

ESTUDOS MORFO-ANATÔMICOS EM ÓRGÃOS FOLIARES DE *XYRIS* L. (XYRIDACEAE)⁽¹⁾

Maria das Graças Sajo

Departamento de Botânica, ICB - Universidade Federal Minas Gerais. Caixa Postal 2486. 31270-901 - Belo Horizonte, MG, Brasil. Bolsista do CNPq

ABSTRACT - (Morphoanatomical studies of *Xyris* L. leaves (Xyridaceae)). Anatomical aspects of the leaves of 33 species of the genus *Xyris* L. were studied. The unifacial leaves vary from flattened to cylindrical, and display a variety of patterns of vascular organization and a number of xeromorphic traits. Anatomical analysis of the basal portion of the limb suggests tendencies towards specialization in the species under study.

RESUMO - (Estudos morfo-anatômicos em órgãos foliares de *Xyris* L. (Xyridaceae)). Foram estudadas, sob o aspecto anatômico, as folhas de 33 espécies do gênero *Xyris* L. As folhas unifaciais variam desde achatadas até cilíndricas e exibem padrões de organização vascular bastante diversos, além de várias características xeromórficas. Através da análise anatômica da porção basal do limbo, admitem-se tendências de especialização, para os órgãos foliares das espécies estudadas.

Key words: unifacial leaves, *Xyris*, Xyridaceae

INTRODUÇÃO

As Xyridaceae são ervas de porte pequeno a mediano, geralmente perenes e acaules, às vezes com rizomas curtos, portadores de raízes adventícias (Smith & Downs 1968). As folhas, de filotaxia dística ou espiralada, organizam-se em rosetas abaixo de longos escapos, portadores de inflorescências do tipo espiga (Tomlinson 1969). Reúnem cinco gêneros (*Aratitiopea*, *Achlyphila*, *Abolboda*, *Orectanthe* e *Xyris*) e encontram-se restritas ao novo mundo, predominando na América do Sul. *Xyris* é o maior gênero dentro da família, com 300 espécies subdivididas em três subgêneros (Kral 1988).

A família acha-se amplamente distribuída nos campos rupestres do Brasil, predominando nos locais arenosos e planos e, junto com as Gramineae, Cyperaceae e Ericaulaceae, constitui a comunidade herbácea dominante desses campos. Muitas de suas espécies são encontradas nas regiões alagadas e, segundo Giulietti e Pirani (1988), no Brasil, encontra-se quase que, exclusivamente, restrita a esse tipo de formação vegetal.

O gênero *Xyris* é o mais estudado, sob o ponto de vista anatômico, particularmente, no que se refere às folhas que, segundo Tomlinson (1969), freqüentemente exibem feixes vasculares compostos por duas ou mais unidades separadas.

As folhas de *Xyris* sempre apresentam uma bainha alargada de simetria dorsiventral e um limbo unifacial, à semelhança de muitos representantes de *Iris* (Arber 1922). Segundo a mesma autora, os limbos no gênero *Xyris* representam filódios, de morfologia variada, podendo constituir

(1) Parte da tese de doutorado apresentada ao Departamento de Botânica do Instituto de Biociências, USP, sob orientação de N.L. de Menezes.

pecíolos achatadas verticalmente, no caso de limbos ensiformes, ou pecíolos normais nos limbos cilíndricos.

Tomlinson (1969) agrupa as espécies de *Xyris*, estudadas até o momento, com base em diversos caracteres foliares, tais como: tipo de epiderme, distribuição dos feixes vasculares, proporção entre feixes simples e compostos e número de feixes presentes.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudadas as folhas de 38 espécimes do gênero *Xyris*, coletados em viagens periódicas a diferentes localidades de vegetação rupestre, cujas exsicatas estão depositadas no herbário do Instituto de Botânica (SP) com as seguintes especificações:

- *Xyris asperula* Mart. SP 221650 - CFCR (Coleção da Flora dos Campos Rupestres) 7670; SP 221625. CFCR 7726.
- *X. blepharophylla* Mart. SP 221641 - CFCR 7761.
- *X. calostachys* Mart. SP 186440.
- *X. dawsonii* Smith & Downs SP 212485.
- *X. fibrosa* Kral & Wanderley SP 203877.
- *X. fusca* Alb. Nilsson SP 210422.
- *X. hymenachne* Mart. SP 203798; SP 210435.
- *X. insignis* Alb. Nilsson SP 221633 - CFCR 7752.
- *X. laxifolia* Mart. SP 203795.
- *X. longiscapa* Alb. Nilsson SP 221644 - CFCR 7765.
- *X. aff. machrisiana* Smith & Downs SP 210421.
- *X. metallica* Kl. ex Seubert SP 221624 - CFCR 7722.
- *X. mellobarretoi* Smith & Downs SP 221636 - CFCR 7755.
- *X. minarum* Seubert SP 221615 - CFCR 7725.
- *X. nubigena* Kunth SP 221637 - CFCR 7751; SP 221627 - CFCR 7727.
- *X. paradisiaca* Wanderley SP 203782.
- *X. poculipoda* Kral & Wanderley SP 203796; SP 203793
- *X. pranceana* Kral & Wanderley SP 303791.
- *X. pterygoblephara* Steud. SP 221628 - CFCR 7728; SP 221175.
- *X. savanensis* Miq. SP 221626 - CFCR 7727A.
- *X. schizachne* Mart. SP 203783.
- *X. seubertii* Alb. Nilsson SP 221635 - CFCR 7754.
- *X. sparsifolia* Kral & Smith SP 221629 - CFCR 7729
- *X. spinulosa* Kral & Smith SP 21156.
- *X. straminea* Wanderley & Kral SP 203901.
- *X. tenella* Kunth. SP 221638 - CFCR 7757.
- *X. tortula* Mart. SP 212486; SP 212487.
- *X. trachyphylla* Mart. SP 221623 - CFCR 7721
- *X. veruina* Malme SP 215876.
- *Xyris* sp. nov. 1 - SP 210422.

- *Xyris* sp. nov. 2 - SP 210451.

- *Xyris* sp. nov. 3 - SP 203789.

(As três últimas espécies estão sendo descritas pela pesquisadora Maria das Graças Lapa Wanderley).

Do material coletado, parte foi herborizada para posterior identificação e parte fixada em FAA 50% (Johansen 1940) para estudos anatômicos.

Para análise anatômica das folhas, foram utilizados cortes histológicos, obtidos à mão livre, do material fixado. Os cortes foram submetidos ao processo de dupla coloração, com verde-iodo-acético e vermelho-congo (Dop & Gautié 1909).

Identificou-se amido pelo emprego da solução de lugol (Bucherl 1962) e cloreto-de-zinco-iodado (Strasburger 1911); os lipídeos pelo Sudan III e Sudan IV (Johansen 1940) e a lignina pela solução de floglicina em meio ácido (Johansen 1940)

Os desenhos de organografia foram executados em parte à mão livre, diretamente do material herborizado ou fixado e, em parte, ao microscópio estereoscópico, com o emprego da câmara clara e projeção da escala micrométrica. Os desenhos anatômicos foram realizados ao microscópio óptico, também com o emprego da câmara clara e projeção da escala micrométrica.

RESULTADOS

Uma planta adulta de *X. seubertii* pode ser observada na figura 1. Nota-se o hábito herbáceo, característico do gênero, com uma região caulinar inconspícua (Figura 1C), portadora de raízes adventícias (Figura 1, Ra) e inflorescência isoladas no ápice do longos pedúnculos (Figura 1, lf).

Em todas as espécies estudadas, as folhas (Figura 2) apresentam uma região alargada bifacial, a bainha foliar (Figura 2. Bf) e um eixo superior unifacial (Figura 2.E), que corresponde à lâmina do órgão.

Nos diagramas das figuras 3-7, observam-se cortes transversais obtidos de folhas, de *X. nubigena*, nas regiões basal (Figura 3), mediana (Figura 4) e terminal (Figura 5) da bainha e nas porções basal (Figura 6) e apical (Figura 7) da lâmina foliar.

Como nas demais espécies do gênero, nota-se que a superfície adaxial ocorre apenas na região da bainha (Figura 3-5, Ad), desaparecendo na lâmina foliar (Figura 6-7); os feixes vasculares são envolvidos por tecido esclerenquimático (Figura -7, Fv).

Na base da bainha (Figura 3), cada feixe vascular exibe, geralmente, apenas um polo de floema voltado para a superfície inferior. Nas demais regiões da folha (Figuras 4-7), eles podem apresentar mais de um polo de floema (setas).

