

ANATOMIA DE RAÍZES, ESCAPOS E FOLHAS DE ESPÉCIES DE *ERIOCAULON* L. (ERIOCAULACEAE)

VERA LUCIA SCATENA*, ANA MARIA GIULIETTI** &
VANESSA DE AQUINO CARDOSO*

* Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Caixa Postal 199, 13506-900 - Rio Claro, SP, Brasil. e-mail: vscatena@life.ibrc.unesp.br.

**Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Feira de Santana, BR 116, km 3, 44031-460 - Feira de Santana, Bahia, Brasil.

Abstract - (Root, scape and leaf anatomy of species of *Eriocaulon* L. (Eriocaulaceae). An anatomical study of the roots, scapes and leaves of *Eriocaulon* species from the Brazilian campos rupestres was undertaken. *Eriocaulon* species characteristically possess whitish spongiform root system with uniseriate epidermis, cortical parenchyma composed of different cell types, some of which form diaphragms that store air. The scapes possess thin-walled epidermal cells, cortex with loosely aggregated chlorenchyma, a sinuous pericycle, completely enclosing the smaller collateral vascular bundles and forming caps around the larger ones. The leaves possess thin-walled epidermal cells, loosely textured chlorophyllous parenchyma with diaphragms, collateral vascular bundles with double sheaths, extensions of the sheaths of parenchymatous cells. The anatomical characters observed are those typical of plants of aquatic or wet habitats.

Resumo - (Anatomia de raízes, escapos e folhas de espécies de *Eriocaulon* L. (Eriocaulaceae). Foi realizado o estudo anatômico de raízes, escapos e folhas de espécies de *Eriocaulon* que ocorrem nos campos rupestres do Brasil. As espécies de *Eriocaulon* são caracterizadas por apresentarem raízes esbranquiçadas, com aspecto esponjoso, epiderme unisseriada, parênquima cortical constituído de diferentes tipos de células, com diafragmas que reservam ar; os escapos apresentam células epidérmicas de paredes finas, córtex com parênquima clorofiliano frouxo, periciclo sinuoso, envolvendo totalmente os feixes vasculares colaterais menores e formando calotas sobre os maiores. Folhas com células epidérmicas de paredes finas, parênquima clorofiliano frouxo-diafragmático, feixes vasculares colaterais com bainha dupla, extensão de bainha dos feixes de natureza parenquimática. As características anatômicas observadas são típicas de plantas aquáticas ou que ocorrem em locais úmidos.

Key words: *Eriocaulon*, anatomia, órgãos vegetativos.

Introdução

A família Eriocaulaceae distribui-se nas regiões tropicais e subtropicais do mundo; possui 10 gêneros e cerca de 1.200 espécies (Giulietti & Hensold 1990). O gênero *Eriocaulon*, com cerca de 400 espécies (Willis 1974), apresenta a mais ampla distribuição geográfica dentro da família, sendo encontrado nas Américas, África, Europa e na Ásia, onde ocorre a maior concentração de suas espécies (Giulietti 1978). A grande maioria das espécies desse gênero são aquáticas com as folhas totalmente ou parcialmente submersas (Ruhland 1903). No Brasil, na Cadeia do Espinhaço, as espécies de *Eriocaulon* ocorrem nas margens de riachos ou de lagoas temporárias.

As espécies de *Eriocaulon* têm sido as mais estudadas anatomicamente dentre as Eriocaulaceae por diferentes autores como Poulsen (1888), Holm (1901), Malmanche (1919), Hare (1950), Tomlinson (1969). Tais estudos

relacionaram poucas espécies brasileiras e foram baseados em materiais incompletos. O trabalho mais consistente com as espécies brasileiras foi o de Monteiro *et al.* (1984), que estudaram os aspectos estruturais das folhas de *Eriocaulon aquatile*, *E. cipoense*, *E. crassiscapum*, *E. elichrysoides* e *E. melanocephalum*, espécies aquáticas que crescem na Serra do Cipó, Minas Gerais. As folhas destas espécies se caracterizam pela fraca cuticularização e cutinização, células epidérmicas de paredes finas, xilema menos conspícuo que o floema e mesofilo com aerênquima segmentado por diafragmas transversais que contém cloroplastos. Tais características foram discutidas com relação ao ambiente onde vivem as espécies.

Considerando que a Cadeia do Espinhaço (Minas Gerais, Bahia) é o centro de diversidade genética das Eriocaulaceae (Giulietti & Hensold 1990) e que nesta região ocorrem várias espécies de *Eriocaulon*, o objetivo desse trabalho foi caracterizar anatomicamente as raízes e

os escapos destas espécies e complementar os estudos das folhas, visando contribuir para uma futura caracterização do gênero e da família e interpretar as adaptações que ocorreram nos diferentes órgãos.

Material e Métodos

Raízes, escapos e folhas de espécies de *Eriocaulon* foram retirados de espécimes de herbário, que estão depositados no Herbário do Departamento de Botânica da Universidade de São Paulo (SPF), provenientes de várias localidades ao longo da Cadeia do Espinhaço, em Minas Gerais e Bahia, Brasil (Tabela 1).

O estudo anatômico de raízes, escapos e folhas adultas das espécies de *Eriocaulon* foi feito a partir de material herborizado, fervido em água, com gotas de glicerina para expansão dos tecidos e posteriormente transferido para álcool 70%. Foram utilizados pelo menos quatro indivíduos de cada espécie. Os cortes anatômicos foram feitos à mão livre, com lâminas de barbear, na região mediana dos escapos e das folhas e na raiz, na região próximo do caule (2cm aproximadamente), foram corados com fucsina e azul de astra (Roeser 1962) e montados em gelatina glicerinada entre lâmina e lamínula.

Resultados

As raízes das espécies estudadas possuem aspecto esponjoso e coloração esbranquiçada. Apresentam epiderme (E) com células de paredes finas (Figura 1G-I, R-U). A exoderme (Ex) é evidenciada em *E. crassiscapum* (Figura 1R), *E. aquatile* (Figura 1S) e *E. modestum* (Figura 1U). O córtex é diferenciado em três zonas distintas: o córtex externo (CE), que é constituído pela exoderme

quando presente e por células corticais de paredes finas (Figura 1G-I, R-U); o córtex médio (CM), constituído por células de paredes finas, braciiformes, que formam diafragmas e reservam ar (Figura 1D-F, N-Q); o córtex interno (CI), que é formado por células de paredes espessadas, hexagonais e/ou arredondadas, com espaços intercelulares reduzidos, sendo que o número de camadas do córtex interno varia de acordo com a espécie (Figura 1A-C, J-M).

