



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL**

KÁTIA ARENHART HOSS

**ANATOMIA FOLIAR DE ESPÉCIES DO GÊNERO
Scleria (Cyperaceae)**

**Florianópolis/SC
2013**

KÁTIA ARENHART HOSS

ANATOMIA FOLIAR DE ESPÉCIES DO GÊNERO
***Scleria* (Cyperaceae)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Biologia Vegetal.

Orientadora: Prof^{za}. Dr^a. Ana Claudia Rodrigues

Florianópolis/SC
2013

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Hoss, Kátia Arenhart

H776a Anatomia foliar de espécies do gênero *Scleria* (Cyperaceae)
/ Kátia Arenhart Hoss; Orientadora, Ana Claudia Rodrigues -
Florianópolis, SC, 2013.
72 p.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-
Graduação em Biologia Vegetal.

Inclui referências

1. Epiderme Abaxial. 2. Ontogênese. 3. Células Buliformes.
4. Feixe Invertido. 5. Anatomia Foliar. 6. Taxonomia. I.
Rodrigues, Ana Claudia. II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal. III.
Título.

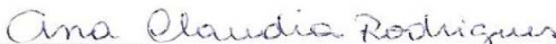
**“Anatomia foliar de espécies do gênero *Scleria*
(Cyperaceae)”**

por


Katia Arenhart Hoss

Dissertação julgada e aprovada em sua forma final pelos membros titulares da Banca Examinadora (Port. 14/PPGFAP/2013) do Programa de Pós-Graduação em Biologia de Fungos, Algas e Plantas - UFSC, composta pelos Professores Doutores:

Banca Examinadora:



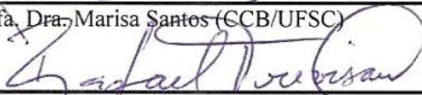
Profª. Dra. Ana Claudia Rodrigues (Presidente/UFSC)



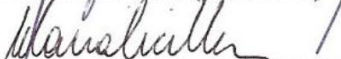
Prof. Dr. Paulo Cesar Poeta Fermino Junior (CCBN/UFAC)



Profª. Dra. Marisa Santos (CCB/UFSC)



Prof. Dr. Rafael Trevisan (CCB/UFSC)



Profª. Dra. Maria Alice Neves

Cofundadora do Programa de Pós-Graduação em Biologia de Fungos,
Algas e Plantas

Florianópolis, 28 de junho de 2013.

*O pensamento cria, o desejo atrai e a fé realiza.
(Lauro Trevisan)*

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Apoio á Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI) pela bolsa de estudos concedida.

Ao programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Santa Catarina, por proporcionar condições para a execução da pesquisa e conclusão do curso.

À orientadora Ana Claudia Rodrigues pela oportunidade, dedicação, paciência e conhecimentos transmitidos ao longo do desenvolvimento deste estudo.

À colega Regina Affonso pela coleta do material botânico.

Ao professor Rafael Trevisan pelas sugestões e contribuições prestadas durante o trabalho.

À professora Marisa Santos por mostrar-se sempre prestativa em solucionar dúvidas e por seus ensinamentos durante as minhas atividades como monitora.

À Bióloga Elize Lara Galitzki pela disponibilidade em prestar auxílio sempre que solicitado.

Ao Laboratório Central de Microscopia Eletrônica pelo auxílio prestado.

A todos os meus amigos e colegas de laboratório, por estarem ao meu lado em momentos difíceis e alegres, pelo apoio emocional, companhia, coragem, força e ânimo transmitidos para continuar seguindo em frente.

Minha eterna gratidão aos meus pais Adão e Inês e meu irmão Fábio pela compreensão, carinho, torcida, apoio e auxílio sempre prestados e ao Cleiton Rafael, que apesar da distância sempre apoiou e incentivou minhas escolhas.

Agradeço a toda à minha família e a todas as pessoas que entraram na minha vida e me inspiraram, incentivaram e acreditaram em mim, para que eu pudesse dar o primeiro passo em direção à realização deste sonho.

Muito Obrigada!

HOSS, Kátia Arenhart. **Anatomia foliar de espécies do gênero *Scleria* (Cyperaceae)**. 2013. 72f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Ana Claudia Rodrigues

RESUMO

O gênero *Scleria*, pertence à família Cyperaceae e suas espécies caracterizam-se por serem ervas perenes e cespitosas, que ocupam preferencialmente ambientes úmidos, podendo ser encontrados também em outros locais, como campos e matas. A delimitação do gênero *Scleria* tem sido muito controversa, pois assim como a maioria das espécies de Cyperaceae, a morfologia externa de seus órgãos vegetativos é muito similar, as flores são muito reduzidas e a inflorescência é difícil de interpretar. Em função disso, foi analisada a anatomia foliar de *Scleria distans*, *S. gaertneri*, *S. latifolia*, *S. leptostachya*, *S. panicoides*, *S. plusiophylla*, *S. secans*, *S. sellowiana*, *S. uleana* e *S. variegata*, coletadas no estado de Santa Catarina, com o objetivo de verificar a ocorrência de características anatômicas que possam distinguir as espécies. E ainda foi analisada a origem dos feixes invertidos que ocorrem nas folhas da espécie de *S. plusiophylla*. O material coletado foi processado de acordo com técnicas usuais em estudos de anatomia e ontogenia. Os caracteres anatômicos comuns às espécies são: formato de W invertido da lâmina foliar em secção transversal, epiderme unisseriada, células epidérmicas geralmente maiores na face adaxial em relação à abaxial, células buliformes presentes na face adaxial da nervura central e costelas laterais, presença de tricomas escabrosos no bordo foliar, esclerênquima associado ao feixe em ambas as faces da folha e estômatos presentes na face abaxial. Os caracteres que permitiram separar as espécies foram: presença de células buliformes distribuídas de forma contínua ou dispersas ao longo da face adaxial da lâmina foliar, tipo de mesófilo, feixe vascular da nervura central deslocado, ocorrência de células secretoras de mucilagem, tricomas tectores presentes apenas na face abaxial ou adaxial da epiderme, esclerênquima associado aos feixes vasculares apenas na epiderme abaxial e esclerênquima do bordo foliar ligeiramente voltado para a epiderme adaxial. Através do estudo ontogenético conclui-se que o

bordo da lâmina foliar de *S. plusiophylla* é a extensão da ala da bainha que permanece na lâmina foliar, apresenta epiderme abaxial em ambas as faces e os feixes vasculares invertidos apresentam origem de cordões procâmbiais independentes os quais seguem a organização da bainha e ficam invertidos em relação à lâmina foliar.

Palavras-chave: Epiderme Abaxial. Ontogênese. Células Buliformes. Feixe Invertido. Anatomia Foliar. Taxonomia.

ABSTRACT

The genus *Scleria*, belongs to the family Cyperaceae, and its species are characterized by perennial herbs and tussock, occupying preferably moist environments, can also be found in other places, such as fields and forests. The delimitation of the genus *Scleria* has been much controversy, as well as most species of Cyperaceae, the external morphology of their vegetative organs are very similar, the flowers are very small and the inflorescence is difficult to interpret. Because of that, were analyzed the leaf anatomy of *Scleria distans*, *S. gaertneri*, *S. latifolia*, *S. leptostachya*, *S. panicoides*, *S. plusiophylla*, *S. secans*, *S. sellowiana*, *S. uleana* and *S. variegata*, collected in the state of Santa Catarina, with the objective of verify the occurrence of anatomical features that can distinguish the species. Also examining the origin of the inverted vascular bundle occurring in the leaves of the species *S. plusiophylla*. The material was processed according to standard techniques in studies of anatomy and ontogeny. The anatomical characters common in species are: W format inverted leaf blade in cross section, uniseriate epidermis, epidermal cells on the adaxial side generally larger in relationship to abaxial, bulliform cells present in the adaxial midrib and lateral ribs, prickles on the leaf margins, sclerenchyma associated with the vascular bundle on both faces of the leaf epidermis. The characters were allowed the separation species: presence of bulliform cells distributed continuously or scattered along the upper side of the leaf blade, type of mesophyll, vascular bundle of the midrib shifted, occurrence of mucilage secretory cells, trichomes present only on the abaxial and adaxial epidermis, sclerenchyma associated with vascular bundles only in the lower epidermis and sclerenchyma maple leaf slightly toward the adaxial epidermis. Through ontogenetic study concludes that the edge of the leaf *S. plusiophylla* is the length of the side of the sheath that remains in the leaf blade has abaxial on both sides and have reversed the vascular bundles of strands procambial independent source which follows the organization of the sheath and are inverted in relation to the leaf blade.

Keywords: Leaf Blade has Abaxial. Ontogenesis. Bulliform Cells. Inverted Beam. Leaf Anatomy. Taxonomy.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1:

- Figura 1.** *Scleria plusiplhylla* Steud 35
- Figura 2.** Secções transversais do ápice caulinar, mostrando o desenvolvimento das bainhas e lâminas das folhas de *Scleria plusiplhylla* Steud. 36
- Figura 3.** Forma da lâmina foliar em “W invertido” em secção transversal (A-G). 37

CAPÍTULO 2:

- Figura 1.** Esquema geral da folha em secção transversal de espécies de *Scleria* Bergius onde se observa a forma de "W" invertido em todas as espécies. 61
- Figura 2.** Secções transversais da lâmina foliar de espécies de *Scleria* Bergius. 62
- Figura 3.** Vista frontal da superfície epidérmica da folha de espécies de *Scleria* Bergius mostrando células epidérmicas retangulares em ambas as faces. 63
- Figura 4.** Microscopia eletrônica de transmissão da superfície epidérmica de folhas de espécies de *Scleria* Bergius. Face adaxial (A,C,E,G,I). Face abaxial (B,D,F,H,J,K)..... 64
- Figura 5.** Microscopia eletrônica de varredura da superfície epidérmica de folhas de espécies de *Scleria* Bergius. Face adaxial (A, E, G, I). Face abaxial (C, D, F, H, J). 65
- Figura 6.** Secções transversais de folhas de espécies de *Scleria* Bergius. 66
- Figura 7.** Secções transversais da folha de espécies de *Scleria* Bergius, evidenciando a nervura central com a presença de células buliformes dispostas acima do nível das demais células epidérmicas e cordões de esclerênquima bem desenvolvido voltado para a face abaxial em todas as espécies. 67
- Figura 8.** Secções transversais de folhas de espécies de *Scleria*

Bergius.....	68
Figura 9. Fotomicrografias de secções transversais da costela lateral.	69
Figura 10. Fotomicrografias de secções transversais mostrando o formato do bordo foliar.	70

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1:

Tabela 1. Relação das espécies analisadas, locais de coleta, ambiente e nº de exsicatas.....	43
Tabela 2. Caracteres anatômicos da lâmina foliar nos táxons de Scleria estudados.....	49

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	19
REFERÊNCIAS	24

CAPÍTULO 1:

Origem de feixes vasculares invertidos em folhas de <i>Scleria plusiophylla</i> Steud. (Cyperaceae)	29
1 INTRODUÇÃO	29
2 MATERIAIS E MÉTODOS	30
3 RESULTADOS	31
4 DISCUSSÃO	32
5 REFERÊNCIAS	33
6 FIGURAS	35

CAPÍTULO 2:

Anatomia foliar de espécies do gênero <i>Scleria</i> (Cyperaceae), subsídios para estudos taxonômicos	41
1 INTRODUÇÃO	41
2 MATERIAIS E MÉTODOS	43
2.1 MATERIAL E ÁREA DE ESTUDO	43
2.2 MÉTODO	44
2.2.1 Coleta e fixação dos espécimes	44
2.2.2 Microscopia óptica: Anatomia geral e testes histoquímicos	44
2.2.3 Microscopia Eletrônica de Varredura.....	45
2.2.4 Observação e análise dos dados	45
3 RESULTADOS	45
4 DISCUSSÃO	51

5 REFERÊNCIAS.....	57
6 FIGURAS.....	61
CONSIDERAÇÕES FINAIS	71

INTRODUÇÃO GERAL

Cyperaceae é a terceira maior família entre as monocotiledôneas, com cerca de 100 a 109 gêneros e 4500 a 5500 espécies (Govaertz *et al.* 2007, Heywood *et al.* 2007). De acordo com a proposta mais recente de classificação (Simpson *et al.* 2007) a família está dividida em duas subfamílias: Mapanioideae e Cyperoideae, esta última inclui a tribo Sclerieae representada unicamente pelo gênero *Scleria* Berg. aqui estudado. A família Cyperaceae apresenta distribuição cosmopolita, com uma concentração de gêneros nos trópicos (Simpson & Inglis 2001). Suas espécies são geralmente herbáceas e perenes, ocupando ambientes abertos, bem como ambientes florestais ou de transição campo-mata, sendo encontradas principalmente associadas às formações vegetais mal drenadas, como brejos, pântanos, charcos, margens de rios e corpos de água (Goetghebeur 1998). Segundo Simpson (1995), ela ocorre principalmente em zonas úmidas, no entanto, pode ocorrer em uma ampla variedade de outros habitats que vão desde a tundra à floresta tropical.

No Brasil ocorrem cerca de 594 espécies distribuídas em 40 gêneros, o que representa 11% das espécies e 40% dos gêneros de Cyperaceae ocorrentes no mundo (Alves *et al.* 2012). O país abriga 203 espécies endêmicas, que ocorrem especificamente na Mata Atlântica e Campos Rupestres. Alguns gêneros são aparentemente restritos a um tipo de vegetação única do país, como *Bisboecklera* Kuntze na Floresta Amazônica e *Machaerina* Vahl nas costas montanhosas da região Sul e Sudeste (Alves *et al.* 2009).

De acordo com Heywood (1993), a família Cyperaceae possui um grande número de espécies que são utilizadas para uma variedade de propósitos, destacando *Scirpus* L. e *Cyperus* L. como os gêneros mais amplamente citados. Sua importância frequentemente se dá a nível regional ou local o que muitas vezes dificulta o seu reconhecimento como plantas de importância econômica (Simpson & Inglis 2001). O caule de *Cyperus papyrus* L. fornece o papel de papiro, algumas espécies como *C. esculentus* L. apresentam órgãos que armazenam substâncias comestíveis e *C. longus* L. e *C. articulatus* L., possuem rizoma de aroma doce e podem ser utilizados na perfumaria. O gênero *Carex* L. inclui espécies como *C. atherodes* Spreng. que é utilizado

como feno nos Estados Unidos, e *C. dispalatha* H. é cultivado no Japão por suas folhas, que são usadas na confecção de chapéus. *Scirpus* L.f. possui várias espécies com usos medicinais: as raízes de *S. grossus* L.f. e *S. articulatus* L. são usadas na medicina Hindu, para o tratamento de diarreia e laxante respectivamente. O tubérculo de *S. tuberosus* Roxb. é consumido como legume no Japão e China. O caule de *S. totara* L. é usado na confecção de canoas e o de *S. lacustres* L. na fabricação de assentos de cadeira. Algumas espécies de *Carex*, *Cyperus*, e *Scirpus* são utilizadas como plantas ornamentais. Várias espécies de *Scleria* são utilizadas pelas suas fibras, como por exemplo, *S. secans* L., e para finalidades medicinais a exemplo de *S. iostephana* Nelmes, utilizada para desordens do sistema circulatório (Simpson & Inglis 2001).

Apesar de várias espécies serem consideradas invasoras (Bryson & Carter 2008), diversos táxons podem ser empregados como bioindicadores de ambientes preservados (Alves *et al.* 2008), além de constituírem importante elemento florístico e ecológico na composição sucessional de áreas sujeitas á ação antrópica (Luceño *et al.* 1997). Entre os representantes da vegetação costeira do Brasil, espécies de Cyperaceae são consideradas de grande importância nesse ambiente, por atuarem na rápida colonização das dunas e na fixação do sedimento, reduzindo assim os danos causados pela erosão (Matias & Nunes 2001; Cordeiro 2005).

As espécies de Cyperaceae apresentam as flores agrupadas em espiguetas e o fruto do tipo aquênio (Goetghebeur 1998). Apresentam rizoma rastejante subterrâneo a partir do qual surgem porções aéreas, os escapos, geralmente não ramificados que portam as inflorescências (Estelita & Rodrigues 2007). As folhas em geral estão organizadas em um tufo em torno da base do caule, normalmente dispostas em três fileiras (Heywood 1993). Mas também podem estar ausentes como nas espécies de *Eleocharis* R.Br. sendo o escapo o único órgão fotossintetizante (Metcalf 1971). As folhas das Cyperaceae, sem exceção, apresentam estrutura anatômica fortemente xerófila. Em todos os casos, elas envolvem o caule em uma distância considerável, por uma bainha fechada. A lâmina livre é geralmente profundamente sulcada, apresentando uma forma em V em secção transversal (Plowman 1906).

