

DAYANA MARIA TEODORO FRANCINO

**ANATOMIA FOLIAR DE ESPÉCIES DE *Chamaecrista* MOENCH.  
(LEGUMINOSAE/CAESALPINIOIDEAE) OCORRENTES EM CAMPO  
RUPESTRE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Botânica, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2006

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

F817a  
2006

Francino, Dayana Maria Teodoro, 1981-  
Anatomia foliar de espécies de *Chamaecrista* Moench.  
(Leguminosae/Caesalpinioideae) ocorrentes em campo rupestre /  
Dayana Maria Teodoro Francino. – Viçosa : UFV, 2006.  
x, 72f. : il. ; 29cm.

Orientador: Renata Maria Strozi Alves Meira.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Inclui bibliografia.

1. Caesalpinioideae – Anatomia. 2. Folhas – Anatomia.  
3. *Chamaecrista* - Anatomia. I. Universidade Federal de  
Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 583.749

DAYANA MARIA TEODORO FRANCINO

**ANATOMIA FOLIAR DE ESPÉCIES DE *Chamaecrista* MOENCH.  
(LEGUMINOSAE/CAESALPINIOIDEAE) OCORRENTES EM CAMPO  
RUPESTRE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Botânica para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 10 de julho de 2006.

---

Prof<sup>ª</sup>. Aristéa Alves Azevedo  
(Co-Orientadora)

---

Prof. João Marcos de Araújo  
(Co-Orientador)

---

Prof<sup>ª</sup>. Luzimar Campos da Silva

---

Prof. Élder Antônio Sousa e Paiva

---

Prof<sup>ª</sup>. Renata Maria Strozi Alves Meira  
(Orientadora)

*Aos meus pais, Sebastião Francino de São José e  
Djanira Teodoro de São José Francino, pelo apoio e  
amor incondicional...*

*Dedico.*

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), através do Departamento de Botânica, pela oportunidade;

À professora Renata Maria Strozi Alves Meira, pela orientação, pelos ensinamentos e pela convivência sempre muito agradável;

À professora Aristéa Alves Azevedo pelos ensinamentos e pelas críticas sempre construtivas;

Aos meus conselheiros João Marcos de Araújo e Hildeberto Caldas de Sousa;

Aos funcionários do Departamento de Biologia Vegetal em especial à Vânia pela ajuda nos procedimentos de laboratório;

À Deus por minha vida e por me acompanhar sempre;

Aos meus pais Sebastião Francino e Djanira Francino, por todo amor a mim dedicado, por sempre me apoiarem e por nunca estarem longe, a presença de vocês é fundamental na minha vida, pra mim vocês são exemplos de vida e é em vocês que me espelho;

À Patrícia Francino e Chrystiane Francino, vocês são duas pessoas maravilhosas e tenho muita sorte em ter-las como minhas irmãs, obrigada pelo carinho, amizade e convivência sempre agradável;

À Osiel de Magalhães, por nossos momentos e por ser além de um ótimo namorado um grande amigo e companheiro;

Aos meus cunhados, Luís Eduardo e Victor Luís pelo grande carinho que sempre tiveram comigo;

A Silvana da Costa Ferreira pela amizade sincera. Sua presença em Viçosa sempre foi fundamental. Obrigada pela convivência maravilhosa e por todos os excelentes momentos que vivemos juntas. Tenho certeza que o laço que nós construímos em Viçosa não se desmancha mais;

Aos amigos feitos em Viçosa: Laurinha (de Mato Grosso do SUL), Roberta, Jaqueline, Érica, Andréia, Gracineide, Mariana, Elaine, Juliana e Andréa;

À Valquiria Ferreira Dutra pela amizade, pela prestatividade e pelas valiosas sugestões;

Aos colegas de laboratório em especial ao Bruno Francisco Sant'Anna Santos, por ter se tornado um grande amigo tanto no trabalho quanto fora, e ao Cláudio Azevedo pela amizade, pela companhia sempre muito agradável;

A ex-alunas e atuais moradoras da República Maxixe (Ouro Preto/MG). A vocês agradeço terem compartilhado comigo parte fundamental da minha vida, a amizade sincera e o carinho a mim dedicado;

A Aline Alves e Elaine Duca pela amizade eterna;

Novamente agradeço aos meus pais Sebastião e Djanira Francino também pelo apoio financeiro, sem a ajuda de vocês eu literalmente não teria como realizar este mestrado;

Enfim, agradeço a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram na realização deste trabalho.