A endoderme (EN) é formada por uma camada de células de paredes espessadas e alongadas no sentido periclinal. Em *E. lingulatum* (Figura 1B) e *E. vaginatum* (Figura 1C) essa camada possui a aparência de uma helicoidal por causa da disposição das células. O periciclo (P) é unisseriado, de paredes espessadas na maioria das espécies (Figura 1A, C, J-M), com excessão de *E. lingulatum* (Figura 1B), onde se apresenta com células de paredes finas. O cilindro vascular apresenta estrutura poliarca, com número variável de elementos de metaxilema centrais (Mx), como em *E. elichrysoides* (Figura 1A), *E. lingulatum* (Figura 1B) e *E. vaginatum* (Figura 1C) ou apenas um elemento de metaxilema central, como em *E. crassiscapum* (Figura 1J), *E. aquatile* (Figura 1K), *E. linearifolium* (Figura 1L) e *E. modestum* (Figura 1M). Em todas as espécies estudadas, o floema é muito reduzido (Figura 1A-C, J-M).

Nos escapos (Figura 2A-I), todas as espécies estudadas apresentam um padrão semelhante, em que os escapos são cilíndricos, constituídos de epiderme, córtex e cilindro vascular. Externamente, os escapos podem exibir costelas salientes ou não, que correspondem ao tecido de sustentação e ao parênquima clorofiliano (Figura 2A-I). O número de costelas é variado: quatro, em *E. melanolepis* (Figura 2B); seis, em *E. aquatile* (Figura 2D); sete, em *E. crassiscapum* (Figura 2F); oito, em *E. linearifolium* (Figura

Tabela 1. Detalhes dos materiais utilizados no estudo

Espécies	Tipo Biológico	Localidade	Dados do Coletor	Parte Utilizada
<i>E. aquatile</i> Koern.	Parte vegetativa submersa. Planta em roseta	MG - Santana do Riacho. Serra do Cipó	Giuliatti CFSC (3) 5055 28/VI/1974	Raízes e escapos (1)
<i>E. cipoense</i> Silveira	Parte vegetativa submersa. Caule desenvolvido	MG - Santana do Riacho. Serra do Cipó	Giuliatti CFSC 5053 28/VI/1974	Escapos (1,2)
<i>E. crassiscapum</i> Bong.	Parte vegetativa submersa. Planta em roseta	MG - Santana do Riacho. Serra do Cipó	Giuliatti CFSC 5138 05/XI/1974	Raízes e escapos (1)
<i>E. elichrysoides</i> Bong.	Planta anfíbia. Planta em roseta	MG - Santana do Riacho. Serra do Cipó	Giuliatti CFSC 5050 28/VI/1974	Raízes e escapos (1)
<i>E. vaginatum</i> Vell.	Planta anfíbia. Planta em roseta	MG - Santana do Riacho. Serra do Cipó	Scatena s.n. SPF 76169 30/VIII/1992	Raízes, folhas e escapos
<i>E. linearifolium</i> Koern.	Planta anfíbia. Planta em roseta	MG - Joaquim Felício. Serra do Cabral	Giuliatti <i>et al.</i> CFCR (4) 6294 22/II/1984	Raízes, folhas e escapos
<i>E. lingulatum</i> Bong.	Planta anfíbia. Planta em roseta	MG - Itabirito. Pico do Itabirito	Teixeira s.n. SPF 97479 11/X/1994	Raízes, folhas e escapos
<i>E. melanolepis</i> Silveira	Planta anfíbia. Planta em roseta	MG - Santana do Riacho. Serra do Cipó	Hensold 582 23/III/1982	Folhas e escapos (2)
<i>E. modestum</i> Kunth.	Planta anfíbia. Planta em roseta	BA - Rio de Contas. Pico das Almas	Harley <i>et al.</i> 26224 20/XI/1988	Raízes, folhas e escapos

(1) Não foi feito o estudo das folhas por terem sido estudadas por Monteiro *et al.* (1984).

(2) Não foi feito o estudo das raízes por não haver material disponível no herbário SPF.

(3) CFSC = Coleção de Flora da Serra do Cipó.

(4) CFCR = Coleção de Flora de Campos Rupestres.

