

## ASPECTOS MORFOLÓGICOS E ANATÔMICOS DO CAULE EM ESPÉCIES DE *SYNGONANTHUS* RUHL. ERIOCAULACEAE.

VERA LUCIA SCATENA\* e NANUZA LUIZA DE MENEZES\*\*

\* *Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista. C. Postal 199. 13506-900, Rio Claro, SP, Brasil.*

\*\* *Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, C. Postal 11461, 05422-970, São Paulo, SP, Brasil.*

**ABSTRACT** - (Morphological and anatomical aspects of stem of *Syngonanthus* Ruhl. species. Eriocaulaceae). The stems of twenty-two taxa of four sections of *Syngonanthus* was analysed and classified into three distinct morphological and anatomical patterns: pattern 1 - erect stem axis with endodermis and pericycle evidents, without any type of thickning; pattern 2 - rhizomatous stem with a thickening resulted from the ativity of the pericycle named primary thickening meristem (PTM); pattern 3 - erect stem with axis largely reduced and with a secondary thickening meristem (STM). This patterns was observed into different species and sections of the genus: pattern 1 in *Dimorphocaulon* and *Carpocephalus*; pattern 2 in *Thysanocephalus* and *Eulepsis*; pattern 3 in *Thysanocephalus*.

**RESUMO** - (Aspectos morfológicos e anatômicos do caule em espécies de *Syngonanthus* Ruhl. Eriocaulaceae). O caule de 22 táxons de quatro secções do gênero *Syngonanthus* Ruhl., que ocorrem nos campos rupestres do Brasil, foi analisado e classificado em três padrões morfológicos e anatômicos. Padrão 1 - caule aéreo, ereto, com entrenós distintos, com endoderme e periciclo evidentes, sem nenhum tipo de espessamento; padrão 2 - rizoma, com espessamento resultante da atividade do periciclo, denominado por outros autores, meristema de espessamento primário (MEP) e padrão 3 - caule aéreo com entrenós reduzidos, com crescimento secundário, resultante da atividade de um meristema de espessamento secundário (MES). Foi observado que esses padrões ocorrem de maneira indistinta nas espécies das diferentes secções do gênero: o padrão 1 em *Dimorphocaulon* e *Carpocephalus*, o padrão 2 em *Thysanocephalus* e *Eulepsis* e o padrão 3 em *Thysanocephalus*.

**Key words:** stem morphology; stem anatomy; *Syngonanthus*.

### INTRODUÇÃO

A família Eriocaulaceae possui uma distribuição pantropical, sendo mais rica em espécies, e apresentando uma maior diversidade, na América do Sul (Giulietti & Hensold 1991). Os espécimes de Eriocaulaceae são amplamente distribuídos nos campos rupestres do Brasil (Giulietti *et al.* 1987), crescendo principalmente nos locais de solos arenosos, juntamente com Poaceae, Cyperaceae e Xyridaceae, constituindo a comunidade herbácea dominante nestes campos (Joly 1970).

Com relação ao hábito, as Eriocaulaceae podem apresentar poucos centímetros de altura até portes bem elevados, sendo perenes e raramente anuais (Tomlinson 1969). Na maioria das espécies terrestres, segundo Tomlinson (1969) e Giulietti (1978), o caule encontra-se reduzido a um rizoma de tamanho variável, podendo ser congesto, com folhas formando rosetas terminais, ou então, podendo ser aéreo, alongado ou decumbente.

As observações em caule aéreo de Eriocaulaceae (Malmanche 1919, Tomlinson 1969, Giulietti 1978 e Castro 1986) mostraram um córtex pouco desenvolvido em relação ao cilindro central, enquanto que nas espécies com rizoma, a região central é bem desenvolvida e delimitada internamente por uma camada de células de paredes espessadas, por eles denominadas endoderme, que também pode estar presente nos caules aéreos. Segundo esses autores, os rizomas das Eriocaulaceae, exibem uma organização anatômica com duas regiões distintas: uma cortical, sem um sistema vascular independente, mas percorrida por numerosos traços foliares e radiculares, e uma porção central, delimitada do córtex por uma camada de células lignificadas, por eles denominada endoderme. No cilindro vascular, estão dispersos feixes colaterais e anfibasais, podendo distinguir-se complexos vasculares na região periférica. Ainda segundo esses autores, no caule aéreo, os feixes vasculares ficam restritos à região periférica do cilindro central, formando dois círculos.

Segundo De Mason (1979), o aumento gradual em espessura dos caules de monocotiledôneas ocorre próximo ao ápice e provém do meristema de espessamento primário (PTM-Primary Thickening Meristem), que é uma região do meristema apical.

Segundo Krauss (1948), em *Ananas comosus*, este meristema de espessamento primário (MEP), além de ser responsável pelo espessamento caulinar, origina raízes adventícias e todos os tecidos que estabelecem contato entre essas e o caule.

A presença de meristema de espessamento primário, embora com denominações diversas, tem sido descrita para diversas monocotiledôneas, podendo ocorrer em espécies herbáceas (Krauss 1948, Sajo 1992), rizomatosas (Rudall 1984 e 1991, Castro 1986) e mesmo em regiões mais imaturas daquelas com crescimento secundário (Fisher & Tomlinson 1972).

Com relação ao crescimento secundário dos caules de monocotiledôneas, segundo De Mason (1979), o que caracteriza esse grupo de plantas é a ausência do câmbio vascular na maioria de seus representantes. Entretanto, de acordo com Zimmermann e Tomlinson (1969) determinadas monocotiledôneas, como *Agave* L. e *Cordyline* Adams. (Agavaceae), exibem crescimento secundário devido à atividade de um meristema lateral, por esses autores denominado câmbio, com atividade completamente diferente do câmbio das dicotiledôneas. De acordo com Diggle e De Mason (1983a, b) o meristema de espessamento primário (MEP) e o meristema de espessamento secundário (MES) representam fases subsequentes de atividade de um mesmo meristema.

Em Eriocaulaceae, Giulietti (1984) menciona que a formação de tecidos secundários em *Leiothrix sclerophylla* Silv. é semelhante ao que ocorre em caules aéreos de

*Dracaena* Rafin. (Agavaceae) e *Aloe* L. (Liliaceae) observados por Cheadle (1937). Em caules subterrâneos de *Trimezia* Salisb. (Iridaceae) observado por Chueiri (1977) também foram citados tecidos secundários.

Em *Paepalanthus*, Castro (1986) verificou que cada traço, antes de atingir a base das folhas, ramifica-se uma ou mais vezes dando origem a vários feixes vasculares. Na realidade, segundo a mesma autora, vários traços foliares que deixam o cilindro vascular e atravessam quase todo o córtex fundidos, separam-se antes de passar para o interior da folha.

