversal (Figs. 4, 7). Como *S. densiflora* e *S. ciliata* apresentam maior número de sulcos, resulta que também apresenta maior número destas células. Estes aspectos devem estar relacionados com o maior enroscamento desta folha, em relação a *S. alterniflora*, fato geralmente constatado em campo.

A folha é epistomática, com estômatos do tipo gramíneo restritos a face adaxial. Os mesmos estão localizados nas zonas intercostais, mais especificamente, quase ao fundo dos sulcos (Figs. 4, 7B e 7C), sendo distribuídos em fileiras longitudinais, na lâmina foliar. Por vezes são encontrados alguns estômatos na bainha foliar, na face adaxial. Os estômatos estão localizados no mesmo nível das demais células epidérmicas (Fig. 11A), porém o mecanismo de evitamento de perda de água, com a abertura estomática, é assegurado pelas características globais da lâmina foliar, tais como, a localização dos estômatos nos sulcos e proteção pelas projeções epicuticulares (Fig. 10C).

As halófitas devem ser capazes de absorver e acumular sais, a fim de retirar do solo, água osmoticamente ligada, entretanto, ocorrendo acúmulo progressivo, tornam-se vitais os mecanismos protetores e compensatórios (LARCHER, 1986). A excreção de sal é um mecanismo importante, que contribui para a resistência de halófitas em ambientes salinos (POLLAK & WAISEL, 1979). Diversos autores têm referido a presença de glândulas de sal em espécies de *Spartina* (SUTHERLAND & EASTWOOD, 1916; SKELDING & WINTERBOTHAM, 1939; ANDERSON, 1974; LIPHSCHITZ & WAISEL, 1974; DAWES, 1981; OROSS & THOMSON, 1982; OROSS *et alii*, 1985; LARCHER, 1986; AMARASINGHE & WATSON, 1988; FAHN, 1979, 1988; PERAZZOLO & PINHEIRO, 1991; BASTOS *et alii*, 1993).

Ocorrem glândulas de sal em ambas faces da lâmina foliar nas três espécies estudadas. Em secção transversal (Fig. 11D -F), observa-se que estas estruturas são

bicelulares, com uma célula apical menor e uma célula basal maior. A célula apical sempre está no mesmo nível das demais células epidérmicas, ou acima destas, porém isolada destas por uma invaginação da cutícula. A parede periclinal externa da célula apical é revestida por cutícula. A célula basal sempre tem sua porção mais interna abaixo do nível das células epidérmicas. O protoplasto na célula basal é mais denso que na célula apical.

A estrutura básica das glândulas de sal é similar nas três tribos de Pooaceae (LIPHSCHITZ & WAISEL, 1982). LEVERING & THOMSON (1971) ressaltam que a espessura da parede da célula basal é semelhante a das células vizinhas, mas no topo é estriada em contato com a apical. A cutícula é tão espessa no topo quanto dos lados da célula apical, mas na cúpula tem numerosos poros. Baseados na ultra-estrutura de *Spartina foliosa* concluem que as células passam sal para a célula basal que acumula e através de plasmodesmos passa o sal para que a célula apical elimine para o exterior. OROSS *et alii* (1985) também salientam que o transporte do soluto da célula basal para a apical é feito por plasmodesmos, acrescentando ainda que a pressão causada sobre os pontos fracos da cutícula que reveste a célula apical determina o rompimento e eliminação do sal para a superfície da folha. OROSS & THOMSON (1982), ao estudar *Cynodon*, localizam grande quantidade de cloreto, nos espaços subcuticulares, demonstrando acúmulo destes íons, antes da sua passagem para a superfície foliar. Em algumas *Spartina* tem sido mostrada a secreção de sal através de íons de sódio, cloro e potássio (AMARASINGHE & WATSON, 1988).

## CONCLUSÃO

Pelas análises das características estruturais das espécies de *Spartina*, constata-se que há distinções entre as três espécies, que poderão auxiliar na identificação taxonômica. Entre elas destacam-se:

\* A ocorrência de uma ordem de nervuras em *S.alterniflora* e três ordens de nervura em *S.densiflora* e *S.ciliata* (por vezes quatro nesta última), determinando diferenças nas espessuras das saliências na face adaxial da lâmina foliar, melhor observáveis em secções transversais.

\* Localização das células da bainha parenquimática do tipo Kranz, circundando o feixe vascular (ou ausente apenas abaxialmente) em *S.alterniflora* e *S.ciliata*, e formando duas colunas laterais ao feixe vascular em *S.densiflora*.

\* Distribuição das fibras na lâmina foliar e na bainha foliar, especialmente com relação a extensão da bainha perivascular até a face abaxial, encontrada em *S.densiflora* e *S.ciliata*, e ausente em *S.alterniflora*.

\* Epiderme, na face adaxial, com projeções epicuticulares em *S.alterniflora* e *S.densiflora* e tricomas unicelulares em *S.ciliata*.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Prof. Carlos Miguez (Lab. de Citologia/CCB/UFSC) por permitir a utilização do Microscópio Óptico para realização das fotomicrografias.

