



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**ANATOMIA FOLIAR DAS ESPÉCIES DE DILLENACEAE
DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO PANGA
(UBERLÂNDIA - MG)**

Lilian Aparecida de Oliveira

**Monografia apresentada à coordenação do Curso
de Ciências Biológicas da Universidade Federal de
Uberlândia, para a obtenção do grau de Bacharel
em Ciências Biológicas.**

**Uberlândia - MG
Novembro de 2000**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**ANATOMIA FOLIAR DAS ESPÉCIES DE DILLENACEAE
DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO PANGA
(UBERLÂNDIA - MG)**

Lilian Aparecida de Oliveira

Prof^a Dr^a Neuza Maria de Castro
Orientadora

**Monografia apresentada à coordenação do Curso
de Ciências Biológicas da Universidade Federal de
Uberlândia, para a obtenção do grau de Bacharel
em Ciências Biológicas.**

**Uberlândia - MG
Novembro de 2000**

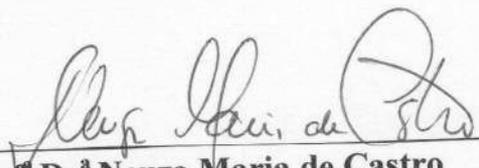


UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ANATOMIA FOLIAR DAS ESPÉCIES DE DILLENACEAE
DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO PANGA
(UBERLÂNDIA - MG)

Lilian Aparecida de Oliveira

APROVADA PELA BANCA EXAMINADORA EM 29/11/2000 NOTA:



Profª Drª Neuza Maria de Castro

Profª Drª Renata Carmo Oliveira

Prof. Dr. Gaspar H. Kondörfer

Uberlândia, de de

AGRADECIMENTOS

“O que faz a gente ser grande é não perder o futuro de vista, é chegar a um porto, fincar a bandeira da conquista, e nesse mesmo instante começar a buscar novos portos. É criar desafios, calcular riscos, avançando sempre, porque a grande aventura é viver, e a vida, assim como as ondas, tem um jeito diferente de se repetir, de prometer descobertas e abrigar todos os tipos de sonhos e embarcações.

O que faz a gente ser grande é ser como o mar, incansável na sua procura pela onda perfeita, até descobrir que a perfeição está na busca da procura”.

Finalizo aqui uma das etapas da minha vida que considero uma das minhas grandes conquistas. Tenho um grande horizonte pela frente, sonhando e buscando cada vez mais, simplesmente ser verdadeira e feliz.

Tenho que agradecer à várias pessoas pela realização deste sonho, o qual não teria se concretizado se não fosse uma força interna superior: DEUS.

Agradeço pela minha vida, pela confiança, amor, respeito, dedicação, carinho, saudades e união, à minha grande família; minha mãe (Dolores), meu pai (José), minhas irmãs e irmãos (Cátia, Bela e Tininha; Miguel, Célio, Jacó, Magela, Bruno e Carlos) - Pela amizade, pelos vários conselhos e pelo apoio moral e material.

Agradeço aos meus queridos amigos: Sybelli, Luciana, Flávia, Leonardo, Elayne, Fabiana, Rosana, Eliane, Viviane, Jane, Denise e Janaína (Minhas primas, conviveram comigo em diferentes fases, sempre companheiras), Jean, Gisellen, Lourenço, Hugo, Tiago e várias outras pessoas, que não citei nome, pois este espaço não cabem todos.

Obrigada ao Prof. Dr. Igo F. Lepsch, que como ele mesmo me disse um dia: “Eu sou seu pai cultural”. Realmente meu pai, amigo e conselheiro, que sempre confiou muito em mim, obrigado por tudo, inclusive pelo projeto que deu início à este trabalho.

Agradeço de forma especial à Prof^a Dr^a Neuza Maria de Castro, grande responsável pela concretização deste trabalho. Muito obrigado pela paciência, pela confiança e amizade.

À outros professores do Instituto de Biologia: Profª Drª Renata Carmo Oliveira, pela ajuda e conselhos em técnicas, Prof. Ivan, Prof. Glein, pelas conversas e conselhos.

Aos funcionários: Márcia, Dulce, Angélica e Sirlene, pela paciência e disposição em ajudar.

Aos professores e funcionários do Laboratório de Análise Foliar do Instituto de Ciências Agrárias: Paulo Rabelo, Aldair e especialmente Prof. Dr. Gaspar H. Kondörfer, por propiciar a minha iniciação em projetos de pesquisa.

À professora D^{ra} Ascención Pinilla Navarro e D^{ra} Amália (CISC - Madrid), pelas fotomicrografias de Microscopia Eletrônica de Varredura e apoio ao projeto.

Ao CNPq, pela bolsa de iniciação científica concedida, que foi de grande utilidade durante parte do desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

A necessidade de esclarecimentos sobre a deposição de sílica nos vegetais, levou ao estudo anatômico da folha de três espécies de Dilleniaceae, que ocorrem na Estação Ecológica do Panga (Uberlândia – MG): *Curatella americana* L., *Davilla elliptica* St. Hil. e *Doliocarpus dentatus* Stadl. Foram coletadas amostras de diferentes indivíduos, para cada espécie estudada. A análise anatômica foi feita a partir de material fresco e fixado, em cortes à mão livre e em micrótomo de rotatório. Foram feitos testes de carbonização, para obtenção da matéria silicificada e testes para quantificação de silício, em porcentagem sob o peso seco. As folhas destas espécies apresentam características anatômicas semelhantes. A epiderme é unisseriada com tricomas nas duas faces. Em *Curatella americana*, à medida que a folha amadurece, os braços longos do tricoma sofrem uma torção e quebram, dando origem aos tricomas de braços curtos. Em *Davilla elliptica* e *Doliocarpus dentatus* os tricomas são unisseriados e nesta última são pouco freqüentes. As folhas são hipoestomáticas. O mesofilo é isolateral, em *Curatella americana* e *Davilla elliptica* é bifacial em *Doliocarpus dentatus*. *Curatella americana* possui rafideos em idioblastos, entre as células do parênquima paliçádico, já em *Doliocarpus dentatus* um grande número de rafideos aparecem externamente às fibras do periciclo, que envolve o anel de feixes vasculares da nervura mediana. Em *Davilla elliptica* nota-se que, externamente às fibras do periciclo ocorre uma endoderme com estria de Caspary, que durante sua fase meristemática dá origem à duas ou três camadas de células da região cortical. O sistema vascular da nervura principal do limbo é formado por um anel de feixes e *Curatella americana* e *Doliocarpus dentatus* apresentam dois ou três feixes vasculares internos. Após submetida à carbonização, as folhas de *Curatella americana* e *Davilla elliptica*, apresentaram várias células epidérmicas, elementos de condução e células do mesofilo preservadas, o que indica uma grande quantidade de sílica em suas paredes. Também observou-se a presença de corpos silicosos no lume celular. *Doliocarpus dentatus* não apresentou nenhuma forma celular preservada, após a carbonização e testes quantitativos de silício, para estas espécies, apresentaram a mais baixa porcentagem em relação às outras.

Palavras-chave: 1) Dilleniaceae 2) Sílica 3) Anatomia foliar

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	01
1.1. Objetivos	04
2. MATERIAL E MÉTODOS	05
2.1. Material Botânico	05
2. 1. 1. Coleta do Material Botânico	06
2. 2. Métodos	06
2. 2 .1. Carbonização	06
2. 2. 2. Quantificação de Silício	07
2. 2. 3. Estudos Anatômicos	07
A) Diafanização	08
B) Destacado de Epiderme	08
C) Cortes à mão livre	08
D) Testes Histoquímicos	09
E) Material incluído em Paraplast	09
3. RESULTADOS	11
3.1. <i>Curatella americana</i> L.	11
3.1.1. Lâmina Foliar	11
A. Epiderme	11
B. Mesofilo	12
C. Nervuras	13
3.1.2. Pecíolo	13
3.1.3. Localização da sílica	14
3.1.4. Quantificação do silício	14
3.2. <i>Davilla elliptica</i> St. Hil.	15
3.2.1. Lâmina Foliar	15
A. Epiderme	15
B. Mesofilo	15
C. Nervuras	16
3.2.2. Pecíolo	17

3.2.3. Localização da sílica	17
3.2.4. Quantificação do silício	17
3.3. <i>Doliocarpus dentatus</i> Stadl.	18
3.3.1. Lâmina Foliar	18
A. Epiderme	18
B. Mesofilo	18
C. Nervuras	19
3.2.2. Pecíolo	19
3.2.3. Quantificação do silício	20
4. DISCUSSÃO	21
5. CONCLUSÕES	28
6. REFERÊNCIAS IBLIOGRÁFICAS	29

1. INTRODUÇÃO

Os Cerrados são formações vegetais que se estendem por uma área de aproximadamente 200 milhões de hectares do território brasileiro, isto é, cerca de 23 % da superfície do país (Ratter, 1992) e a sua flora é considerada a mais rica dentre as savanas do mundo (Goodland & Ferri, 1979). Atualmente os cerrados estão sendo substituídos por lavouras e pastagens e, no Triângulo Mineiro, já encontram-se em risco de extinção. A sua biodiversidade está sendo severamente ameaçada, tornando-se necessário conhecê-la melhor, para preservar as áreas pouco degradadas.

O Cerrado pode conter um grande número de espécies acumuladoras de silício (Si) (Sondahl & Laboriau, 1970). A disponibilidade de Si no solo para as espécies vegetais do cerrado, pode ser decorrente da rápida drenagem dos latossolos, sendo possível que os argilo minerais cauliníticos, liberem o Si, por processo de intemperização, que é então absorvido pelas plantas; ou ainda, com a decomposição dos tecidos vegetais, os silicofitólitos aí encontrados são incorporados ao solo, os quais podem, com o tempo, ceder o Si para as plantas (Santana & Moura Filho, 1978). Coutinho (1982) menciona que o Si que se acumula na fitomassa epígea do estrato herbáceo e subarbustivo, durante o ano todo, após as queimadas é liberado e assim é incorporado ao solo novamente. Costa *et al.* (1992) mencionam também que silicofitólitos dos solos podem ser derivados de espículas de esponjas ducícola, que existiram há muitos anos.

Uma outra razão para as plantas do cerrado apresentarem uma grande quantidade de Si nos tecidos, é que a maioria das espécies arbóreas e arbustivas deste ambiente possuem sistema radicular bem desenvolvidos, que pode atingir as camadas mais profundas do solo com altas quantidades de Si (Ferri, 1962).

As plantas absorvem o Si da solução do solo por fluxo de massa, principalmente, sob a forma de ácido monossilício (Jones & Handreck, 1967; Dayanandam *et al.*, 1983; Postek, 1981) ou sob a forma de ácidos policlínicos e compostos organo-silicosos solúveis em água (Matcychenkov & Snyder, 1996). Existe ainda a hipótese da participação de fungos e de bactérias do solo na absorção do Si e na transformação da sílica-gel em opala (Bigarella *et al.*, 1996; Beare *et al.*, 1995).

Os depósitos de sílica nos vegetais, comumente chamados de fitólitos ou silicofitólitos, são resultantes de processos químicos e biológicos que ocorrem no interior do vegetal. A sílica deposita-se sob a forma de pequenos sólidos opalinos dentro ou entre as células (Piperno 1988) ou como incrustações e/ou impregnações na parede celular (Metcalf, 1983; Fahn, 1990; Sangster, 1999). Segundo Yoshida *et al.* (1962), Postek (1981) e Dayanandam *et al.* (1983), a maior quantidade de Si deposita-se sob a forma amorfa hidratada ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$).

A maior parte do Si absorvido pelo vegetal deposita-se nas partes aéreas (Yoshida *et al.* 1959a *apud* Teixeira da Silva, 1983; Lewin & Reimam, 1969), no entanto, Teixeira da Silva (1983) encontrou para *Curatella americana*, uma maior concentração de Si na casca das raízes do que nas suas folhas. Algumas espécies podem acumular de maneira uniforme em todos os seus órgãos (Lewin & Reimam, 1969). Segundo Laboriau, 1976 *apud* Teixeira da Silva (1983), as raízes raramente formam corpos silicosos. Os órgãos aéreos geralmente, possuem uma grande massa e um tempo de vida curto, quando comparado às raízes, sendo talvez por isso, os maiores responsáveis pela incorporação significativa de fitólitos ao solo (Teixeira da Silva, 1983).

A deposição de sílica ocorre preferencialmente na epiderme foliar (Teixeira da Silva, 1983), onde a sílica combina-se com a celulose (Jones & Handreck, 1967; Cheong *et al.*, 1973), podendo estar presente nas células fundamentais, células-guarda dos estômatos, nos tricomas, nas células papilosas e nas células buliformes (Campos & Labouriau, 1969; Silva & Labouriau, 1970; Ball *et al.*, 1999). Segundo estes autores a sílica também pode se depositar nos elementos vasculares.

A forma adquirida pelos depósitos de sílica, bem como a sua distribuição no interior do vegetal, dependerá da espécie em questão e das condições climáticas do ambiente onde a planta cresce, podendo ser característica para uma espécie, gênero e mesmo para algumas

famílias, sendo então um caracter com aplicação taxonômica (Metcalfé, 1983; Wrang *et al.*, 1998; Ball *et al.*, 1999). Segundo Lewin & Reimam (1969) a deposição de sílica progride com a idade da planta, do órgão ou do tecido.

A deposição de sílica na parede das células, torna o vegetal mais resistente à ação de fungos e insetos e evita a perda excessiva de água, diminuindo a taxa de transpiração (Dayanandam *et al.*, 1983; Cheong *et al.*, 1973 e Postek, 1981).

Segundo Cheong *et al.* (1973); Jones & Handreck (1967); Sarmiento (2000) o Si pode ser uma defesa química bastante eficiente. A presença de sílica evita a perda excessiva de água (Jones & Handreck, 1967), podendo em algumas espécies, proteger o indivíduo do colapso e da queda das folhas em períodos de seca (Metcalfé, 1983). Segundo Cheng *et al.* (1982), a deposição de sílica na epiderme, promove um aumento na espessura da folha, tornando-a mais ereta, menos curvada e conseqüentemente, com uma maior área para a realização da fotossíntese.

Para o presente trabalho foram escolhidas três espécies de Dilleniaceae, amplamente distribuídas nos cerrados brasileiros e que ocorrem na Reserva Ecológica do Panga: *Curatella americana* L., *Davilla elliptica* St. Hil. e *Doliocarpus dentatus* Stadl.

A família Dilleniaceae DC, é constituída por árvores, arbustos ou lianas, de folhas alternas inteiras, peninérveas, sem estípulas, que geralmente, apresentam as células epidérmicas impregnadas de sílica, o que confere às folhas uma certa aspereza ao tato (Barroso *et al.*, 1978). Segundo Dickison (1970) a presença de sílica é um fator comum nesta família.

Curatella americana é uma espécie semidecídua, heliófita, seletiva, xerófita que apresenta dispersão descontínua (Lorenzi 1992). O fator limitante para a distribuição da espécie não é conhecido, podendo não ser a presença de água, visto que *C. americana*, apresenta adaptações morfo-anatômicas às variações da disponibilidade de água (Goldstein *et al.*, 1986). Segundo Villela & Lacerda (1992) *C. americana* é acumuladora de cálcio. As folhas desta espécie apresentam tricomas estrelados, de dois tipos na epiderme: um curto, formado por poucas células e outro longo, formado por muitas células (Morretes & Ferri, 1959; Teixeira da Silva, 1983).

Davilla elliptica geralmente é um arbusto ereto, intensamente ramificado, de folhas inteiras, alternas, elípticas, crustáceas-coriáceas, ásperas e glabras na face superior e pubescente, reticulado-nervadas na face inferior (Joly, 1987). Esta espécie tem ampla distribuição no Brasil, sendo muito comum nos cerrados (Goodland & Ferri, 1979).

Curatella americana e *Davilla elliptica* apresentam uma quantidade elevada de Si, em porcentagem de matéria seca foliar, com 5.17 % e 5.22 %, respectivamente (Pinheiro Filho, 1999).

A presença de tricomas nas folhas confere ao vegetal proteção contra a predação, a deposição de ovos e a nutrição das larvas (Metcalf, 1983), bem como, representa uma adaptação às condições áridas, pois diminui a transpiração, pelo decréscimo da movimentação do ar na superfície foliar (Fahn, 1990), direcionando o vapor d'água para dentro da folha e favorecendo a absorção d'água da atmosfera (Lyshede, 1977 e Galati, 1982 *apud* Fahn, 1990).

A anatomia da folha de várias espécies de Dilleniaceae, foi estudada anteriormente por Dickison (1969 e 1970), que deu grande atenção ao estudo da vascularização da região nodal do pecíolo e da lâmina foliar (Dickison, 1969), bem como os outros aspectos da anatomia foliar (Dickison, 1970).

1.1. Objetivos

Os objetivos do presente trabalho foram :

- . Acrescentar dados aos estudos anatômicos das espécies de Dilleniaceae;
- . Correlacionar as características anatômicas das folhas das espécies estudadas ao ambiente onde elas vivem;
- . Comparar as formas anatômicas vistas nas ilustrações de Microscopia Eletrônica de Varredura, diafanização, dissociação dos tecidos e nos cortes da folha com os fitólitos encontrados no material carbonizado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Material Botânico

O presente trabalho foi realizado com três espécies de Dilleniaceae nativas do cerrado:

Curatella americana L., Oliveira, L.A. no. 24400

Davilla elliptica St. Hil., Oliveira, L. A. no. 24401

Doliocarpus dentatus Stadl. Oliveira, L.A. no. 24399.

As amostras foram coletadas na Estação Ecológica do Panga, propriedade de conservação da Universidade Federal de Uberlândia, que compreende uma área de 409,05 hectares, localizada ao sul do município de Uberlândia-MG. Sua posição geográfica compreende as coordenadas 19° 09' 20" - 19° 11' 10" de latitude sul e 48° 23' 20" - 48° 24' 35" de longitude norte, à uma altitude média de 800 m. O clima da região é AW (segundo Koppen), com o verão quente e úmido e o inverno frio e chuvoso (Schiavini & Araújo, 1989).

2. 1. 1. Coleta do Material Botânico

A coleta do material foi feita em diferentes períodos do ano, objetivando-se a coleta de folhas em diferentes fases de desenvolvimento, desde folhas jovens até folhas maduras. Para uma maior segurança dos resultados obtidos foram coletadas amostras de 4 indivíduos de uma mesma área.

Parte do material coletado foi herborizada e incluída no Herbário do Instituto de Biologia da Universidade Federal de Uberlândia (HUFU), como representante da população usada nos experimentos.

2. 2. Métodos

2. 2 .1. Carbonização

A carbonização das folhas foi feita segundo a técnica modificada de Silva & Labouriau (1970), com a finalidade de se obter o material silicificado.

Pequenos fragmentos de folha, bem lavados, foram colocados em cadinhos de porcelana, marcados com giz de cera e expostos à temperatura de 100° C, por 1 hora, para retirar o excesso de água deixado pela lavagem. A seguir, os cadinhos foram colocados em mufla a 300 °C, por 12 horas, para a carbonização da matéria orgânica.

O material seco foi imerso em HCL (ácido clorídrico) 5 N e fervido por 30 minutos, sobre placa aquecedora, com a finalidade de solubilizar os resíduos alcalinos sob a forma de cloretos e, para evitar a fusão alcalina da sílica na fase da incineração.

Em seguida o material foi transferido para um funil de Buchner, revestido com papel de filtro e lavado com água destilada, para a completa remoção de íons cloretos (adicionando-se gotas de AgNO₃ 1 %). Posteriormente o material retornou à mufla, para incineração, sob a temperatura de 450 °C, por 12 horas. O material depois de totalmente carbonizado (para eliminação de compostos orgânicos em forma de gás carbônico) foi acondicionado em frascos de vidro e lacrados.

A montagem das lâminas foi feita com óleo de cravo ou bálsamo do Canadá (índice de refração 2,4).

2.2.2. Quantificação do silício

A avaliação da quantidade silício na folha foi feita segundo metodologia descrita na monografia de Pinheiro Filho (1999). Usou-se amostras de diferentes indivíduos, aproximadamente, 8 folhas jovens e 8 folhas adultas, para cada espécie em estudo.