Este trabalho tem como objetivo caracterizar morfológica e anatomicamente os tipos de caules que ocorrem nas espécies de *Syngonanthus* que crescem nos campos rupestres.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os táxons de *Syngonanthus* Ruhl. foram coletados nos campos rupestres de diferentes localidade da Cadeia do Espinhaço - MG, com exceção da espécie *S. imbricatus* (Koern.) Ruhl. coletada na restinga de Guarapari - ES. O material de referência está depositado no herbário do Departamento de Botânica da Universidade de São Paulo (SPF) como parte das coleções CFSC (coleção da Flora da Serra do Cipó) e CFCR (coleção da Flora dos Campos Rupestres).

*S. anthemidiflorus* (Bong.) Ruhl., *Hensold CFSC 5190*; *S. appressus* (Koern.) Ruhl. *Giulietti et al, CFCR 4572*; *S. aurifibratus* Silv. L. *Rossi et al CFCR 1079*; *S. caracensis* Silv. *Scatena CFCR 11309*, *Scatena & Zappi CFCR 10909*, *Scatena CFCR 11308*; *S. caracensis* Silv. var. *glabrescens* Silv., *Scatena et al CFCR 11840*; *S. caulescens* (Poir.) Ruhl. *Pereira CFCR 11310*; *S. centauroides* (Boing.) Ruhl. *Scatena et al CFSC 10465*; *S. cipoensis* Ruhl. *Scatena CFSC 10421*; *Scatena et al CFSC 11636*; *S. aff. cipoensis* Ruhl. *Scatena et al CFSC 10466*; *S. circinnatus* (Bong.) Ruhl. *Scatena, CFSC 10912*; *S. aff. circinnatus* (Bong.) Ruhl., *Zappi et al CFCR 11292*; *S. elegans* (Bong.) Ruhl., *Giulietti CFCR 3789*; *S. flexuosus* Silv., *Scatena et al CFSC 13087*; *Scatena CFSC 10850*; *S. aff. flexuosus* Silv., *Scatena et al CFSC 10468*; *S. fuscescens* Ruhl., *Semir et al CFSC 5191*; *S. imbricatus* (Koern.) Ruhl., *Giulietti et al 1047*; *S. rufipes* Silv., *Scatena CFSC 10913*; *Kameyama & Zappi CFSC 10916*; *Scatena et al CFSC 10383*; *Scatena et al CFSC 10467*; *Scatena et al CFSC 11637*; *Syngonanthus sp Giulietti CFSC 4968*; *S. verticillatus* (Bong.) Ruhl., *Giulietti CFCR 3785*; *S. xeranthemoides* (Bong.) Ruhl. var. *melanolepsis* Silv., *Zappi et al CFCR 11252*; *S. xeranthemoides* var. *vernonioides* (Kunth.) Ruhl., *Zappi & Prado CFCR 11830*; *S. xeranthemoides* (Bong.) Ruhl. var. *xeranthemoides*, *Zappi et al CFCR 11290*.

Do material coletado, parte foi herborizada para posterior identificação e parte foi fixada para estudos anatômicos. A fixação foi feita com FAA 50 (Johansen 1940) e posteriormente o material foi transferido para álcool 70% com algumas gotas de glicerina.

Para análise anatômica, as peças foram fixadas e submetidas à desidratação em

série butílica (Johansen 1940), e à infiltração em parafina seguida da inclusão (Sass 1951). O material incluído foi cortado transversalmente com 10 µm de espessura em série no micrótomo rotativo e montado em lâminas, seguindo-se a desparafinação pelo xilol e dupla coloração com fucsina e azul de astra (Roeser 1962). A montagem final foi feita com resina sintética. Nas preparações histológicas, foram empregados acetato de cobre para identificar a suberina e floroglicina em meio ácido para lignina (Johansen 1940). Os desenhos de organografia foram executados à mão livre e os anatômicos foram realizados ao microscópio óptico com o emprego da câmara clara e projeção da escala micrométrica. As fotomicrografias foram realizadas ao fotomicroscópio Olympus, modelo VANOX, com projeção da escala micrométrica.

## RESULTADOS

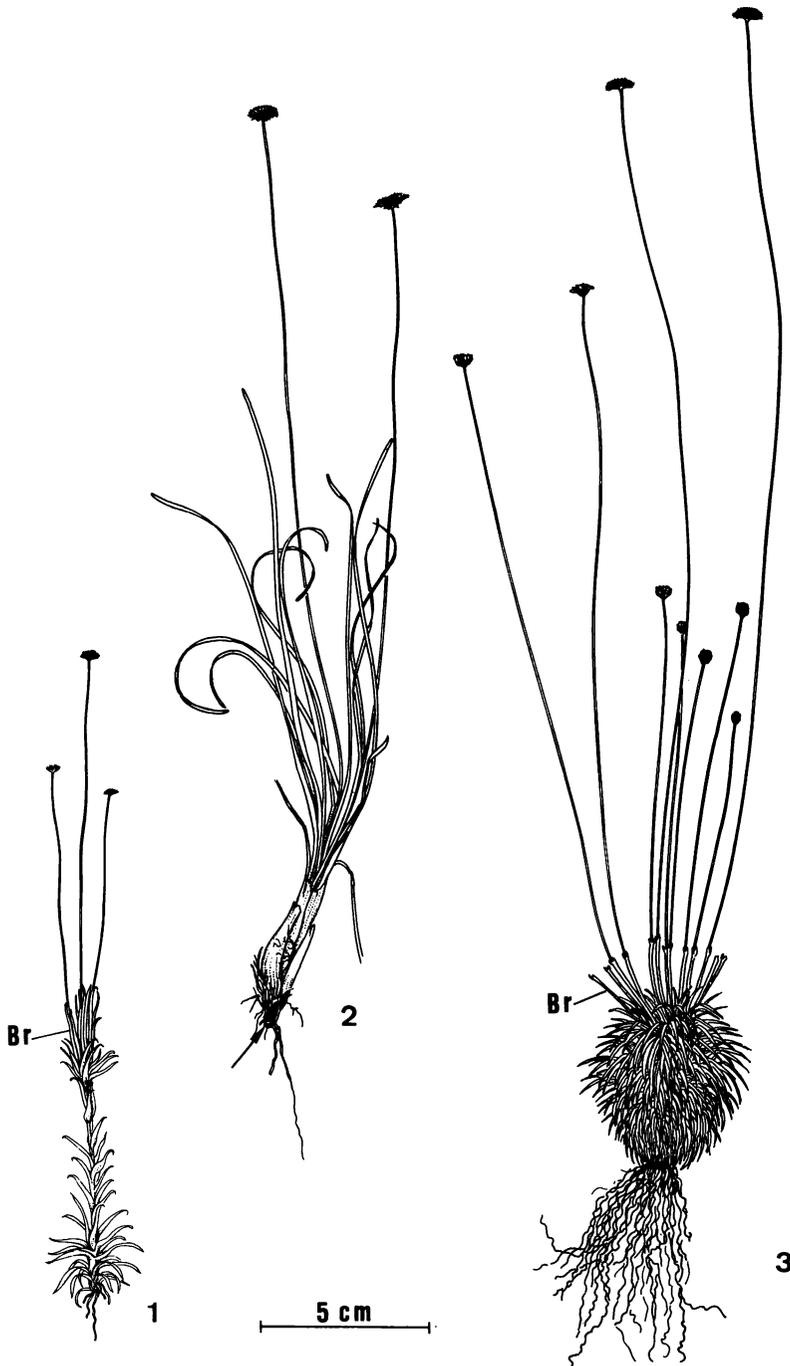
As espécies de *Syngonanthus*, das quatro secções estudadas, apresentam grande variedade de hábitos que podem ser agrupados em três tipos básicos: com caule aéreo, ereto, com nós e entrenós distintos, as folhas se distribuindo ao longo do caule, em disposição alterna e raízes adventícias nascendo ao longo do caule, porém, concentradas na porção basal, como em *S. caulescens* (Figura 1); com caule do tipo rizoma, oblíquo (às vezes horizontal), muito curto, as folhas se distribuindo de forma alternada, muito próximas umas das outras na parte aérea, as raízes adventícias saindo ao longo do caule, como em *S. caracensis* (Figura 2); com caule aéreo vertical, com entrenós muito reduzidos, as folhas saindo ao longo do caule, com disposição espirodística e com raízes adventícias saindo da porção basal do caule, como em *S. imbricatus* (Figura 3).