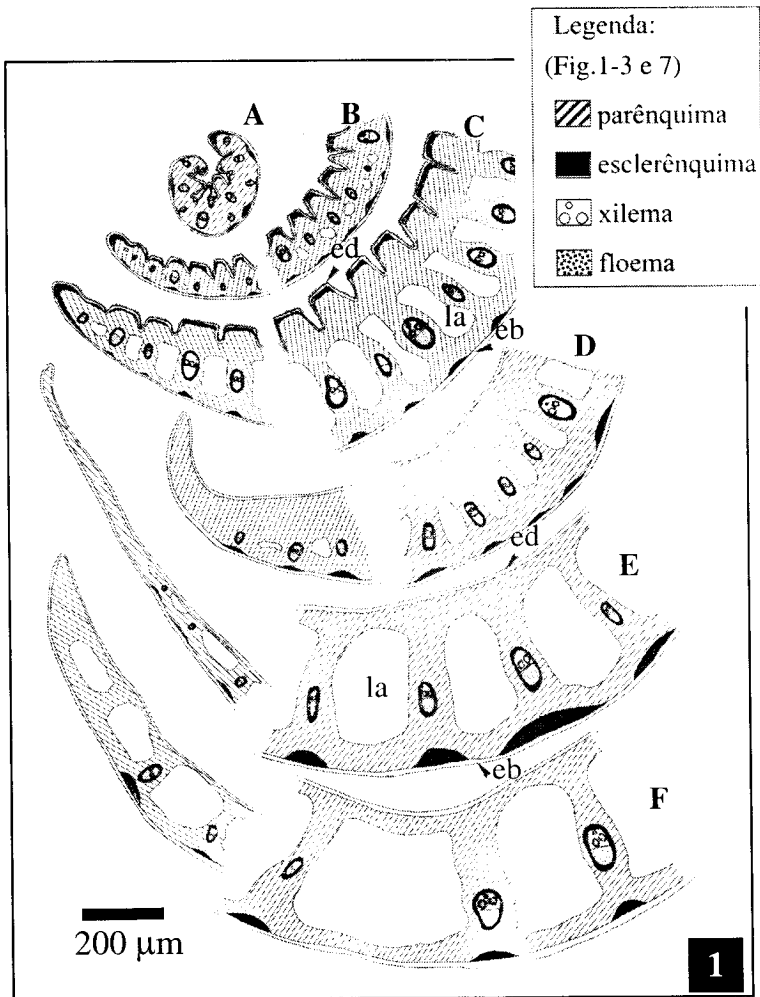
## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKERS, S.W.; ANDERSON, C.E. & BLUM, U. 1977a. Characterization of vascular bodies in *Spartina alterniflora* : II. Some physical and chemical properties. **Amer.J. Bot.**, **64** (6): 641-8.
- AKERS, S.W.; ANDERSON, C.E. & BLUM, U. 1977b. Characterization of vascular bodies in *Spartina alterniflora* : I. Formation, Development, Morphology , and Ultrastructure. **Amer.J. Bot.**, **64** (6): 635-40.
- AMARASINGHE, V.; WATSON & LESLIE, F.L.S. 1988. Comparative ultrastructure of microhairs in grasses. **Botanical Journal of the Linnean Society**, **98** : 303-19. with 30 figures.
- ANDERSON, C.D. 1974. A review of structure in several North Carolina salt marsh plants. In: REINOLD, R.J. & QUEEN, W.H. **Ecology of halophytes**. Academic Press., London, p.307-17.
- ANDRADE, M.A.B.de 1967. Contribuição ao conhecimento de ecologia das plantas das dunas do litoral do estado de São Paulo. **Bol.Fac.Filos.Ciênc.Univ.S.Paulo**, São Paulo, **305**(22): 3-170. Apud: BASTOS, E.O.; PERRAZZOLO, M. & GÖRGEN, A.U.G. 1993. Ocorrência e estrutura de glândula de sal em espécies halófitas no município do Rio Grande/RS. **Iheringia, Sér.Bot.**, Porto Alegre, **43** : 3-14.
- BASTOS, E.O.; PERRAZZOLO, M. & GÖRGEN, A.U.G. 1993. Ocorrência e estrutura de glândula de sal em espécies halófitas no município do Rio Grande/RS. **Iheringia, Sér.Bot.**, Porto Alegre, **43** : 3-14.
- BISSING, D.R. 1974. Haupt's gelatin adhesive mixed with formalin for affixing paraffin sections to slides. **Stain Technology**, **49** (2): 116-7.
- BOZZOLA, J.J. & RUSSEL, L.D. 1991. **Electron Microscopy. Principles and Techniques for Biologists**. Boston, Jones and Barlett Publishers.
- BRENNER, W. 1900. Untersuchungen an einigen Fettpflanzen. *Flora*, 87: 387-439. Apud NAPP-ZINN, K. 1973. *Anatomie des Blattes*. Blattanatomie der Angiospermen. Berlin, Gebrüder Borntraeger. v.2 A1 (Zimmermann, W.; Carlquist, S.; Ozenda, P. & Wulff, H.D. ed Handbuch der Pflanzenanatomie. 2 ed. rev., 8 pte 2a).
- BROWN, W.V. 1977. The Kranz syndrome and its subtypes in grass systematics. **Memoirs of the Torrey Botanical Club**, **23**(3): 1-97.