As tentativas de classificar as Cyperaceae são repletas de dificuldades, principalmente quando a classificação é abordada apenas nos moldes tradicionais, uma vez que a morfologia exata de suas peças florais está frequentemente obscura e a inflorescência é difícil de interpretar (Metcalf 1971). É aceito que a anatomia vegetativa seja uma ferramenta útil para a taxonomia. Isto é especialmente verdadeiro para

espécies em que a anatomia vegetativa é uniforme, como em Gramineae (Metcalf 1971) e também as Cyperaceae (Kukkonen 1967, Metcalfe 1971).

Diferentes autores vêm demonstrando a importância dessa abordagem, utilizando resultados sobre a anatomia de órgãos vegetativos em diferentes gêneros de Cyperaceae como um recurso importante na identificação e separação de gêneros ou espécies (Holm 1898; Koyama 1967; Kukkonen 1967; Metcalfe 1969; 1971; Sharma & Mehra 1972; Govindarajalu 1978; Standley 1990; Araujo & Longhi-Wagner (1997); Alves *et al.* 2002; Arruda & Neves 2005; Hefler & Wagner 2010).

Holm (1898) enumerou os diferentes padrões de distribuição das células buliformes na epiderme e caracteres do rizoma para separar onze espécies de *Scleria*, por ele analisadas, revelando bons resultados para separação das mesmas. De acordo com Koyama 1967; Metcalfe 1969, 1971 e Bruhl 1995, os caracteres anatômicos que provaram ter maior valor diagnóstico na família Cyperaceae são aqueles encontrados na folha. Observações anatômicas em folhas da tribo Scleriae, feitas por Koyama (1967), revelaram que as características epidérmicas, como a distribuição das células buliformes ao longo da lâmina foliar, são úteis para a divisão de gêneros, enquanto os caracteres do mesofilo tem significância filogenética. Kukkonen (1967) estudou as variações na anatomia de órgãos vegetativos, dentro do gênero *Uncinia* Pers., utilizando caracteres da epiderme foliar, formato da lâmina foliar em secção transversal, presença de células buliformes e distribuição de esclerênquima associado ao feixe para descrever suas espécies.

Uma visão geral da anatomia foliar foi realizada por Metcalfe (1969, 1971) para diversas espécies de Cyperaceae, revelando diferenças anatômicas significativas entre os gêneros. Os caracteres mais importantes a serem observados segundo Metcalfe (1969) são: a forma da lâmina foliar em secção transversal; presença e distribuição de células buliformes; presença de hipoderme e de células translúcidas; diferença de tamanho entre as células presentes nas diferentes partes da epiderme; diferenças na distribuição de esclerênquima e sua associação com os feixes vasculares; distinção entre parênquima homogêneo e radiado e a presença de parênquima paliádico; presença ou ausência de cavidades aeríferas nas regiões intercostais e diferenças no arranjo dos feixes vasculares.

No estudo de Sharma & Mehra (1972), os caracteres anatômicos da folha, como a forma das células subsidiárias, apêndices epidérmicos, epiderme adaxial simples ou múltipla e presença de aerênquima também

ajudaram a separar as várias espécies de *Fimbristylis* Vahl. Os resultados do trabalho de Govindarajalu (1974), em três espécies de *Cyperus*, *Mariscus* e *Lipocarpha* R. Br., mostraram diferenças anatômicas na folha entre as espécies de cada táxon, referentes ao arranjo e número de feixes vasculares e de bainhas, tamanho das células silicosas, espessura da parede celular e presença ou ausência de hipoderme.

Standley (1990) analisou as variações na anatomia foliar e do aquênio em espécies de *Carex* L., considerando-as como caracteres valiosos para distinguir espécies. Os dados de anatomia foliar com maior relevância taxonômica para dez espécies brasileiras do gênero *Hypolirum* Rich, realizada por Alves *et al.* (2002), foram o formato da folha em secção transversal, presença de grânulos provavelmente de sílica em células epidérmicas, aspecto da cutícula, da hipoderme e do parênquima esponjoso; número de camadas e origem das células buliformes; presença de células epidérmicas papilosas e ocorrência de parênquima radiado nos feixes de menor calibre. Para espécies de *Cyperus* L. segundo Araujo & Longhi-Wagner (1997), destacaram-se e a presença de estrias epicuticulares e de células papilosas, a estrutura do mesofilo, a presença e posição de cordões esclerenquimáticos e de extensão de bainha parenquimática.

O estudo da anatomia foliar de *Trilepis lhotzkiana* Nees e *T. ciliatifolia* T. Koyama realizado por Arruda & Neves (2005), demonstrou ser a organização e características das células epidérmicas, a presença de hipoderme lignificada contínua e a de fibras dispersas no mesofilo, os caracteres úteis na separação das espécies estudadas. Hefler & Wagner (2010) analisaram a anatomia foliar de 15 espécies de *Cyperus* subg. *Cyperus* ocorrentes na região Sul do Brasil. Os caracteres que permitiram separar algumas espécies com morfologia externa semelhante foram a forma da lâmina foliar em secção transversal, a distribuição e estratificação da hipoderme e das células buliformes, o grau de desenvolvimento das cavidades aeríferas e a distribuição dos feixes vasculares.

De acordo com o estudo realizado por Alves *et al.* (2009) *Scleria* é o terceiro gênero com maior riqueza de espécies no país (82 espécies), sendo que das 203 espécies endêmicas de Cyperaceae no Brasil, 25 pertencem a este gênero. Metcalfe (1971) descreve que as espécies pertencentes ao gênero *Scleria* geralmente apresentam espinhos nas margens das folhas e parênquima clorofiliano composto por células paliçádicas. As papilas, restritas a algumas espécies, são representadas por células ligeiramente levantadas, solitárias ou aos pares, em forma de

cúpula. Os estômatos são geralmente mais numerosos ou restritos na superfície inferior da folha, as células subsidiárias podem ser triangulares, em forma de cúpula ou de lados paralelos, podendo ocorrer em conjunto em uma única folha (Metcalf 1971).

Poucos trabalhos anatômicos foram realizados com o gênero *Scleria* citam-se Holm (1898), Chermeson (1926), Koyama (1967) e Metcalfe (1969,1971), sendo que nenhum deles faz referência às espécies analisadas no presente estudo, com exceção de *S. secans*, mencionada por Metcalfe (1971).

Uma das características mais marcantes que serve para distinguir *Scleria* da maioria dos outros gêneros de Cyperaceae, segundo Metcalfe (1971) é a diversidade de formas pelas quais a sílica é depositada: em forma cônica, grosseiras ou finas partículas. Entre outras características, está a ocorrência de tricomas nas folhas, apesar de estarem restritos a uma parte relativamente pequena de espécies, observa-se ainda, o formato da lâmina foliar que geralmente é em forma de V ou W (Metcalf 1971).

Alves *et al.* (2009) atentam para o fato de não haverem registros de coleta de algumas espécies de Cyperaceae, o que pode estar relacionado à incerteza taxonômica durante a identificação. Dessa forma, os autores demonstram ser necessária a investigação científica em diferentes áreas da botânica a fim de esclarecer problemas taxonômicos. Além disso, ainda segundo Alves *et al.* (2009), a alta diversidade de Cyperaceae no Brasil, com muitas espécies ocorrendo em ambientes impactados, demonstra um grave problema, considerando o número de espécies úteis como potencial bioindicadores de ecossistemas saudáveis, como material de artesanato e com potencial atividade farmacológica.

Levando em consideração a semelhança na morfologia externa de Cyperaceae, o presente estudo tem como propósito, analisar a anatomia foliar de espécies do gênero *Scleria*, ocorrentes no estado de Santa Catarina, na busca de caracteres taxonômicos que auxiliem na separação das mesmas. Estudos de anatomia com enfoque taxonômico são comuns em Cyperaceae e em geral revelam bons resultados para a separação das espécies. A grande semelhança entre algumas espécies do gênero *Scleria* (Affonso 2012) e a falta de características de fácil visualização na sua morfologia externa tornam a anatomia foliar uma possível ferramenta para separação dessas espécies.

Um caractere anatômico incomum citado para espécies do gênero *Scleria* e que pode auxiliar na separação das mesmas é a orientação incomum dos feixes vasculares localizados no bordo foliar. Essa

peculiaridade foi descrita por Chermezon (1926) baseado em *S. abortiva* Nees, *S. microcarpa* Nees e *S. verrucosa* Willd. e por Koyama (1967) nas espécies *S. bracteata* Cav. e *S. acanthocarpa* Boeckeler, porém sem mostrar sua origem. Dessa forma, o presente estudo buscou também realizar a análise do desenvolvimento do ápice caulinar na tentativa de elucidar como se dá a formação desses feixes vasculares invertidos na folha.

REFERÊNCIAS

- Alves, M.; Araújo, A.C.; Helfer, S.M.; Trevisan, R.; Silveira, G.H.; & Luz, C.L. 2012. Cyperaceae. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB000100>. (Acesso em 06/04/2012).
- Alves, M.; Araújo, A.C.; Prata, A.P.; Vitta, F.; Helfer, S.; Trevisan, R.; Gil, A.S.B.; Martins S. & Thomas W. 2009. Diversity of Cyperaceae in Brazil. **Rodriguésia** **60**: 771-782.
- Alves, M.V.; Estelita, M.E.M.; Wanderley, M.G.L. & Thomas, W.W. 2002. Aplicações Taxonômicas da anatomia foliar das espécies brasileiras de *Hypolytrum* Rich. (Cyperaceae). **Revista Brasileira de Botânica** **25**: 1-9.
- Alves-Araújo, A.; Araújo, D.; Marques, J.; Melo, A.; Maciel, J.; Irapuã, J.; Pontes, T.; Lucena, M.F.; Bocage, A. L. & Alves, M. 2008. Diversity of Angiosperms in fragments of Atlantic Forest in the state of Pernambuco, Northeastern Brazil. **Bioremediation, Biodiversity and Bioavailability** **2**: 14-26.
- Araújo, A.C. & Longhi-Wagner, H.M. 1997. **Anatomia foliar e micromorfologia da superfície do fruto na taxonomia de *Cyperus* L. (Cyperaceae)**. Iheringia, Série Botânica 48: 103-120.
- Arruda, R.C.O. & Neves, L.J. 2005. Anatomia foliar de *Trilepis hotzkiana* Nees e *Trilepis ciliatifolia* T. Koyama (Cyperaceae) Juss. **Acta botânica brasileira** **19**: 889-897.
- Bruhl, J.J. 1995. Sedge genera of the World: relationships as a new classification of the Cyperaceae. **Australian Systematic Botany** **8**: 125-305.

- Bryson, C.T. & Carter, R. 2008. The significance of Cyperaceae as Weeds. Pp. 1-298. In: Naczi, R.F. & Ford, B.A. (Eds). **Sedges: uses, diversity and Systematics of the cyperaceae**. Saint Louis, Missouri Botanical Gardens Press.
- Chermezon, H. 1926. Sur la feuille de certaines espèces de *Scleria*. **Rev. Gén. Bot.** 38: 337-353.
- Cordeiro, S.Z. 2005. Composição e distribuição da vegetação herbácea em três áreas com fisionomias distintas na Praia do Peró, Cabo Frio, RJ, Brasil. **Acta Botânica Brasileira** 19: 679-693.
- Estelita, M.E.M. & Rodrigues, A.C. 2007. Subsídios á caracterização do sistema caulinar em Cyperaceae. **Revista Brasileira de Botânica** 30: 401-409.
- Goetghebeur, P. 1998. Cyperaceae. Pp. 141-190. In: Kubitzki, K.; (eds.). **The families and genera of vascular plants: IV. Flowering plants – monocotyledons**. Berlin, Springer.
- Govaerts, R.; Simpson, D.; Bruhl, J.; Egorova, T.; Goetghebeur, P. & Wilson, K. 2007. **World Checklist of Cyperaceae – Sedges**. Kew, Richmond Surrey, Royal Botanic Gardens.
- Govindarajalu, E. 1978. The systematic anatomy of South Indian Cyperaceae: *Cyperus* subg. *Pycneus* (P. Beauv.) Clarke. **C.B. Adansonia** 18: 95-128.
- Helfer, S.M. & Wagner H.M.L. 2010. A contribuição da anatomia foliar para a taxonomia das espécies de *Cyperus* L. *Cyperus* (Cyperaceae) ocorrentes do sul do Brasil. **Acta botânica brasileira** 24: 708-717.
- Heywood, V. H. 1993. **Flowering Plants of the World: monocotyledons**. Oxford University Press. 269-325.
- Heywood, V.H.; Brummitt, R.K; Culham, A. & Seberg, O. 2007. **Flowering Plant Families of the World**. Kew, Richmond Surrey, Royal Botanic Gardens.
- Holm, T. 1898. Studies in the Cyperaceae. VIII. On the anatomy of some North American species of *Scleria*. **American Journal of Science** 7: 5-12.
- Koyama, T. 1967. The systematic significance the leaf structure in the Tribe *Scleriae* (Cyperaceae). **Memoirs of the New York Botanical Garden** 16: 46-70.

- Kukkonen I. (1967). Vegetative Anatomy of *Uncinia* (Cyperaceae). **Annals of Botany** 31: 523-544.
- Luceño, M.; Alves, M.V. & Mendes, A.P.N. 1997. Catálogo florístico y claves de identificación de las ciperáceas de los Estados de Paraíba y Pernambuco (nordeste de Brasil). **Anales del Jardín Botánico de Madrid**, 55: 67-100.
- Matias, L.Q. & Nunes, E.P. 2001. Levantamento florístico da área de proteção ambiental de Jericoacara, Ceará. **Acta Botânica Brasileira** 15: 33-43.
- Metcalf C.R. 1969. Anatomy is an aid to classifying the Cyperaceae. **American Journal of Botany** 56: 782-790.
- Metcalf, C.R. 1971. **Anatomy of the monocotyledons: Cyperaceae**. V.5. Oxford, Clarendon Press.
- Muniz, C. & Shepherd, G.J. 1987. O gênero *Scleria* Berg. (Cyperaceae) no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica** 10: 63-94.
- Plowman, A.B. 1906. The comparative an Phylogeny of the Cyperaceae. **Annals of Botany, Oxford** 20: 1-33.
- Sharma & Mehra. 1972. Systematic anatomy of *Fimbristylis* vahl (Cyperaceae). **Botanical Gazzete** 133: 87 – 95.
- Simpson, D. 1995. Relationships within Cyperales. In: P.J. Rudall. P.J. Cribb, D.F. Cutler & C.J. Humphries (Editors). **Monocotyledons: Systematics and evolution**, pp. 497 – 509. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Simpson, D. A. & Inglis, C.A. 2001. Cyperaceae of Economic, Ethnobotanical and Horticultural Importance: A checklist. **Kew Bulletins** 56: 257-360
- Simpson, D.A.; Muasya, A.M.; Alves, M.V.; Bruhl, J.J.; Dhooge, S.; Chase, M.W.; Furness, C.A.; Ghamkhar, K.; Goetghebeur, P.; Hodkinson, T.R.; Marchant, A.D.; Reznicek, A.A.; Nieuwborg, R.; Roalson, E. H.; Smets, E.; Starr, J.R.; Thomas, W.W.; Wilson, K.L & Zhang, X. 2007. Phylogeny of Cyperaceae based on DNA Sequence Data - A New *rbcL* analysis. **Rancho Santa Ana Botanic Garden** 23: 72-83.
- Standley, L.A. 1990. Anatomical aspects of the taxonomy of sedjes (*Carex*, Cyperaceae). **Canadian Journal of Botany** 79: 362-379.



Capítulo 1

**Origem de feixes vasculares invertidos em folhas
de *Scleria plusiophylla* Steud. (Cyperaceae)**

CAPÍTULO 1:

Origem de feixes vasculares invertidos em folhas de *Scleria plusiophylla* Steud. (Cyperaceae)

RESUMO: *Scleria plusiophylla* é planta perene, rizomatosa, com folhas lanceoladas e bainha alada. Observações anatômicas da lâmina foliar de *S. plusiophylla* revelaram a presença de feixes vasculares invertidos. Para entender como originam-se tais feixes vasculares, foi analisado o desenvolvimento anatômico das folhas a partir do meristema apical caulinar. O estudo revelou que a ala da bainha origina-se por expansão dos tecidos abaxiais incluindo a epiderme, e posteriormente, com o desenvolvimento da lâmina foliar e o término do desenvolvimento da bainha, observa-se que a ala da bainha permanece ligada na lâmina foliar. Quando a lâmina foliar está totalmente expandida observam-se células buliformes abaxiais, na região que marca o início da ala, e alguns feixes vasculares que são contínuos com a bainha, e ficam invertidos em relação à lâmina foliar, conclui-se também que ambas as faces da ala na lâmina são abaxiais por apresentarem estômatos.

Palavras-Chave: Epiderme Abaxial. Ontogênese. Células Buliformes.

1 INTRODUÇÃO

O gênero *Scleria* Bergius é único gênero da tribo Sclerieae (Simpson *et al.* 2007; Muasya *et al.* 2009) com aproximadamente 220 a 250 espécies (Goetghebeur 1998, Camelbecke *et al.* 2003), das quais 71 ocorrem no Brasil, sendo 31% delas endêmicas (Alves *et al.* 2012). As espécies de *Scleria* são pantropicais, ocorrendo em ampla variedade de ambientes como matas, campos e áreas úmidas, desenvolvendo grande variação morfológica (Muniz & Shepherd 1987, Affonso 2012).