Após lavadas com água destilada, as folhas foram levadas para secar em estufa a 65° C. O material foi então triturado e colocado em sacos plásticos identificados.

As análises quantitativas, foram baseadas em digestão oxigeno-alkalina. Amostras de 0.1 g forma colocadas em tubos de polipropileno de 80.0 ml para a digestão. Foram mantidas uma amostra em branco e uma padrão. A seguir acrescentou-se 2.0 ml de H₂O₂ 30 %, para reagir por alguns minutos. Posteriormente, acrescentou-se 3.0 ml de NaOH (1:1) e os tubos foram colocados na autoclave por 1 hora, a uma temperatura de 100° C.

Após a digestão do material, completou-se o volume para 50.0 ml, utilizando-se água destilada. Uma alíquota de 5 ml do sobrenadante foi completada com água destilada até 15 ml e em seguida foram adicionados 1.0 ml de HCl 50 % e 2.0 ml de molibdato de amônio, procedendo-se uma leve agitação. Com isto uma coloração amarela, cuja a intensidade é proporcional a concentração de ácido silícico, aparece. Depois de 5-10 minutos, adicionou-se 2.0 ml de ácido oxálico ao material, o que serve para indicar melhor as quantidades de ácido silícico, com intensidades crescentes de cor azul.

A leitura da intensidade da cor nos tubos foi feita em fotocolorímetro. Esta metodologia foi desenvolvida no Laboratório de Análise Foliar, do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia.

2.2.3. Estudos Anatômicos

Parte do material coletado foi utilizada para os estudos anatômicos. As amostras das folhas foram fixadas por 24-48 horas, em FAA (formaldeído 37-40 %, ácido acético glacial e álcool etílico 50 %, 1:1:18, v/v), segundo Jonhasen (1940) ou em FAA + glutaraldeído (Lersten & Curtis 1988). Após a fixação, as amostras foram mantidas em etanol 70 %, com algumas gotas de glicerina.

A) Diafanização

A diafanização das folhas foi feita usando-se solução de fucsina básica 1 % em Hidróxido de sódio 10 % (Kraus & Arduin 1997). Por serem coriáceas, as folhas foram deixadas na solução, aproximadamente, 1 semana e colocadas em estufa a 40 °C, para diminuir o tempo de diafanização. Durante este período, a solução foi trocada 2 a 3 vezes, a medida que esta se mostrava escura. Quando as folhas ficaram claras, foram lavadas com etanol 50 %, 3 a 4 vezes e transferidas para etanol 70 % acidificado até adquirirem a coloração avermelhada. A seguir foram armazenados em etanol 70 %. As folhas diafanizadas foram montadas entre duas lâminas com gelatina glicerinada (Kraus & Arduin, 1997).

Esta técnica foi empregada para observação dos tricomas de *Curatella americana*, em diferentes estágios de desenvolvimento da folha e de *Doliocarpus dentatus*.

B) Destacado de Epiderme

Fragmentos das folhas foram tratados segundo técnica modificada de Kraus & Arduin (1997). O material foi colocado em sulfato cúprico 10 %, permanecendo na estufa 56 °C por cerca de 48 horas. Após retirado da estufa, foram adicionadas lentamente, gotas de ácido clorídrico 37 %; para cada 1 ml de sulfato cúprico, acrescentou-se 2 ml do ácido. O material voltou para a estufa, por mais 72 horas. Após serem retirados da estufa ainda foi necessário, que o material permanecesse nesta solução por mais 48 horas, por se tratar de folhas coriáceas. A seguir o material foi lavado com água corrente. Pequenos fragmentos de epiderme superior e inferior foram retirados com a ajuda de estilete e pinça, sob o microscópio estereoscópio.

Os fragmentos de epiderme foram então corados com safranina à 0.5 %, por poucos segundos e lavadas com álcool 70 % para retirar o excesso de corante. O material foi então montado em água glicerinada.

C) Cortes a mão livre

Parte das folhas fixadas foram cortadas à mão livre, usando-se isopor ou medula de embaúba como suporte e navalhas de aço descartáveis como instrumento cortante. Foram feitas secções do pecíolo, do limbo, da região da nervura mediana e da margem tanto das folhas jovens como das folhas totalmente expandidas. As secções foram armazenadas em etanol 70 %.

Parte dos cortes foram corados com verde-iodo e vermelho-congo (Kraus & Arduin 1997). As secções foram hidratadas novamente, a seguir foram clarificadas com hipoclorito de sódio 10 % e lavadas com água, 2 a 3 vezes. Posteriormente, as secções foram transferidas para ácido acético 1 % por 1 minuto e lavadas, rapidamente, com água. Em seguida foram coradas com verde-iodo acético, por 15 segundos, lavadas com água, até retirar o excesso de corante e coradas com vermelho-congo, por 5 minutos e lavadas com água, novamente, até retirar o excesso do corante.

As secções coradas foram montadas entre lâmina e lamínula, usando-se como meio de montagem água glicerinada 50 %, vedando-se a lamínula com esmalte incolor.

Parte dos cortes foram corados com safrablau (safranina 1% + azul de astra 1 %, 1:9) segundo Kraus & Arduin (1997); seguindo-se o mesmo processo, utilizado anteriormente, até a lavagem das secções após a clarificação. Em seguida as secções foram coradas com safrablau, por alguns segundos, e lavadas com água ou álcool 30-50 %, para retirar o excesso do corante. A montagem das lâminas foi feita com água glicerinada como descrito anteriormente ou com gelatina glicerinada de Kaiser (Kraus & Arduin, 1997).

D) Testes Histoquímicos

Foram feitos testes histoquímicos usando-se a solução de floroglucina (Johansen, 1940); Sudam III (Sass, 1951) e solução de cloreto férrico a 10 % (Johansen, 1940) para o reconhecimento da lignina, de substâncias lipídicas e de substâncias fenólicas, respectivamente.

E) Material incluído em Paraplast

O material fixado em FAA + glutaraldeído (Lersten & Curtis, 1988), foi desidratado em série etanólica-butílica (Montenegro, 1985) e incluído em "paraplast" (Kraus & Arduin, 1997). Após a inclusão do material, procedeu o emblocamento e a secção do mesmo com o uso de micrótomo rotatório. As fitas de paraplast, contendo os cortes, foram afixadas em lâminas com adesivo de Haupt (Kraus & Arduin, 1997) e distendidas com auxílio de formol 4 %, sobre placa aquecida. Para a retirada do "paraplast", as lâminas secas foram imersas em xilol e mantidas na capela. Foram realizadas duas trocas, de uma hora cada. Posteriormente, as lâminas foram deixadas para secar em estufa a 45 °C, por no mínimo 2 horas.

Parte das lâminas foram coradas com azul de astra + fucsina básica, segundo descrito por Kraus *et al.* (1998). As lâminas foram deixadas no corante azul de astra a 1 %, por uma noite, e a seguir lavadas com água, para retirar excesso do corante. Logo após, o material foi diferenciado com uma solução saturada de ácido pícrico, e lavado com água destilada. As lâminas foram então coradas com fucsina básica, por 1-2 minutos e lavadas com água, para retirar o excesso do corante. As lâminas foram colocadas para secar em estufa a 45 °C. Após bem secas, foram diafanizadas, com duas trocas de xilol de, aproximadamente, 20 minutos cada. A montagem das lâminas foi feita com bálsamo do Canadá.

Os cortes feitos a mão livre e do material incluído em "paraplast" foram analisados sob microscópio óptico de luz fotônica e de luz polarizada (Zeiss - Axioscop e Axioplan) e fotografados com máquina fotográfica, com filme Kodak Gold 100 e/ou Fujickromo 100.

Os diagramas dos cortes de pecíolo de *Curatella americana*, foram feitos a partir das fotos obtidas.

3. RESULTADOS

3.1. *Curatella americana* L.

Na Reserva Ecológica do Panga os indivíduos de *Curatella americana* crescem tanto no cerrado, *stricto sensu*, como no campo sujo e os indivíduos amostrados apresentaram o porte variando entre 2,0-3,0 m de altura (Fig. 1).

As folhas de *C. americana* apresentam filotaxia alterna (Fig. 3), limbo ovado, medindo aproximadamente 20,0 cm de comprimento e 12,0 cm de largura, venação penínervia, margem ondulada e o pecíolo medindo, cerca de, 5,0 cm de comprimento (Fig. 2). As folhas adultas são verde escura e as folhas jovens, têm coloração mais clara e são as mais atacadas por insetos (Fig. 3).

3.1.1. Lâmina Foliar

A. Epiderme

As folhas de *Curatella americana* são ásperas ao tato devido a presença de um grande número de tricomas, de paredes lignificadas, presentes em ambas as faces da epiderme (Fig. 4-9). Chama-se a atenção para a ocorrência de um maior número de tricomas sobre as nervuras, como se observa na figura 5a.

Os tricomas de *C. americana* são estrelados, formados por um número variável de células, apresentando-se como: tricomas de braços longos (Fig. 4-6 e 8 - Tr1) e tricomas de

braços curtos (Fig. 4-7 e 9 -Tr2). Como se observa na figura 6, os tricomas de braços curtos (Tr2) originam-se da torção (★) e quebra dos braços do tricoma maior (Tr1), o que acontece tanto na epiderme adaxial como na epiderme abaxial, à medida que a folha amadurece. O que parece ser confirmado, comparando-se as superfícies adaxial de folhas jovens (Fig. 12) e adultas (Fig. 13) e a superfície abaxial de folhas jovens (Fig. 14) e adultas (Fig. 15), onde vê-se que as folhas jovens (Fig. 12 e 14), apresentam um maior número de tricomas de braços longos, do que a epiderme das folhas adultas (Fig. 13 e 15). No entanto, somente após uma análise detalhada da epiderme de folhas jovens e maduras poderiam confirmar esta suposição.

Em vista frontal, as células epidérmicas de *C. americana* apresentam paredes anticlinais pouco sinuosas (Fig. 4 e 5). Em secções transversais à lâmina foliar, observa-se que a epiderme é uniestratificada, formada de células, aproximadamente, retangulares (Fig. 8, 10, 11, 16, 17, 19 e 22) que apresentam a parede periclinal externa mais espessa (Fig. 10 e 11) que as demais e uma cutícula evidente (Fig. 11 - Ct). As figuras 8 e 9 mostram que as células que compõem os tricomas se comunicam através de numerosas pontuações (Fig. 8 e 9-Pt).

Em *C. americana*, os estômatos localizam-se nas reentrâncias da epiderme abaxial, juntamente com os tricomas (Fig. 5, 6, 16 e 17). Apesar de não representado, os estômatos de *C. americana* são do tipo anisocítico. A figura 10 mostra, em detalhe, a estrutura de um estômato: as células-guarda (CG), com suas paredes anticlinais espessadas de modo desigual; as células subsidiárias (CS) maiores que as demais células epidérmicas, e sob o estômato a câmara subestomática (CSE).

B. Mesofilo

O mesofilo de *Curatella americana* é isolateral, formado por duas camadas contínuas de parênquima clorofiliano paliçádico (PP) sob a epiderme adaxial, e uma camada de parênquima clorofiliano paliçádico sob a epiderme abaxial. Este parênquima é constituído por células alongadas, com as extremidades arredondadas e corresponde a mais de 50 % da altura do mesofilo (Fig. 16 - 20). O parênquima clorofiliano paliçádico encontra-se interrompido pela presença de grandes idioblastos contendo rafídeos (Ra) de oxalato de cálcio. Nas técnicas de coloração utilizadas, os rafídeos apresentam-se escurecidos (Fig. 18 e 23 - Ra).

Entre a dupla camada de parênquima paliçádico, sob a epiderme adaxial, e a camada unisseriada, sob a epiderme abaxial, observa-se uma pequena quantidade de parênquima lacunoso. (Fig. 16-18 e 20 - PL).

Curatella americana apresenta uma hipoderme descontínua, formada por duas ou três camadas de células, aproximadamente, retangulares (Fig. 17 e 19).

Nesta espécie o parênquima clorofiliano não atinge a margem da folha, sendo substituído por colênquima (Co), o que confere à margem, formato arredondado, fechando gradativamente o limbo foliar (Fig. 20).

C. Nervuras

O sistema vascular da folha de *Curatella americana* é representado pela nervura principal (Fig. 21 e 22) e pelas nervuras secundárias, de menor porte (Fig. 16, 20 e 23).

A nervura principal apresenta um anel de feixes vasculares, com o xilema (Xl) voltado para dentro e o floema (Fl) voltado para fora e dois ou três feixes vasculares internos, onde o floema (Fl) aparece voltado para a epiderme abaxial e o xilema (Xl) para a epiderme adaxial (Fig. 21 e 22). O conjunto de feixes é circundado por fibras do periciclo (Fig. 21 e 22 - FP). Na nervura mediana, externamente às fibras pericíclicas (FP), observa-se o parênquima cortical (PC) formado por células grandes, aproximadamente, poliédricas e algumas camadas de colênquima (Co) sob a epiderme (Fig. 21 e 22)

As nervuras secundárias originadas a partir da nervura principal (Fig. 22) são constituídas por um único feixe vascular colateral, com o floema (Fl) voltado para a superfície abaxial e o xilema (Xl) voltado para superfície adaxial (Fig. 23). Os feixes vasculares de menor porte são envolvidos por células de paredes lignificadas, que formam a bainha do feixe (BF), ligada à epiderme por extensões de bainha (Fig. 16, 20 e 23 - EB).

Chama-se a atenção para a formação de uma lenticela na região da nervura mediana (Fig. 23 - seta e 24), onde se nota o felogênio (Fe).

3.1.2. Pecíolo

Cortes transversais, seqüenciais, do pecíolo de *Curatella americana* mostram, na região basal, várias esclereídes (Ec) dispersas entre as células do parênquima cortical (Fig. 25 e 26). O tecido vascular desta região basal é formado, aproximadamente, por 17 feixes vasculares (Fig. 25) que progressivamente vão fundindo-se (Fig. 26) até a formação um anel de feixes (Fig. 26). Na região apical do pecíolo, já se observa a presença dos dois ou três feixes vasculares internos, como o visto na nervura principal do limbo (Fig. 21, 22 e 28).

Chama-se a atenção para a presença de fibras do periciclo envolvendo o anel de feixes vasculares do pecíolo (Fig. 27 e 28).

O sistema fundamental do pecíolo é formado pelo parênquima cortical e por várias camadas de colênquima sob a epiderme (Fig. 25-28). Apesar de não representada, a epiderme do pecíolo também é uniestratificada.

3. 1. 3. Localização da sílica

Nas folhas de *Curatella americana* carbonizadas, as células fundamentais da epiderme (Fig. 29 - 31), os estômatos (Fig. 30 - Et), a base dos tricomas (Fig. 29 e 31 - BTr) e os traqueídes (Fig. 32) permanecem intactos, mesmo após submetidas à temperaturas elevadas e ao tratamento com ácidos, devido a presença de paredes silicificadas.

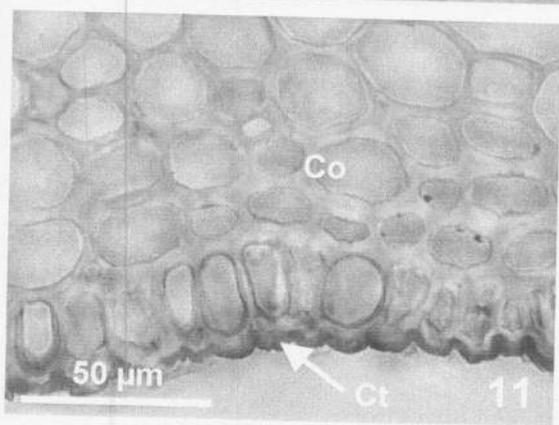
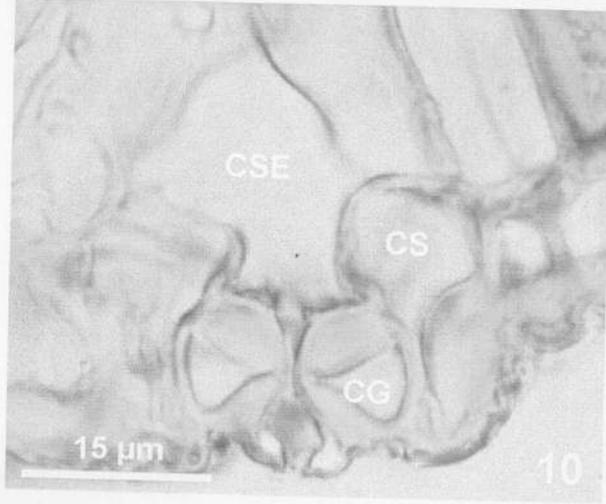
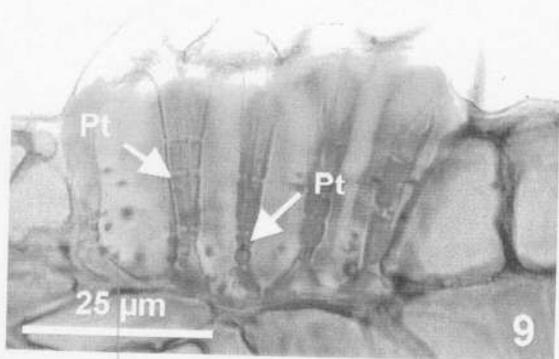
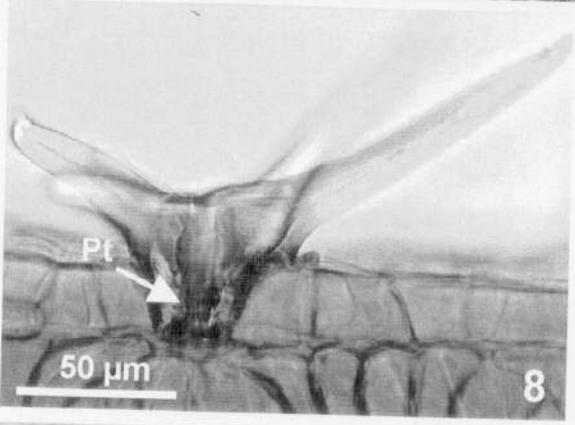
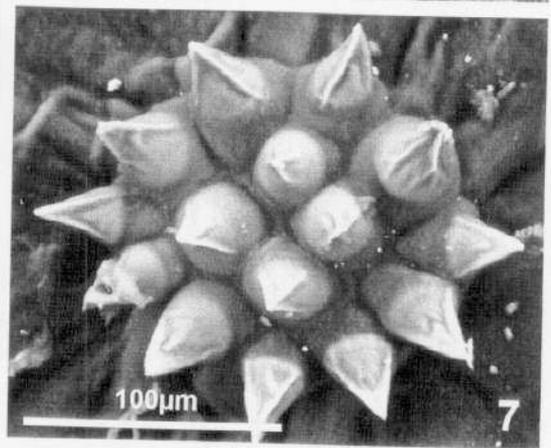
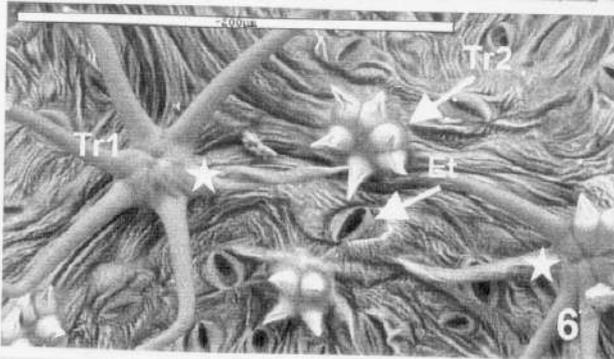
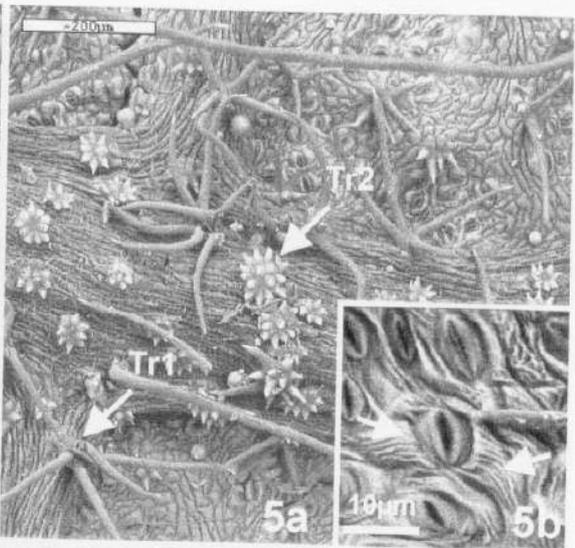
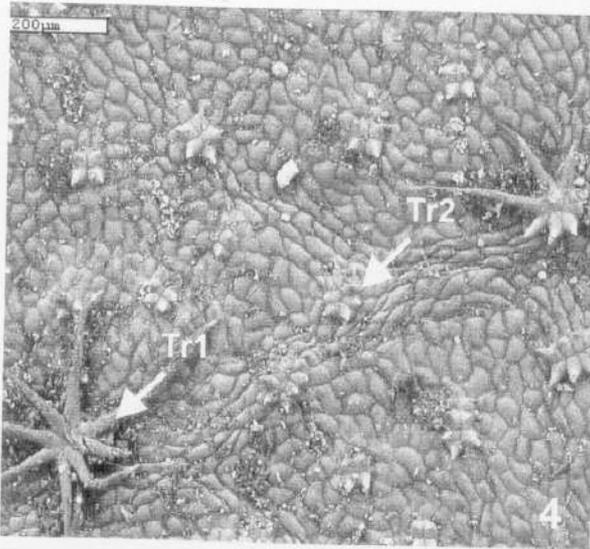
Na figura 31, observa-se a formação de numerosos corpos silicosos esféricos no interior das células epidérmicas (Fig. 31 - setas).

