



**Universidade Federal de Uberlândia
Instituto de Biologia
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e
Conservação de Recursos Naturais**



A ANATOMIA FOLIAR PODERIA EXPLICAR A PRESENÇA DE ESPÉCIES PERENES NAS FLORESTAS ESTACIONAIS DECIDUAIS?

Lorrayna Guedes Pereira

2012

Lorrayna Guedes Pereira

**A ANATOMIA FOLIAR PODERIA EXPLICAR A PRESENÇA DE
ESPÉCIES PERENES NAS FLORESTAS ESTACIONAIS DECIDUAIS?**

**Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Uberlândia
como parte das exigências para
obtenção do título de Mestre em
Ecologia e Conservação de Recursos
Naturais.**

**Orientadora
Profa. Dra. Neuza Maria Castro**

**UBERLÂNDIA
Fevereiro – 2012**

Lorrayna Guedes Pereira

**A ANATOMIA FOLIAR PODERIA EXPLICAR A PRESENÇA DE
ESPÉCIES PERENES NAS FLORESTAS ESTACIONAIS DECIDUAIS?**

**Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Uberlândia, como parte das
exigências para obtenção do título de
Mestre em Ecologia e Conservação de
Recursos Naturais.**

APROVADA em de Fevereiro de 2012

Prof. Dr.

Prof. Dr.

**Profa. Dra. Neuza Maria de Castro
UFU**

**UBERLÂNDIA
Fevereiro - 2012**

Dedico essa dissertação à minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, principalmente aos meus pais, pelo apoio incondicional diante de qualquer situação.

À Profa. Dra. Neuza Maria de Castro, pessoa a quem eu tenho um carinho muito grande, pela orientação e confiança.

Ao Prof. Dr Ivan Schiavini pela paciência e identificação das espécies utilizadas nesse trabalho e pela disposição em ajudar toda vez que solicitado.

À Profa. Dra. Cecília Lomônaco de Paula pela ajuda na redação do Abstract.

À infraestrutura disponibilizada pelo Laboratório de Morfologia Vegetal e Imagem – LAMOV I – que possibilitou a realização do trabalho.

Aos professores doutores que se disponibilizaram a participar da banca examinadora dessa dissertação.

À FAPEMIG pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao Instituto de Biologia e ao programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação dos Recursos Naturais da Universidade Federal de Uberlândia que ofereceram estrutura necessária para a minha formação.

Aos amigos que cursaram comigo todas as disciplinas e contribuíram para tornar esses dois anos mais agradáveis.

A todas as pessoas que contribuíram de alguma forma para a realização desse trabalho.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO	01
2. MATERIAL E MÉTODOS	09
3. RESULTADOS	12
<i>Piper aduncum</i> sp. L. (Piperaceae)	12
<i>Acalypha gracilis</i> Müll.Arg. (Euphorbiaceae)	15
<i>Casearia sylvestris</i> Sw. (Salicaceae)	18
<i>Bauhinia unguolata</i> L. (Fabaceae: Caesalpinoideae)	21
<i>Calyptranthes widgreniana</i> Berg. (Myrtaceae)	26
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss (Meliaceae)	29
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer (Meliaceae)	32
<i>Myrsine umbellata</i> Mart. (Myrsinaceae)	35
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq. (Rubiaceae)	38
4. DISCUSSÃO	41
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

RESUMO

Guedes, L.P. (2012). A Anatomia Foliar Poderia Explicar a Presença de Espécies Perenes nas Florestas Estacionais Deciduais? Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. UFU. Uberlândia-MG. 58 p.

Embora a maioria das espécies ocorrentes nas florestas estacionais deciduais perca suas folhas durante a estação seca, algumas delas apresentam estratégias alternativas, tais como, a mudança no posicionamento das folhas de horizontal para vertical, para reduzir a transpiração. Este estudo descreve a anatomia foliar de nove dessas espécies de planta que reduzem a perda de água, durante a estação seca, usando a estratégia do movimento foliar e não a de apresentarem abscisão foliar. As espécies estudadas foram *Piper aduncum* sp. L. (Piperaceae), *Acalypha gracilis* Müll. Arg. (Euphorbiaceae), *Casearia sylvestris* Sw. (Salicaceae), *Bauhinia unguolata* L. (Fabaceae: Caesalpinoideae), *Calyptranthes widgreniana* Berg. (Myrtaceae), *Trichilia elegans* A. Juss (Meliaceae), *Guarea guidonia* (L.) Sleumer (Meliaceae), *Myrsine umbellata* Mart. (Myrsinaceae) e *Psychotria carthagenensis* Jacq. (Rubiaceae) do Parque Estadual do Pau Furado (Triângulo Mineiro). As amostras do limbo e do pecíolo foram processadas de acordo com as técnicas usuais para anatomia vegetal. Nenhum padrão anatômico geral foi encontrado para o pecíolo nas espécies analisadas. No entanto, foram observadas algumas características anatômicas comuns a todas elas, como: (a) tecido de sustentação, geralmente, representado pelo colênquima, (b) células corticais grandes, de paredes delgadas e com pequenos espaços intercelulares e (c) redução ou ausência de fibras lignificadas. Todas essas características poderiam garantir a flexibilidade ao pecíolo e assim, permitir a mudança de posição das folhas. A anatomia do limbo revelou características estruturais que favorecem a economia de água, além de mecanismos eficientes contra a herbivoria, características estas importantes e que poderiam contribuir efetivamente para a manutenção e existência dessas espécies nas florestas estacionais deciduais.

Palavras-chave: anatomia foliar, florestas estacionais deciduais, movimentos foliares, pulvino.

ABSTRACT

Guedes, L.P. (2012). The leaf anatomy could explain the presence of perennial species in deciduous forests? MSc.thesis. UFU. Uberlândia-MG. 58 p.

Although the majority of species in the deciduous forests lose their leaves during the dry season, some of them present alternative strategies, such as the leaf movement position (from horizontal to vertical) in order to reduce transpiration. This study describes the leaf anatomy of nine plant species that reduce water loss during the dry season using the strategy of leaf movement rather than leaf abscission. The studied species were *Piper aduncum* sp. L. (Piperaceae), *Acalypha Müll gracilis*. Arg. (Euphorbiaceae), *Casearia sylvestris* Sw (Salicaceae), *Bauhinia L. unguolata* (Fabaceae: Caesalpinoideae) *Calyptranthes widgreniana* Berg. (Myrtaceae), *Trichilia elegans* A. Juss (Meliaceae) *Guarea guidonia* (L.) Sleumer (Meliaceae), *Myrsine umbellata* Mart. (Myrsinaceae) e *Psychotria carthagenensis* Jacq. (Rubiaceae), from the Parque Estadual do Pau Furado (Triângulo Mineiro), Brazil. Samples of the leaf blades and petioles were processed according to the usual techniques for plant anatomy. No general anatomical petiole pattern was found. However, some characteristics are common to all species: (a) supporting tissue, usually represented by collenchyma; (b) large cortical cells with thin walls and small intercellular spaces and (c) reduction or absence of lignified fibers. All these features could enhance the petiole flexibility allowing leaf changing position. The leaf blade anatomy revealed structural traits that promote water savings, as well as efficient mechanisms against predation by herbivores. These important features can effectively contribute to the maintenance and existence of these species in deciduous forests.

Kew words - leaf anatomy, deciduous forests, leaf movements, pulvinus.

1. INTRODUÇÃO

O Cerrado ocupa 22% do território brasileiro, situa-se na região do Brasil Central e apresenta-se na forma de um complexo vegetacional com várias fitofisionomias associadas, que vão desde formações campestres até formações arbóreas como mata de galeria e florestas estacionais (Eiten 1972; Goodland & Pollard 1973; Coutinho 1978; Ribeiro & Walter 1998). Devido à sua vasta extensão, o Cerrado está submetido a diferenças de clima, relevo e solo (Oliveira-Filho & Ratter 2002) e segundo Ribeiro & Walter (1998), a distribuição da flora nessa região é fortemente influenciada pelas características do solo, como a pouca disponibilidade de nutriente, geomorfologia, topografia, latitude, frequência das queimadas, profundidade do lençol freático, pastejo e inúmeros fatores antrópicos.

O Brasil Central é marcado por uma forte sazonalidade pluviométrica, sendo o verão (outubro a abril), quente e chuvoso e o inverno (maio a setembro), frio e seco. A temperatura anual média nessa região é de 25°C e a precipitação média varia entre 700 e 2000 mm, com pelo menos 3 ou mais meses muito secos durante o ano, onde a precipitação chega a cair para, aproximadamente, 100 mm/mês (Sánchez-Azofeifa *et al.* 2005).

A floresta estacional decidual, umas das fitofisionomias associadas ao Cerrado, ocorre em regiões com duas estações (seca e chuvosa) bem definidas (Murphy & Lugo 1986; Nascimento *et al.* 2004; Sánchez-Azofeifa *et al.* 2005; Vieira & Scariot 2006) e se assemelha à caatinga arbórea na estação seca por apresentar estrato predominantemente caducifólio, com mais de 50% dos indivíduos perdendo a folhagem no período desfavorável (Rizzini 1963; Veloso *et al.* 1991). Geralmente, ocorrem sobre solos de origem calcária, às vezes com afloramentos rochosos típicos, podendo, no entanto, ocorrer em solos de outras origens (Ribeiro & Walter 1998).