Algumas espécies de *Scleria* apresentam bainha alada (Affonso 2012), fazendo com que a lâmina foliar tenha cinco nervuras ao invés de três (Koyama 1967). Segundo Chermeson (1926), a porção marginal dos bordos da lâmina, após a quinta costela, são continuidade das alas da

bainha as quais permanecem ligadas à lâmina foliar. Uma característica anatômica interessante, na região das alas, é a ocorrência de feixes vasculares invertidos, como observado em *S. abortiva* Nees, *S. microcarpa* Nees, *S. verrucosa* (Chermezon 1926) e em *S. bracteata* Cav. e *S. acanthocarpa* Boeckeler (Koyama 1967) e em *S. plysiophylla* Steud., *S. panicoides* Kunth, *S. latifolia* Sw. e *S. ulena* Boeckeler (Hoss 2013). A ocorrência de feixes vasculares invertidos em folhas tem sido citada em outras famílias de monocotiledôneas como Liliaceae Juss. (Arber 1925), Thurniaceae Engl. (Cutler 1963), Xyridaceae C.A. Agardh (Tomlinson 1969), e também em espécies do gênero *Cladium* L. (Fisher 1971) da família Cyperaceae. Diante disso, o presente estudo tem por objetivo mostrar o desenvolvimento das folhas de *S. plusiophylla* caracterizando a adnação da ala da bainha na lâmina foliar e assim entender a origem dos feixes invertidos.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para o referido estudo foram utilizados ápices do rizoma em diferentes estágios do desenvolvimento e folhas adultas de *S. plusiophylla* cultivada na casa de vegetação do Departamento de Botânica da UFSC. Exsiccatas foram depositadas no Herbário FLOR, sob o número 38576. Amostras de folhas adultas foram fixadas em FAA 70° GL, por 48 horas e estocadas em álcool 70° GL, os ápices dos rizomas foram fixados em Gluteraldeído 2,5 % em tampão fosfato pH 7 por 8 horas, logo após lavados no mesmo tampão e estocados em etanol 70° GL. Para o estudo do desenvolvimento, os ápices caulinares foram desidratados em série etanólica crescente (Johansen 1940), pré-infiltrado em óleo de parafina, seguido de infiltração e emblocamento em parafina. Posteriormente os blocos foram seccionados em micrótomo rotativo Leica, modelo RM 2125 RT com espessura de 15 a 20 µm, as lâminas foram desparafinadas, coradas com Azul de Astra 1% e safranina 1% (Kraus & Arduin 1997) e montadas em bálsamo-do-canadá sintético. As folhas adultas foram submetidas à desidratação em série etílica, colocadas em solução de pré-infiltração e infiltração e posteriormente emblocadas em resina hidroxietilmetacrilato (Jungs-Leica) de acordo com as orientações do fabricante. Os blocos foram seccionados, no micrótomo citado acima, com espessura de 5 µm, coradas com azul de Toluidina (O'Brien *et al.* 1965). As imagens foram obtidas em microscópio óptico Leica, modelo DM2500 com câmera acoplada Leica DFC295 do Departamento de Botânica da UFSC.

3 RESULTADOS

Scleria plusiopylla é uma planta perene, rizomatosa, com bainha alada e folhas lanceoladas com bordo distinto (Fig. 1 A-C). Acompanhando-se o desenvolvimento das folhas, através de secções transversais seriadas do ápice caulinar, conforme figuras 2A-F, observa-se, inicialmente, a formação dos primórdios de bainhas, a partir do meristema apical, nota-se o formato triangular das mesmas (Fig. 2A). Nas bainhas mais internas e mais jovens observa-se o início da formação das alas nos vértices opostos à nervura central (Fig. 2A setas). Em detalhe (Fig. 2B), percebe-se que a ala se forma por crescimento de tecidos da face abaxial da bainha, inicialmente na forma de gancho. A ala expande-se e observa-se que a epiderme abaxial ocorre em ambas às faces da ala (Fig. 2C-D) e que os feixes vasculares, nesse momento, se desenvolvem orientados em relação à face abaxial da bainha, com floema voltado para face abaxial. Posteriormente, cessa o crescimento da bainha e se inicia então o desenvolvimento da lâmina foliar, entretanto, observa-se que a ala da bainha permanece adnada à lâmina foliar (Fig. 2E-F). Observa-se ainda o desenvolvimento de células buliformes na epiderme da face abaxial da lâmina foliar, na região de ligação da ala com a lâmina (Fig. 2E-F).

Em secção transversal da lâmina foliar desenvolvida, observa-se a forma de W invertido, com 5 costelas, sendo 3 bem evidentes e as duas costelas laterais menos proeminentes (Fig. 3A). Na epiderme da face adaxial da nervura central e costelas laterais proeminentes ocorrem células buliformes (Fig. 3B-D), o mesofilo é homogêneo (Fig 3D-G) com células parenquimáticas com amplos espaços intercelulares. O sistema vascular é composto por feixes vasculares colaterais que apresentam dois calibres, aqueles localizados na nervura central (Fig. 3B) e costelas mais proeminentes (Fig. 3C-D) apresentam tamanho maior em relação aos demais. Em direção ao bordo foliar, na última costela, observam-se dois feixes vasculares ligados e inclinados, sendo um deles com floema voltado para face adaxial da lâmina e o outro inverso (Fig. 3E-F), em seguida observam-se as células buliformes na face abaxial (Fig. 3E), e a partir deste ponto observam-se feixes vasculares invertidos (Fig. 3E,G), com floema voltado para face adaxial da lâmina foliar.

A folha é hipostomática, com estômatos do tipo paracítico. Alguns estômatos podem ser observados em ambas as faces na região da lâmina foliar correspondente à ala da bainha, pois ambas as faces são abaxiais.

4 DISCUSSÃO

O presente estudo corrobora com os trabalhos de Chermezon (1926) *apud* Koyama (1967) e Koyama 1967, onde os autores descrevem que a porção marginal das lâminas foliares de espécies de *Scleria* com cinco costelas são extensões das alas da bainha e que estão completamente adnadas na lâmina foliar.

Em *S. plusiophylla* ficou constatado que o par externo das costelas laterais se localiza na área de união entre a lâmina foliar e a ala, e apresentam um feixe vascular grande acompanhado de um feixe vascular invertido e inclinado de menor calibre, ambos suportado por esclerênquima bem desenvolvido, característica esta também observadas por Chermezon (1926), em *S. abortiva* Nees e *S. microcarpa* Nees e por Koyama (1967), em *S. bracteata* Cav. e *S. acanthocarpa* Boeckeler. No entanto, outro caractere importante, não destacado pelos autores, mas mostrado em desenhos por Koyama (1967) é a ocorrência de células buliformes abaxiais, as quais indicam o ponto de adnação da ala com a lâmina foliar, conforme observado em *S. plusiophylla* Steud., a partir desse ponto observam-se a ocorrência dos feixes vasculares invertidos.

A origem dos feixes vasculares invertidos nas folhas de diversas espécies de monocotiledôneas é variada. Em espécies de *Iris* L. e em *Cladium* P.B. (Fisher (1971), a origem destes está num complexo procambial, pois o feixe menor e invertido não está separado do maior e normal, ou seja, ambos têm em comum o polo de protoxilema, diferentemente do que ocorrem em folhas de *Thurnia* Engl. (Cutler 1963), já que nessas espécies os dois feixes, o normal e o invertido tem o floema, um de frente para o outro. Já os feixes invertidos em muitas folhas ensiformes, como em *Acorus* L. (Kaplan 1970) surgem em cordões procambiais distintos e se tornam normalmente orientados pelas bainhas das folhas. Em *S. plusiophylla*, os feixes vasculares das extensões das alas que permanecem na lâmina foliar surgem por cordões procambiais independentes e aparecem invertidos em relação à lâmina foliar, pois seguem a orientação da bainha foliar que dobrou e na lâmina reverteu. Conclui-se também que ambas as superfícies na ala da folha é revestida por células da superfície abaxial, prova disso à ocorrência de e stômatos em ambas as superfícies apenas na ala, já que a folha é hipoestomática.

5 REFERÊNCIAS

- Affonso, R. 2012. **Diversidade e aspectos nomenclaturais em *Scleria P.J. Bergius* (Cyperaceae) de Santa Catarina, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina.
- Alves, M.; Araujo, A.C.; Helfer, S.M.; Trevisan, R.; Silveira, G.H. and Luz, C.L. 2012. Cyperaceae. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB000100>. (Acesso em 06/04/2012).
- Arber, A. 1925. **Monocotyledons: a morphological study**. Cambridge Botanical Handbooks Series. University Press, Cambridge.
- Camelbecke, K.; Spruyt, K. and Goetghebeur, P. 2003. The genus *Scleria* (Cyperaceae) in Bolivia. **Revista de la Sociedad Boliviana de Botânica** 4:139-170.
- Chermezon, H. 1926. Surlafeuille de certaines espèces de *Scleria*. **Rev. Gén. Bot.** 38: 337-353.
- Cutler, D.F. 1963. Inverted Vascular Bundles in the Leaf of the Thurniaceae. **Kew Bulletins** 198: 1111-1112.
- Fisher, J.B. 1971. Inverted vascular bundle in the leaf of *Cladium* (Cyperaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society** 64: 277 – 293.
- Goetghebeur, P. 1998. Cyperaceae. Pp. 141-190. In: Kubitzki, K.; (eds.). **The families and genera of vascular plants: IV. Flowering plants – monocotyledons**. Vol 4. Berlin, Springer – Verlag.
- Hoss, K.A. 2013. **Anatomia foliar de espécies de *Scleria* (Cyperaceae)**. Dissertação de Mestrado. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina.
- Johansen, D.A. 1940. **Plant microtechnique**. New York: McGraw-Will.
- Koyama, T. 1967. The systematic significance of leaf structure in the tribe Sclerieae (Cyperaceae). **Memoirs of the New York Botanical Garden** 16: 46 – 70.
- Kraus, J.E. and Arduim, M. 1997. **Manual básico de métodos em**

morfologia vegetal. Seropédica: Ed. Universidade Rural. Rio de Janeiro.

Metcalf, C.R. 1971. **Anatomy of the monocotyledons:** Cyperaceae. Keeper of the Jodrell Laboratory Royal Botanic Gardens, Kew. Oxford University Press. Vol V.

Muasya A.M; Simpson D.A and Verboom G.A. 2009. Phylogeny of Cyperaceae based on DNA sequence data: current progress and future prospects. **Botanical Review** 75: 2-21.

Muniz, C. & Shepherd, G.J. 1987. O gênero *Scleria* Berg. (Cyperaceae) no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica** 10: 63-94.

O'Brien, T.P., Fedder And N. McCully, M. 1965. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue. **O Protoplasma** 59: 368-373.

Simpson, D. A.; Muasya, A.; Alves, M.; Bruhl, J.; Dhooge, S.; Chase, M.; Furness, C.; Gramkhar, K.; Goetghebeur, P.; Hodkinson, T.; Marchant, A.; Reznicek, A.; Niewborg, R.; Roalson, E.; Mets, E.; Starr, J.; Thomas, W.W.; Wilson, K & Zhang, X. 2007. Phylogeny of Cyperaceae based on DNA sequence data – a new *rbcl* analysis. **Aliso** 23: 72-83.

Tomlinson, P.B. 1969. **Anatomy of the monocotyledons III:** *Commelinales- Zingiberales*. Oxford: Oxford University Press.

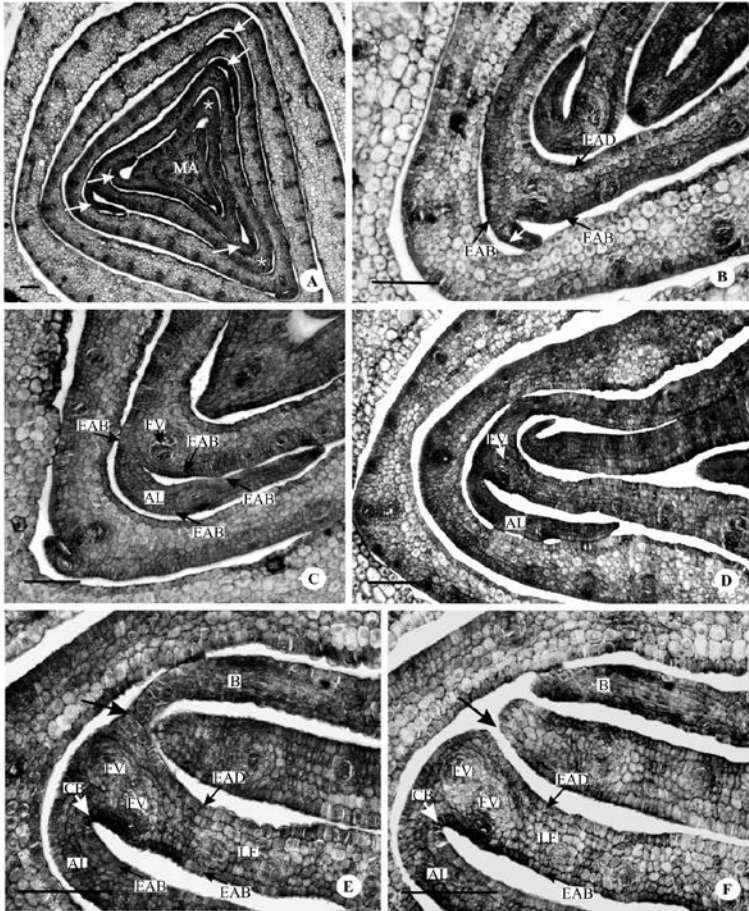
6 FIGURAS

Figura 1. *Scleria plusiplhylla* Steud.



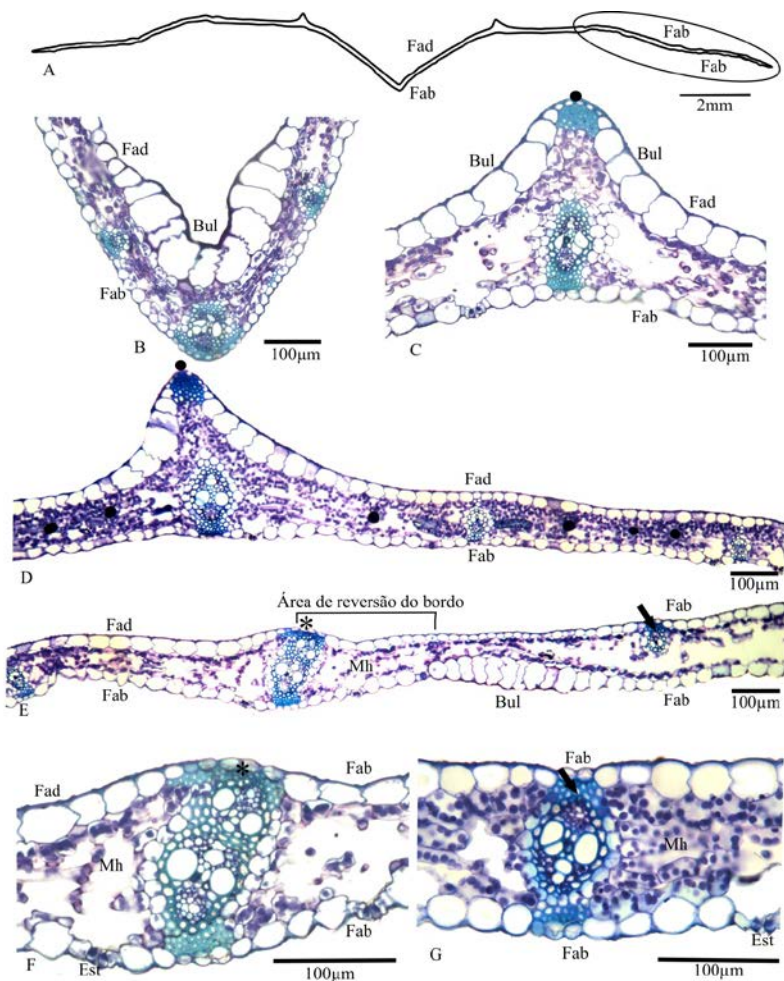
Nota: A. Hábito geral. B-C. Detalhe da folha mostrando bainha alada e lâmina foliar. Alas da bainha (setas brancas); extensão das alas da bainha na lâmina foliar (setas pretas). Escala = 0,5 cm.

Figura 2. Secções transversais do ápice caulinar, mostrando o desenvolvimento das bainhas e lâminas das folhas de *Scleria plusiphylla* Steud.



