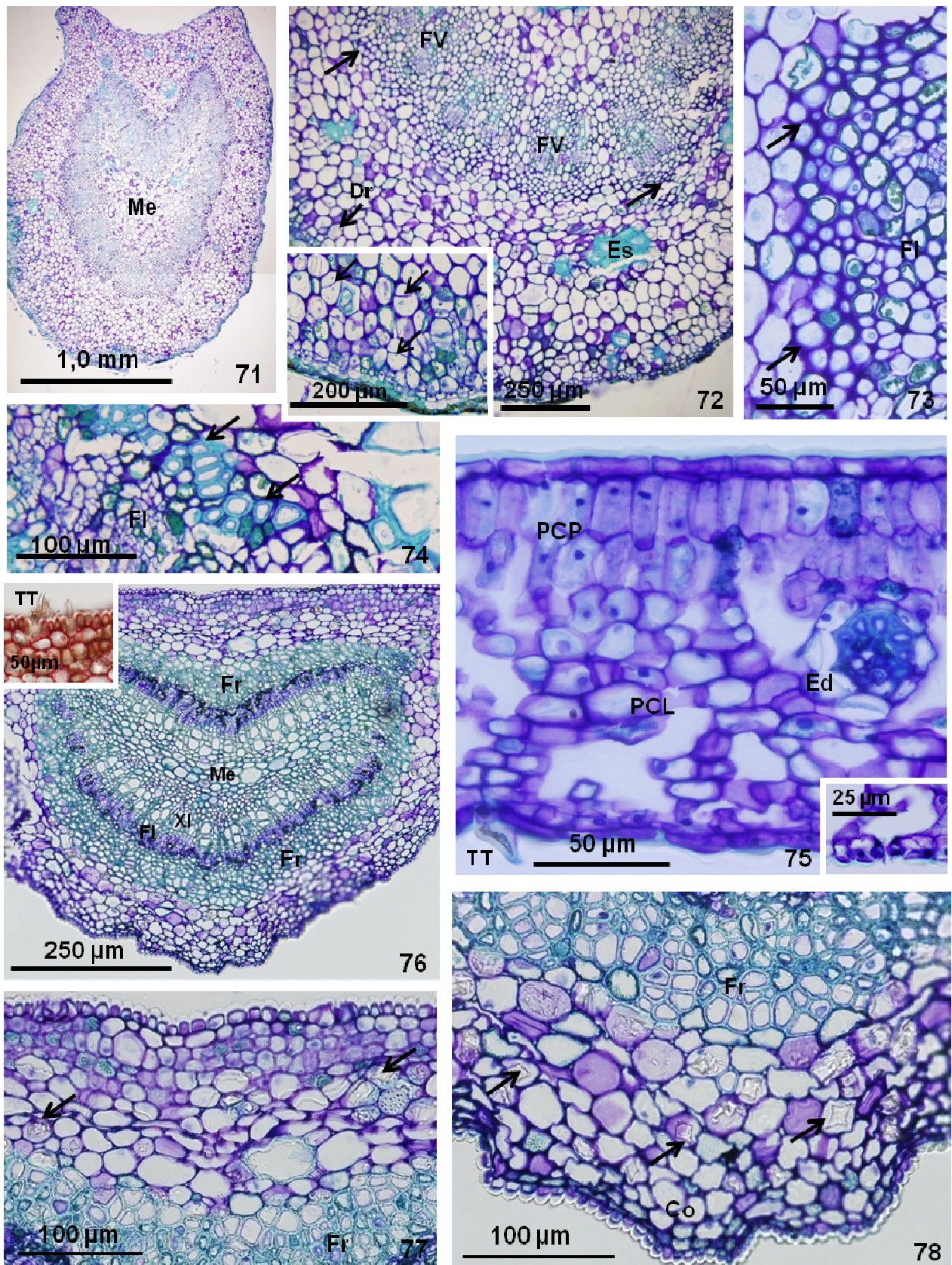


7 camadas de parênquima lacunoso frouxo, voltado para a face abaxial (Fig. 75), com idioblastos contendo drusas de oxalato de cálcio.

A nervura central é plano-convexa (Fig. 76). As células epidérmicas, menores que de outras regiões do limbo, são arredondadas e a cutícula levemente mais espessa que no restante da lâmina foliar (Fig. 76-78). Nessa região também é comum a ocorrência de pequenos tricomas tectores unicelulares (Fig. 76 – detalhe). Sob a epiderme, tanto na face adaxial como na abaxial, ocorrem 2-3 camadas de colênquima, seguidas de 3-4 camadas de células parenquimáticas isodiamétricas e de paredes delgadas (Fig. 76-78). Idioblastos contendo cristais prismáticos de oxalato de cálcio estão presentes por toda a região cortical, concentrados, principalmente, próximo ao sistema vascular (Fig. 77-78). O sistema vascular é similar ao do pecíolo, porém os feixes vasculares são mais compactos, e a medula mais reduzida (Fig. 76). Na nervura mediana o sistema vascular é envolvido por fibras de paredes lignificadas (Fig. 76-78 - Fr), provavelmente de origem pericíclica. É comum a presença de idioblastos contendo cristais prismáticos ou conteúdo fenólico na região do floema (Fig. 76). Os feixes vasculares menores, imersos no mesofilo, também são colaterais e envolvidos pela endoderme (Fig. 75), contendo cristais prismáticos de oxalato de cálcio no seu interior.

Figuras 71-78: *Guarea guidonia*. Fig. 71-74. Secções transversais do pecíolo: Fig. 71 – Aspecto geral; Fig. 72 – Detalhe de parte do pecíolo evidenciando a região cortical. Em detalhe a periferia evidenciando as divisões celulares; Fig. 73 – Detalhe das células de paredes pecto-celulósicas, levemente espessadas, adjacentes ao floema (setas); Fig. 74 – Detalhe das células de paredes lignificadas da periferia do floema da região adaxial do cilindro vascular (setas); Fig. 75-78. Secções transversais da lâmina foliar: Fig. 75 – Aspecto geral do limbo e detalhe de um estômato; Fig. 76 – Nervura mediana. Em detalhe, a epiderme e tricomas tectores unicelulares; Fig. 77-78 – Detalhe da face adaxial e da face abaxial da nervura mediana. Chama-se a atenção para a grande quantidade de cristais prismáticos de oxalato de cálcio próximo ao sistema vascular. Ed = endoderme; Fl = floema; Fr = fibras; Me = medula; PCL = parênquima clorofiliano lacuno; PCP = parênquima clorofiliano paliádico; TT = tricomas tectores; Xl = xilema.



Myrsine umbellata

Pecíolo

Em secção transversal o pecíolo de *M. umbellata* é biconvexo (Fig. 79). A epiderme peciolar é unisseriada, recoberta por cutícula espessa, e formada por células pequenas, aproximadamente arredondadas e a maioria delas com conteúdo fenólico (Fig. 80). Adjacente à epiderme observam-se de 4-5 camadas contínuas de colênquima anelar (Fig. 80), seguidas de várias camadas de células parenquimáticas, isodiamétricas, grandes e de paredes delgadas (Fig. 79). O parênquima cortical deixa grandes espaços entre as células (Fig. 80). Imersos entre as células corticais são encontradas cavidades glandulares bem delimitadas (Fig. 79 e 80 – detalhe). O lúmen alongado das mesmas, em secção longitudinal, e o epitélio definido mostram que se trata de ductos secretores (Fig. 82). Conteúdo fenólico foi observado nas células epidérmicas nessas cavidades (Fig. 79-81). A bainha amilífera ocorre envolvendo o sistema vascular (Fig. 83).

O sistema vascular, em formato de ferradura, constitui-se de feixes vasculares colaterais bem próximos, e 2-3 feixes acessórios menores na face adaxial (Fig. 81). Os tecidos vasculares delimitam a medula parenquimática, que pode também apresentar cavidades secretoras (Fig. 81).