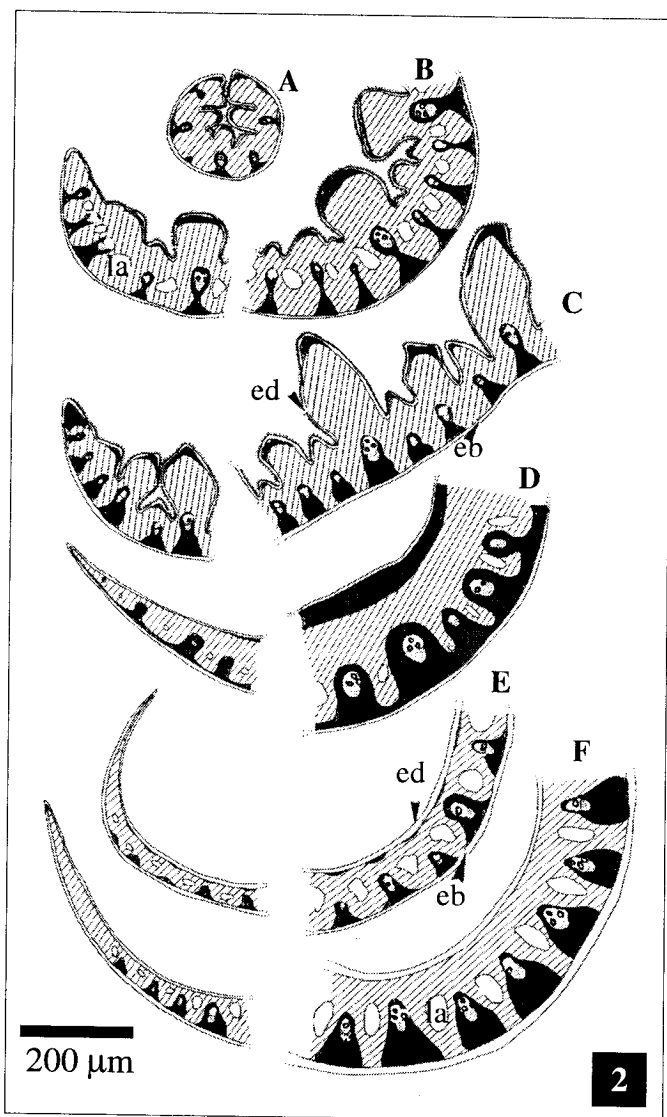
- BURKART, A. 1969. **Flora Ilustrada de Entre Rios (Argentina). Gramineae**. Buenos Aires, INTA. v.2. 242p. (Colección Científica, 4).
- CHAFFEY, N.Y. 1985. Structure and function in the grass ligule: presence of veined and membranous ligules on the same culm of British grasses. **New Phytol**, **101**(4): 613-21.
- CORDAZZO, C.V. & SEELIGER, V. 1988. Guia Ilustrado da Vegetação Costeira no Extremo Sul do Brasil. Editora da FURG.Rio Grande/RS. 275p.
- COSTA, A.F. 1982. Farmacognosia. 2ª Ed. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, Vol.III. 1032p.
- DAHLGREN, R.M.T.; CLIFFORD, H.T. & YEO, P.F. 1985. **The Families of the Monocotyledons**. Structure, Evolution, and Taxonomy. New York, Springer-Verlag. 519p.
- DAWES, C.J. 1981. Marine botany. Wiley-Inter Science, New York, p.494-515. Apud: PERAZZOLO, M. & PINHEIRO, F. 1991. Aspectos anatômicos e adaptativos das partes vegetativas de *Spartina densiflora* Brongn.(Gramineae) da marisma do estuário da Lagoa dos Patos - RS. **Acta Botanica Brasilica**, **5**(2): 3-16.
- FAHN, A. 1979. **Secretory tissues in plants**. London, Academic Press Inc.Ltd. 302p.
- FAHN, A. 1988. Secretory tissues in vascular plants. **New Phytol.**, **108**: 229-59.
- GIACOBBO, E.O. & BOECHAT, S.C. 1988. O gênero *Spartina* Schreber (Gramineae, Chloridoideae) no Rio Grande do Sul. **Iheringia**, Sér. Bot. Porto Alegre, **37**: 89-109.
- JOHANSEN, D.A. 1940. *Planta microtechnique*. New York, McGraw-Hill Book company, Inc. 523p.
- LARCHER, W. 1986. *Ecofisiologia Vegetal*. 1ª Ed. São Paulo, EPU.
- LEVERING, C.A. & THOMSON, W. W. 1971. The ultrastructure of the salt gland of *Spartina foliosa*. **Planta** (Berl.), **97**: 183-96.
- LEVERING, C.A. & THOMSON, W.W. 1972. Studies on the ultrastructure and mechanism of secretion of the salt gland of the grass *Spartina*. **Proc. 30<sup>th</sup> Electron Microsc. Soc. Am.**: 222-3.
- LINTHURST, R.A. & REINOLD, R.J. 1978. Apud: PANITZ, C.M.N. 1986. Produção e decomposição de serrapilheira no mangue do Rio Itacorubi, Ilha de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil (27°35'S- 48°31'). São Carlos, Curso de Pós-Grad. em Ecologia e Recursos Naturais, Univ. Fed. de São Carlos. Tese de Doutorado.
- LIPHSCHITZ, N. & WASEL, Y. 1974. Existence of salt glands in various genera of the gramineae. **New Phytol.**, **73**: 507-13 + 3 plates.
- METCALFE, C.R. 1960. **Anatomy of the monocotyledons. I. Gramineae**. Oxford, Clarendon Press. 731p.
- METCALFE, C.R. & CHALK, L. 1983. **Anatomy of the Dicotyledons**. Vol. II. 2ª Ed. Clarendon Press, Oxford. 109 p.

- OROSS, J.W. & THOMSON, W.W. 1982. The Ultrastructure of *Cynodon* of salt glands apoplast. **European Journal of Cell Biology**, **28** : 257-63.
- OROSS, J.W.; LEONARD, R.T. & THOMSON, W.W. 1985. Flux rate and a secretion model for salt glands of grasses. **Israel Journal of Botany**, **34** (2-4): 69-77.
- PANITZ, C.M.N. 1986. Produção e decomposição de serrapilheira no mangue do Rio Itacorubi, Ilha de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil (27°35'S- 48°31'). São Carlos, Curso de Pós-Grad. em Ecologia e Recursos Naturais, Univ. Fed. de São Carlos. Tese de Doutorado.
- PERAZZOLO, M. & PINHEIRO, F. 1991. Aspectos anatômicos e adaptativos das partes vegetativas de *Spartina densiflora* Brongn.(Gramineae) da marisma do estuário da Lagoa dos Patos - RS. **Acta Botanica Brasilica**, **5**(2): 3-16.
- POLLAK, G. & WAISEL, Y. 1979. Ecophysiology of Salt Excretion in *Aeluropus litoralis* (Graminae). **Physiol. Plant**, **47** : 177-84.
- QUINTAS, A.T. 1963. Novo material apoio para cortes histológicos. Rev.Fac.Agr.Vet.Univ.RGS. Porto Alegre, 6: 51-4.
- REITZ, P.R. 1961. Vegetação da zona marítima de Santa Catarina. **Sellowia**, Anais Bot. do Herbário 'Barbosa Rodrigues', Itajaí, **13**, Ano XII: 17-115.
- RENVOIZE, S.A. 1985. A survey of leaf blade anatomy in grasses. VI. Stipeae. **Kew Bull.**, **40**: 731-6.
- SANTOS, M. & ALMEIDA, S.L. 1990. Dados preliminares sobre anatomia foliar de *Spartina densiflora* Brongn. e *S.alterniflora* Loisel-Desl. do Pontal da Daniela (Ilha de Santa Catarina, Florianópolis/SC). **XLI Congr.Nac. Botânica**, Fortaleza/CE, 21-27/01/1990, **Resumos**, p.179.
- SANTOS, M. & ALMEIDA, S.L. 1991. Dados preliminares sobre anatomia foliar de *Spartina ciliata* Brongn. da Ilha de Santa Catarina (Florianópolis/SC). **III Encontro de Botânicos do PR/SC**, Florianópolis/SC, 25-27/10/1991, **Resumos**, p.22.
- SANTOS, M. & ALMEIDA, S.L. 1992. Anatomia foliar de *Spartina* Schreber da Ilha de Santa Catarina (Florianópolis/SC). **XLIII Congr.Nac. Botânica**, Aracajú/SE, 19-25/01/1992, **Resumos**.
- SCULTHORPE, C.D.; M.A.& F.L.S.1967. **The Biology Of Aquatic Vascular Plants**. London, Edward Arnold Ltd. 609p.
- SHELSKE, C.L. & ODUM, E.P. 1962. Mecanismos maintaining heigh productivity in Georgia estuaries. **Proc. Gulf. Carib.** Apud: PANITZ, C.M.N. 1986. Produção e decomposição de serrapilheira no mangue do Rio Itacorubi, Ilha de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil (27°35'S- 48°31'). São Carlos, Curso de Pós-Grad. em Ecologia e Recursos Naturais, Univ. Fed. de São Carlos. Tese de Doutorado.