Esses três tipos básicos de hábitos vegetativos possuem caule com três padrões anatômicos distintos, que podem ser observados através dos diagramas de secções transversais realizadas na base e no ápice dos referidos caules (Figuras 4-9). Padrão 1: caule aéreo, ereto, com entrenós distintos; possui córtex separado do cilindro central pela endoderme (En) e periciclo (P); a distribuição dos feixes vasculares é cilíndrica e periférica com a região central ocupada apenas pela medula (Figuras 4-5). Observam-se, no córtex da região basal do caule, traços de folhas (Tf) e raízes adventícias (Figura 4, Ra) e na região apical, apenas traços foliares (Figura 5, Tf). Padrão 2: rizoma oblíquo ou horizontal, muito curto; possui córtex separado do cilindro central por um periciclo (P); os feixes vasculares estão dispersos no cilindro central, inclusive na região medular (Figuras 6-7). Observam-se na região basal do caule, raízes adventíci-

---

Figuras 1-3 - Aspecto geral das plantas de *Syngonanthus*: *S. caulescens* (Fig. 1), *S. caracensis* (Fig. 2) e *S. imbricatus* (Fig. 3). Na figura 2, a seta indica a porção mais velha do caule. Os escapos florais crescem normalmente na região apical ou de ramificações laterais do caule, e são envoltos por brácteas. (BR - brácteas).

Figures 1-3. General aspects of the plants of *Syngonanthus*: *S. caulescens* (Fig. 1), *S. caracensis* (Fig. 2) e *S. imbricatus* (Fig. 3). In figure 2 the arrow indicates the oldest part of the stem. The floral scapes develop in the stem apex or in its lateral ramification and are enclosed by bracts (BR).



as (Figura 6, Ra) e na região apical, traços foliares (Figura 7, Tf), além da estrutura do escapo. Padrão 3: caule aéreo vertical com entrenós reduzidos; possui a região periférica do córtex formada por células *suberificadas*, separado do cilindro central por um meristema lateral (M); apresenta distribuição mais ou menos radial dos tecidos vasculares (TV), inclusive ocupando a região medular (Figuras 8-9). Nota-se a saída de raízes adventícias (Ra) apenas na região basal do caule (Figura 8) e na região apical, observam-se os traços foliares (Tf), além das bainhas das folhas que envolvem o caule (Figura 9).

Nos caules de padrão anatômico 1, verifica-se a epiderme (E) unisseriada com paredes finas na região apical (Figura 17) e com paredes suberificadas na região basal (Figura 10). O córtex (Cx) possui células parenquimáticas de paredes finas (Figuras 10-13). E a endoderme (En) unisseriada, bem evidente, de paredes também finas, encontra-se em contato com o periciclo (P) que é unisseriado com células de paredes espessadas e lignificadas (Figuras 10-11).

A saída de raiz adventícia pode ser observada nas figuras 10-13. Os tecidos vasculares da raiz emergente aparecem na região do periciclo (Figuras 10-11, P). A raiz apresenta periciclo (Figura 12, seta) bem evidenciado na figura 13, no interior da raiz adventícia (Ra).

Quanto aos traços foliares, pode-se observar sua saída do cilindro vascular para o córtex e deste para a folha nas figuras 14-17. Inicialmente um feixe vascular (Fv), localizado próximo do periciclo (P), apresenta-se parcialmente envolvido pelas células do mesmo (Figuras 14-15). Concomitantemente vai ocorrendo um aumento do número de células do periciclo, até que o envolvem por completo (Figura 15 - setas). Após atravessar o periciclo do caule (Figura 16), já no córtex, observa-se que o traço foliar se ramifica e os ramos resultantes (Figura 17) se dirigem para a folha constituindo algumas das nervuras paralelas.

Nos caules de padrão anatômico 2, verifica-se a epiderme (E) unisseriada com paredes finas na região apical do caule (Figura 19) e com paredes suberificadas na região mais basal (Figura 18). O córtex (Cx) é constituído por parênquima amilífero (Figuras 18-19) e é separado do cilindro vascular por várias camadas de células, que na porção apical do caule apresentam um aspecto meristemático (Figura 19-P) e na porção basal do caule (Figura 18) essas células apresentam-se relativamente espessadas e lignificadas. Apesar do espessamento, verificou-se que a camada mais interna dessa região é formada por células de paredes não espessadas, junto das quais se observam tecidos vasculares recém-formados (Figuras 18 e 19, TV). A região central do cilindro vascular é constituída por feixes anfibasais (Figuras 18-19, Fv). A endoderme nesse grupo de plantas é de difícil detecção. Na figura 18, verifica-se também um primórdio de raiz adventícia (Ra) e o começo do deslocamento de um traço foliar (Tf).

A formação de raiz adventícia e a saída do traço foliar até o córtex são semelhantes aos descritos no caule de padrão 1, com a diferença que aqui o periciclo é plurisseriado.