Limbo

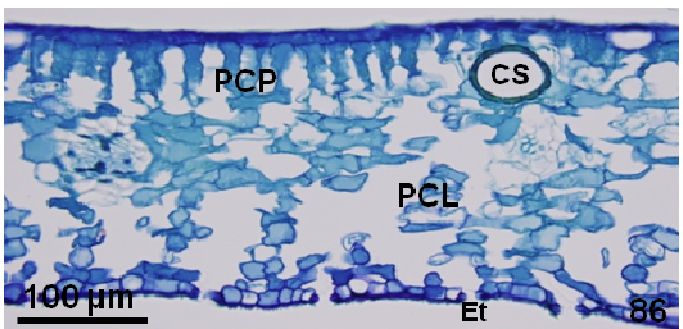
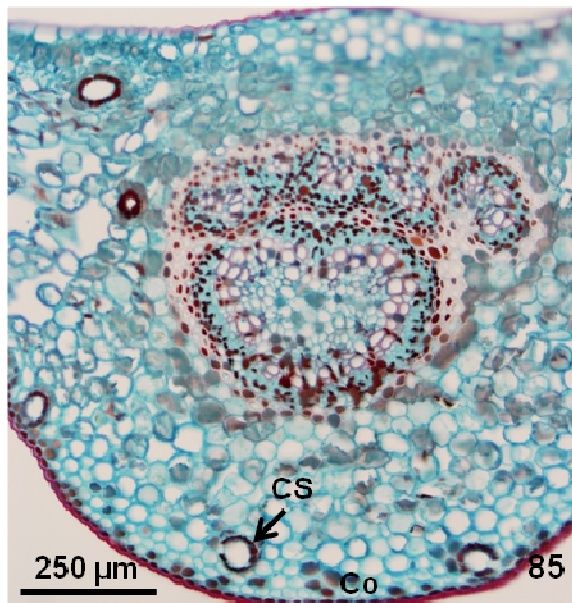
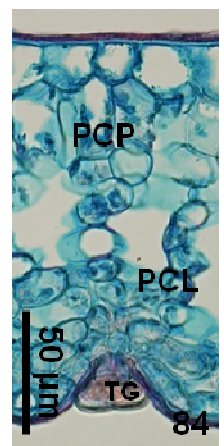
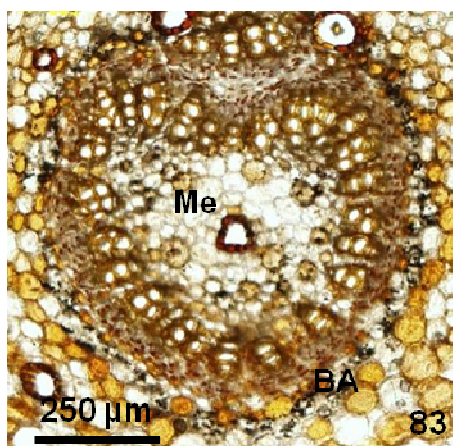
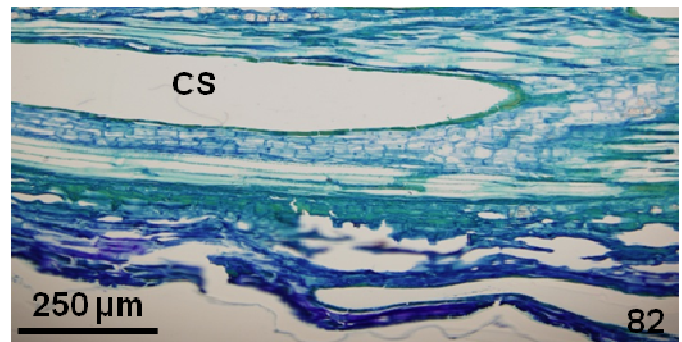
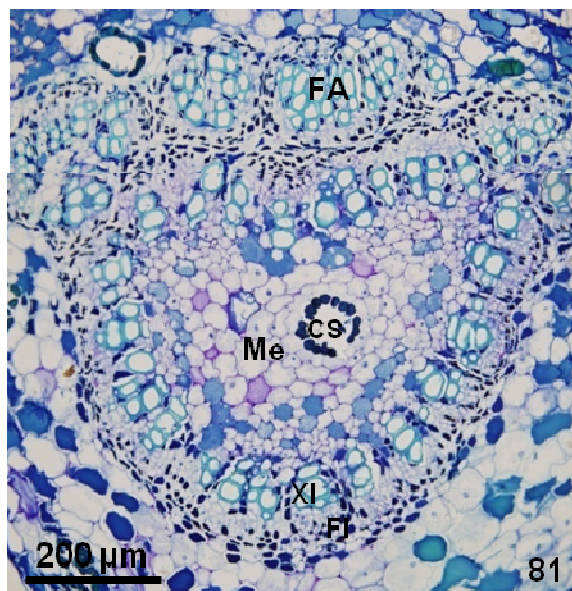
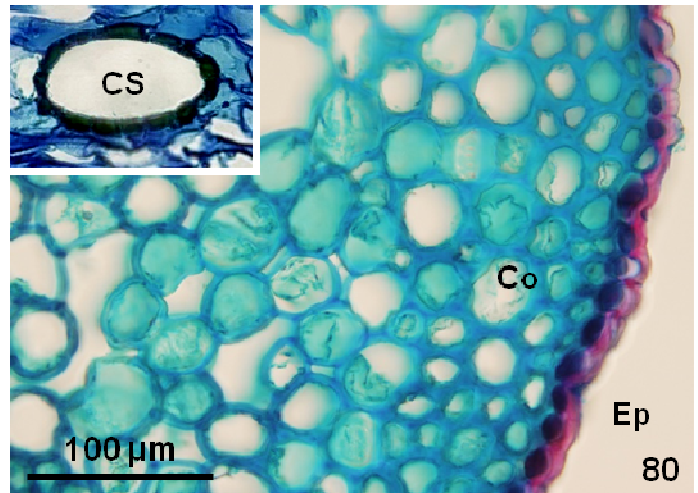
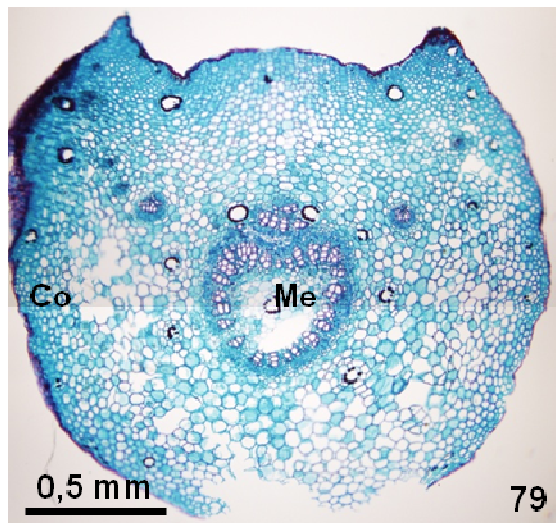
A lâmina foliar apresenta epiderme unisseriada revestida por cutícula pouco espessada (Fig. 86). As células epidérmicas da face adaxial são maiores que as da face abaxial, variando de quadradas a retangulares (Fig. 86). As folhas de *M. umbellata* são hipostomáticas (Fig. 86) e apresentam tricomas glandulares na epiderme da face abaxial (Fig. 84).

O mesofilo é dorsiventral. O parênquima paliçádico é formado por 1 camada de células e o parênquima lacunoso por cerca de 6-8 camadas de células, que por sua vez delimitam grandes espaços intercelulares (Fig. 84 e 86). Canais secretores, assim como na região peciolar, estão presentes e distribuídas por todo o mesofilo, geralmente, próximos à epiderme (Fig. 86).

A nervura mediana, bastante proeminente na face abaxial, (Fig. 85) é revestida por células epidérmicas arredondadas, menores que as demais células epidérmicas do limbo e revestida por cutícula espessada (Fig. 85). Adjacente à epiderme, nas duas faces

da folha, são encontradas cerca de 3 camadas de colênquima seguidas de camadas de células parenquimáticas. Na região cortical da nervura também são observados idioblastos, com cristais de oxalato de cálcio ou substâncias fenólicas, bem como estruturas secretoras (Fig. 85). O sistema vascular é semelhante ao do pecíolo (Fig. 85), e apresenta grande quantidade de substâncias fenólicas nas células parenquimáticas do floema em todas as regiões analisadas (Fig. 81 e 85).

Figuras 79-86: *Myrsine umbellata*. Fig. 79-83. Secções transversais (Fig. 79-81 e 83) e longitudinais (Fig. 82) do pecíolo: Fig. 79 – Aspecto geral; Fig. 80 – Região cortical. Detalhe de uma cavidade secretora (CS); Fig. 81 – Sistema vascular em ferradura e feixes acessórios (FA) na face adaxial; Fig. 82 – Aspecto geral evidenciando a cavidade secretora alongada; Fig. 83 – Bainha amilífera (BA) evidenciada pelo lugol; Fig. 84-86. Secções transversais da lâmina foliar: Fig. 84 – Detalhe de um trecho do limbo e de um tricoma glandular (TG); Fig. 85 – Vista geral da nervura mediana; Fig. 86 - Aspecto geral do limbo evidenciando o mesofilo e os estômatos (Et) na face abaxial. Co = colênquima; Fl = floema PCL = parênquima clorofiliano lacuno; PCP = parênquima clorofiliano paliçádico; Xl = xilema.



Psychotria carthagenensis

Pecíolo

O pecíolo de *P. carthagenensis* é levemente mais espessado próximo à inserção com o caule. O pecíolo é plano-convexo em secção transversal (Fig. 87), revestido pela epiderme unisseriada formada de células pequenas, levemente arredondadas. A epiderme é recoberta por cutícula levemente espessada e por tricomas tectores unicelulares (Fig. 87-89). O córtex é amplo e apresenta de 6-7 camadas de colênquima do tipo angular, seguidas de camadas de células parenquimáticas grandes, arredondadas e de paredes delgadas (Fig. 87-88). No córtex são encontrados idioblastos contendo pacotes de cristais prismáticos de oxalato de cálcio (Fig. 90) e esclereídes de paredes espessas, lignificadas e intensamente pontoadas (Fig. 91).

O sistema vascular, com um feixe em forma de arco mais aberto na região basal (Fig. 87) e mais fechado no restante do pecíolo (Fig. 92), possui xilema envolvido externamente por floema (Fig. 87, 92) e no interior do arco ocorrem feixes vasculares acessórios concêntricos anfibasais (Fig. 92-93). As células do floema possuem as paredes espessadas (Fig. 92-93) e na região distal do pecíolo, próximo à inserção da lâmina foliar, fibras lignificadas, provavelmente de origem pericíclica, margeiam o floema do feixe maior (Fig. 92-93), ausentes na região basal, mais dilatada, próxima à inserção com o caule (Fig. 87).

Limbo

A epiderme do limbo é unisseriada, revestida pela cutícula pouco espessada (Fig. 94). As células epidérmicas da face adaxial são grandes, retangulares, levemente maiores que as células da face abaxial, que são mais arredondadas (Fig. 94 e 96). Sob a epiderme da face adaxial, na região basal do limbo, ocorre hipoderme com 1-2 camadas de células grandes, aclorofiladas e de paredes delgadas (Fig. 96).

O mesofilo é dorsiventral, formado por 1-2 camadas de parênquima paliçádico na face adaxial, e 4-5 camadas de parênquima lacunoso compacto na face abaxial (Fig. 94). Idioblastos contendo drusas (Fig. 94 - seta) ou substâncias fenólicas são comumente encontrados entre as células do mesofilo.

A nervura mediana, côncavo-convexa, mostra-se proeminente na face abaxial e revestida por células epidérmicas papilosas e menores, quando comparadas com as das

outras regiões da lâmina foliar (Fig. 95). Abaixo da epiderme, tanto na face adaxial como na abaxial, ocorrem algumas camadas de colênquima, seguidas de camadas de células parenquimáticas de paredes delgadas (Fig. 95). Idioblastos contendo pacotes de cristais de oxalato de cálcio também são comuns nessa região. As domácias formadas pelas projeções dos tecidos da nervura, delimitam duas cavidades laterais contendo tricomas (Fig. 95 - detalhe).