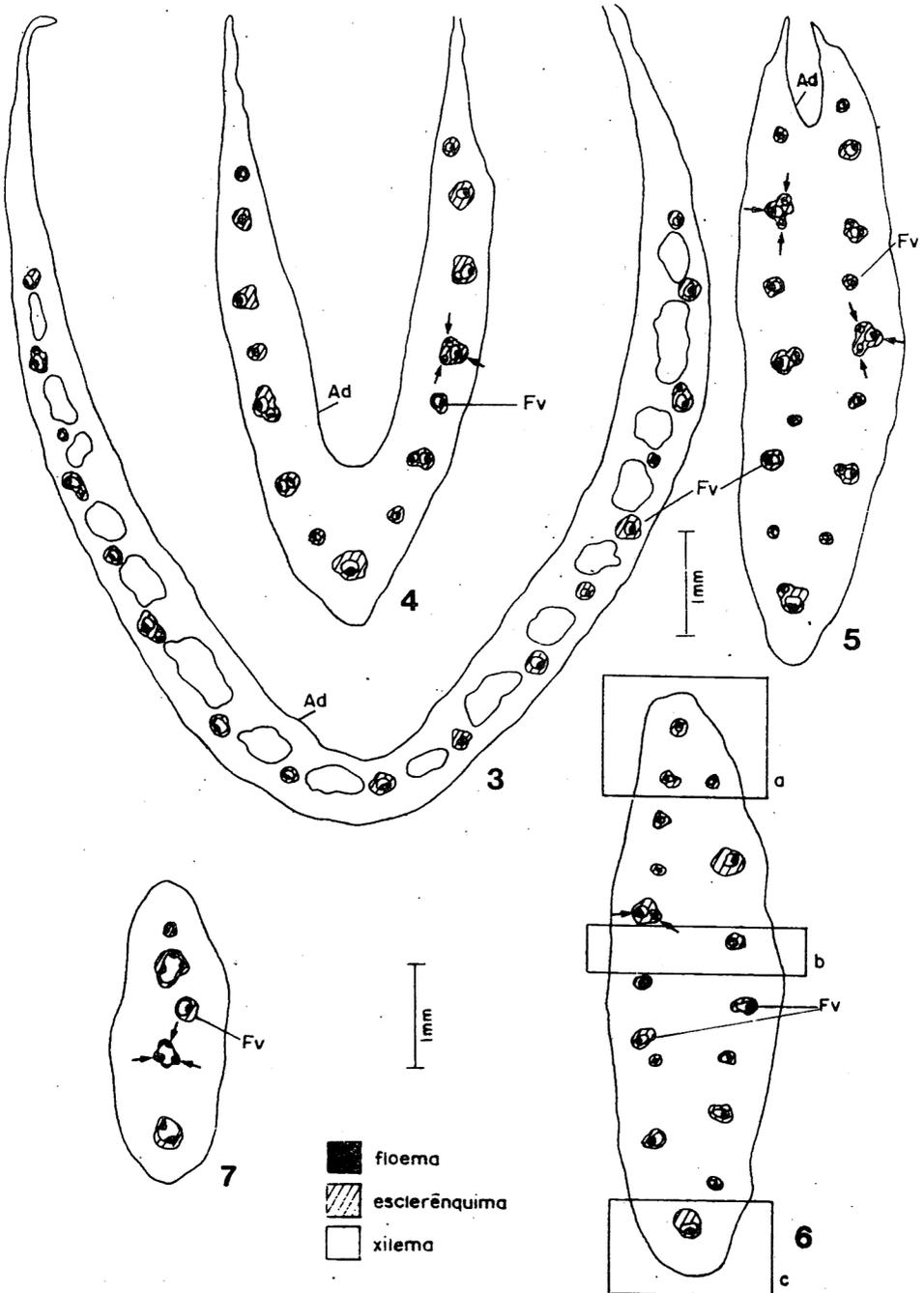
Nos diagramas das figuras 8-18, observam-se cortes transversais à base da lâmina foliar das seguintes espécies: *X. metallica* (Figura 8), *X. seubertii* (Figura 9), *X. tenella* (Figura 10), *X. hymenachne* (Figura 11), *X. calostachys* (Figura 12), *X. straminea* (Figura 13), *X. pterigoblephara* (Figura 14), *X. savanensis* (Figura 15), *Xyris* sp. (3) (Figura 16), *X. insignis* (Figura 17) e *X. filifolia* (Figura 18).

Algumas delas possuem lâminas comprimidas verticalmente (Figuras 6-15) e, outras, lâminas de aspecto cilíndrico (Figuras 16-18).

Fig. 1-2 - *Xyris seubertii*. 1. Aspecto geral de uma planta adulta. Nota-se o hábito herbáceo, com um caule inconspícuo (c), portador de raízes adventícias (Ra) e inflorescência apicais (lf) 2. Aspecto geral de uma folha, mostrando uma região bifacial, a bainha (Bf), e um limbo superior unifacial (E).

Fig. 1-2 - *Xyris seubertii*. 1. Outline of the adult plant, with details of inconspicuous stem (c), with adventitious roots (Ra) and inflorescences (lf). 2. Leaf with a bifacial region, the sheath (Bf) and a distal unifacial lamina (E).





No caso das lâminas achatadas, os feixes vasculares podem se dispor em 2 séries (Figuras 6 e 8. Fv), em 1-2 séries (Figuras 9-11. Fv) ou numa única série (Figuras 12-15, Fv). Podem predominar feixes com um único polo de floema (Figuras 6, 10 e 15, Fv), em algumas espécies, ou feixes com 2 ou mais polos, em outras (Figuras 8-9 e 11-14, Fv, setas).

Em *X. savanensis* (Figura 15), os polos de floema encontram-se voltados, alternadamente, para a direita ou esquerda (setas); já em *X. calostachys* (Figura 12) e em *X. straminea* (Figura 13), os feixes vasculares se dispõem concêntricamente, em dois ou mais "cilindros" esclerenquimáticos (setas).

Nas lâminas de aspecto cilíndrico (Figuras 16-18), os feixes podem aparecer, praticamente, isolados entre si (Figura 16), apresentar fusões laterais (Figura 17) ou, ainda, se dispor concêntricamente num "cilindro oco" de esclerênquima (Figura 18).

Detalhes das regiões indicadas por a, b e c nas figuras 6, 8-12 e 14-15 podem ser observados, respectivamente, nas figuras 19-24 e 27-28 (a, b e c); aqueles demarcados por a nas figuras 13 e 16-18 encontram-se representados nas figuras 26 e 29-31. A figura 25 corresponde ao detalhe do feixe vascular indicado na figura 12 por Fv.

A lâmina foliar é revestida pela epiderme abaxial, uniestratificada (Figuras 19-24 e 26-31, Ep); suas células, dependendo da espécie considerada, exibem espessamento parietal variável: podem ser uniformemente espessadas (Figuras 20, 23-24, 28 e 29 e 31, Ep), uniformemente delgadas (Figuras 19, 21-22 e 27, Ep), ou possuir as paredes periclinais externas visivelmente mais espessadas que as demais (Figuras 26 e 30, Ep). (O espessamento das paredes externas, representado nas figuras, corresponde à parede periclinal externa + cutícula).

Algumas espécies apresentam tricomas nas extremidades das lâminas achatadas (Figura 20, Tc) e os estômatos ocupam, em todas, uma posição superficial na epiderme (Figuras 19-23 e 27-29, Et), podendo ocorrer espécies com estômatos acima da linha das células epidérmicas como *X. calostachys* (Figura 23).

O mesofilo pode ser formado por 1-2 camadas de parênquima paliçádico, junto à epiderme (Figuras 19-20, 22, 24 e 26-31, Pp) e parênquima braciiforme (Figuras 19, 27 e 28, Bc) ou lacunoso (Figuras 20, 22, 24, 26, 19-31, Pl) na região central.

Ocorrem, também, espécies cujo mesofilo é preenchido apenas por parênquima lacunoso (Figura 21) ou braciiforme (Figura 23, Bc).

Em todas as folhas estudadas, os feixes vasculares são envolvidos por dupla bainha: uma interna esclerificada (Figuras 19-23 e 25-31, Bi) e uma externa de natureza parenquimática (Figuras 19-23 e 25-31, Bf), que na maioria das espécies é portadora de cloroplastos.