Segundo Franco (2002), o sucesso de uma espécie vegetal nesse tipo de ambiente depende, principalmente, da sua capacidade de manter o balanço hídrico adequado durante o período seco, minimizando os efeitos que o déficit hídrico possa causar no balanço de carbono. Dessa forma, a deciduidade pronunciada, observada em mais de 50% das espécies das florestas estacionais decíduais durante o período seco, reduziria a transpiração, minimizando os efeitos do déficit hídrico (Pennington *et al.* 2000).

As florestas estacionais decíduais ocorrentes no domínio do cerrado encontram-se distribuídas nos Estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Bahia e no Distrito Federal, em forma de manchas (Pedralli 1997; Rizzini 1979). No Triângulo Mineiro, o Parque Estadual do Pau-furado, localizado nos municípios de Uberlândia e Araguari, abriga importantes remanescentes do bioma cerrado, entre eles, remanescentes de florestas estacionais decíduais (IEF).

A cobertura vegetal natural do estado de Minas Gerais foi reduzida a fragmentos esparsos devido ao intenso processo de alterações ocorrido ao longo do tempo, com a ocupação histórica do território e a consequente descaracterização das formações vegetais, influenciada pelas atividades agropecuárias, extrativismo vegetal, produção mineral, bem como, a construção de inúmeras hidroelétricas reduziram drasticamente a sua cobertura vegetal natural a fragmentos esparsos (Scolforo & Carvalho 2006). Esses remanescentes de vegetação, conhecidos como fragmentos florestais, advindos de vários anos de desmatamento progressivo, constituem hoje um dos maiores desafios para a conservação e abrigam uma diversidade biológica ainda não calculada e altamente ameaçada (Lovejoy & Bierregaard 1990; Murcia 1995).

As florestas estacionais decíduais são de relevante importância por apresentarem fisionomia e florística próprias, bem distinta das demais formações presentes sobre outros tipos de solos (Ivanauskas & Rodrigues 2000) e, apesar de estarem localizadas em uma paisagem bastante antropizada, apresentam alta riqueza de espécies de importância econômica e são, ainda, exploradas para retirada de madeira e para ampliação de áreas de pastagens e agricultura (Scariot & Sevilha 2000).

As características climáticas das regiões de ocorrência de florestas estacionais decíduais contribuem para a seletividade das espécies que ocorrem nessas formações (Joly 1991). Segundo o autor, essa seletividade está relacionada à adaptabilidade morfológica e fisiológica das mesmas, para resistirem tanto à deficiência hídrica na

estação seca, como à saturação hídrica do solo no período úmido, mesmo que ambos os eventos (estresse e saturação hídrica) ocorram por curtos períodos de tempo.

Os padrões ecológicos da vegetação de uma região são determinados pelas diversas variáveis ambientais, que podem atuar de forma conjunta ou isolada. No entanto, a vegetação pode ainda ser influenciada por fatores genéticos inerentes da comunidade vegetal ou ainda pela interação dos fatores ambientais e genéticos (Marimon *et al.* 2010). Fatores ambientais, tais como clima, incidência luminosa, índices pluviométricos, propriedades do solo e altitude, são responsáveis por influenciar fortemente as características morfoanatômicas das plantas (Givnish 1984; Fahn 1986; Dickinson 2000). Esses fatores são amplamente variados no espaço e no tempo e podem ser limitantes para o estabelecimento e crescimento da vegetação característica de cada região.

Dentre os órgãos vegetais, a folha é o mais exposto ao ambiente, pois sofre a maior influência das condições ambientais. Assim, suas modificações estruturais têm sido interpretadas como adaptações a diferentes tipos de pressões ambientais (Shields 1950; Fahn 1986; Dickinson 2000). O conhecimento das características estruturais presente na folha de espécies de ambientes instáveis, que são expostas a grande variação ambiental, pode contribuir para o entendimento dos processos relacionados à economia hídrica e ajudar na elucidação dos mecanismos de respostas ecofisiológicas decorrentes do estresse ambiental (Abrams *et al.* 1994).

O déficit hídrico, advindo da estação seca, é responsável pela diminuição da turgescência foliar, o que compromete o alongamento celular, causando redução ou interrupção do crescimento da planta como um todo (Cairo 1995). Essas respostas à seca sobre o desenvolvimento dos vegetais dependerão, entretanto, da intensidade, da duração do estresse, da fenologia e genética da planta, podendo provocar diversas alterações morfofisiológicas (Larcher 2004; Pimentel 2004). Como adaptações fisiológicas e/ou morfológicas à deficiência hídrica estacional, as espécies apresentam estruturas e tecidos para o armazenamento de água em diferentes órgãos, deciduidade pronunciada (queda das folhas no período seco), órgãos para absorção da umidade atmosférica ou de chuvas e perda de turgescência foliar, dentre outras (Joly 1985).

Segundo Larcher (2000), a primeira e mais sensível resposta ao déficit hídrico é a diminuição da turgescência e, associada a esse evento, a diminuição do processo de crescimento, juntamente com a redução do metabolismo das proteínas e dos aminoácidos. Segundo o autor, mesmo estresse hídrico moderado é suficiente para

desencadear a síntese de ácido abscísico (ABA), a partir dos carotenóides presentes na raiz, que em seguida é transportado como um “sinal da raiz”, para diferentes partes da planta, onde induz uma variedade de efeitos. Nas folhas, o ABA induz o fechamento estomático e, se o grau de desidratação aumenta os processos catabólicos tornam-se predominantes, a senescência é acelerada e as folhas mais velhas sofrem dessecação e, posteriormente, abscisão. Provavelmente, este é a sequência de eventos que deve acontecer com a maioria das espécies das florestas estacionais decíduais, que perdem as folhas no período mais seco do ano.

No entanto, algumas espécies dessas formações respondem de maneira diferenciada às condições de estresse hídrico, e não perdem as folhas (Ivanauskas & Rodrigues 2000), como, por exemplo, já observado por Esposito-Polesi *et al.* (2011) em *Eugenia glazioviana* Kiaersh (Myrtaceae), espécie presente em um remanescente de floresta estacional decidual, no município de Piracicaba (SP). Essa espécie na época da seca apresenta perda de turgescência foliar e posterior curvatura da folha da posição horizontal para posição vertical. *Eugenia glazioviana* e, provavelmente, outras espécies não decíduas dessas florestas, ao mudarem a posição das folhas, diminuem a superfície de exposição direta aos raios solares e aos fatores que catalisam o processo de perda de água para o ambiente durante o período de seca, restabelecendo a posição horizontal na próxima estação chuvosa.

Segundo Caldas *et al.* (1997), o movimento foliar é um mecanismo importante de adaptação às condições ambientais, relacionados à economia hídrica e à maximização da taxa fotossintética de espécies vegetais que vivem em ambientes onde estão submetidas a fatores estressantes, como alta radiação solar, temperaturas elevadas e períodos secos prolongados e bem delimitados. O posicionamento perpendicular da folha em relação à radiação incidente favorece a maximização da absorção dos raios solares e, por outro lado, o posicionamento foliar paralelo aos raios solares reduz a taxa de radiação luminosa incidente e isso contribui para a diminuição da evapotranspiração, redução da temperatura foliar e fotoinibição (Ehleringer & Forseth 1980; Koller 1990; Caldas *et al.* 1997).

Os movimentos foliares são muitas vezes associados aos pulvinos, espessamentos localizados no pecíolo ou peciólulo e, geralmente, atuam como dobradiças, permitindo movimentos reversíveis ou não, rápidos ou lentos, entre diferentes partes da folha, em resposta a estímulos externos ou endógenos (Campbell & Thomson 1977; Grignon *et al.* 1999; Bell 2008). Os pulvinos regulam a posição foliar,

intervindo na atividade fotossintética de espécies de várias famílias de angiospermas, principalmente, entre as Fabaceae. Devido à sua atividade relacionada a mudanças no posicionamento das folhas, os pulvinos estão envolvidos nas adaptações das plantas ao ambiente externo (Ehleringer & Forseth, 1980; Koller, 1990; Caldas *et al.*, 1997).

No entanto, são poucos os estudos relacionando as características anatômicas da folha com os movimentos foliares e, na sua maioria, referem-se a espécies de leguminosas Mimosoideae (Toriyama 1953; Toriyama & Jaffe 1972; Moysset & Simón 1991), além do trabalho de Rodrigues & Machado (2006) com nove espécies leguminosas nativas do cerrado, com diferentes tipos e velocidades de movimento foliar.