- SKELDING, D. & WINTERBOTHAM, J. 1939. The structure and development of the hydathodes of *Spartina townsendii* Groves. **New Phytol.**, **38**: 69-75
- SMITH, L.B., WASSHAUSEN, D.C. & KLEIN, R.M. 1981. Gramíneas. Flora Ilustrada Catarinense (GRAM): 393-404.
- SORIANO-SIERRA, E.J.; MACENO-SILVA, J.R.B.; BIANCHINI-DERNER, R. & OLINTO-BRANCO, J. 1986. Aspectos ecológicos do manguezal do Rio Itacorubi, Santa Catarina, Brasil. **Nemar, UFSC, Sér.Contr. Cient.**, **16**: 1-31.
- SOUZA-SOBRINHO, R. J. DE; BRESOLIN, A. ; & KLEIN, R. M. 1969 . Os manguezais na Ilha de Santa Catarina. **Insula** , nº 2 : 1-21.
- SUTHERLAND, G.K. & EASTWOOD, A. 1916. The physiological anatomy of *Spartina townsendii*. **Ann. Bot.**, **30**: 333-51.
- TEAL, J.M. & KANWISHER, J.W. 1966. Gas Transport in the Marsh Grass, *Spartina alterniflora*. **Journal of Experimental Botany**, **17** (51): 355-61.
- WATSON, W.W. 1942. The effect of cuticular hardening on the form of epidermal cells. **New Phytol.**, **41**: 223-9. Apud: KASAPLIGIL, B. 1951. Morphological and ontogenetic studies of *Umbellularia californica* Nutt. and *Laurus nobilis* L. **Univ. Calif. Publ. Bot.**, **25**: 115-240.

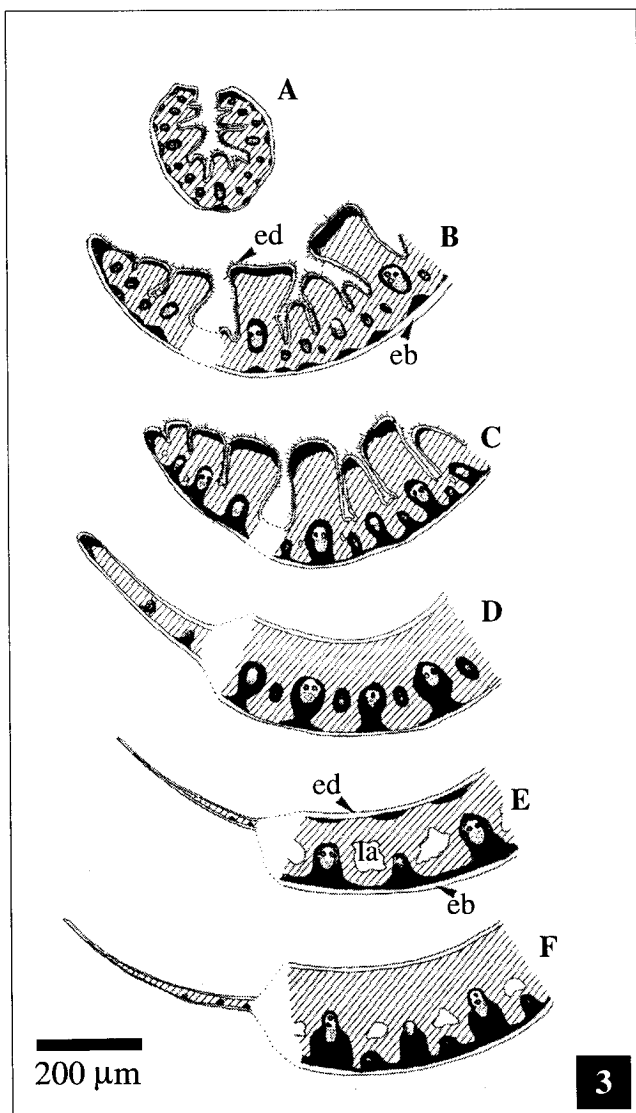


**Fig. 1.** Representações esquemáticas, em microscopia óptica, de seções transversais da folha de *Spartina alterniflora*: A-C. lâmina foliar (A. região apical, B. região média, C. região basal); D-F. bainha foliar (D. região distal, E. região intermediária, F. região proximal). Legenda: eb - epiderme na face abaxial, ed- epiderme na face adaxial, la - lacuna.