Nota: A. Observa-se o meristema apical e os primórdios das bainhas e início de formação das alas (setas) nos vértices opostos à nervura central (*). B. Detalhe do início da formação da ala (seta branca) na bainha, a partir de tecidos da face abaxial. C-D. Ala em diferenciação, nota-se as células epidérmicas abaxiais em ambas as faces da ala e feixe vascular em diferenciação. E. Observa-se início da ruptura dos tecidos da bainha (seta) e início da expansão da lâmina foliar. F. Separação completa da bainha (seta) com a lâmina foliar e ala integralmente adnada à lâmina foliar. Na face abaxial da lâmina foliar, na região de adnação da ala, se inicia a formação de células buliformes. (MA) meristema apical; (EAB) epiderme da face abaxial; (EAD) epiderme da face adaxial; (FV) feixe vascular; (AL) ala; (LF) lâmina foliar; (CB) células buliformes; (B) bainha. Escala = 100 µm

Figura 3. Forma da lâmina foliar em “W invertido” em secção transversal (A-G).



Nota: (B) Nervura central. (C-D) Costela lateral. (E) Extensão da bainha com células buliformes abaxiais. (Bul) Células buliformes. (Est) Estômatos. (Setas) Feixes vasculares invertidos. * = Feixe vascular inclinado presente na costela lateral menos proeminente. ● = Costela lateral proeminente. (Mh) Mesofilo homogêneo. (Fab) Face abaxial. (Fad) Face adaxial.



Capítulo 2

**Anatomia foliar de espécies do gênero *Scleria*
(Cyperaceae), subsídios para estudos taxonômicos**

CAPÍTULO 2:

Anatomia foliar de espécies do gênero *Scleria* (Cyperaceae), subsídios para estudos taxonômicos

RESUMO: Foi analisada a anatomia foliar de dez espécies do gênero *Scleria Bergius* (Cyperaceae) ocorrentes na região Sul do Brasil, com o objetivo de verificar variações anatômicas que possam ser utilizadas na distinção das espécies. As espécies analisadas apresentaram em comum: formato da lâmina foliar de W invertido em secção transversal; epiderme unisseriada, com células geralmente de tamanho maior na face adaxial; corpos de sílica em ambas as faces epidérmicas, células buliformes localizadas na região da nervura central e costelas laterais proeminentes; esclerênquima normalmente associado ao feixe em ambas as faces da epiderme; feixes vasculares do tipo colateral envolvidos por duas bainhas. Os caracteres que mostraram maior valor diagnóstico foram: a distribuição das células buliformes ao longo da lâmina foliar; estrutura do mesofilo; ocorrência de células secretoras de mucilagem; feixe vascular da nervura central deslocado; disposição do esclerênquima e presença de feixes vasculares invertidos. Os resultados permitiram separar espécies com morfologia externa semelhante.

Palavras-Chave: Feixe Invertido. Anatomia Foliar. Taxonomia.

1 INTRODUÇÃO

Cyperaceae é a terceira maior família entre as monocotiledôneas, com cerca de 100 a 109 gêneros e 4500 a 5500 espécies (Govaertz *et al.* 2007, Heywood *et al.* 2007) que apresentam distribuição cosmopolita, com concentração de gêneros nos trópicos (Simpson & Inglis 2001), ocupando preferencialmente ambientes abertos e úmidos, sazonal ou permanentemente, bem como ambientes florestais ou de transição campo-mata (Goetghebeur 1998; Affonso 2012). No Brasil ocorrem cerca 594 espécies distribuídas em 40 gêneros (Alves *et al.* 2012).

A morfologia externa das espécies de Cyperaceae, em geral, é muito similar. Existe uma carência de caracteres diagnósticos de fácil visualização uma vez que as inflorescências são pequenas e difíceis de interpretar e nem sempre se fazem presentes, o que dificulta a sua classificação (Metcalf 1971). Estudos de anatomia com enfoque taxonômico, em Cyperaceae, são comuns e diferentes autores (Holm 1898; Koyama 1967; Kukkonen 1967; Metcalf 1969; 1971; Sharma & Mera 1972; Govindarajalu 1978; Muniz & Shepherd 1987; Standley 1990; Alves *et al.* 2002; Arruda & Neves 2005; Hefler & Wagner 2010) vêm demonstrando a importância desses resultados como um recurso importante na identificação e separação de gêneros ou espécies.

Segundo Alves *et al.* (2009) o gênero *Scleria* aqui estudado é o terceiro gênero com maior riqueza no país, totalizando 82 espécies. Camelbecke (2002), refere quão controverso tem sido a delimitação deste gênero. Entre os estudos anatômicos realizados, para *Scleria*, citam-se apenas os autores Holm (1898), Chermeson (1926) apud Koyama (1967), Koyama (1967) e Metcalf (1971), que apesar de descreverem várias espécies de *Scleria*, não citam nenhum dos táxons referidos no presente estudo, com exceção de *S. secans* descrita por Metcalf (1971).

Entre os estudos realizados, os caracteres anatômicos encontradas na folha provaram ter maior valor diagnóstico. Segundo Holm (1898), entre eles estão a presença e distribuição das células buliformes ao longo da lâmina foliar. Koyama (1967) também obteve bons resultados na separação de suas espécies, utilizando os diferentes padrões de distribuição das células buliformes ao longo da epiderme, bem como a forma da lâmina foliar em secção transversal, e a organização do mesofilo. Para Metcalf (1969) os caracteres mais importantes a serem observados são o formato da lâmina foliar em secção transversal, os estômatos e suas células subsidiárias, corpos de sílica, células buliformes, apêndices epidérmicos, a estrutura do mesofilo, a distribuição do esclerênquima e sua associação com os feixes vasculares e o número de bainhas envolvendo tais unidades vasculares.

A escassez de registros de coleta de algumas espécies de Cyperaceae, citada por Alves *et al.* (2009) pode estar associada a incertezas taxonômicas durante a identificação. Considerando a importância de espécies de Cyperaceae como bioindicadores de ecossistemas saudáveis e sua utilização como material de artesanato e com potencial atividade farmacológica (Heywood 1993; Alves *et al.* 2009), demonstra-se a necessidade de investigações científicas em diferentes áreas da botânica, a fim de esclarecer problemas taxonômicos.

Dessa maneira, o presente estudo, levando em consideração a semelhança na morfologia externa de Cyperaceae, teve como propósito, analisar a anatomia foliar de espécies do gênero *Scleria*, ocorrentes no estado de Santa Catarina, na busca de caracteres taxonômicos que auxiliem na separação das mesmas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 MATERIAL E ÁREA DE ESTUDO

Foram analisadas 10 espécies do gênero *Scleria* coletadas no estado de Santa Catarina, Brasil. O material testemunho está depositado no Herbário FLOR do Departamento de Botânica do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). As coletas das espécies foram realizadas em parceria com outro projeto de mestrado, desenvolvido no PGBVE na área da sistemática e taxonomia.

Tabela 1. Relação das espécies analisadas, locais de coleta, ambiente e nº de exsiccatas.

Espécies	Locais de coleta	Ambiente	Herbário FLOR
<i>Scleria distans</i> Poir	Serra do Tabuleiro / Palhoça	Restinga	38545
	Maciambu/Palhoça	Mata Secundária	38553
	Cajuru /Lages	Campo	38596
	Serra Dona Francisca /Joinville	Terreno Alagadiço	39508
<i>Scleria gaertneri</i> Raddi	Costa da Lagoa/Florianópolis	Mata Secundária	38540
	Paciência /Itajaí	Borda de Mata	39497
	Cunhas/Itajaí	Campo banhado	39489
<i>Scleria latifolia</i> Sw	Tubarão	Beira de trilha	38564
	Lagoa da Conceição/Florianópolis	Restinga arbustiva e alagada	37851
	Jurerê/Florianópolis	Mangue	38607
	Fortaleza da Barra da lagoa/ Florianópolis	Beira de trilha	38525
<i>Scleria leptostachya</i> Kunth	Curitibaños	Banhado	38605
			Continua...
Continuação			
<i>Scleria panicoides</i> Kunth	Serra Dona Francisca/Joinville	Borda de Mata	39505
	Jardim União/Cricúma	Mata Úmida	38568
	Jardim União/Cricúma	Mata Secundária	38567

Espécies	Locais de coleta	Ambiente	Herbário FLOR
<i>Scleria plusiophyla</i> Steud	Soldadinho/Alfredo Wagner	Mata Secundária	38576
<i>Scleria secans</i> (L.)	Costa da Lagoa/Florianópolis	Beira de Cachoeira	38538
	Maciambu/Palhoça	Borda de Mata	38553
	Santo Antônio de Lisboa/Florianópolis	Beira de trilha	38530
	São Francisco do Sul	Borda de Mata	39502
<i>Scleria sellowiana</i> Kunth	Lages	Campo pastejado	38604
	São Joaquim	Campo	38606
<i>Scleria uleana</i> Boeck	Serra do Tabuleiro/Palhoça	Campo pastejado	38592
	Lagoa de Ibiraquera/Ibiraquera	Restinga	38547
	Serra do Tabuleiro/Palhoça	Restinga	38560
<i>Scleria variegata</i>	Lagoinha do Leste/Florianópolis	Restinga	38548
	Lagoinha do Leste/Florianópolis	Mata Secundária	38534
		Mata Secundária	38533

2.2 MÉTODO

2.2.1 Coleta e fixação dos espécimes

No campo foram selecionados três indivíduos de cada espécie, localizados preferencialmente a certa distância evitando-se assim a coleta de clones. O material coletado foi trazido ao Laboratório de Anatomia Vegetal da UFSC, onde foram selecionadas a região mediana de três folhas adultas de cada indivíduo. As folhas foram fragmentadas em pedaços menores, com auxílio de lâmina de barbear, e fixadas utilizando-se FAA em etanol 70% (Johansen 1940), por 48 horas e posteriormente conservadas em etanol 70%.

2.2.2 Microscopia óptica: Anatomia geral e testes histoquímicos

Para a confecção de lâminas semipermanentes foram realizadas secções à mão livre das amostras, previamente fixadas, com auxílio de lâmina de barbear e isopor. Em seguida os cortes foram lavados com ácido acético 1%; corados com azul de astra e montados entre lâmina e lamínula com gelatina glicerizada (Kaiser 1880 citado por Kraus & Arduim 1997). Para preparação de lâminas permanentes, o material fixado foi desidratado em série etanólica e infiltrado em hidroxietilmetacrilato (Jung's Historesin – marca Leica), seguindo as instruções recomendadas pelo fabricante. As secções foram realizadas

em micrótomo rotativo Leica –RM 2125 RT com espessura de 5 μm . As secções foram distendidas sobre lâminas contendo água, em chapa aquecedora (40°C). Após a secagem das lâminas o material foi corado com azul de toluidina 0,5% (Feder & O'Brien 1968).

Testes histoquímicos foram realizados em material fixado para o reconhecimento das seguintes substâncias: Mucilagem – vermelho de rutênio (Johansen 1940); Substâncias fenólicas – cloreto férrico (Johansen 1940); Cutina – Sudan IV (Jensen 1962); Lignina – Floroglucinol acidificado (Johansen 1940); Amido - Lugol (Johansen 1940) e Sílica - cristais de fenol (Johansen 1940).

2.2.3 Microscopia Eletrônica de Varredura

Amostras fixadas das folhas foram desidratadas em série etanólica gradual. Após a desidratação, o material passou pelo ponto crítico de CO₂ (Horridge & Tamm 1969), para completa secagem. As amostras secas foram aderidas sobre suportes de alumínio, com auxílio de fita de carbono dupla face, e cobertas com 20 nm de ouro em metalizador marca Leica, modelo EM SCD 500. Foram analisadas no microscópio de varredura, modelo JEOL JSM-6390 LV, do Laboratório central de microscopia Eletrônica (LCME) da UFSC.

2.2.4 Observação e análise dos dados

As lâminas semipermanentes e permanentes foram analisadas em microscópio óptico, marca Zeiss-Jena, modelo Loboal 4 e a documentação dos resultados foi realizada com auxílio de desenhos (quando necessário), e fotos digitais em microscópio óptico Leica, modelo DM2500 com câmera integrada Leica DFC295 do Laboratório do Departamento de Botânica da UFSC. Foi organizada uma matriz binária de presença e ausência (0-1) levando-se em consideração 46 caracteres anatômicos da folha, dispostos na Tabela 2.

3 RESULTADOS

Todas as espécies de *Scleria* estudadas tem a forma de “W” invertido do limbo em secção transversal, como pode ser visualizado na figura 1A-J, entretanto, em *S. latifolia*, *S. panicoides*, *S. uleana* e *S. plusiophylla* (Fig. 1A-D), observa-se a presença de alas. Todas as

espécies apresentam três costelas bem definidas, uma mediana côncava na face adaxial, e um par de costelas laterais, próximas à costela mediana, as quais são convexas na face adaxial. As espécies com alas apresentam ainda outro par de costelas marginal às costelas laterais, as quais são côncavas na face adaxial, porém menos proeminente que na nervura central.

A superfície epidérmica pode ser retilínea em ambas as faces como nas espécies *S. latifolia* (Fig. 2A), *S. panicoides* (Fig. 2B) e *S. plusiophylla*; ondulada em ambas as faces como nas espécies *S. distans* (Fig. 2C), *S. uleana* (Fig. 2D) e *S. leptostachia* (Fig. 2E); ou ondulada apenas na face abaxial, como em *S. sellowiana* (Fig. 2F), *S. secans* (Fig. 2G), *S. variegata* (Fig. 2H) e *S. gaertneri* (Fig. 2I).

Em vista frontal, de ambas as faces da folha nota-se que a superfície epidérmica de todas as espécies apresentam células com formato retangular, cujo maior eixo da célula é paralelo no sentido longitudinal como pode ser visto em *S. panicoides* (Fig. 3A-B) e *S. distans* (Fig. 3C-D). Em todas as espécies observam-se paredes anticlinais sinuosas em ambas as faces epidérmicas como pode ser observado em *S. panicoides* (Fig. 3A-B) e *S. distans* (Fig. 3C-D). Observam-se ornamentações nas paredes celulares na região das sinuosidades em todas as espécies (Fig. 4A-K; 5A-J).

Tricomas escabrosos estão presentes no bordo foliar das espécies *S. gaertneri*, *S. latifolia*, *S. panicoides*, *S. secans* (Fig. 5B) na qual são retorsos devido ao hábito escalante; *S. plusiophylla* (Fig. 5H), *S. uleana* e *S. variegata*. Estão presentes também na face abaxial da nervura central de *S. panicoides* e *S. secans* (Fig. 5D) e na face adaxial da nervura central de *S. uleana* (Fig. 5I). No limbo foliar podem ocorrer tricomas tectores unicelulares em ambas as faces em *S. distans*, *S. latifolia* (Fig. 4G-H), *S. plusiophylla* e *S. sellowiana* (Fig. 5E), apenas na face adaxial em *S. uleana* (Fig. 5I) ou apenas na face abaxial como em *S. variegata* e *S. panicoides*. Todas as espécies analisadas são hipoestomática, com estômatos paracíticos (Fig. 3A), com exceção de *S. distans* que apresenta estômatos em ambas as faces da folha (Fig. 3C-D). Nas espécies, *S. latifolia*, *S. panicoides*, *S. plusiophylla* e *S. uleana*, observa-se a presença de estômatos em ambas as faces da folha apenas na região da ala, uma vez que a ala surge a partir de tecidos abaxiais da bainha.

Em secção transversal, observa-se que a epiderme é unisseriada em todas as espécies analisadas, composta por células de formato circular (Fig. 6A-K), geralmente mais altas na face adaxial como observado em *S. distans* (Fig. 6A), *S. gaertneri* (Fig. 6B), *S.*

leptostachya (Fig. 6C-D), *S. secans* (Fig. 6E), *S. sellowiana* (Fig. 6F), *S. panicoides* (Fig. 6G) e *S. variegata* (Fig. 6H) ou de tamanhos semelhantes em ambas as faces como observado em *S. uleana* (Fig. 6I), *S. latifolia* (Fig. 6J) e *S. plusiophylla* (Fig. 6K). Corpos de sílica ocorrem nas células epidérmicas de ambas as faces, localizados sempre junto aos cordões de esclerênquima subepidérmicos de todas as espécies como pode ser visto em *S. distans* (Fig. 6A) e *S. plusiophylla* (Fig. 6K). As células da epiderme abaxial e adaxial de *S. leptostachya* apresentam uma descontinuidade, na qual se observam idioblastos contendo mucilagens (Fig. 6C-D) e que em vista frontal da epiderme em microscopia eletrônica de varredura são observadas como pequenas depressões (Fig. 4D). Os estômatos são elevados em relação às demais células epidérmicas, em todas as espécies (Fig. 6 A-K).

Células buliformes estão presentes na face adaxial da nervura central de todas as espécies, dispostas tenuamente acima do nível das demais células epidérmicas (Fig. 7A-K) e também na face adaxial das costelas laterais, onde apresentam-se no mesmo nível. Espécies como *S. latifolia* (Fig. 7B), *S. panicoides* e *S. sellowiana* podem apresentar uma camada de células translúcidas logo abaixo destas células buliformes da nervura central. Além de estarem localizadas na região mediana, as células buliformes podem estar distribuídas também ao longo da face adaxial da lâmina foliar como observado em *S. distans* (Fig. 2C), *S. leptostachya* (Fig. 2E) e *S. variegata* (Fig. 2H), sendo que em *S. distans* elas distribuem-se de forma dispersa (Fig. 2C). As espécies *S. latifolia* (Fig. 8A), *S. panicoides*, *S. plusiophylla* (Fig. 8B) e *S. uleana* (Fig. 8C) apresentam também células buliformes na região da ala.