Os pulvinos possuem um padrão estrutural, sendo, de maneira geral, composto por epiderme uniestratificada revestida por cutícula espessa, córtex parenquimático amplo, constituído por células parenquimáticas, denominadas células motoras, sistema vascular central e medula reduzida ou ausente (Fleurat-Lessard, 1988). Dayanandan *et al.* (1977) afirmaram que a lignina, presente na região do pulvino, está restrita aos elementos de vaso, e a bainha de células ao redor dos feixes vasculares é composta por células de paredes pecto-celulósicas, descrita como colenquimáticas. Machado & Rodrigues (2004) constataram, ainda, que os pulvinos primários de *Pterodon pubescens* Benth apresentam peculiaridades estruturais diferentes no pecíolo e raque. De acordo com essas autoras, o pulvino apresenta cutícula mais espessa, córtex mais desenvolvido, sistema vascular em posição central, floema circundado por fibras septadas não lignificadas e medula reduzida ou ausente, enquanto o pecíolo e a raque apresentam córtex reduzido, sistema vascular periférico, floema envolvido por calota de fibras gelatinosas e medula ampla. Tais características estruturais são comuns aos pulvinos das demais espécies de Fabaceae e proporcionariam maior flexibilidade e capacidade de movimento dessa região (Rodrigues & Machado 2006).

Para as espécies de outras famílias, o único estudo realizado com este enfoque foi com *Eugenia glazioviana* por Esposito-Poseli *et al.* (2011). Segundo estes autores, não é possível afirmar com exatidão os mecanismos envolvidos no movimento foliar; no entanto, a presença de ductos glandulares contendo, possivelmente, substâncias osmorreguladoras, poderia explicar para a curvatura da folha através da entrada e saída de água nessas estruturas.

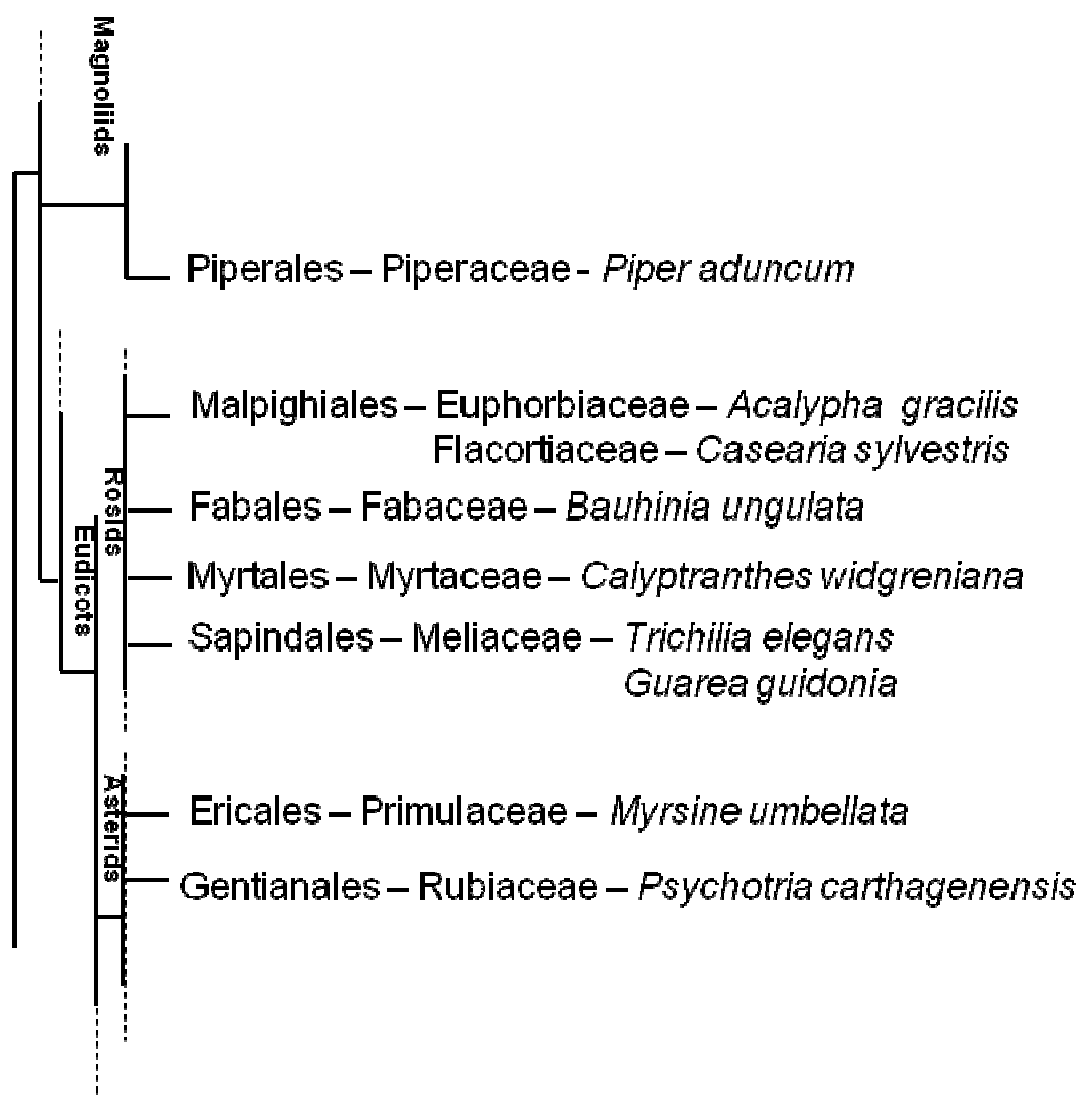
Devido à rapidez com que o cerrado vem sendo destruído nestas últimas décadas, principalmente a partir da década de 70, o que resultou em grandes modificações em cerca de 70% das suas áreas (Scolforo & Carvalho 2006; IBAMA) e a escassez de

dados sobre vários aspectos de sua vegetação, principalmente, para as florestas estacionais decíduais, torna-se evidente a importância de pesquisas relacionadas aos mecanismos adaptativos e à fenologia das espécies que compõem esses remanescentes, fornecer dados para o melhor entendimento das formações florestais, e para o conhecimento da biodiversidade associada a esta fitofisionomia, que segundo Ivanauskas & Rodrigues (2000) apresenta particularidades florísticas pronunciadas (Ivanauskas & Rodrigues 2000).

O melhor entendimento dos fatores responsáveis pela deciduidade ou manutenção das folhas das espécies arbóreas nessas formações poderia elucidar quais elementos ecológicos moldaram a evolução e manutenção destas plantas em ambientes sujeitos a uma mudança climática tão acentuada, como o cerrado. Por último, estudos ecológicos em hotspots como o cerrado, fornecem subsídios para projetos de proteção à flora e a fauna, contribuindo para a conservação deste bioma.

No presente estudo foram analisadas nove espécies ocorrentes nos remanescentes de florestas estacionais decíduais do Parque Estadual do Pau-furado: *Piper aduncum* L. (Piperaceae), *Acalypha gracilis* Müll.Arg. (Euphorbiaceae), *Casearia sylvestris* Sw. (Salicaceae), *Bauhinia unguolata* L. (Fabaceae: Caesalpinoideae), *Calyptranthes widgreniana* Berg. (Myrtaceae), *Trichilia elegans* A. Juss (Meliaceae), *Guarea guidonia* (L.) Sleumer (Meliaceae), *Myrsine umbellata* Mart. (Myrsinaceae), *Psychotria carthagenensis* Jacq. (Rubiaceae). As espécies escolhidas pertencem a diferentes famílias, e mesmo a diferentes ordens, que são filogeneticamente distantes entre si (Fig. 1); porém, apresentam como característica comum o fato de não perderem as folhas na estação seca e sim mudarem sua posição da horizontal para a vertical, como visto em *Piper aduncum* (Fig. 4) e *Acalypha gracilis* (Fig. 5-6).

Neste trabalho é descrita a anatomia foliar dessas espécies, buscando identificar, descrever as peculiaridades estruturais, além de comparar os dados obtidos com os já relatados na literatura.



Angiosperms

Figura 1. Relação das espécies estudadas e sua posição filogenética relativa de acordo com o APGIII (Angiosperm Phylogeny Group 2009).



Figuras 2-5. Fig.1-2: Vistas do Parque Estadual do Pau Furado na estação seca (setembro de 2011); Fig. 4. *Piper aduncum*; Fig. 5-6; *Acalypha gracilis*. Notar a curvatura das folhas do sentido horizontal para o vertical, verificada neste período do ano.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

Para a realização do estudo foram selecionadas nove espécies de plantas, provenientes de florestas estacionais decíduais do Parque Estadual do Pau Furado, que apresentam resposta diferenciada às condições de estresse hídrico, advindos da estação seca, quando comparada à maior parte das espécies encontradas nesse tipo de ambiente. As espécies *Piper aduncum* L. (Piperaceae), *Acalypha gracilis* Müll.Arg. (Euphorbiaceae), *Casearia sylvestris* Sw. (Salicaceae), *Bauhinia unguolata* L. (Fabaceae: Caesalpinoideae), *Calypttranthes widgreniana* Berg. (Myrtaceae), *Trichilia elegans* A. Juss (Meliaceae), *Guarea guidonia* (L.) Sleumer (Meliaceae), *Myrsine umbellata* Mart. (Myrsinaceae) e *Psychotria carthagenensis* Jacq. (Rubiaceae) foram escolhidas por apresentarem, em comum, curvatura da folha da posição horizontal para a vertical, durante a estação seca, diferindo do padrão comum das espécies ocorrentes nessa fitofisionomia, que apresentam abscisão foliar durante o mesmo período.