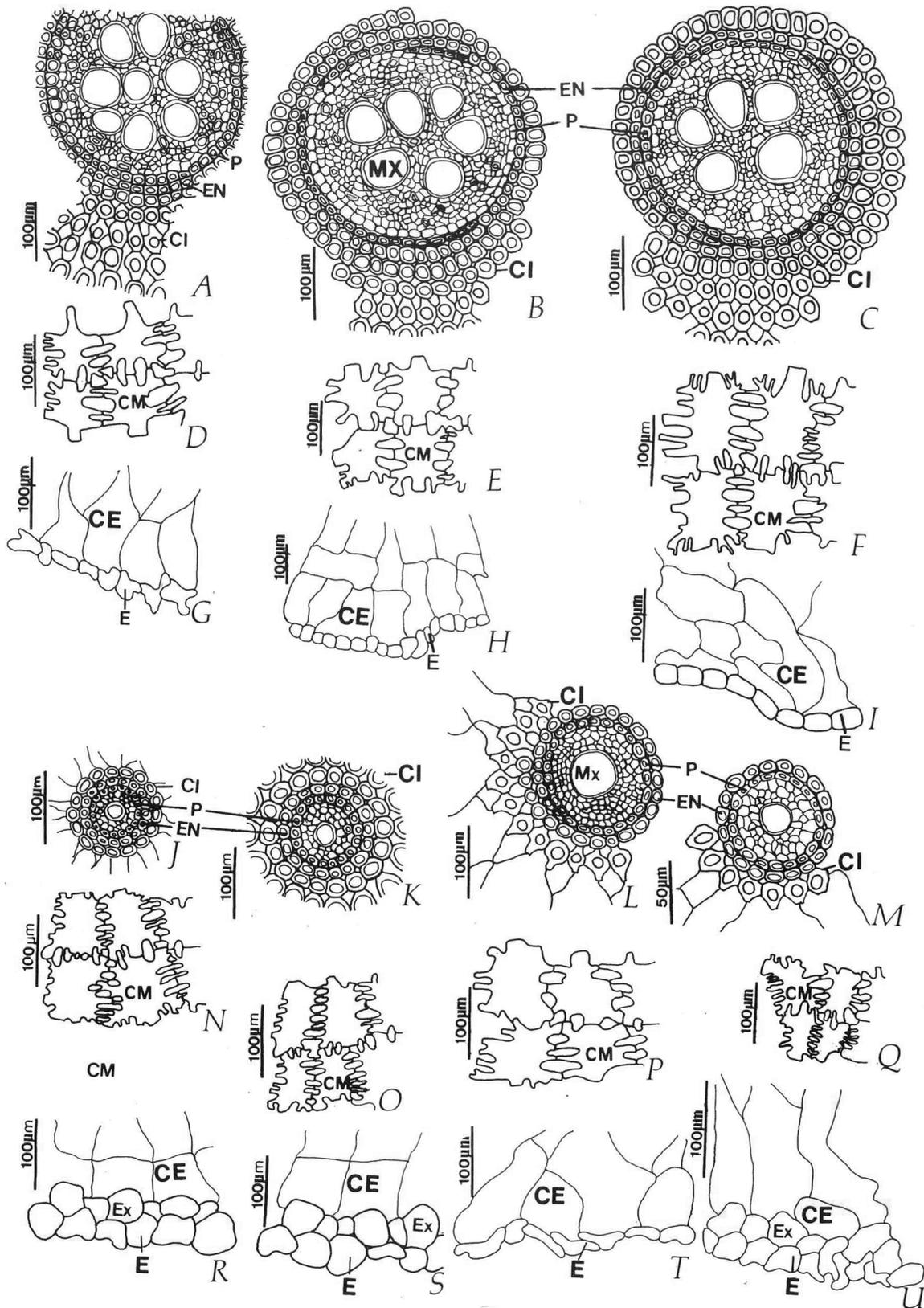


Figura 1. Aspectos anatômicos da região mediana das raízes de espécies de *Eriocaulon*. Cortes transversais representando o cilindro vascular, córtex e epiderme respectivamente: A, D, G: *E. elichrysoides*; B, E, H: *E. lingulatum*; C, F, I: *E. vaginatum*; J, N, R: *E. crassiscapum*; K, O, S: *E. aquatile*; L, P, T: *E. linearifolium*; M, Q, U: *E. modestum*. (CE - córtex externo; CI - córtex interno; CM - córtex médio; E - epiderme; EN - endoderme; EX - exoderme; Mx - metaxilema; P - periciclo).

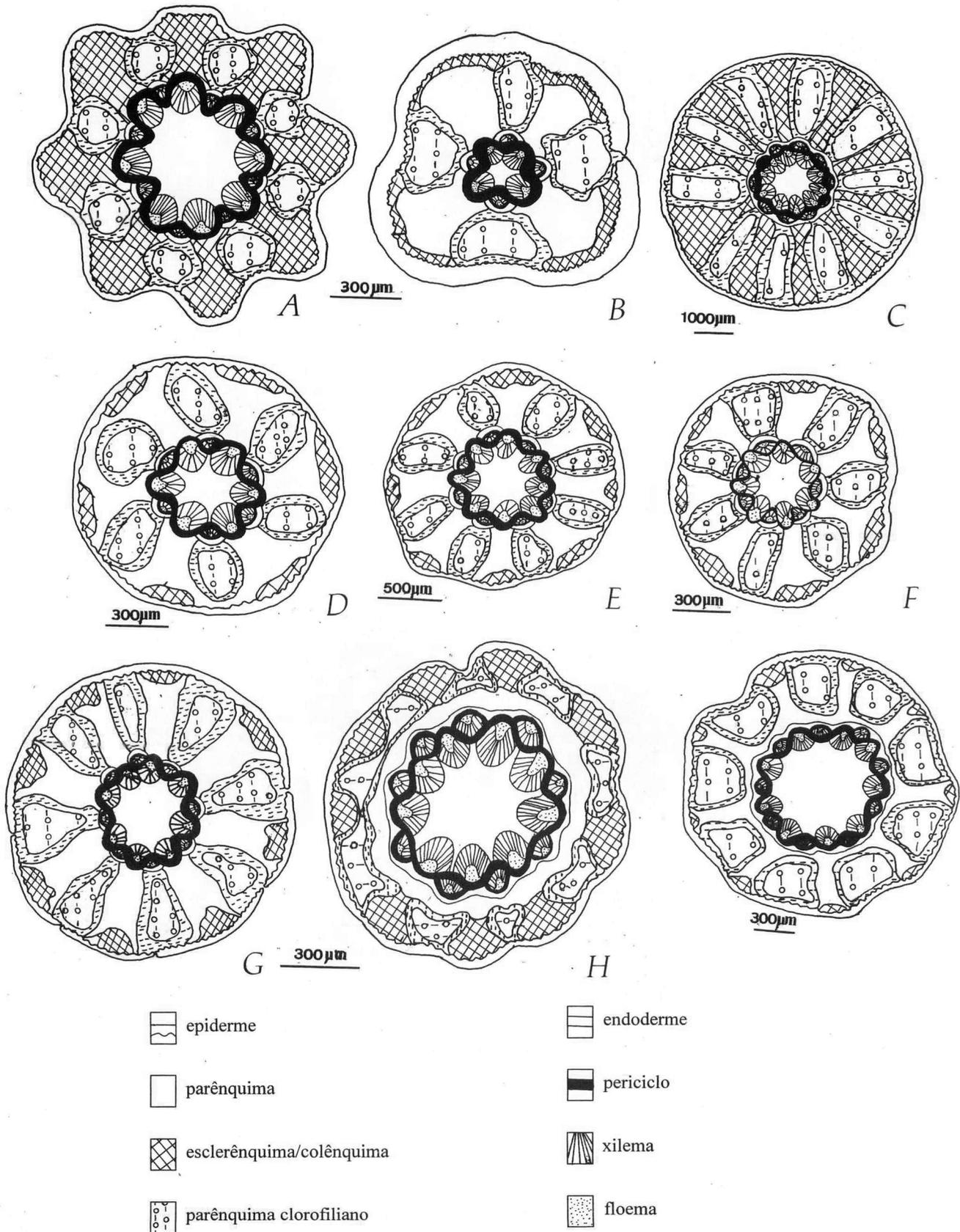


Figura 2. Diagramas dos cortes transversais da região mediana dos escapos de espécies de *Eriocaulon*: A. *E. linearifolium*; B. *E. melanolepsis*; C. *E. elichrysoides*; D. *E. aquatile*; E. *E. cipoense*; F. *E. crassiscapum*; G. *E. modestum*; H. *E. lingulatum*; I. *E. vaginatum*.