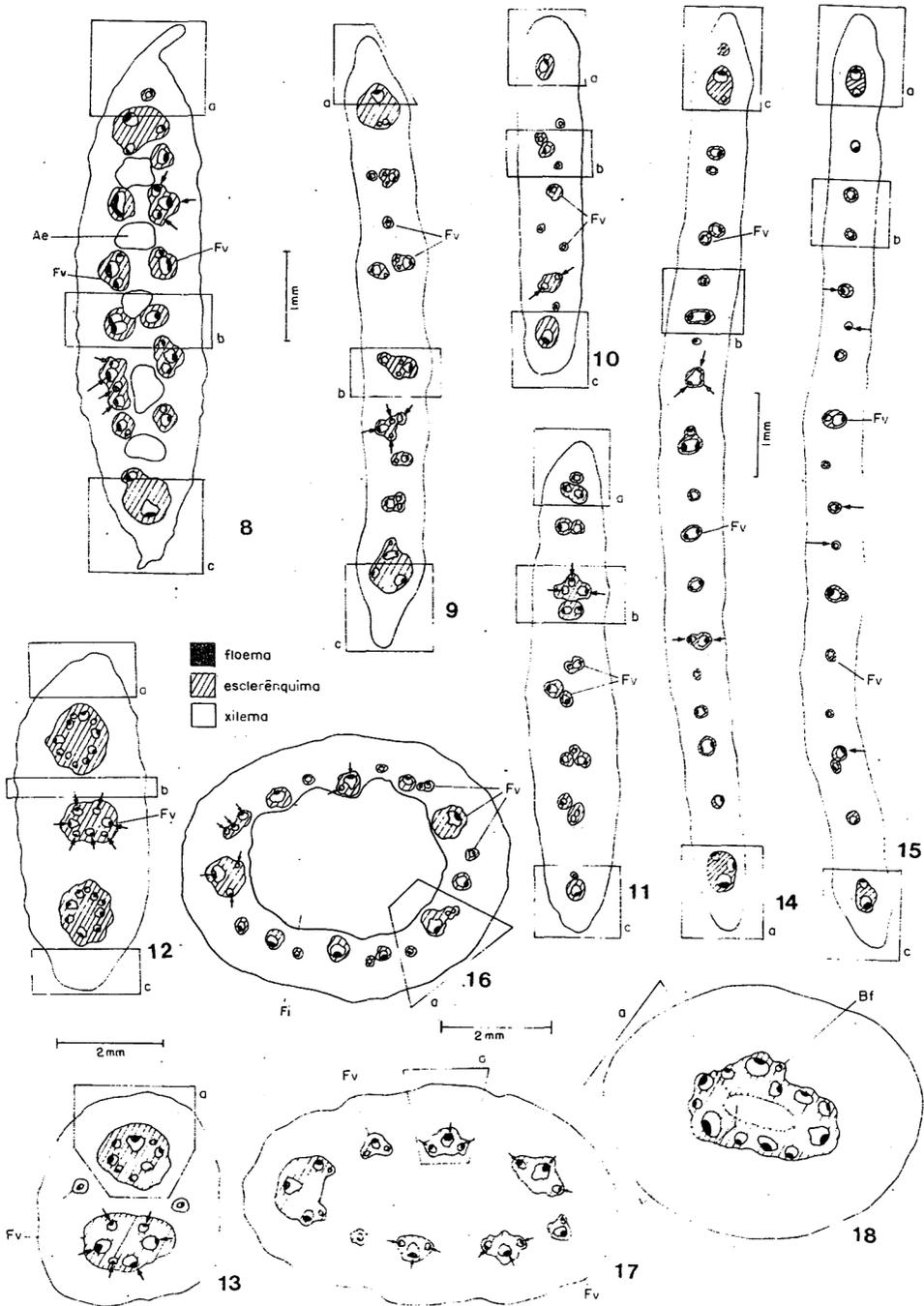
Ocorrem representantes onde os feixes vasculares apresentam, na sua maioria, apenas 1 polo de floema na região basal da lâmina (Figuras 19, 22 e 28); outros exibem predominantemen-

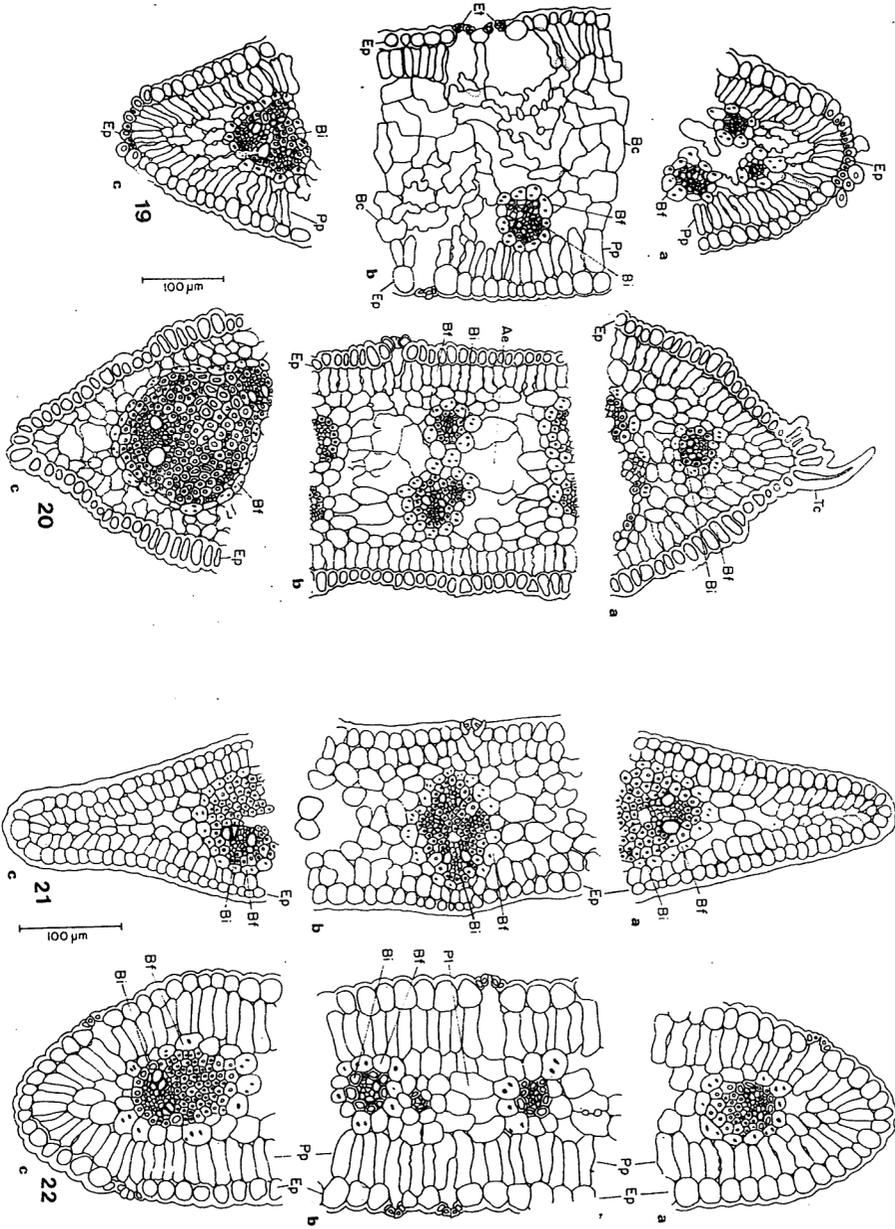
Figs. 3-7 - *Xyris nubigena*. Diagramas de cortes transversais à folha; 3- base da bainha; 4- meio da bainha; 5- ápice da bainha; 6- base da lâmina; 7- ápice da lâmina. Observa-se o dobramento e fusão vertical da folha cuja superfície adaxial (Ad), desaparece na região da lâmina.

Figs. 3-7 - Diagrams of transections of *X. nubigena* leaf; 3- sheath base; 4- sheath meadle; 5- sheath tip; 6- lamina base; 7- lamina tip. The lamina rolled inward along the midline and lost the adaxial surface (Ad).

Figs. 8-18 - Diagramas de cortes transversais à base da lâmina foliar de *Xyris*; 8- *X. metallica*; 9- *X. seubertii*; 10- *X. tenella*; 11- *X. hymenachne*; 12- *X. calostachys*; 13- *X. straminea*; 14- *X. pterigoblephara*; 15- *X. savanensis*; 16- *Xyris* sp (3); 17- *X. insignis*; 18- *X. filifolia*. Nota-se a variação morfológica, da base do limbo, presente nas diferentes espécies do gênero. As setas indicam os polos de floema; Ae- aerênquima; Fi- fístula; Fv- feixes vasculares.

Figs. 8-18 - Diagrams of transections of *Xyris* laminar bases; 8- *X. metallica*; 9- *X. seubertii*; 10- *X. tenella*; 11- *X. hymenachne*; 12- *X. calostachys*; 13- *X. straminea*; 14- *X. pterigoblephara*; 15- *X. savanensis*; 16- *Xyris* sp (3); 17- *X. insignis*; 18- *X. filifolia*. There are morphological variations among lamina bases. The arrows indicate phloem regions. Ae- aerenchyma; Fi- air space; Fv- vascular bundles.





te, feixes com 2 ou mais polos de floema envoltos pela mesma bainha esclerenquimática, Bf (Figuras 21, 23, 25, 27, 29 e 31). Nesses casos, os polos de floema podem ocupar entre si, posição lateral (Figuras 23, 29 e Figura 30, Fv₁, Fv₂ e Fv₃) ou posição periférica centrada (Figuras 21, 25-26 e 31, setas).