3.2 Metodologia

3.2.1 Coleta do Material Botânico

O material utilizado na realização do estudo foi coletado na Estação Ecológica Parque Estadual do Pau Furado. De cada espécie escolhidas para o estudo foram coletadas 5 folhas maduras, de 5 ramos, de 3 indivíduos (totalizando 75 folhas para cada espécie). As coletas foram realizadas três vezes durante o período de um ano (março de 2010 a fevereiro de 2011), abrangendo todas as estações sazonais. A identificação do material botânico foi realizada pelo Professor Dr. Ivan Schiavini.

3.2.2 Área de Coleta

O Parque Estadual de Pau Furado (18°48'5 e 48°10'0) é uma unidade de conservação do Instituto Estadual de Florestas (IEF) localizada no Triângulo Mineiro, abrangendo os municípios de Uberlândia e Araguari, uma das regiões do Estado que têm sido mais atingidas pelo desmatamento ao longo dos anos. O Parque possui uma área de extensão de 2,2 mil hectares, abriga importantes remanescentes do bioma cerrado e por isto tem sido uma das áreas priorizadas para conservação pelo IEF.

3.2.3 Estudos Anatômicos

As amostras de folhas adultas e completamente expandidas foram fixadas por 24-48 horas em FAA 50% (formaldeído 37%, ácido acético glacial e etanol 50% 1:1:18 v/v) segundo Johansen (1940). Após a fixação as amostras foram mantidas em etanol 50% glicerinado.

Parte das amostras (pecíolo e limbo) foi seccionada à mão, usando-se para isso isopor como suporte e lâmina de barbear como material cortante. O limbo foi seccionado na região mediana, tanto no sentido transversal como no sentido longitudinal, e o pecíolo tanto na região mediana como na região apical, próximo à inserção do limbo, exceto para *Bauhinia unguolata*, *Trichilia elegans* e *Psychotria carthagenensis* que teve ainda o pulvino seccionado.

As secções foram clarificadas com hipoclorito de sódio 10-20%, por período que variou de acordo com a resistência do material. Posteriormente, as secções foram lavadas em água corrente de 3-5 vezes, por cerca de 1 minuto, até sair o cheiro do hipoclorito de sódio.

Os cortes foram corados com Astra-Blau e Safranina (Safrablau) (Kraus & Arduin 1997) modificado. A modificação consistiu em fazer uma segunda coloração do material para a maior fixação do azul de astra. Os cortes permaneceram no Safrablau por um período de 5-10 minutos (de acordo com cada material) e foram lavados, em água destilada, após cada passagem, para retirar o excesso de corante.

Para a confecção das lâminas semi-permanentes, as secções coradas foram montadas entre lâmina e lamínula, usando-se como meio de montagem glicerina 50% ou gelatina glicerizada (Haupt 1930 *apud* Kraus & Arduin 1997).

Além dos cortes à mão, amostras de folhas foram desidratadas em série etílica e incluídas em 2-hidroxietil metacrilato (Historesina Leica ®), segundo as instruções do fabricante. O material foi seccionado em micrótomo rotativo, com 6-8 µm de espessura, e os cortes foram distendidos sobre a lâmina histológica, com solução de água destilada e algumas gotas de detergente neutro, e deixados para secar em estufa a 44° C por 12-24 horas. A seguir, os cortes foram corados com azul de toluidina em tampão fosfato (O'Brien *et al.* 1964) e as lâminas permanentes montadas em Entelan ®.

Foram realizados alguns testes histoquímicos para evidenciar as substâncias mais comumente encontradas nos vegetais: solução de lugol (Johansen 1940) para detecção do amido e verificação de paredes lignificadas; solução de floroglucina (Johansen 1940), também para verificação de lignina; cloreto férrico (Johansen 1940) para identificação de substâncias fenólicas; e vermelho de rutênio (Jensen 1962) para a identificação de substâncias celulósicas e pécticas; e Sudan IV (Sass 1951) para localização de substâncias lipídicas.

O laminário produzido foi analisado com microscópio de luz Axioplan – Leica. As imagens foram documentadas com fotomicrografias capturadas com os softwares DP Manager (version 2,1,1,163) e DP Controller (version 2,1,1,183) da Olympus Corporation).

4. RESULTADOS

As características morfoanatômicas do pecíolo e do limbo das espécies analisadas estão resumidas nas Tabelas 1 e 2 respectivamente.

Piper aduncum

Pecíolo

O pecíolo de *P. aduncum* é curto e próximo à região de inserção do limbo, em secção transversal, é côncavo-convexo, assimétrico com superfície levemente ondulada (Fig. 7). A epiderme peciolar é unisseriada, formada por células pequenas, aproximadamente quadradas (Fig. 8-9), revestidas por cutícula levemente espessada e grande quantidade de tricomas tectores pluricelulares unisseriados (Fig. 7, 9-10).

A região cortical é formada por células parenquimáticas grandes, de paredes delgadas, isodiamétricas, com pequenos espaços intercelulares (Fig. 8-9) e cordões de colênquima angular dispostos 3 a 4 estratos celulares abaixo da epiderme (Fig. 7-8). Na região cortical ocorrem vários idioblastos secretores (Fig. 8 e 9) e contendo pacotes de cristais prismáticos de oxalato de cálcio. A camada cortical interna é constituída por células repletas de grãos de amido, formando uma bainha amilífera (Fig. 11).

O sistema vascular é formado por cerca de 16 feixes do tipo colateral, dispostos lado a lado, delimitando medula parenquimática (Fig. 7) que também apresenta idioblastos contendo cristais de oxalato de cálcio no interior.