Naqueles caules de padrão anatômico 3, o tecido de revestimento é constituído



por células suberificadas (Cs) da região periférica do córtex (Figura 20). Internamente a essa camada, o córtex é constituído por células parenquimáticas de paredes finas (Figuras 20-21). As plantas que têm o padrão anatômico 3 possuem um meristema lateral (Figura 20-M), que origina, além de tecidos vasculares, células parenquimáticas distribuídas em forma de raios; essas células apresentam paredes espessadas (Figura 20). Além do meristema lateral, o meristema apical apresenta-se aprofundado, de tal modo que no nível representado na figura 21 aparece um primórdio foliar (F) e o meristema não aparece.

Os tecidos vasculares que se originam do meristema apical apresentam distribuição de forma dispersa no cilindro central (Figura 21), enquanto que aqueles que se originam do meristema lateral, possuem uma distribuição mais ou menos radial no cilindro central (Figura 20). A formação de raiz adventícia (Figura 20 - Ra) e a passagem para o córtex do traço foliar (Figura 21 - Tf) são processos semelhantes aos descritos para os padrões anteriores.

Algumas das características morfológicas e anatômicas dos caules de todos os táxons estudados das diferentes secções foram agrupadas na tabela 1 para facilitar a comparação entre as espécies e auxiliar na discussão da posição taxonômica desses grupos.

## DISCUSSÃO

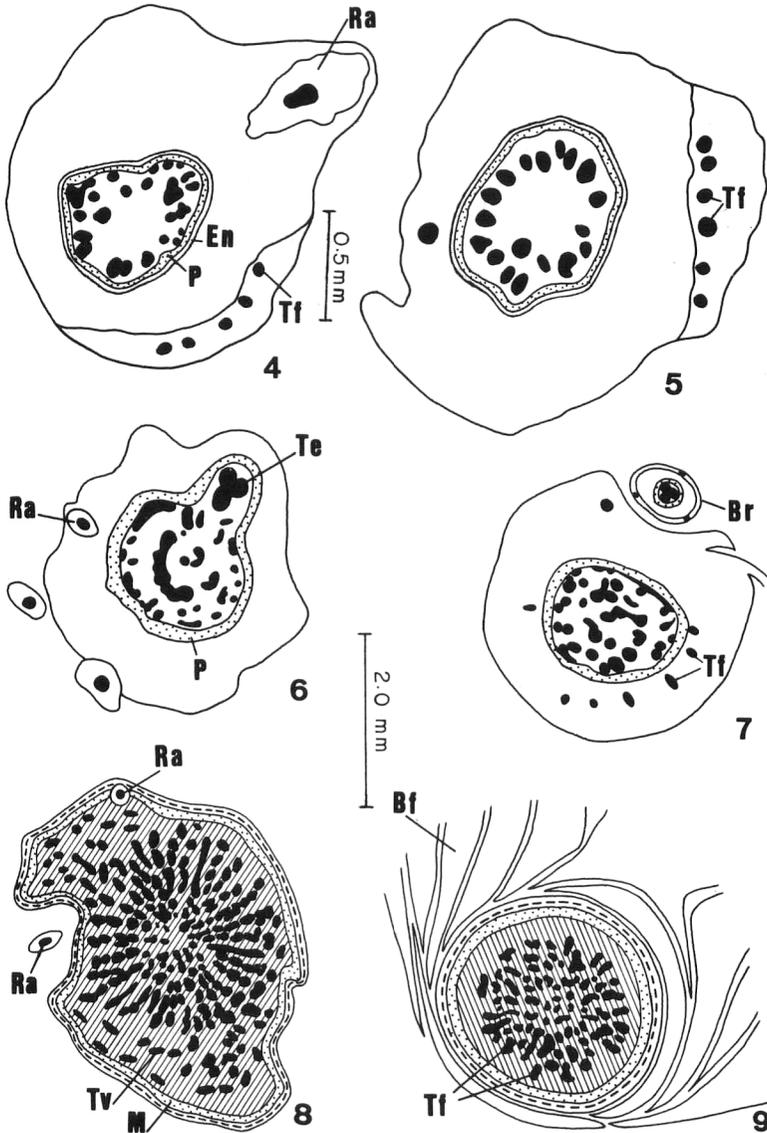
Como foi observado através dos resultados, as espécies do gênero *Syngonanthus* apresentam grande diversidade de hábitos vegetativos, fato este relacionado à forma de vida dessas espécies, ocorrendo representantes com o eixo caulinar relativamente desenvolvido (*S. caulescens*, *S. appressus*, *S. verticillatus*), que pode se apresentar mais ou menos ereto ou prostrado, ao lado de plantas aparentemente acaules (*S. fuscescens*, *S. caracensis*), devido à redução do eixo aéreo. Essa diversidade também foi observada por Tomlinson (1969) e por Kral (1989) para outros representantes de *Syngonanthus*, que apresentam desde plantas com poucos centímetros até com mais de um metro.

No caule de todas as espécies estudadas, observa-se em corte transversal, um córtex sem sistema vascular independente, como indicado por Tomlinson (1969) para representantes de outras Eriocaulaceae. Nesta região, há numerosos traços foliares além de raízes adventícias.

---

Figuras 4-9 - Diagramas de secções transversais de caules de *Syngonanthus*: porção basal (Fig. 4) e apical (Fig. 5) de *S. caulescens*; porção basal (Fig. 6) e apical (Fig. 7) de *S. aff. flexuosus*; porção basal (Fig. 8) e apical (Fig. 9) de *S. imbricatus*. (BF - bainha de folha; BR - bráctea; En - endoderme; M - meristema lateral; P - periciclo, RA - raiz adventícia; TE - traço de escape; TF - traço foliar; TV - tecido vascular).

Figures 4-9. Transverse sections through the stems of *Syngonanthus*: basal (Fig. 4) and apical (Fig. 5) regions of *S. caulescens*; basal (Fig. 6) and apical (Fig. 7) region of *S. aff. flexuosus*; basal (Fig. 8) and apical (Fig. 9) region of *S. imbricatus*. (BF- leaf sheath; BR- bract; EN- endodermis; M- lateral meristem; P- pericycle; RA- adventitious root; TE- scape trace; TF- leaf trace; TV- vascular tissue).



-  epiderme
-  camada cortical suberificada
-  parênquima
-  raiz adventícia

-  feixes vasculares
-  periciclo
-  meristema lateral
-  células parenquimáticas de paredes espessadas

Em *Syngonanthus*, nos caules aéreos com entrenós distintos (padrão 1), o córtex é estreito em relação ao cilindro vascular e nos rizomas (padrão 2), ele é bem desenvolvido. Esta característica já foi descrita por Tomlinson (1969) e Castro (1986) para outras espécies da família Eriocaulaceae.

