

Anatomia das folhas, brácteas e escapos de *Actinocephalus* (Koern.) Sano (Eriocaulaceae)

ALINE ORIANI^{1,3}, VERA LUCIA SCATENA¹ e PAULO TAKEO SANO²

(recebido: 19 de setembro de 2003; aceito: 9 de dezembro de 2004)

ABSTRACT – (Anatomy of the leaves, bracts and scapes of *Actinocephalus* (Koern.) Sano (Eriocaulaceae)). The anatomy of the leaves, bracts and scapes of 20 species (41 specimens) of *Actinocephalus* from the “campos rupestres” of Brazil were studied. Our aim was the characterization of this new genus in an anatomical basis, besides elucidating some ecological aspects of the group. The leaves and bracts are similar, presenting an uniseriate epidermis, with elongated cells in longitudinal orientation; stomata on the abaxial surface, with substomatal chambers; loosely aggregated chlorenchyma; collateral vascular bundles enclosed in a double sheath, and parenchymatous bundles sheath extensions. The scapes present an uniseriate epidermis; substomatal chambers; loosely aggregated chlorenchyma; discontinuous endodermis; sinuous pericycle and collateral vascular bundles. The presence of elongated cells in longitudinal orientation in the epidermis as well as in the vascular bundles sheath extensions in the leaves and bracts, besides discontinuous endodermis in the scapes and substomatal chambers in the three organs studied are consistent characters for the genus. The anatomical characteristics of the organs studied are mesomorphic.

Key words - *Actinocephalus*, anatomy, bracts, leaves, scapes

RESUMO – (Anatomia das folhas, brácteas e escapos de *Actinocephalus* (Koern.) Sano (Eriocaulaceae)). Estudou-se a anatomia das folhas, brácteas e escapos de 20 espécies (41 espécimes) de *Actinocephalus*, que ocorrem nos campos rupestres do Brasil, visando caracterizar anatomicamente o novo gênero proposto para a família, além de elucidar alguns aspectos ecológicos do grupo. As folhas e as brácteas são anatomicamente semelhantes entre si e apresentam epiderme unisseriada, com células alongadas no sentido longitudinal; estômatos na face abaxial, com câmaras subestomáticas; parênquima clorofiliano frouxo; feixes vasculares colaterais envolvidos por bainha dupla e extensão de bainha dos feixes constituída por células parenquimáticas alongadas. Os escapos apresentam epiderme unisseriada; câmaras subestomáticas; parênquima clorofiliano frouxo; endoderme descontínua; periciclo sinuoso e feixes vasculares colaterais. A presença de células alongadas tanto na epiderme como nas extensões de bainha dos feixes vasculares nas folhas e nas brácteas, assim como endoderme descontínua nos escapos e câmara subestomática nos três órgãos estudados são caracteres consistentes para o gênero. As características anatômicas dos órgãos estudados são mesomórficas.

Palavras-chave - *Actinocephalus*, anatomia, brácteas, escapos, folhas

Introdução

Eriocaulaceae apresenta 10-11 gêneros e cerca de 1.200 espécies, com distribuição pantropical (Giulietti & Hensold 1990, Sano 2004). Habitam predominantemente os terrenos brejosos das regiões tropicais e subtropicais de todo o mundo, sendo o seu maior centro de diversidade genética a região tropical da América do Sul, especialmente o Brasil (Joly 1993).

As Eriocaulaceae são amplamente distribuídas nos campos rupestres brasileiros, principalmente na Cadeia

do Espinhaço, que se estende ao longo dos estados de Minas Gerais e Bahia (Giulietti & Pirani 1988). Mais de 90% das espécies pertencem aos gêneros *Paepalanthus* Mart., *Syngonanthus* Ruhl. e *Eriocaulon* L. (Splett *et al.* 1993). *Paepalanthus* é o maior gênero da família e apresenta ampla variabilidade morfológica (Scatena & Moraes 1996).

Estudos anatômicos dos órgãos vegetativos de espécies de Eriocaulaceae eram restritos praticamente aos de Poulsen (1888), Holm (1901), Ruhland (1903), Malmanche (1919) e Tomlinson (1969). Nas décadas de 1980, 1990 e 2000, vários trabalhos foram publicados com espécies brasileiras de diferentes gêneros, incluindo: *Paepalanthus* (Castro & Menezes 1990, 1995, Scatena & Barros 1996, Scatena & Moraes 1996, Scatena *et al.* 1998, Scatena & Rosa 2001, Coan *et al.* 2002), *Eriocaulon* (Monteiro *et al.* 1984, Scatena *et al.* 1999a, Coan *et al.* 2002), *Blastocaulon* Ruhl. (Scatena *et al.* 1999b), *Leiothrix* Ruhl. (Monteiro *et al.* 1985, Scatena

1. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Departamento de Botânica, Caixa Postal 199, 13506-900 Rio Claro, SP, Brasil.
2. Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, Departamento de Botânica, Caixa Postal 11461, 05422-970 São Paulo, SP, Brasil.
3. Autor para correspondência: aoriani@terra.com.br

& Rocha 1995, Scatena & Giulietti 1996, Giulietti *et al.* 1998, Coan *et al.* 2002), *Syngonanthus* (Scatena & Menezes 1993, 1996, Coan *et al.* 2002), *Tonina* Aubl. e *Philodice* Mart. (Coan *et al.* 2002). Nesses trabalhos os autores discutiram a ocorrência de características anatômicas, relacionando-as com o ambiente e com a taxonomia do grupo.

O primeiro estudo cladístico para Eriocaulaceae foi proposto por Giulietti *et al.* (1995), apresentando *Paepalanthus* como um gênero polifilético. Uma análise mais recente apresentou uma árvore de consenso estrito para dados anatômicos e macromorfológicos, confirmou o polifiletismo de *Paepalanthus* e sugeriu que este gênero deveria ser dividido em vários pequenos grupos monofiléticos (Giulietti *et al.* 2000). Como resultado dessa análise, Sano (2004), a partir de *Paepalanthus* sect. *Actinocephalus* (Koern.) Ruhland, delimitou um novo gênero: *Actinocephalus* (Koern.) Sano, incluindo 29 espécies.

Considerando Eriocaulaceae como uma das famílias diagnósticas dos campos rupestres brasileiros, o objetivo deste trabalho foi caracterizar anatomicamente folhas, brácteas e escapos de *Actinocephalus* (Eriocaulaceae), visando corroborar ou não o novo gênero proposto por Sano (2004), além de elucidar aspectos ecológicos do grupo.

Material e métodos

O estudo anatômico de folhas, brácteas e escapos de *Actinocephalus* (Koern.) Sano foi feito em material obtido de exsicatas do Herbário do Departamento de Botânica da Universidade de São Paulo (SPF), provenientes de diferentes localidades do Brasil. Utilizou-se também material coletado em diferentes municípios de Minas Gerais, Brasil, cujas exsicatas estão depositadas no Herbário do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista (HRCB). Os espécimes estudados estão detalhados na tabela 1. De todas as espécies do gênero, apenas oito não foram estudadas por não ter sido possível a obtenção das mesmas, uma vez que se tratavam de holótipos ou se encontravam em herbários fora do país. Folhas, brácteas e escapos foram fervidos em água com glicerina para expansão dos tecidos e posteriormente transferidos para álcool 70%. Foram feitas secções anatômicas transversais à mão livre, com lâminas de barbear, na região mediana das folhas, das brácteas e dos escapos, as quais foram submetidas ao processo de dupla coloração com fucsina e azul de astra (Roeser 1962) e montadas em lâminas semi-permanentes. Também foram feitas secções longitudinais na região mediana das folhas e das brácteas de *A. ramosus* (Wikstr) Sano e *A. stereophyllus* (Ruhland) Sano. Os resultados foram documentados por meio

de desenhos organográficos e fotomicrografias, feitos com o auxílio de microscópio com câmara clara Olympus CBA e de fotomicroscópio Olympus BX40, respectivamente.