Feixes vasculares, observados na base da lâmina de *Xyris* sp. 3 (Figuras 32-33) mostram vários polos de floema (setas) em posições variadas; os encontrados em posições mais apicais, da mesma lâmina (Figuras 34-36), podem apresentar duas regiões de floema separadas por uma faixa de xilema (Figura 34), ou o tecido foemático quase que, totalmente, envolvido pelo xilema (Figura 36).

As figuras 37-39 representam, respectivamente, detalhes da epiderme foliar de *X. calostachys* (Figura 37), *X. pterigoblephara* (Figura 38) e *X. straminea* (Figura 39), em vista frontal.

Como nas demais espécies estudadas, os estômatos se dispõem em séries longitudinais e as células epidérmicas são alongadas, podendo apresentar suas paredes anticlinais com espessamento evidente (Figura 37 e 39) ou não (Figura 38). O espessamento, mais proeminente na parede periclinal externa, pode ser homogêneo (Figura 41, setas) ou apresentar saliências, os círculos da vista frontal (Figura 37, setas), observadas em detalhe no corte longitudinal mediano (Figura 40, setas).

Na tabela 1, observa-se a relação entre as espécies estudadas e os caracteres anatômicos foliares apresentados por elas.

DISCUSSÃO

Os limbos unifaciais, presentes em muitas monocotiledôneas, constituem uma das formas foliares mais controvertidas dentro das angiospermas (Kaplan 1975); segundo o mesmo autor, o principal problema reside na compreensão das relações morfológicas e evolutivas entre essas estruturas e as folhas convencionais de dicotiledôneas, normalmente, articuladas em bainha, pecíolo e lâmina.

A relação morfológica, entre os tipos foliares de mono e dicotiledôneas, foi exaustivamente analisada por Arber (1918, 1925), que ampliou e dendeu a "teoria do filódio", proposta em 1827 por De Candolle (*apud* Arber 1918).

A principal crítica às idéias de Arber, refere-se ao fato de seus estudos terem se baseado, unicamente, em evidências morfo-anatômicas, sem qualquer análise ontogenética (Kaplan 1973, 1975).

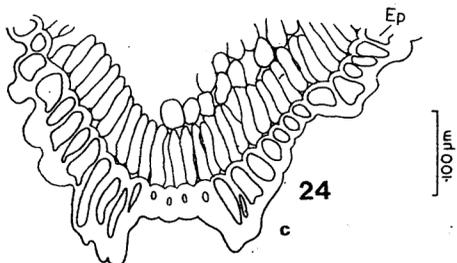
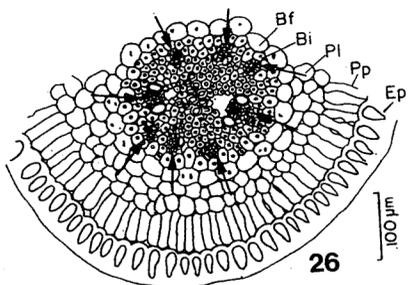
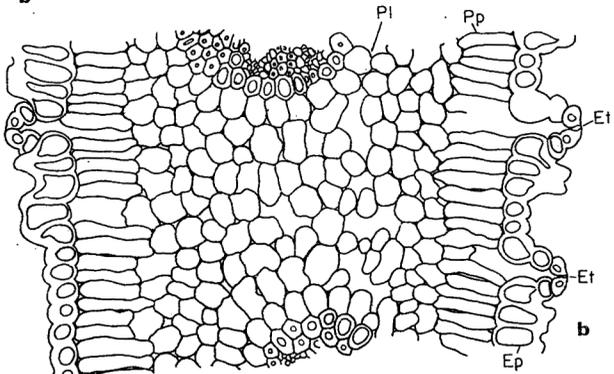
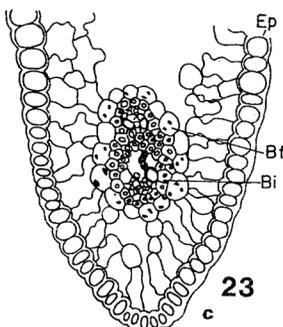
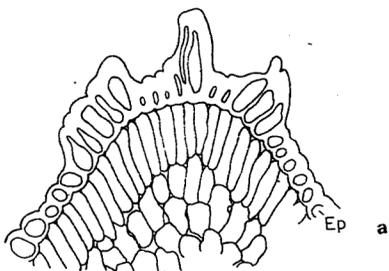
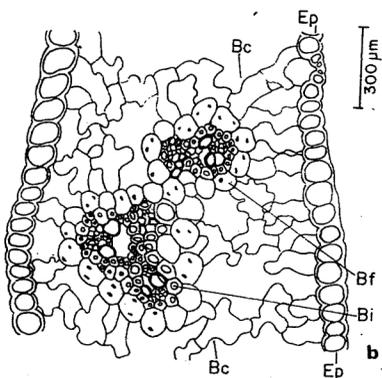
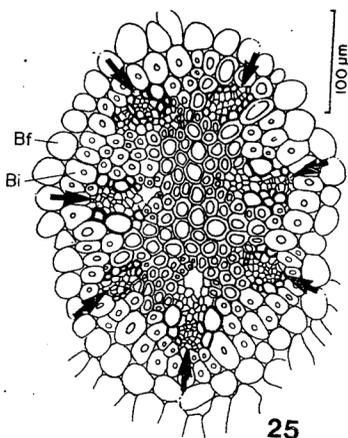
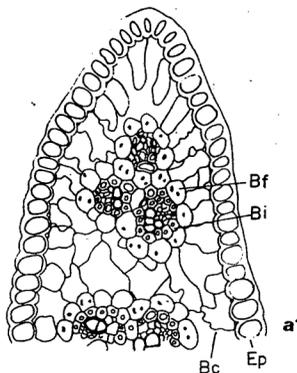
Embora as espécies de *Xyris* apresentem organização morfo-anatômica semelhante aos filódios de *Acacia*, conforme indicado por Arber (1922) e por Wanderley e Cerati (1986) para *X. dar-*

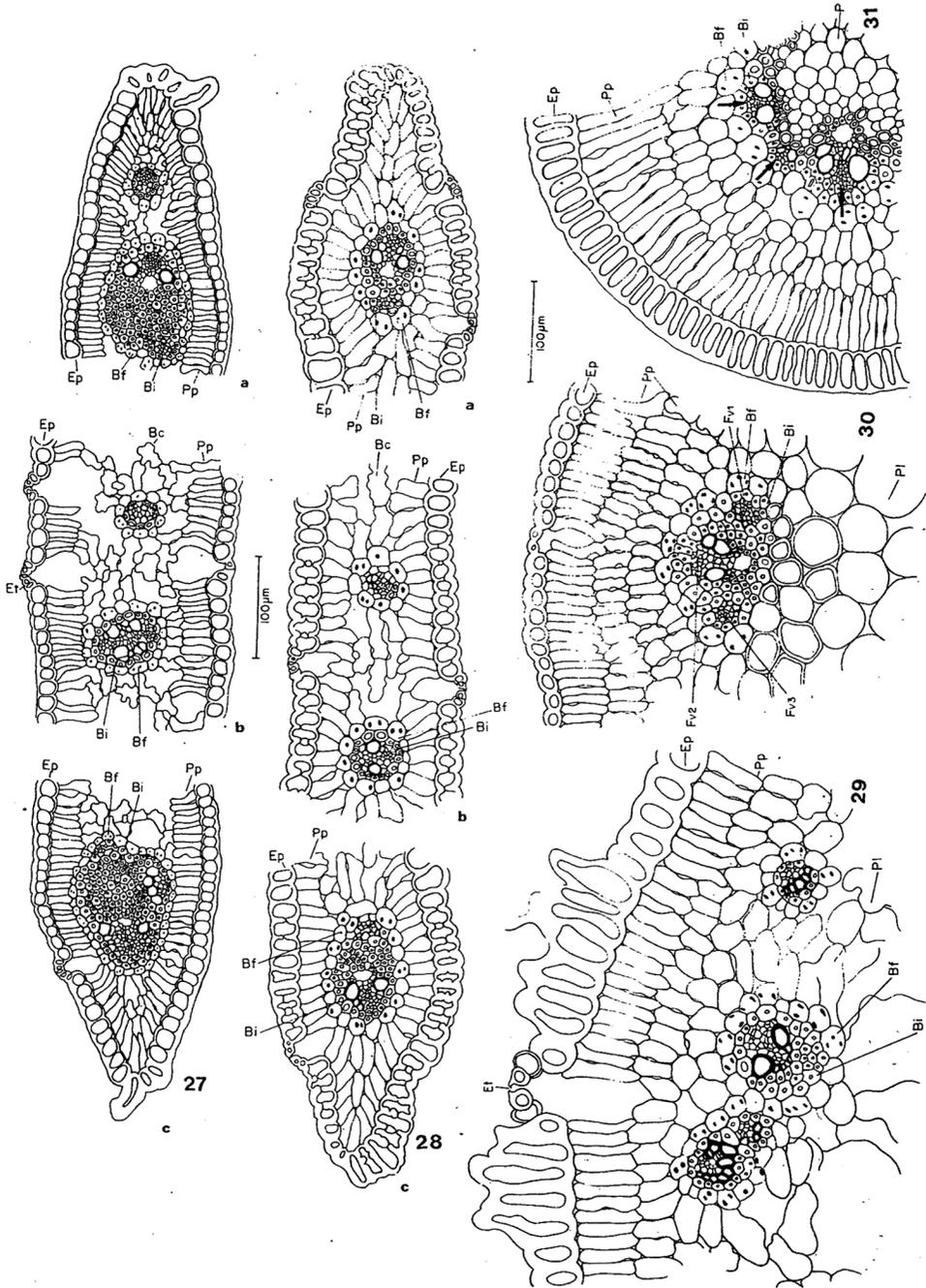
Figs. 19-24 - Detalhes de cortes transversais à base da lâmina foliar de *Xyris*; 19- *X. nubigena*; 20- *X. metallica*; 21- *X. seubertii*; 22- *X. tenella*; 23- *X. hymenachne*; 24- *X. calostachys*. Observa-se a organização dos tecidos presentes nas regiões indicadas por a, b e c nas figuras 6 e 8-12, respectivamente. Figs. 25 - *X. calostachys*. Detalhe do feixe vascular indicado por Fv, na fig. 12. As setas indicam polos de floema.