## CONTEÚDO

RESUMO.....	vii
Abstract .....	ix
Introdução Geral.....	01
Capítulo 1 - <b>Anatomia foliar de sete espécies de <i>Chamaecrista</i> em campo rupestre no Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto/MG</b> .....	05
Resumo.....	05
Abstract.....	06
Introdução.....	07
Materiais e Métodos.....	10
1. Área e espécies estudadas.....	10
2. Microscopia de Luz.....	11
3. Microscopia Eletrônica de Varredura.....	12
4. Análise de Similaridade.....	12
Resultados.....	13
1. Folíolos.....	13
Epiderme.....	13
Mesofilo.....	15
Vascularização.....	15
2. Pecíolo.....	16
3. Análise de Similaridade.....	18
4. Chave de Identificação.....	21
Discussão.....	22
Conclusões.....	28
Referências Bibliográficas.....	29
Anexos (Figuras).....	37
Capítulo 2 - <b>Caracterização Estrutural e Histoquímica da Glândula de <i>Chamaecrista dentata</i> (Vogel.) H. S. Irwin &amp; Barneby (Leguminosae-Caesalpinioideae)</b> .....	48
Resumo.....	48
Abstract .....	49

Introdução.....	50
Materiais e Métodos.....	52
1. Área de Estudo.....	52
2. Microscopia de Luz.....	52
3. Microscopia Eletrônica de Varredura.....	53
4. Histoquímica.....	53
Resultados.....	55
Discussão.....	62
Conclusões.....	65
Referências Bibliográficas.....	68
Conclusões Gerais.....	72

## RESUMO

FRANCINO, Dayana Maria Teodoro, M. S. Universidade Federal de Viçosa, julho de 2006. **Anatomia foliar de espécies de *Chamaecrista* Moench. (Leguminosae/Caesalpinioideae) ocorrentes em campo rupestre.** Orientadora: Renata Maria Strozi Alves Meira. Co-Orientadores: Aristéa Alves Azevedo, João Marcos Araújo e Hildeberto Caldas de Sousa.

A flora do Estado de Minas Gerais se destaca por apresentar diferentes biomas, mas pouco se conhece sobre a diversidade de espécies, dentre as quais algumas secretam compostos naturais de reconhecida atividade biológica. São muitas as espécies de reconhecido interesse econômico na família Leguminosae e, nos campos rupestres de Minas Gerais, esta contabiliza 28 das 351 espécies incluídas na lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção. O presente trabalho visa descrever e comparar anatomicamente as folhas das espécies pertencentes ao gênero *Chamaecrista* (Leguminosae/Caesalpinioideae) ocorrentes em áreas de campos rupestres no Parque Estadual do Itacolomi (Ouro Preto/MG), conforme levantamento florístico da família Leguminosae realizado na área; avaliar como os parâmetros anatômicos podem contribuir para a compreensão das estratégias adaptativas das espécies; identificar caracteres anatômicos de valor taxonômico para o gênero e caracterizar, anatômica e histoquimicamente, as estruturas secretoras encontradas. Ramos de *Chamaecrista dentata*, *C. desvauxii* var. *langsдорffii*, *C. hedysaroides*, *C. mucronata*, *C. trichopoda* foram coletados e fixados para a caracterização estrutural, sendo o material testemunho depositado no Herbário VIC/UFV. Utilizou-se material herborizado para as espécies *C. rotundata* e *C. rotundifolia*. Foi utilizada metodologia usual para realização dos procedimentos de diafanização, dissociação e inclusão em metacrilato. Foram obtidos cortes transversais e longitudinais com 6µm de espessura dos folíolos de todas as espécies estudadas. Amostras de folíolos e pecíolos das sete espécies foram selecionadas e preparadas para observação em microscopia eletrônica de varredura segundo metodologia usual. Testes histoquímicos em amostras fixadas ou amostras frescas coletadas em campo foram realizados para a detecção das principais classes de metabólitos secundários, conforme os protocolos recomendados. Caracteres xeromórficos foram observados nas sete espécies de *Chamaecrista* estudadas, contudo diferiram tanto na quantidade, quanto na distribuição das mesmas entre as espécies. Dentre essas características podemos citar: isobilateralidade, mesofilo compacto, presença de indumento, vascularização e tecido de sustentação abundantes, paredes das