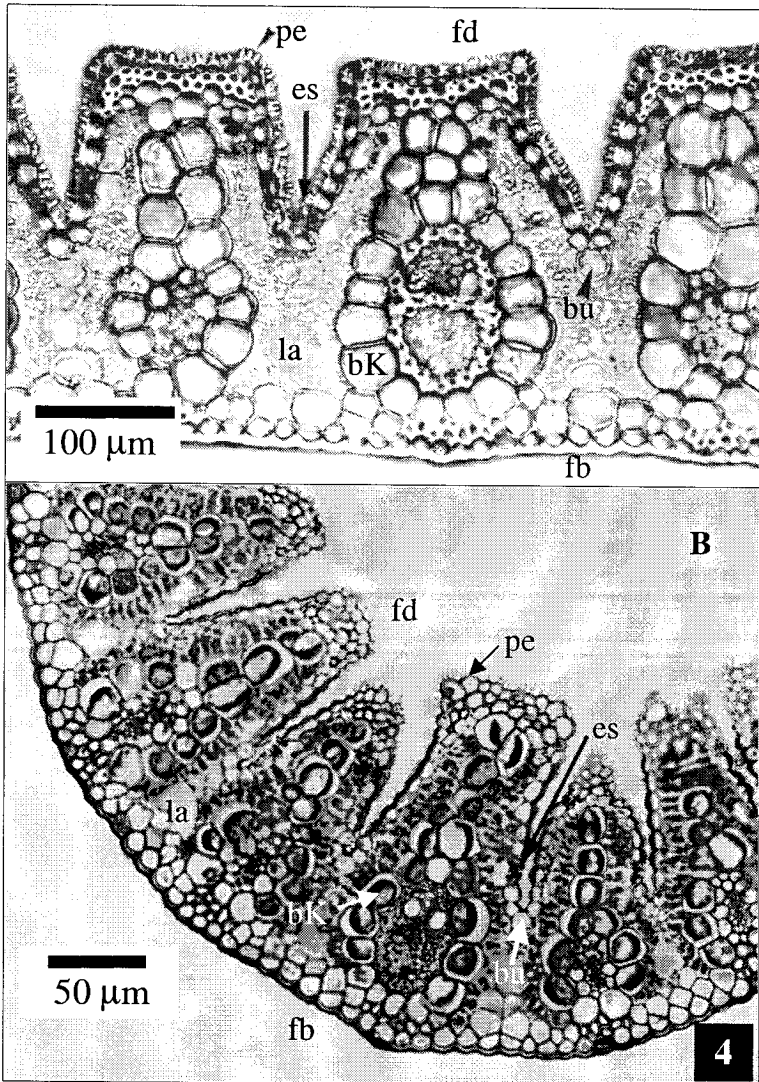


**Fig. 2.** Representações esquemáticas, em microscopia óptica, de secções transversais da folha de *Spartina densiflora*: A-C. lâmina foliar (A. região apical, B. região média, C. região basal); D-F. bainha foliar (D. região distal, E. região intermediária, F. região proximal). Legenda: eb - epiderme na face abaxial, ed- epiderme na face adaxial, la - lacuna.

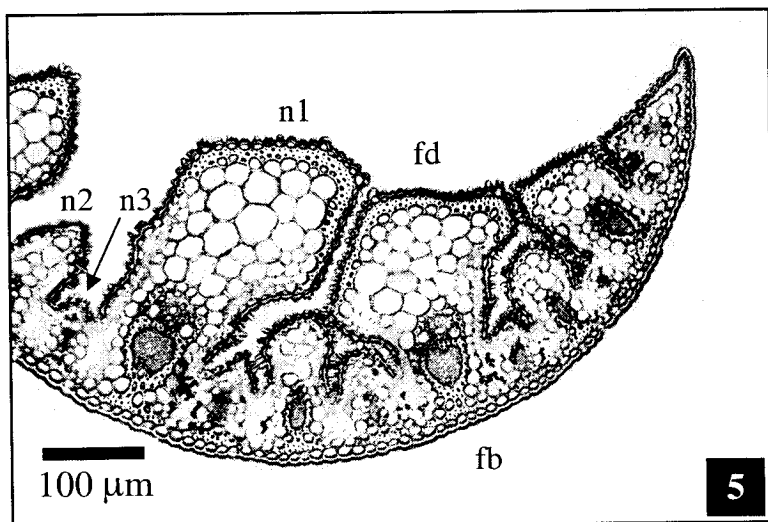




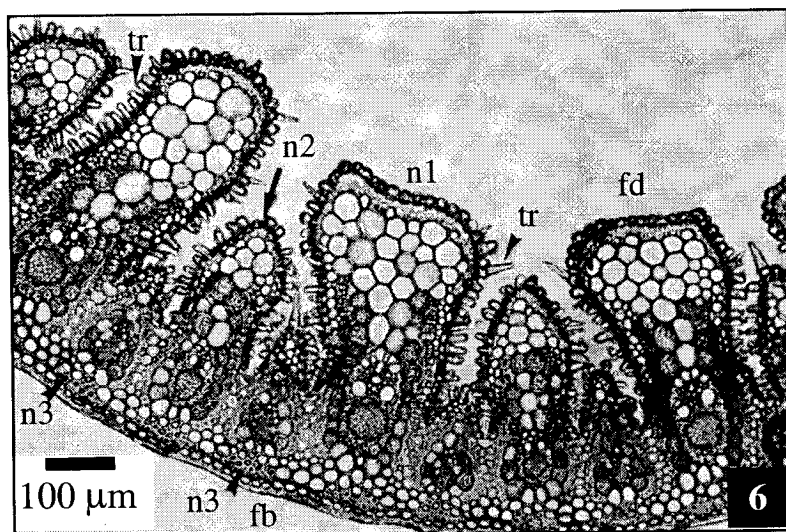
**Fig. 3.** Representações esquemáticas, em microscopia óptica, de secções transversais da folha de *Spartina ciliata*: A-C. lâmina foliar (A. região apical, B. região média, C. região basal); D-F. bainha foliar (D. região distal, E. região intermediária, F. região proximal). Legenda: eb - epiderme na face abaxial, ed- epiderme na face adaxial, la- lacuna.