Figs. 19-24 - Cross section details of laminar bases in *Xyris*; 19- *X. nubigena*; 20- *X. metallica*; 21- *X. seubertii*; 22- *X. tenella*; 23- *X. hymenachne*; 24- *X. calostachys*. The general organization of the tissues are related to the figures 6 and 8-12 (a, b, c). Fig. 25 - *X. calostachys*. Detail of vascular bundle (Fv in figure 12). The arrows indicate phloem poles.

Fig. 26 - *X. straminea*. Detalhe da região indicada por a na fig. 13, mostrando a organização dos tecidos foliares na base da lâmina. As setas indicam os polos de floema. Ae- aerênquima; Bc- parênquima braciiforme; Bf- bainha externa do feixe vascular; Bi- bainha interna do feixe vascular; Ep- epiderme; Et- estômatos; Pl- parênquima lacunoso; Pp- parênquima paliádico.

Fig. 26 - *X. straminea*. Detail of the diagram 13(a). Note tissue organization on the lamina base. The arrows indicate phloem poles. Ae- aerenchyma; Bc- branched cells; Bf- external bundle sheath; Bi- internal bundle sheath; Ep- epidermis; Et- stomata; Pl- spongy cells; Pp- palisade cells.





danoi e *X. tortilis*, não foi possível determinar qualquer correlação entre eles, no presente trabalho, pois não se desenvolveram estudos ontogenéticos.

Os limbos unifaciais de *Xyris* exibem, em corte transversal, uma morfologia variada: encontram-se lâminas achatadas, elípticas ou mesmo cilíndricas.

Além de variações na morfologia do limbo, pode-se reconhecer, também, diferentes organizações para os feixes vasculares, dependendo da região foliar observada. Nas bainhas, que são sempre bifaciais, os feixes se distribuem, predominantemente, em uma série e podem se apresentar livres, ou agrupados por várias camadas de células esclerificadas. Na base do limbo foliar, os feixes encontram-se organizados de maneira bastante diversa, dependendo da morfologia da lâmina.

Nas lâminas ensiformes, achatadas verticalmente, encontram-se os seguintes padrões de organização: a) feixes dispostos em duas séries, com predomínio de feixes simples ou compostos (originados por fusões laterais na região da bainha); b) feixes distribuídos em 1-2 séries onde se observam, muitas vezes, fusões frontais e laterais, originando feixes compostos multipolares; c) feixes, organizados numa única série, que podem se apresentar simples e voltados, intercaladamente, para as duas faces da superfície, ou constituírem feixes compostos multipolares. Em determinados casos os feixes vasculares, dispostos numa única série, encontram-se organizados de forma concêntrica lembrando os limbos polistélicos, descritos por Arber (1925) para algumas Liliaceae.

Nas espécies com lâminas cilíndricas ou elípticas os feixes vasculares, na base do limbo, são predominantemente compostos e podem se apresentar individualizados por suas bainhas, ou formar um cilindro contínuo de tecidos vasculares, envolvidos numa bainha comum.

Correlacionando-se as espécies estudadas com a morfologia foliar e padrão de organização vascular, observado na base de seus limbos, é possível reconhecerem-se 4 grupos, conforme observado na tabela 1.

No entanto, dentro de cada agrupamento, as espécies exibem variações entre si, no que se refere à organização anatômica da epiderme e mesofilo e, quanto ao número e tipo de feixes vasculares predominante. No caso de folhas cilíndricas observam-se, ainda, variações relativas à presença ou não de parênquima na região central, podendo ocorrer folhas fistulosas como as de *X. sparsifolia*, *X. veruina* e *Xyris* sp. (3).

Em todas as espécies estudadas, à medida que se examinam as porções foliares mais apicais, verifica-se uma redução no número de feixes vasculares, devido a fusões laterais e frontais entre essas estruturas.

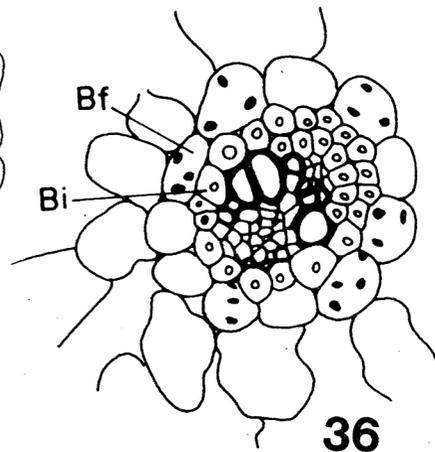
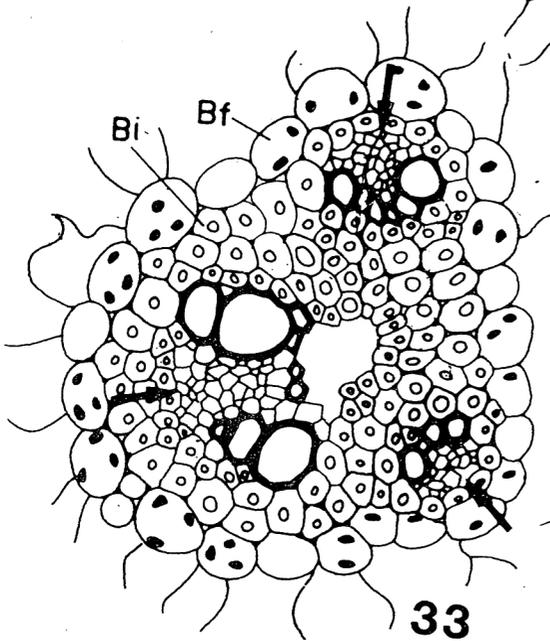
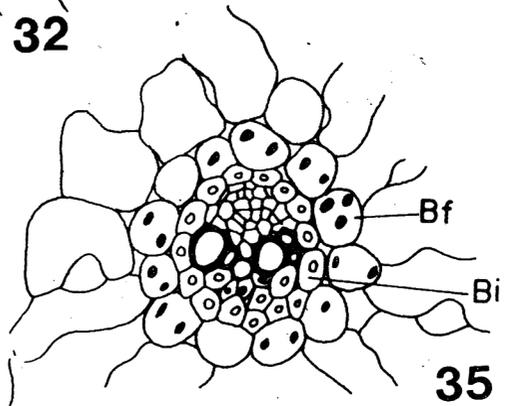
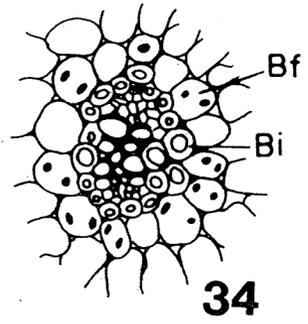
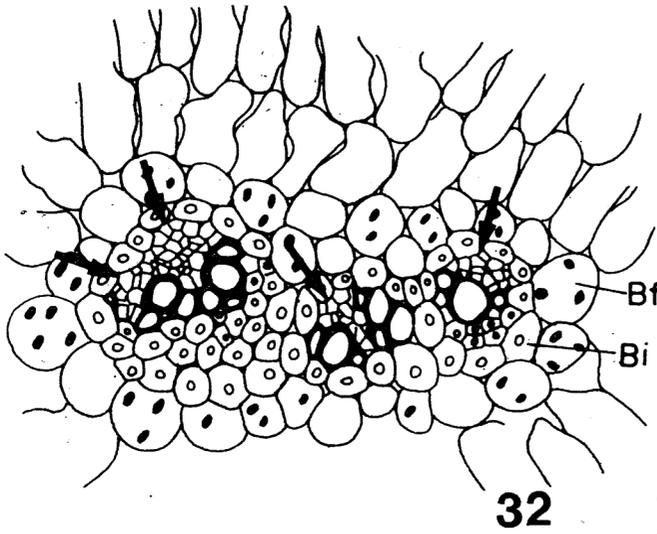
Assim, dependendo da região do limbo considerada, encontram-se variações tanto no número de série de feixes vasculares, como no predomínio de feixes simples ou compostos. Talvez por esse motivo, os resultados obtidos para *X. tenella*, *X. seubertii* e *X. savanensis* não coincidam com os indicados por Tomlinson (1969), para essas características.