células epidérmicas espessadas, cutícula espessa, dentre outras. Todas essas características contribuem para a adaptação das espécies de *Chamaecrista* às condições adversas dos campos rupestres. Foram considerados de valor diagnóstico: isobilateralidade de *C. dentata*; presença de células volumosas em *C. mucronata*; idioblastos na medula peciolar de *C. rotundata*; fibras que envolvem a nervura mediana de *C. trichopoda* estendidas além da margem apical do folíolo formando um ápice acuminado; traqueídes alargados em *C. dentata* e *C. hedyaroides* e o padrão de disposição dos feixes vasculares no pecíolo das sete espécies. Esses resultados são inéditos para a família e poderão contribuir na delimitação das espécies de *Chamaecrista*. As glândulas de *C. dentata* são discóides com células isodiamétricas de paredes finas e citoplasma denso. Possui um pedúnculo curto e cutícula espessa recobrendo toda a estrutura. Na porção central do ápice da glândula uma única célula se projeta para o exterior, assumindo o formato de um tricoma tector, que aparentemente se constitui no local de eliminação da secreção. Morfologicamente as glândulas de *C. dentata* são semelhantes, independentemente do órgão ou verticilo floral avaliado. Os testes histoquímicos demonstraram que a secreção é de natureza lipofílica (reação positiva ao sudan IV), especificamente lipídios neutros (azul do nilo) e terpenos do tipo óleos essenciais (reagente de nadi). Ecologicamente a glândula pode atuar nas estratégias adaptativas da planta, auxiliando na redução da perda excessiva de água na transpiração, uma vez que a secreção é de natureza lipídica e se deposita por toda a superfície externa.

## ABSTRACT

FRANCINO, Dayana Maria Teodoro, M. S., Universidade Federal de Viçosa, July 2006. **Foliar anatomy of species of *Chamaecrista* Moench. (Leguminosae/Caesalpinioideae) occurring in rupestral fields.** Advisor: Renata Maria Strozi Alves Meira. Committee Members: Aristéa Alves Azevedo, João Marcos Araújo and Hildeberto Caldas de Sousa.

Minas Gerais state flora presents different biomas but little is known about the diversity of its species, some of which secrete natural compounds having well-known biological activity. There is a large number of species of recognized economic interest in the Leguminosae family and in the rupestral fields of Minas Gerais, totaling 28 of the 351 species included in the endangered species list. This work aims to describe and compare the leaf anatomy of the species of the genus *Chamaecrista* (Leguminosae/Caesalpinioideae) occurring in rupestral field areas at the Itacolomi State Park (Ouro Preto/MG), according to floristic assessment of the Leguminosae family carried out in the area; to evaluate how anatomic parameters can contribute to the understanding of the species' adaptative strategies; to identify the anatomic characters of taxonomic value for the genus and to anatomically and histo-chemically characterize the secretory structures found. Branches of *Chamaecrista dentata*, *C. desvauxii* var. *langsdorfii*, *C. hedysaroides*, *C. mucronata*, *C. trichopoda* were collected and fixed for structural categorization, with the control material being placed at the VIC/UFV Herbarium. Herborized material was used for the species *C. rotundata* and *C. rotundifolia*. The samples were diaphanized, dissociated and included in metacrylate, according to standard methodology. Transversal and longitudinal cuts 6µm thickness were obtained of the leaflets of all the species studied. Foliolate and petiole samples of the seven species were selected and prepared for electronic scanning microscopy, according to standard methodology. Histochemical tests in fixed or fresh samples collected in the field were carried out to detect the major secondary metabolite classes, according to the recommended protocols. Xeromorphic characters were observed in the seven species of *Chamaecrista* studied, though differing in amount as well as in their distribution among the species. Some of these characteristics are isobilaterality, compact mesophyll, presence of indument, abundant vascularization and support tissue, thickened epidermis cell walls, etc... All these characteristics contribute to *Chamaecrista* species adaptation to the adverse conditions of the rupestral fields. The