O sistema vascular da nervura mediana reflete o padrão encontrado no pecíolo (Fig. 95). Envolvendo o sistema vascular ocorrem fibras de paredes lignificadas, provavelmente de origem pericíclica (Fig. 95 - Fr).

Figuras 87-96: *Psychotria carthagenensis*. Fig. 87-93. Secções transversais do pecíolo: Fig. 87 – Aspecto geral do pulvino; Fig. 88 – Detalhe da região cortical; Fig. 89 – Detalhe de um tricoma tector unisseriado; Fig. 90 – Detalhe de um idioblasto da região cortical contendo pacote de cristais prismáticos de oxalato de cálcio (CD); Fig. 91 – Detalhe de esclereídes na região cortical; Fig. 92 – Vista geral do cilindro vascular próximo à inserção com a lâmina foliar; Fig. 93 – Detalhe do cilindro vascular nesta mesma região evidenciando os feixes acessórios (FA) anfigvasais e as fibras lignificadas (Fr) envolvendo o floema; Fig. 94-96. Secções transversais da lâmina foliar; Fig. 94 - Aspecto geral do limbo. Fig. 89 – Nervura mediana e detalhe de uma domácia; Fig. 96 – Detalhe do limbo da região basal da folha evidenciando a hipoderme (Hi) da face adaxial. Ep = epiderme; Fl = floema; PCL = parênquima clorofiliano lacuno; PCP = parênquima clorofiliano paliádico; TT = tricomas tectores, Xl = xilema.

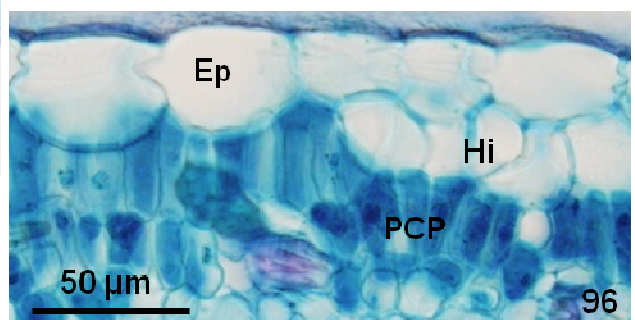
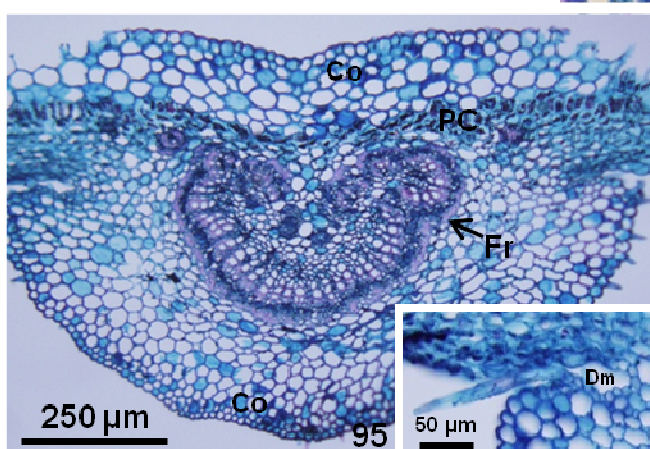
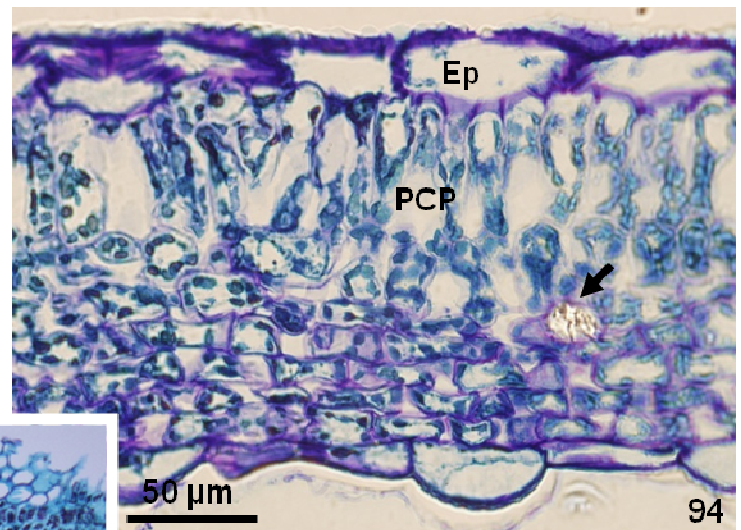
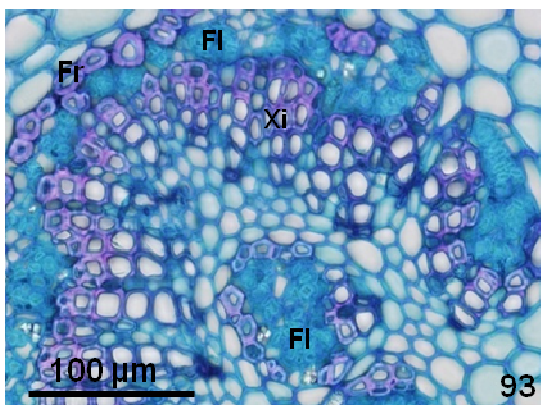
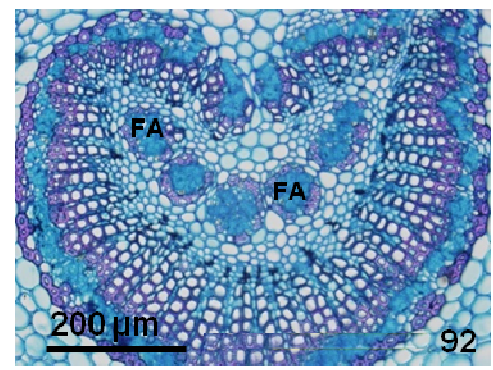
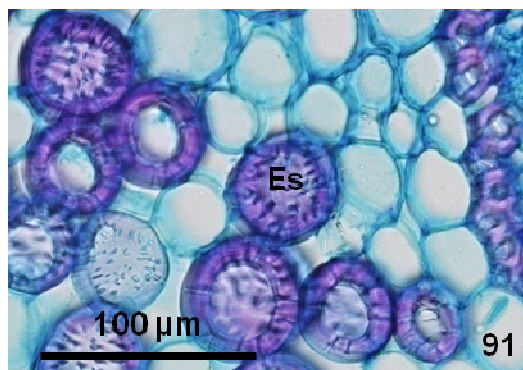
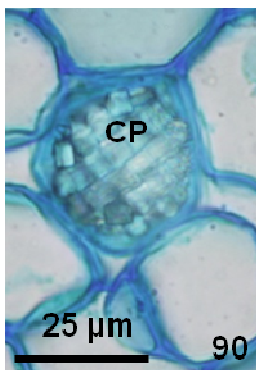
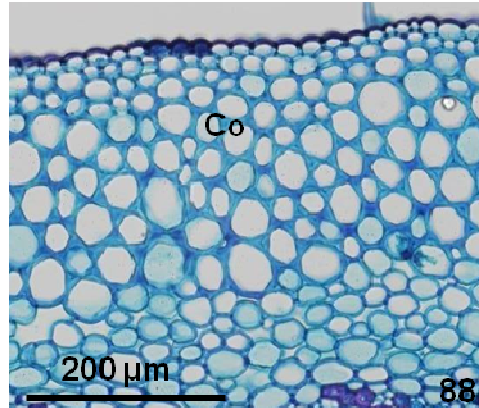
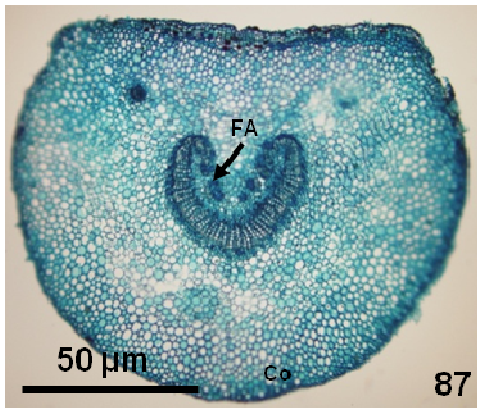


Tabela 1. Relação das espécies estudadas, seu posicionamento no *APG III* e as principais características morfoanatômicas do pecíolo. Biconv. = bixonvexo; Circ. = circular; Con-conv. = côncavo-convexo; FC = feixes colaterais; FV = feixe vascular; Gland. = glandular; Levem. = levemente; Par = parcialmente; Pec. distal = porção distal do pecíolo; Pec. med. = região mediana do pecíolo; Pla-conv. = plano-convexo; Pulv. = pulvino; Tec. plur. = tectores pluricelulares; Tec. Unic. = tectores unicelulares.