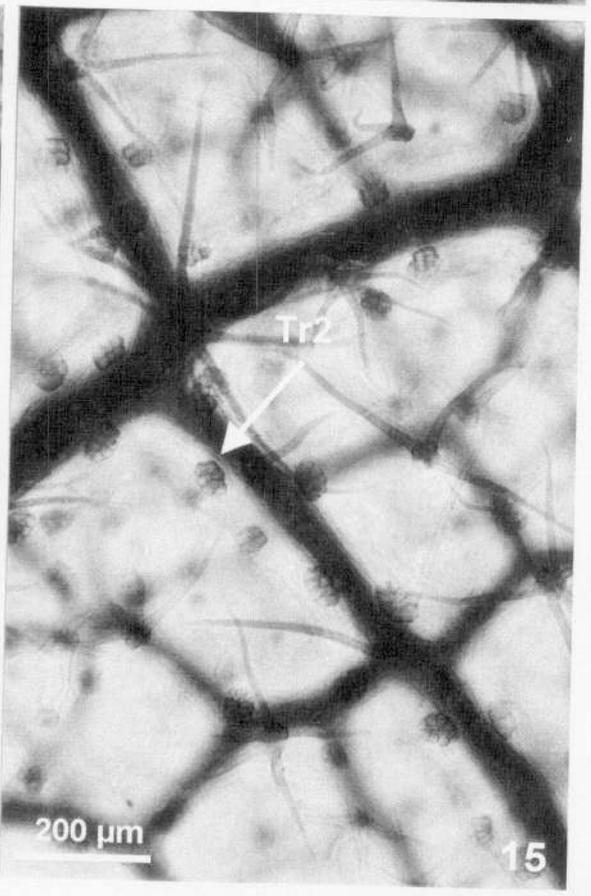
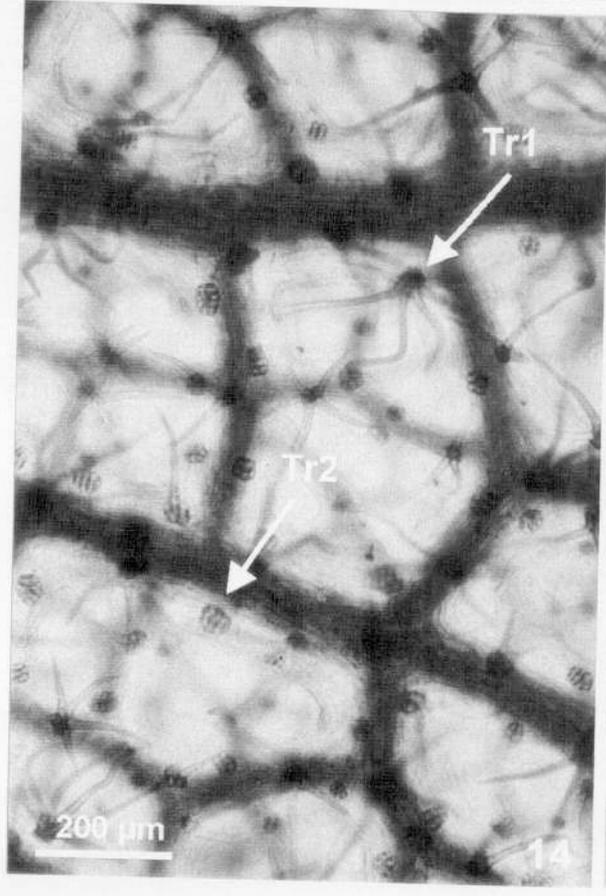
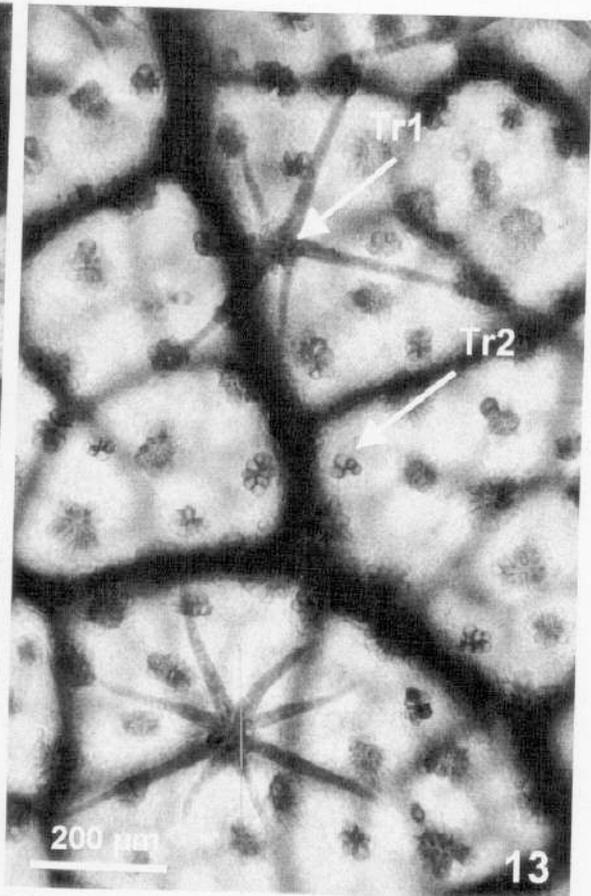
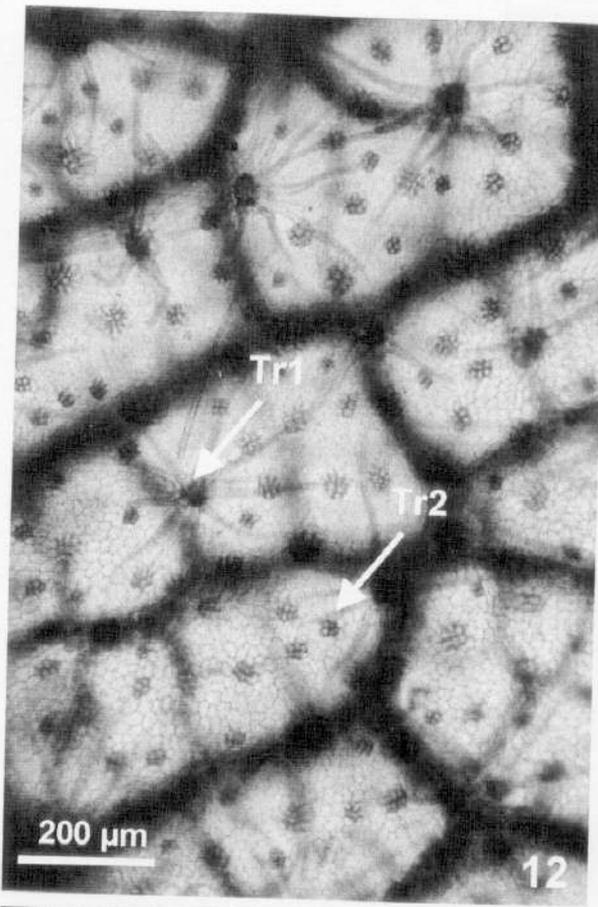
A análise com microsonda de Raio-X feita nas células dos tricomas de braços curtos (Fig. 4-7-Tr2), revela que estas células são constituídas principalmente de silício (Fig. 33).

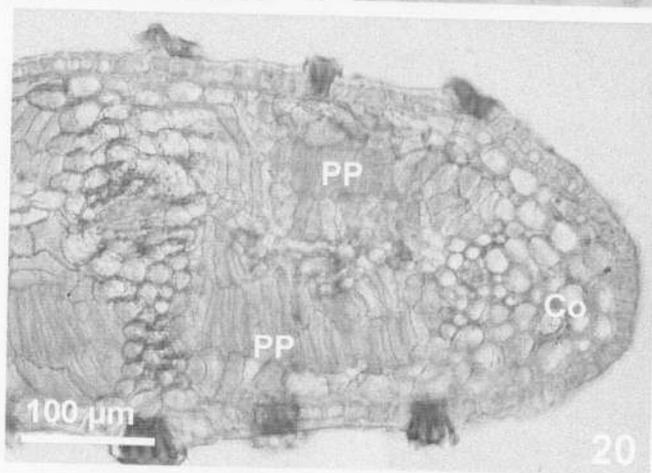
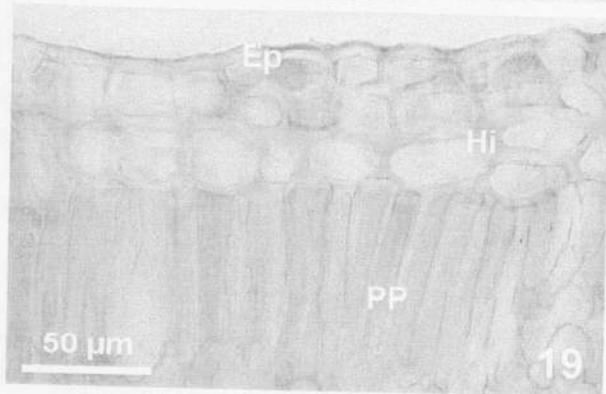
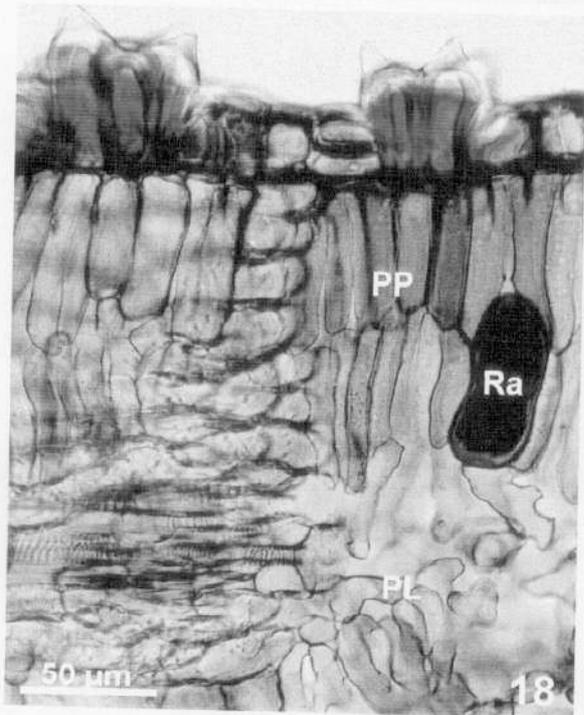
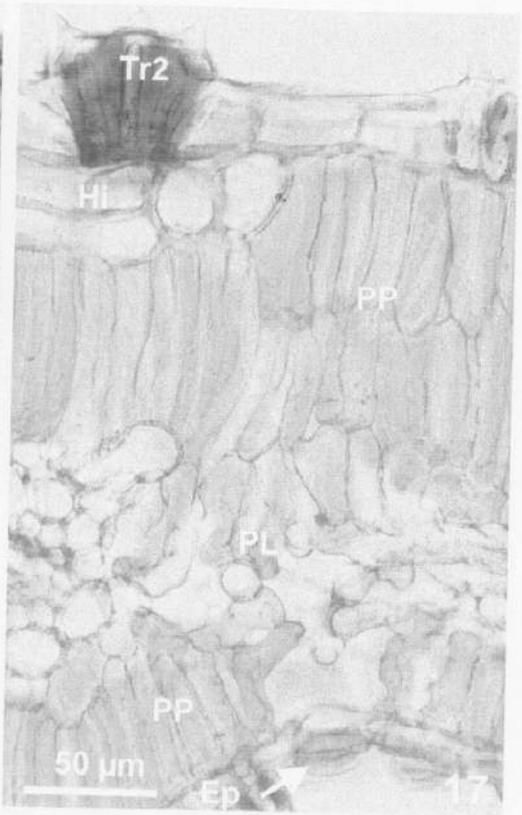
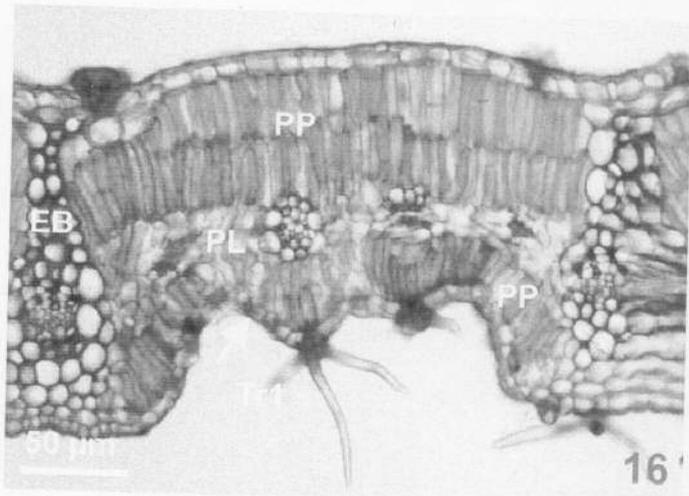
3. 1. 4. Quantificação de silício

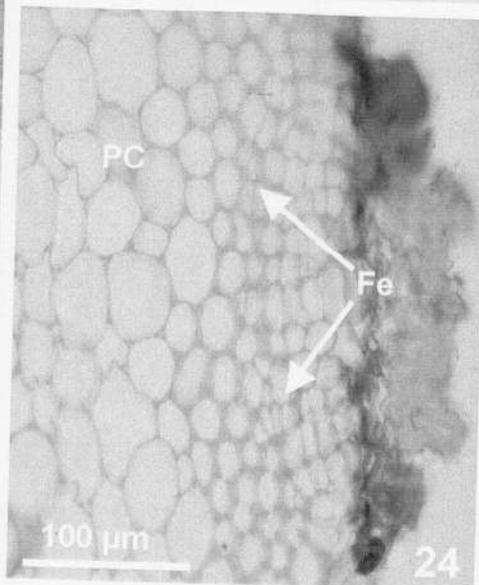
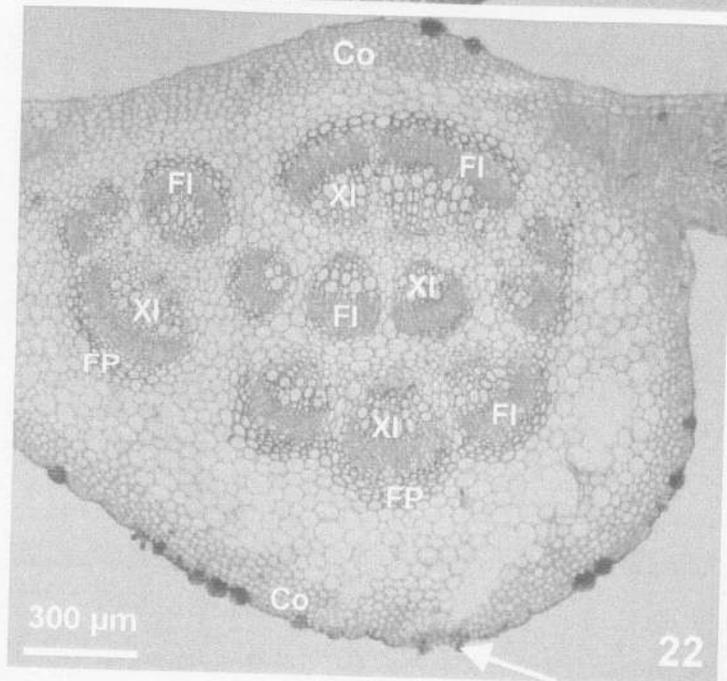
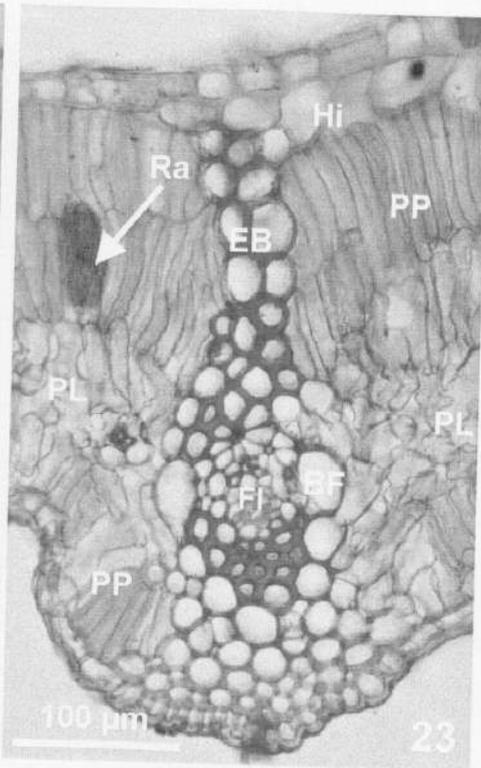
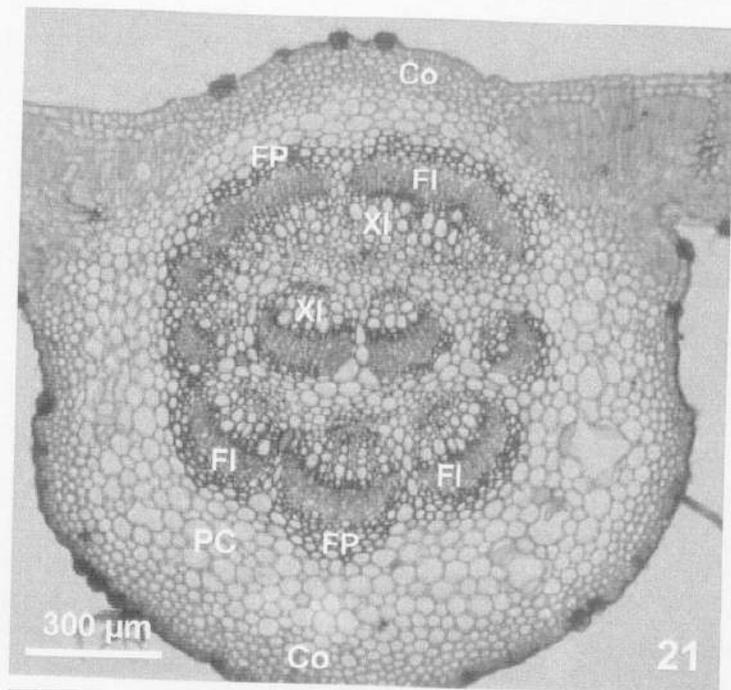
A quantificação total de silício realizada com folhas jovens e adultas de *Curatella americana* apresentaram, respectivamente, os seguintes resultados: 0,97 % e 1,9 % de Si.