Resultados

Folhas e brácteas – As folhas e as brácteas dos diferentes espécimes estudados de *Actinocephalus* (Koern.) Sano, em secção transversal da região mediana, estão representadas nos diagramas das figuras 1-14. Todas as folhas estudadas apresentam o mesmo padrão anatômico (figuras 1-9), sendo este semelhante ao encontrado nas brácteas (figuras 10-14).

As margens das folhas e das brácteas apresentam parênquima clorofiliano logo abaixo da epiderme (figuras 1, 4-11, 14), ou, menos frequentemente, colênquima (figuras 2-3, 12-13). O mesofilo é descontínuo devido à presença de extensões de bainha dos feixes vasculares maiores (figuras 1-14).

Os feixes vasculares são colaterais e envolvidos por bainha dupla em todas as folhas e brácteas estudadas (figuras 1-14). Apresentam-se em número variado, com disposição intercalada de feixes maiores e menores, e encontram-se dispostos num mesmo nível e equidistantes das epidermes (figuras 1-3, 5, 8, 10-14), ou distribuídos em séries de diferentes níveis (figuras 4, 6-7, 9). A presença de hipoderme foi observada somente em *A. claussonianus* (figuras 14, 17).

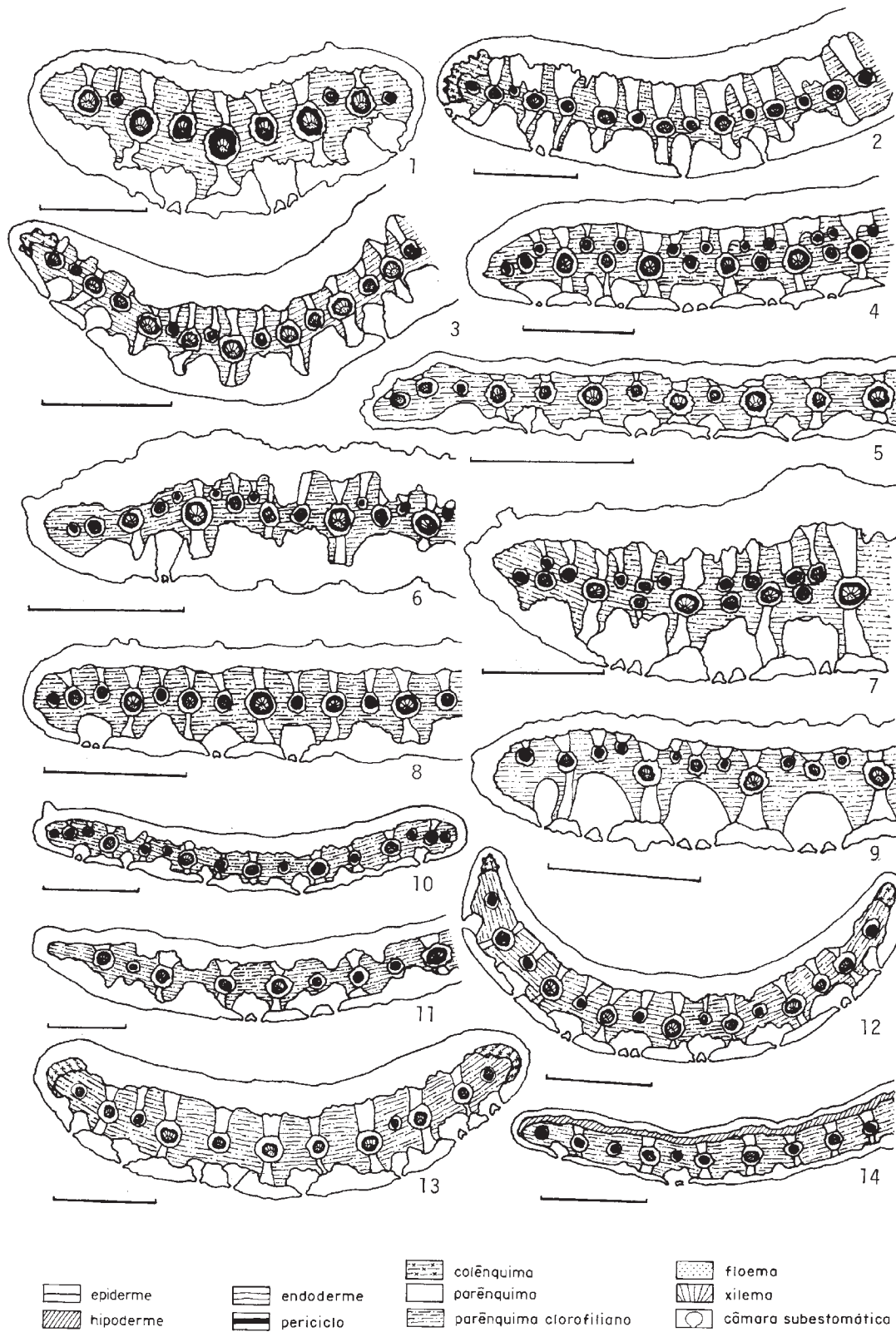
A epiderme é unisseriada, de forma alongada no sentido longitudinal, em secção transversal, na maioria das folhas (figuras 15-16, 18-20) e das brácteas (figuras 21-23), com exceção de *A. claussonianus* (figura 17). O espessamento da parede de suas células pode ser homogêneo, como em *A. brachypus* (figuras 15, 21), *A. falcifolius* (figura 19), *A. polyanthus* var. *polyanthus* (figuras 22-23), ou com a parede periclinal externa mais espessada que a interna, como em *A. robustus* (figura 16), *A. claussonianus* (figura 17), *A. cabralensis* (figura 18) e *A. polyanthus* var. *bifrons* (figura 20).

Os estômatos ocorrem somente na face abaxial, com câmaras subestomáticas amplas, em todas as folhas e brácteas dos espécimes estudados (figuras 15, 17, 20-21, 23). As câmaras subestomáticas são delimitadas por células epidérmicas que, em secção longitudinal, aparecem intercaladas com os estômatos e possuem a forma da letra “T” invertida, como pode ser observado em *A. ramosus* (figura 24, seta). Em secção transversal, essas células epidérmicas apresentam-se alongadas e curtas no nível dos estômatos, dependendo da altura em que foi feita a secção (figuras 20-21, 23).

Tabela 1. Espécies e coleções utilizadas no estudo anatômico (CFCR: Coleção Flora dos Campos Rupestres; CFSC: Coleção Flora da Serra do Cipó, *Espécies novas em fase de descrição). s.l. - sem local; s.d. - sem data.

Table 1. Species and botanic material used in the anatomical study (CFCR: "Campos Rupestres" Flora Collection; CFSC: "Serra do Cipó" Flora Collection; * New species in description phase). s.l. = no place; s.d. = no date.