Figs. 27-31 - Detalhes de cortes transversais à base da lâmina foliar de *Xyris*; 27- *X. pterigoblephara*; 28- *X. savanensis*; 29- *Xyris* sp (3); 30- *X. insignis*; 31- *X. folifolia*. Observa-se a organização geral dos tecidos presentes nas regiões indicadas por a, b e c, nas figs. 14-15 e por a nas figs. 16-18, respectivamente. As setas indicam polos de floema; Fv- feixes vasculares.

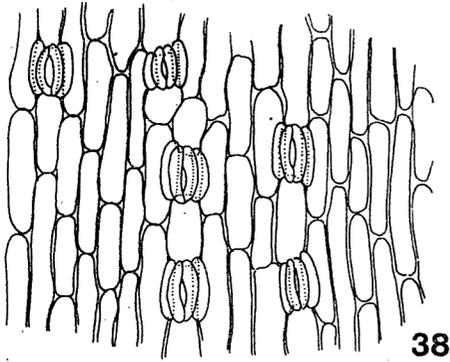
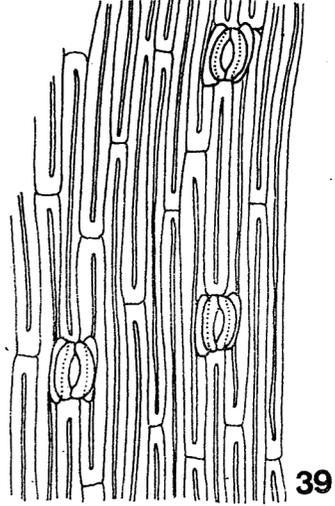
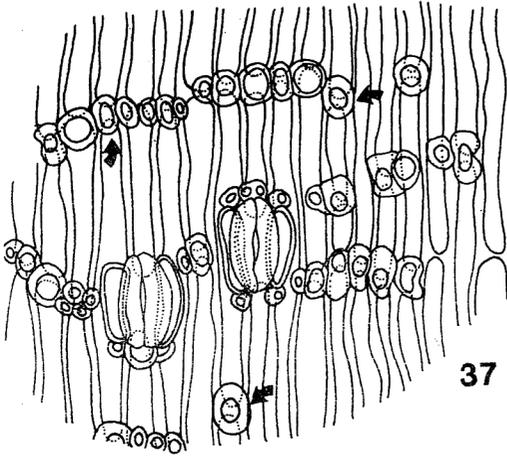
Figs. 27-31 - Cross section details of lamina bases in *Xyris*. 27- *X. pterigoblephara*; 28- *X. savanensis*; 29- *Xyris* sp (3); 30- *X. insignis*; 31- *X. folifolia*. The general organization of the tissues are related to the figures 14-15 (a,b,c) and 16-18(a). The arrows indicate phloem poles.

Figs. 32-36 - *Xyris* sp (3). Detalhes de feixes vasculares observados na base da lâmina (figs. 32-33) e em porções mais apicais da folha (figs. 34-36). As setas indicam os polos de floema.

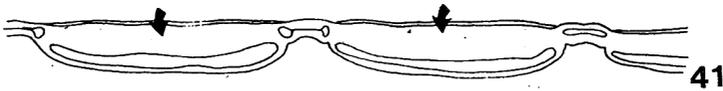
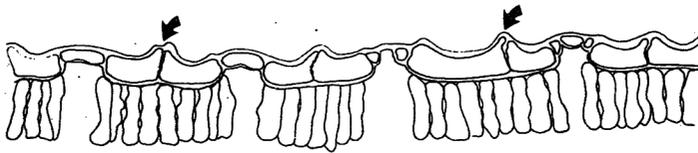
Figs. 32-36 - *Xyris* sp (3) - Details of vascular bundles in lamina base (Figs. 32-33) and in lamina tip (Figs. 34-36). The arrows show phloem poles.



100 μ m



100µm



Tais espécies exibem diferenças também no que se refere à epiderme, quando se compara com os resultados de Tomlinson (1969). Variações na epiderme foliar foram registradas também para *X. hymenachne* (Tabela 1, espécie 9). Essas diferenças podem representar variações intraespecíficas, que devem ocorrer, freqüentemente, na espécies do gênero *Xyris*.

Entretanto, as folhas de algumas espécies estudadas (*X. minarum*, *X. hymenachne* e *X. schizachne*) exibem organização anatômica, marcadamente, diversa daquela descrita por Tomlinson (1969); as diferenças referem-se, principalmente, ao número de feixes presentes e ao grau de fusão entre eles, sugerindo mais uma vez que a delimitação exata, entre as espécies do gênero *Xyris*, não se encontra ainda estabelecida.

Daí a necessidade de estudos anatômicos mais detalhados, com órgãos foliares de diferentes indivíduos da mesma população, no sentido de se reconhecer os caracteres, que possam auxiliar efetivamente na determinação precisa das espécies.

À medida que se examinam as regiões mais apicais das folhas observa-se, na maioria das espécies estudadas, uma redução no número de polos de floema no interior dos feixes compostos, devido a fusões internas; como resultado notam-se muitas vezes, feixes de aspecto simples que são, na verdade, oriundos da fusão de outros.

Tais feixes, em alguns casos, confundem-se com os simples pois se organizam como colaterais. Em outros, os feixes compostos exibem morfologia particular, podendo se apresentar bicolateral, com floema externo, ou mesmo anfigasal.

Num trabalho sobre a evolução dos feixes vasculares em monocotiledôneas, Cheadle e Uhl (1948) consideram os tipos concêntricos como os mais evoluídos, embora afirmem não ter constatado a presença desse tipo de feixe em órgãos foliares. As observações para o gênero *Xyris*, da mesma maneira que o verificado para determinados representantes de *Paepalanthus* por Castro (1986), corroboram a idéia desses autores, já que, nas folhas dessas espécies, aparecem feixes anfigasais resultantes da união de feixes colaterais.

Nos campos rupestres, os representantes da família Xyridaceae, crescem preferencialmente, nas regiões planas de solos arenosos pouco profundos; devido às características do substrato formam-se, nesses locais, brejos durante a estação chuvosa, que desaparecem nos períodos de seca. Dessa forma, pode-se pensar que muitas das características encontradas nas folhas das espécies de *Xyris*, representem adaptações a habitats sujeitos a deficiência hídrica, mesmo que apenas temporariamente.

O dobramento e posterior fusão unifacial, verificado nos órgãos foliares, interfere na relação superfície/volume, podendo contribuir para uma maior retenção de água, especialmente no caso das folhas cilíndricas, onde um volume máximo é revestido por superfície mínima.