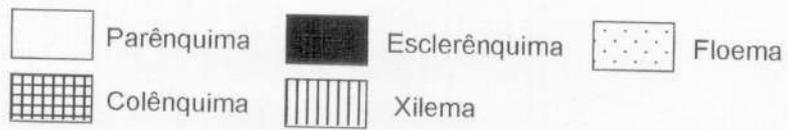
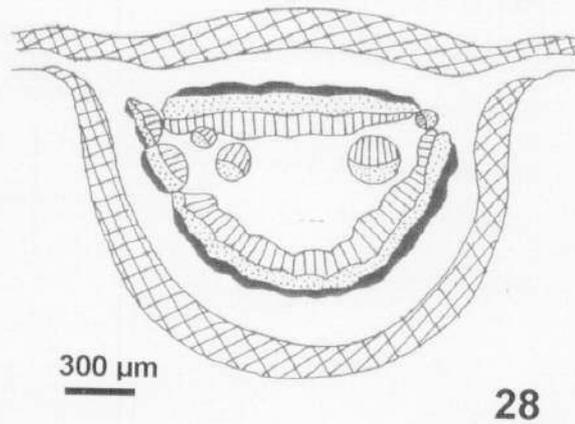
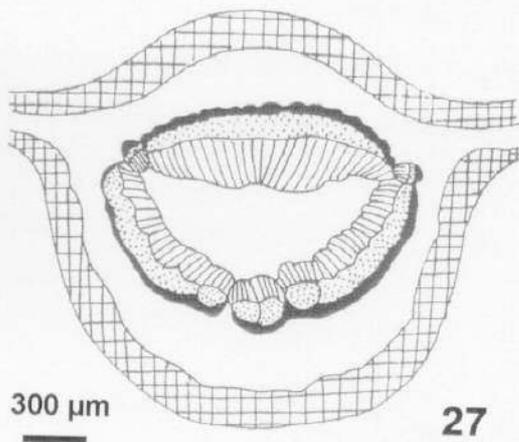
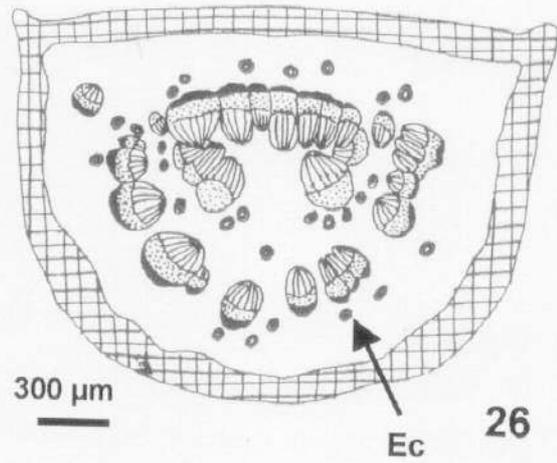
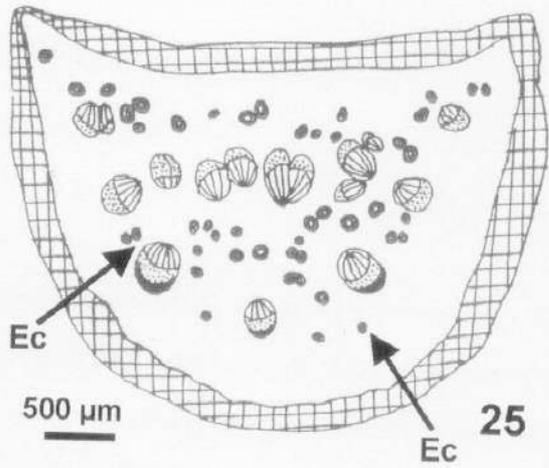


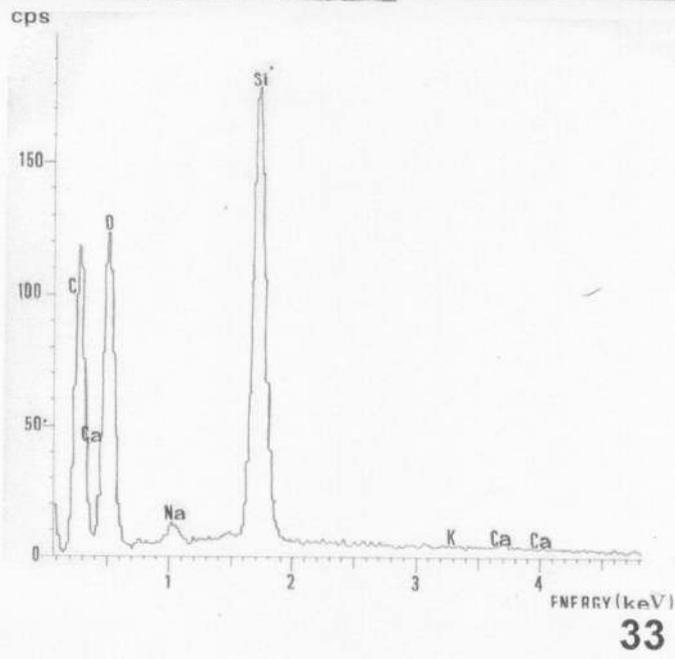
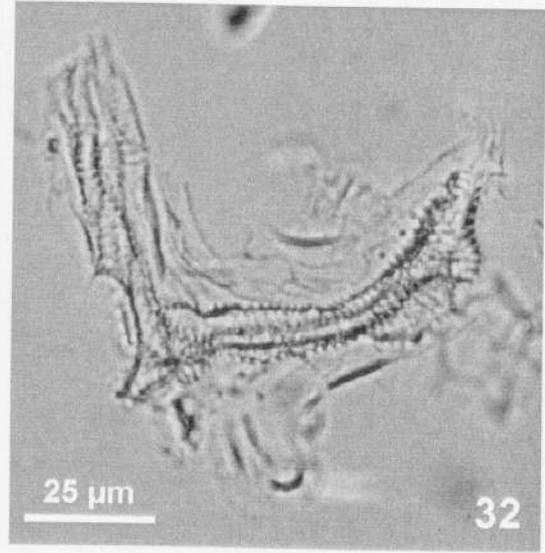
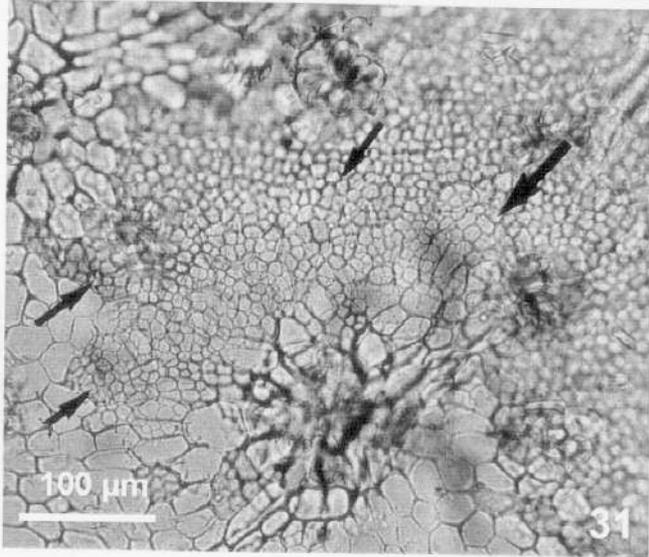
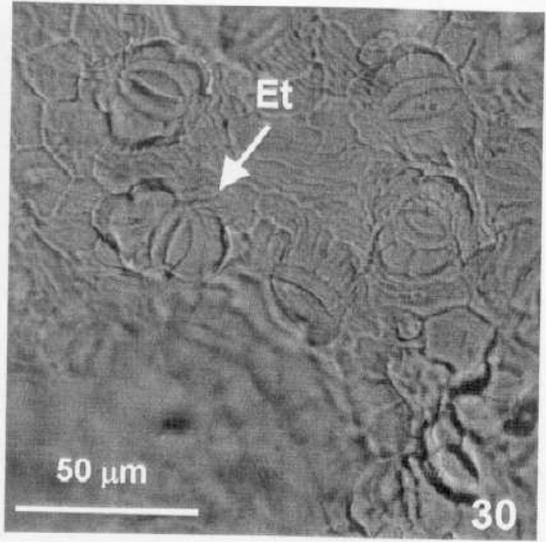
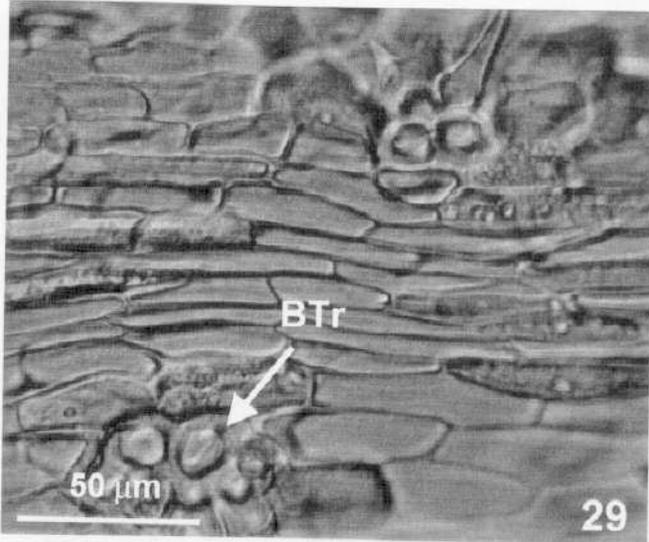












3.2. *Davilla elliptica* St. Hil.

Os indivíduos de *Davilla elliptica* encontrados na área de amostragem, crescem nos campos cerrados e apresentam porte médio de 1.5 m (Fig. 34).

As folhas de *D. elliptica* apresentam filotaxia alterna, limbo coriáceo, elíptico, medindo aproximadamente, 10,0 cm de comprimento e 5.0 cm de largura e o pecíolo mede, cerca de, 2,0 cm de comprimento. Nesta espécie o padrão de venação é penínervio e a margem é serrada (Fig. 35). As adultas são verde escura e as jovens, têm coloração verde clara e são as mais atacadas por insetos (Fig. 35 - setas).

3.2.1. Lâmina Foliar

A. Epiderme

As folhas de *Davilla elliptica* apresentam-se ásperas ao tato, devido à presença de um grande número de tricomas unicelulares, de paredes lignificadas, longos e curtos, presentes tanto na epiderme adaxial (Fig. 36, 39 e 40), como na epiderme abaxial (Fig. 37); ocorrendo em maior número sobre as nervuras (Fig. 37). Em vista frontal, as células da epiderme adaxial (Fig. 36) e abaxial (Fig. 38) apresentam paredes anticlinais sinuosas.

As células epidérmicas, em corte transversal, apresentam-se, aproximadamente, retangulares e dispõem-se em uma única camada (Fig. 39, 42, 44, 45, 50 e 51).

Os tricomas foliares de *D. elliptica*, na maioria das vezes, ocorrem isoladamente, sustentando-se entre as células da epiderme (Fig. 36, 37, 39, 42, 46, 48 e 50) ou ainda, mais raramente, podem ocorrer geminados (Fig. 40). Numerosas pontuações podem ser vistas entre os tricomas e as células epidérmicas (Fig. 39 - Pt) e também entre as células dos tricomas geminados (Fig. 40 - Pt).

Os estômatos estão presentes apenas na epiderme inferior (Fig. 37, 38, 41 e 42). O detalhe da estrutura de um estômato pode ser visto na figura 40: as células-guarda (CG) com suas paredes anticlinais espessadas de modo desigual, as células subsidiárias (CS), maiores que as demais células epidérmicas e a câmara subestomática (CSE). Os estômatos estão situados levemente acima do nível da epiderme (Fig. 41).

B. Mesofilo

O mesofilo de *Davilla elliptica* é isolateral, com uma pequena quantidade de parênquima clorofiliano lacunoso (PL) entre as camadas de parênquima clorofiliano

paliçádico (PP) (Fig. 42 e 44). Em *D. elliptica* nota-se apenas uma camada contínua de células do parênquima clorofiliano paliçádico (PP) sob a epiderme adaxial e, uma camada descontínua sob a epiderme abaxial, o que corresponde a menos de 50 % da altura do mesofilo (Fig. 42, 44 e 51). O parênquima clorofiliano lacunoso (PL) nesta espécie, é formado por células braciiformes (Fig. 43 - CB) que, quando vistas em cortes transversais, muitas vezes apresentam-se como lacunas, semelhantes à grandes espaços intercelulares (Fig. 42-44 - setas). Porém cortes longitudinais do limbo revelam que se tratam de células braciiformes (Fig. 43 - CB).

Nesta espécie, o parênquima clorofiliano também não atinge a margem da folha, sendo substituído por colênquima (Co), o que confere à margem um formato arredondado, fechando gradativamente o limbo foliar (Fig. 44). Nesta figura observa-se ainda, na margem da folha a presença de pequena depressão voltada para à face abaxial da mesma e a chegada de uma nervura secundária até a margem do limbo.

C. Nervuras

O sistema vascular da folha de *Davilla elliptica* é representado pelas nervura principal (Fig. 45-48) e secundárias (Fig. 42, 44, 48, 49 e 51).

A nervura principal apresenta um anel de feixes vasculares, com o xilema (XI) voltado para o centro e o floema (FI) voltado para fora (Fig. 46 e 48). O conjunto de feixes é circundado por fibras do periciclo (Fig. 45-48- FP).

Externamente aos tecidos vasculares aparece o parênquima cortical (PC) e o colênquima (Co) sob a epiderme (Fig. 45, 46 e 48). Em corte transversal, o parênquima cortical (PC) da nervura mediana se assemelha a um aerênquima (Fig. 46 e 48). No entanto, em cortes longitudinais, verifica-se que este parênquima é formado por células grandes e alongadas (Fig. 47 - PC) o que, em cortes transversais, dá a falsa impressão de um aerênquima (Fig. 46 e 48 - PC). O colênquima (Co) pode ser visto em detalhe nas figuras 45 e 50, nas quais pode-se observar o espessamento irregular das paredes de suas células e as pontoações primordiais destas paredes (Fig. 50 - setas).

Em *D. elliptica* observa-se ainda, externamente às fibras do periciclo (Fig. 45, 46, 47, 48- FP) a endoderme com estrias de Caspary (Fig. 45 - En) que após sofrer divisões periclinais de suas células, forma duas ou três camadas de células do parênquima cortical, de disposição radiada, tanto na nervura principal (Fig. 45-48), como nas nervuras secundárias logo após sua saída da nervura principal (Fig. 48 e 49).

As nervuras secundárias apresentam apenas um feixe vascular colateral, com o floema (Fl) voltado para a superfície abaxial e o xilema (Xl) voltado para superfície adaxial (Fig. 44, 48 e 51). Estes feixes são circundados por células de paredes lignificadas, que formam a bainha do feixe, ligada à epiderme por extensões de bainha (Fig. 42, 44 e 51- EB).

3.2.2. Pecíolo

O sistema fundamental do pecíolo de *Davilla elliptica*, apresenta várias camadas de colênquima sob a epiderme (Fig. 52 - 55). Internamente ao colênquima segue o parênquima cortical, onde se vê um grande número de esclereídes (Ec), principalmente, na região basal do pecíolo (Fig. 52 - Ec). As esclereídes também aparecem, em menor número, na região apical do pecíolo (Fig. 53 - 54 - Ec).

O sistema vascular da base do pecíolo é composto por, aproximadamente, 5 - 9 feixes (Fig. 52 e 53) que vão se unindo (Fig. 54), até a formação de um único anel de feixes (Fig. 55), que continuará ao longo da nervura principal (Fig. 46 e 48).

3.2.3. Localização da sílica

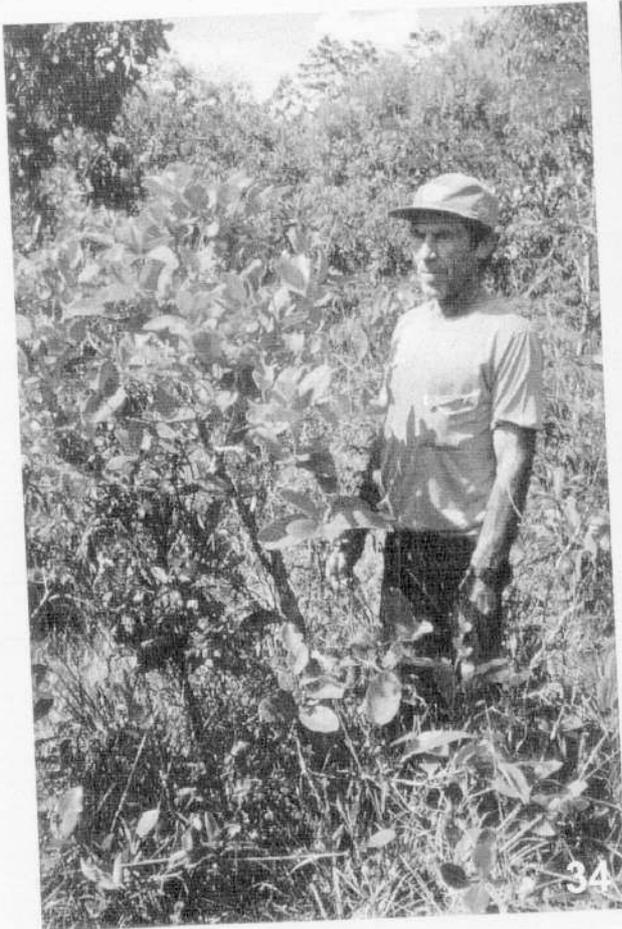
Nas folhas carbonizadas de *Davilla elliptica*, as células fundamentais da epiderme (Fig. 56 e 63) permanecem intactas, inclusive com as ondulações das suas paredes anticlinais (Fig. 56). Apesar de em menor número, do que o observado em *Curatella americana*, a estrutura dos estômatos também é mantida, com suas células-guarda (CG) e as subsidiárias (CS) preservadas (Fig. 57).