ESPÉCIES	CONTORNO	SISTEMA VASCULAR								
		EPIDERME		CÓRTEX			MEDULA	IDIOBLASTOS		
		CUTÍCULA	TRICOMAS	COLÊNQUIMA		PARÊNQUIMA (CAMADAS)			FORMA	FEIXES ACESSÓRIOS
TIPO	CAMADAS									
MAGNOLIIDS										
PIPERALES										
<i>Piper aduncum</i>	Con-conv.	Levem/ espassada	Tect. plur.	Angular	Cordões	11-13	16 FC	Ausente	Presente	Secretores e cristais prismáticos
EUDICOTIS										
ROSIDS										
MALPIGHIALES										
<i>Acalypha gracilis</i>	Biconv.	Levem/ espassada	Tect. plur.	Angular	5-7	5-7	6 FC	Ausente	Presente	Drusas, e cristais primáticos
<i>Casearia sylvestris</i>	Biconv.	Levem/ espassada	Tect. unic.	Angular-anelar	5-6	6-7	Arco aberto	Ausente	Ausente	Drusas, cristais, substâncias fenólicas
FABALES <i>Bauhinia unguolata</i>	Pulv.- circular, Pec med - con- conv., Pec. distal – elíptico	Levem/ espassada	Tect. plur. e gland.	Ausente	-	11-15 (2-4 externas par. + espessas)	Pulv. - FV anficrival e internamente 1FV col.; Pec. med. idem + 2 FV col.; Pec. distal - 4 FV col.	-	Ausente	Drusas, substâncias fenólicas
MYRTALES										
<i>Calyptranthes widgreniana</i>	Con-conv.	Espessa	Tect. unic.	Ausente	-	20-25 (4-6 externas par. + espessas)	Arco parc. fechado	Presente	Ausente	Drusas, substâncias fenólicas
SAPINDALES										
<i>Trichillia elegans</i>	Circ.	Espessa	Tect. unic.	Ausente	-	17-18 (pulv) e 11-12 (restante)	FV em ferradura	Ausente	Presente	Drusas e células mucilaginosas
<i>Guarea guidonia</i>	Con-conv.	Levem/ espassada	Tect. unic	Ausente	-	15-17	FV em ferradura	Ausente e	Presente	Drusas, cristais
ASTERIDS										
ERICALES										
<i>Myrsine umbellata</i>	Biconv.	Espessa	Ausentes	Anelar	4-5	14-15	FV em ferradura	Presente	Presente	Drusas, substâncias fenólicas
GENTIANALES										
<i>Psychotria carthagenensis</i>	Pla-conv.	Levem/ espassada	Tect. unic.	Angular	6-7	9-11	Arco aberto	Presente	Ausente	Cristais prismáticos

Tabela 2. Relação das espécies estudadas, seu posicionamento no *APG III* e as principais características anatômicas do limbo. Anf = anfistomática; Cr. prism = cristais prismáticos; Dorsi = dorsiventral; FA = feixes acessórios; FAF = feixes acessórios floemáticos; FC = feixes colaterais; Gland = glandular; Hip = hipostomática; NC= nervura central; Sub. fen. = substâncias fenólicas; Tect. plur. = tectores pluricelulares; Tect. unic. =tricomas unicelulares.

ESPÉCIES	EPIDERME				MESOFILO				SISTEMA VASCULAR	
	CUTÍCULA	TRICOMAS	ESTÔMATOS	ORGANIZAÇÃO	% PAR. PALÇ.	% PAR. LACN.	IDIOBLATOS	HIPODERME	NC	
									FORMA	FIBRAS ENVOLVENDO O FLOEMA
MAGNOLIIDS										
PIPERALES										
<i>Piper aduncum</i>	Delgada	Tect. plur.	Hip.	Dorsi.	50%	50%	Secretores, Cr. Prism.	Pesente	2-3 FC	Ausente
EUDICOTS										
ROSIDS										
MALPIGHIALES										
<i>Acalypha gracilis</i>	Delgada	Tect. plur.	Hip.	Dorsi.	30%	70%	Drusas	Ausente	2 grupos de FC separados por faixa de parênquima Arco aberto	Presente - lignificadas
<i>Casearia sylvestris</i>	Espessa	Ausente	Hip.	Dorsi.	30%	70%	Drusas, Cr. prism., Sub. fen.	Ausente		Presente - pecto-celulósica
FABALES										
<i>Bauhinia unguolata</i>	adaxial espessa, abaxial delgada	Tect. plur. e gland.	Anf.	Dorsi.	60%	40%	Drusas, Sub. fen.	Ausente	1 FC	Presente - lignificadas
MYTALES										
<i>Calyptranthes widgreniana</i>	Levemente espessa	Ausente	Hip.	Dorsi.	10%	90%	Cristais	Ausente	Arco aberto + mais FAF internos	Presente - lignificadas
SAPINDALES										
<i>Trichilia elegans</i>	Delgada	Tect. unic.	Anf.	Dorsi.	20%	80%	Drusas, cristais, mucilagem	Ausente	2 FC voltados um para o outro	Presente - lignificadas
<i>Guarea guidonia</i>	Espessa	Tect. unic.	Hip.	Dorsi.	20%	80%	Drusas, cristais	Ausente	Vários FC em ferradura	Presente - lignificadas
ASTERIDS										
ERICALES										
<i>Myrsine umbellata</i>	Delgada	Gland.	Hip.	Dorsi.	20%	80%	Cristais, Sub. fen.	Ausente	Vários FC em ferradura + FA	Presente - lignificadas
Gentianales										
<i>Psychotria carthagenensis</i>	Delgada	Tect. unic.	Hip.	Dorsi.	60%	40%	Drusas, cristais, sub. Fen.	Pesente (apenas na base)	Arco semi-fechado + FA	Presente - lignificadas

5. DISCUSSÃO

As três regiões distintas e o espessamento na região basal constatada para *Bauhinia unguolata* corrobora o observado por Rezende *et al.* (1994) em *Bauhinia curvula* Benth e para as nove espécies de Fabaceae analisadas por Rodrigues & Machado (2006). *Trichilia elegans* e *Psychotria carthagenensis* também apresentam na base do pecíolo uma porção dilatada formando uma estrutura semelhante a um pulvino.

De acordo com vários autores, os movimentos foliares nas Fabaceae estão associados à região do pulvino proximal (Satter *et al.* 1970; Morse & Satter 1979; Campbell & Garber 1980; Fleurat-Lessard 1981; Satter & Galston 1981; Fleurat-Lessard & Roblin 1982; Fleurat-Lessard & Satter 1985; Moysset & Simón 1991; Rodrigues & Machado 2006). Tendo em vista que a literatura clássica indica os movimentos foliares a principal função do pulvino, o mesmo deve ser válido para *Trichilia elegans* e *Psychotria carthagenensis*.

Em secção transversal, a superfície do pecíolo de *Piper aduncum*, *Casearia sylvestris*, *Bauhinia unguolata*, *Calyptanthus widgreniana*, *Guarea guidonia* apresentam reentrâncias e protuberâncias. Segundo Toriyama (1953) essas reentrâncias e protuberâncias, por ele observadas no pulvino de várias espécies de Fabaceae, estão relacionadas com a maior capacidade de movimentação dessa região. O mesmo poderia ser sugerido para as espécies aqui estudadas.

A organização anatômica do pecíolo das espécies analisadas é semelhante ao observado para as outras espécies dos grupos taxonômicos aos qual cada uma delas pertence. O revestimento do pecíolo é formado por uma epiderme uniestratificada. A presença da cutícula revestindo a epiderme peciolar em todas elas, especialmente espessa em *Calyptanthus widgreniana*, a ocorrência de tricomas, observados, principalmente, em *Piper aduncum*, *Acalypha gracilis*, *Bauhinia unguolata*, *Casearia sylvestris*, *Trichilia elegans* e *Psychotria carthagenensis* e a ausência de estômatos são

características estruturais importantes e eficientes na economia hídrica dessas espécies. A cutícula contribui ainda na manutenção da distensão das células epidérmicas, mesmo em condições de estresse hídrico (Kolattukudy 1984). Essas características são consideradas de extrema relevância quando presentes em xerófitas que estão expostas a longos períodos de seca (Fahn 1990; Mauseth 1988; Esau 1979; Larcher 2004).

A presença de conteúdo fenólico nas células epidérmicas em *Acalypha gracilis* e *Myrsine umbellata* pode estar relacionada com a manutenção da estrutura e integridade de células e tecidos, além de atuar na proteção contra a radiação elevada (Larcher 2004; Machado & Rodrigues 2004; Rodrigues & Machado 2006), condição típica das florestas estacionais decíduais, principalmente no período mais seco do ano.

O córtex é amplo, especialmente em *Bauhinia unguolata*, *Calypttranthes widgreniana*, *Trichilia elegans*, *Myrsine umbellata* e *Psychotria carthagenensis*, como também observado em espécies de Fabaceae por Rodrigues & Machado (2006) e em *Eugenia glazioviana* por Espósito-Polesi *et al.* (2011). O principal tecido de sustentação no pecíolo é o colênquima ou apenas um maior espessamento das paredes das células das camadas externas do parênquima cortical. Como já mencionado por Fleurat-Lessard & Bonnemain (1978), a presença de células paredes irregularmente espessadas, não lignificadas e altamente hidrofílicas na periferia do pecíolo não comprometeria a flexibilidade do órgão.

A ocorrência de várias camadas de parênquima, formado por células grandes, de paredes delgadas, às vezes sinuosas, e com pequenos espaços intercelulares observada no córtex das espécies analisadas poderia, segundo Fleurat-Lessard & Millet (1984), facilitar mudanças na forma e tamanho celular durante a curvatura do pecíolo.

Os compostos fenólicos são abundantes no córtex de *Bauhinia unguolata*. *Casearia sylvestris* e *Calypttranthes widgreniana* também apresentaram compostos fenólicos no córtex, porém em menor quantidade. Para as Fabaceae, a presença de compostos fenólicos, principalmente de tanino, tem sido relacionada à formação de componentes do citoesqueleto (Fleurat-Lessard & Millet 1984, Fleurat-Lessard *et al.* 1988; Kameyama *et al.* 2000; Yamashiro *et al.* 2001) através da liberação e armazenamento de íons, principalmente de cálcio e potássio (Toriyama & Komada 1971; Fleurat-Lessard 1988; Moysset & Simón 1991) nos vacúolos de células parenquimáticas corticais denominadas células motoras por Toriyama (1953). No entanto, a ausência desses compostos, ou a sua presença, porém em menor quantidade,

no córtex das demais espécies analisadas deixa evidente que essa estratégia não é comum a todas as espécies desse estudo.