following was considered as having a diagnostic value: isobilaterality of *C. dentata*; presence of volumous cells in *C. mucronata*; idioblasts in the petiole medule of *C. rotundata*; fibers surrounding the median veins of *C. trichopoda* extended beyond the apical margin of the foliole, forming an acuminated apex; widened traqueids in *C. dentata* and *C. hedyaroides* and the display pattern of the vascular bundles in the petiole of the seven species. These are novel results for the family and could contribute to help delimit the *Chamaecrista* family. *C. dentata* glands are discoid with isodiametric thin-walled and dense cytoplasm cells. It displays a short pendunculum and thick cuticle covering the entire structure. At the central portion of the gland apex a single cell protrudes, taking the shape of a tector trichome, apparently constituting the place secretion is eliminated. Morphologically, the *C. dentata* glands are similar, regardless of the organ or floral verticil evaluated. The histo-chemical tests showed that secretion is lipophylic in nature (positive reaction to sudan IV), specifically neutral lipids (Nile blue) and terpenes of the essential oil type (nadi reagent). Ecologically, the gland can act on the plant's adaptative strategies, helping to reduce excessive water loss during transpiration, since secretion is lipid by nature and deposits itself along the external surface.

## INTRODUÇÃO GERAL

Pressões seletivas ambientais operam continuamente sobre as plantas, podendo resultar em mudanças morfológicas e estruturais (Metcalf, 1983). Os fatores ambientais essenciais à sobrevivência das plantas tais como água, temperatura, luz, dentre outros, quando em situações adversas podem causar estresse, e freqüentemente, injúrias nestes organismos (Levitt, 1980).

O termo campo rupestre foi proposto para descrever a vegetação da Cadeia do Espinhaço e suas disjunções (Magalhães, 1966). A Cadeia do Espinhaço é o principal divisor entre a Bacia do Rio São Francisco e o oceano Atlântico e compreende um grupo de serras limitado ao sul pelo rio Paraopeba, tendo Ouro Preto e Ouro Branco como municípios mais meridionais, e ao norte pela divisa com a Bahia, nos municípios de Espinosa e Rio Pardo de Minas, onde recebe a denominação de Chapada Diamantina (Giulietti et al., 2000). As características regionais climáticas, de relevo e de solo oferecem condições para o desenvolvimento de formações vegetacionais conhecidas como Campos Rupestres, formações essas que apresentam uma flora típica encontrada em poucas regiões do Brasil (Giulietti e Pirani, 1988).

Plantas de campos rupestres estão constantemente sujeitas à baixa disponibilidade hídrica, alta radiação solar, alta declividade, variações bruscas na temperatura, além de ventos e queimadas periódicas (Handro et al., 1970; Sousa, 1997). Conseqüentemente muitas das plantas que ocorrentes em campos rupestres apresentam estratégias adaptativas, que as auxiliam a sobreviver às condições ambientais.

Dentre as famílias mais representativas temos: Asteraceae, Eriocaulaceae, Lythraceae, Melastomataceae, Poaceae, Velloziaceae, Verbenaceae, Vochysiaceae, Xyridaceae e Leguminosae (Romero, 2002). As Leguminosae se destacam com 338 espécies e 52 gêneros (Garcia e Dutra, 2004), sendo que 28 espécies se encontram na lista vermelha de espécies ameaçadas de extinção para o Estado de Minas Gerais (Mendonça e Lins, 2000).

Leguminosae possui grande importância econômica, o que a torna uma família muito conhecida. Numerosas espécies são utilizadas como alimento, forragem, corantes, algumas também são utilizadas na extração de madeira, gomas, resinas, óleos, como plantas medicinais e ainda como ornamentais. Podemos citar dentre os gêneros mais conhecidos: *Phaseolus* (feijão), *Glycine* (soja), *Arachis* (amendoim), *Pisum* (ervilhas e fava), *Cassia* e *Bauhinia* (ornamentais), dentre outros (Lawrence, 1977 e Joly, 1966).

A família Leguminosae Adans. é considerada uma das três maiores famílias de Angiospermae, com cerca de 730 gêneros e 19500 espécies, incluídas em três subfamílias, Caesalpinioideae, Mimosoideae e Papilionoideae, muito distintas entre si. A família apresenta distribuição cosmopolita (Polhill et al., 1981; Lewis, 2004), sendo no Brasil, encontrados cerca de 190 gêneros nativos e 2.100 espécies (Lima, 2000).

Dentre os maiores gêneros da subfamília Caesalpinioideae destacam-se: *Bauhinia* L., *Chamaecrista* Moench. e *Senna* Mill., com cerca de 250 espécies cada, seguidos por *Caesalpinia* e *Swartzia*, com 125 espécies aproximadamente (Cronquist, 1981). Devido ao elevado número de espécies e a grande semelhança entre algumas espécies do gênero *Chamaecrista*, frequentemente taxonomistas esbarram com problemas na delimitação de suas espécies.