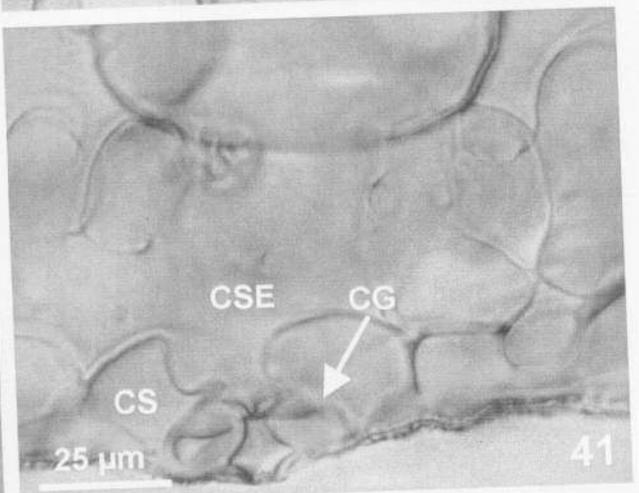
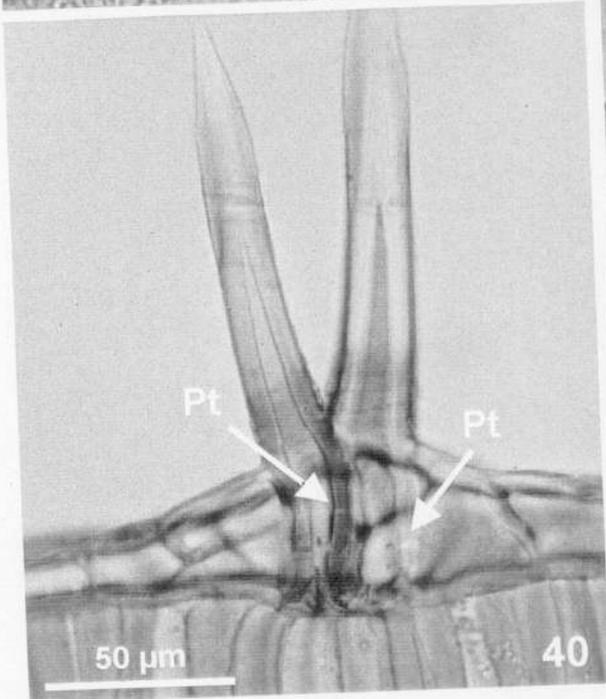
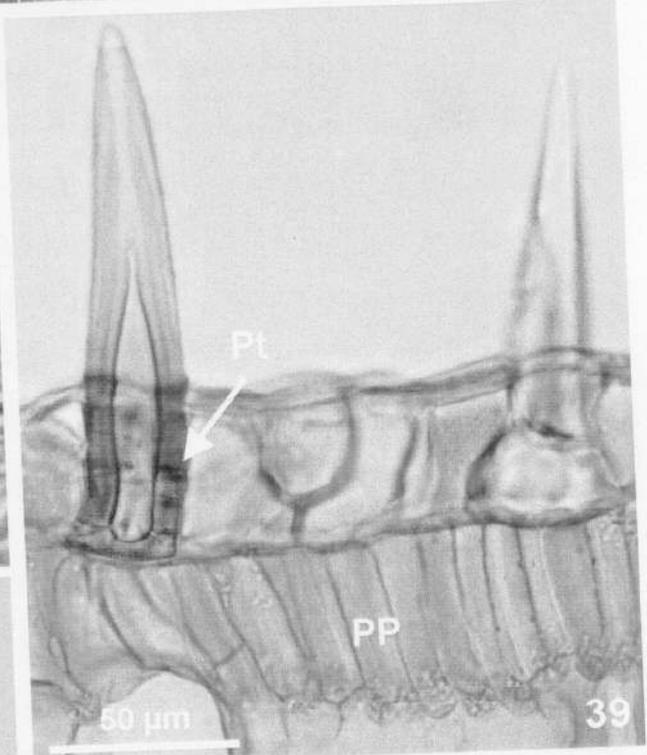
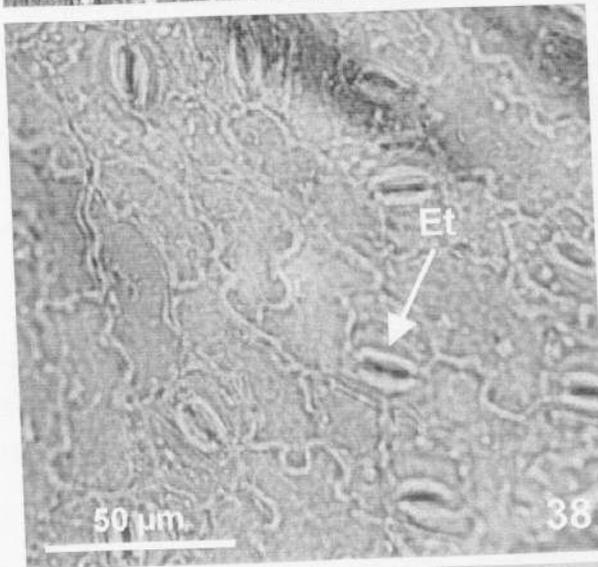
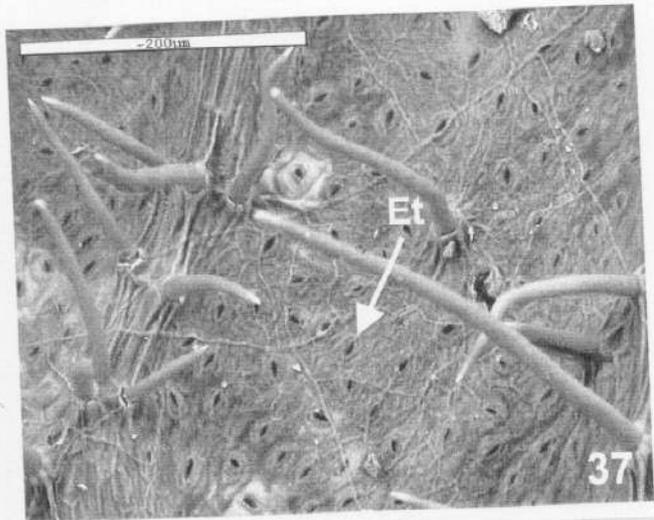
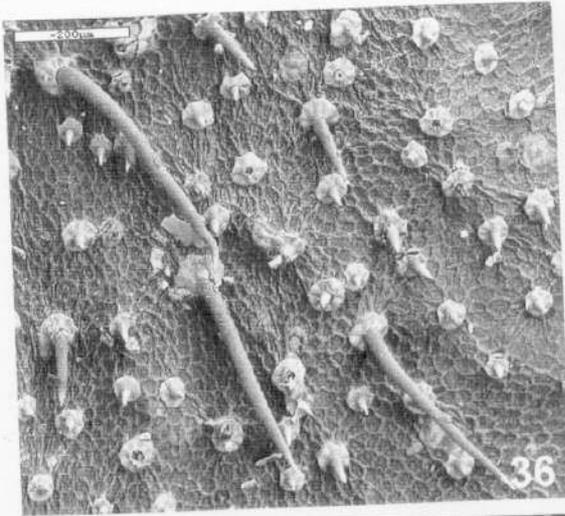
Após a carbonização das folhas, mantêm retêm o seu formato; tanto os tricomas longos (Fig. 58), médios (Fig. 59) como os tricomas curtos (Fig. 60). Na figura 56 (setas), observa-se ainda, que algumas células que circundam a base dos tricomas aparecem, às vezes, com lumén preenchido. O mesmo ocorre com algumas células do mesófilo foliar, que apresentam o lume contendo alguns corpos silicosos esféricos (Fig. 64) ou apresentam-se totalmente preenchidas por sílica (Fig. 65).

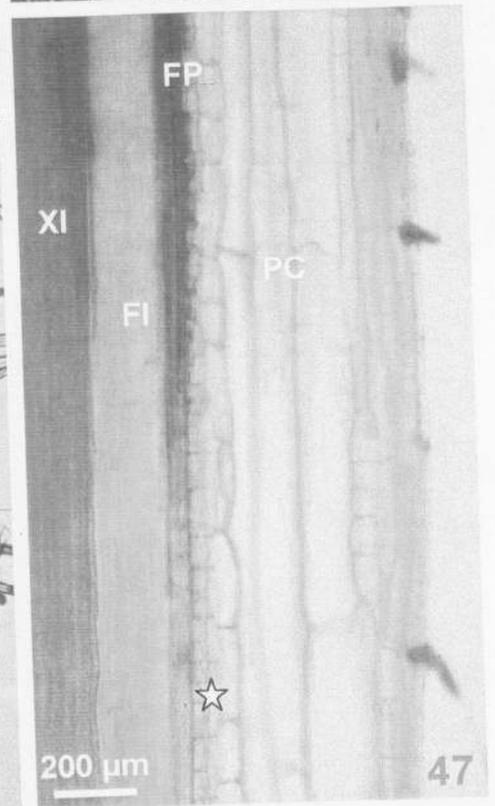
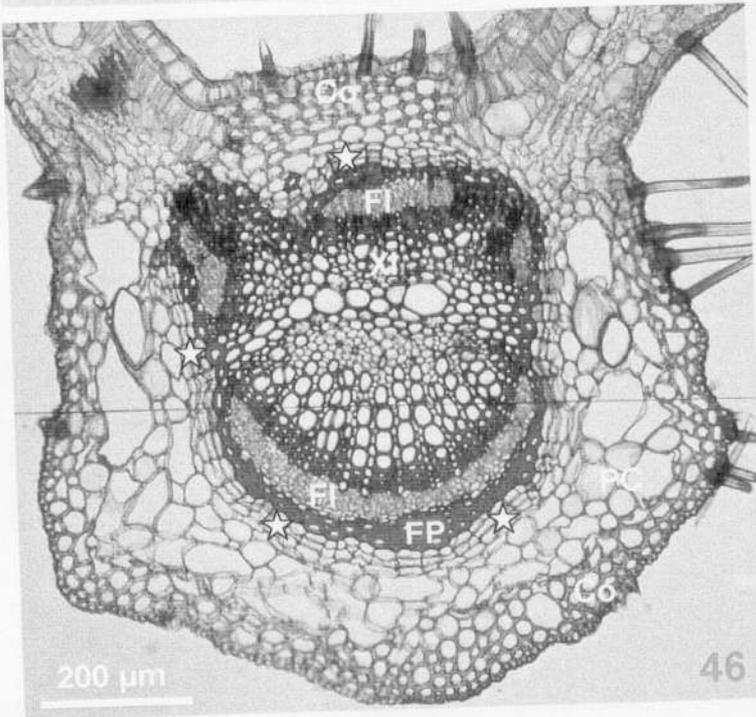
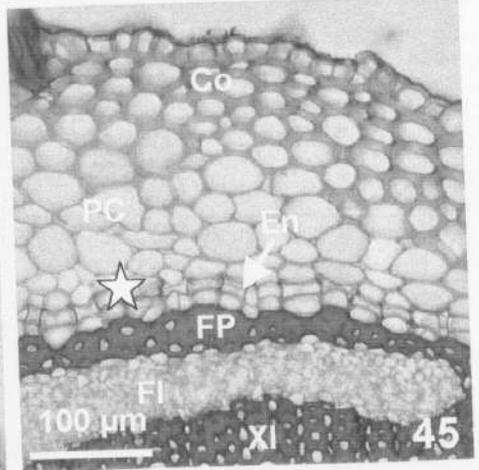
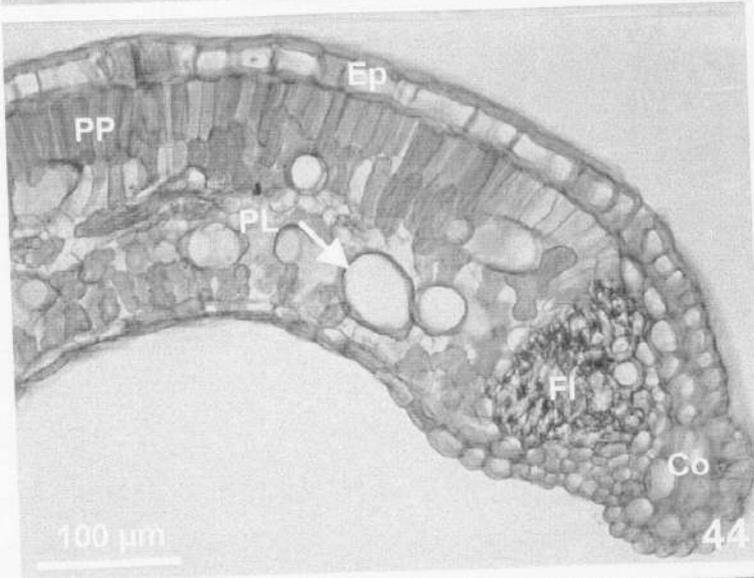
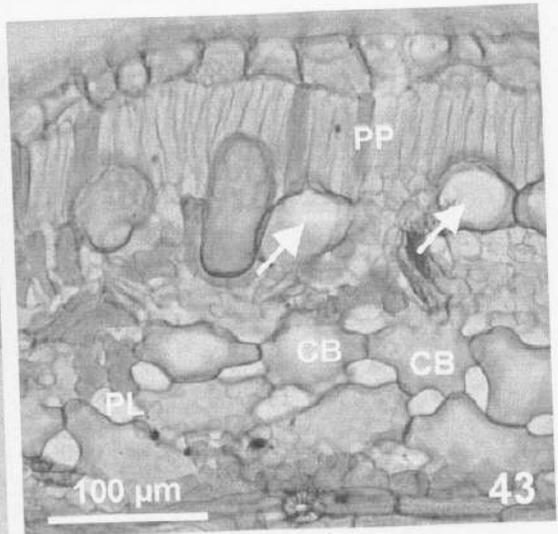
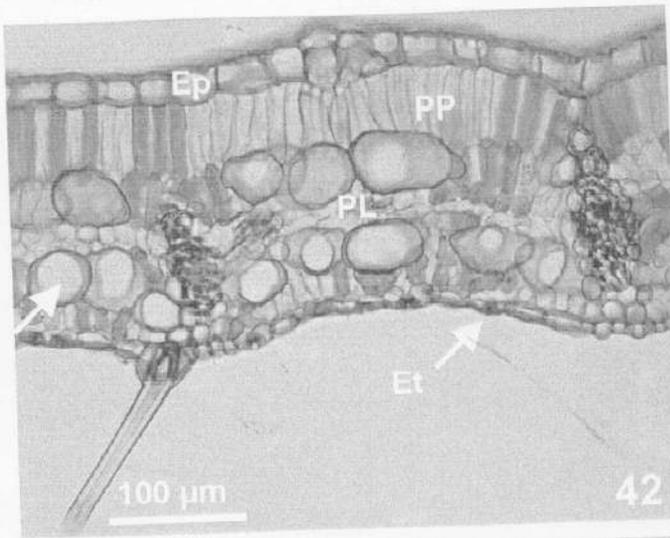
Outras células que são mantêm o seu formato intacto, após a carbonização, são os elementos de condução, tanto os elementos de vaso (Fig. 61), como os traqueídes (Fig. 62).

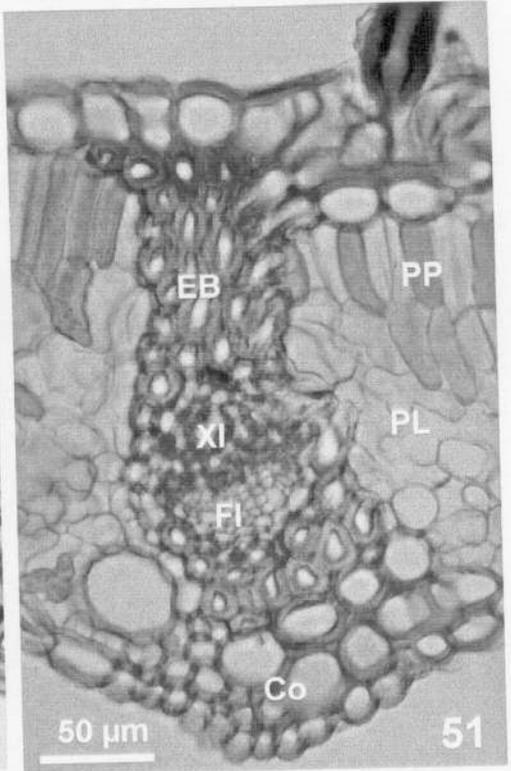
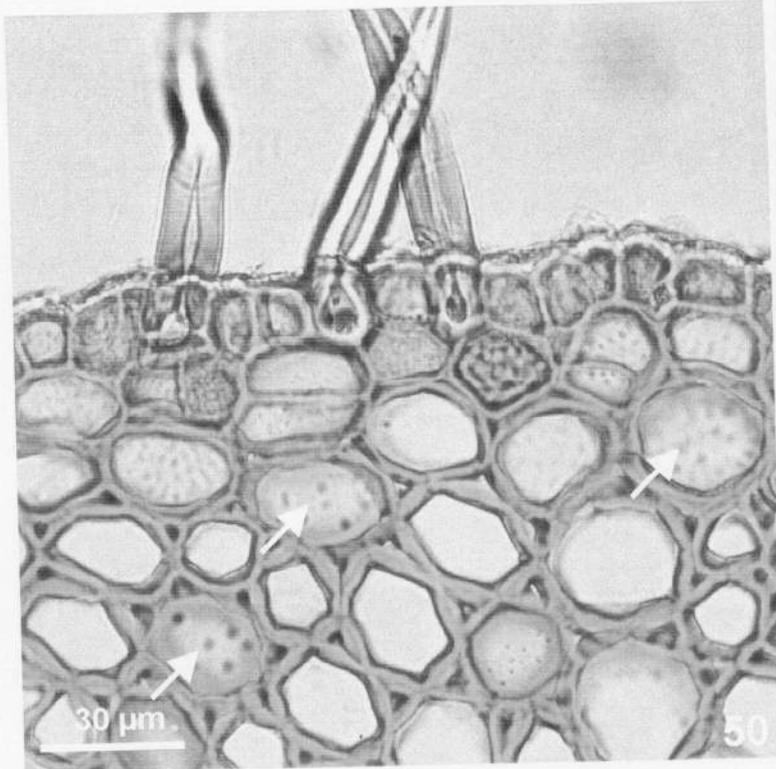
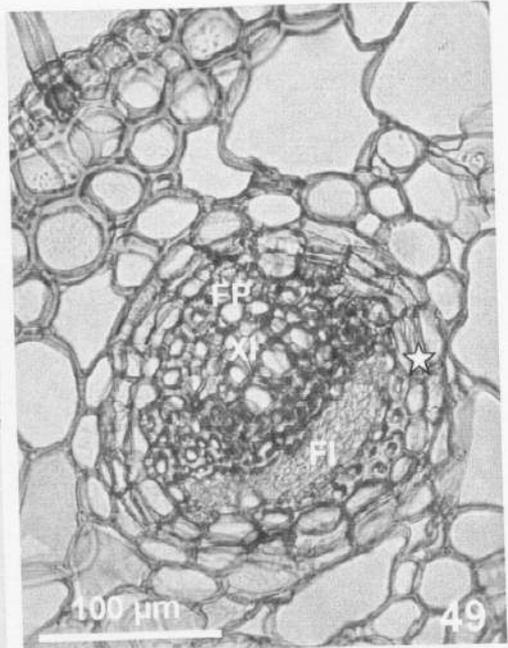
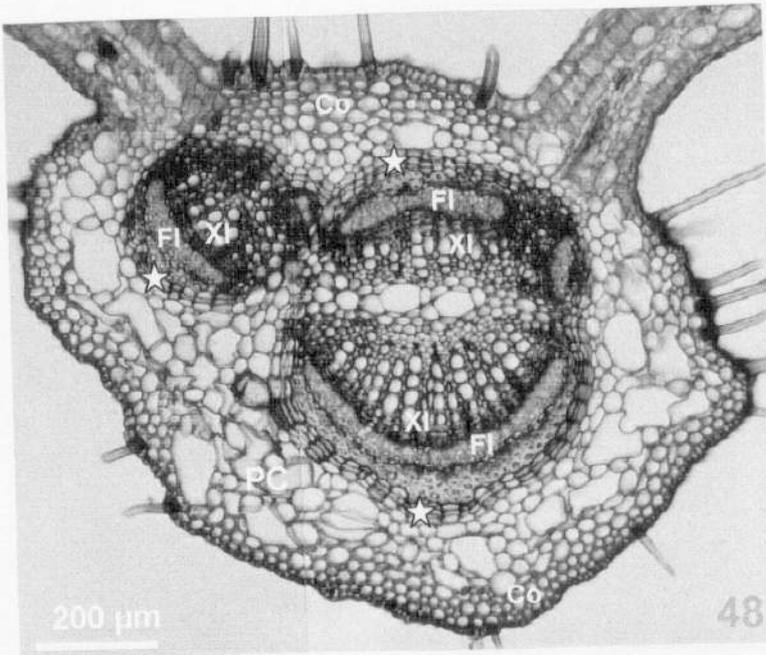
3.2.4. Quantificação de silício