Espécie	Localidade	Coleção
<i>Actinocephalus bongardii</i> (A.St.-Hil.) Sano	MG - Goveia	Giulietti et al. CFR 1731 29-VIII-1981
	GO - Cocalzinho	Forzza et al. 872 28-V-1998
	MG - Diamantina	Scatena et al. 253 1-II-2002
<i>A. brachypus</i> (Bong.) Sano	MG - Diamantina	Giulietti et al. CFR 2334 30-X-1981
	MG - Diamantina	Hensold et al. CFR 2673 2-XII-1981
	MG - Diamantina	Mello-Silva et al. CFR 8640 23-XI-1985
	MG - Diamantina	Braga & Chaves 446 3-XII-1991
<i>A. cabralensis</i> (Silveira) Sano	MG - Augusto de Lima. Serra do Cabral	Sano et al. CFR 15292 20-III-1994
<i>A. callophyllus</i> (Silveira) Sano	MG - Pico do Itambé	Silveira 504 IV-1908
<i>A. ciliatus</i> (Bong.) Sano	MG - Serro	Souza et al. 8342 11-III-1995
	MG - Costa Sena	Sano et al. 867 12-II-1998
	MG - Trinta Réis	Godoy et al. CFR 11933 12-XII-1987
<i>A. cipoensis</i> (Silveira) Sano	s.l.	Arbo et al. 4940
<i>A. clausenianus</i> (Koern.) Sano	MG - Costa Sena. Morro do Catete	Silveira 481
<i>A. denudatus</i> (Koern.) Sano	s.l.	Giulietti et al. CFR 1873
<i>A. diffusus</i> (Silveira) Sano	MG - Santana do Riacho	Pirani CFSC 5956 29-II-1980
	MG - Santana do Riacho	Esteves et al. CFSC 5988 14-XI-1984
	MG - Santana do Riacho	Giulietti CFSC 5642 15-VIII-1979
<i>A. falcifolius</i> (Koern.) Sano	s.l.	s.d.
<i>A. herzogii</i> (Moldenke) Sano	BA - Piatã. Serra da Tromba	Ganev 285 14-V-1992
	BA - Piatã	Harley et al. 24189 14-II-1987
	BA - Piatã. Serra de Santana	Queiroz H51527 10-II-1992
<i>A. nodifer</i> (Silveira) Sano	MG - Chapada do Couto	Silveira 684 IV-1918
<i>A. polyanthus</i> var. <i>bifrons</i> (Silveira) Sano	MG - Diamantina	Sano et al. 796 11-XII-1997
	MG - Diamantina	Scatena et al. 244 31-I-2002
	MG - Diamantina	Scatena et al. 248 1-II-2002
<i>A. polyanthus</i> var. <i>polyanthus</i> (Bong.) Sano	PR - Ponta Grossa	Krieger 14362 19-XII-1976
	SP - Piquete	Sano et al. 142 5-VI-1995
	MG - Diamantina	Sano et al. 815 11-II-1998
	MG - Santana do Riacho. Serra do Cipó	Scatena et al. 236 29-I-2002
	MG - Santana do Riacho. Serra do Cipó	Scatena et al. 237 29-I-2002
<i>A. ramosus</i> (Wikstr) Sano	RJ - Massambaba	Fontella et al. 3198 27-X-1993
	MG - Santana do Riacho. Serra do Cipó	Sano et al. 544 20-X-1997
	MG - Diamantina	Scatena et al. 249 1-02-2002
<i>A. rigidus</i> (Bong.) Sano	MG - Diamantina	Sano et al. 691 8-XII-1997
<i>A. robustus</i> (Silveira) Sano	MG - Santana do Riacho. Serra do Cipó	Sano et al. 657 23-X-1997
<i>A. stereophyllus</i> (Ruhland) Sano	MG - Diamantina	Sano et al. 705 8-XII-1997
	MG - Diamantina	Scatena et al. 252 1-II-2002
<i>Actinocephalus</i> sp. nov. 1 Sano*	MG - Botumirim	M.G.C. & S.T.S. 479 25-VII-1991
<i>Actinocephalus</i> sp. nov. 2 Sano*	SE - Serra de Itabaiana	Andrade-Lima SPF 30379 20-IV-1974
<i>Actinocephalus</i> sp. nov. 3 Sano*	MG - Rio Vermelho	Mello-Silva et al. CFR 10240 9-IX-1986



Figuras 1-14. Diagramas das secções transversais da região mediana das folhas e das brácteas de *Actinocephalus*. Folhas: 1. *A. brachypus*. 2. *A. stereophyllus*. 3. *A. denudatus*. 4. *A. polyanthus* var. *polyanthus*. 5. *A. diffusus*. 6. *Actinocephalus* sp. nov. 7. *A. ciliatus*. 8. *A. polyanthus* var. *bifrons*. 9. *A. callophyllus*. Brácteas: 10. *Actinocephalus* sp. nov. 11. *Actinocephalus* sp. nov. 12. *A. cabralensis*. 13. *A. falcifolius*. 14. *A. claussonianus*. Barras = 400 μ m (1, 10, 14), 600 μ m (2, 5, 8), 550 μ m (3, 9), 700 μ m (4, 6), 450 μ m (7, 12-13), 300 μ m (11).

As folhas e as brácteas de todos os espécimes estudados apresentam tricomas e em corte transversal evidenciam-se as células basal e colar dos mesmos, como pode ser observado em *A. brachypus* (figura 15) e em *A. polyanthus* var. *polyanthus* (figura 23).

Em *A. cabralensis* (figura 18) e em *A. falcifolius* (figura 19) observa-se a presença de colênquima situado logo abaixo da epiderme, nas margens das folhas.

Em todas as folhas e brácteas dos espécimes estudados o mesofilo é constituído de parênquima clorofiliano frouxo e é descontínuo devido à presença de extensões de bainha dos feixes vasculares, que são constituídas por células parenquimáticas alongadas no sentido longitudinal, em secção transversal (figuras 15-23).

Os feixes vasculares do mesofilo são sempre colaterais e envolvidos por bainha dupla (figuras 15-23). A bainha externa (células parenquimáticas) é a endoderme e a bainha interna (células de paredes espessadas) é o periciclo (figuras 15, 22).

Escapos – Os escapos dos diferentes espécimes estudados de *Actinocephalus*, em secção transversal da região mediana, estão representados nos diagramas das figuras 25-35. Todos os escapos estudados são cilíndricos e apresentam epiderme, córtex e cilindro vascular. A maioria dos escapos apresenta simetria radiada (figuras 25, 27-35), com exceção de *A. polyanthus* var. *polyanthus* (Sano et al. 142) e *Actinocephalus* sp. nov. 3 (figura 26), que apresentam simetria bilateral.

Todos os escapos apresentam de duas a cinco costelas, que formam saliências em *A. clausenianus* (figura 25), *Actinocephalus* sp. nov. 2 (figura 29) e *A. bongardii* (figura 35). O número de costelas pode variar entre os indivíduos de diferentes populações, como pode ser observado em *A. herzogii* (Ganev 285; Queiroz H51527) (figuras 31-32), e inclusive no mesmo indivíduo, como pode ser observado em *A. bongardii* (CFCR 1731) (figuras 34-35). Todos os escapos apresentam endoderme descontínua, que forma calotas nos feixes vasculares menores (figuras 25-35). O periciclo é contínuo e sinuoso, circundando totalmente os feixes vasculares menores e parcialmente os feixes vasculares maiores (figuras 25-35).

Os feixes vasculares são colaterais, de dois tamanhos distintos: os maiores voltados ao colênquima ou parênquima e os menores voltados ao parênquima clorofiliano (figuras 25-35). Foi encontrado feixe vascular composto apenas em *A. herzogii* (Queiroz H51527) (figuras 32, 38) e feixe vascular geminado apenas em *A. bongardii* (CFCR 1731) (figura 35).

A epiderme dos escapos de todos os espécimes estudados é unisseriada (figuras 36-40). Apresenta células com parede periclinal externa mais espessada que a interna, como em *A. denudatus* (figura 36), *A. rigidus* (figura 37), *A. herzogii* (Queiroz H51527) (figura 38), *Actinocephalus* sp. nov. 3 (figura 39), ou espessamento homogêneo, como em *A. ciliatus* (CFCR 11933) (figura 40).