Limbo

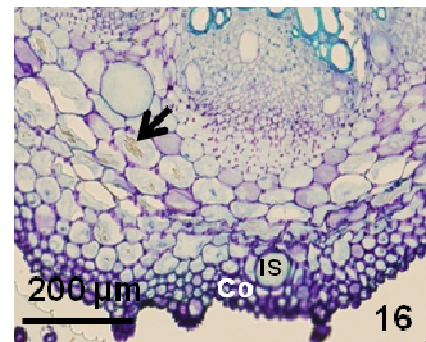
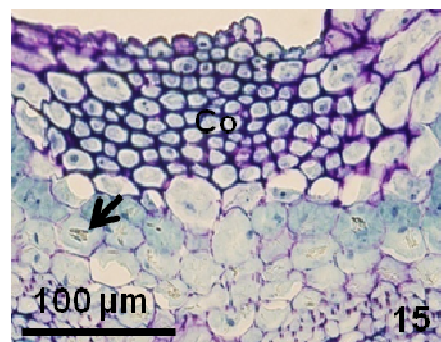
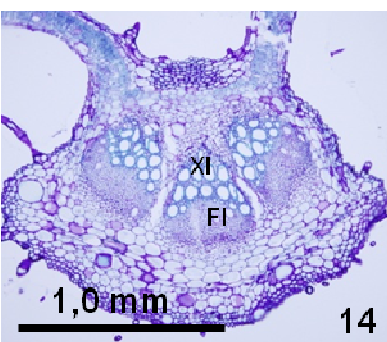
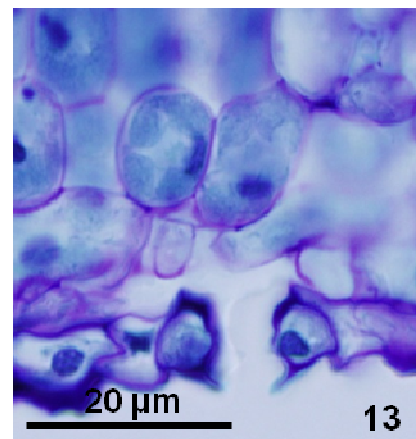
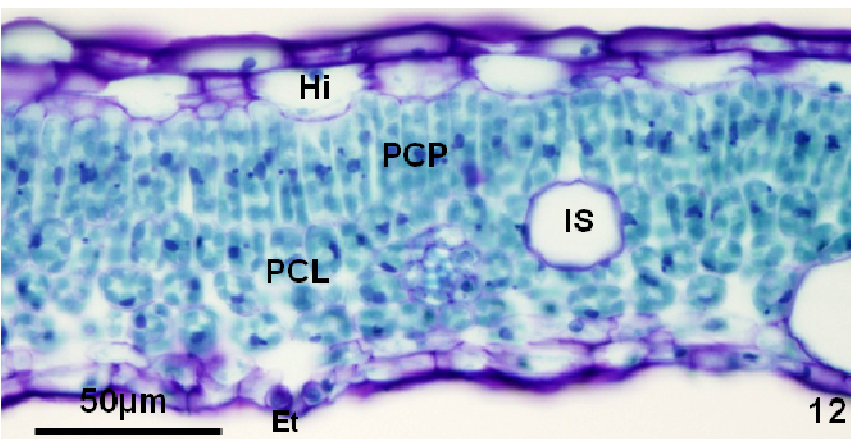
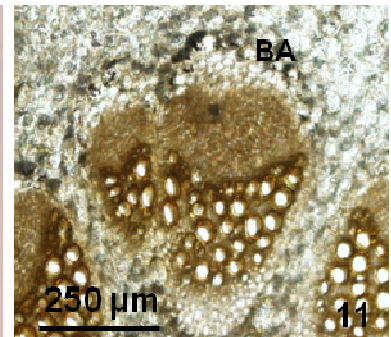
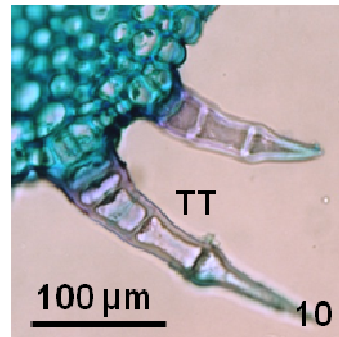
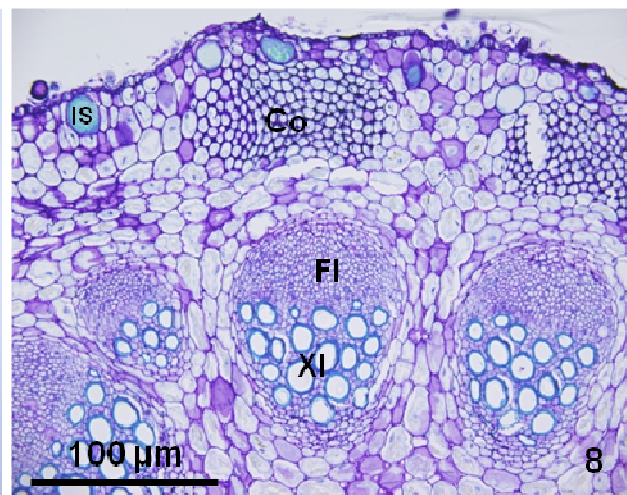
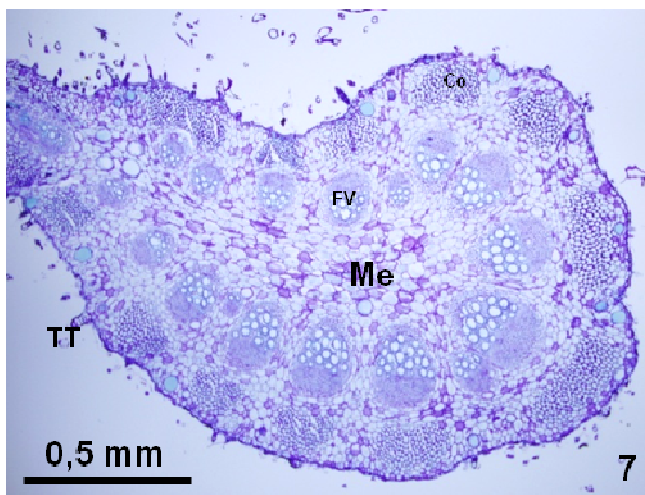
O limbo apresenta delgada cutícula recobrindo a epiderme uniestratificada (Fig. 12) com vários tricomas tectores. A folha de *P. aduncum* é hipoestomática (Fig. 12-13). Logo abaixo da epiderme, na face adaxial, ocorre hipoderme de 2-3 camadas de células

volumosas, arredondadas, desprovidas de cloroplastos (Fig. 12). Sob a hipoderme, o parênquima paliçádico é formado por 2 camadas e o parênquima lacunoso por cerca de 3 camadas, que por sua vez, delimitam pequenos espaços intercelulares (Fig. 12). Entre as células do mesofilo encontram-se vários idioblastos secretores (Fig. 12).

A nervura mediana é plano-convexa, proeminente na face abaxial, e revestida por células epidérmicas arredondadas, menores que as demais células epidérmicas, revestidas por cutícula delgada (Fig. 15-16). Um cordão de colênquima angular subadjacente à superfície adaxial (Fig. 15) e 2-3 camadas de colênquima ocorrem abaixo da epiderme, na face abaxial (Fig. 16). Internamente ao colênquima ocorrem várias camadas de células parenquimáticas e alguns idioblastos contendo cristais prismáticos de oxalato de cálcio (Fig. 15 e 16 - setas). Entre as células do colênquima e do parênquima da região cortical, também são encontrados alguns idioblastos secretores (Fig. 16).

O sistema vascular da nervura mediana apresenta a forma de arco aberto e é formado por 2-3 feixes vasculares colaterais (Fig. 14).

Figuras 7-16: *Piper aduncum*. Fig. 7-11 – Secções transversais do pecíolo: Fig. 7 – Aspecto geral; Fig. 8 – Porção do pecíolo evidenciando feixes vasculares e cordões colenquimáticos (Co); Fig. 9 – Periferia do córtex evidenciando os idioblastos secretores (IS) e tricomas tectores (TT); Fig. 10 – Detalhe dos tricomas tectores. Fig. 11 – Teste de lugol. Notar células corticais internas formando uma bainha amilífera (BA); Fig. 12-16 – Secções transversais da lâmina foliar: Fig. 12 – Aspecto geral do limbo. Idioblastos secretores (IS) entre as células do mesofilo; Fig. 13 – Detalhe do estômato; Fig. 14 – Aspecto geral da nervura mediana; Fig. 15 – Detalhe da face adaxial da nervura mediana. Presença de cordão colenquimático adjacente à epiderme. Fig. 16 – Detalhe da face abaxial da nervura mediana: idioblastos secretores (IS) e idioblastos contendo cristais prismáticos de oxalato de cálcio (setas). Et = estômato; Hi = hipoderme; Fl = floema; Me = medula; PCL = parênquima clorofiliano lacuno; PCP = parênquima clorofiliano paliçádico; XI = xilema.



Acalypha gracilis

Pecíolo

O pecíolo em *A. gracilis* é biconvexo em secção transversal (Fig. 17) e revestido por epiderme unisseriada, formada por células diminutas, contendo substâncias fenólicas (Fig. 17-18). A cutícula levemente espessada recobre a epiderme, que é revestida por tricomas tectores pluricelulares unisseriados (Fig. 17-18). Sob a epiderme observam-se 5-7 camadas contínuas de colênquima do tipo angular, e a seguir, o parênquima cortical também é formado por 5-7 camadas de células grandes, isodiamétricas, de paredes delgadas (Fig. 17-18).

O sistema vascular é composto por seis feixes colaterais dispostos em círculo, delimitando uma medula parenquimática (Fig. 17-18). Associado ao floema nota-se a presença de fibras de paredes espessas pecto-celulósicas (Fig. 18-19). Idioblastos contendo drusas ou cristais prismáticos de oxalato de cálcio foram observados no interior de algumas células epidérmicas, na região cortical, tanto no colênquima como no parênquima (Fig. 17-19 - setas), no parênquima floemático (Fig. 19 – cabeça de seta) e também no parênquima medular (Fig. 18).

Limbo

A epiderme do limbo, formada por uma camada de células aproximadamente retangulares (Fig. 20-21), recobertas por cutícula delgada, apresenta tricomas tectores pluricelulares unisseriados. As células epidérmicas são maiores na face adaxial (Fig. 20-21), e menores e orientadas no sentido periclinal na face abaxial. As células epidérmicas também apresentam substâncias fenólicas, em grande quantidade, no interior de suas células (Fig. 20-21). A folha é hipoestomática (Fig. 20).

O mesofilo é dorsiventral, compacto, formado por 1 camada de células em paliçada sob a epiderme da face adaxial e cerca de 3 camadas de parênquima lacunoso sob a epiderme da face abaxial (Fig. 20-21). Grandes idioblastos, com drusas de oxalato de cálcio, podem ocupar toda a espessura do mesofilo (Fig. 21).