2A), *E. cipoense* (Figura 2E) e *E. modestum* (Figura 2G); nove, em *E. lingulatum* (Figura 2H) e *E. vaginatum* (Figura 2I) e dez, em *E. elichrysoides* (Figura 2C).

A epiderme (E) é unisseriada, com células de paredes finas, como pode ser observado em *E. linearifolium*, *E. lingulatum* e *E. modestum* (Figura 3A-C), respectivamente. O córtex apresenta-se com estrutura radial, representada pelos raios corticais de sustentação, mais parênquima clorofiliano. Os raios corticais podem ser constituídos por esclerênquima localizado mais na periferia e por colênquima localizado mais internamente como em *E. linearifolium* (Figuras 1A, 3A), *E. elichrysoides* (Figura 2C) e *E. lingulatum* (Figuras 2H, 3B); e, com colênquima mais na periferia, logo abaixo da epiderme e por parênquima localizado mais internamente, em direção ao cilindro vascular, nas demais espécies (Figura 2B, D-G, I, 3C). O parênquima clorofiliano é constituído por uma camada de células em paliçada (PP) na periferia do córtex e por células braciformes (CB) no interior, como pode ser

observado em *E. linearifolium*, *E. lingulatum* e *E. modestum* (Figura 3A-C).

A endoderme (EN) pode apresentar-se contínua, cilíndrica, envolvendo todos os feixes vasculares como em *E. elichrysoides* (Figura 2C), *E. lingulatum* (Figura 2H, 3B) e *E. vaginatum* (Figura 2I) ou pode apresentar-se descontínua, formando calotas apenas nos feixes menores como em *E. linearifolium* (Figura 2A, 3A), *E. melanolepsis*, (Figura 2B), *E. aquatilis* (Figura 2D), *E. cipoense* (Figura 2E), *E. crassiscapum* (Figura 2F) e *E. modestum* (Figura 2G, 3C). O periciclo (P) envolve totalmente os feixes menores e parcialmente os maiores em todas as espécies estudadas (Figura 2A-I, 3A-C). Os feixes vasculares são colaterais, com elementos de metaxilema proeminentes (Figura 3A-C). A medula apresenta-se constituída de células parenquimáticas de paredes finas (Figura 3A-C).

As folhas em cortes transversais podem ser observadas nos diagramas apresentados nas figura 4A-E. Nota-se semelhança no padrão anatômico do limbo dessas folhas,