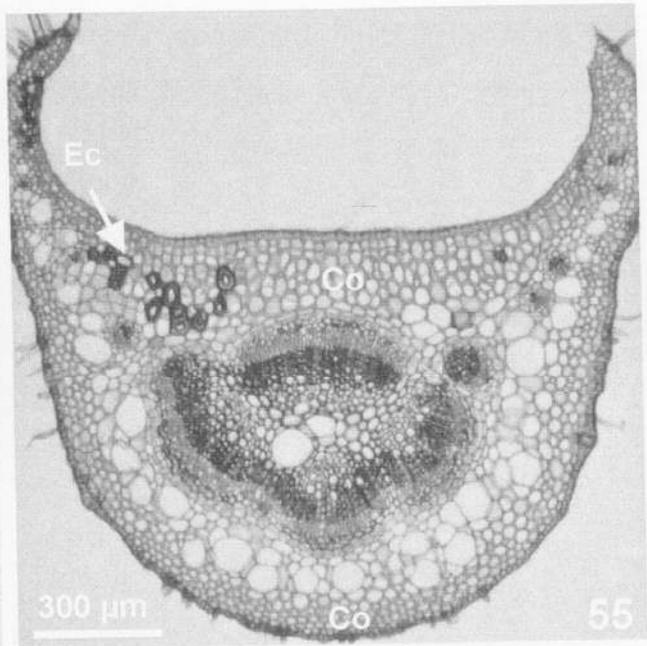
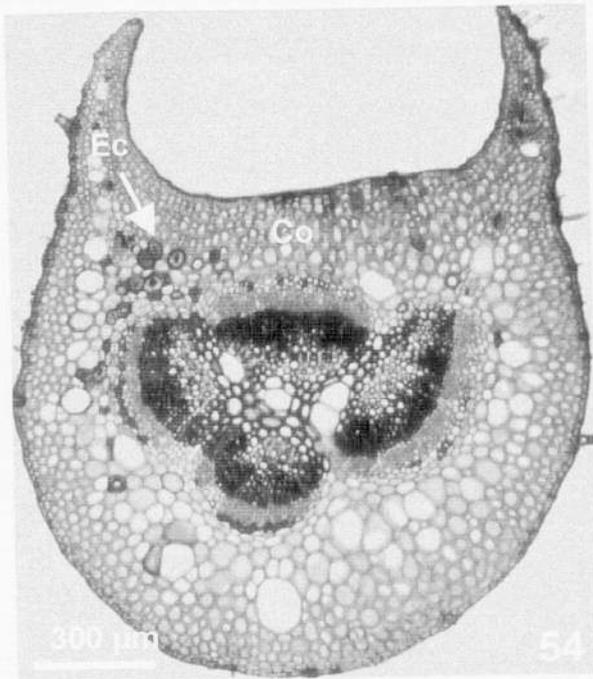
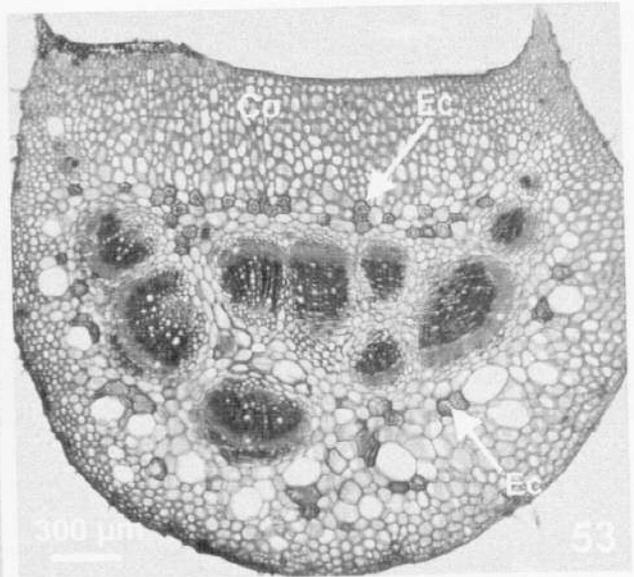
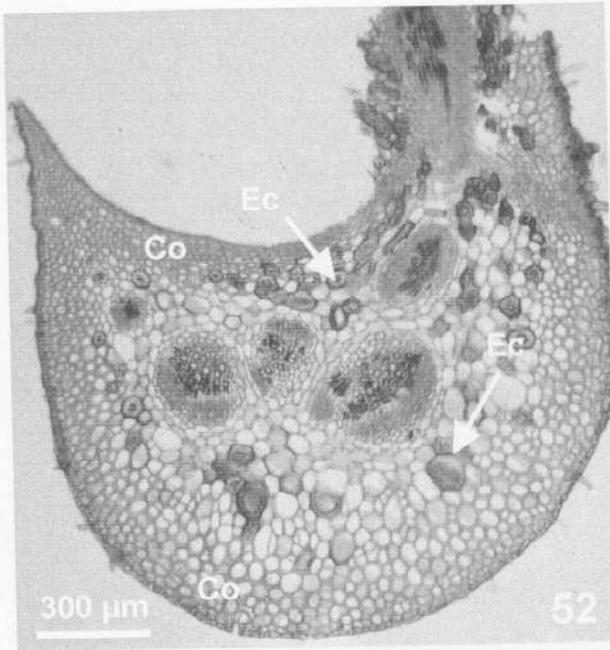
A quantificação total de silício foi realizada com folhas jovens e adultas de *Davilla elliptica* e apresentaram respectivamente os seguintes resultados: 0,75 % e 1,12 % de Si.

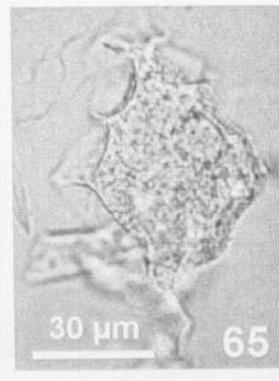
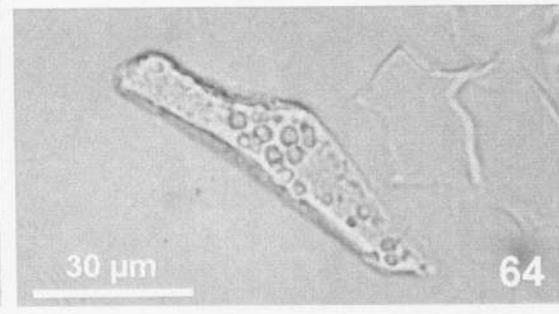
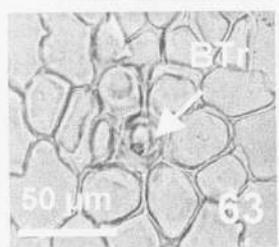
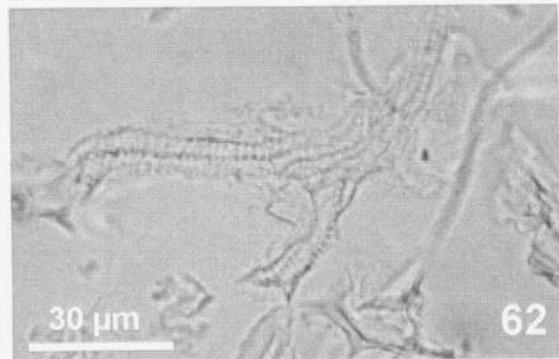
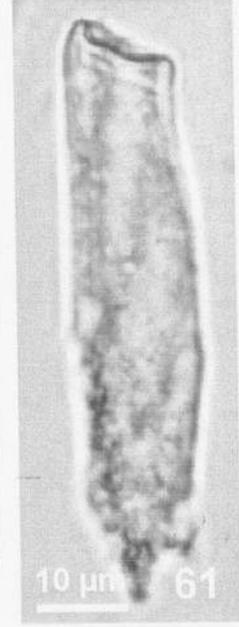
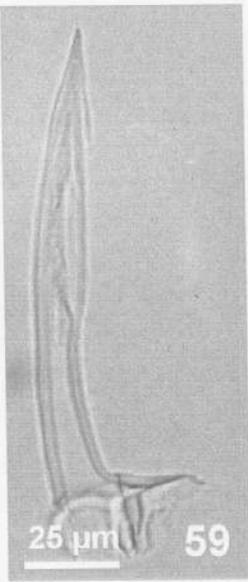
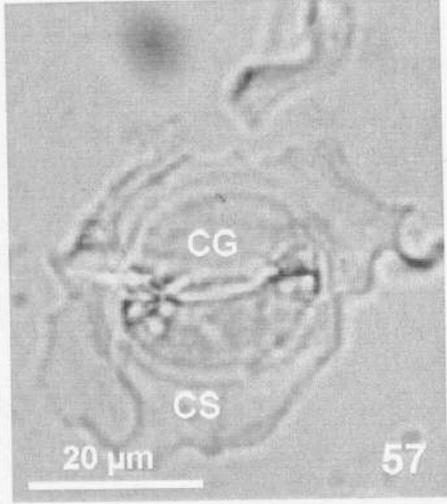
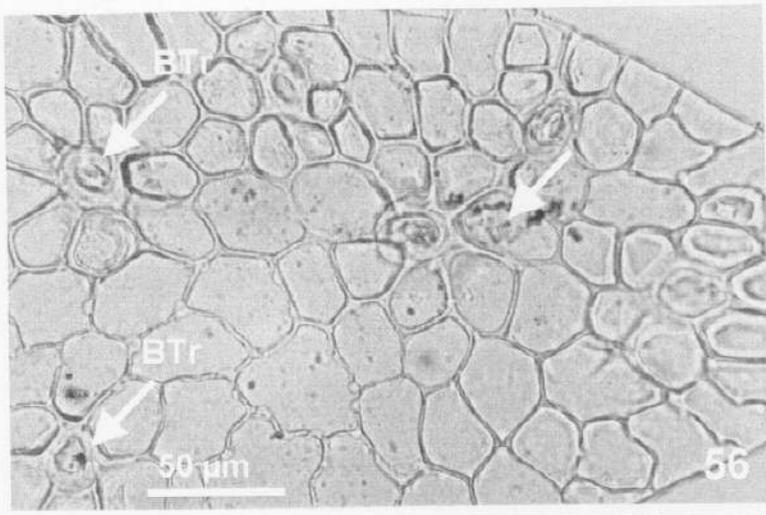












3.3. *Doliocarpus dentatus* Stadl.

Os indivíduos de *Doliocarpus dentatus* amostrados, crescem na margem das matas de galeria (Fig. 66).

As folhas de *D. dentatus* apresentam filotaxia alterna, são lanceoladas (Fig. 67a), medindo aproximadamente 16.3 cm de comprimento e 5.0 cm de largura e o pecíolo mede, cerca de, 1.2 cm. O padrão de venação também peninérvo e a margem é dentada (Fig. 67a). A Fig. 7b ilustra um ramo com frutos maduros.

3.3.1. Lâmina Foliar

A. Epiderme

A epiderme da folha de *Doliocarpus dentatus* apresenta um pequeno número de tricomas, cuja parede também é lignificada, tanto na superfície adaxial (Fig. 69) como na superfície abaxial (Fig. 70) e, em maior número sobre as nervuras. Os tricomas são unicelulares, formados por uma célula alongada (Fig. 71).

Em vista frontal, as células epidérmicas da folha de *D. dentatus* apresentam paredes anticlinais pouco sinuosas (Fig. 68 e 70). Em cortes transversais, nota-se que a epiderme é uniestratificada, formada por células quadrangulares (Fig. 71, 73, 74 e 75), maiores na epiderme adaxial do que na epiderme abaxial (Fig. 74 e 75). As células epidérmicas apresentam a parede periclinal externa mais espessada que as demais e uma cutícula evidente (Fig. 71, 73, 74 e 75).

Em *D. dentatus*, os estômatos (Et) encontram-se apenas na epiderme abaxial (Fig. 70 e 72-75 - Et). A figura 72, mostra em detalhe, um estômato em vista frontal, onde se vê que as células subsidiárias apresentam a cutícula estriada (Etr). O corte transversal visto, na figura 73, revela a estrutura de um estômato, onde se vêem as células-guarda (CG) com suas paredes irregularmente espessadas; as células subsidiárias (CS), maiores que as demais células epidérmicas, e a câmara subestomática (CSE).

B. Mesofilo

Doliocarpus dentatus apresenta mesofilo bilfacial (Fig. 74). Sob a epiderme adaxial aparecem duas camadas contínuas de parênquima clorofiliano paliçádico (PP), constituído de células alongadas (Fig. 74 e 75 - PP). Nesta espécie, o parênquima clorofiliano paliçádico corresponde a pouco menos de 50 % da altura do mesofilo (Fig. 74 - PP).

O parênquima clorofiliano paliçádico é seguido pelas camadas de parênquima clorofiliano lacunoso sob a epiderme inferior (Fig. 74 - PL).

Nesta espécie o parênquima clorofiliano também não atinge a margem da folha e o fechamento do limbo foliar é feito por esclerênquima (Esc) (Fig. 75).

C. Nervuras

Cortes transversais da nervura principal, da folha de *Doliocarpus dentatus*, revelam que o sistema vascular é formado por um anel de feixes vasculares, com o xilema (XI) voltado para dentro e o floema (FI) voltado para fora, com dois ou três feixes vasculares internos, como o visto em *Curatella americana* (Fig. 21 e 22). Nestes feixes internos o floema (FI) aparece voltado para a epiderme abaxial e xilema (XI) para a epiderme adaxial (Fig. 76). O conjunto de feixes é circundado por fibras do periciclo (Fig. 76 e 78 - FP).

Na figura 78 pode-se observar, em detalhe, que no parênquima cortical (PC), localizado externamente às fibras perivasculares (FP), aparecem inúmeros idioblastos contendo rafideos de oxalato de cálcio (Ra). Chama-se também a atenção para a presença de colênquima (Co) sob a epiderme.

As nervuras secundárias são constituídas por um feixe vascular colateral, com o floema (FI) voltado para a superfície abaxial e o xilema (XI) voltado para superfície adaxial (Fig. 77). Estes feixes vasculares de menor porte são circundados por células de paredes lignificadas, que formam a bainha do feixe, ligada apenas à epiderme adaxial (Fig. 77) ou a ambas as faces da epiderme (Fig. 75) por extensões de bainha (EB).

3.3.2. Pecíolo

A seqüência de cortes transversais, do pecíolo de *Doliocarpus dentatus* (Fig. 79-83) revela que o sistema vascular da região basal é formado por, aproximadamente, 7 feixes vasculares (Fig. 79 e 80), que vão progressivamente fundindo-se (Fig. 81 - 84) até a formação de um anel em forma de U (Fig. 84).

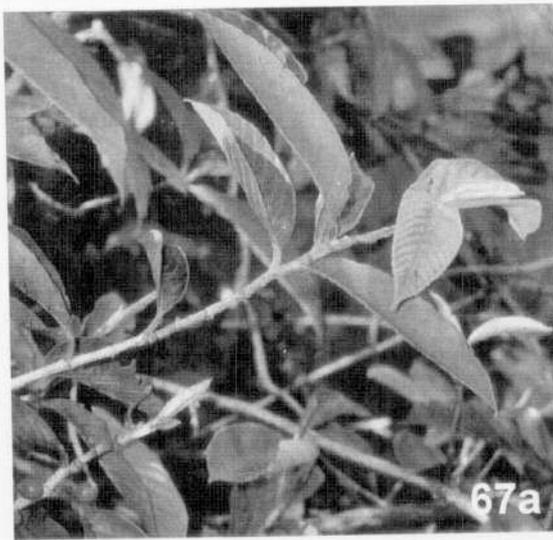
Na região apical do pecíolo (Fig. 83 e 84), além do anel externo de feixes em forma de U, aparece ainda um semi círculo, interno, de feixes vasculares, onde o floema (FI) está voltado para fora. No anel externo, o floema (FI) aparece voltado para fora e o xilema (XI) para o centro (Fig. 83 e 84), como se observa também na nervura mediana do limbo (Fig. 76).

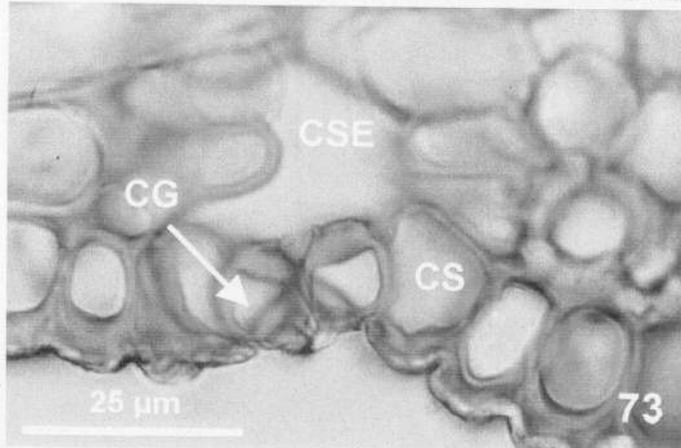
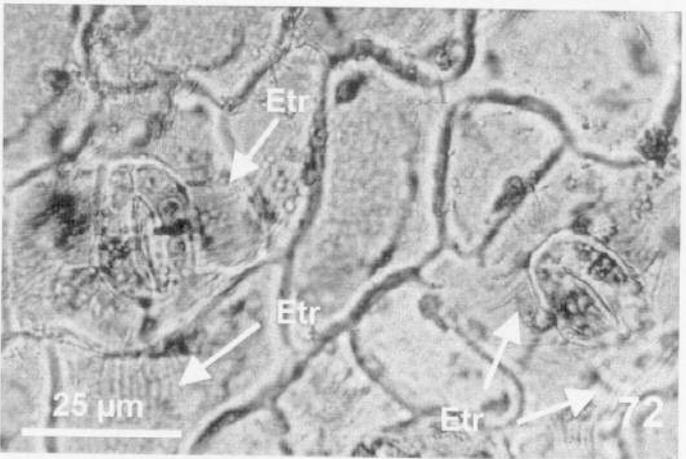
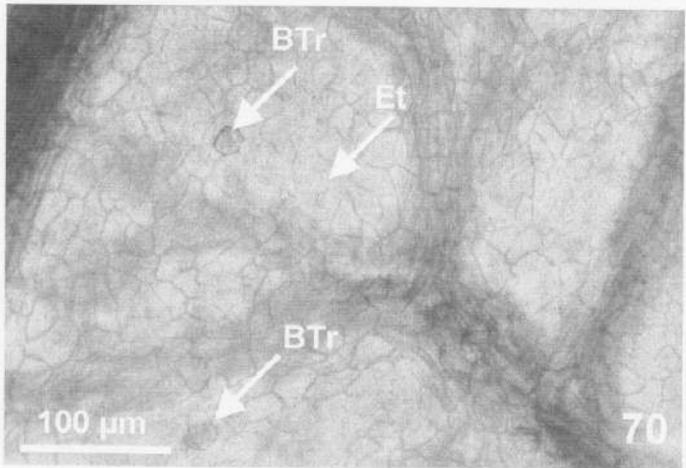
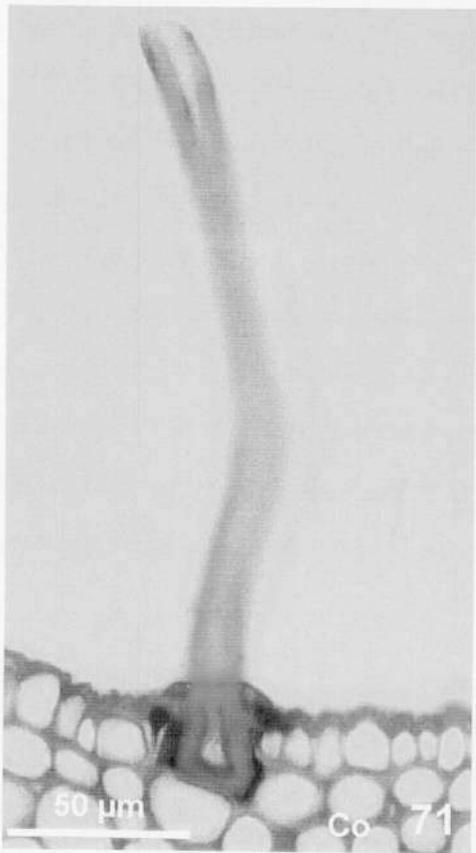
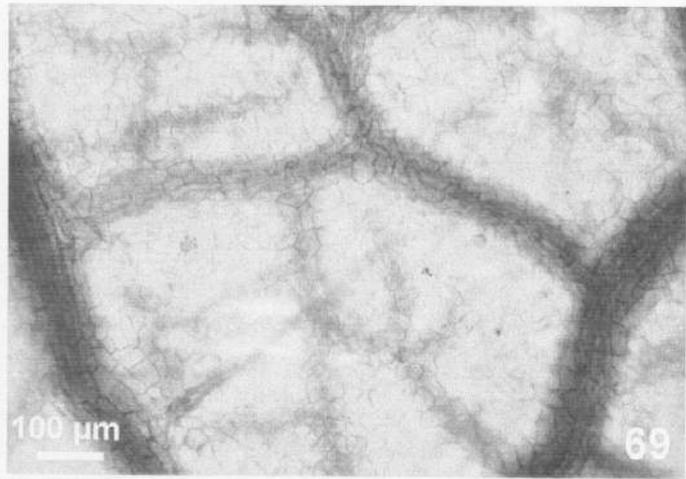
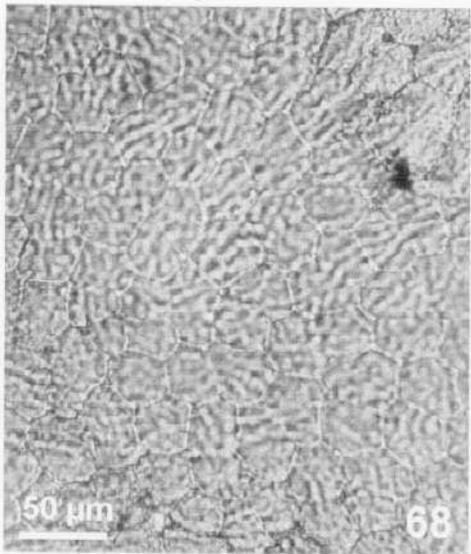
O sistema vascular é circundado por parênquima cortical (PC) seguido de algumas camadas de colênquima (Fig. 79-84 - Co). As camadas de colênquima (Co) sob a epiderme vão diminuindo progressivamente em direção ao ápice do pecíolo (Fig. 79-84).