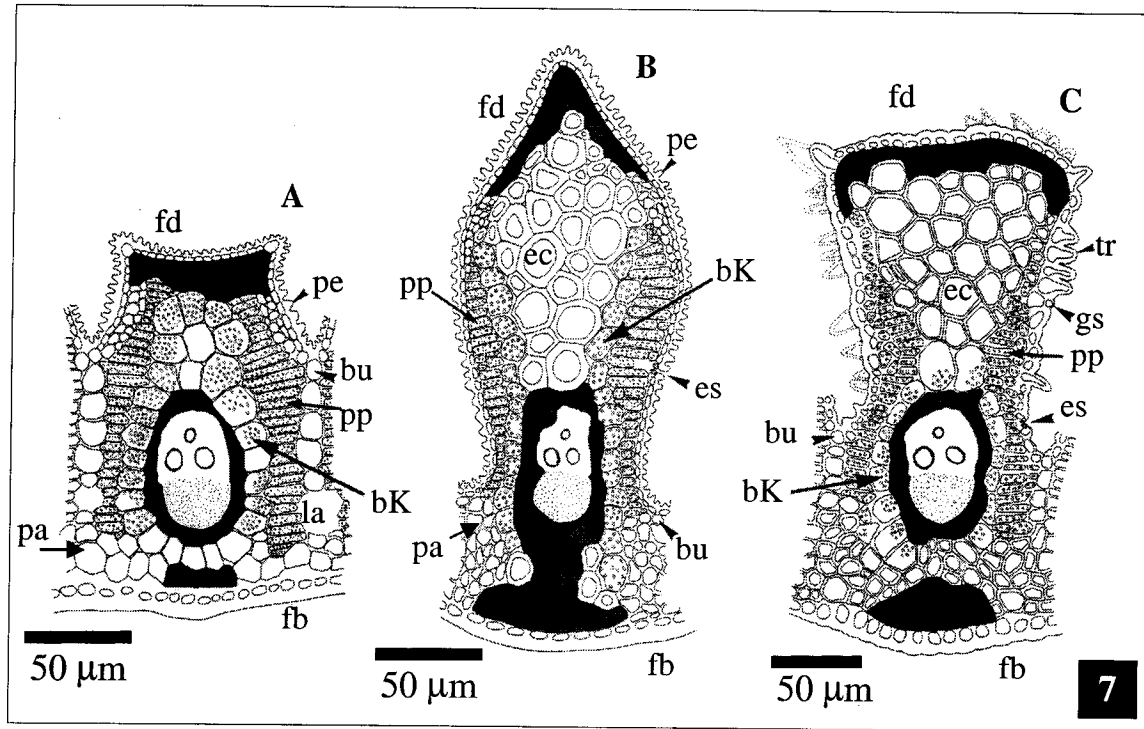
**Fig. 4.** Fotomicrografias, em microscopia óptica, de seções transversais da lâmina foliar de *Spartina alterniflora*: **A.** padrão mais freqüente; **B.** padrão de uma população do manguezal do Itacorubi (*S.cf. alterniflora*). Legenda: bK - bainha Kranz, bu - célula buliforme, fb - face abaxial, fd - face adaxial, es - estômato, la - lacuna, pe - projeção epicuticular.



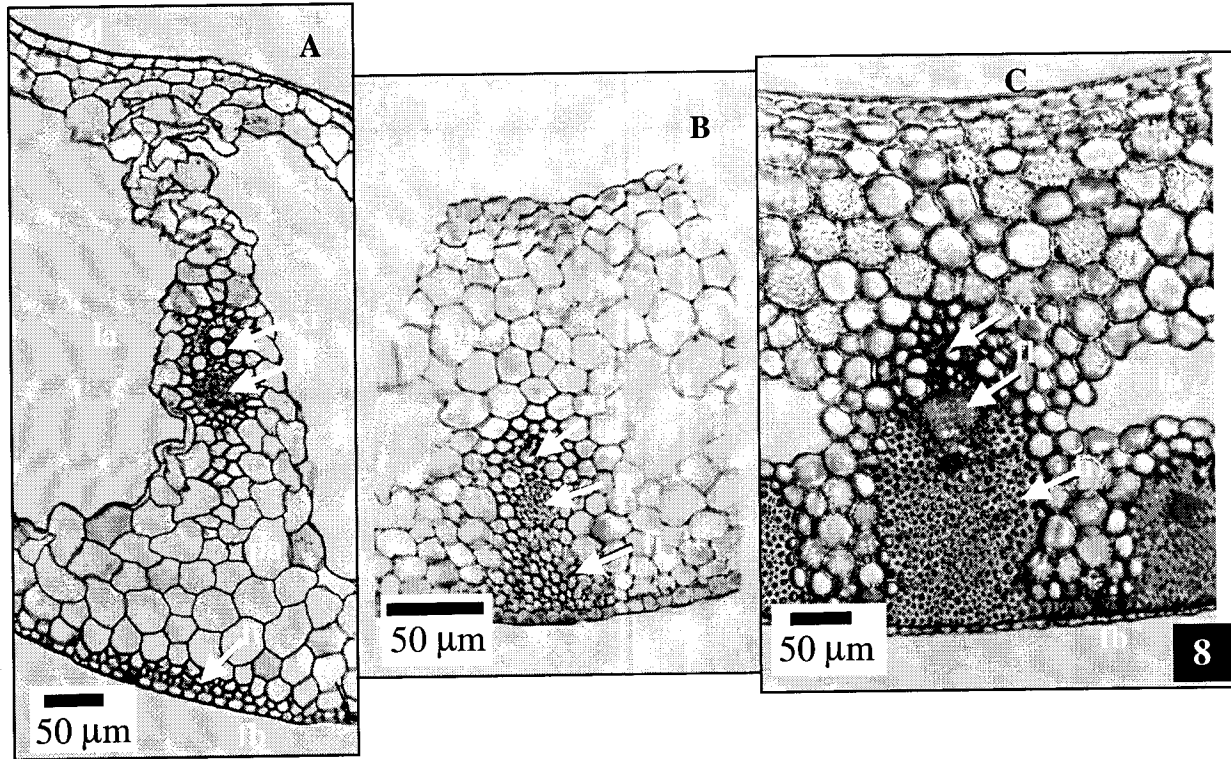
**Fig.5.** Fotomicrografia, em microscopia óptica, de secção transversal da lâmina foliar de *Spartina densiflora*. Legenda: fb - face abaxial, fd - face adaxial, n1, n2, n3 - nervuras de 1ª, 2ª, 3ª ordem.