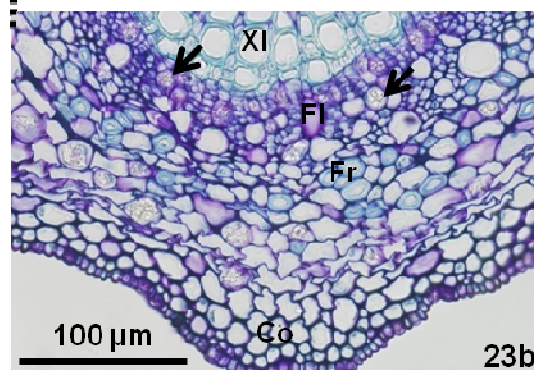
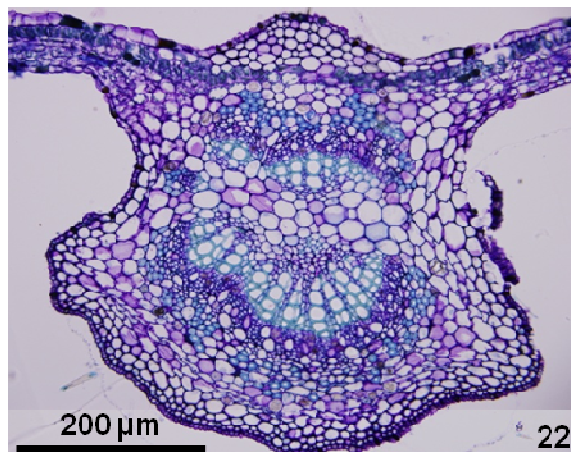
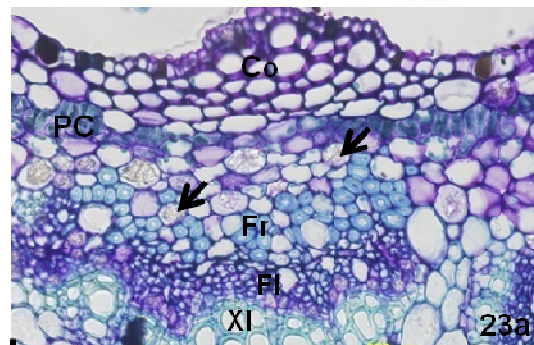
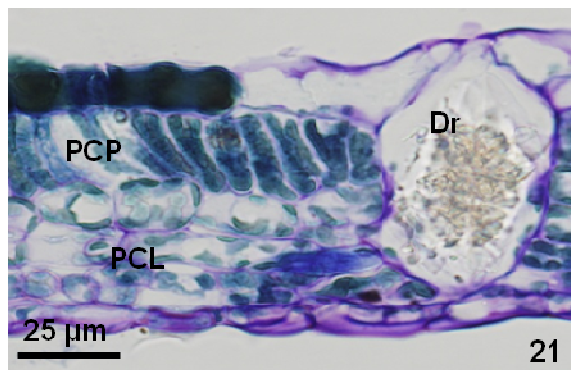
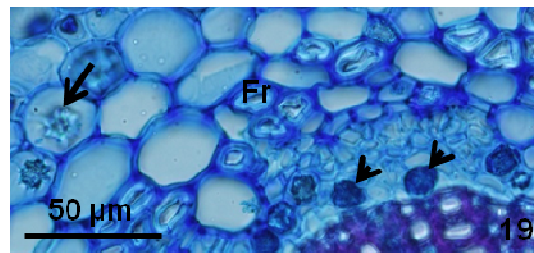
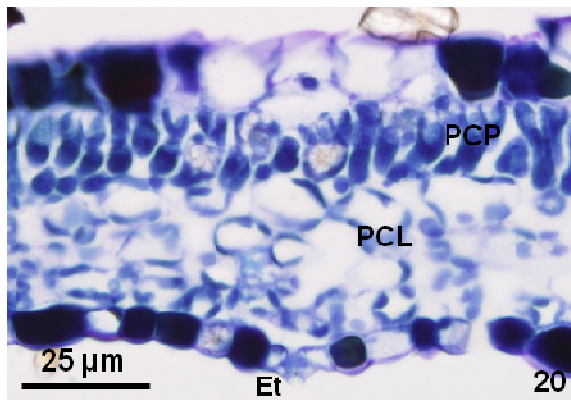
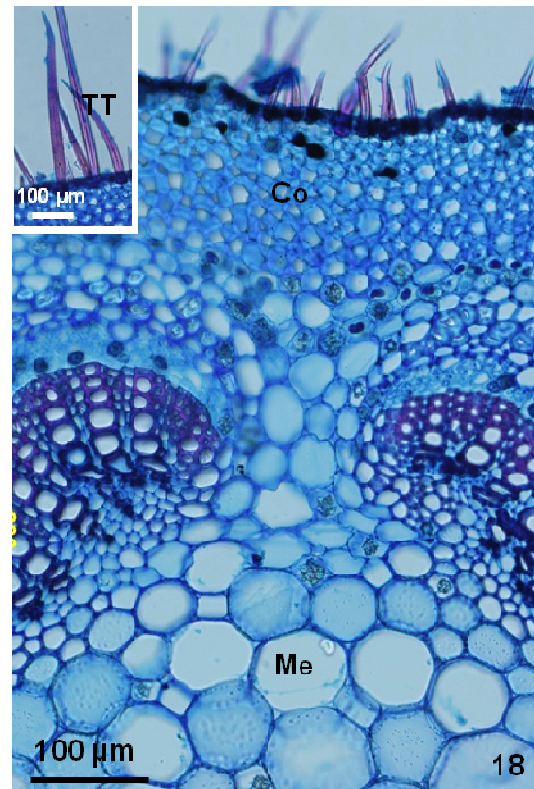
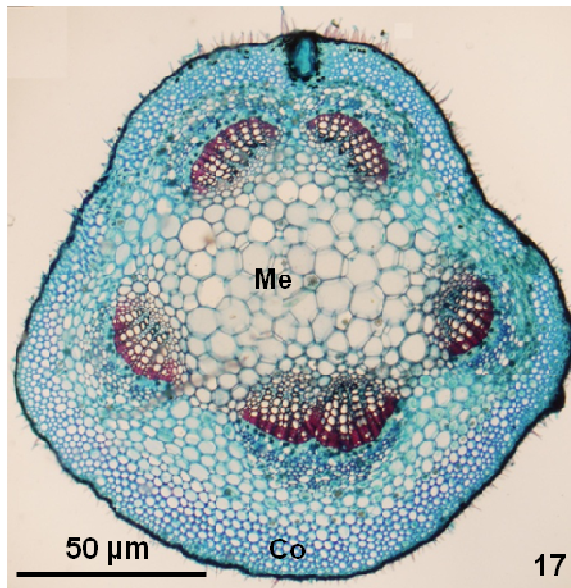
A nervura mediana, e as laterais de maior porte, são biconvexas, proeminentes na face abaxial (Fig. 22). A epiderme que reveste as nervuras é formada por células pequenas, bem menores que as demais células epidérmicas do limbo e revestida por cutícula levemente espessada (Fig. 23 a-b). Sob a epiderme, tanto na face adaxial como

na abaxial, ocorrem 1-3 camadas de colênquima angular seguidas da camada de parênquima clorofiliano entre o colênquima e o parênquima cortical na face adaxial (Fig. 23a).

O sistema vascular da nervura mediana é formado por dois grupos de feixes colaterais, separados por uma faixa de parênquima (Fig. 22). Esses feixes vasculares parecem ser o resultado da fusão incompleta dos feixes existentes no pecíolo.

Drusas de oxalato de cálcio ocorrem nas células epidérmicas, em idioblastos situados entre as células parenquimáticas, formando uma bainha cristalífera que envolve o sistema vascular (Fig. 23 a-b) e no parênquima do floema (Fig. 23b - setas). Fibras lignificadas, provavelmente de origem pericíclicas, estão presentes e associadas ao floema (Fig. 22-23 a-b).

Figuras 17-23: *Acalypha gracilis*. Fig. 17-19. Secções transversais do pecíolo: Fig. 17 – Aspecto geral; Fig. 18 – Trecho do pecíolo evidenciando as células epidérmicas contendo conteúdo fenólico, tricomas e camadas contínuas de colênquima angular (Co). No detalhe, tricomas tectores (TT) unicelulares; Fig. 19 – Detalhe da periferia do sistema vascular evidenciando cristais de oxalato de cálcio no interior das células do parênquima cortical (seta) e do parênquima floemático (cabeça de seta) e das fibras (Fr) externamente ao floema; Fig. 20-23. Secções transversais da lâmina foliar: Fig. 20-21 – Aspecto geral do limbo. Notar compostos fenólicos nas células epidérmicas e grandes idioblastos contendo drusas de oxalato de cálcio (Dr); Fig. 22 – Aspecto geral da nervura mediana; Fig. 23 – Detalhe da face adaxial (23a) e abaxial (23b) da nervura mediana. Chama-se a atenção para a grande quantidade de cristais de oxalato de cálcio margeando o sistema vascular e as drusas no parênquima floemático (setas) e o parênquima clorofiliano (PC) na face adaxial da nervura. Fl = floema; PCP = parênquima clorofiliano paliçádico; PCL = parênquima paliçádico lacunoso; Xl = xilema.



Casearia sylvestris

Pecíolo

O pecíolo, biconvexo, levemente circular em secção transversal, apresenta reentrâncias na superfície (Fig. 24), e é envolvido por epiderme unisseriada, formada por células cubóides. A epiderme é revestida por cutícula levemente espessa e tricomas tectores unisseriados (Fig. 25). A região cortical é composta por 9-11 camadas de células e sob as células epidérmicas ocorrem de 5-6 camadas de colênquima do tipo angular-anelar (Fig. 25). Internamente ao tecido de sustentação notam-se cerca de 4 camadas de células parenquimáticas grandes, aproximadamente isodiamétricas e de paredes delgadas (Fig. 27). Grande quantidade de idioblastos contendo drusas e/ou cristais prismáticos de oxalato de cálcio ou substâncias fenólicas distribuem-se por toda a região cortical, concentrados principalmente ao redor do sistema vascular (Fig. 24, 26-27). A presença de cavidades secretoras alongadas em secção longitudinal (Fig. 26) entre as células corticais é característica marcante do pecíolo de *C. sylvestris* (Fig. 24-25).