Os cristais de oxalato de cálcio, observados na região cortical do pecíolo de todas as espécies analisadas, são comuns a várias espécies vegetais e as hipóteses sobre as funções destes cristais são variadas. Uma delas, e que apresenta evidências mais sólidas, é a função de proteção contra herbivoria (Franceschi & Nakata 2005). Outra função que apresenta sólidas evidências, segundo Franceschi & Horner (1980), é que a síntese de oxalato de cálcio esteja relacionada ao balanço iônico, sendo a formação de cristais um esforço para manter o balanço iônico na planta (Franceschi & Horner 1980; Franceschi & Nakata 2005). Paiva & Machado (2005) acreditam que a formação de cristais de cálcio observados na bainha do feixe vascular de *Peltodon radicans* Pohl estaria relacionada aos mecanismos reguladores dos níveis de cálcio nos elementos de tubo crivado. Rodrigues & Machado (2006), no estudo sobre a anatomia comparada do pulvino primário de espécies de leguminosas com diferentes velocidades de movimento foliar, sugerem que a presença desses cristais nas células endodérmicas exerça algum tipo de influência sobre o movimento foliar.

A amilífera delimitando o sistema vascular observada em *Piper aduncum*, *Trichilia elegans*, *Guarea guidonia* e *Myrsine umbellata*, pode estar relacionado ao tipo e velocidade do movimento foliar (Chang *et al.* 2001; Song *et al.* 1988). O papel dos amiloplastos na curvatura do pulvino de leguminosas é bem estabelecido, porém, neste trabalho, não foi observada bainha amilífera bem evidente em *Bauhinia unguolata*, apenas alguns poucos grãos de amidos nessa região. De acordo com o observado em *Avena sativa* L. por Chang *et al.* (2001), o contato dos amiloplastos com o retículo endoplasmático seria responsável pela permeabilidade dos canais de cálcio, o que provocaria uma rápida distribuição de íons no citosol e culminaria em mudanças na fosforilação de proteínas contráteis, especialmente actina, levando a produção de sinais fisiológicos capazes de promover o movimento foliar. No entanto não podemos afirmar que os grãos de amido presente na endoderme das espécies analisadas sejam responsáveis por promover tais sinais fisiológicos. O que se pode afirmar, é que a presença de amiloplastos na região cortical não é uma característica comum a todas as espécies analisadas e, caso a sua ocorrência seja considerada preponderante para que o movimento de curvatura foliar aconteça, devemos considerar então a existência de diferentes mecanismos fisiológicos responsáveis por tais movimentos em diferentes espécies de diferentes famílias.

A presença de camada cortical interna bem delimitada com cristais prismáticos e/ou amido, como observado nas espécies analisadas, é considerada como uma endoderme (Fleurat-Lessard 1988; Moysset & Simon 1991). Segundo Morse & Satter (1979) há uma relação entre a velocidade do movimento foliar e o conteúdo da endoderme. De acordo com o autor, essa relação pode ser confirmada pela presença de cristais prismáticos de oxalato de cálcio e grãos de amido nas células endodérmicas das espécies com movimentos heliotrópicos e nictinástico lentos e pela presença de apenas grãos de amido nas espécies com movimentos foliares násticos rápidos.

O sistema vascular, geralmente de posição central, apresenta padrões diferentes nas várias espécies analisadas, o que parece ser uma característica marcante para as espécies que apresentam movimentos de curvatura foliar, já estudadas (Toriyama 1953; Toriyama & Jaffe 1972; Moysset & Simón 1991; Rodrigues & Machado 2006).

Nas espécies estudadas, geralmente, não ocorrem fibras lignificadas associadas ao floema, exceto na região não espessada do pecíolo de *Psychotria carthagenensis*, na região apical do pecíolo de *Bauhinia unguolata* e apenas na face dorsal do cilindro vascular de *Guarea guidonia*. As pontoações e o conteúdo citoplasmático no interior dessas fibras em *Psychotria carthagenensis* poderiam garantir a continuidade simplástica entre o cilindro vascular e a região cortical como mencionado por Machado & Rodrigues (2004) para *Pterodon pubescens*. Em *Acalypha gracilis* e *Trichilia elegans* observam-se fibras de paredes pecto-celulósicas associadas ao floema, enquanto o pulvino e a região mediana do pecíolo de *Bauhinia unguolata* apresentam células pequenas de paredes pecto-celulósicas espessas, como também observadas por Rodrigues & Machado (2006). Segundo as autoras, nas Fabaceae por elas analisadas, as células pequenas ao redor do floema primário são fibras septadas e o fato destas fibras apresentarem paredes pecto-celulósicas, com inúmeros campos de pontoações, seria uma evidência morfológica de comunicação simplástica entre o córtex e o cilindro vascular, o que também poderia ser válido para *Bauhinia unguolata*.

Algumas características anatômicas têm sido relacionadas com a manutenção da flexibilidade do pecíolo, principalmente em Fabaceae, onde os movimentos foliares são bastante comuns e tem sido amplamente estudados. Segundo a literatura sobre anatomia de leguminosas, algumas características estruturais do pulvino têm sido relacionadas aos mecanismos fisiológicos responsáveis por tais movimentos. A presença de córtex amplo, constituído por células parenquimáticas de paredes delgadas, sistema vascular com posição central, redução ou ausência de tecidos lignificados e medula reduzida ou

ausente são características que estão associadas ao aumento da flexibilidade do pecíolo e favorecimento do movimento de curvatura (Toriyama 1953; 1954; 1955; 1957; 1967; Toriyama & Satô 1968; Toriyama & Komada 1971; Campbell & Thomson 1977; Fleurat-Lessard & Bonnemain 1978; Fleurat-Lessard 1981; 1988; Fleurat-Lessard & Roblin 1982; Fleurat-Lessard & Millet 1984). Esse conjunto de características está presente apenas em *Bauhinia unguolata*, as demais espécies estudadas apresentam muitas dessas características, mas nenhuma delas apresenta todas em conjunto, com visto em *Bauhinia unguolata*.

Valeria a pena analisar com maior atenção, se a presença dos ductos secretores observados no pecíolo e no limbo em *Casearia sylvestris*, *Calypttranthes widgreniana* e *Myrsine umbellata*, estariam também envolvidos no movimento foliar destas espécies, como foi sugerido por Esposito-Poseli *et al.* (2011) para *Eugenia glazioviana*.

Não podemos dizer que existe um padrão estrutural comum ao pecíolo das espécies analisadas, provavelmente, por se tratarem de espécies filogeneticamente distantes. O que se pode notar, porém, é que algumas características, tais como, tecido de sustentação geralmente representado pelo colênquima, células corticais grandes e de paredes delgadas, espaços intercelulares pequenos entre as células parenquimáticas, redução ou ausência de fibras lignificadas, são características adaptativas e, convergentes entre estas espécies, que garantem flexibilidade ao pecíolo e são capazes de permitir a mudança de posição das folhas dessas espécies no seco do ano.

A manutenção das folhas em espécies de florestas estacionais decíduais, ambiente com características abióticas extremas, requer adaptações eficientes contra a perda excessiva de água e mecanismos eficazes contra a herbivoria.

A epiderme é unisseriada e revestida por cutícula em todas as espécies analisadas. Embora a maior espessura da cutícula contribua para formação de uma barreira contra a perda de água para o ambiente, não está, necessariamente, relacionada à sua eficiência, sendo muitas vezes cutículas finas mais eficazes contra a difusão (Becker *et al.* 1986; Riederer & Schreiber 1995; Kerstiens 1996). De acordo com Gratani & Bombeli (2000), a cutícula de espécies de folhas sempre verdes (perenes) apresentam menor permeabilidade do que a cutícula de espécies em folhas caducas, refletindo a capacidade das espécies perenes de conservarem a água durante os períodos de disponibilidade reduzida. A deposição de cera cuticular na superfície foliar seria um mecanismo afetado pela umidade relativa e pela intensidade luminosa, sugerindo que a

eficiência da cutícula como barreira efetiva contra perda de água estaria sob controle de sinais ambientais (Kerstiens 1994; Richardson *et al.* 2005).

Tricomas tectores presentes na lâmina foliar de *Piper aduncum*, *Acalypha gracilis*, *Bauhinia unguolata*, *Trichilia elegans*, *Guarea guidonea*, e *Psychotria carthagenensis* contribuem efetivamente para a economia hídrica dessas espécies, uma vez que sua disposição forma uma barreira mecânica contra temperaturas extremas e alta intensidade luminosa (Werker 2000). Os tricomas tectores mantêm a atmosfera saturada em vapor de água em torno da folha, o que diminui a perda excessiva de água para o ambiente, podendo ainda contribuir para a regulação da temperatura através da reflexão da luz solar excessiva que chega a superfície foliar (Larcher 2004).

Os tricomas têm sido relacionados também à proteção das folhas contra o ataque de herbívoros e/ou patógenos por causar impedimento físico ou pela liberação de defesas químicas (Levin 1973; Gloveri 2000; Krings *et al.* 2003). Assim, pressões evolutivas devem ter favorecido o investimento em defesas químicas e estruturais em espécies com folhas de vida longa que habitam ambientes pobres em nutrientes e em plantas que passam por algum estresse ambiental (Grimes 1977; Coley *et al.* 1985; Coley 1988; Wilkens *et al.* 1996; Hoffland *et al.* 2000).

O limbo de *Piper aduncum* e apenas a região basal do limbo de *Psychotria carthagenensis* apresenta hipoderme. A presença deste tecido é comum em plantas de ambientes xéricos e esta estrutura tem como principais funções o armazenamento de água para os períodos de estiagem, além de auxiliar a atividade fotossintética, agindo como um filtro de luz, regulando a intensidade luminosa através de sua espessura (Takemori 2002).

As folhas analisadas são hipoestomáticas, exceto *Bauhinia unguolata* e *Trichilia elegans* que são anfiestomáticas, porém, nessas espécies, os estômatos da face adaxial aparecem apenas sobre, ou próximos às nervuras maiores e em número bastante reduzido. Vale a pena ressaltar que somente nessas duas espécies os estômatos são protegidos pelas cristas estomáticas, bem como, pela posição das células subsidiárias, o que evitaria a transpiração excessiva, como já mencionado por vários autores (Kundu e Tigerstedt 1998; Dickison 2000; Larcher 2004), no entanto, isto poderia ser confirmado apenas com estudos ecofisiológicos complementares.