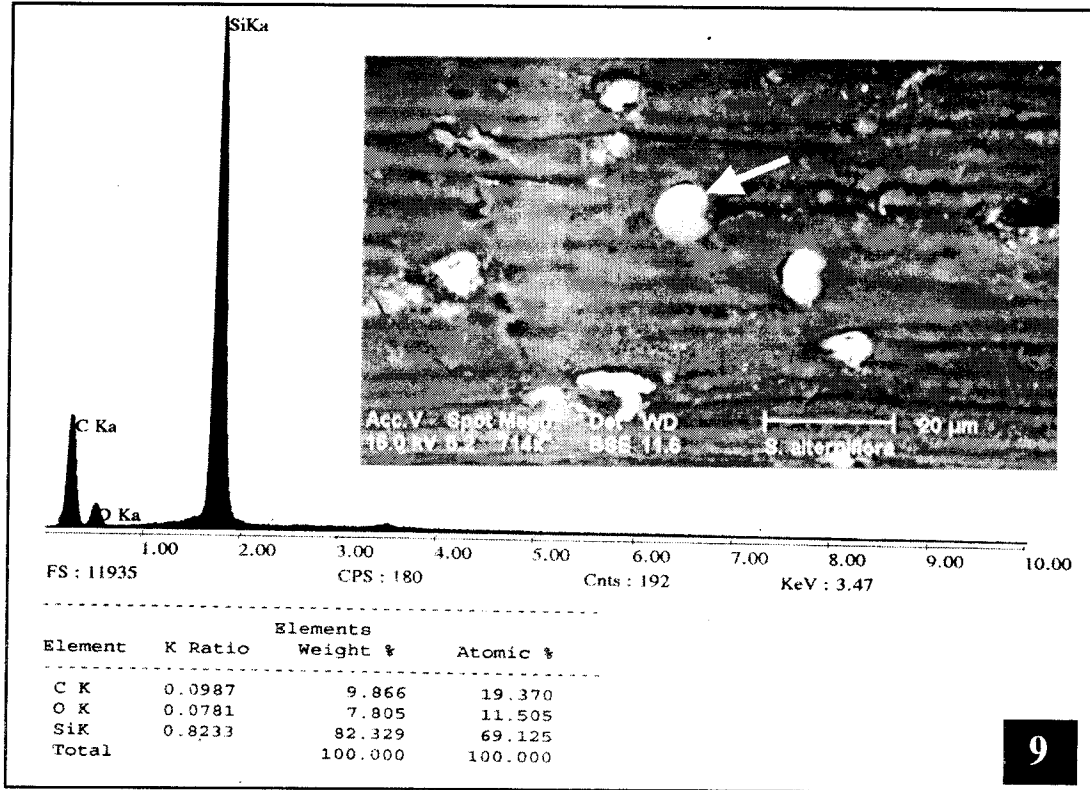
**Fig.6.** Fotomicrografia, em microscopia óptica, de secção transversal da lâmina foliar de *Spartina ciliata*. Legenda: fb - face abaxial, fd - face adaxial, n1, n2, n3 - nervuras de 1ª, 2ª, 3ª ordem, tr - tricoma.



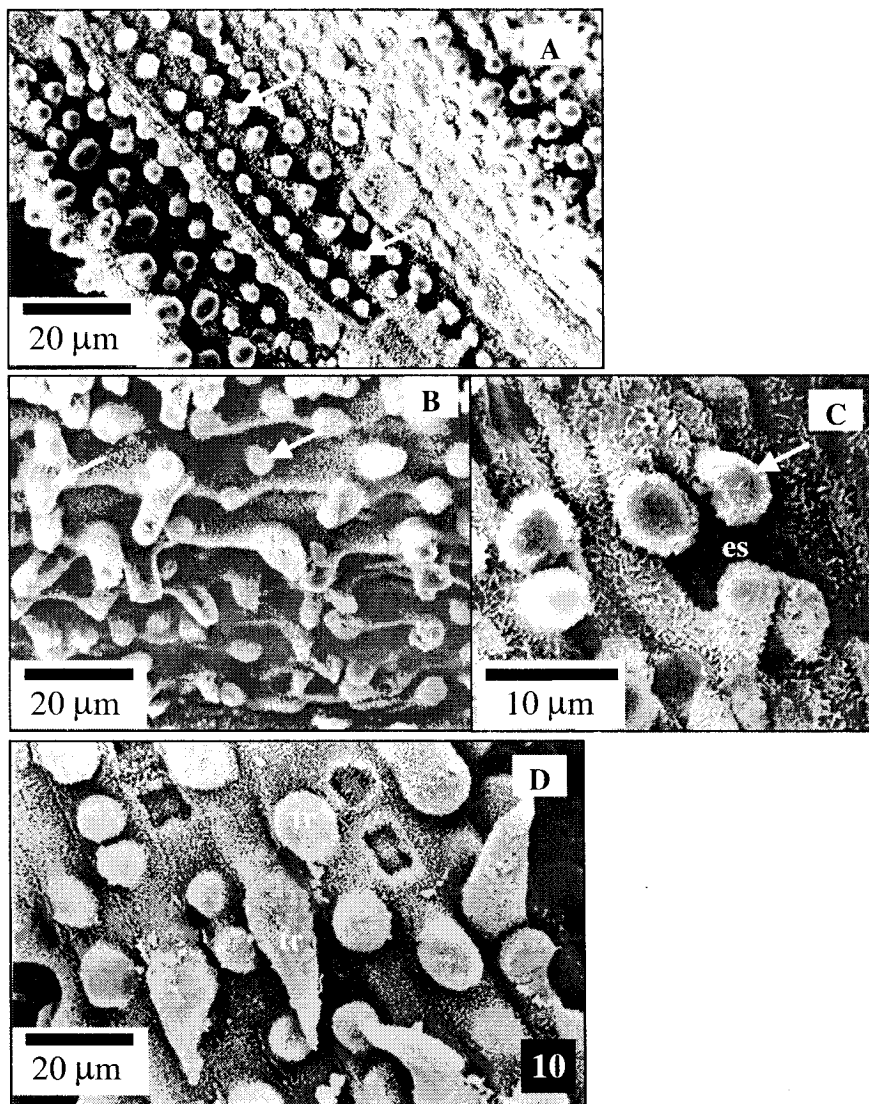
**Fig. 7.** Representações esquemáticas, em microscopia óptica, de secções transversais de lâminas foliares de *Spartina*: **A.** *S. alterniflora*, **B.** *S. densiflora*, **C.** *S. ciliata*. Legenda: bK – bainha Kranz, bu – célula buliforme, fb – face abaxial, fd – face adaxial, ec – esclerênquima (não na forma de fibra), la – lacuna, pa – parênquima aclorofilado, pe – projeção epicuticular, pp – parênquima paliçádico, tr – tricoma.