O cilindro vascular desses caules aéreos com entrenós distintos (padrão 1), conforme indicado por Tomlinson (1969), é separado do córtex por um cilindro de células esclerificadas, que neste trabalho se denomina periciclo. Externamente a essa camada lignificada, que é o periciclo, ocorre uma camada de células parenquimáticas, que é a endoderme. A diferenciação da endoderme e do periciclo, nos caules das espécies de *Syngonanthus* estudadas, se faz a partir do eixo embrionário, conforme demonstrado por Scatena (1990).

Já em relação aos rizomas (padrão 2), Tomlinson (1969) mostra que o cilindro vascular é formado por plexos vasculares periféricos, localizados internamente ao cilindro de células esclerificadas (aqui denominado periciclo), e por feixes vasculares anfibasais dispostos em atactostele na região central.

Analisando-se o desenvolvimento do caule de algumas espécies de *Syngonanthus* que são representadas por *S. caracensis* (e outras) que possui rizoma (padrão 2), foi possível perceber que seu tipo de crescimento coincide com aqueles descritos por Krauss (1948), para *Ananas comosus* (L.) Merr. e por Sajo (1992), para *Xyris spinulosa* Kral & Smith, em que os feixes centrais se originam a partir da porção superior do meristema apical, enquanto que os plexos vasculares periféricos, que representam o espessamento primário do caule, se diferenciam de regiões subapicais do mesmo meristema.

Esse tipo de espessamento primário tem sido atribuído em pesquisas recentes ao PTM (Primary Thickening Meristem), ou seja, ao Meristema de Espessamento Primário (MEP), por De Mason (1979, 1983), Diggle e De Mason (1983a, b) e por Sajo (1992). Esse meristema corresponde, também, à zona meristemática estreita referida por Krauss (1948).

O que se percebe é que o tecido que tem a mesma configuração e mesma localização do periciclo é que tem sido chamado de MEP.

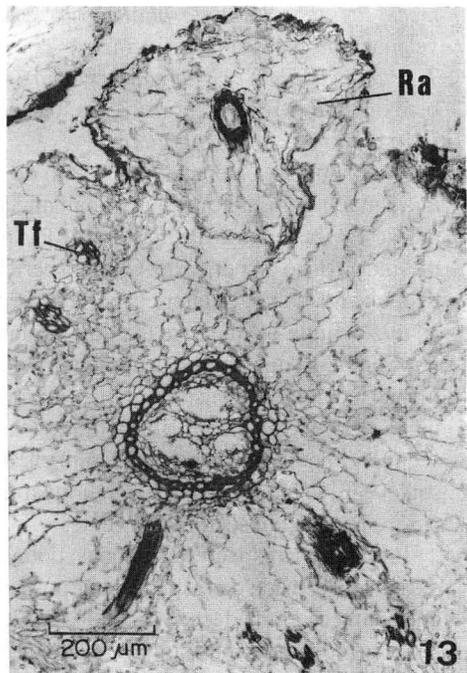
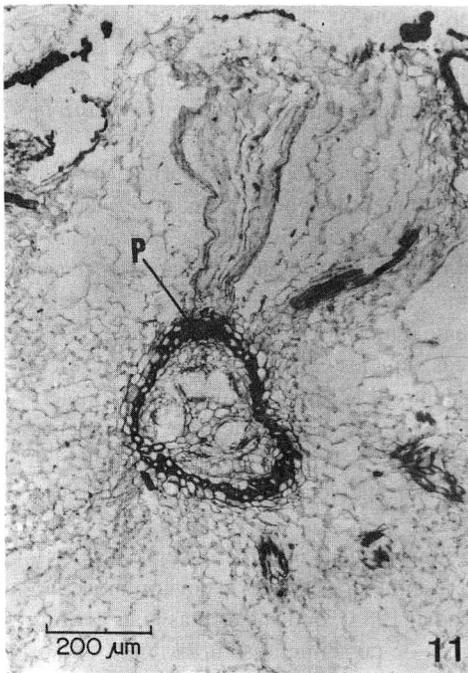
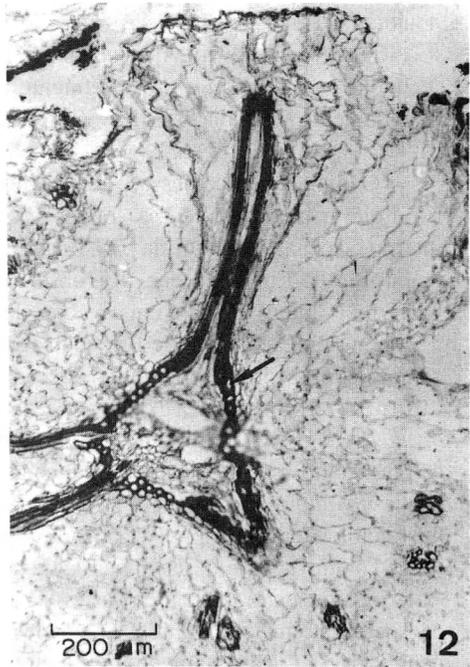
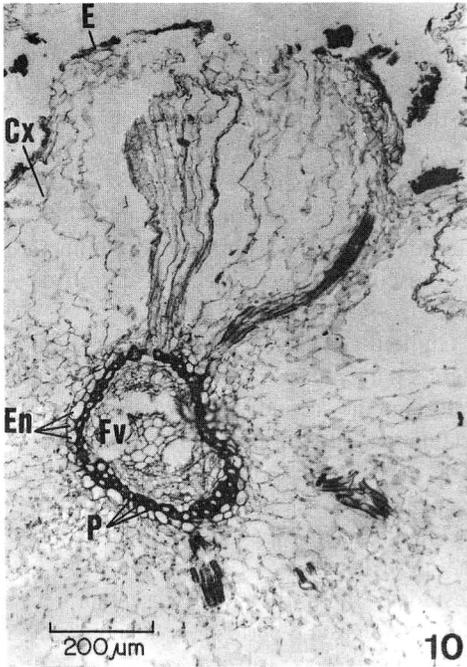
No gênero *Syngonanthus*, os caules das seções *Eulepsis* e *Thysanocephalus*, com exceção de *S. imbricatus*, exibem organização parecida com aqueles da cebola, abacaxi e íris descritos por De Mason (1979). Os plexos vasculares periféricos, que representam o espessamento primário desses caules, se originam do periciclo, ou seja, do MEP.

Após sua origem, as raízes percorrem um trajeto descendente oblíquo, no

---

Figuras 10-13 - Sequência de seções transversais feitas na porção basal do caule de *S. caulescens* evidenciando a origem pericíclica da raiz adventícia. (CX - córtex; E - epiderme; En - endoderme; FV - feixe vascular; P - periciclo; RA - raiz adventícia; TF - traço foliar).