O mesofilo é dorsiventral em todas as espécies, porém a quantidade de camadas de parênquima paliçádico e lacunoso varia entre elas. A presença do mesofilo dorsiventral é uma característica comum em espécies do cerrado (Bieras 2006).

Segundo Westoby *et al.* (2000), folhas de maior longevidade apresentam menor área específica e investem mais em massa por unidade de área. De acordo com Dengler (1984), o fator responsável pela modificação da relação superfície/volume foliar é o alongamento perpendicular das células do parênquima paliçádico em detrimento ao parênquima lacunoso. A presença do parênquima paliçádico, formado por células anticlinalmente alongadas e justapostas, contribui também para a formação de barreira contra a perda de água (Dengler 1984).

O tecido de sustentação da lâmina foliar, observado principalmente na nervura mediana e nas nervuras de menor porte é formado pelo colênquima, sob a epiderme, e por fibras associadas aos feixes vasculares. Em *Trichilia elegans*, essas fibras apresentam natureza gelatinosa, e a presença de fibras de paredes gelatinosas no limbo foliar é uma característica já relatada para plantas de cerrado e de mata que enfrentam estresse hídrico. Segundo Paviani (1974), devido à parede interna ser altamente higroscópica, essas fibras estão relacionadas com o armazenamento de água pela planta.

O aumento do esclerênquima na nervura mediana observado em *Acalypha gracilis*, *Casearia sylvestris*, *Bauhinia unguolata*, *Calyptanthus widgreniana*, *Myrsine umbellata* e *Psychotria carthagenensis* sugere tendência ao xeromorfismo (Witkowski & Lamont 1991). Esse tecido aumenta a dureza foliar, contribuindo para a redução do dano estrutural causado pela seca e pelos ventos fortes (Turner 1994). Segundo o autor, o escleromorfismo pode também ser valioso mecanismo contra danos causados por herbívoros. A maior quantidade de tecido mecânico reduz tanto a palatibilidade, quanto a digestibilidade do material vegetal (Grubb 1986; Robbins 1993) limitando, em última análise, o fitness do herbívoro (Perez-Barberia & Gordon 1998). Folhas duras, com baixos níveis de nutrientes e altos níveis de defesas químicas também devem ajudar a deter o consumo foliar por herbívoros (Coley 1983; 1988; Coley *et al.* 1985; Reich *et al.* 1992). Parece provável que a presença de defesas mecânicas e químicas contribua para o aumento do custo de construção por unidade de massa seca de folhas de alta longevidade (Villar & Merino 2001).

O escleromorfismo pode ter evoluído por razões de sustentação, resistência ao murchamento (Nobel *et al.* 1975; Chabot & Hicks 1982) ou para conservação de água (Lamont *et al.* 2002) e nutrientes (Chapin *et al.* 1993). Folhas duras podem também melhorar a eficiência no acúmulo e assimilação total de nutrientes (Coley 1988) devido ao aumento de sua longevidade (Wright *et al.* 2004). De acordo com Chabot & Hicks (1982), as folhas de longa duração devem ser mais resistentes, apresentarem maior

espessura e maior quantidade de tecidos de sustentação, pelo menos em algumas regiões do órgão para suportarem a estação seca desfavorável e não sofrer danos irreparáveis.

Idioblastos contendo cristais de oxalato de cálcio em grande quantidade foram observados no interior de células mesofílicas, bem como na epiderme e nos tecidos vasculares das espécies analisadas. Como já mencionado, a presença desses cristais está relacionada com a defesa contra a herbivoria, balanço iônico e ainda, segundo Volk *et al.* (2002), poderia representar uma forma de estocagem de nutrientes para a planta. Adicionalmente, devido a sua propriedade reflexiva, esses cristais podem contribuir para a reflexão da luz solar entre as células do mesofilo (Larcher 2004).

Os compostos fenólicos encontrados associados tanto à epiderme, como ao mesofilo e aos tecidos vasculares em *Casearia Sylvestris*, *Bauhinia unguolata*, *Calypttranthes widgreniana*, e *Myrsine umbellata* pode fornecer proteção contra a dessecação (Fahn 1985), contra a herbivoria (Feeny 1976; Rhoades 1979) e manutenção da homogeneidade citoplasmática (Esau 1977).

Nos últimos anos tem se discutido muito a respeito dos fatores que determinam padrões gerais de dominância de plantas perenes ou plantas caducifólias (Givnish 2002). De modo geral, os ecólogos concordam que folhas de vida longa oferecem uma estação fotossintética potencialmente mais longa que folhas decíduas, além da redução na quantidade de nutrientes que são absorvidos do solo a cada ano. Por outro lado, a queda das folhas é responsável pela redução da transpiração e da respiração durante o período seco, e frequentemente possuem taxas fotossintéticas mais altas por unidade de massa foliar (Givnish 2002).

Segundo Kikuzuwa (1991, 1995) a longevidade foliar deve aumentar de acordo com o custo de construção da folha, uma vez que os carboidratos estruturais, tais como a celulose e compostos similares, envolve quase todo o carbono investido em biomassa foliar não são retranslocados, sendo assim um capital irrecuperável. Por outro lado, as folhas de longa duração devem ser suficientemente resistentes e nutricionalmente pouco atraentes para resistir a ataques de herbívoros. Entretanto, as folhas não devem ser mantidas se a perda respiratória durante a seca for maior que o custo de substituição (Mooney & Dunn 1970).

A análise anatômica mostrou a complexidade estrutural das folhas das espécies analisadas, envolvendo a presença estruturas secretoras no tecido floemático, bem como, a existência de idioblastos variados, glândulas e canais secretores entre as células mesofílicas, que certamente contribuíram para o aumento no custo da construção das

folhas. Essas espécies possuem características adaptativas que favorecem a economia, evitando grande perda de água para o ambiente, bem como mecanismos eficientes contra a herbivoria. Logo, concordando com o mencionado por Kikuzuwa (1991, 1995), que considera ser energeticamente desvantajoso que estruturas foliares complexas sejam descartadas na estação seca para serem produzidas novamente na estação seguinte. É possível, que o movimento foliar que ocorre durante a estação adversa, seja um fator extremamente importante para a existência e manutenção dessas espécies nas florestas decíduais e poderia ser visto também, como uma maneira das mesmas economizarem a energia investida na construção das suas folhas, independente da presença de pulvino.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

- Abrams, M.D.; Kubiske, M.E. & Mostoller, S.A. 1994. Relating wet and dry year ecophysiology to leaf structure in contrasting temperate tree species. **Ecology** 75(1): 123-133.
- Becker, M.; Kersteins, G. & Schönherr, J. 1986. Water permeability of plant cuticles: permeance, diffusion and partition coefficients. **Trees** 1: 54–60.
- Bell, A.D. 2008. **Plant Form: An Illustrated Guide to Flowering Plant Morphology**. Timber Press, Portland.
- Bieras, A.C. 2006. **Morfologia e Anatomia Foliar de Dicotiledôneas Arbóreo-Arbustivas do Cerrado de São Paulo, Brasil**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Campus Rio Claro.
- Cairo, P.A.R. 1995. **Curso básico de relações hídricas de plantas**. UESB, Vitória da Conquista.
- Caldas, L.S.L.; Lüttge, U.; Franco, A.C. & Haridasan, M. 1997. Leaf heliotropism in *Pterodon pubescens*, a woody legume from the brazilian cerrado. **Revista Brasileira de Fisiologia vegetal** 9: 1-7.
- Campbell, N.A. & Thomson, W.W. 1977. Multivacuolate motor cells in *Mimosa pudica* L. **Annals of botany** 41: 1361-1362.
- Campbell, N.A. & Garber, R.C. 1980. Vacuolar reorganization in motor cells of *Albizzia* during leaf movement. **Planta** 148: 251-255.
- Chabot, B.F. & Hicks, D.J. 1982. The ecology of leaf life spans. **Annual Review of Ecology and Systematics** 13: 229-259.
- Chang, S-C.; Cho, M.H.; Kang, B.G. & Kaufman, P.B. 2001. Changes in starch content in oat (*Avena sativa*) shoot pulvini during the gravitropic response. **Journal of Experimental Botany** 52: 1029-1040.
- Chapin, F.S.; Autumn, K. & Pugnaire F. 1993. Evolution of suites of traits in response to environmental stress. **The American Naturalist** 142: 78–92.
- Coley, P. D. 1983. Herbivory and defensive characteristics of tree species in a lowland tropical forest. **Ecological Monographs** 53: 209–233.
- Coley, P.D.; Bryant, J.P. & Chapin, F.S. 1985. Resource availability and plant anti-herbivore defence. **Science** 230: 895–899.
- Coley, P. D. 1988. Effects of plant growth rate and leaf lifetime on the amount and type of anti- herbivore defense. **Oecologia** (Berlin) 74:531-536.
- Coutinho, L.M. 1978. O conceito de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica** 1:17-23.