O mesofilo é homogêneo em *S. distans* (Fig. 6A), *S. sellowiana* (Fig. 6F) e *S. plusiophylla* (Fig. 6K). Em *S. distans* o mesofilo apresenta-se radiado (Fig. 6A), em *S. sellowiana* é composto por células de arranjo compacto (Fig. 6F) e em *S. plusiophylla* (Fig. 6K) é composto por células braciformes delimitando amplos espaços intercelulares. As demais espécies apresentam mesofilo heterogêneo, composto por uma camada de células de parênquima paliádico, seguido de parênquima esponjoso de arranjo compacto como em *S. gaertneri* (Fig. 6B), *S. secans* (Fig. 6E), *S. uleana* (Fig. 6I) e *S. variegata* (Fig. 6H) ou parênquima esponjoso com células braciformes delimitando amplos espaços intercelulares como em *S. panicoides* (Fig. 6G) e *S. latifolia* (Fig. 6J). Todas as espécies apresentam idioblastos contendo compostos fenólicos no mesofilo (Fig. 6A-K).

O sistema vascular de todas as espécies é constituído de feixes vasculares colaterais de calibres distintos, sendo o feixe da nervura

principal (Fig. 7A-K) e demais costelas laterais (8A-F e 9A-J) os maiores. Chama-se atenção o fato das espécies *S. latifolia*, *S. plusiophylla*, *S. uleana* Fig. 8A-F, respectivamente e *S. panicoides* apresentarem nas alas, feixes vasculares invertidos. Os feixes vasculares, de todas as espécies, têm duas bainhas, uma interna espessada e lignificada e uma externa parenquimática, clorofilada, não-Kranz (Fig. 6A-K). O feixe vascular da região da nervura central apresenta-se inclinado em *S. distans* (Fig. 7D) e *S. leptostachya* (Fig. 7E).

O esclerênquima apresenta-se associado aos feixes vasculares em todas as espécies. Na nervura central, observa-se a presença de esclerênquima bem desenvolvido apenas na face abaxial (Fig. 7A-K), com exceção das espécies *S. distans*, *S. leptostachya*, e *S. sellowiana* (Fig. 7D-F) as quais apresentam também esclerênquima bem desenvolvido na face adaxial da epiderme. Nos feixes das costelas laterais de todas as espécies, observa-se a ocorrência de esclerênquima ligado ao feixe na face abaxial e um cordão subepidérmico adaxial não ligado ao feixe (Fig. 9A-J). Entretanto, nas espécies *S. distans*, *S. sellowiana* e *S. leptostachya* (Fig. 9A, 9D e 9F, respectivamente) estes estão ligados ao feixe. Nos demais feixes vasculares, distribuídos ao longo do mesofilo, observa-se normalmente que o esclerênquima ocorre em ambos os polos em contato com as epidermes (Fig. 6A-J), com exceção de *S. panicoides*, cujo esclerênquima está apenas na face abaxial (Fig. 6G).

A forma do bordo foliar pode ser arredondado como em *S. distans* (Fig. 10A), *S. sellowiana* (Fig. 10B), *S. leptostachya* (Fig. 10C), *S. gaertneri* (Fig. 10D), *S. variegata* (Fig. 10E) e *S. secans* (Fig. 10F). Em *S. secans*, observa-se esclerênquima ligeiramente voltado para a face abaxial e a presença de um feixe vascular de pequeno calibre em contato com a epiderme adaxial. As demais espécies, *S. latifolia* (Fig. 10G), *S. panicoides* (Fig. 10H), *S. plusiophylla* (Fig. 10I) e *S. uleana* (Fig. 10J) apresentam bordo agudo com esclerênquima restrito a extremidade.

Tabela 2. Caracteres anatômicos da lâmina foliar nos táxons de *Scleria* estudados.

Táxons/ Caracteres	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46							
<i>S. distans</i>	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1				
<i>S. gaertneri</i>	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1			
<i>S. latifolia</i>	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1				
<i>S. leptostachya</i>	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1		
<i>S. panicoides</i>	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1			
<i>S. plusiophylla</i>	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1		
<i>S. secans</i>	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
<i>S. sellowiana</i>	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1		
<i>S. uleana</i>	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1		
<i>S. variegata</i>	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1		

Legenda:

- 1 Formato da lâmina foliar em W invertido
- 2 Lâmina foliar em forma de W invertido em secção transversal com a presença de ala (5 costelas)
- 3 Lâmina foliar em forma de W invertido em secção transversal sem a presença de ala (3 costelas)
- 4 Superfície de ambas as faces epidérmicas retas
- 5 Superfície epidérmica ondulada em ambas as faces.
- 6 Superfície epidérmica ondulada apenas na face abaxial
- 7 Parede celular anticlinal ondulada das células epidérmicas de ambas as faces.
- 8 Parede celular anticlinal ondulada das células epidérmicas de ambas as faces.
- 9 Células epidérmicas de tamanho maior na face adaxial
- 10 Células secretoras de mucilagem
- 11 Tricomas toctores presentes em ambas as faces
- 12 Tricomas toctores presentes apenas na face adaxial e tricomas escabrosos na face adaxial da nervura central.
- 13 Tricomas toctores presentes apenas na face abaxial
- 14 Ausência de tricomas toctores
- 15 Tricomas escabrosos no bordo foliar
- 16 Tricomas escabrosos na face abaxial da nervura central
- 17 Células buliformes localizadas na face adaxial da nervura central
- 18 Células buliformes localizadas ao longo da face adaxial da lâmina foliar
- 19 Células buliformes distribuídas de forma esparça ao longo da face adaxial da lâmina foliar
- 20 Células buliformes localizadas na face adaxial das costelas laterais
- 21 Células buliformes na face abaxial
- 22 Células translúcidas abaixo das células buliformes da nervura central
- 23 Mesofilo homogêneo
- 24 Mesofilo homogêneo composto por células de arranjo compacto
- 25 Mesofilo homogêneo composto por células que delimitam espaços intercelulares, formando um aerênquima.
- 26 Mesofilo homogêneo radiado
- 27 Mesofilo heterogêneo composto por parênquima paliçádico e parênquima esponjoso
- 28 Mesofilo heterogêneo composto por uma camada de parênquima paliçádico seguido por parênquima esponjoso formado por células de arranjo compacto
- 29 Mesofilo heterogêneo composto por uma camada de parênquima paliçádico seguido por parênquima esponjoso formado por células braciciformes que formam aerênquima
- 30 Feixe vascular da nervura central deslocado
- 31 Feixe vascular da nervura central associado a esclerênquima bem desenvolvido na face abaxial
- 32 Feixe vascular da nervura central associado a esclerênquima bem desenvolvido em ambas as faces epidérmicas.
- 33 Costelas laterais apresentando cordão de esclerênquima subepidérmico adaxial e esclerênquima na face abaxial associado ao feixe.
- 34 Costelas laterais apresentando esclerênquima associado ao feixe em ambas as faces epidérmicas.
- 35 Feixes vasculares ao longo do mesofilo associados a esclerênquima em ambas as faces epidérmicas.
- 36 Feixes vasculares ao longo do mesofilo associados a esclerênquima apenas na face abaxial.
- 37 Presença de feixes vasculares invertidos em direção ao bordo foliar.
- 38 Presença de esclerênquima no bordo
- 39 Ausência de esclerênquima no bordo
- 40 Esclerênquima do bordo foliar restrito a extremidade
- 41 Esclerênquima do bordo ligeiramente voltado para a face adaxial
- 42 Bordo foliar de formato arredondado
- 43 Bordo foliar de formato agudo
- 44 Estômatos em ambas as faces epidérmicas
- 45 Estômatos apenas na face abaxial
- 46 Estômatos acima do nível das células epidérmicas

4 DISCUSSÃO

Os caracteres anatômicos da folha com maior relevância taxonômica, que vem sendo utilizados frequentemente para a família Cyperaceae, são o formato da folha em secção transversal, características das células epidérmicas, presença de tricomas, a sinuosidade das paredes celulares epidérmicas, os estômatos e suas células subsidiárias, presença de células com sílica e células papilosas na epiderme, aspecto da cutícula, distribuição e estratificação das células buliformes e da hipoderme, localização do esclerênquima e sua associação aos feixes vasculares, arranjo dos feixes vasculares e o número de bainhas, estrutura do mesofilo, grau de desenvolvimento das cavidades aeríferas e a ocorrência de parênquima radiado (Holm 1898; Koyama 1967; Kukkonen 1967; Metcalfe 1969; 1971; Sharma & Mera 1972; Govindarajalu 1978; Muniz & Shepherd 1987; Standley 1990; Alves et al. 2002; Arruda & Neves 2005; Hefler & Wagner 2010).

Os trabalhos de anatomia foliar realizados para o gênero *Scleria* revelaram ser a localização das células buliformes, a estrutura do mesofilo e o formato da lâmina foliar em secção transversal, os caracteres mais importantes a serem observados na delimitação do gênero e espécie (Holm 1898; Koyama 1967 e Metcalfe 1971).

No presente estudo, a forma da lâmina foliar de “W invertido” em secção transversal, encontrado em todas as espécies, corrobora com os dados obtidos por Holm (1898), Koyama (1967) e Plowman (1906) servindo como um caráter relevante na delimitação do gênero. Segundo estes autores, quando houver 3 costelas, a costela mediana é sulcada e as duas costelas laterais são convexas na face adaxial. Nas espécies de *Scleria* aqui estudadas que apresentam, ao invés de 3, 5 costelas laterais proeminentes, a costela mediana é fortemente sulcada, o par de costelas interno é convexo na face adaxial e o outro par de costelas laterais mais externo também apresenta-se sulcado, embora não se manifeste tanto quanto na costela mediana assim como também observado por Koyama (1967). Segundo Chermeson (1926) *apud* Koyama (1967), o par de costelas mais externo, representa a região de união da ala da bainha à lâmina foliar, conforme também demonstrado por Hoss (2013).

A presença de epiderme unisseriada, observada em todas as espécies analisadas no presente estudo, também foi citada por Denton (1983) e Araújo & Longhi-Wagner (1997) em espécies de *Cyperus* e por Alves *et al.* (2002) para espécies de *Hypolytrum*, sendo este um caractere comum na família. Quanto às variações de tamanho, células epidérmicas da face adaxial maiores quando comparadas às da face

abaxial foram consideradas como sendo o estado mais comum no presente estudo, e de ampla ocorrência no gênero conforme já descrito para espécies de *Scleria* analisadas por Metcalfe (1971) e observado também em espécies de *Carex* (Standley 1990), *Hypolytrum* (Alves *et al.* 2002) e *Cyperus* (Denton 1983; Araújo & Longhi-Wagner 1997; Helfer & Wagner 2010).

Nas espécies aqui estudadas, houve grande variação na superfície epidérmica, podendo esta ser retilínea em ambas as faces como também descrito para espécies de *Hypolytrum* e *Mapania* por Alves *et al.* (2002) e de *Cyperus* por Helfer & Wagner (2010) ou apresentar aspecto ondulado em ambas as faces ou apenas em uma delas como observado em *Cyperus ligularis* por Helfer e Wagner (2010), não sendo um carácter útil na separação das mesmas. A ondulação ocorre devido à presença de células buliformes distribuídas ao longo da lâmina foliar como descrito para *Cyperus ligularis* e *C. imbricatus* por Helfer & Wagner (2010) ou também pela ocorrência de estômatos elevados. Tais ondulações na epiderme, já citada para a face abaxial de *S. distans* por Metcalfe (1971), e na face adaxial de *Cyperus maritimus* por Martins *et al.* (2008) foram chamadas de sulcos, e correspondem à locais onde se localizam cordões de esclerênquima subepidérmicos, o que está de acordo com o presente estudo. A espécie *S. leptostachya*, diferenciou-se das demais espécies, por apresentar células secretoras de mucilagem na face abaxial da epiderme, formando depressões, que são nitidamente observados em microscopia eletrônica de varredura, porém sem relatos na literatura.

As paredes celulares anticlinais sinuosas de ambas as faces epidérmicas, observadas em vista frontal no presente estudo, esta de acordo com os resultados registrado por Kukkonen (1967) para espécies de *Uncinia*, Metcalfe (1971) para espécies de *Scleria* e Sharma & Mehra (1972) para espécies de *Fimbristylis*. Tais sinuosidades são referidas em plantas de ambientes úmidos e sombreados (Pyykko 1966), podendo ser responsável pela função mecânica desempenhada pelo sistema dérmico, conferindo mais resistência às células epidérmicas e evitando o colapso durante períodos de escassez hídrica (Haberlandt 1928).

As ornamentações observadas, em microscopia eletrônica, nas sinuosidades das paredes celulares das células epidérmicas de todas as espécies analisadas, sugerem a impregnação de sílica em pequenas partículas conforme citado por Metcalfe (1971), principalmente para membros da tribo *Scleriae* e ocasionalmente em *Capitularia*, *Hypolytreae* e *Rhynchosporae*, revelando interesse taxonômico devido à sua ocorrência restrita entre as espécies da família Cyperaceae. Segundo

Estelita & Rodrigues (2012), a deposição de sílica pode ocorrer em diferentes locais, como por exemplo, estômatos e tricomas e não apenas nas “células de sílica” comuns em espécies de Cyperaceae.

Os corpos de sílica observados nas células epidérmicas, pode auxiliar na redução da transpiração nas folhas (Yoshida *et al.* 1959, Prichid *et al.* 2004), pode fornecer rigidez aos tecidos e prevenir a herbivoria (Haberlandt 1928, Mc Naughton & Tarrants 1983, Hunt *et al.* 2008). Segundo Metcalfe (1971) é um caractere importante para distinguir *Scleria* dos demais gêneros de Cyperaceae, devido a grande diversidade de formas em que ela é depositada. Em todas as espécies aqui estudadas os corpos de sílica estão presentes em células epidérmicas que recobrem o esclerênquima associado aos feixes vasculares, corroborando com Koyama (1967), Sharma & Mehra (1972) e Metcalfe (1971) para outras espécies de Cyperaceae. Quando estão presentes nessa posição, são quase sempre na forma de cones com suas bases apoiadas sobre as paredes periclinais internas e seu ápice voltado para a parede periclinal externa (Metcalfe 1971), porém não teve valor diagnóstico em nível de espécie em função da ampla ocorrência no gênero.

Tricomas escabrosos estão presentes no bordo foliar de praticamente todas as espécies, o que está de acordo com os dados de Metcalfe (1971) para o gênero *Scleria* conferindo a estas espécies a margem cortante, e não apresentaram valor diagnóstico, pois ocorrem amplamente na família. No entanto, tricomas tectores, apesar de não representarem um caractere completamente confiável, devido às variações em sua frequência (Metcalfe 1966), podem ser úteis, uma vez que estão restritos apenas a algumas espécies. No presente estudo eles podem estar ausentes, ocorrer em ambas às faces ou apenas na face adaxial como em *S. uleana*, ou restritos a face abaxial como em *S. panicoides*, separando estas duas últimas espécies das demais.

Células buliformes com sua morfologia típica, incolores e alongadas tem sido muito utilizada como caractere taxonômico (Metcalfe 1960). Sua função é de armazenamento de água (Prat 1948; Eleftheriou & Noitsakis 1978; Vecchia *et al.* 1998), seu turgor higroscópico pode causar redução de movimentos em folhas xéricas adultas (Haberlandt 1928). Segundo Esau (1965), durante excessiva perda de água, as células buliformes tornam-se flácidas e permitem o enrolamento da folha, que segundo Moulia (1994) é uma característica xeromórfica de valor adaptativo, reduzindo a interceptação de luz, transpiração e protegendo a folha contra desidratação. De acordo com Clayton & Renvoize (1986), as células buliformes favorecem a entrada

de luz no mesofilo.

A ocorrência de células buliformes bem desenvolvidas, na face adaxial, da nervura central da lâmina foliar é muito comum em Cyperaceae, como relatado em espécies de *Carex* (Shepherd 1976, Standley 1990), *Cyperus* (Govindarajalu 1978, 1979, Denton 1983, Araújo & Longhi Wagner 1997, Helfer & Wagner 2010) *Kyllinga* e *Pycreus* (Govindarajalu 1968, 1978) e *Hypolytrum* (Alves *et al.* 2002), assim como em todos os táxons analisados no presente estudo, corroborando também com Metcalfe (1971) ao referir que no gênero *Scleria*, as células buliformes estão sempre presentes na face adaxial da nervura central, as vezes acompanhadas por células translúcidas subjacentes, como é o caso de *S. latifolia*, *S. panicoides* e *S. sellowiana* aqui analisadas, de acordo com Koyama (1967) em *S. sumatrensis* Retzius, tais células são de natureza hipodérmica.