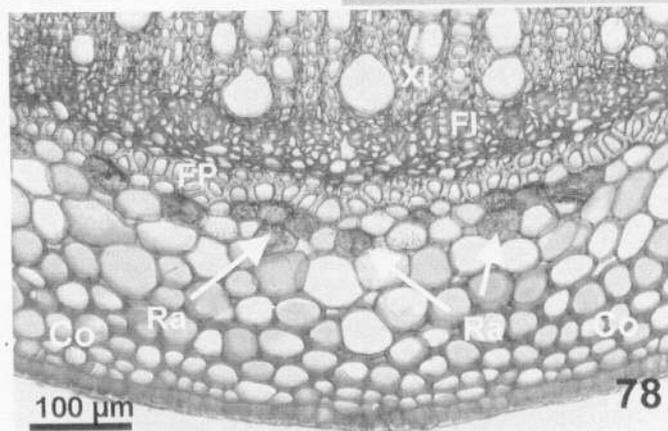
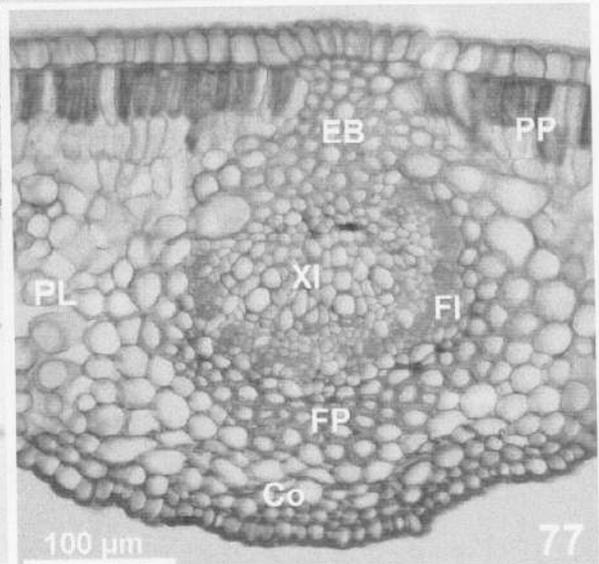
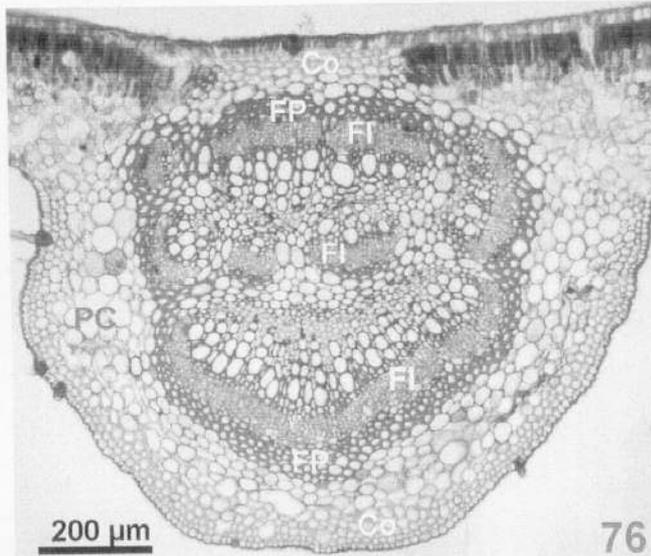
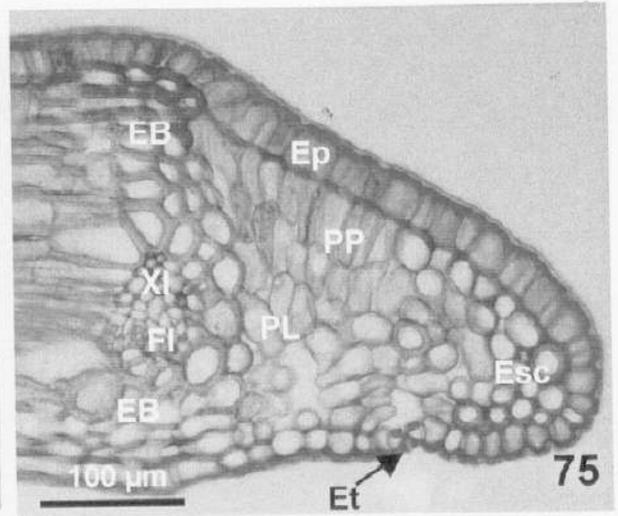
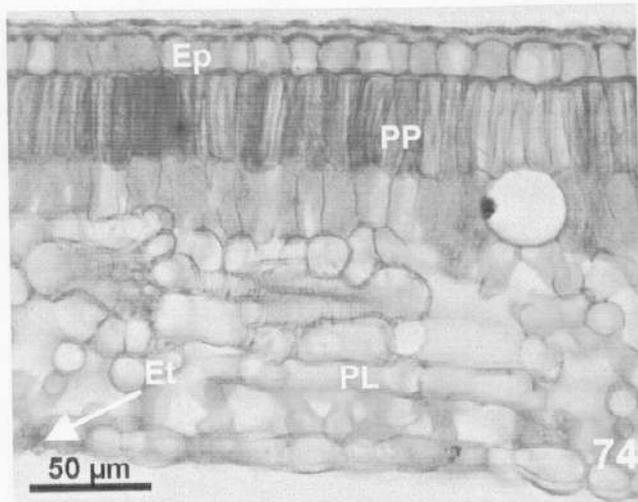
Apesar de não muito evidente nas ilustrações, chama-se a atenção para a presença de idioblastos contendo rafídeos de oxalato de cálcio, dispersos entre as células do parênquima cortical, presentes desde a base até o ápice do pecíolo.

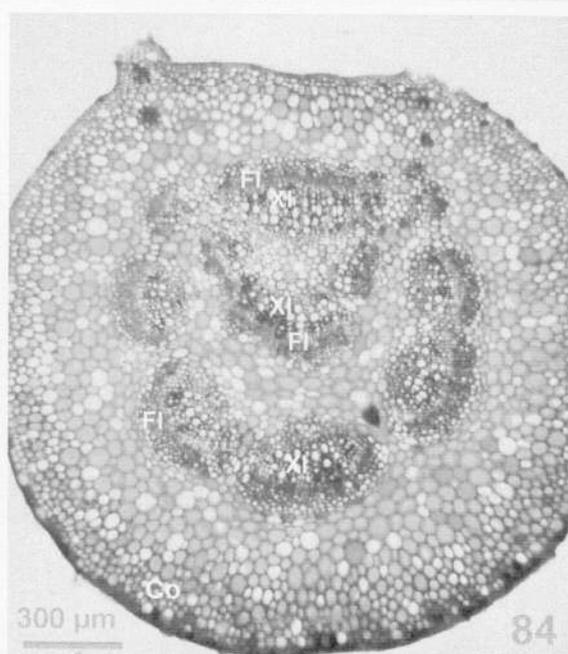
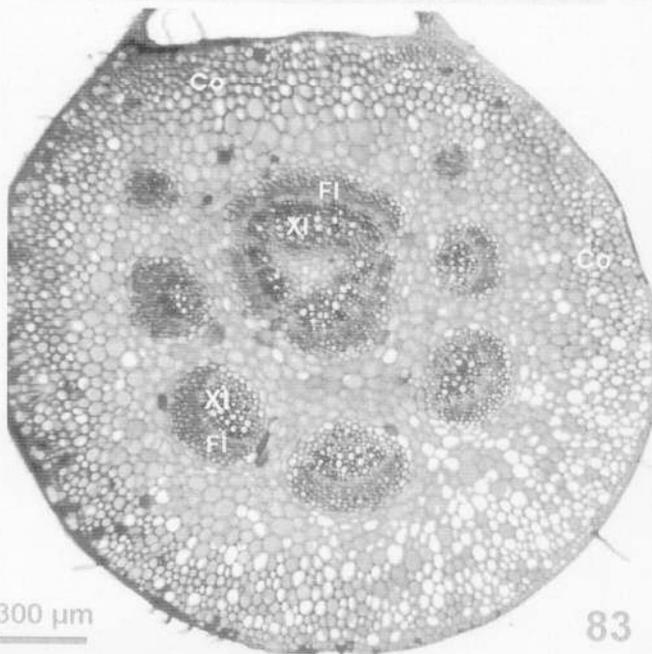
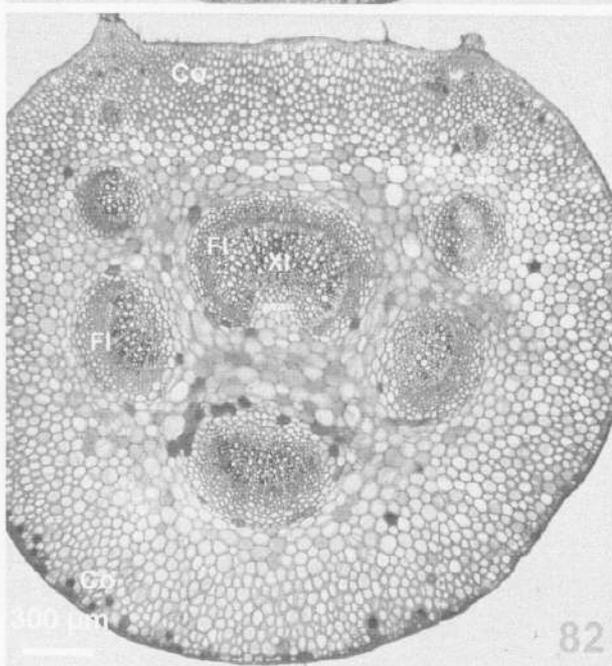
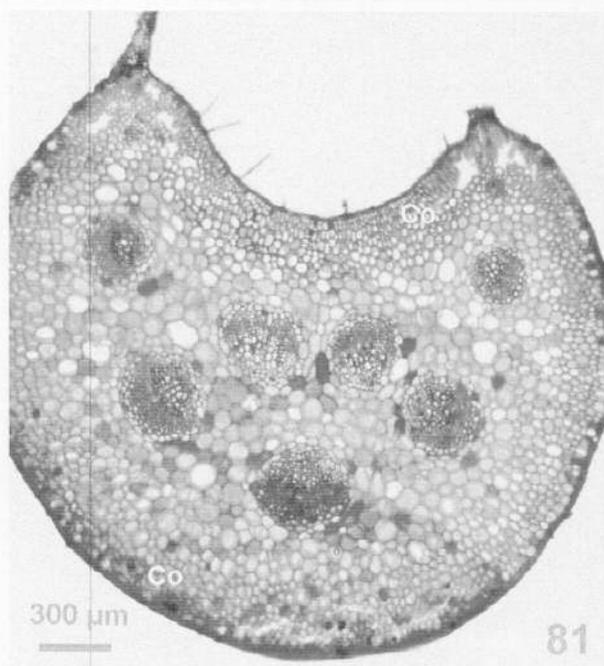
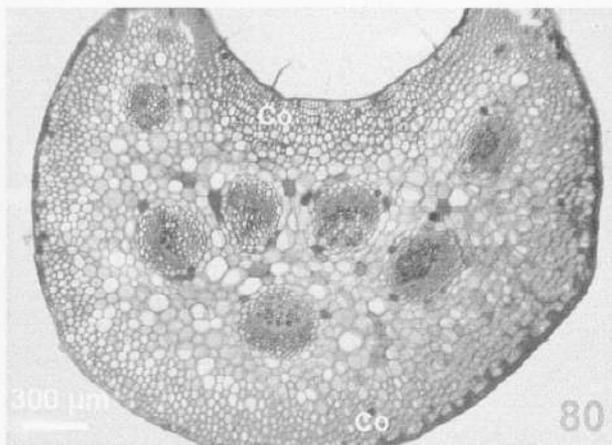
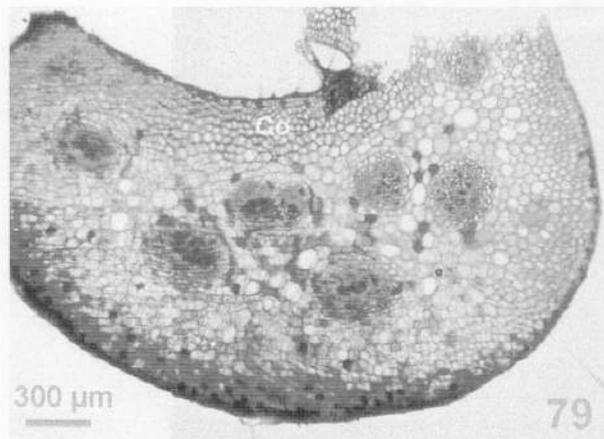
3. 3. 3. Quantificação de silício

A quantificação total de silício realizada com folhas jovens e adultas de *Doliocarpus dentatus* apresentaram, respectivamente, os seguintes resultados: 0,45 % e 0,54 % de Si.









4. DISCUSSÃO

Os indivíduos de *Curatella americana* e de *Davilla elliptica* amostrados apresentam respectivamente, porte médio de 3,00 m e 1,50 m, caracterizando-se como arbustos e subarbustos. No entanto, conforme descrito na Flora Brasiliensis (Eichler, 1841-1872), *C. americana*, pode chegar a apresentar porte arbóreo no cerrado. *Doliocarpus dentatus* é uma liana que cresce na margem das matas, usando como suporte outros indivíduos, em busca de maior luminosidade.

Nas três espécies estudadas, as folhas são inteiras, alterna e têm nervação peninévea o que, segundo Dickison (1970) e Joly (1987), são características típicas das Dilleniaceae. O limbo é ovado em *Curatella americana*, elíptico em *Davilla elliptica* e lanceolado em *Doliocarpus dentatus*. As folhas adultas são verde escura e as jovens, têm coloração mais clara e são as mais atacadas por insetos.

As três espécies analisadas apresentam tricomas com paredes lignificadas na epiderme foliar, como já mencionado por Teixeira da Silva (1983) para *Curatella americana*. Em *C. americana* e *Davilla elliptica* as folhas apresentam-se ásperas ao tato, devido a um elevado número de tricomas com as paredes silicificadas, tanto na superfície adaxial como na abaxial. Em *Doliocarpus dentatus* os tricomas ocorrem, em menor número, o que confere um aspecto menos áspero à folha desta espécie. Nas três espécies, os tricomas aparecem em maior número sobre as nervuras.

Os tricomas presentes na epiderme foliar de *Curatella americana*, são estrelados, formados por um número variado de células, apresentando-se como: tricomas de braços longos e tricomas de braços curtos. Morretes & Ferri (1959) e Teixeira da Silva (1983), consideram a existência de duas formas distintas de tricomas nas folhas de *C. americana*. Segundo Teixeira da Silva (1983), na epiderme abaxial os tricomas são longos e na epiderme adaxial são curtos. Mas como observado nos resultados apresentados, e concordando com Morretes & Ferri (1959) e Dickison (1970), tricomas de braços longos e curtos ocorrem em ambas as faces da epiderme. No entanto, estes autores consideram a existência de dois tipos distintos de tricomas e como se viu na figura 6, é a torção e a quebra dos braços longos do tricoma maior que leva à formação do tricoma de braços curtos. Teixeira da Silva (1983) menciona ainda a presença de tricomas unicelulares longos e de papilas, que segundo o autor, ocorrem em menor quantidade. No entanto, neste trabalho não foi notada a presença destes dois tipos de anexos da epiderme.

Em *Davilla elliptica* e *Doliocarpus dentatus* os tricomas são unicelulares, o tipo de tricoma mais comum na família Dilleniaceae, segundo Dickison (1970). Em *D. dentatus* os tricomas são formados por uma única célula alongada, enquanto em *D. elliptica*, os tricomas unicelulares apresentam-se diferentes tamanhos, tanto na epiderme adaxial como na epiderme abaxial, o que discorda da afirmação de Joly (1987), que *D. elliptica* apresenta a face abaxial da epiderme glabra. Nesta espécie os tricomas ocorrerem isoladamente ou mais raramente geminados.

A presença de um elevado número de tricomas em *Curatella americana* e *Davilla elliptica* pode ser, segundo Fahn (1990) e Metcalfe (1979), um caracter de adaptação às condições áridas, pois estariam diminuindo a taxa de transpiração e favorecendo a absorção de água, sob forma de vapor da atmosfera.

Curatella americana e *Davilla elliptica* crescem, principalmente, no cerrado, *stricto sensu* e nos campos sujos, ambiente mais áridos; diferentemente de *Doliocarpus dentatus*, que cresce nas margens das mata, local de maior umidade e, que apresenta um menor número de tricomas na superfície da folha.

Nas espécies estudadas a epiderme é uniestratificada, formada de células aproximadamente retangulares com a parede periclinal externa, mais espessa que as demais e com uma cutícula evidente, o que segundo Fahn (1990) é outra característica de plantas de ambientes secos. Segundo este autor, paredes espessas, cutinizadas e cuticularizadas ajudam a evitar a transpiração.

Apesar de Teixeira da Silva (1983) ter relatado a ocorrência de estômatos na epiderme adaxial de *Curatella americana*, no presente trabalho verificou-se que nas folhas das três espécies analisadas, os estômatos aparecem apenas na epiderme abaxial. Tais resultados estão de acordo com a afirmação de Dickison (1970) de que as Dilleniaceae são hipoestomáticas. Estômatos na face abaxial da epiderme é uma característica de espécies de ambientes mais secos. Em *C. americana*, os estômatos aparecem apenas em reentrâncias na epiderme inferior e levemente acima do nível da epiderme, concordando com o citado por Teixeira da Silva (1983) e Dickison (1970). Segundo Ferri & Lamberti (1960), *C. americana*, apresenta reações rápidas de fechamento estomático, o que estaria reduzindo a transpiração, no entanto, neste trabalho não foram realizadas medidas de abertura e fechamento dos estômatos.

Curatella americana e *Doliocarpus dentatus*, apresentam estrias cuticulares das células subsidiárias.

Em *Curatella americana* e *Davilla elliptica*, o mesofilo é isolateral, com uma pequena quantidade de parênquima clorofiliano lacunoso entre as camadas de parênquima clorofiliano paliçádico sob a epiderme adaxial e abaxial. Em *C. americana* o parênquima clorofiliano paliçádico corresponde a mais de 50 % da altura do mesofilo, configuração esta, que está de acordo com o apresentado por Morretes & Ferri (1959), Teixeira da Silva (1983) e Dickison (1970).

Em *Davilla elliptica*, nota-se a presença de apenas uma camada de parênquima clorofiliano paliçádico sob a epiderme adaxial e uma camada descontínua, sob a epiderme abaxial. Nesta espécie o parênquima clorofiliano paliçádico corresponde a menos de 50 % da altura do mesofilo. Mesofilo isolateral é uma característica de espécies ambientes áridos Fahn (1990) o que está de acordo com o local onde vivem estas duas espécies. *Doliocarpus dentatus* apresenta dupla camada de parênquima paliçádico, sob a epiderme adaxial e uma maior quantidade de parênquima clorofiliano lacunoso sob a epiderme abaxial. Caracterizando assim, um mesofilo bifacial ou dorsiventral como, geralmente, ocorre nas folhas das espécies que crescem em ambiente mesofítico, onde a disponibilidade de água não chega a ser problema.