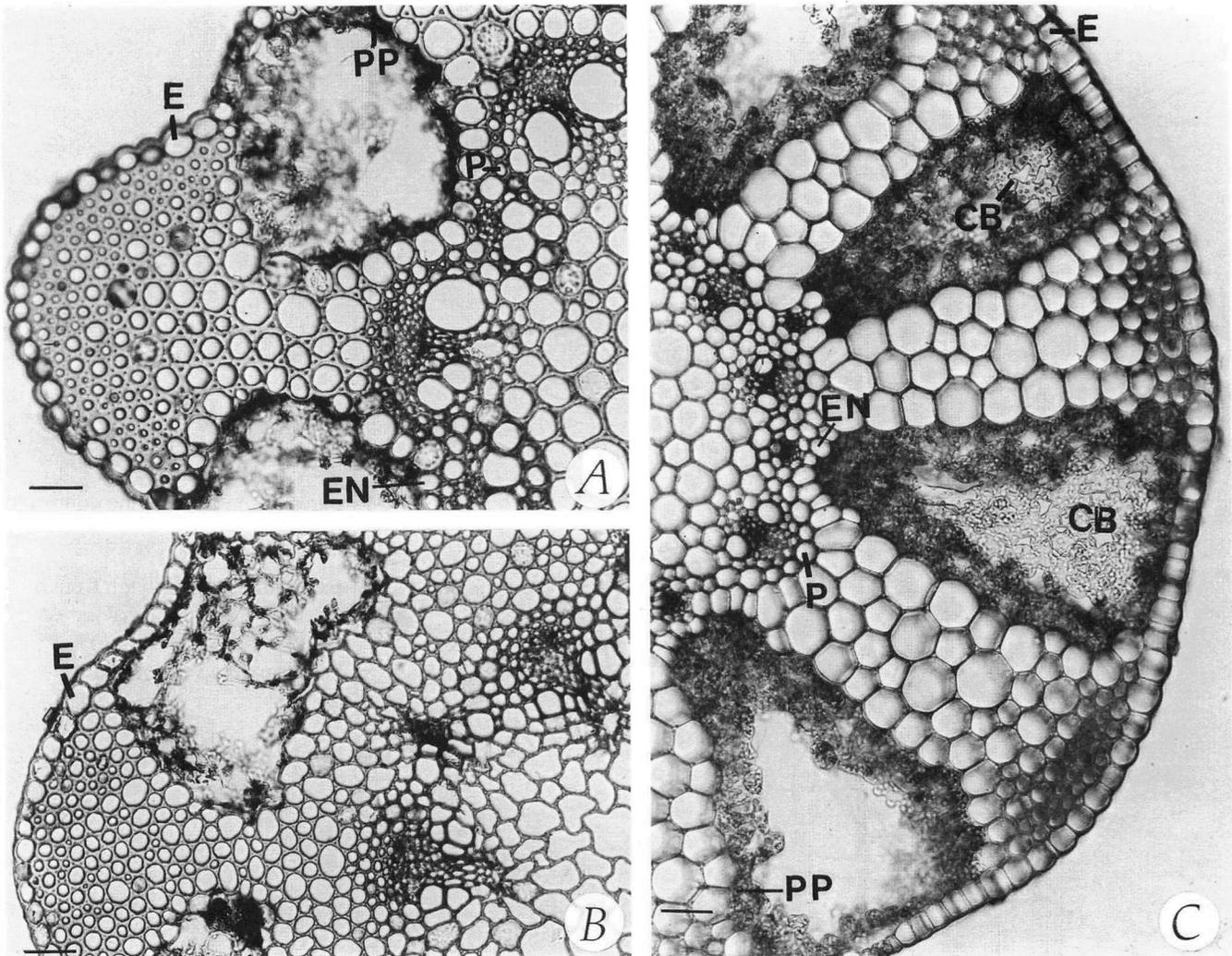


Figura 3. Fotomicrografias de cortes transversais na região mediana dos escapos de espécies de *Eriocaulon*: A. *E. linearifolium*; B. *E. lingulatum*; C. *E. modestum*. Barra = 50µm. (CB - célula braciforme; E - epiderme; EN - endoderme; P - periciclo; PP - parênquima paliçádico).

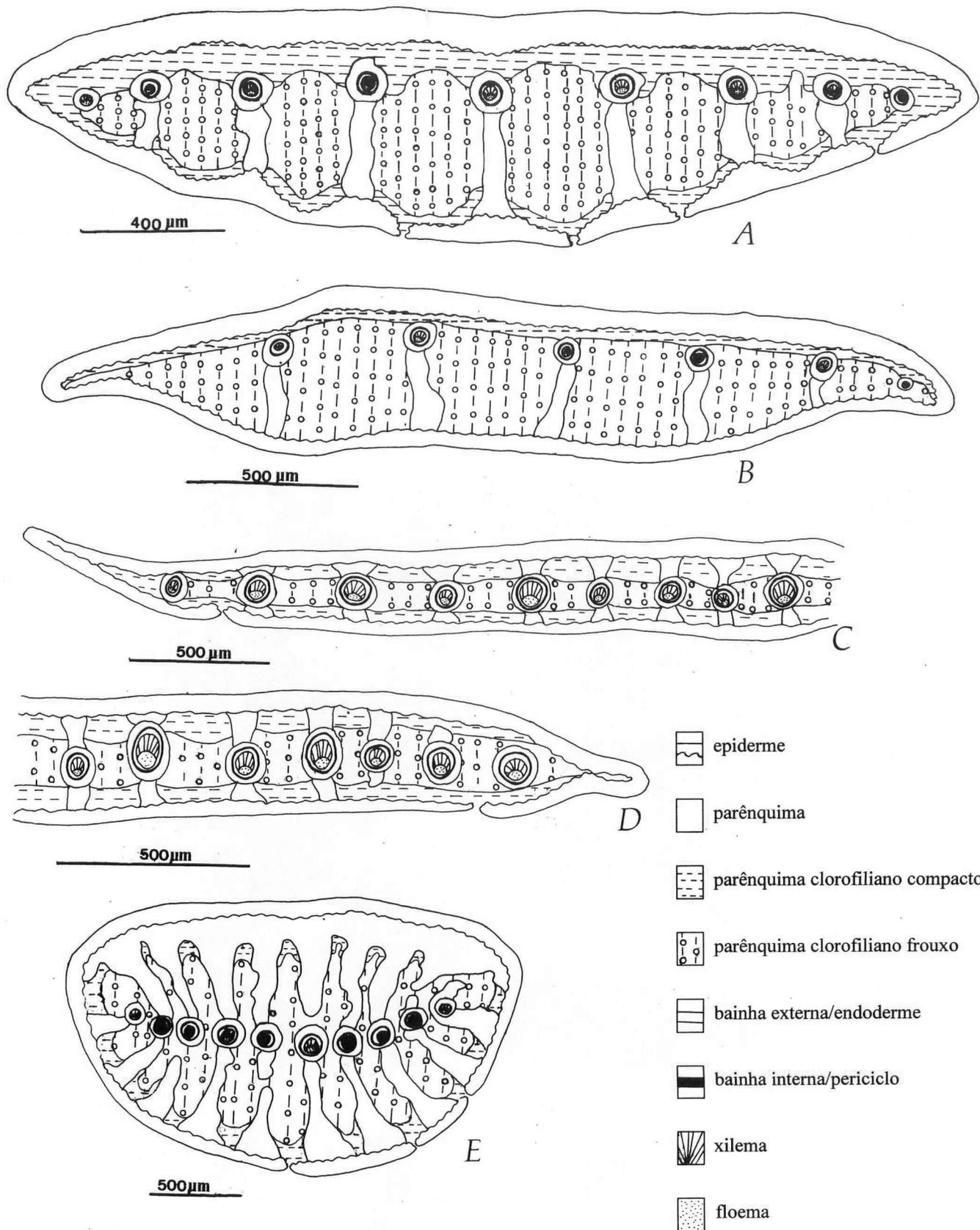


Figura 4. Diagramas dos cortes transversais da região mediana do limbo foliar de espécies de *Eriocaulon*: A. *E. modestum*; B. *E. melanolepis*; C. *E. vaginatum*; D. *E. lingulatum*; E. *E. linearifolium*.