O sistema vascular é formado por um único feixe colateral, em arco aberto, levemente deslocado para a face adaxial (Fig. 24 e 27). Os elementos condutores do xilema distribuem-se em colunas radiais, separado por células parenquimáticas (Fig. 27). O floema dispõe-se externamente ao xilema, associado a ele ocorre grande quantidade de fibras de paredes pecto-celulósicas (Fig. 27).

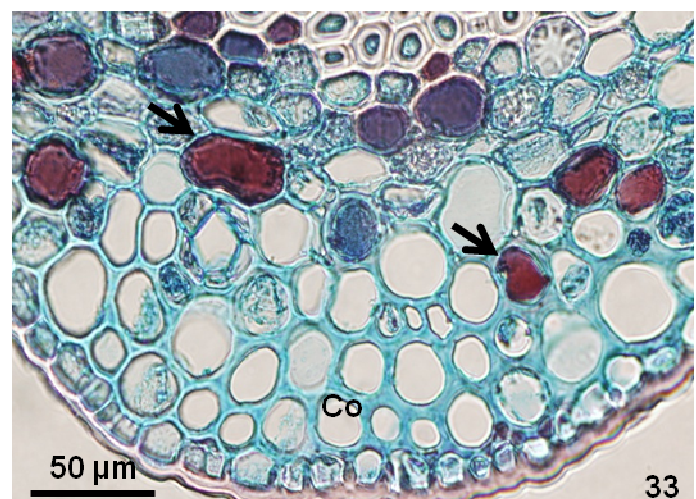
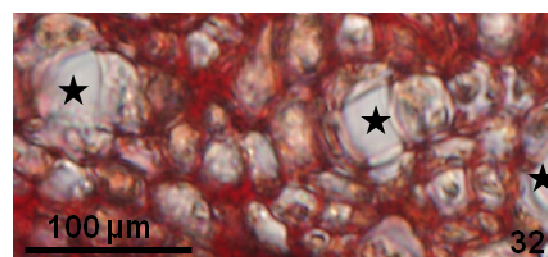
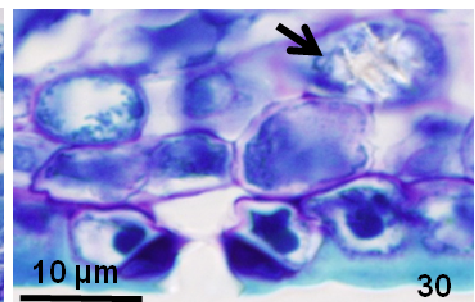
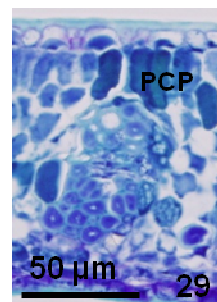
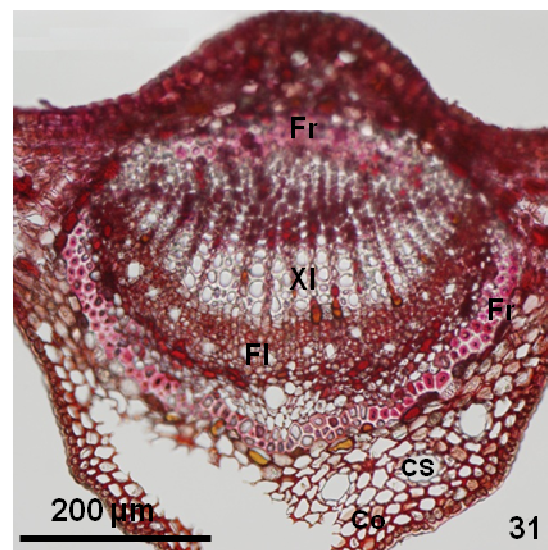
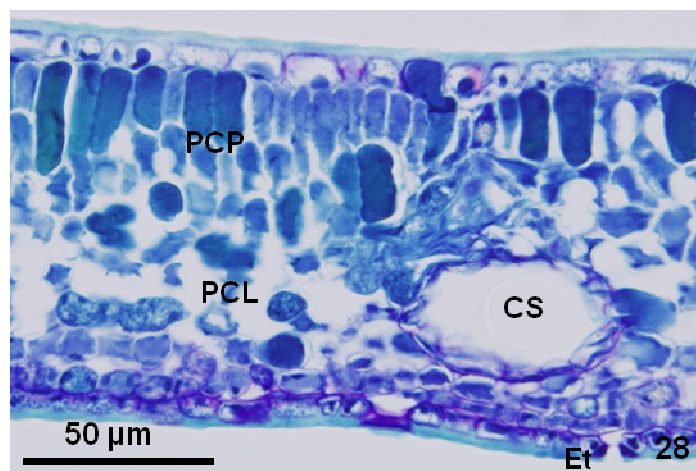
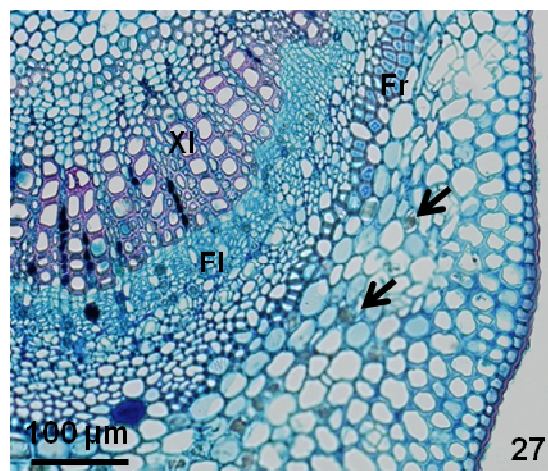
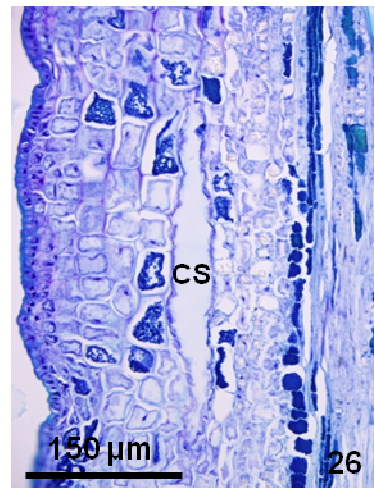
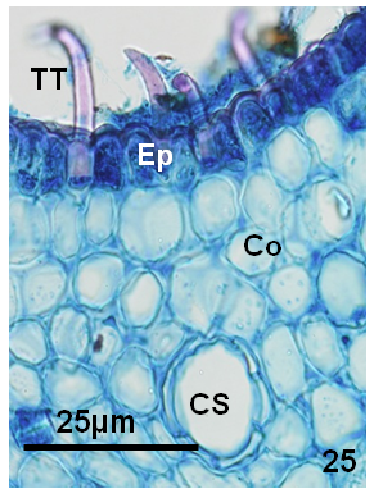
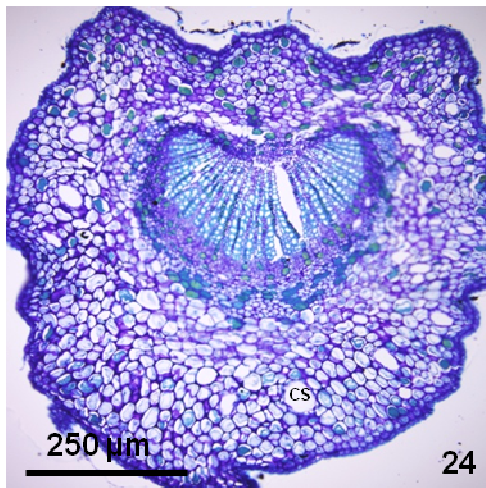
Limbo

O limbo apresenta a epiderme unisseriada, cujas células aproximadamente cubóides, são revestidas por cutícula espessa. Essas células, na superfície adaxial são maiores que as da superfície abaxial (Fig. 28) e a folha é hipoestomática (Fig. 28 e 30). O mesofilo é dorsiventral, formado por 2 camadas de parênquima paliádico sob a epiderme da face adaxial, e 5-6 camadas de parênquima lacunoso sob a epiderme da face abaxial. O parênquima lacunoso possui poucos espaços intercelulares (Fig. 28 e 29). Grandes cavidades secretoras ocorrem no mesofilo (Fig. 28), bem como idioblastos contendo drusas (Fig. 30 - seta) ou substâncias fenólicas (Fig. 28-29).