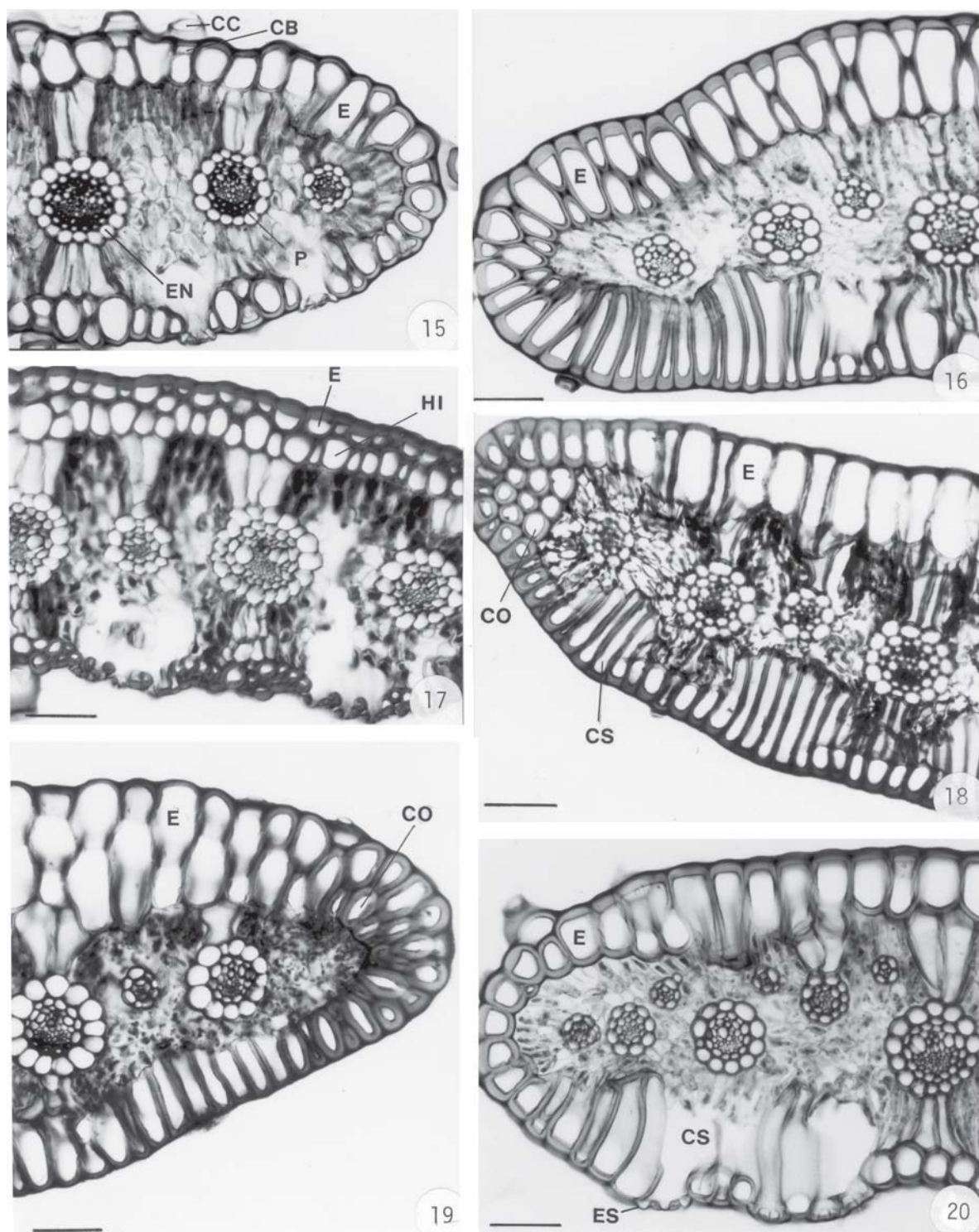
Os estômatos estão situados em frente ao parênquima clorofiliano e possuem câmaras subestomáticas amplas (figuras 37, 39).

O córtex pode ser constituído por colênquima, como em *A. denudatus* (figura 36) e *A. ciliatus* (figura 40), ou por parênquima, como em *A. herzogii* (figura 38). O parênquima clorofiliano é frouxo (figuras 36, 38); a endoderme é descontínua e constituída por células de paredes finas, celulósicas (figuras 36, 38-40). O periciclo é contínuo, constituído por células de paredes espessadas lignificadas, como pode ser observado em *A. denudatus* (figura 36) e em *Actinocephalus* sp. nov. 3 (figura 39). Os feixes vasculares colaterais apresentam elementos de metaxilema bem desenvolvidos (figura 36). A medula é constituída por células parenquimáticas em todos os espécimes estudados (figuras 38, 40).

Discussão

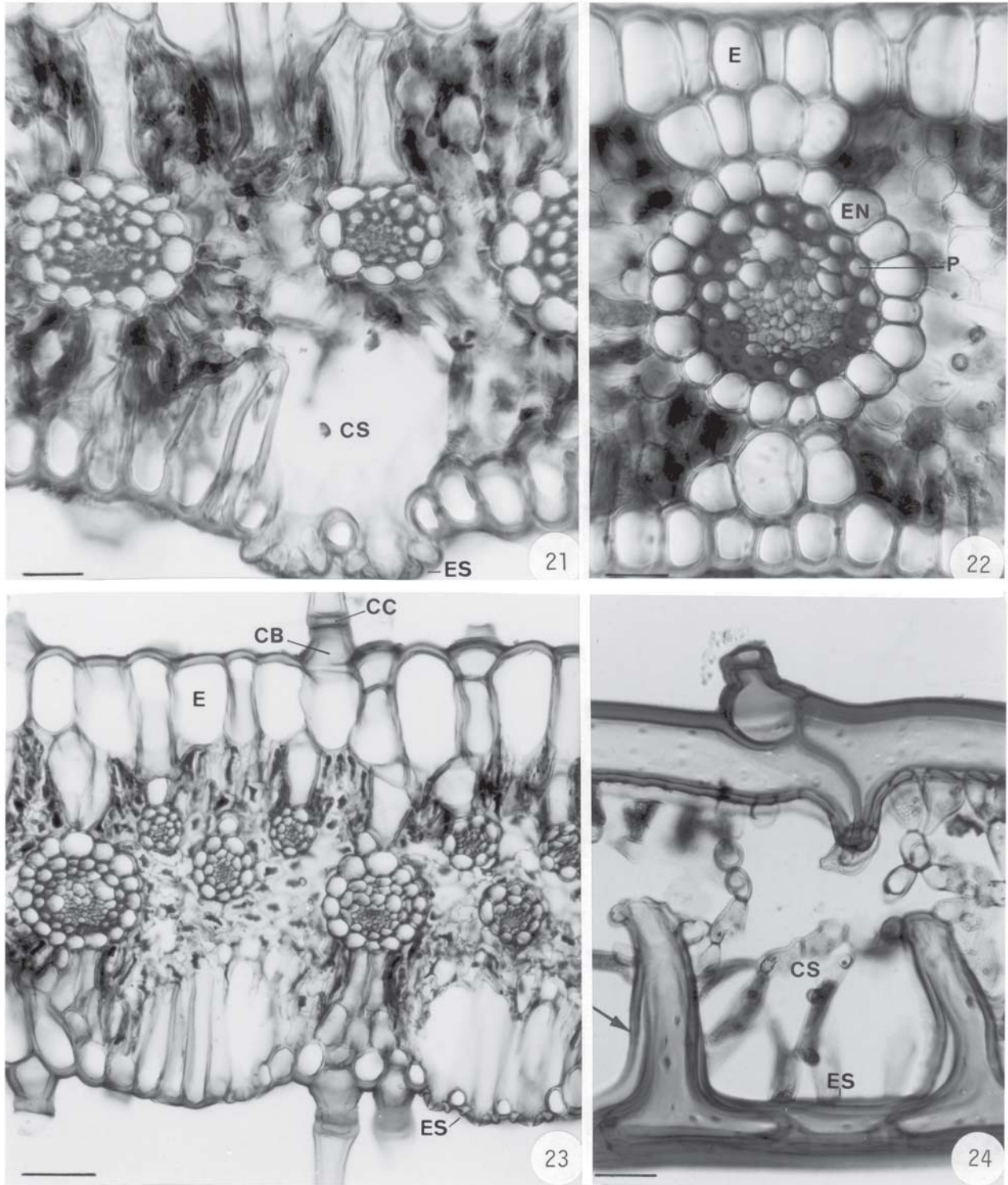
As folhas, as brácteas e os escapos de *Actinocephalus* (Koern.) Sano apresentam células epidérmicas com paredes parcialmente espessadas. Tal espessamento pode ser homogêneo ou diferencial, sendo a parede periclinal externa mais espessada que a interna. Essa característica, juntamente com a presença de tecido de sustentação na margem das folhas e das brácteas de algumas espécies, bem como no córtex de alguns escapos, está relacionada ao ambiente típico de campos rupestres a que estas plantas estão sujeitas.