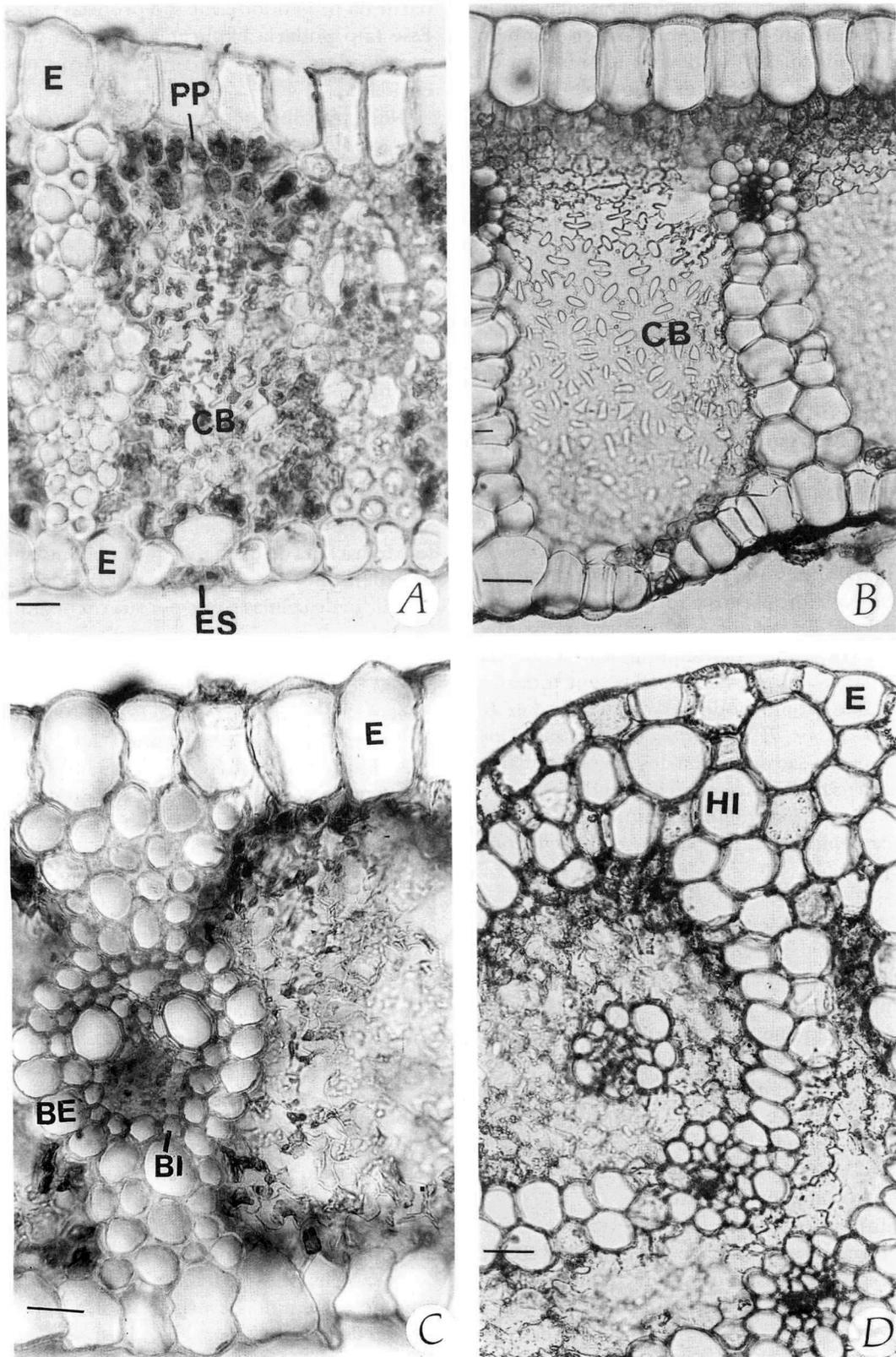


Figura 5. Fotomicrografias dos cortes transversais da região mediana do limbo foliar de espécies de *Eriocaulon*: A. *E. lingulatum*; B. *E. modestum*; C. *E. vaginatum*; D. *E. linearifolium*.. Na figura A-B, D - barra = 50 μ m. Na figura C - barra = 100 μ m (BE - bainha externa; BI - bainha interna; CB - célula braciforme; E - epiderme; ES - estômato; HI - hipoderme; PP - parênquima paliádico).

que apresentam número variado de feixes vasculares com o calibre relativamente uniforme. Nota-se também descontinuidade do mesofilo, devido à presença de extensões de bainha dos feixes (Figura 4A-E). O parênquima paliçádico pode ocorrer nas duas faces do limbo, como em *E. modestum*, *E. vaginatum*, *E. lingulatum* e *E. linearifolium* (Figura 4A, C-E) ou unicamente na face adaxial, como em *E. melanolepis* (Figura 4B).

A epiderme (E) em ambas as faces do limbo, é unisseriada, com células de paredes finas, como pode ser observado em *E. lingulatum* (Figura 5A), *E. modestum* (Figura 5B), *E. vaginatum* (Figura 5C) e *E. linearifolium* (Figura 5D). Os estômatos (ES) ocorrem somente na face abaxial, como pode ser observado em *E. lingulatum* (Figura 5A). De todas as espécies estudadas, somente *E. linearifolium* (Figura 5D) apresenta hipoderme (HI) com 2-3 camadas de células parenquimáticas. O parênquima clorofiliano é constituído de células isodiamétricas tendendo à paliçada (PP), de disposição mais compacta, localizadas na periferia do mesofilo, e mais para o interior é constituído de células braciiformes (CB) (Figura 5A-D). Essas células braciiformes que constituem os diafragmas transversais contêm cloroplastos e formam canais de ar. Os feixes vasculares são colaterais e apresentam bainha dupla, a externa (BE), que é parenquimática e a interna (BI), com células de paredes espessadas, em todas as espécies estudadas, como pode ser observado em *E. lingulatum*, *E. modestum*, *E. vaginatum* e *E. linearifolium* (Figura 5A-D). A extensão de bainha dos feixes vasculares é parenquimática na maioria das espécies estudadas, como em *E. modestum* e *E. linearifolium* (Figura 5B, D) ou colenquimática como em *E. lingulatum* e *E. vaginatum* (Figura 5A, C).

Discussão

Todas as raízes das espécies estudadas são esbranquiçadas, vermiformes e encaixam-se naquele tipo de raízes articuladas, com diafragmas corticais descrito por Malmanche (1919) e Tomlinson (1969) para as Eriocaulaceae. Para raízes de espécies de *Eriocaulon*, autores como Malmanche (1919), Hare (1950), Tomlinson (1969), Giulietti (1978) e Stützel (1988) citam que o córtex é formado por diferentes tipos de células, inclusive aquelas que constituem os diafragmas transversais.