A nervura mediana é biconvexa, mais proeminente na face abaxial (Fig. 31). As células epidérmicas, revestidas por cutícula mais espessa que o observado no restante da

lâmina, são menores nessa região (Fig. 31 e 33). Sob as células epidérmicas são observadas 2-4 camadas de colênquima em ambas as faces da nervura. Logo abaixo, ocorrem células parenquimáticas, isodiamétricas, de paredes delgadas (Fig. 31 e 33). Nessa região cortical ocorrem cavidades secretoras (Fig. 31), idioblastos com cristais de oxalato de cálcio e/ou substâncias fenólicas (Fig. 33), como também observado no pecíolo. O sistema vascular da nervura mediana é similar ao do pecíolo (Fig. 31) e grande quantidade de estruturas secretoras distribuem-se entre as células do floema (Fig. 32 - *). Externamente ao floema nota-se grande quantidade de fibras, de paredes espessas pecto-celulósicas (Fig. 31), provavelmente de origem pericíclica.

Figuras 24-33: *Casearia sylvestris*. Fig. 24-27. Secções transversais (Fig. 24-25 e 27) e secções longitudinais (Fig. 26) do pecíolo: Fig. 24 – Aspecto geral; Fig. 25 – Detalhe da região cortical. Notar colênquima tricomas tectores unisseriados (TT), angular-anelar (Co) e cavidades secretoras (CS); Fig. 26 – Detalhe do trecho do pecíolo evidenciando cavidades secretoras (CS); Fig. 27 – Detalhe do cilindro vascular e da periferia do pecíolo; Fig. 28-33. Secções transversais da lâmina foliar: Fig. 28 – Aspecto geral do limbo. Notar cavidades secretoras (CS) no mesofilo; Fig. 29 – Detalhe de um feixe vascular de menor porte; Fig. 30 – Detalhe do estômato. Chama a atenção para uma drusa (seta) no mesofilo; Fig. 31 – Aspecto geral da nervura mediana. Notar as fibras de paredes pecto-celulósicas (Fr) envolvendo o floema, evidenciadas pelo teste de vermelho de rutênio; Fig. 32 – Detalhe do floema evidenciando as estruturas secretoras (*); Fig. 33 – Trecho da face abaxial da nervura mediana evidenciando idioblastos contendo substâncias fenólicas (setas). Fl = floema; PCP = parênquima clorofiliano paliçádico; PCL = parênquima paliçádico lacunoso; Xl = xilema.



Bauhinia unguolata

Pecíolo

O pecíolo de *B. unguolata*, em secção transversal, apresenta três regiões distintas: próximo à sua inserção no caule, o pulvino proximal é circular (Fig. 34); na região mediana é côncavo-convexo, com duas saliências laterais na face adaxial (Fig. 35), e o pulvino distal tem o formato elíptico (Fig. 36). Todas as regiões apresentam a superfície levemente ondulada (Fig. 34-36).

A epiderme do pecíolo é unisseriada em todas as regiões, formada por células pequenas papiliformes (Fig. 37), revestidas por cutícula levemente espessada e grande quantidade de tricomas tectores unisseriados e glandulares (Fig. 34-38). Logo abaixo, o córtex é formado por 1-3 camadas contínuas de células colenquimatosas de paredes levemente espessadas, seguidas por 10-12 camadas de células parenquimáticas, maiores nas camadas mais externas, aproximadamente isodiamétricas e de paredes delgadas (Fig. 37). No parênquima cortical observa-se grande quantidade de idioblastos contendo substâncias fenólicas (Fig. 34-39 e 41-44) ou drusas de oxalato de cálcio (Fig. 37-39 e 42 - setas). A camada cortical interna forma uma bainha contínua de células parenquimáticas contendo cristais prismáticos de oxalato de cálcio (Fig. 40 - setas).

O sistema vascular é diferente nas três regiões. No pulvino proximal é formado por um feixe vascular anficrival circular e, internamente a esse feixe maior, encontra-se um feixe colateral menor, localizado exatamente no centro do pulvino (Fig. 34). Envolvendo o floema, nos dois feixes, ocorrem cerca de 3 camadas de células de colênquima (Fig. 34).

Na região mediana, o sistema vascular apresenta um feixe vascular anficrival maior, com um feixe vascular colateral menor, no seu interior. Em cada uma das saliências laterais dessa região ocorre um feixe vascular colateral, envolvido parcialmente por fibras de paredes lignificadas (Fig. 35 e 42). Drusas de oxalato de cálcio são observadas também no parênquima floemático.

O sistema vascular da parte distal do pecíolo é formado por quatro feixes: dois centrais e menores, e dois maiores, localizados externamente (Fig. 36 e 43). Os feixes menores apresentam o floema voltado um para o outro, enquanto os feixes externos possuem floema voltado para a periferia (Fig. 36 e 43). Nesta região o sistema vascular

é envolvido por fibras de paredes lignificadas (Fig. 43-44), provavelmente de origem pericíclica.

Limbo

O limbo possui a epiderme unisseriada, formada de células aproximadamente retangulares, maiores na face adaxial e, menores e papilosas na face abaxial (Fig. 45-47). A epiderme é recoberta pela cutícula, que se mostra mais espessa na face adaxial do que na face abaxial (Fig. 45-46). Tricomas tectores e glandulares ocorrem em grande quantidade e em ambas as faces da lâmina foliar. Os tricomas glandulares do limbo, assim como observado no pecíolo, são formados pelo pedicelo pluricelular curto, conectado a porção glandular globosa composta de uma única camada de células, responsável por delimitar uma cavidade (Fig. 45-46 e 48). A folha é anfiestomática (Fig. 47 e 50), aparentemente, com menor número de estômatos na face adaxial. As células-guarda se dispõem levemente abaixo das células anexas, protegidas pela pequena elevação formada pelas células subsidiárias (Fig. 47).

O mesofilo é dorsiventral e compacto com parênquima paliádico formado por 2-3 camadas de células sob a epiderme da face adaxial, e o parênquima lacunoso por 2-4 camadas sob a epiderme da face abaxial (Fig. 45-46). Entre as células do mesofilo ocorrem idioblastos contendo drusas de oxalato de cálcio, como também observado no pecíolo.

A nervura central, plano-convexa, é arredondada na face abaxial (Fig. 48), enquanto as nervuras laterais de maior porte, também plano-convexas, apresentam a porção saliente da face abaxial mais proeminente, o que lhes confere formato triangular quando vistas em corte transversal (Fig. 50). As células epidérmicas nas nervuras, menores que no restante do limbo, são papilosas, ligeiramente maiores na face adaxial e revestidas por uma cutícula mais espessa que no restante do limbo (Fig. 48-50). No córtex, logo abaixo da epiderme, 1-2 camadas de colênquima distribuem-se na face adaxial e abaxial, seguidas por camadas de células parenquimáticas, repletos idioblastos de substâncias fenólicas (Fig. 48-50) ou drusas de oxalato de cálcio. Essas nervuras apresentam apenas um feixe vascular colateral (Fig. 48 e 50). Na nervura central, fibras, provavelmente de origem pericíclica, pouco lignificadas, envolvem o feixe vascular parcialmente constituindo uma bainha (Fig. 48). Nas nervuras laterais, tais fibras, mais lignificadas, envolvem o feixe completamente (Fig. 50). Nos feixes laterais ainda menores, imersos no mesofilo, nota-se a presença de extensões de bainha, formada por

células de paredes levemente lignificadas, unindo-as à epiderme nas duas faces da folha (Fig. 45).

Figuras 34-44: *Bauhinia unguolata*. Fig. 34-44. Secções transversais do pecíolo: Fig. 34-36 – Pulvino proximal, mediano e pulvino distal respectivamente; 37 – Detalhe da região cortical do pulvino distal, evidenciando grande quantidade de tricomas tectores e glandulares (TG); Fig. 38 – Detalhe dos tricomas tectores unisseriados (TT); Fig. 39 – Detalhe da região cortical evidenciando idioblastos de conteúdo fenólico e cristais de oxalato de cálcio; Fig. 40 – Detalhe da periferia do sistema vascular evidenciando a bainha cristalífera que o envolve; Fig. 41 – Detalhe do cilindro vascular da região média do pecíolo. Chama-se a atenção para o feixe colateral no centro e as células colenquimáticas que envolvem o floema (CCI); Fig. 42 – Detalhe do feixe vascular encontrado nas saliências do pecíolo médio; Fig. 43 – Cilindro vascular do pulvino distal; Fig. 44 – Detalhe da periferia do cilindro vascular do pulvino distal evidenciando as fibras de paredes lignificadas (Fr) envolvendo o floema. Fl = floema; Xl = xilema.

Figuras 45-50: *Bauhinia unguolata*. Fig. 45-50. Secções transversais da lâmina foliar: Fig. 45-46 – Aspecto geral do limbo. Notar tricomas glandulares (TG) da epiderme da face abaxial; Fig. 47 – Detalhe da epiderme abaxial evidenciando um estômato (Et) protegido pelas cristas estomáticas e pelas células subsidiárias (CS); Fig. 48 – Vista geral da nervura mediana; Fig. 49 – Detalhe da periferia da nervura mediana evidenciando as células epidérmicas papilosas e o conteúdo fenólico das células corticais (IF); Fig. 50 – Vista geral da nervura lateral primária. CSE = câmara subestomática; Co = colênquima; EB = extensão da bainha; Fr = fibras; PCL = parênquima clorofiliano lacuno; PCP = parênquima clorofiliano paliádico.