A presença de células buliformes na epiderme adaxial, além daquelas localizadas na região da nervura central, como ocorrem em *S. distans*, *S. leptostachya* e *S. variegata* também foram referidas em espécies de *Cyperus* (Araújo e Longhi-Wagner 1997; Helfer & Wagner 2010). Além do grupo mediando, as células epidérmicas adaxiais das costelas laterais de todas as espécies tendem a ser buliformes, conforme já mencionado por Metcalfe (1971) para diversas espécies de *Scleria*. Célula buliforme na face abaxial da folha é um caractere pouco comum em Cyperaceae, já descrito para a região da nervura central de *C. ligularis* por Helfer e Wagner (2010), nas costelas laterais dos gêneros *Calyptrocarya*, *Becquerelia* e *Diplacrum* (Koyama 1967) e no presente estudo, em todas as espécies que apresentam bainha alada, *S. latifolia*, *S. uleana*, *S. panicoides* e *S. plusiophylla* com exceção de *S. distans*, na qual a ala da bainha não permanece na folha. Nessas espécies, as células buliformes estão localizadas próximas ao bordo foliar, indicando a junção da ala da bainha com a lâmina foliar (Hoss 2013). Dessa forma, a distribuição e localização das células buliformes foi um caractere que auxiliou na separação dos táxons analisados.

Os tipos de mesofilo encontrados nas espécies analisadas variaram entre tecido parenquimático homogêneo e heterogêneo, composto por células que se organizam de forma compacta ou formando um aerênquima. Segundo Metcalfe (1969, 1971) a ausência ou presença de parênquima paliçádico e parênquima radiado tem importância taxonômica. A maioria dos táxons aqui analisados apresenta mesofilo heterogêneo com apenas uma camada de parênquima paliçádico, assim como as espécies de *Scleria* descritas por Koyama (1967) e Metcalfe (1971), sendo um caractere comum para o gênero. No entanto, a

presença de parênquima homogêneo radiado em torno dos feixes vasculares foi importante para distinção das espécies de *S. distans*, enquanto *S. plusiophylla* pode ser distinta por possuir parênquima homogêneo composto por células que formam aerênquima e *S. sellowiana* por apresentar mesofilo homogêneo de arranjo compacto. Sendo este um importante caractere para distinção das espécies de *Scleria*. Todas as espécies apresentam duas bainhas envolvendo o feixe vascular, sendo que a mais externa, aqui referida como bainha parenquimática, com parede celular fina e presença de cloroplastos, e a mais interna com parede celular espessada e ausente de cloroplastos conferem com o exposto por Martins & Scatena (2011) para espécies não Kranz, além da distância considerável entre as unidades vasculares (Estelita & Rodrigues 2003).

Os feixes vasculares nas espécies analisadas apresentam calibres distintos ao longo do mesofilo, sendo aqueles localizados na nervura central e costelas os de maior calibre. As espécies *S. distans* e *S. leptostachya* diferenciaram-se das demais espécies pela presença de feixe vascular deslocado na nervura central. Cordões de esclerênquima subepidérmicos bem desenvolvidos encontram-se associados aos feixes vasculares na face abaxial da nervura central de todas as espécies analisadas. De acordo com a classificação de Metcalfe (1971) para os padrões de esclerênquima em espécies de Cyperaceae, *S. distans* e *S. sellowiana*, apresentam o tipo ascendente crescentiforme, enquanto nas demais espécies o esclerênquima associado ao feixe vascular na face abaxial é descendente crescentiforme. Na face adaxial, apenas *S. distans*, *S. leptostachya* e *S. sellowiana* apresentaram esclerênquima bem desenvolvido, diferenciando-as das demais espécies.

O formato do bordo foliar variou entre agudo e arredondado, não sendo um carácter que definiu espécies no presente estudo, entretanto, a presença de esclerênquima associado a ele e restrito a extremidade, reforçou a separação das espécies com presença de ala, *S. panicoides*, *S. plusiophylla*, *S. uleana* e *S. latifolia*. Entre as espécies que apresentaram bordo foliar arredondado, *S. secans* diferenciou-se pela presença de esclerênquima ligeiramente voltado para a face abaxial e um feixe vascular oblíquo de pequeno calibre em contato com a epiderme adaxial, corroborando com os dados de Koyama (1967), ao referir espécies de caractere intermediário entre folha alada e não alada, uma vez que *S. secans*, apresenta bainha alada (Affonso 2012), porém, a mesma não permanece na folha.

Segundo Affonso (2012), existe grande similaridade entre as espécies *S. panicoides*, *S. plusiophylla* e *S. latifolia* no aspecto geral do

hábito, folha e inflorescência. Ainda segundo a autora, o que diferencia *S. panicoides* de *S. latifolia* é apenas o seu aquênio rugoso e de *S. plusiophylla* é a sua maior dimensão, além de maior número e quantidade de espiguetas nas inflorescências. De acordo com o presente estudo anatômico, *S. panicoides* em relação a *S. plusiophylla* e *S. latifolia*, caracteriza-se pela presença de células epidérmicas de tamanho maior na face adaxial, tricomas tectores presentes apenas na face abaxial, tricomas escabrosos na face abaxial da nervura central e esclerênquima associado ao feixe apenas na face abaxial da epiderme. Este último carácter diferenciou *S. panicoides* de todos os outros táxons analisados. *S. plusiophylla*, pode ser diferenciada de *S. panicoides* e *S. latifolia*, pela ausência de células translúcidas e pela presença de mesofilo homogêneo composto por células que formam um aerênquima. A espécie *S. latifolia* não apresentou nenhuma característica anatômica própria distinta de *S. latifolia* e *S. plusiophylla*, no entanto, utilizando-se as características que definem *S. latifolia* e *S. plusiophylla* de forma conjunta, pode-se identificar *S. latifolia*.

No presente estudo, os caracteres úteis para delimitação do gênero *Scleria* foram o formato da lâmina foliar de W invertido, epiderme unisseriada composta por células de tamanho maior na face adaxial, células buliformes localizadas na face adaxial da nervura central e costelas laterais, presença de cordão de esclerênquima subepidérmico adaxial nas costelas laterais, esclerênquima associado aos feixes vasculares em ambas as faces, estômatos apenas na face abaxial e dispostos acima do nível da epiderme. Já os caracteres úteis em nível de espécie foram à presença de células secretoras de mucilagem em *S. leptostachya*, tricomas tectores restritos á face adaxial da epiderme e tricomas escabrosos na face adaxial da nervura central em *S. uleana*, tricomas tectores restritos a face abaxial em *S. panicoides*, células buliformes distribuídas de forma contínua ao longo da face adaxial da lâmina foliar em *S. leptostachya* e *S. variegata* ou de forma dispersa em *S. distans*, mesofilo homogêneo composto por células de arranjo compacto em *S. sellowiana* ou formando um aerênquima em *S. plusiophylla*, mesofilo homogêneo radiado em *S. distans*, feixe vascular da nervura central deslocado em *S. distans* e *S. leptostachya*, esclerênquima associado ao feixe apenas na face abaxial em *S. panicoides*, esclerênquima do bordo ligeiramente voltado para a face abaxial em *S. secans* e estômatos em ambas as faces epidérmicas em *S. distans*. Os resultados obtidos mostraram que a o estudo da anatomia foliar em espécies de *Scleria* foram relevantes para se caracterizar o gênero e importantes na delimitação das espécies.

5 REFERÊNCIAS

- Afonso, R. 2012. **Diversidade e aspectos nomenclaturais em Scleria P. J. Bergius (Cyperaceae) de Santa Catarina, Brasil**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina.
- Alves, M.; Araujo, A.C.; Helfer, S.M.; Trevisan, R.; Silveira, G.H.; & Luz, C.L. 2012. Cyperaceae. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB000100>. (Acesso em 06/04/2012).
- Alves, M.; Araújo, A.C.; Prata, A.P.; Vitta, F.; Helfer, S.; Trevisan, R.; Gil, A.S.B.; Martins S. & Thomas W. 2009. Diversity of Cyperaceae in Brazil. **Rodriguésia** 60: 771-782.
- Alves, M.V.; Estelita, M.E.M.; Wanderley, M.G.L. & Thomas, W.W. 2002. Aplicações Taxonômicas da anatomia foliar das espécies brasileiras de *Hypolytrum* Rich. (Cyperaceae). **Revista Brasileira de Botânica** 25: 1-9.
- Araújo, A.C. & Longhi-Wagner, H.M. 1997. **Anatomia foliar e micromorfologia da superfície do fruto na taxonomia de *Cyperus* L. (Cyperaceae)**. Iheringia, Série Botânica 48: 103-120.
- Arruda, R.C.O. & Neves, L.J. 2005. Anatomia foliar de *Trilepis lhotzkiana* Nees e *Trilepis ciliatifolia* T. Koyama (Cyperaceae) Juss. **Acta botânica brasileira** 19: 889-897.
- Bruhl, J.J. 1995. Sedge genera of the World: relationships as a new classification of the Cyperaceae. **Australian Systematic Botany** 8: 125-305.
- Camelbecke, K. 2002. Morphology and Taxonomy of the genus *Scleria* (Cyperaceae). In: **Tropical South America**. Unpubl. PhD thesis. Gent, Universiteit Gent.
- Chermezon, H. 1926. Sur lafeuille de certaines espèces de *Scleria*. **Rev. Gén. Bot.** 38: 337-353.
- Clayton, W.D. & Renvoize, S.A. 1986. **Genera garaminum – grasses of the world**. Kew Bulletin Additional Series XIII. London: Her Majesty Stationary Office.
- Denton, M.F. 1983. Anatomical studies of the “Luzulae” group of

Cyperus (Cyperaceae). **Systematic Botany** 8: 250-262.

Eleftheriou, E. P. & Noitsakis, B. 1978. A comparative study of the leaf anatomy of the grasses *Andropogon ischaemum* and *Chrysopogon gryllus*. **Phyton**, 19: 27-36.

Esau, K. 1965. **Plant anatomy**. John Wiley and Son, New York.

Estelita, M.E.M. & Rodrigues, A.C. 2003. Origin and structure of the Kranz tissue in bracts of *Cyperus giganteus* Vahl (Cyperaceae). **Revista Brasileira de Botânica** 26: 445 – 452.

Estelita, M.E.M. & Rodrigues, A.C. 2012. Silicon location through backscattered electron imaging and X-ray microanalysis in leaves of *Cyperus ligularis* L. and *Rhynchospora aberrans* C.B. Clarke (Cyperaceae). **Acta Botanica Brasilica** 26: 275-280.

Feder, N, & O'Brien, T.P. 1968. Plant microtechnique: some principles and new methods. **American Journal of Botany** 55: 123-142.

Goetghebeur, P. 1998. Cyperaceae. Pp. 141-190. In: Kubitzki, K.; (eds.). **The families and genera of vascular plants: IV. Flowering plants – monocotyledons**. Berlin, Springer.

Govaerts, R.; Simpson, D.; Bruhl, J.; Egorova, T.; Goetghebeur, P. & Wilson, K. 2007. **World Checklist of Cyperaceae – Sedges**. Kew, Richmond Surrey, Royal Botanic Gardens.

Govindarajalu E. 1968. The systematic anatomy of south Indian Cyperaceae: *Cyperus* L. subg. *Kyllinga* (Rottb.) suringar. **Botanical Journal of the Linnean Society** 62: 41-58.

Govindarajalu, E. 1974. The systematic anatomy of south Indian Cyperaceae: *Cyperus* L. subg. *Juncellus*, C. subg. *Mariscus* and Lipocarpha R.Br. **Botanical Journal of Linnean Society** 68: 235-266.

Govindarajalu, E. 1978. The systematic anatomy of South Indian Cyperaceae: *Cyperus* subg. *Pycneus* (P. Beauv.) Clarke. C.B. **Adansonia** 18: 95-128.

Govindarajulu, E. 1979. Studies in Cyperaceae: XVI. Novelties in *Cyperus* Linn. And their vegetative anatomy. **Proceedings of the Indian academy of sciences** 88: 229-242.

Haberlandt, G. 1928. **Physiological Plant Anatomy**. London, MacMillan & Co.

Helfer, S.M. & Wagner H.M.L. 2010. A contribuição da anatomia foliar para a taxonomia das espécies de *Cyperus* L. *Cyperus* (Cyperaceae) ocorrentes do sul do Brasil. **Acta botânica brasileira** 24: 708-717.

Heywood, V.H. 1993. **Flowering Plants of the World: Monocotyledons**. Oxford University Press. 269-325

Heywood, V.H.; Brummitt, R.K; Culham, A. & Seberg, O. 2007. **Flowering Plant Families of the World**. Kew, Richmond Surrey, Royal Botanic Gardens.

Holm, T. 1898. Studies in the Cyperaceae. VIII. On the anatomy of some North American species of *Scleria*. **Am.Jour. Sci.** 7: 5-12.

Hoss, K.A. 2013. Anatomia foliar de espécies de *Scleria* (Cyperaceae). **Dissertação de Mestrado**. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina.

Hunt, J.W.; Dean, A.P.; Webster, R. E.; Johnson, G.N. & Ennos, A.R. 2008. A novel mechanism by which silica defends grasses against herbivory. **Annals of Botany** 102: 653-656.

Jensen, W. A. 1962. **Botanical histochemistry**. New York: H.H. Freeman and Co.

Johansen, D.A. 1940. **Plant microtechnique**. New York: McGraw-Will.

Koyama, T. 1967. The systematic significance the leaf structure in the Tribe *Scleriae* (Cyperaceae). **Memoirs of the New York Botanical Garden** 16: 46-70.

Kraus, J.E. & Arduim, M. 1997. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédica: Ed. Universidade Rural. Rio de Janeiro.

Kukkonen I. (1967). **Vegetative Anatomy of *Uncinia* (Cyperaceae)**. *Annals of Botany* 31: 523-544.

Martins, S. & Scatena, V.L. 2011. Bundle sheath ontogeny in Kranz and non-Kranz species of Cyperaceae (Poales). **Australian Journal of Botany** 59: 554-562.

Martins, S.; Machado, S.R.; Alves, M. 2008. Anatomia e ultra-estrutura foliar de *Cyperus maritimus* Poir. (Cyperaceae): estratégias adaptativas ao ambiente de dunas litorâneas. **Acta bot. Bras.** 22: 493-503.

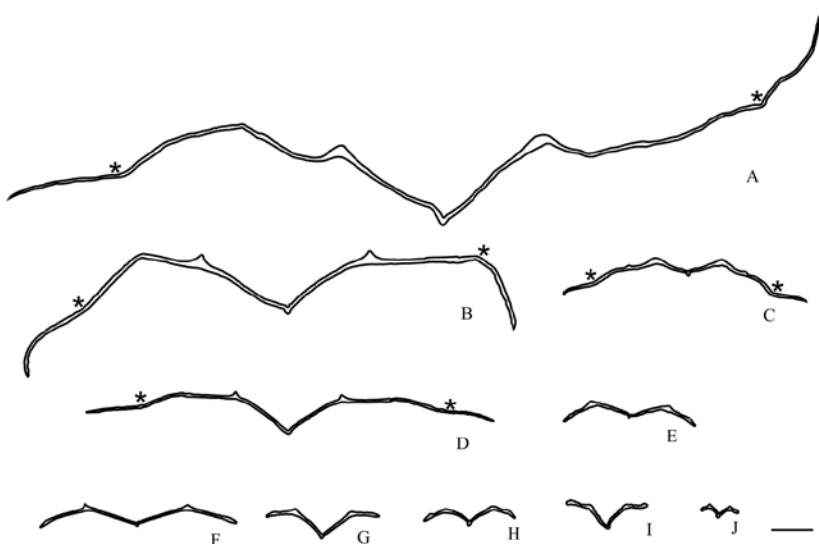
- Mc Naughton, S.J. & Tarrant, J.L. 1983. Grass leaf silification: natural selection for an inducible defense against herbivores. **Proceedings of Natural Sciences** 80: 790-791.
- Metcalf C.R. 1969. Anatomy is an aid to classifying the Cyperaceae. **American Journal of Botany** 56: 782-790.
- Metcalf, C.R. 1971. **Anatomy of the monocotyledons: Cyperaceae**. V.5. Oxford, Clarendon Press.
- Mouli, B. 1994. Biomechanics of leaf rolling. **Biomimetics** 2: 267-281.
- Muniz, C. & Shepherd, G.J. 1987. O gênero *Scleria* Berg. (Cyperaceae) no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica** 10: 63-94.
- Plowman, A.B. 1906. The comparative an Phylogeny of the Cyperaceae. **Annals of Botany, Oxford** 20: 1-33.
- Pratt, K. 1948. General features of the epidermis in *Zea mays*. **Annals of the Missouri Botanical Garden** 35: 341-351.
- Prichard, C.J.; Rudall, P.J. & Gregory, M. 2004. Systematic and Biology bodies in monocotyledons. **The Botanical Review** 69: 377-440.
- Pyykko, M. 1966. The leaf anatomy of East Patagonian xeromorphic plants. *Annales Botanici Fennici* 3: 453-622. In: Arruda, R.C.O. & Neves, L.J. 2005. **Anatomia foliar de *Trilepis lhotzkiana* Nees e *Trilepis ciliatifolia* T. Koyama (Cyperaceae) Juss.** *Acta botânica brasileira* 19: 889-897.
- Rodrigues, A.C. & Estelita, M.E.M. 2003. Origin and structure of the Kranz tissue in bracts of *Cyperus giganteus* Vahl (Cyperaceae). **Revista Brasileira de Botânica** 26: 445-452.
- Sharma, O.P.; & Mehra, P.N. 1972. Systematic anatomy of *Fimbristylis* Vahl (Cyperaceae). **Botanical Gazette** 2: 87-95.
- Shepherd, G.J. 1976. The use of anatomical characters in the infrageneric classification of *Carex* (Cyperaceae). **Hohenbergia** 6: 33-54.
- Simpson, D. A. & Inglis, C.A. 2001. Cyperaceae of Economic, Ethnobotanical and Horticultural Importance: A checklist. **Kew Bulletin** 56: 257-360.
- Standley, L.A. 1990. Anatomical aspects of the taxonomy of sedges (*Carex*, Cyperaceae). **Canadian Journal of Botany** 79: 362-379.
- Vecchia, F. D.; Asmar, T. E.; Calamassi, R.; Rascio, N. & Vazzana, C.