Figures 1-14. Diagrams of the median cross sections of *Actinocephalus* leaves and bracts. Leaves: 1. *A. brachypus*. 2. *A. stereophyllus*. 3. *A. denudatus*. 4. *A. polyanthus* var. *polyanthus*. 5. *A. diffusus*. 6. *Actinocephalus* sp. nov. 3. 7. *A. ciliatus*. 8. *A. polyanthus* var. *bifrons*. 9. *A. callophyllus*. Bracts: 10. *Actinocephalus* sp. nov. 1. 11. *Actinocephalus* sp. nov. 2. 12. *A. cabralensis*. 13. *A. falcifolius*. 14. *A. clausenianus*. Bars = 400 μ m (1, 10, 14), 600 μ m (2, 5, 8), 550 μ m (3, 9), 700 μ m (4, 6), 450 μ m (7, 12-13), 300 μ m (11).



Figuras 15-20. Secções transversais da região mediana das folhas de *Actinocephalus*: 15. *A. brachypus* (CFCR 2673). 16. *A. robustus*. 17. *A. claussonianus*. 18. *A. cabralensis*. 19. *A. falcifolius*. 20. *A. polyanthus* var. *bifrons* (Scatena *et al.* 244). Barras = 80 μm (15-20). (CB = célula basal; CC = célula colar; CO = colênquima; CS = câmara subestomática; E = epiderme; EN = endoderme; ES = estômato; P = periciclo).

Figures 15-20. Median cross sections of *Actinocephalus* leaves: 15. *A. brachypus* (CFCR 2673). 16. *A. robustus*. 17. *A. claussonianus*. 18. *A. cabralensis*. 19. *A. falcifolius*. 20. *A. polyanthus* var. *bifrons* (Scatena *et al.* 244). Bars = 80 μm (15-20). (CB = basal cell; CC = colar cell; CO = collenchyma; CS = substomatal chamber; E = epidermis; EN = endodermis; ES = stoma; P = pericycle).



Figuras 21-24. Secções transversais e longitudinal da região mediana das brácteas de *Actinocephalus*. Transversais: 21. *A. brachypus* (Braga & Chaves 446). 22. *A. polyanthus* var. *polyanthus* (Scatena et al. 237). 23. *A. polyanthus* var. *polyanthus* (Sano et al. 142). Longitudinal: 24. *A. ramosus* (Scatena et al. 249). Barras = 30 μ m (21-22, 24), 80 μ m (23). (CB = célula basal; CC = célula colar; CS = câmara subestomática; E = epiderme; EN = endoderme; ES = estômato; P = periciclo).

Figures 21-24. Median cross and longitudinal sections of *Actinocephalus* bracts. Cross sections: 21. *A. brachypus* (Braga & Chaves 446). 22. *A. polyanthus* var. *polyanthus* (Scatena et al. 237). 23. *A. polyanthus* var. *polyanthus* (Sano et al. 142). Longitudinal section: 24. *A. ramosus* (Scatena et al. 249). Bars = 30 μ m (21-22, 24), 80 μ m (23). (CB = basal cell; CC = collar cell; CS = substomatal chamber; E = epidermis; EN = endodermis; ES = stoma; P = pericycle).

Tais características podem proteger folhas, brácteas e escapos contra a transpiração e luminosidade excessivas, além de funcionarem como suporte mecânico contra a ação dos ventos, que são constantes (Scatena & Menezes 1996), estando presentes também em folhas de outras famílias representativas de campos rupestres, como Compositae (Handro *et al.* 1970, Sajo & Menezes 1994), Velloziaceae (Mello-Silva 1990), Iridaceae (Chueiri-Chiaretto 1984) e Xyridaceae (Sajo *et al.* 1995).

Segundo Rizzini (1976), o desenvolvimento dos tecidos mecânicos acha-se estreitamente ligado às intensidades luminosas, sendo que o espessamento das paredes celulares acompanha o incremento da luz e os caracteres heliomórficos decorrentes exibem proporcionalidade com aquela. Assim, tais características podem ser entendidas como heliomorfoses, dada a intensa radiação solar a que tais plantas estão sujeitas.

Quanto à disponibilidade de água, as características anatômicas observadas em *Actinocephalus* não correspondem a adaptações estruturais presentes em plantas xerófilas ou hidrófilas e, por isso, são mais propriamente relacionáveis a um ambiente méxico. Isto corrobora aquilo que é verificado na natureza, já que a grande maioria das espécies de *Actinocephalus* estudadas encontra-se sempre associada a linhas de drenagem ou a pequenos vales com solo úmido e encharcado na maior parte do ano.

Um aspecto notável na região dos estômatos é a presença de células altas na epiderme intercaladas com células curtas, em secção transversal, dependendo do nível em que passa o corte. Isto se deve pelo formato de “T invertido” das células que circundam os estômatos, quando observadas em secção longitudinal, semelhante ao que ocorre nas espécies de *Paepalanthus*, estudadas por Castro e Menezes (1990). O conjunto dessas células delimita as amplas câmaras subestomáticas, presentes nas folhas, nas brácteas e nos escapos de *Actinocephalus*.

Segundo Fahn & Cutler (1992), as câmaras subestomáticas amplas estabelecem um longo gradiente de difusão entre o parênquima clorofiliano e o meio ambiente, além de alta resistência à difusão, contribuindo, mesmo quando os estômatos estão totalmente abertos, para baixas taxas de transpiração. Concordando com Scatena & Rocha (1995), aceita-se que a presença de câmaras subestomáticas seja uma característica anatômica importante para a taxonomia das Eriocaulaceae, uma vez que já foi descrita para grupos taxonômicos distintos dentro da família, como