As espécies estudadas apresentam um grande número de idioblastos contendo rafídeos, entre as células do parênquima cortical na nervura principal e no pecíolo e entre as células do parênquima clorofiliano paliçádico. A ocorrência de rafídeos é uma característica comum entre as Monocotyledonae, no entanto, raramente ocorre entre as Dicotyledonae,

servindo para distinguir as Dilleniaceae das espécies de famílias próximas (Cronquist, 1968). Segundo Villela & Lacerda (1992), *Curatella americana* é uma espécie acumuladora de cálcio.

A margem foliar das três espécies estudadas, apresentam tecido de sustentação sob a epiderme. Em *Curatella americana* e *Davilla elliptica* é o colênquima que forma a margem foliar, enquanto que, em *Doliocarpus dentatus* ela é formada por células de paredes lignificadas.

O sistema vascular da folha é representado pela nervura principal mais as nervuras secundárias de menor porte. A nervura principal, em *Curatella americana* e em *Doliocarpus dentatus* apresenta um anel de feixes vasculares, com o xilema voltado para o interior e o floema voltado para fora. Em *C. americana* o anel de feixes vasculares é aproximadamente circular, enquanto em *D. dentatus*, apresenta o formato de U aberto. O conjunto de feixes vasculares é circundado por fibras pericíclicas. Estas duas espécies possuem dois ou três feixes vasculares internos, com floema voltado para a epiderme abaxial e xilema para a epiderme adaxial.

Davilla elliptica apesar de apresentar os feixes vasculares da nervura mediana formando um anel, como nas duas espécies anteriores, não possui os feixes internos. Segundo Dickison (1970) as Dilleniaceae apresentam uma grande variação na distribuição dos tecidos vasculares da nervura mediana da folha. A análise de um maior número de espécies de diferentes gêneros de Dilleniaceae, poderia indicar se o arranjo dos feixes vasculares da nervura mediana, seria ou não uma boa característica anatômica a ser utilizada na taxonomia do grupo.

Na nervura mediana, externamente aos tecidos vasculares aparece o parênquima cortical e o colênquima sob a epiderme. Em *Davilla elliptica* o parênquima cortical se assemelha a um aerênquima, quando visto em corte transversal. No entanto, cortes longitudinais (Fig. 43) revelam que este parênquima é formado por células bastante alongadas o que, em cortes transversais, confere ao tecido a falsa impressão de um aerênquima.

Na nervura mediana de *Davilla elliptica*, observa-se ainda, externamente às fibras do periciclo, uma endoderme com estrias de Caspary, que apresenta divisões durante o seu estágio meristemático (pro-endoderme), formando algumas camadas de células do parênquima cortical em disposição radiada (Fig. 45, 46, 48 e 49). A endoderme com estrias de Caspary sempre ocorre nas raízes, mas segundo Lersten (1997) poucas pessoas têm conhecimento de sua presença no caule e nas folhas. O autor considera que a ocorrência de endoderme com estrias de Caspary nas folhas é bastante rara e mais comum em espécies herbáceas. A presença

de endoderme com estrias de Caspary nas folhas de *D. elliptica* confirma que esta estrutura pode estar presente também em algumas espécies lenhosas, como já mencionado por Dickson & Weitzman (1996) e Lersten (1997).

As nervuras secundárias, nas três espécies estudadas apresentam um único feixe vascular colateral, com o floema voltado para a superfície abaxial e o xilema voltado para superfície adaxial. Estes feixes são circundados por células de paredes lignificadas, que formam a bainha do feixe, ligada à epiderme por extensões de bainha.

O sistema vascular da base do pecíolo é composto por um número variável de feixes vasculares, que vão se unindo até formar um único anel de feixes, que terá continuidade com os feixes da nervura principal. *Curatella americana* possui, aproximadamente, 14 feixes vasculares na base do pecíolo, em *Davilla elliptica* o número de feixes vasculares, na base do pecíolo é menor, cerca de 9 feixes e em *Doliocarpus dentatus* são cerca de 7 feixes, que também se unem, como nas outras espécies. Segundo Dickison (1969) a vascularização do pecíolo em Dilleniaceae é bastante variada tanto entre os gêneros, como entre as espécies de um mesmo gênero.

O sistema fundamental do pecíolo nestas espécies, apresenta várias camadas de colênquima sob a epiderme. Internamente ao colênquima aparece o parênquima cortical, com um grande número de esclereídes na região basal, principalmente, em *Curatella americana* e em *Davilla elliptica*. Segundo Dickison (1970) é comum a presença de esclereídes no córtex e na medula do pecíolo de algumas espécies de Dilleniaceae.

Conforme mencionado anteriormente, a sílica é depositada nas plantas, principalmente, como sílica amorfa hidratada (Jones & Handreck, 1967) e segundo Molisch (1923) in Dayanandam *et al* (1983) a carbonização é um dos métodos mais eficientes para a detecção de sílica e tem sido empregado por vários autores, como por exemplo por Campos & Laboriau (1969), Silva & Laboriau (1970), Sondahl & Laboriau (1970), Postek (1981) e Teixeira da Silva (1983). Conforme mencionado anteriormente, as células preservadas na carbonização, devido a presença de sílica em suas paredes ou no seu interior, são denominadas de fitólitos ou silicofitólitos (Campos & Labouriau (1969), Silva & Labouriau (1970) e Sondahl & Laboriau (1970), Ball *et al.*, 1999).

A presença de sílica parece ser um caráter comum em Dilleniaceae (Metcalf & Chalk, 1979).

Os dados da quantificação de silício em *Curatella americana* e *Davilla elliptica* citados nos resultados não são semelhantes aos apresentados por Pinheiro Filho (1999). Isto

pode ser devido à técnica empregada neste trabalho, bem como à diferenças do solo onde os indivíduos crescem. *Curatella americana* foi a espécie que apresentou maior quantidade de Si em suas folhas. As folhas adultas apresentam um maior teor de Si do que as folhas jovens, nas três espécies estudadas, de modo semelhante ao obtido por Teixeira da Silva (1983), o que parece indicar que o Si vai sendo depositado gradativamente durante o ciclo de vida das folhas.

Nas folhas carbonizadas de *Curatella americana* e *Davilla elliptica* as células epidérmicas fundamentais, estômatos, a base dos tricomas ou mesmos os tricomas inteiros, elementos de vasos e os traqueídes são preservados, mesmo após submetidas à temperaturas elevadas e ao tratamento com ácidos. Isto mostra que estas células apresentam as suas paredes altamente silicificadas. Teixeira da Silva (1983) já havia observado resultados semelhantes para *C. americana*.

Curatella americana apresenta ainda uma grande quantidade de corpos silicosos pequenos e esféricos no interior das células fundamentais da epiderme (Fig. 31). Dickison (1970) mostrou, em ilustrações de cortes transversais da nervura mediana de *C. americana* e *Davilla* sp, células do parênquima cortical contendo sílica, sob a forma de granulações, em *Davilla* sp e sílica com aspecto arenoso em *C. americana*. No entanto, nos cortes do material incluído em "paraplast" não foi possível encontrar este tipo de corpos silicosos. Provavelmente o que pode estar ocorrendo, é que a deposição de sílica ocorre de forma diferenciada, dependendo do ambiente em que os indivíduos destas espécies crescem.

Em *Davilla elliptica* a ocorrência de sílica intracelular foi observada nas células epidérmicas que margeiam a base dos tricomas e em algumas células do mesofilo, que apresentam formatos variados. Com isto pode-se constatar que não somente as paredes celulares são silicificadas, como também ocorre a deposição intracelular de sílica tanto em *C. americana* como em *D. elliptica*.

A análise com microsonda de Raio-X feita nas células do tricoma menor de *Curatella americana*, revelou que estas células são constituídas principalmente de silício.

As cinzas das folhas de *Doliocarpus dentatus* resultantes dos tratamentos ácidos e altas temperaturas, semelhantes àqueles feitos com as espécies anteriores, não apresentaram nenhuma célula preservada, o que parece indicar, que nesta espécie não ocorre deposição de sílica em quantidade suficiente, nem nas paredes celulares nem no interior das células, apesar desta espécie apresentar um certo teor de silício nas folhas, conforme mencionado nos resultados.

Campos & Labouriau (1969), Silva & Laubouriau (1970) e Sondahl & Laboriau (1970) relataram a presença de fitólitos, com o formato de células nas cinzas de várias espécies de gramíneas do cerrado, podendo inclusive ser constatada a especificidade destes fitólitos para cada espécie (Wrang, 1998). Outros pesquisadores (Ball *et al.*, 1999), também observaram a presença de fitólitos com diferentes formatos em material carbonizado.

5. CONCLUSÕES

Após a análise e discussão dos dados apresentados foi possível concluir que:

1. As três espécies apresentam em comum:
 - . epiderme unisseriada;
 - . tricomas de paredes lignificadas, nas duas faces da epiderme; estrelados em *Curatella americana* e unicelular em *Davilla elliptica* e *Doliocarpus dentatus*;
 - . folhas Hipoestomáticas;
 - . fibras pericíclicas envolvendo o anel de feixes vasculares do pecíolo e na nervura mediana;
2. *Curatella americana* e *Doliocarpus dentatus* apresentam 2-3 feixes vasculares internos ao anel de feixes da nervura mediana;
3. *Curatella americana* e *Davilla elliptica* apresentam em comum:
 - . mesofilo isolateral;
 - . silicificação da parede de células epidérmicas e elementos de condução e a formação de corpos silicosos intracelulares;
4. A torção e quebra dos tricomas de braços longos que levam à formação dos tricomas de braços curtos em *Curatella americana*;
5. *Doliocarpus dentatus* apresenta mesofilo bifacial;
6. *Davilla elliptica* apresenta endoderme com estrias de Caspary na nervura mediana e camadas de células parenquimáticas de disposição radiada, originadas de divisões periclinais das células da endoderme.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALL, T. B. , GARDNER, J. S. & ANDERSON, N. Identifying inflorescence phytoliths from selected species of Wheat (*Triticum monococcum*, *T. dicoccon*, *T. dicoccoides*, and *T. aestivum*) and Barley (*Hordeum vulgare* and *H. spontaneum*) (Gramineae). *Amer. J. Bot.*, v. 86, n.11, p. 1615-1623, 1999.
- BARROSO, G. M. *Sistemática das Angiospermas*. v. 1. Rio de Janeiro: Ed. da Univ. de São Paulo, 1978. 255p.
- BEARE, M. H., COLEMAN, D. C., CROSSLEY JR., P. F. & ODUM, E. P. A Hierarchical approach to evaluating the significance of soil biodiversity to biogeochemical cycling . *Plant and Soil*, v. 170, p. 5-22, 1995.
- BIGARELLA, J.J., BECKER, R.D. & PASSOS, E. *Estruturas e origens das paisagens tropicais e subtropicais*. Florianópolis: Ed. UFSC, v.2, 1996.
- CAMPOS, A.C. & LABORIAU, L.G. Corpos silicosos em gramíneas do cerrado. II. *Pesq Agropec. Bras.*, v. 4, p. 143-15, 1969.

- CHENG, B.T. Some significant functions of silicon to higher Plants. *J. Plant Nutr.* v. 5, n. 12, p. 1345-135, 1982.
- CHEONG, W. Y.; HEITZ, A. & DEVILLE. The effect of silicon on sugar cane growth in pure nutrient solution. *J. Sci. Food Agri*, v. 24, n. 1, p. 113-115, 1973.
- COSTA, L.M., KELLER, W.D. & JOHNS, W.D. Espículas de esponjas em solos de João Pinheiro, MG. *Revista Ceres* v. 39 n. 226, p. 597-603, 1992.
- COUTINHO, L. M. Ecological effects of fire in Brazilian Cerrado. In: Huntley, B. J., Walker, B.H.eds. Ecology of tropical savannas. Berlin, Springer-Verlag. *Ecological Studies* v. 42, p. 273-91, 1982.
- CRONQUIST, A. *The evolution and Classification of Flowering Plants*. Boston: Houghton Mifflin Co., 1968.
- DAYANANDAN, P., KAUFMAN, P. B. & FRANKLIN, C. L. Detection of silica in plants. *Amer. J. Bot.* v. 70, n.7, p. 1079-1084, 1983.
- DICKISON, W. C. Comparative morphological studies in Dilleniaceae, IV. Anatomy of node and vascularization of the leaf, *J. Arn. Arb.*, v. 50, p. 384-411, 1969.
- DICKISON, W. C. Comparative morphological studies in Dilleniaceae, V. Leaf Anatomy. *J. Arn. Arb.*, v. 51, p. 89-101, 1970.
- DICKISON, W. C. & WEITZMAN, A. L. Comparative Anatomy of the young stem, node, and leaf of Bonnetiaceae, including observations on a foliar endodermis. *Amer. J. Bot.* v. 83, n. 4, p.405-418, 1996.
- EICHLER, A. G. Dilleniaceae. In: MARTIUS, C. P. F. de & EICHLER, A. C. Eds. *Flora Brasiliensis*, v. 13, p. 65-120, 1841-1872.
- FAHN, A. Structural and functional properties of trichomes of xeromorphic leaves. *Ann. J. Bot.*, v. 57, p. 631-637, 1986.
- FAHN, A. *Plant Anatomy*, 4^a Ed. Jerusalem: Pergamon Press, 1990. 588p.

- FERRI, M. G. Evolução sobre o conceito de xerofitismo . *Bol. F.F.L.A. USP, Bot.* v.19, p.101-113, 1962.
- FERRI, M. G. & LAMBERTI, A. Informações sobre a economia d'água de plantas de um tabuleiro no município de Goiana (Pernambuco). *Bol. Bot. Univ. São Paulo*, v. 17, p. 133-145, 1960.
- GOLDSTEIN, G., SARMIENTO, G. & MEINZER, F. Daily and seasonal patterns of water relations in evergreen tropical savanna trees. *Acta Rev. Oec. Plant.* v.7, n.2, p. 107-120, 1986.
- GOODLAND, R. & FERRI, M. *Ecologia dos cerrados*. Tradução: Eugênio Amador. Belo Horizonte: Editora Itatiaia, São Paulo: Editora da USP, 1979. p. 30-86.
- JOLY, A.B. *Botânica: Introdução à taxonomia vegetal*, 8ª edição. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1987.
- JOHANSEN, D.A. *Plant microtechnique*. New York: Mc Graw-Hill Book, 1940. 523p.
- JONES, L.H.P. & HANDRECK, K.A. Silica in soils, plants and animals. *Advance Agr.*, v.19, p.107-149, 1967.
- KRAUS, J. E. & ARDUIN, M. *Manual Básico de Métodos de Morfologia Vegetal*. Rio de Janeiro: EDUR -Seropédica, 1997. 198p.
- KRAUS, J. E., SOUZA, H. C., REZENDE, M. H., CASTRO, N. M., VECCHI, C. & LUQUE, R. Astra Blue and Basic Fuchsin Double Staining of Pant Materials. *Biot. & Histochem.* v. 73, n. 5, p. 235-243, 1998.
- LERSTEN, N. R. & CURTIS, J. L. Secretory reserves (ducts) of two kinds in giants ragweed (*Ambrosia trifida*, Asteracea). *Amer. J. Bot.*, v. 75, n. 9, p.1313-1323, 1988.
- LERSTEN, N. R. Occurrence of endodermis with a Casparian strip in stem and leaf. *Bot. Ver.* v. 63, n.3, p.265-272, 1997.
- LEWIN, J. & REIMAN, B. E. F. Silicon and plant growth. *Ann. Rev. Plant Physiol.* v. 20, p: 289-304, 1969.

- LORENZI, H. *Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Nativas do Brasil*. Vol.4, 2^a ed. Nova Odessa, São Paulo, Ed. Plantarum, 1992.
- MATYCHENKOV, V. V., SNYDER, G. S. Molibe Silicon compounds in some soils of Southem Florida. *Eurasian soil science* v. 29, n. 12, p. 1350-1354. 1996.
- METCALFE, C.R & CHALK, L. *Anatomy of the Dicotyledons* v. I, 2^a ed. Oxford: Claredon Press, 1979. 276p.
- METCALFE, C.R. Secretary mineral Substances - Silica. In: METCALFE, C.R & CHALK, L. *Anatomy of the Dicotyledons* v. II. 2^a ed. Oxford: Claredon Press, 1983. p. 82-94.
- MONTENEGRO, G. *Manual de Técnicas de Estudio Estructural e Ultraestructural en Vegetales*. Laboratorio de Botanica. Faculdade de Ciências Biológicas. Pontifice Univerdida Catolica do Chile, 1985.
- MORRETES, B. L. & FERRI, M. G. Contribuição ao estudo da anatomia das folhas de plantas do cerrado. *Bol. Bot. Univ. S. Paulo*, v.16, p.7-70, 1959.
- PINHEIRO FILHO, D. *Estudo do silício e do alumínio no sistema solo - planta em espécies lenhosas do cerrado, no município de Araguari-MG*. Uberlândia, 1999. 45p. Monografia (Conclusão do Curso de Agronomia) - Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia.
- PIPERNO, D.R. Phytoliths Analysis. An Archaeological and Geological Perspective. *Academic Press*. San Diego, 1988.
- POSTEK, M. T. The occurrence of silica in leaves of *Magnolia grandiflora*. *Bot. Gaz.*, v.142, n.1, p.124-134, 1981.
- RATTER, J. A. Transition in Brazil In. FURLEY, P. A., PROCTOR, J., RATTER, J. A. (Eds). *Nature and dynamics of forest-savanna boundaries*. London: Chapman & Hail, v. 603, p. 417-427, 1992.
- SANGSTER, A. G., HODSON, M. J. & TUBB, H. J. Silicon on Deposition in Higher Plants. In: *Silicon in Agriculture conference, 1999, Florida, USA. Program Agenda and Abstracts, Florida USA, 1999. p. 4*

- SANTANA, D.P. & MOURA FILHO, W. Estudos dos solos do Triângulo Mineiro e de Viçosa. I. *Mineralogia Experimentiae* v.24, n.6, p. 131-160, 1978.
- SARMENTO, L. S. Defesas físicas e fenológicas em plantas com nectários extraflorais associados a formigas no cerrado. Uberlândia - MG. 2000. 33p. Monografia (Bacharel em Ciências Biológicas) Instituto de Biologia da Universidade Federal de Uberlândia.
- SASS, J. E. *Botanical microtechnique*. The Iowa State College Press, 1951. 227 p.
- SENDULSKY, T. & LABORIAU, L.G. Corpos silicosos de gramíneas dos Cerrados. I. *Ann. Acad. Bras. Ciên. Supl.* v. 38, p. 159-170, 1966.
- SCHIAVINI, I. & ARAÚJO, G. M. Considerações sobre a vegetação da reserva ecológica do Panga (Uberlândia). *Rev. Sociedade e Natureza*. v. 1, n. 1, p. 61-66, 1989.
- SILVA, S.T. & LABORIAU, L.G. Corpos silicosos em gramíneas do cerrado III. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.5, p. 167-182, 1970.
- SÖNDAHL, M. R. I. & LABORIAU, L. G. Corpos silicosos de gramíneas dos cerrados IV. *Pesq. Agropec.*, v.5, p.183-207, 1970.
- TEIXEIRA-DA-SILVA, S. *Aspectos morfológicos e fisio-ecológicos da absorção de ácido silícico em Curatella americana L. (Dilleniaceae)*. São Paulo. 1983. Dissertação (Doutorado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.
- VILLELA, D. M. & LACERDA, L. D. D. Leaf mineral elements dynamics in two "cerrado" tree species. *Rev. Bras. Bot.*, v.52, n.1, p.151-160, 1992.
- WRANG, S. S., KIN, K. & HESS, W. M. Variation of silica bodies in leaf epidermal long cells within and seventeen species of *Oryza* (Poaceae). *Amer. J. Bot.*, v. 85, n. 4, p.461-466, 1998.
- YOSHIDA, S., OHNISHI, Y. & KITAGISHI, K. *Soil Sci. Plant Nutr.* (Tóquio). v. 8, n. 30, p. 113, 1962.