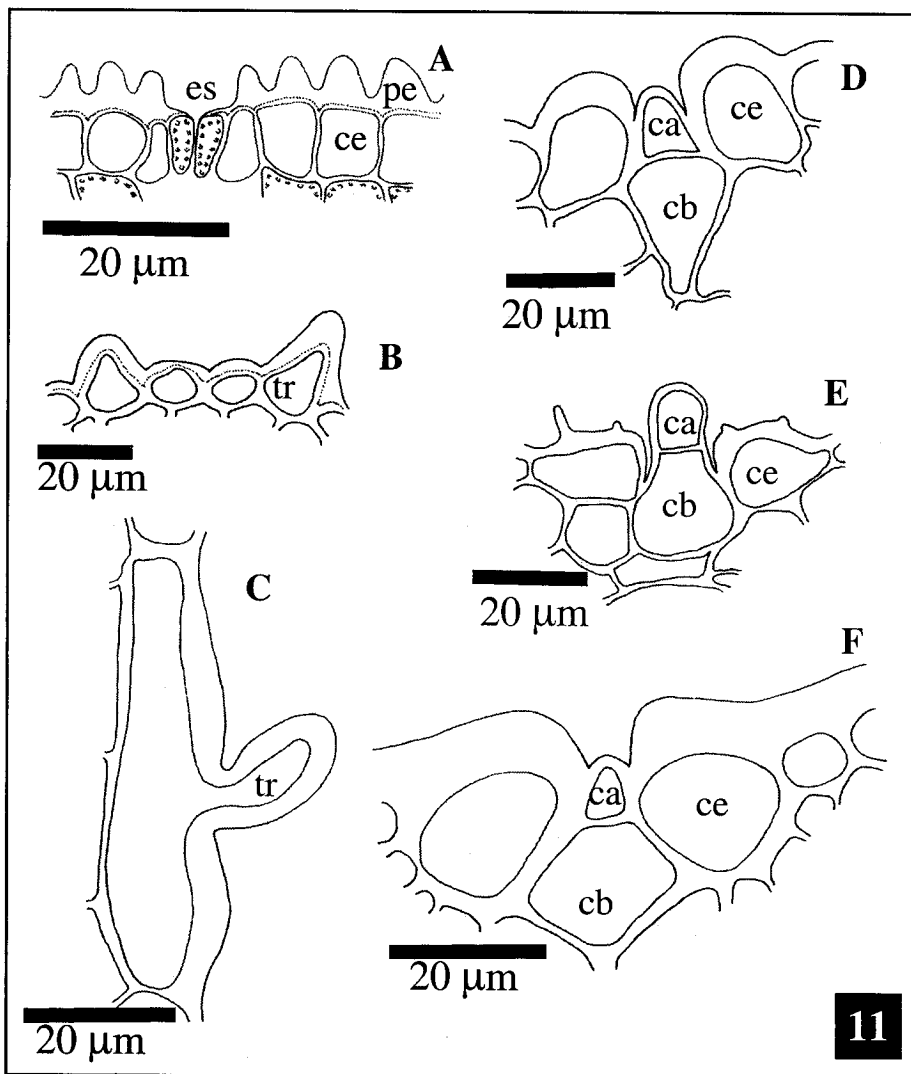
**Fig. 8.** Fotomicrografias, em microscopia óptica, de secções transversais de bainhas foliares de *Spartina*: **A.** *S. alterniflora*, **B.** *S. densiflora*, **C.** *S. ciliata*. Legenda: fb - face abaxial, fd - face adaxial, fi - fibras, fl- floema, la - lacuna, pa - parênquima acolorofilado, xi - xilema.



**Fig. 9.** Espectro das concentrações relativas dos elementos químicos detectados na microanálise com raios-X, em microscopia eletrônica de varredura, de uma célula silicosa, na lâmina foliar de *Spartina alterniflora*. Fotomicrografias correspondente a região investigada (seta indica a célula silicosa).



**Fig. 10.** Fotomicrografias, em microscopia eletrônica de varredura, de vistas frontais da face adaxial de lâminas foliares de *Spartina*: **A.** *S. alterniflora*, **B-C.** *S. densiflora*, **D.** *S. ciliata*. Legenda: es- estômato, setas brancas – projeções epicuticulares, tr – tricoma. (A. 10Kv, 800x; B. 12Kv, 800x; C. 10Kv, 2000x; D. 15Kv, 800x).



**Fig. 11.** Representações esquemáticas, em microscopia óptica, da face adaxial de lâminas foliares de *Spartina*, salientando detalhes de estruturas epidérmicas: **A.** estômato e projeções epicuticulares em *S. alterniflora*; **B-C.** tricomas em *S. ciliata*; **D-F.** glândulas de sal (**D.** *S. alterniflora*, **E.** *S. densiflora*, **F.** *S. ciliata*). **A-B e D-F.** Seções transversais, **C.** seção transverso-longitudinal. Legenda: ca – célula apical, cb – célula basal, ce – célula epidérmica, ep – projeções epicuticulares, es- estômato, tr – tricoma.