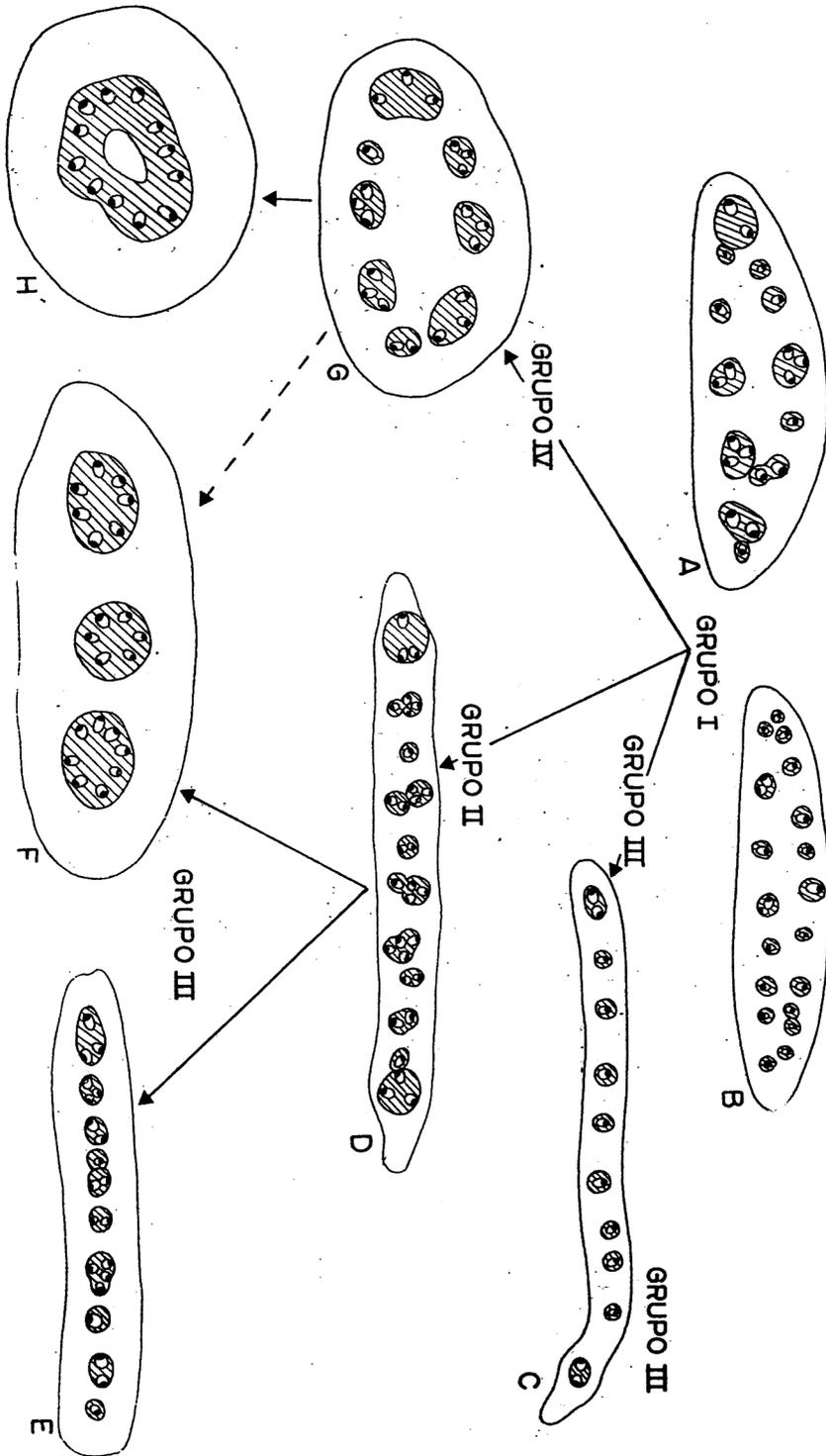
Também através do dobramento do limbo encontram-se folhas isobilaterais, devido à presença de parênquima paliádico em contato com toda a superfície foliar (Tabela 1, espécies 1-6, 8,

Figs. 37-39 - Detalhes, em vista frontal, das epidermes foliares de *Xyris*; 37- *X. calostachys*; 38- *X. pterigoblephara*; 39- *X. straminea*. As setas indicam projeções na superfície foliar. Figs. 40-41 - Detalhes de corte longitudinal à epiderme foliar de *X. calostachys* e *X. straminea*, mostrando o espessamento nas paredes, mais pronunciado na região periclinal externa, que pode ser homogêneo (Fig. 41, setas) ou apresentar saliências na superfície externa do órgão (Fig. 40, setas).

Figs. 37-39 - Details of *Xyris*. Leaf epidermis in surface views. 37- *X. calostachys*; 38- *X. pterigoblephara*; 39- *X. straminea*. The arrows indicate projections on the external surface.

Figs. 40-41 - Detalhes de corte longitudinal à epiderme foliar de *X. calostachys* e *X. straminea*, mostrando o espessamento nas paredes, mais pronunciado na região periclinal externa, que pode ser homogêneo (Fig. 41, setas) ou apresentar saliências na superfície externa do órgão (Fig. 40, setas).

Figs. 40-41 - Longisection details of epidermis leaves in *X. calostachys* and *X. straminea*. The outer cell wall is uniformly thicker (Fig. 41, arrows) or have external projections (Fig. 40, arrows).



10-15, 17-21, 23-32); tal fato, sugere que esses representantes devem estar sujeitos a um estresse hídrico, mesmo que apenas em determinados períodos.

Tabela 1 - Relação entre as espécies e os caracteres anatômicos das folhas.

	LÂMINAS ENSIFORMES (ACHATADAS VERTICALMENTE)																									LÂMINAS CILÍNDRICAS								
	Base de lâmina com 2 séries de feixes vasculares (Fig. 6 e 8) GRUPO 1					Base de lâmina com 1-2 séries de feixes vasculares (Fig. 9-11) GRUPO 2					Base de lâmina com 1 série de feixes vasculares (Fig. 12-15) GRUPO 3					Base de lâmina de aspecto circular (Fig. 16-18) GRUPO 4																		
Espécies	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	
CARACTERES																																		
I EPIDERME																																		
a) Células com paredes uniformemente espessadas (Fig. 23,28)		x					x	x	x						x			x									x							x
b) Células com papilas nas paredes externas (Fig. 24,29)			x	x	x							x							x	x							x							
c) Células com parede periclinal externa mais espessadas									x		x				x	x	x					x	x	x			x		x	x	x	x		x
d) Células com paredes uniformemente delgadas (Fig. 19,22,27)	x	x					x		x						x																			
II MESOFILO																																		
a) Parênquima paliádico e lacunoso (Fig. 20,22,31)					x	x		x		x	x	x							x	x			x				x	x	x	x	x	x	x	x
b) Parênquima paliádico e bracoforme (Fig. 19,27)	x	x	x	x	x					x	x	x						x	x		x													
c) Parênquima lacunoso (Fig. 21)							x								x								x											
d) Parênquima bracoforme (Fig. 23)								x																										
III FEIXES VASCULARES																																		
a) Simples - 1 só polo de floema	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x
b) Compostos - fusões laterais - 2 ou mais polos de floema	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x						x	x	x	x	x	x	x	x
c) Multipolo - fusões laterais e frontais - 3 ou mais polos de floema		x	x				x	x	x	x		x			x	x	x	x		x	x	x	x											x
d) Compostos de organização concêntrica (Fig. 25)																				x	x	x	x											
e) Mais que 10 feixes	x	x	x	x	x	x	x			x	x				x	x		x									x							x
f) Menos que 10 feixes								x	x		x							x		x	x	x	x	x					x	x	x	x	x	x
g) Cloroplastos na bainha	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x

Outros caracteres encontrados no limbo vêm confirmar tal suposição, pois coincidem com as especificações de xeromorfismo foliar de Pykko (1966); são elas, ocorrência de mesofilo com-

pacto em muitas espécies, grande quantidade de tecidos mecânicos (*X. calostachys*, *X. trachyphylla*, *X. schizachne*, *Xyris* sp. (I), *X. straminea*, *X. pranceana* e *X. fibrosa*) e grande espessura das paredes externas das células epidérmicas e/ou cutícula (Tabela 1, espécies 4-6, 9, 12-13, 15, 17-19, 21-24, 26-32).

Além disso, verifica-se para a maioria das espécies estudadas, a presença de cloroplastos na bainha parenquimática do feixe foliar (Tabela 1); embora esses cloroplastos sejam de tamanho semelhante aos encontrados no mesófilo, a ocorrência dessas organelas, na bainha foliar, pode indicar a presença de uma via fotossintetizante alternativa (C₄), bastante eficiente na utilização de água, evidenciando mais uma vez a presença de adaptações à escassez desse elemento.

Nas espécies de *Xyris* estudadas, observa-se uma grande variação na morfologia do limbo: ocorrem desde limbos achatados verticalmente, com 1 ou 2 séries de feixes simples ou compostos, até limbos cilíndricos, onde os tecidos vasculares se dispõem em grupos isolados ou formando um cilindro contínuo; formas intermediárias de limbo, com aspecto elíptico, também, estão presentes.

Assim, pode-se pensar que para o gênero, em questão, os limbos tenham se especializado em vários sentidos diferentes, observando-se entretanto, em todos os casos uma nítida tendência a redução no número de série de feixes vasculares, bem como a fusão entre os feixes compostos.