1998. Morphological and ultrastructural aspects of dehydration and rehydration in leaves of *Sporobolus stapfianus*. **Plant Growth Regulators** 24: 219-228.

Yoshida, S.; Ohnishi, Y. & Kitagishi, K. 1959. Role of silicon in rice nutrition. **Plant Soil Food** 5: 127-133.

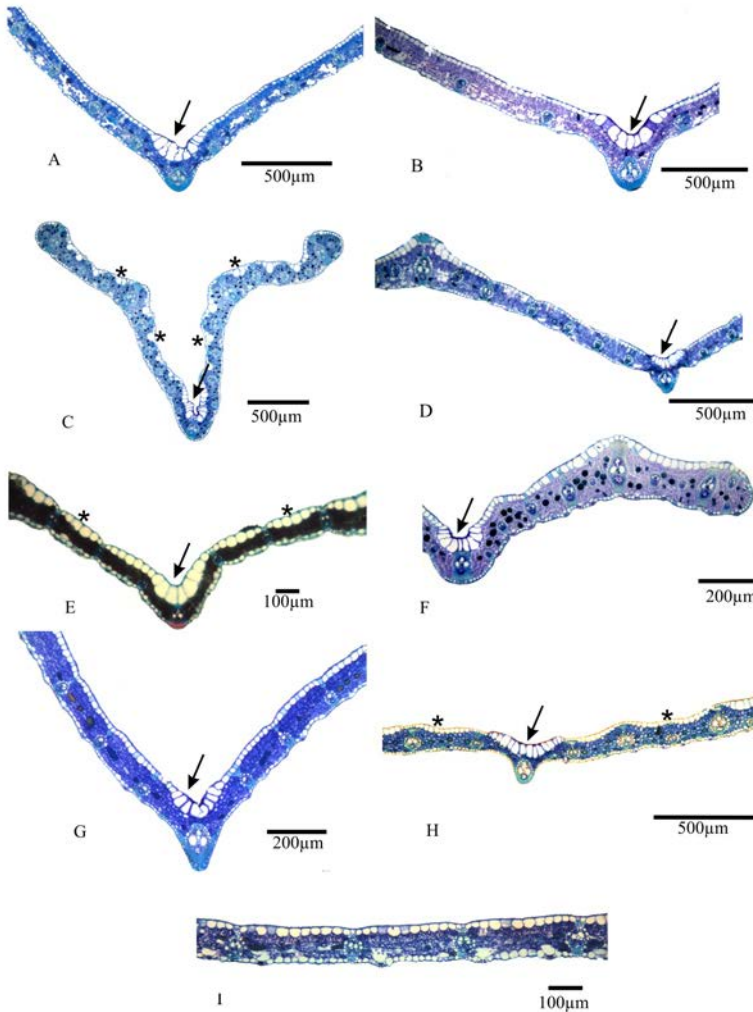
6 FIGURAS

Figura 1. Esquema geral da folha em secção transversal de espécies de *Scleria* Bergius onde se observa a forma de "W" invertido em todas as espécies.



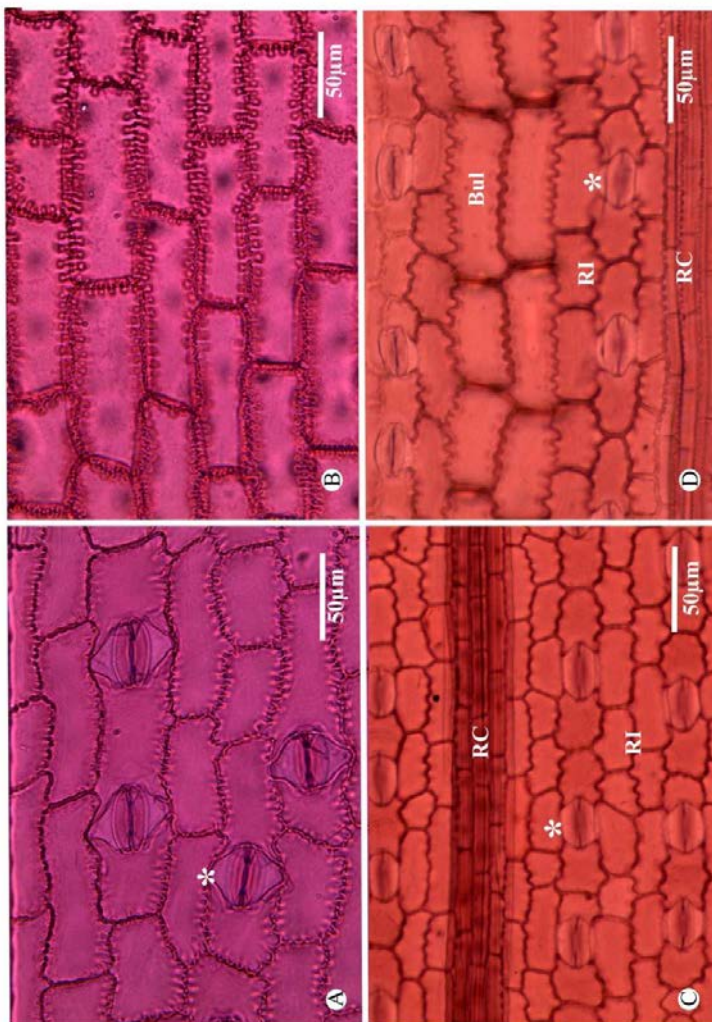
Nota: A-D. Espécies com alas A. *Scleria latifolia*. B. *Scleria panicoides*. C. *Scleria uleana*. D. *Scleria plusiophylla*. E-J. Espécies sem ala. E. *Scleria variegata*. F. *Scleria gaertneri*. G. *Scleria secans*. H. *Scleria leptostachya*. I. *Scleria distans*. J. *Scleria sellowiana*. Barra: 2mm. * Região corresponde á ala.

Figura 2. Secções transversais da lâmina foliar de espécies de *Scleria* Bergius.



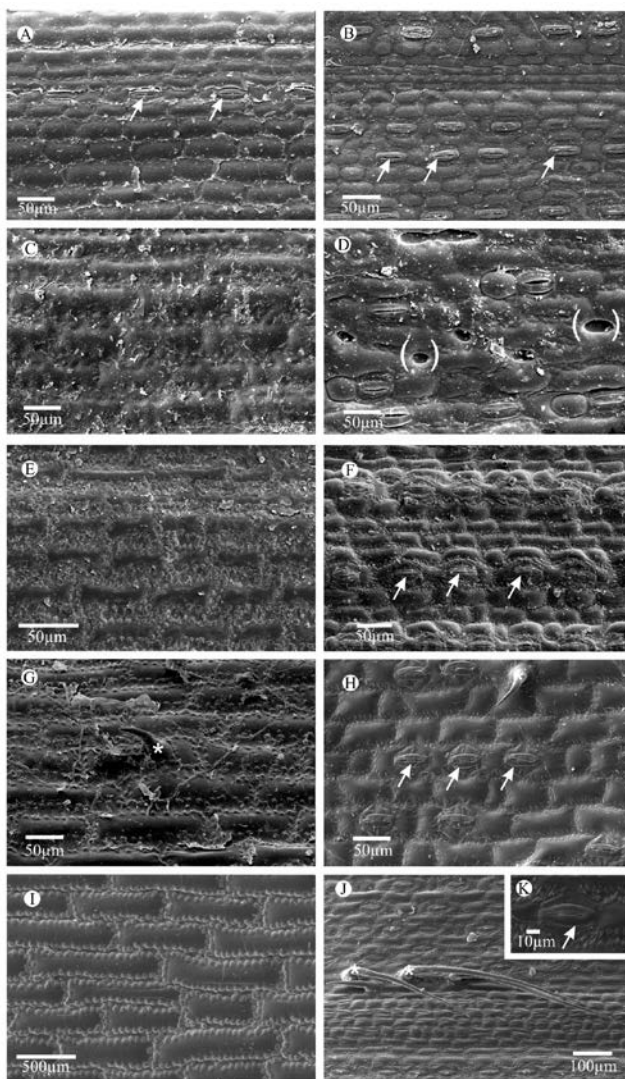
Nota: A-B. Mostrando ambas as superfícies retilíneas. A. *Scleria latifolia*. B. *Scleria panicoides*. C-E. Ambas as superfícies onduladas. C. *Scleria distans*. D. *Scleria uleana*. E. *Scleria leptostachya*. F-I. Apenas a superfície abaxial ondulada. F. *Scleria sellowiana*. G. *Scleria secans*. H. *Scleria variegata*. I. *Scleria gaertneri*. **Setas** indicam presença de células buliformes na nervura mediana. * Células buliformes ao lado da lâmina foliar, sendo que em C. *S. distans*, distribuem-se de forma dispersa.

Figura 3. Vista frontal da superfície epidérmica da folha de espécies de *Scleria* Bergius mostrando células epidérmicas retangulares em ambas as faces.



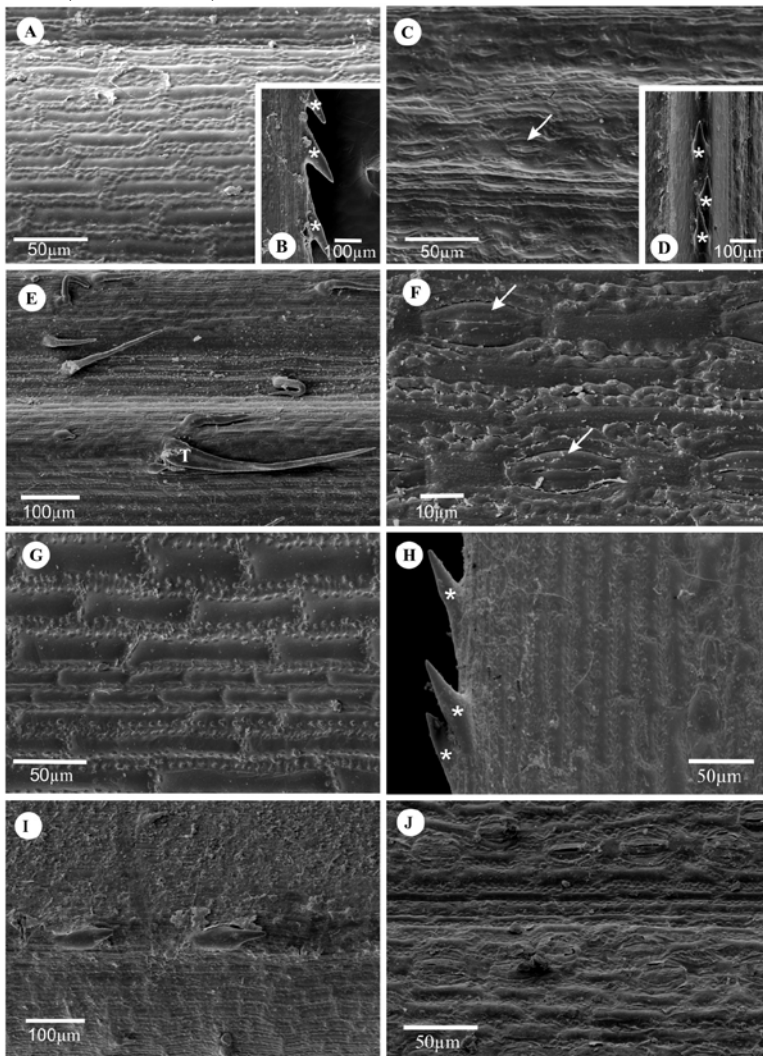
Nota: A-B. *Scleria panicoides* observam-se paredes anticlinais sinuosas. A. Epiderme abaxial, observam-se ainda os estômatos paracíticos. B. Epiderme adaxial. C-D. *S. distans* observam-se as paredes anticlinais sinuosas e ainda estômatos em ambas as faces. C. Epiderme abaxial. D. Epiderme adaxial. * Estômatos. RC: Região costal. RI: Região intercostal.

Figura 4. Microscopia eletrônica de transmissão da superfície epidérmica de folhas de espécies de *Scleria* Bergius. Face adaxial (A,C,E,G,I). Face abaxial (B,D,F,H,J,K).

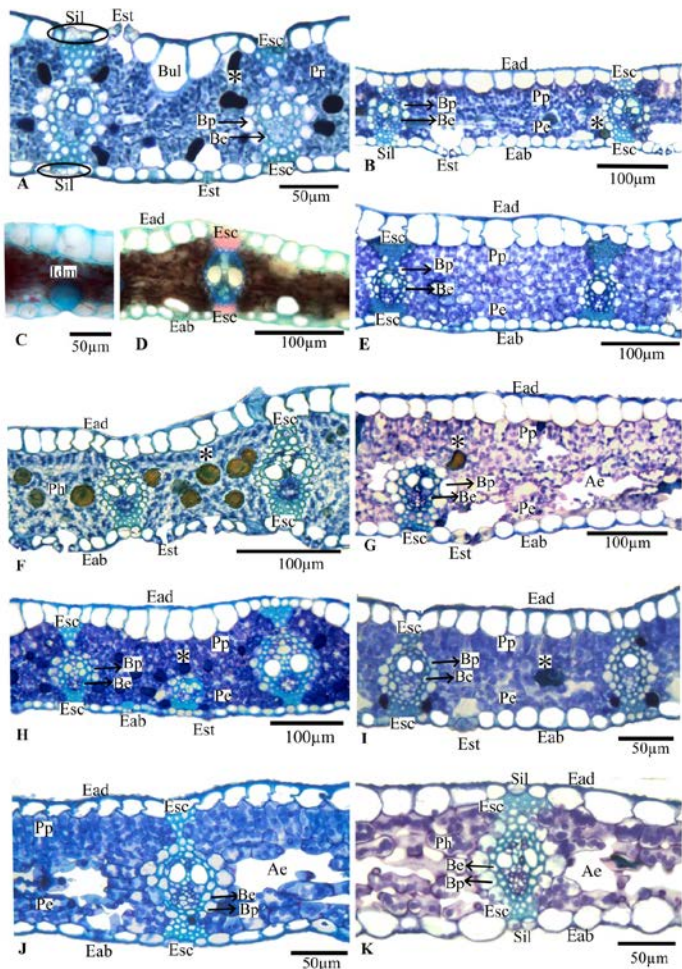


Nota: A-K. Presença de ornamentações nas paredes sinuosas. A-B. *Scleria distans* anfiestomática. C-D. *Scleria leptostachya*. D. Observam-se depressões (setas brancas), correspondendo às estruturas secretoras. E-F. *Scleria gaertneri*. G-H. *Scleria latifolia*. I-K. *Scleria panicoides*. K. Detalhe do estômato. * = tricomas. Setas = estômatos. () = estruturas secretoras de mucilagem.

Figura 5. Microscopia eletrônica de varredura da superfície epidérmica de folhas de espécies de *Scleria* Bergius. Face adaxial (A, E, G, I). Face abaxial (C, D, F, H, J).