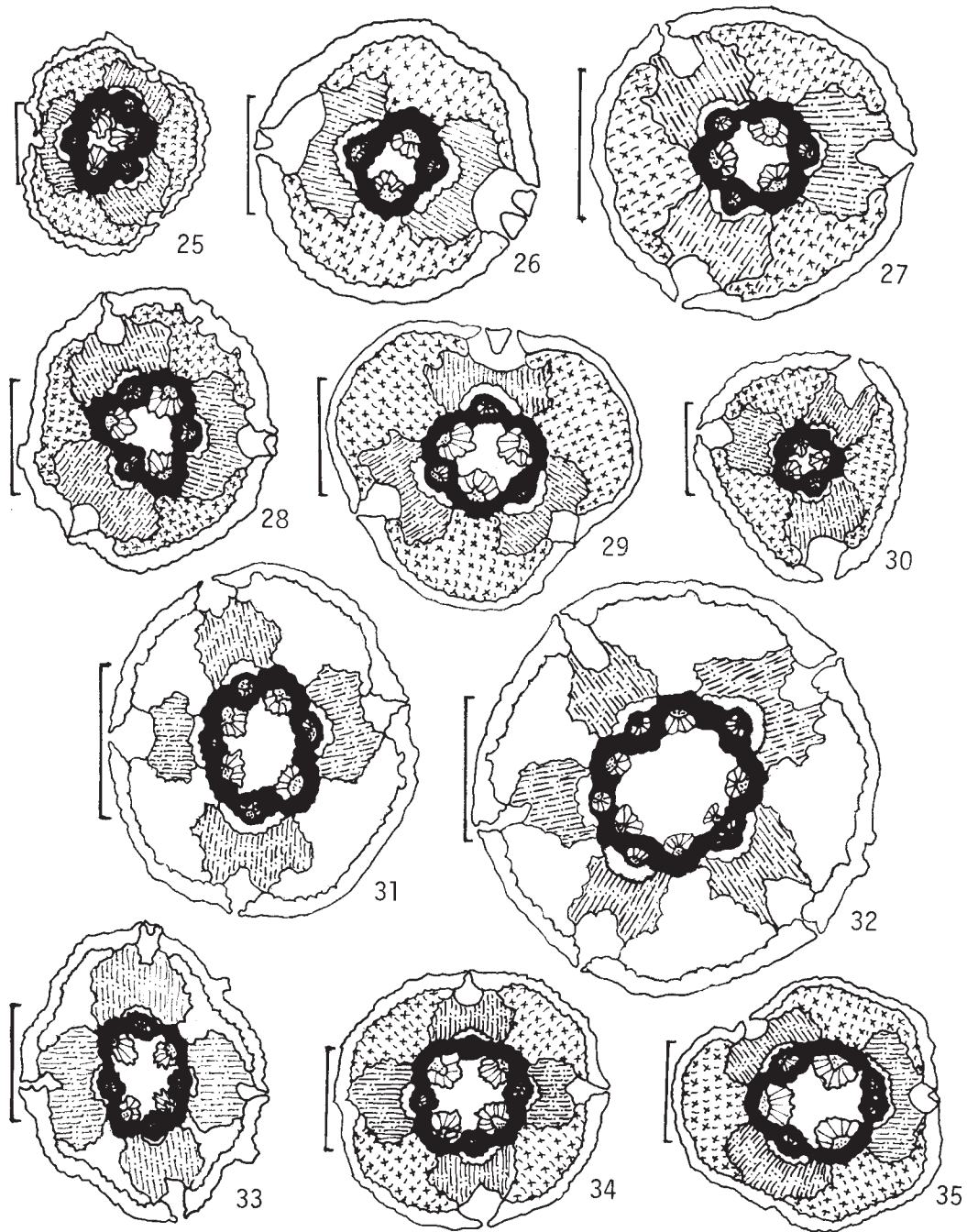
algumas espécies de *Paepalanthus* (Castro & Menezes 1990, Scatena & Barros 1996, Scatena & Rosa 2001), *Syngonanthus* (Scatena & Menezes 1993, 1996) e *Leiothrix* (Scatena & Rocha 1995, Scatena & Giulietti 1996), embora com padrões anatômicos diferentes.

Feixes vasculares foliares envolvidos por bainha dupla nas folhas são considerados característicos para Eriocaulaceae (Tomlinson 1969, Monteiro *et al.* 1984, 1985, Castro & Menezes 1995, Scatena & Menezes 1996, Scatena *et al.* 1999b, Coan *et al.* 2002). Conforme apresentado por Scatena & Menezes (1996) para espécies de *Syngonanthus*, por homologia, a bainha externa tem origem endodérmica e a bainha interna tem origem pericíclica.

Apesar da variação anatômica observada nos órgãos estudados de *Actinocephalus*, como espessamento das células epidérmicas e o número de feixes vasculares nas folhas, nas brácteas e nos escapos; margem das folhas e das brácteas; número de costelas e tecido que constitui o córtex nos escapos, *Actinocephalus* é bem caracterizado por algumas estruturas anatômicas comuns a todas as espécies estudadas. Nas folhas e nas brácteas tais estruturas são: epiderme unisseriada com células alongadas no sentido longitudinal, estômatos somente na face abaxial, câmaras subestomáticas amplas, feixes vasculares colaterais envolvidos por bainha dupla e extensões de bainha dos feixes vasculares constituídas por células parenquimáticas alongadas. Já nos escapos, podemos encontrar epiderme unisseriada, câmaras subestomáticas amplas, parênquima clorofiliano frouxo, endoderme descontínua, periciclo sinuoso, feixes vasculares colaterais e medula parenquimática.

Assim, com base nos resultados apresentados no presente trabalho e face à profunda diversidade de caracteres em *Paepalanthus*, pode-se afirmar que *Actinocephalus* apresenta marcada homogeneidade nos aspectos anatômicos, como também foi observado por Sano (P.T. Sano, dados não publicados) com relação aos aspectos morfológicos.

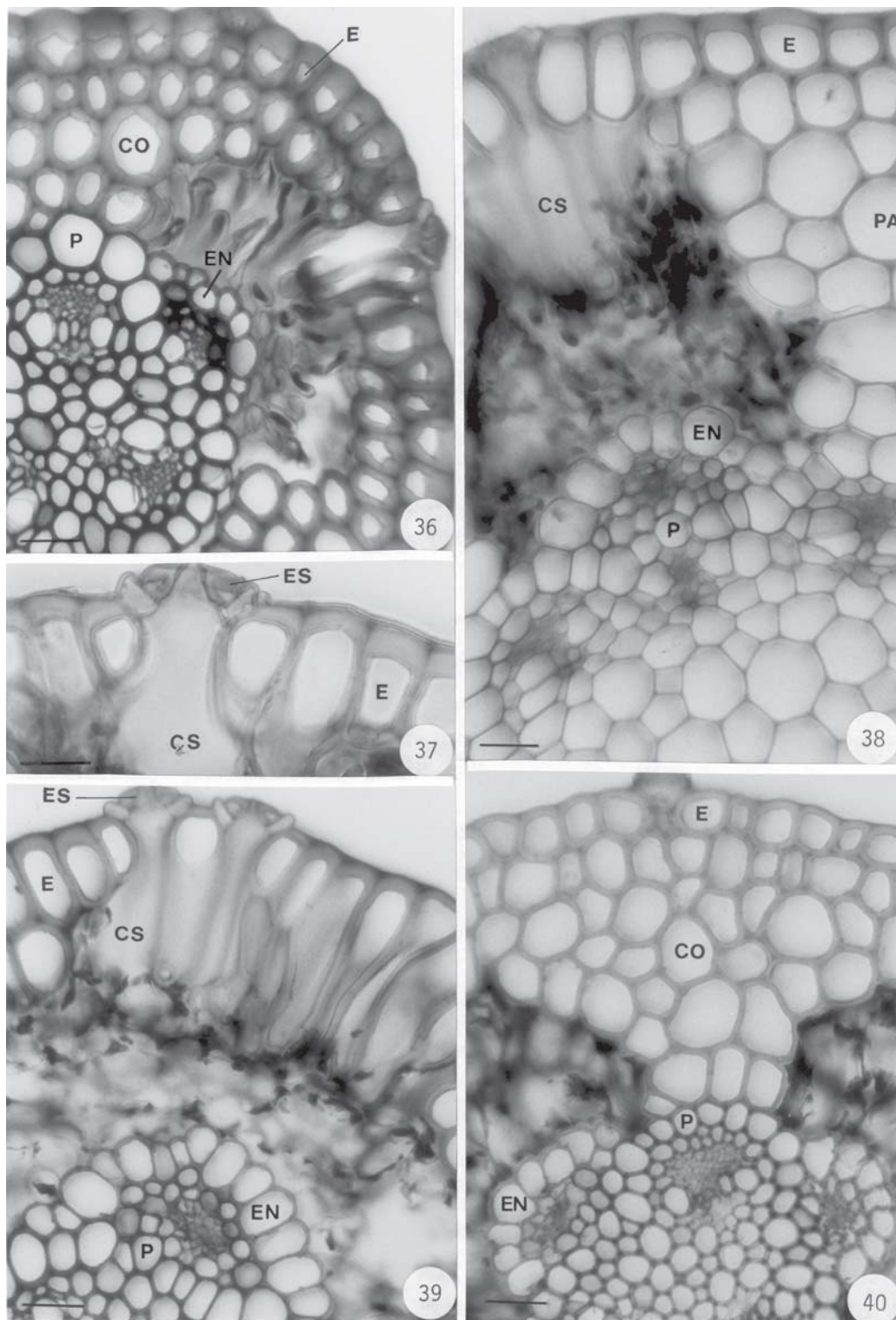
A presença de epiderme unisseriada com tricomas e feixes vasculares colaterais nas folhas, nas brácteas e nos escapos, feixes vasculares envolvidos por bainha dupla nas folhas e nas brácteas, medula parenquimática e periciclo sinuoso nos escapos são características típicas das Eriocaulaceae em geral, ocorrendo em todas as espécies já estudadas, pertencentes a: *Paepalanthus* (Castro & Menezes 1995, Scatena & Barros 1996, Scatena & Moraes 1996, Scatena *et al.* 1998, Scatena & Rosa 2001, Coan *et al.* 2002), *Eriocaulon* (Monteiro *et al.* 1984, Scatena *et al.* 1999a, Coan *et al.* 2002),