As sugestões de especialização para os limbos foliares, no gênero *Xyris*, podem ser observadas no esquema abaixo.

A partir das formas A-B, admitidas como básicas, com duas séries de feixes simples ou compostos e encontradas no grupo I da tabela 1, podem ter se originado tanto as formas achatadas C e D, pertencentes respectivamente aos grupos III e II da tabela 1, como lâminas elípticas G, com duas séries de feixes compostos (oriundos de fusões laterais), encontradas no grupo IV da tabela 1.

Os limbos achatados resultantes podem exibir uma série de feixes simples, com floema voltado alternadamente para as duas faces da folha (forma C), ou apresentar fusões frontais entre os feixes vasculares, resultando no aparecimento de lâminas com 1-2 séries de feixes compostos multipolares (forma D).

Lâminas mais compactas (formas E-F), com 1 série de feixes vasculares, presentes no grupo III da tabela 1, podem ter se derivado a partir do tipo D do grupo II; nesses casos, os feixes podem se apresentar multipolares (forma E) ou exibirem organização concêntrica, formando limbos polistélios (tipo F).

Lista das espécies numeradas na Tabela 1.

1 - <i>Xyris nubigena</i>	12 - <i>X. minarum</i>	23 - <i>X. straminea</i>
2 - <i>X. dawsonii</i>	13 - <i>X. poculipoda</i>	24 - <i>X. pranceana</i>
3 - <i>X. laxifolia</i>	14 - <i>X. aff. machrisiana</i>	25 - <i>X. savanensis</i>
4 - <i>Xyris</i> sp. (2)	15 - <i>X. pterigoblephara</i>	26 - <i>Xyris</i> sp. (3)
5 - <i>X. metallica</i>	16 - <i>X. mello-barretoii</i>	27 - <i>X. insignis</i>
6 - <i>X. asperula</i>	17 - <i>X. blepharophylla</i>	28 - <i>X. filifolia</i>
7 - <i>X. seubertii</i>	18 - <i>X. fusca</i>	29 - <i>X. tortula</i>
8 - <i>X. tenella</i>	19 - <i>X. calostachys</i>	30 - <i>X. sparcifolia</i>
9 - <i>X. hymenachne</i>	20 - <i>X. trachyphylla</i>	31 - <i>X. veruina</i>
10 - <i>X. paradisiaca</i>	21 - <i>X. schizachne</i>	32 - <i>X. fibrosa</i>
11 - <i>X. longiscapa</i>	22 - <i>Xyris</i> sp. (1)	33 - <i>X. spinulosa</i>

As lâminas elípticas G, por sua vez, podem ter se especializado no sentido de originar os diferentes limbos cilíndricos do grupo IV - Tabela 1, cujas formas mais elaboradas apresentam tecidos vasculares dispostos concentricamente e envolvidos por uma única bainha (tipo H).

Os limbos polistélcos (tipo F) podem representar, também, formas especializadas de limbos elípticos (tipo G).

Todas as tendências de especialização apontadas para o limbo devem estar correlacionadas ao fator água, pois as formas supostamente mais elaboradas exibem caracteres xeromórficos mais evidentes do que aquelas consideradas mais simples.

Apesar de estudos anatômicos com espécies dos campos rupestres serem ainda escassos, já é possível apontar a presença de características xeromórficas em alguns representantes de sua flora: é o caso das Compostas (Handro *et al.* 1970, Sajo 1982, Sajo & Menezes 1986a,b), Velloziaceae (Menezes 1971, 1975, 1984), Iridaceae (Chueiri 1977) e Eriocaulaceae (Castro 1986). Entretanto, se essas adaptações estão relacionadas apenas a um estresse hídrico, ou se ocorre simultaneamente um estresse oligotrófico, como nos cerrados, é assunto a ser ainda determinado.

Agradecimentos - Agradeço à Dra Nanuza Luiza de Menezes pela orientação, incentivo e sugestões oferecidas na execução do trabalho; ao Departamento de Botânica do IBUSP pelo fornecimento do local e material utilizados; ao CNPq pela concessão de bolsa para o desenvolvimento do estudo e a Pesquisadora Maria das Graças Lapa Wanderley, pela identificação do material.

REFERÊNCIAS

- ARBER, A. 1918. The phyllode theory of the monocotyledonous leaf, with special references to anatomical evidence. *Ann. Bot.* 32: 465-501.
- ARBER, A. 1922. Leaves of Farinose. *Bot. Gaz* 74: 80-94.
- ARBER, A. 1925. *Monocotyledons - A morphological study*. University Press. Cambridge.
- BUCHERI, W. 1962. *Técnica Microscópica*. ed. 3. Editora Polígono Ltda. São Paulo
- CASTRO, N.M. 1986. *Estudos morfológicos dos órgãos vegetativos de espécies de Paepalanthus Kunth (Eriocaulaceae) da Serra do Cipó (Minas Gerais)*. Dissertação de Mestrado. Inst. Biociências, Universidade de São Paulo.
- CHEADLE, V.I. & UHL, N.W. 1948. Types of vascular bundles in the Monocotyledonae and their relation to the late metaxylem conducting elements. *Amer. J. Bot.* 35: 486-496.
- CHUEIRI, I.A. 1977. *Estudos morfo-anatômicos de espécies de Trimezia Salisb. ex Herb. (Iridaceae), com especial referência ao sistema subterrâneo*. Dissertação de Mestrado. Inst. Biociências, Universidade de São Paulo.
- DOP, P. & GAUTIÉ, A. 1909. *Manuel de technique botanique*. F.R de Rudeval. Paris.
- 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: P.E. Vanzolini & W.R. Heyer (eds.). *Proceedings of a workshop on neotropical distribution patterns*. Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro, p. 39-69.
- HANDRO, W., CAMPOS, J.F.B.M. & OLIVEIRA, Z.M. 1970. Sobre a anatomia foliar de algumas compostas dos campos rupestres. *Cienc. Cult.* 22: 107-126.
- JOHANSEN, D.A. 1940. *Plant microtechnique*. McGraw Hill. New York.
- KAPLAN, D.R. 1973. The problem of leaf morphology and evolution in the monocotyledons. *Quart. Rev. Biol.* 48: 437-457.
- KAPLAN, D.R. 1975. Comparative developmental evaluation of the morphology of unifacial leaves in the monocotyledons. *Bot. Jahrb. Syst.* 95: 1-105.
- KRAL, R. 1988. The genus *Xyris* (Xyridaceae) in Venezuela and contiguous northern South America. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 75: 522-722.
- MENEZES, N.L. 1971. Traqueídes de transfusão no gênero *Vellozia* Vand. *Cienc. Cult.* 23: 389-409.
- MENEZES, N.L. 1975. Presença de traqueídes de transfusão e bainha mestomática em Barbacenioidae (Velloziaceae). *Boim Botânica, Univ. S. Paulo* 3: 29-60.
- MENEZES, N.L. 1984. *Características anatômicas e a filogenia na família Velloziaceae*. Tese de Livre-Docência. Inst. Biociências, Universidade de São Paulo.
- PYYKKÖ, M. 1966. The leaf anatomy of East Patagonian xeromorphic plants. *Ann. Bot. Fenn.* 3: 453-622.
- SAJO, M.G. 1982. *Estudos dos órgãos vegetativos de espécies de Vernonia Scrib. (Compositae) da Serra do Cipó (Minas Gerais)*. Dissertação de Mestrado. Inst. Biociências, Universidade de São Paulo.

- SAJO, M.G. & MENEZES, N.L. 1986a. Origem e crescimento do rizóforo em espécies de *Vernonia* Scrib. (Compositae) da Serra do Cipó, MG. *Revta. bras. Biol.* 46(1): 197-202.
- SAJO, M.G. & MENEZES, N.L. 1986b. Anatomia do rizóforo de espécies de *Vernonia* Scrib. (Compositae) da Serra do Cipó, MG. *Revta. bras. Biol.* 46(1): 189-196.
- SMITH, L. & DOWNS, R. 1968. *Xyridaceae*. In F.C. Hoehne (ed.), *Flora Brasílica* 9(2): 1-209.
- STRASBURGER, E. 1911. *Handbook of Practical Botany*. 7th ed. (Translated from the German by W. Hillhouse). George Allen & Company Ltd. London.
- TOMLINSON, P.B. 1969. Commelinales - Zingiberales In: C.R. Metcalfe (ed.), *Anatomy of the Monocotyledons*. Oxford, Clarendon Press.
- WANDERLEY, M.G.L. & CERATI, T.M. 1986. Anatomia da folha e do escapo floral de duas novas espécies de *Xyris* (Xyridaceae): *X. dardanoi* Wand. e *X. tortilis* Wand. *Revta. bras. Bot.* 9: 1-6.