- Dayanandan, P.; Hebard, F.V.; Baldwin, V.D. & Kaufman, P.B. 1977. Structure of gravity-sensitive sheath and intermodal pulvini in grass shoots. **American Journal of Botany** 64(10):1189-1199.
- Dengler, N.G. Comparison of leaf development in normal (+/+), entire (e.e) and lanceolate (La/+) plants of tomato, *Lycopersicon esculentum*. **Botanical Gazette**. 145: 66-77.
- Dickison, W.C. 2000. **Integrative plant anatomy**. Harcourt/Academic Press, Massachusetts.
- Ehleringer, J.R. & Forseth, I.N. 1980. Solar tracking by plants. **Science** 210: 1094-1098.
- Eiten, G. 1972. The Cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Review** 38(2):210-341.
- Esau, K. 1977. **Anatomy of seeds**. Wiley and Sons, New York.
- Esau, K. 1979. Phloem. pp. 181-189. In: C.R. Metcalfe & L. Chalk (eds.) **Anatomy of Dicotyledons. Systematic Anatomy of Leaf and Stem with a Brief History of the Subject**. Clarendon Press, Oxford.
- Esposito-Polesi, N.P.; Rodrigues, R.R. & Almeida, M. 2011. Anatomia ecológica da folha de *Eugenia glazioviana* Kiaersk (Myrtaceae). **Revista Árvore** 35(2):255-263.
- Fahn, A. 1985. **Anatomia Vegetal**. Pirámide, Madrid.
- Fahn, A. 1986. Structural and functional properties of trichomes of xeromorphic leaves. **Annals of Botany** 57: 631-637.
- Fahn, A. 1990. **Plant anatomy**. Pergamon Press, New York.
- Feeny, P.P. 1976. Plant apparency and chemical defense. pp. 1-40. In: Wallace, J.; Mansell, R.L. (eds.). **Biochemical Interactions Between Plants and Insects. Recent Advances in Phytochemistry**. Plenum, New York.
- Fleurat-Lessard, P. 1981. Ultrastructural features of the starch sheath cells of the primary pulvinus after gravistimulation of the sensitive plant (*Mimosa pudica* L.). **Protoplasma** 105: 177-184.
- Fleurat-Lessard, P. 1988. Structural and ultrastructural features of cortical cells in motor organs of sensitive plants. **Biological Review** 63: 1-22.
- Fleurat-Lessard, P. & Bonnemain, J-L. 1978. Structural and ultrastructural characteristics of the vascular apparatus of the sensitive plant (*Mimosa pudica* L.). **Protoplasma** 94: 127-143.
- Fleurat-Lessard, P. & Roblin, G. 1982. Comparative histocytology of the petiole and the main pulvinus in *Mimosa pudica* L. **Annals of Botany** 50: 83-92.

- Fleurat-Lessard, P. & Millet, B. 1984. Ultrastructural features of cortical parenchyma cells ("motor cells") in stamen filaments of *Berberis canadensis* Mill. and tertiary pulvini of *Mimosa pudica* L. **Journal of Experimental Botany** 35: 1332-1341.
- Fleurat-Lessard, P. & Satter, R.L. 1985. Relationship between structure and motility of *Albizia* motor organs: changes in ultrastructure of cortical cells during dark-induced closure. **Protoplasma** 128: 72-79.
- Fleurat-Lessard, P.; Roblin, G.; Bonmort, J. & Besse, C. 1988. Effects of colchicines, vinblastine, cytochalasin B and phalloidin on the seismonastic movement of *Mimosa pudica* leaf on motor cell ultrastructure. **Journal of Experimental Botany** 39: 209-221.
- Francheschi, V.R. & Horner, H.T. 1980. Calcium oxalate crystals in plants. **The Botanical Review** 46(4):361-427.
- Franceschi, V.R. & Nakata, P.A. 2005. Calcium oxalate in plants: formation and function. **Annual Review of Plant Biology** 56: 41-71.
- Franco, A.C. 2002. Ecophysiology of woody plants. pp. 178-197. In: P.S. Oliveira & R. J. Marquis. **The cerrado of Brazil**. Columbia University Press, New York.
- Givnish, T.J. 1984. Leaf and canopy adaptations in tropical forests. pp 51-84. In: E. Medina, H.A. Mooney, C. & Vasques-Yanes (eds.). **Physiological ecology of plants in the wet tropics**. Dr. W.Junk Publishers, The Hague.
- Givnish, T.J. 2002. Adaptive significance of evergreen vs. deciduous leaves: solving the triple paradox. **Silva Fennica** 36: 703- 735.
- Glover, B. J. 2000. Differentiation in plant epidermal cells. **Journal of Experimental Botany** 51: 497-505.
- Goodland, R. & Pollard, R. 1973. The Brazilian cerrado vegetation: a fertility gradient. **Journal of Ecology** 61: 219-224.
- Grimes, J.P. 1977. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. **The American Naturalist**. 111(982):1169-1194.
- Gratani, L. & Bombelli, A. 2000. Correlation between leaf age and other leaf traits in three Mediterranean maquis shrub species: *Quercus ilex*, *Phillyrea latifolia* and *Cistus incanus*. **Environmental and Experimental Botany** 43(2):141-153.
- Grubb, P.J. 1986. Sclerophylls, pachyphylls and pycnophylls: the nature and significance of hard surfaces. pp. 137-150. In: B. Juniper, T.R.E. Southwood (eds.). **Insects and the Plant Surface**. Arnold, London.
- Hoffland, E.; Dicke, M.; Van Tintelen, W.; Dijkman, H. & Van Beusichem, M.L. 2000. Nitrogen availability and defence of tomato against two-spotted spider mite. **Journal of Chemical Ecology** 26: 2697-2711.

- IBAMA. **Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais**. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/ecossistemas/cerrado.html>>. (Acesso em 20/01/2012).
- IEF. **Instituto Estadual de Florestas**. Disponível em: <<http://www.ief.mg.gov.br/areas-protegidas/205?task=view>>. (Acesso em: 15/01/2012).
- Ivanuskas, N.M. & Rodrigues, R.R. 2000. Florística e fitossociologia de floresta estacional decidual em Piracicaba, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 23(3):291-304.
- Jensen, W.A. 1962. **Botanical histochemistry (principles and practice)**. W.H. Freeman and Company, San Francisco.
- Johansen, D.A. 1940. **Plant microtechnique**. McGraw Hill Book Comp., New York.
- Joly, A.B. 1985. **Botânica: Introdução à Taxonomia Vegetal**. Nacional, São Paulo.
- Joly, C.A. 1991. Flooding tolerance in tropical trees. pp 23-34. In: M.B. Jackson, D.D. Davies & H. Lambers (eds). **Plant life under oxygen deprivation: ecology, physiology and biochemistry**. SBP Academic Publishing, The Hague.
- Kameyama, K.; Kishi, Y.; Yoshimura, M.; Kanzawa, N.; Sameshima, M. & Tsuchiya, T. 2000. Tyrosine phosphorylation in plant bending. **Nature** 407: 37.
- Kerstiens, G. 1994. Effects of low light intensity and high air humidity on morphology and permeability of plant cuticles, with special respect to plants cultured in vitro. pp. 32–142. In: P.J. Lumsden, J.R. Nicholas, W.J. Davies (Eds.). **Physiology, Growth and Development of Plants in Culture**. Kluwer. Academic Publishers, Netherlands.
- Kerstiens G. 1996. Cuticular water permeability and its physiological significance. **Journal of Experimental Botany** 47: 1813–1832.
- Kikuzawa, K. 1991. A cost-benefit analysis of leaf habit and leaf longevity of trees and their geographical pattern. **The American Naturalist** 138: 1250- 1263.
- Kikuzawa, K. 1995. The basis for variation in leaf longevity of plants. **Vegetatio** 121: 89-100.
- Kolattukudy, P.E. 1984. Biochemistry and function of cutin and suberin. **Canadian Journal of Botany** 62: 2918-2933.
- Koller, D. 1990. Light-driven leaf movements. **Plant cell and Environment** 13: 615-632.
- Kraus, J.E. & Arduin, M. 1997. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Edur, Rio de Janeiro.

- Krings, M.; Kellogg, D.W.; Kerp, H. & Taylor, T.N. 2003. Trichomes of the seed fern *Blanziopteris praedentata*: implications for plant–insect interactions in the Late Carboniferous. **Botanical Journal of the Linnean Society** 141(2):133–149.
- Kundu, S.K.; Tigerstedt, P.M.A. 1998. Variation in net photosynthesis, stomatal characteristics, leaf area and whole plant phytomass production among ten provenances of neem (*Azadirachta indica*). **Tree Physiology** 19: 47-52.
- Lamont, B.B.; Groom, P.K. & Cowling, R.M. 2002. Leaf Morphology of 89 Tree Species from a Lowland Tropical Rain Forest (Atlantic Forest) in South Brazil. **Functional Ecology** 16: 403–412.
- Larcher, W. 2004. **Ecofisiologia Vegetal**. Rima, São Carlos.
- Levin, D.A. 1973. The role of trichomes in plant defence. **The Quartely Review of Biology** 48: 3–15.
- Lovejoy, T.E. & Bierregaard, R.O. 1990. Central Amazonian forests and the minimum critical size of ecosystems project. pp. 60-71. In: A. H. Gentry (ed). **Four neotropical rainforests**. Yale University Press, New Haven.
- Machado, S.R. & Rodrigues, T.M. 2004. Anatomia e ultra-estrutura do pulvino primário de *Pterodon pubescens* Benth. (Fabaceae-Faboideae). **Revista Brasileira de Botânica** 27: 135-147.
- Marimon, B.S., Felfili, J.M., Lima, E.S. & Marimon-Junior, B.H. 2010. Environmental determinants for natural regeneration of gallery forest at the Cerrado/Amazonia boundaries in Brazil. **Acta Amazônica** 40:107-118.
- Mauseth, J.D. 1988. **Plant Anatomy**. Menlo Park, Benjamin Cummings.
- Mooney, H.S. & Dunn, E.L. 1970. Convergent evolution of mediterranean climate evergreen sclerophyl shrubs. **Evolution** 24: 292-303.
- Morse, M.J. & Satter, R.L. 1979. Relationships between motor cell ultrastructure and leaf movements in *Samanea saman*. **Physiologia Plantarum** 46: 338-346.
- Moyssset, L. & Simón, E. 1991. Secondary pulvinus of *Robinia pseudoacacia* (Leguminosae): structural and ultrastructural features. **American Journal of Botany** 78: 1467-1486.
- Murcia, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Trends in Ecology and Evolution** 10(1):58-62.
- Murphy, P.G. & Lugo, A.E. 1986. Ecology of tropical dry forest. **Annual Review of Ecology and Systematics** 17(1):67-88.
- Nascimento, A.R.T.; Felfili, J.M.; Meireles, E.M. 2004. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente de Floresta Estacional Decidual de encosta, Monte Alegre, GO, Brasil. **Acta Botânica Brasílica** 18(3):659-669.