Nas raízes das espécies estudadas, observam-se várias camadas de células que constituem o córtex interno (CI), de forma hexagonal ou arredondada, com paredes espessadas e espaços intercelulares reduzidos. As camadas do córtex interno mais próximas da endoderme assemelham-se a ela e, provavelmente, originam-se dela. Van Fleet (1961) discute a presença de um meristema, a pró-endoderme, que se divide dando origem à endoderme e às demais camadas do córtex interno, em várias espécies vegetais. O autor afirma que as divisões a

partir da pró-endoderme são próprias para cada planta. Esse fato poderia explicar a presença de um número variado de camadas do córtex interno nessas espécies estudadas.

Neste trabalho, observou-se que o parênquima cortical das espécies estudadas também é constituído por diferentes tipos de células, constituem os diafragmas transversais e acumulam ar no seu interior. Esse acúmulo de ar se faz presente, provavelmente, porque essas plantas vivem em locais com muita disponibilidade de água, sendo inclusive aquáticas, com os órgãos vegetativos submersos, pelo menos parte do ano. Segundo a classificação do tipo biológico apresentado por Camefort (1977), a maioria das espécies de *Eriocaulon* estudadas neste trabalho são plantas anfíbias, com os órgãos vegetativos parcialmente submersos e outras com os órgãos vegetativos totalmente submersos. Scatena & Menezes (1996a) verificaram que as espécies de *Syngonanthus* que crescem em solos encharcados acumulam ar no córtex de suas raízes. Segundo Smith & Russel (1966), o acúmulo de água no solo leva à falta de oxigênio, que faz aumentar a produção de etileno nos tecidos dessas raízes e assim, estimula a produção de celulase, que por sua vez degrada a celulose, levando à formação de aerênquimas. Esse aspecto foi também observado para outras espécies de Eriocaulaceae que crescem em solos encharcados ocasionalmente como *Leiothrix crassifolia* (Scatena & Rocha 1995) e espécies de *Paepalanthus* (Scatena & Moraes 1996).

A maioria das raízes das espécies de *Eriocaulon* estudadas neste trabalho apresenta o cilindro vascular constituído por um só elemento de metaxilema central. Outras espécies de *Eriocaulon* cujas raízes possuem um só elemento de metaxilema central também foram referidas por Tomlinson (1969). A variação do número de elementos de metaxilema da raiz deve-se provavelmente a uma maior ou menor espessura da mesma e ao seu estágio de desenvolvimento. Em geral, nas espécies estudadas neste trabalho, a presença do cilindro vascular constituído por um só elemento de metaxilema é característica das aquáticas de menor porte. Talvez essa característica seja uma resposta da sua adaptação ao ambiente aquático.

Os escapos das espécies de *Eriocaulon* estudadas possuem número variado de costelas, desde quatro até dez. Segundo Ruhland (1903), Tomlinson (1969) e Giulietti (1978), o número de costelas do escapo pode ser utilizado na taxonomia do grupo. Uma comprovação dessa característica foi feita por Ruhland (1903) que deu o nome de algumas espécies associado ao número de costelas do escapo: *E. sexangulare* L., *E. quinquangulare* L., *E. septangulare* With. e *E. decangulare* L. Para o gênero *Syngonanthus*, Scatena e Menezes (1996b) observaram que as espécies da seção *Thysanocephalus* apresentam escapos com três costelas, enquanto que as outras espécies das demais seções apresentam escapos com números variados

de costelas. Por outro lado, para *Leiothrix crassifolia* (Scatena & Giulietti 1996) e para *L. flavescens* (Giulietti *et al.* 1998) o número de costelas varia nas diferentes populações e até mesmo no próprio indivíduo. Para as espécies de *Eriocaulon* estudadas, o número de costelas do escapo é variado, não sendo possível estabelecer um padrão para o gênero.

Ainda com relação aos escapos das espécies estudadas, observou-se que o córtex tem o raio cortical totalmente constituído por tecido de sustentação, o esclerênquima mais periférico e o colênquima mais interno, como em *E. linearifolium*, *E. elichrysoides* e *E. lingulatum* enquanto que nas demais espécies, é constituído apenas por colênquima na periferia e por parênquima no interior. Constatou-se que as espécies que apresentam o raio cortical totalmente preenchido por tecido de sustentação são mais robustas.

Segundo Tomlinson (1969), células epidérmicas com paredes finas são características das folhas de espécies de Eriocaulaceae que são hidrófitas ou daquelas que crescem na sombra. Nas folhas das espécies de *Eriocaulon* estudadas, a presença de epiderme com células de paredes finas provavelmente também está relacionada com o ambiente aquático.

Embora Tomlinson (1969) mencione a presença de hipoderme para as Eriocaulaceae, nas folhas das espécies de *Eriocaulon* estudadas por Monteiro *et al.* (1984) não foi observada a presença de hipoderme, enquanto que nas espécies estudadas neste trabalho, foi observada apenas em *E. linearifolium* e é parenquimática. Em espécies de *Syngonanthus* (Scatena & Menezes 1996b), descrevem a presença de hipoderme nas folhas da maioria das espécies estudadas e verificaram que, na maioria das vezes, é constituída por parênquima aquífero. As autoras interpretam essa característica como uma resposta à adaptação ao ambiente seco onde as espécies crescem. É bem provável que a baixa ocorrência de hipoderme nas folhas das espécies de *Eriocaulon* estudadas esteja relacionada ao ambiente aquático.

Grandes lacunas de ar segmentadas por diafragmas transversais, unisseriados, são características comuns em monocotiledôneas aquáticas (Snow 1914, Tomlinson 1969, Kaul 1971, Napp-Zinn 1973 e outros). Dentro das Eriocaulaceae, ocorre aerênquima nas folhas de muitas espécies de *Eriocaulon* (Poulsen 1888, Holm 1901, Ruhland 1903, Arber 1922, Tomlinson 1969, Monteiro *et al.* 1984, Splett *et al.* 1993). Nas folhas das espécies estudadas nesse trabalho, o aerênquima é desenvolvido e representado por canais de ar, divididos por lacunas constituídas por parênquima clorofiliano diafragmático, semelhante ao que foi descrito por Monteiro *et al.* (1984) para outras espécies de *Eriocaulon*.