Figures 10-13. Sequential transverse sections through the basal region of the stem of *S. caulescens* showing the pericyclic origin of the adventitious root (CX- cortex; E- epidermis; EN- endodermis; FV- vascular bundle; P- pericycle; RA- adventitious root; TF- leaf trace).



interior do córtex caulinar, constituindo nesta fase, o que Tomlinson (1969) denominou de raízes intracorticais.

Das espécies estudadas, apenas *S. imbricatus* possui o caule com crescimento secundário (padrão 3) e provavelmente este crescimento se deva ao meristema de espessamento secundário (MES) conforme o descrito por Diggle e De Mason (1983a, b).

O que se verifica nessas monocotiledôneas que possuem crescimento secundário é que o meristema forma feixes vasculares inteiros e parênquima para o lado interno e apenas parênquima para o lado externo (Esau 1977, Tomlinson & Zimmermann 1969). Em Iridaceae, foi observado crescimento secundário no corno de *Trimesia* (Chueiri 1977) e em espécies de *Patersonia* (Rudall 1984).

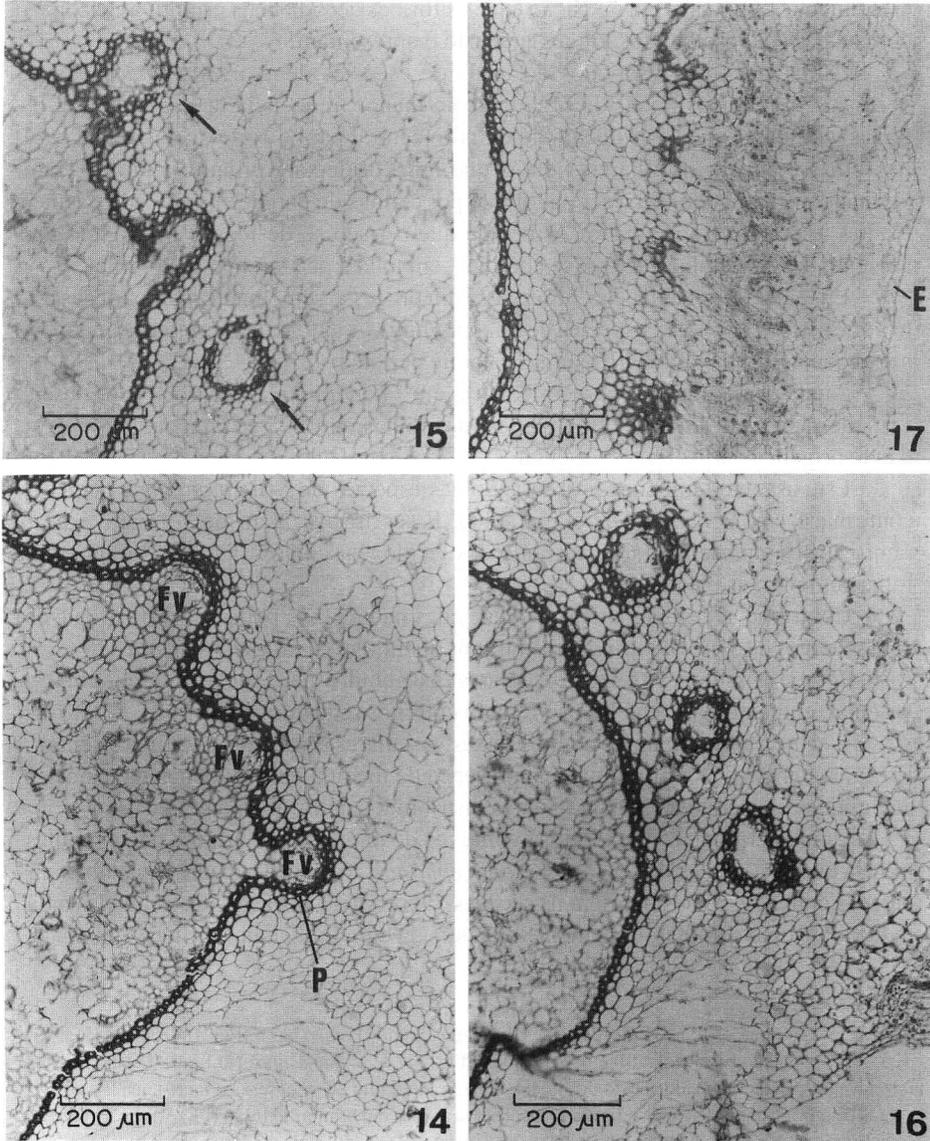
Em representantes de Eriocaulaceae, Giulietti (1978) cita a ocorrência de um câmbio com a formação de tecidos secundários para *Leiothrix sclerophylla* Silv. e Castro (1986) constatou a existência de um crescimento secundário em *Paepalanthus bromelioides* Silv., através de regiões meristemáticas descontínuas, embora a produção de tecidos secundários seja pequena. Das espécies de *Syngonathus* estudadas, apenas *S. imbricatus* possui crescimento secundário, que se estabelece através de um meristema lateral, que pode ser denominado meristema de espessamento secundário (MES), como aquele descrito para as espécies de Iridaceae.

Assim sendo, os caules das espécies estudadas neste trabalho apresentam três padrões anatômicos distintos: 1) aqueles com endoderme e periciclo evidentes sem nenhum tipo de espessamento como em *S. caulescens* (secção *Carpocephalus*) e *S. fuscescens* (secção *Dimorphocaulon*); 2) aqueles com o periciclo (ou MEP) responsável por um espessamento primário como em *S. rufipes*, *S. aff. flexuosus* (secção *Thysanocephalus*) e *S. elegans* (secção *Eulepsis*); 3) aquele que possui um meristema bem distinto (MES) responsável pelo espessamento secundário como em *S. imbricatus* (secção *Thysanocephalus*).

Chama-se a atenção para o fato de se insistir na denominação periciclo para o que a maioria dos autores que trabalham com monocotiledôneas chamam de Meristema de Espessamento Primário (MEP). É que esse meristema ocupa exatamente a mesma posição do periciclo. Como o periciclo é um tecido potencialmente meristemático, que forma raízes laterais, parte do câmbio vascular no caule e na raiz e felogênio na raiz, admite-se que esse tecido é exatamente o mesmo, agora denominado MEP.

Sabe-se que dentre as monocotiledôneas, aqueles gêneros que possuem crescimento secundário, constituem uma minoria dentro do grupo (Tomlinson & Zimmermann 1969, Chakroun 1983). Para Cheadle (1942), a presença de crescimento secundário pode ser considerado um caráter primitivo. Por outro lado, para Hutchinson (1973), o hábito arbóreo em monocotiledôneas ligado ao crescimento secundário parece ter surgido secundariamente.