epiderme	endoderme	colênquima	floema
hipoderme	periciclo	parênquima	xilema
		parênquima clorofiliano	câmara subestomática

Figuras 25-35. Diagramas das secções transversais da região mediana dos escapos de *Actinocephalus*: 25. *A. claussonianus*. 26. *Actinocephalus* sp. nov. 3. 27. *A. ciliatus*. 28. *A. brachypus* (CFCR 8640). 29. *Actinocephalus* sp. nov. 2. 30. *A. callophyllus*. 31. *A. herzogii* (Ganev 285). 32. *A. herzogii* (Queiroz H51527). 33. *A. brachypus* (CFCR 2334). 34-35. *A. bongardii* (CFCR 1731). Barras = 150 µm (25), 250 µm (26-27, 29), 220 µm (28, 33-35), 180 µm (30), 300 µm (31-32).

Figures 25-35. Diagrams of the median cross sections of *Actinocephalus* scapes: 25. *A. claussonianus*. 26. *Actinocephalus* sp. nov. 3. 27. *A. ciliatus*. 28. *A. brachypus* (CFCR 8640). 29. *Actinocephalus* sp. nov. 2. 30. *A. callophyllus*. 31. *A. herzogii* (Ganev 285). 32. *A. herzogii* (Queiroz H51527). 33. *A. brachypus* (CFCR 2334). 34-35. *A. bongardii* (CFCR 1731). Bars = 150 µm (25), 250 µm (26-27, 29), 220 µm (28, 33-35), 180 µm (30), 300 µm (31-32).



Figuras 36-40. Secções transversais da região mediana dos escapos de *Actinocephalus*: 36. *A. denudatus*. 37. *A. rigidus*. 38. *A. herzogii* (Queiroz H51527). 39. *Actinocephalus* sp. nov. 3. 40. *A. ciliatus* (CFCR 11933). Barras = 20 μ m (37), 30 μ m (36, 38-40). (CO = colênquima; CS = câmara subestomática; E = epiderme; EN = endoderme; ES = estômato; P = periciclo; PA = parênquima).

Figures 36-40. Median cross sections of *Actinocephalus* scapes: 36. *A. denudatus*. 37. *A. rigidus*. 38. *A. herzogii* (Queiroz H51527). 39. *Actinocephalus* sp. nov. 3. 40. *A. ciliatus* (CFCR 11933). Bars = 20 μ m (37), 30 μ m (36, 38-40). (CO = collenchyma; CS = substomatal chamber; E = epidermis; EN = endodermis; ES = stoma; P = pericycle; PA = parenchyma).

Blastocaulon (Scatena *et al.* 1999b), *Leiothrix* (Monteiro *et al.* 1985, Scatena & Rocha 1995, Scatena & Giulietti 1996, Giulietti *et al.* 1998, Coan *et al.* 2002), *Syngonanthus* (Scatena & Menezes 1996, Coan *et al.* 2002), *Tonina* e *Philodice* (Coan *et al.* 2002).

Já a presença de células alongadas constituindo tanto a epiderme como as extensões de bainha dos feixes vasculares nas folhas e nas brácteas, assim como endoderme descontínua nos escapos e câmara subestomática ampla nos três órgãos estudados são consistentes para o grupo e corroboram a proposta do novo gênero, *Actinocephalus* (Koern.) Sano, elaborada por Sano (2004).

Embora alguns caracteres sejam variáveis e tenham sido interpretados como respostas adaptativas às condições ambientais a que os táxons estudados estão sujeitos, a maioria das características anatômicas observadas em *Actinocephalus* são muito semelhantes às características observadas em *Paepalanthus* subsect. *Aphorocaulon* Ruhl., estudadas por Scatena & Rosa (2001), e por isso devem decorrer muito mais de um provável parentesco do que só do ambiente. Isto corrobora os resultados de Giulietti *et al.* (2000), que apresentam uma árvore de consenso estrito para dados anatômicos e macromorfológicos, confirmando o polifiletismo de *Paepalanthus* e o monofiletismo de *Paepalanthus* sect. *Actinocephalus* Ruhl., tendo como grupo-irmão *Paepalanthus* subsect. *Aphorocaulon*.

As características anatômicas observadas em *Actinocephalus* também contribuem para a conclusão de que Eriocaulaceae reflete os diferentes microambientes que ocorrem nos campos rupestres, sendo constituída por espécies com características notadamente xeromórficas, como as de *Syngonanthus*, estudadas por Scatena & Menezes (1996), por espécies com características notadamente hidromórficas, como as espécies aquáticas estudadas por Coan *et al.* (2002), e por espécies com características notadamente mesomórficas, como as de *Actinocephalus*, estudadas neste trabalho.

Agradecimentos – À Fapesp, pela bolsa de Iniciação Científica concedida à primeira autora, e ao CNPq, pela bolsa de pesquisa concedida à segunda autora.