A presença constante de aerênquima diafragmático nas folhas das espécies estudadas certamente tem significado ecológico, com duas funções: mecânica e metabólica. Segundo Williams & Barber (1961 *apud* Kaul 1971), a

principal função do tecido aerênquimatoso em plantas aquáticas é a estabilidade mecânica. Os autores consideram também que nesse tecido aerênquimatoso fica preservado um mínimo de oxigênio requerido de um ambiente aquático pobre em oxigênio e os canais de ar nas folhas aéreas de plantas aquáticas suprem o oxigênio para as raízes. Assim, nas folhas das espécies estudadas, a presença desses aerênquimas provavelmente representa uma adaptação ao ambiente aquático.

De acordo com os resultados obtidos nesse trabalho e com aqueles disponíveis na literatura (Poulsen 1888, Holm 1901, Ruhland 1903, Malmanche 1919, Arber 1922, Hare 1950, Tomlinson 1969, Giulietti 1978 e Monteiro *et al.* 1984), as espécies de *Eriocaulon* estudadas apresentam a estrutura anatômica básica encontrada nas Eriocaulaceae aquáticas ou que vivem em solos muito úmidos. Tal padrão foi observado também nas folhas e nos escapos de *Syngonanthus caulescens* (Scatena & Menezes 1996b), *Leiothrix flavescens* (Giulietti *et al.* 1998) e *Tonina fluvialis* (Scatena *et al.* comunicação pessoal). Verificou-se que as espécies de *Eriocaulon* apresentam adaptações a ambientes aquáticos como: células epidérmicas de paredes finas, presença de aerênquima nos diferentes órgãos e parênquima clorofiliano diafragmático nas folhas, associadas às características típicas das Eriocaulaceae como: periciclo sinuoso e feixes vasculares colaterais nos escapos e feixes vasculares colaterais com bainha dupla nas folhas.

Agradecimentos

As autoras agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, pelo apoio através de bolsas.

Referências

- ARBER, A. 1922. Leaves of the Farinosae. *Bot. Gaz.* 74: 80-94.
- CAMEFORT, H. 1977. *Morphologie des végétaux vasculaires; cytologie, anatomie, adaptations*. 2ª ed. Doin. Paris.
- GIULIETTI, A.M. 1978. *Os gêneros Eriocaulon L. e Leiothrix Ruhl. (Eriocaulaceae) na Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil*. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo.
- GIULIETTI, A.M. & HENSOLD, N. 1990. Padrões de distribuição geográfica dos gêneros de Eriocaulaceae. *Acta Bot. Bras.* 4 (1): 133-159.
- 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. s.l. (Eriocaulaceae). *Sitientibus* 18: 31-49.
- HARE, L.C. 1950. The structure and development of *Eriocaulon septangulare* With. *J. Linn. Soc. Bot.* 53: 422-448.
- HOLM, T. 1901. *Eriocaulon decangulare* L. an anatomical study. *Bot. Gaz.* 31: 17-37.
- KAUL, R.B. 1971. Diaphragms and aerenchyma in *Scirpus validus*. *Amer. J. Bot.* 58: 808-816.
- MALMANCHE, L.A. 1919. *Contribution à l'étude anatomique des Eriocaulacées et des familles voisines. Restiacées, Centrolepidacées, Xyridacées, Philhydracées, Mayacacées*. Paris. Thesis. St. Cloud.

- 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 Brasil. Bot.* 7 (2): 137-147.
- NAPP-ZINN, K. 1973. Anatomie des Blattes II. In W. Zimmermann, S. Carlquist, P. Ozenda & H.D. Wulff (eds.) *Handbuch der Pflanzenanatomie*. vol. 8, part 2. A. Gebrüder Bornträger. Berlin.
- POULSEN, V.A. 1888. Anatomiske Studier over Eriocaulaceerne. *Vidensk. Medd. dansk. naturh. Foren. ser 4*, 10: 221-386.
- ROESER, K.R. 1962. Die Nadel der Schwarzkiefer-Massenprodukt und Kunstwert der Natur. *Mikrokosmos* 61: 33-36.
- RUHLAND, W. 1903. Eriocaulaceae. In A. Engler (ed.) *Das Pflanzenreich*. vol. IV, pt. 30. Wilhelm Engelmann. Leipzig, p. 1-294.
- 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-MG. *Acta bot. bras.* 9 (2): 195-211.
- SCATENA, V.L. & GIULIETTI, A.M. 1996. The taxonomy and morphological and anatomical differentiation of populations of *Leiothrix crassifolia* (Eriocaulaceae). *Pl. Syst. Evol.* 199: 243-258.
- SCATENA, V.L. & MENEZES, N.L. 1996a. Anatomia de raízes de *Syngonanthus* Ruhl. (Eriocaulaceae). *Revista Brasil. Biol.* 56(2): 333-343.
- SCATENA, V.L. & MENEZES, N.L. 1996b. Anatomia de escapos e folhas de *Syngonanthus* Ruhl. (Eriocaulaceae) de campos rupestres. *Revista Brasil. Biol.* 56(2): 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. *Arq. Biol. Tecnol.* 39 (4): 1021-1035.
- SMITH, K.A. & RUSSEL, R.S. 1969. Occurrence of ethylene and its significance, in anaerobic soil. *Nature* 222: 769-771.
- SNOW, L.M. 1914. Contributions to the knowledge of the diaphragms of water plants. I. *Scirpus validus*. *Bot. Gaz.* 58: 495-517.
- SPLETT, S., BARTHLOTT, W., STÜTZEL, T. & BARROS, M.A.G. 1993. Leaf anatomy of Brazilian Eriocaulaceae and its diagnostic significance. *Flora* 188: 399-411.
- STÜTZEL, T. 1988. Untersuchungen zur Wurzelanatomie der Eriocaulaceen. *Flora* 180: 223-239.
- TOMLINSON, P.B. 1969. *Eriocaulaceae*. In C.R. Metcalfe (ed.): *Anatomy of the Monocotyledons*. Clarendon Press. Oxford.
- VAN FLEET, D.S. 1961. Histochemistry and function of the endodermis. *Bot. Rev.* 27(2): 166-220.
- WILLIS, J.C. 1974. *A dictionary of the flowering plants and ferns*. Cambridge. University Press.