Dentre as espécies estudadas, pode-se sugerir que *S. imbricatus* seja considerada a mais derivada das espécies por possuir crescimento secundário em homologia ao que acontece em Iridaceae (Chueiri 1977, Rudall 1984), onde as formas mais evoluídas (cormos e rizomas simpodiais com etapas de crescimentos curtos) apresentam



Figuras 14-17 - Sequência de seções transversais do caule de *S. caulescens* mostrando o deslocamento dos traços foliares, desde o cilindro central (Fig. 14), passando pelo periciclo (Fig. 15), já no córtex (Fig. 16) e a evidência de suas ramificações antes de chegar à folha (Fig. 17). (E - epiderme; P - periciclo; FV - feixe vascular).

Figures 14-17. Sequential transverse sections through the stem of *S. caulescens* showing the leaf traces: dislocated from the central cylinder (Fig. 14); crossing the pericycle (Fig. 15); still in the cortex (Fig. 16); and their ramifications before reaching leaf (Fig. 17). (E - epidermis; P - pericycle; FV - vascular bundle).

crescimento secundário em oposição àquelas formas de vida mais primitivas (rizomas com etapas de crescimentos longos) que não o apresentam.

Através de cortes seriados do caule de espécies de *Syngonanthus*, pode-se verificar em todos os níveis do órgão, e com menor frequência na porção basal, os feixes vasculares que se deslocam do cilindro central para o córtex e daí para a base das folhas, como traços foliares. Nota-se que, antes de deixar o cilindro central, o feixe vascular anfigasal começa a ser envolvido por células de paredes lignificadas, semelhantes às células do periciclo. À medida que o traço se desloca, vai havendo um aumento dessas células, até que se complete em toda a periferia do traço foliar.

Em outras Eriocaulaceae, observa-se um processo semelhante, como foi descrito por Castro (1986) para espécies de *Paepalanthus*. A autora denominou de endoderme, o que neste trabalho verificou-se tratar de periciclo.

Ainda com relação aos traços foliares em *Paepalanthus*, Castro (1986) observou que cada traço antes de atingir a base das folhas ramifica-se uma ou mais vezes, dando origem a vários feixes vasculares.

Este aspecto também foi observado nas espécies de *Syngonanthus* e pode ser confirmado em *S. caulescens* (Figura 17). Esses traços, além de sofrerem várias ramificações, apresentam um rearranjo dos tecidos vasculares, antes de atingirem a folha como feixes colaterais.

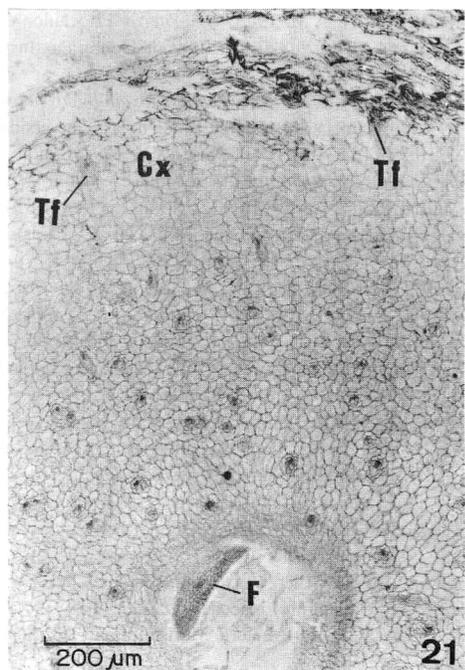
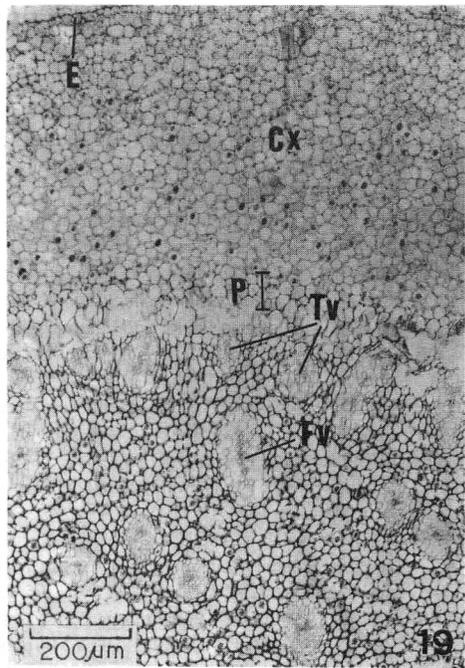
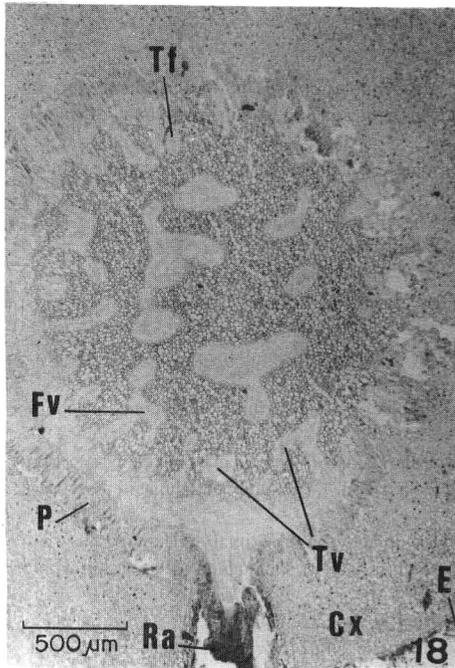
Conforme as características evidenciadas na tabela 1, pode-se verificar que os caules aéreos de *Syngonanthus* com entrenós distintos (*S. caulescens*, *S. appressus*, *S. verticillatus*) possuem os feixes vasculares distribuídos perifericamente no cilindro vascular, enquanto que aqueles caules com entrenós reduzidos (*S. rufipes*, *S. cipoensis*, *S. elegans*) apresentam-se com os feixes vasculares dispersos no cilindro central. Esta característica é confirmada pela presença de medula bem evidenciada naqueles caules que possuem os feixes vasculares distribuídos perifericamente.

Uma interpretação em termos evolutivos do hábito e da estrutura desses caules mostra que as espécies da secção *Thysanocephalus* são mais derivadas, quando comparadas com as espécies das demais secções. Observa-se nas espécies estudadas uma redução do eixo caulinar, certamente relacionada com uma maior proteção do ápice.

---

Figuras 18-21 - Secções transversais de caules de *Syngonanthus*. Porção basal (Fig. 18) e apical (Fig. 19) de *S. rufipes*; porção basal (Fig. 20) e porção apical (Fig. 21) de *S. imbricatus*. Na figura 18 se observa a raiz adventícia saindo do lado oposto dos traços foliares. Na figura 20 se observa o meristema lateral (M) e saída de raiz adventícia (RA). Na figura 21 se observa apenas um primórdio foliar (PF) e que o meristema apical apresenta-se aprofundado. (CS - células suberificada; CX - córtex; E - epiderme; F - folha; FV - feixe vascular; M - meristema lateral; P - periciclo; RA - raiz adventícia; TF - traço foliar; TV - tecido vascular recém formado).