Referências bibliográficas

- CASTRO, N.M. & MENEZES, N.L. 1990. Considerações sobre a natureza das células altas da epiderme abaxial das folhas de *Paepalanthus* Kunth. Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo 12:95-100.
- CASTRO, N.M. & MENEZES, N.L. 1995. Aspectos da anatomia foliar de algumas espécies de *Paepalanthus* Kunth. Eriocaulaceae da Serra do Cipó (Minas Gerais). Acta Botanica Brasilica 9:213-229.
- CHUEIRI-CHIARETTO, I.A. 1984. Estudos morfo-anatômicos da folha de espécies de *Trimesia* (Iridaceae). Hoehnea 11:47-58.
- COAN, A.I., SCATENA, V.L. & GIULIETTI, A.M. 2002. Anatomia de algumas espécies aquáticas de Eriocaulaceae brasileiras. Acta Botanica Brasilica 16:371-384.
- FAHN, A. & CUTLER, D.F. 1992. Xerophytes. Gebrüder Borntrager, Berlim.
- GIULIETTI, A.M. & PIRANI, J.R. 1988. Patterns of geographic distribution of some plant species from the Espinhaço Range, Minas Gerais and Bahia, Brazil. In Proceedings of a workshop on neotropical distribution patterns (P.E. Vanzolini & W.R. Meyer, eds.). Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, p.39-69.
- GIULIETTI, A.M. & HENSOLD, N. 1990. Padrões de distribuição geográfica dos gêneros de Eriocaulaceae. Acta Botanica Brasilica 4:133-159.
- GIULIETTI, A.M., AMARAL, M.C.E. & BITTRICH, V. 1995. Phylogenetic analysis of inter-and infrageneric relationships of *Leiothrix* Ruhland (Eriocaulaceae). Kew Bulletin 50:55-71.
- GIULIETTI, A.M., SCATENA, V.L. & CARDOSO, V.A. 1998. Anatomia de escapos e de folhas e sua aplicação na taxonomia de *Leiothrix flavescens* (Bong.) Ruhl. (Eriocaulaceae). Sitientibus 18:31-49.
- GIULIETTI, A.M., SCATENA, V.L., SANO, P.T., PARRA, L., QUEIROZ, L.P., HARLEY, R.M., MENEZES, N.L., YSEPON, A.M.B., SALATINO, A., SALATINO, M.L., VILEGAS, W., SANTOS, L.C., RICCI, C.V., BONFIM, M.C.P. & MIRANDA, E.B. 2000. Multidisciplinary studies on neotropical Eriocaulaceae. In Monocots: Systematics and evolution (K.L. Wilson & D.A. Morrison, eds.). CSIRO Publishing, Collingwood, p.580-589.
- HANDRO, W., CAMPOS, J.F.B.M. & OLIVEIRA, Z.M. 1970. Sobre a anatomia foliar de algumas Compostas dos campos rupestres. Ciência e Cultura 22:107-126.
- HOLM, T. 1901. *Eriocaulon decangulare* L. An anatomical study. Botanical Gazette 31:17-39.
- JOLY, A.B. 1993. Botânica: Introdução à taxonomia vegetal. Editora Nacional, São Paulo.
- MALMANCHE, L.A. 1919. Contribution à l'étude anatomique des Eriocaulacées et des familles voisines. Restiacées, Centrolepidacées, Xyridacées, Philodracées, Mayacacées. Thesis, St. Cloud, Paris.
- MELLO-SILVA, R. 1990. Morphological and anatomical differentiation of *Vellozia hirsuta* populations (Velloziaceae). Plant Systematics and Evolution 173:197-208.

- MONTEIRO, W.R., GIULIETTI, A.M. & CASTRO, M.M. 1984. Aspects of leaf structure of some species of *Eriocaulon* L. (Eriocaulaceae) from Serra do Cipó (Minas Gerais, Brazil). *Revista Brasileira de Botânica* 7:137-147.
- MONTEIRO, W.R., CASTRO, M.M. & GIULIETTI, A.M. 1985. Aspects of leaf structure of some species of *Leiothrix* Ruhl. (Eriocaulaceae) from Serra do Cipó (Minas Gerais, Brazil). *Revista Brasileira de Botânica* 7:109-125.
- POULSEN, V.A. 1888. Anatomiske studien over Eriocaulaceerne. *Vidensk Meddr Dansk Naturhistorisk Foren* 4:221-386.
- RIZZINI, C.T. 1976. Tratado de fitogeografia do Brasil: Aspectos ecológicos. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- ROESER, K.R. 1962. Die Nadel der Schwarzkiefer-Massenprodukt und Kunstwert der Natur. *Mikrokosmos* 61:33-36.
- RUHLAND, W. 1903. Eriocaulaceae. In *Das Pflanzenreich* (A. Engler, ed.). Wilhelm Engelmann Leipzig, v.4, p.1-294.
- SAJO, M.G. & MENEZES, N.L. 1994. Considerações sobre a anatomia foliar de espécies de *Vernonia Scrb* (Compositae) da Serra do Cipó (M.G.). *Naturalia* 19:173-183.
- SAJO, M.G., WANDERLEY, M.G.L. & CARVALHO, L.M. 1995. Caracterização anatômica foliar para 14 espécies de *Xyris* L. (Xyridaceae) da Serra do Cipó, M.G. *Acta Botanica Brasilica* 9:101-114.
- SANO, P.T. 2004. *Actinocephalus* (Koern.) Sano (*Paepalanthus* sect. *Actinocephalus*), a new genus of Eriocaulaceae, and other taxonomic and nomenclatural changes involving *Paepalanthus* Mart. *Taxon* 53:99-107.
- SCATENA, V.L. & BARROS, A.M. 1996. Aspectos morfo-anatômicos de *Paepalanthus hilairi* Koern. (Eriocaulaceae) da Serra do Cipó, M.G. *Arquivos de Biologia e Tecnologia* 39:75-88.
- SCATENA, V.L. & GIULIETTI, A.M. 1996. The taxonomy and morphological and anatomical differentiation of populations of *Leiothrix crassifolia* (Eriocaulaceae). *Plant Systematics and Evolution* 199:243-258.
- SCATENA, V.L. & MENEZES, N.L. 1993. Considerações sobre a natureza da câmara subestomática e das células epidêmicas das folhas de *Syngonanthus* Ruhl., seção *Thysanocephalus* Koern. (Eriocaulaceae). *Revista Brasileira de Botânica* 16:159-165.
- SCATENA, V.L. & MENEZES, N.L. 1996. Anatomia de escapos e folhas de *Syngonanthus* Ruhl. (Eriocaulaceae) de Campos Rupestres. *Revista Brasileira de Biologia* 56:317-332.
- SCATENA, V.L. & MORAES, A.R.S. 1996. Anatomia de raízes, folhas e escapos de *Paepalanthus* subgênero *Platycaulon* (Eriocaulaceae) da Serra do Cipó - MG. *Arquivos de Biologia e Tecnologia* 39:1021-1035.
- SCATENA, V.L. & ROCHA, C.L.M. 1995. Anatomia dos órgãos vegetativos e do escapo floral de *Leiothrix crassifolia* (Bong.) Ruhl. Eriocaulaceae, da Serra do Cipó - M.G. *Acta Botanica Brasilica* 9:195-211.
- SCATENA, V.L. & ROSA, M.M. 2001. Morphology and anatomy of the vegetative organs and scapes from *Aphorocaulon* (*Paepalanthus*, Eriocaulaceae). *Brazilian Archives of Biology and Technology* 44:49-58.
- SCATENA, V.L., GIULIETTI, A.M. & CARDOSO, V.A. 1998. Anatomia do escapo floral de espécies brasileiras de *Paepalanthus* subgênero *Platycaulon* (Eriocaulaceae). *Acta Botanica Brasilica* 2:121-133.
- SCATENA, V.L., GIULIETTI, A.M. & CARDOSO, V.A. 1999a. Anatomia de raízes, escapos e folhas de espécies de *Eriocaulon* L. (Eriocaulaceae). *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 18:11-20.
- SCATENA, V.L., CARDOSO, V.A. & GIULIETTI, A.M. 1999b. Morfoanatomia de espécies de *Blastocaulon* Ruhl. (Eriocaulaceae). *Acta Botanica Brasilica* 13:29-41.
- SPLETT, S., BARTHLOTT, W., STUTZEL, T. & BARROS, M.A.G. 1993. Leaf anatomy of brazilian Eriocaulaceae and its diagnostic significance. *Flora* 188:399-411.
- TOMLINSON, P.B. 1969. Commelinales – Zingiberales. In *Anatomy of the Monocotyledons III* (C.R. Metcalfe, ed.). Clarendon Press, Oxford, v.3, p.1-446.