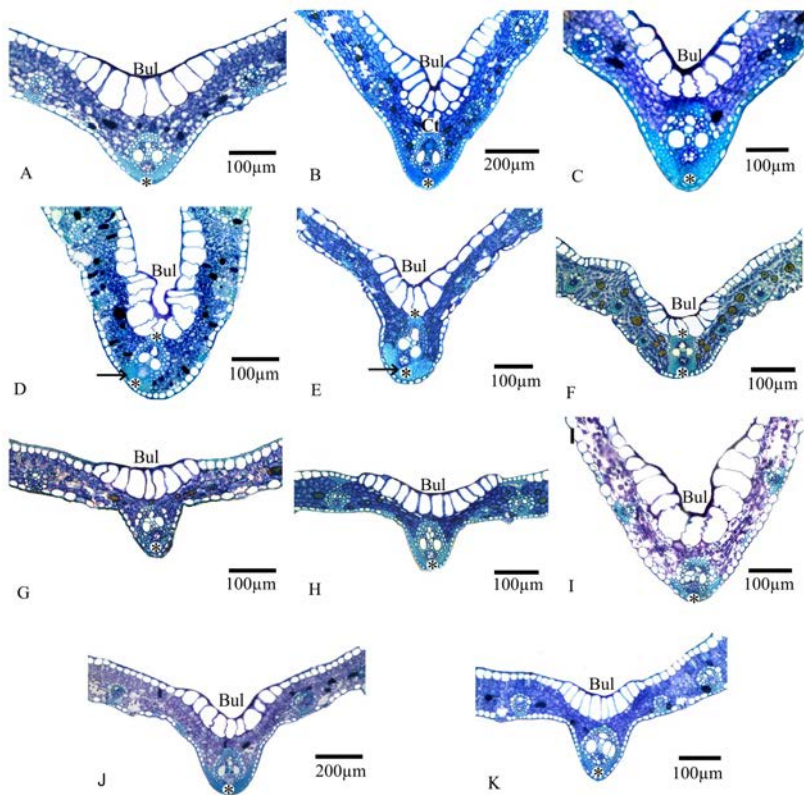


Nota: A-D. *Scleria secans*. B. Detalhe dos tricomas escabrosos retorsos do bordo, devido ao hábito apoiante (*). D. Detalhe dos tricomas escabrosos da nervura central. E-F. *Scleria sellowiana*. E. Observam-se tricomas tectores longos e curtos. F. Detalhe mostrando estômatos (setas) e ornamentações da parede. G-H. *Scleria plusiophylla*. H. Detalhe mostrando tricomas escabrosos do bordo (*). I-J. *Scleria uleana*. I. Observam-se tricomas tectores.

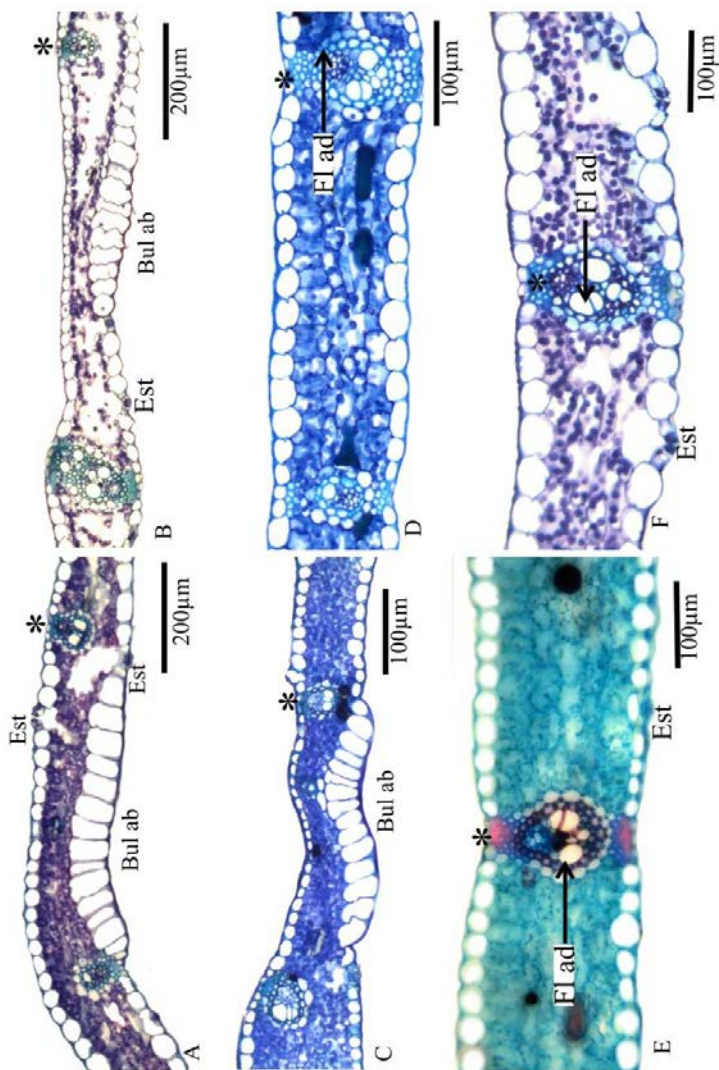
Figura 6. Secções transversais de folhas de espécies de *Scleria* Bergius.

Nota: A-K. Observam-se células epidérmicas da face adaxial maiores em relação à face abaxial. A-I. Células epidérmicas de tamanhos semelhantes em ambas as faces. J-K. Mesofilo homogêneo. A,F,K. Homogêneo radiado. A. Mesofilo heterogêneo. B, E, G, H, I, J. Estômatos acima do nível das células epidérmicas em todas as espécies. A. *Scleria distans*. B. *Scleria gaertneri*. C-D. *Scleria leptostachya*. E. *Scleria secans*. F. *Scleria sellowiana*. G. *Scleria panicoides*. H. *Scleria variegata*. I. *Scleria uleana*. J. *Scleria latifolia*. K. *Scleria plusiophylla*. Legenda: Sil = sílica. Bul = buliformes. Esc = esclerenquima. Ead = epiderme adaxial. Eab = epiderme abaxial. Pr = parênquima radiado. Ph = parênquima homogêneo. Pp = parênquima paliádico. Pe = parênquima esponjoso. Ae = aerênquima. Bp = bainha parênquimática. Be = bainha espessada. Fad = floema adaxial. * = Idioblastos contendo compostos fenólicos. Idm = Idioblasto contendo mucilagem.

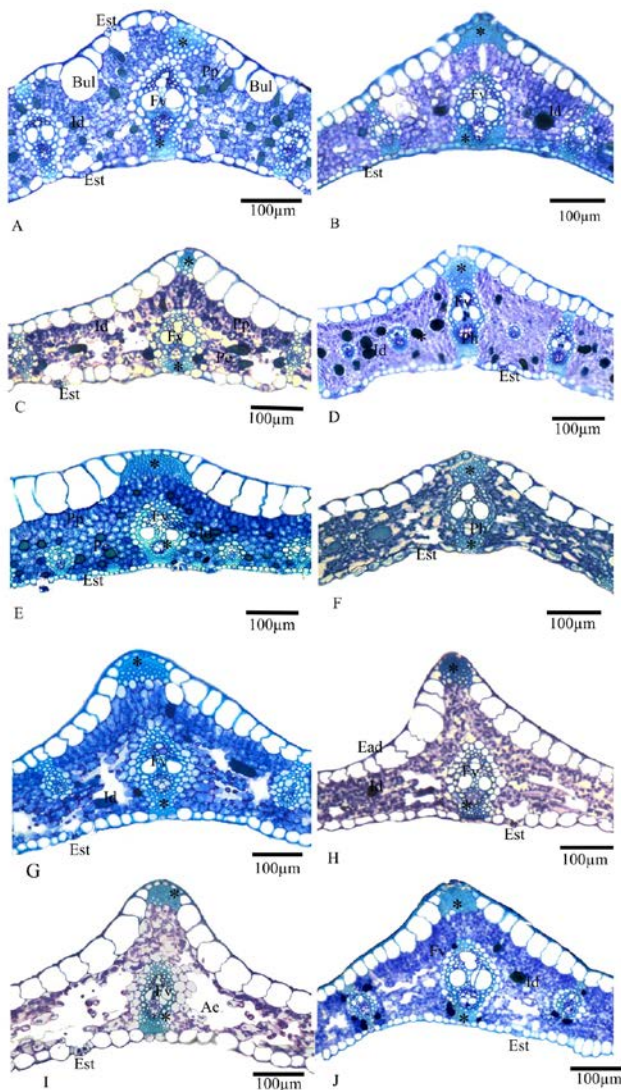
Figura 7. Secções transversais da folha de espécies de *Scleria* Bergius, evidenciando a nervura central com a presença de células buliformes dispostas acima do nível das demais células epidérmicas e cordões de esclerênquima bem desenvolvido voltado para a face abaxial em todas as espécies.



Nota: A-B. *Scleria latifolia*. C. *Scleria secans*. D. *Scleria distans*. E. *Scleria leptostachya*. F. *Scleria sellowiana*. G. *Scleria gaertneri*. H. *Scleria variegata*. I. *Scleria plusiophylla*. J. *Scleria panicoides*. K. *Scleria uleana*. As espécies D *Scleria distans*, E *Scleria leptostachya* que apresentam feixe vascular deslocado e F *Scleria sellowiana* possuem também um cordão de esclerênquima associado ao feixe voltado para a face adaxial. Em A-B *Scleria latifolia* observa-se a possibilidade de ocorrência de células translúcidas logo abaixo das células buliformes. Legenda: Bul = buliformes. Cl = células translúcidas. * = Cordão de esclerênquima. Seta = feixe deslocado.

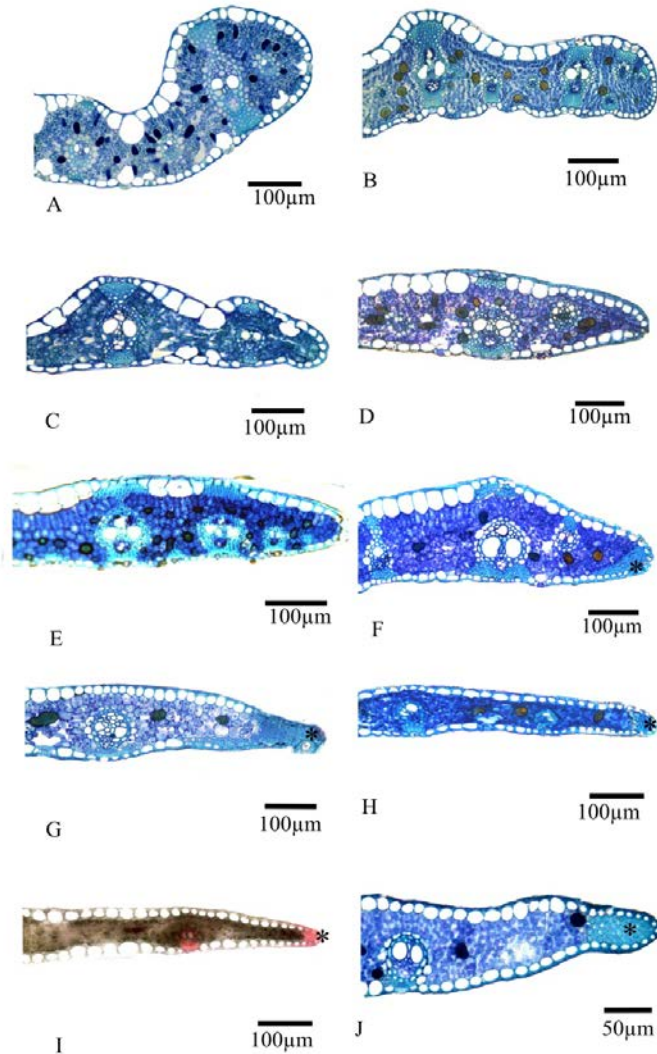
Figura 8. Secções transversais de folhas de espécies de *Scleria* Bergius.

Nota: A-C. Detalhes da ala, onde observa-se a presença de feixes vasculares invertidos, células buliformes na face abaxial e estômatos. A. *Scleria latifolia*. B. *Scleria plusiophylla*. C. *Scleria uleana*. D-F. Detalhe do mesofilo com feixes vasculares invertidos. D. *Scleria latifolia*. E. *Scleria panicoides*. F. *Scleria plusiophylla*. Legenda: * = feixe invertido. **Bul ab** = buliformes abaxiais.

Figura 9. Fotomicrografias de secções transversais da costela lateral.

Nota: **A** *Scleria distans*, **B** *Scleria secans*, **C** *Scleria gaertneri*, **D** *Scleria sellowiana*, **E** *Scleria variegata*, **F** *Scleria leptostachya*, **G** *Scleria latifolia*, **H** *Scleria panicoides*, **I** *Scleria plusiophylla* e **J** *Scleria uleana*, mostrando feixe vascular, estômatos, esclerênquima e idioblastos contendo compostos fenólicos. Legenda: **Ead** = Epiderme adaxial. **Eab** = Epiderme abaxial. **Fx** = Feixe vascular. **Esc** = Esclerênquima. **Pp** = Parênquima paliçádico. **Pe** = Parênquima esponjoso. **Ph** = Parênquima homogêneo. **Ae** = Aerênquima. **Id** = Idioblastos. **Est** = Estômatos.

Figura 10. Fotomicrografias de seções transversais mostrando o formato do bordo foliar.



Nota: Que pode ser arredondado como em **A** *Scleria distans*, **B** *Scleria sellowiana*, **C** *Scleria leptostachya*, **D** *Scleria gaertneri*, **E** *Scleria variegata* e **F** *Scleria secans*, esta última apresentando esclerênquima ligeiramente voltado para a face abaxial. Em **G** *Scleria latifolia*, **H** *Scleria panicoides*, **I** *Scleria plusiophylla* e **J** *Scleria uleana* observa-se o bordo da ala com formato agudo e esclerênquima restrito a extremidade. * = esclerênquima.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A anatomia foliar reuniu caracteres que foram úteis para a caracterização do gênero como o formato de “W invertido” da lâmina foliar em secção transversal, células epidérmicas de tamanho maior na face adaxial, tricomas escabrosos no bordo foliar, células buliformes localizadas na face adaxial da nervura central e costelas laterais, presença de cordão de esclerênquima subepidérmico na região das costelas laterais, esclerênquima associado ao feixe em ambas às faces epidérmicas e estômatos apenas na face abaxial. Outros caracteres apresentaram relevância taxonômica contribuindo para a separação de grande parte dos táxons analisados, entre eles *S. sellowiana* e *S. leptostachya* pela presença de mesofilo homogêneo composto por células de arranjo compacto, *S. distans*, pelas células buliformes distribuídas de forma dispersa ao longo da lâmina foliar e também por ser a única espécie a apresentar estômatos em ambas às faces epidérmicas e mesofilo radiado. *S. leptostachya* pela presença de depressões na superfície epidérmica correspondente á células secretoras de mucilagem. Em *S. distans* e *S. leptostachya* a ocorrência de feixes vasculares deslocados na região da nervura central reforçou separação destas, das demais espécies analisadas, assim como a presença de células buliformes distribuídas de forma contínua ao longo da lâmina foliar de *S. leptostachya* e *S. variegata*.

O formato de W invertido da lâmina foliar é um caractere comum ao gênero, no entanto, dentro deste grupo pode-se separar espécies com presença de 5 costelas proeminentes, *S. latifolia*, *S. panicoides*, *S. plusiophylla* e *S. uleana*, todas apresentam bainha alada, sendo o último par de costelas laterais, correspondente à ala da bainha que permanece na folha. Este grupo de espécies diferiram ainda dos demais táxons analisados pela presença de células buliformes abaxiais, localizadas próximas do bordo foliar, a partir das quais observa-se a ocorrência de feixes vasculares de orientação incomum, com os polos de floema voltados para a face adaxial da lâmina foliar.

A ontogênese do ápice do rizoma de *S. plusiophylla* demonstrou que os feixes presentes nas extensões das alas da bainha que permanecem na lâmina foliar surgem por cordões procambiais independentes e aparecem invertidos em relação à lâmina foliar, pois

seguem a orientação da bainha. Conclui-se também que ambas as superfícies da ala da folha são revestidas por células da epiderme abaxial, devido à ocorrência de estômatos em ambas as faces epidérmicas na região correspondente á ala, uma vez que a folha é hipoestomática. *S. secans* é a única espécie analisada que apresenta bainha, porém não se enquadra nas descrições anteriores, pois a ala da bainha não permanece na folha, no entanto, a mesma diferencia-se de todas as outras espécies analisadas pela presença de esclerênquima do bordo foliar ligeiramente voltado para a face abaxial da lâmina foliar.

Apesar de *S. latifolia*, *S. panicoides*, *S. plusiophylla* e *S. uleana* apresentarem todos os caracteres em comum citados acima, *S. panicoides* e *S. variegata* diferenciam-se destas e de todas as demais espécies analisadas pela presença de tricomas tectores presentes apenas na face abaxial da lâmina foliar bem como esclerênquima associado aos feixes vasculares também apenas na face abaxial. Já *S. uleana* difere de todas as demais espécies pela presença de tricomas tectores apenas na face adaxial da superfície epidérmica, além da ocorrência de tricomas escabrosos na face adaxial da nervura central. *S. plusiophylla* distingue-se pela presença de parênquima homogêneo composto por células que delimitam espaços formando um aerênquima.

As espécies *S. gaertneri*, *S. latifolia* e *S. variegata* não apresentaram nenhum caractere anatômico distinto entre as espécies, no entanto é possível identificar as duas últimas, analisando-se todos os caracteres que definem as espécies de forma conjunta e comparativa, sendo assim, a anatomia serviu para separar grande parte dos táxons analisados.