Figures 18-21. Stem transverse sections of *Syngonanthus*. Basal (Fig. 18) and apical (Fig. 19) regions of *S. rufipes*; basal (Fig. 20) and apical (Fig. 21) regions of *S. imbricatus*. In figure 18 the adventitious root can be seen leaving the central cylinder on the opposite side of the leaf traces. Figure 20 shows the lateral meristem (M) and the beginning of the adventitious root (RA). In figure 21 there is only one leaf primordium (PF) and the apical meristem sunked. (CS- suberous cells; CX- cortex; E- epiderme; F- folha; FV- vascular bundle; M- lateral meristem; P- pericycle; RA- adventitious root; TF- leaf trace; TV- young vascular tissue).



## REFERÊNCIAS

- CASTRO, N.M. 1986. *Estudos morfológicos dos órgãos vegetativos de espécies de Paepalanthus Kunth (Eriocaulaceae) da Serra do Cipó (Minas Gerais)*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo 88 p.
- CHAKROUN, S. 1983. Les formations secondaires des monocotylédones: Conceptions Actuelles. *Annee biol.* 22: 187-199.
- CHEADLE, V.I. 1942. The role of anatomy in phylogenetic studies of Monocotyledoneae. *Chronica bot.*, ser.7, 6: 253-254.
- CHUEIRI, I.A. 1977. *Estudos morfo-anatômicos de espécies de Trimezia Salish. ex Herb. (Iridaceae) com especial referência ao sistema subterrâneo*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo 82 p.
- DE MASON, D.A. 1979. Function and development of the primary thickening meristem in the monocotyledon, *Allium cepa* L. *Bot. Gaz.* 140: 51-66.
- DE MASON, D.A. 1983. The primary thickening meristem: definition and function in monocotyledons. *Amer. J. Bot.* 70: 955-965.
- DIGGLE, P.K. & DE MASON, D.A. 1983a. The relationship between the primary thickening meristem and the secondary thickening meristem in *Yucca whipplei* Torr. I. Histology of the mature vegetative stem. *Amer. J. Bot.* 70: 1195-1204.
- DIGGLE, P.K. & DE MASON, D.A. 1983b. The relationship between the primary thickening meristem and the secondary thickening meristem in *Yucca whipplei* Torr. II. Ontogenetic relationship within the vegetative stem. *Amer. J. Bot.* 70: 1205-1216.
- ESAU, K. 1977. *Anatomy of seed plants*. 2a. ed. John Wiley & Sons, New York. 550 p.
- FISHER, J.N. & TOMLINSON, P.B. 1972. Morphological studies in *Cordyline* (Agavaceae). II. Vegetative morphology of *Cordyline terminalis*. *J. Arnold Arbor.* 53: 113-127.
- GIULIETTI, A.M. 1978. *Os gêneros Eriocaulon e Leiothrix Ruhl. (Eriocaulaceae) na Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil*. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo 356 p.
- GIULIETTI, A.M. 1984. *Estudos taxonômicos no gênero Leiothrix Ruhl. (Eriocaulaceae)*. Tese de Livre-Docência. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo 269 p.
- GIULIETTI, A.M. & HENSOLD, N. 1991. Synonymization of the genera *Comanthera* and *Carptotepala* with *Syngonanthus* (Eriocaulaceae). *Ann. Missouri Bot. Gdn.* 78: 460-464.
- GIULIETTI, A.M.; MENEZES, N.L.; PIRANI, J.R.; MEGURO, M. & WANDERLEY, M.G.L. 1987. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: caracterização e lista das espécies. *Bolm Bot. Univ. S. Paulo* 9: 1-151.
- HUTCHINSON, J. 1973 - *The families of flowering plants*. 3a. ed. Clarendon Press. Oxford. 968 p..
- JOHANSEN, D.A. 1940 - *Plant microtechnique*. Mc Graw-Hill Bood Co. New York. 523 p..
- JOLY, A.B. 1970. *Conheça a vegetação brasileira*. EDUSP, Editora Polígono. São Paulo. 181 p..
- KRAL, R. 1989. The genera of Eriocaulaceae in the Southeastern United States. *J. Arnold Arbor.* 70: 131-142.
- KRAUSS, B.H. 1948. Anatomy of the vegetative organs of the pineapple, *Ananas comosus* (L.) Merr. I. Introduction, organography, the stem and the lateral branch or axillary buds. *Bot. Gaz.* 110: 159-217.
- MALMANCHE, L.A. 1919. *Contribution à l'étude anatomique des Eriocaulacées et des familles voisines. Restiacées, Centrolepidacées, Xyridacées, Philodracées, Mayacacées*. Tese, St. Clond. 165 p.
- ROESER, K.R. 1962. Die Nadel der Schwarzkiefer-Massenprodukt und kunstwert der Natur. *Mikrokosmos* 61: 33-36.
- RUDALL, P. 1984. Taxonomic and evolutionary implications of rhizome structure and secondary thickening in Iridaceae. *Bot. Gaz.* 145: 524-534.
- RUDALL, P. 1991. Lateral Meristems and Stem Thickening Growth in Monocotyledons. *Bot. Rev.* 57(2): 150-163.

- SAJO, M.G. 1992. Organização vascular do caule em *Xyris* L. (Xyridaceae). *Bolm. Bot. Univ. S. Paulo* 13: 49-66.
- SASS, J.E. 1951. *Botanical Microtechnique*. Ames. The Iowa State College Press. 228 p..
- SCATENA, V.L. 1990. *Morfo-anatomia de espécies de Syngonanthus Ruhl. (Eriocaulaceae) dos campos rupestres do Brasil*. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo 141 p.
- TOMLINSON, P.B. 1969. Commelinales-Zingiberales III. In: Metcalfe, C.R. (ed.) *Anatomy of the Monocotyledons*. Clarendon Press. Oxford. v. 3. 446 p..
- TOMLINSON, P.B. 1970. Monocotyledons - towards and understanding of the morphology and anatomy. *Advance. Bot. Res.* 3: 207-292.
- TOMLINSON, P.B. & ZIMMERMANN, M.H. 1969. Vascular anatomy of Monocotyledons with secondary growth - An introduction. *J. Arnold Arbor.* 50: 159-179.
- ZIMMERMANN, M.H. & TOMLINSON, P.B. 1969 - The vascular system in the axis of *Dracaena fragans* (Agavaceae). I. Distribution and development of primary strands. *J. Arnold Arbor.* 50: 370-383.