- Nobel, P.S.; Zaragoza, L. J. & Smith, W. K. 1975. Relation between mesophyll surface area, photosynthetic rate, and illumination level during development for leaves of *Plectranthus parviflorus* Henckl. **Plant Physiology** 55: 1067–1070.
- O'Brien, T.P.; Feder, N. & McCully, M.E. 1964. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. **Protoplasma** 59: 368-373.
- Oliveira-Filho, A.T. & Ratter, J.A. 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the Cerrado Biome. pp. 121-140. In: P.S. Oliveira & R.J. Marquis. **The cerrado of Brazil**. Columbia University Press, New York.
- Paiva, E.A.S. & Machado, S.R. 2005. Role of intermediary cells in *Peltodon radicans* (Lamiaceae) in the transfer of calcium and formation of calcium oxalate crystals. **Brazilian Archives of Biology and Technology** 48(1):147-153.
- Paviani, T.I. 1974. Sobre a ocorrência de fibras gelatinosas em *Plathymenia reticulata* Benth. **Ciência & Cultura** 26: 783-786.
- Pedralli, G. 1997. Florestas secas sobre afloramentos de calcário em Minas Gerais: florística e fisionomia. **Bios** 5(5):81-88.
- Pennington, R.T.; Prado, D.E. & Pendry, C.A. 2000. Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. **Journal Biogeography**. 27: 261-273.
- Perez-Barberia, F.J. & Gordon, I.J. 1998. Factors affecting food comminution during chewing in ruminants: a review. **Botanical Journal of the Linnean Society** 63: 233–256.
- Pimentel, C. 2004. **A relação da planta com a água**. Edur, Rio de Janeiro.
- Reich, P.B.; Walters, M.B. & Ellsworth, D.S. 1992. Leaf lifespan in relation to leaf, plant, and stand characteristics among diverse ecosystems. **Ecological Monographs** 62: 365-392.
- Rezende, M.H.; Cardos, L.A.; Vannucci, A.L. 1994. Morfologia e anatomia foliar de *Bauhinia Curvula* Benth. (Leguminosae - Caesalpinioideae). **Acta Botânica Brasília**. 8(1):19-34.
- Ribeiro, J.F & Walter, B.M.T. 1998. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. pp. 89-166. In: S.M. Sano & S.P. Almeida (eds.). **Cerrado: ambiente e flora**. Embrapa/CPAC, Brasília.
- Richardson, A.; Franke, R.; Kerstiens, G.; Jarvis, M.; Schreiber, L. & Fricke, W. 2005. Cuticular wax deposition in growing barley (*Hordeum vulgare*) leaves commences in relation to the point of emergence of epidermal cells from the sheaths of older leaves. **Planta** 222(3):472–483.

- Riederer, M. & Schreiber, L. 1995. Waxes: the transport barriers of plant cuticles. pp. 130–156. In: R.J. Hamilton (ed). **Waxes: chemistry, molecular biology and functions**. The Oily Press, West Ferry, Dundee, Scotland.
- Rizzini, C.T. 1963. A flora do cerrado. Análise florística das savannas centrais. pp.126-177. In M.G. Ferri. **Simpósio sobre o cerrado**. Edusp, São Paulo.
- Rizzini, C.T. 1979. **Tratado de fitogeografia do Brasil. v.2. Aspectos ecológicos**. Hucitec / Edusp, São Paulo.
- Rhoades, D.F. 1979. Evolution of plant chemical defence against herbivores. pp. 1-55. In: G.A. Rosenthal, D.H. Janzen (Eds.). **Herbivores: Their Interaction with Secondary Plant Metabolites**. Academic Press, New York.
- Rodrigues, T.M.; & Machado, S.R. 2006. Anatomia comparada do pulvino primário de leguminosas com diferentes velocidades de movimento foliar. **Revista Brasileira de Botânica** 29(4):709-720.
- Robbins, C.T. 1993. **Wildlife Feeding and Nutrition**. Academic Press, San Diego.
- Sánchez-Azofeifa, G.A.; Quesada, M.; Rodriguez, J.P.; Nassar, J.M.; Stoner, K.E.; Castillo, A.; Garvin, T.; Zent, E.L.; Calvo-Alvarado, J.C.; Kalacska, M.E.R.; Fajardo, L.; Gamon, J.A. & Cuevas-Reyes, P. 2005. Research priorities for Neotropical dry forests. **Biotropica** 37(4):477-485.
- Sass, J.E. 1951. **Botanical microtechnique**. State College Press, Iowa.
- Satter, R.L.; Sabinis, D.D. & Galston, A.W. 1970. Phytochrome controlled nyctinasty in *Albizzia julibrissin*. I. Anatomy and fine structure of the pulvinule. **American Journal of Botany** 57(4):374-381.
- Satter, R.L. & Galston, A.W. 1981. Mechanisms of control of leaf movements. **Annual Review of Plant Physiology** 32: 83-110.
- Scariot, A. & Sevilha, A.C. 2000. Diversidade, estrutura e manejo de florestas decíduas e as estratégias para a conservação. pp. 183-188. In: **Congresso Nacional de botânica, 51**. Brasília 2000. Tópicos Atuais em Botânica, Brasília.
- Scolforo, J.R.S. & Carvalho, L.M.T. 2006. **Mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais**. UFLA, Lavras.
- Shields, L.M. 1950. Leaf xeromorphy as related to physiological and structural influences. **Botanical Review** 19: 399-447.
- Song, I.; Lu, C.R.; Brock, T.G. & Kaufman, P.B. 1988. Do Starch statoliths act as gravisensors in cereal grass pulvini? **Plant Physiology** 86: 1155-1162.
- Takemori, N.K. 2002. **Anatomia comparada de *Peperomia catharinae* Miquel, *P. emarginella* (Sw.) C.DC., *P. quadrifolia* (L.) Kunth e *P. rotundifolia* (L.) Kunth (*Piperaceae*)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

- Toriyama, H. 1953. Observational and experimental studies of sensitive plants. I. The structure of parenchymatous cells of pulvinus. **Cytology** 18: 283-292.
- Toriyama, H. 1954. Observational and experimental studies of sensitive plants. II. On the changes in motor cells of diurnal and nocturnal condition. **Cytologia** 19: 29-40.
- Toriyama, H. 1955. Observational and experimental studies of sensitive plants. V. The development of the tannin vacuole in the motor cell of the pulvinus. **Botanical Magazine** 68: 203-208.
- Toriyama, H. 1957. Observational and experimental studies of sensitive plants. VII. The migration of colloidal substance in the primary pulvinus. **Cytologia** 22:184-192.
- Toriyama, H. 1967. A comparison of the *Mimosa* motor cells before and after stimulation. **Proceedings of the Japan Academy** 43: 541-546.
- Toriyama, H. & Satô, S. 1968. Electron microscopic observations of the motor cells of *Mimosa pudica* L. I. A comparison of the motor cells before and after stimulation. **Proceedings of the Japan Academy** 44: 702-706.
- Toriyama, H. & Komada, Y. 1971. The recovery process of the tannin vacuole in the motor cell of *Mimosa pudica* L. **Cytologia** 36:690-697.
- Toriyama, H. & Jaffe, M.J. 1972. Migration of calcium and its role in the regulation of seismonasty in the motor cell of *Mimosa pudica* L. **Plant Physiology** 49:72-81.
- Turner, I.M. 1994. Sclerophylly: primarily protective? **Functional Ecology** 8: 669-675.
- Veloso, H.P.; Rangel Filho, A.L. & Lima, J.C.A. 1991. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. IBGE, Rio de Janeiro.
- Vieira, D.L.M. & Scariot, A. 2006. Principles of natural regeneration of tropical dry forests for restoration. **Restoration Ecology** 14(1):11-20.
- Villar, R. & Merino, J. 2001. Comparison of leaf construction costs in woody species with differing leaf life-spans in contrasting ecosystems. **New Phytologist** 151: 213-226.
- Volk, G.M.; Lynch-Holm V.J.; Kostman T.A. & Goss L.G. 2002. The role of druse and raphide calcium oxalate crystals in tissue calcium regulation in *Pistia stratiotes* leaves. **Plant Biology** 4: 34-45.
- Werker, E. 2000. Trichome diversity and development. pp. 1-30. In: D. L. Hallahan, J. C. Gray (Eds.) **Plant Trichomes** Academic Press, London.
- Westoby, M.; Jurado, E. & Leishman, M. 1992. Comparative evolutionary ecology of seed size. **Tree** 7: 368-372.

- Wilkens, R.T. Shea, G. Halbreich, O.S. & Stamp, N. 1996. Resource availability and the trichome density of tomato plants. **Oecologia** 106: 181–191.
- Witkowski, E.T.F. & Lamont, B.B. 1991. Leaf specific mass confounds leaf density and thickness. **Oecologia** 88: 486-493.
- Wright, I.J.; Reich, P.B.; Westoby, M.; Ackerly, D.D.; Baruch, Z.; Bongers, F.; CavenderBares, J.; Chapin, T.; Cornelissen, J.H.C.; Diemer, M.; Flexas, J.; Garnier, E.; Groom, P.K.; Gulias, J.; Hikosaka, K.; Lamont, B.B.; Lee, T.; Lee, W.; Lusk, C.; Midgley, J.J.; Navas, M.L.; Niinemets, U.; Oleksyn, J.; Osada, N.; Poorter, H.; Poot, P.; Prior, L.; Pyankov, V.I.; Roumet, C.; Thomas, S.C.; Tjoelker, M.G.; Veneklaas, E.J. & Villar, R. 2004. The worldwide leaf economics spectrum. **Nature** 428: 821-827.
- Yamashiro, S.; Kameyama, K.; Kanzawa, N.; Tamuya, T.; Mabuchi, I. & Tsuchiya, T. 2001. The gelsolin/fragmin family protein identified in the higher plant *Mimosa pudica*. **Journal of Biochemistry** 130(2): 243-249.