Os caracteres anatômicos dos órgãos vegetativos das plantas servem como dados adicionais às características morfológicas externas podendo ser usados para resolver problemas taxonômicos (Metcalf e Chalk 1983). Os estudos anatômicos desenvolvidos com espécies de Leguminosae são escassos, dentre eles podemos citar as descrições apresentadas por Solereder (1908) e Metcalf e Chalk (1950), que reuniram as características anatômicas de relevância taxonômica nas principais famílias das dicotiledôneas. A grande semelhança das espécies de *Chamaecrista*, principalmente em relação aos órgãos reprodutivos, tornam a anatomia foliar do gênero uma possível ferramenta a mais para melhor definição dos taxa.

Tendo em vista a grande importância biológica dos campos rupestres a importância ecológica e econômica de Leguminosae e a carência de estudos anatômicos para o gênero *Chamaecrista*, o presente trabalho visa descrever e comparar anatomicamente as folhas das espécies pertencentes ao gênero *Chamaecrista* (Leguminosae/Caesalpinioideae) ocorrentes em áreas de campos rupestres no Parque Estadual do Itacolomi (Ouro Preto/MG), conforme o levantamento florístico da família Leguminosae realizado na mesma área; avaliar como os parâmetros anatômicos podem contribuir para a compreensão das estratégias adaptativas das espécies; investigar quais caracteres anatômicos apresentam valor taxonômico para o gênero; e caracterizar anatômica e histoquimicamente as estruturas secretoras encontradas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Cronquist A.** 1981. *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*. New York: Coloumbia University Press. 1262p.

**Garcia FCP e Dutra VF.** 2004. Leguminosae nos Campos Rupestres. In: CD-ROM. *Simpósio, palestras e mesas redondas do 55º Congresso Nacional de Botânica*. Viçosa: Alpha Mídia Assessoria Fotográfica Ltda.

**Giulietti AM e Pirani JR.** 1988. Patterns of geographic distribution of some plants species from the Espinhaço Range, Minas Gerais and Bahia, Brazil. In: Heyer WR e Vanzolini PE, eds. *Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 39-67.

**Giulietti AM; Harley RM; Queiroz LP; Wanderley MGL e Pirani JR.** 2000. Caracterização e endemismos nos Campos Rupestres da Cadeia do Espinhaço. In: Cavalcanti TB e Walter BMT, eds. *Tópicos atuais em Botânica*. Brasília: SBB/Embrapa, 311-318.

**Handro W; Campos JFBM e Oliveira ZM.** 1970. Sobre a anatomia foliar de algumas compostas de campos rupestres. *Ciência e Cultura* **22**:107-126.

**Joly AB.** 1966. *Botânica: Introdução à Taxonomia Vegetal*. São Paulo: Ed. Nacional. 634p.

**Lawrence GHM.** 1977. *Taxonomia das Plantas Vasculares*. Vol III. Lisboa, Portugal: Ed. Fundação Caloustre Gulbenkian. 854p.

**Levitt J.** 1980. *Responses of plants to environmental stress*. New York: Academic Press. 280p.

**Lewis GP.** 2004. Phylogenetic relationships within the Leguminosae – recent advances. In: CD-ROM. *Simpósios, palestras e mesas redondas do 55º Congresso Nacional de Botânica*. Viçosa: Alpha Mídia Assessoria Fonográfica Ltda.

**Lima HC.** 2000. *Leguminosas arbóreas da Mata Atlântica: uma análise da riqueza, padrões de distribuição geográfica e similaridades florísticas em remanescentes*

*florestais do estado do Rio de Janeiro*. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

**Magalhães GM.** 1966. Sobre os Cerrados de Minas Gerais. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* **38**: 59-69.

**Mendonça MP e Lins LV.** 2000. *Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas de Extinção da Flora de Minas Gerais*. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, Fundação Zoobotânica de Belo Horizonte. 157p.

**Metcalf CR.** 1983. Ecological Anatomy and Morphology General Survey. In: Metcalf CR e Chalk L, eds. *Anatomy of the Dicotyledons*. Vol II. Oxford: Clarendon Press, 127-156.

**Metcalf CF e Chalk L.** 1950. *Anatomy of the Dicotyledons: Leaves, Stem and Wood in Relation to Taxonomy with Notes on Economic Uses*. Vol. I. Oxford: Clarendon Press. 724p.

**Polhill RM; Raven PH e Stirton CH.** 1981. Evolution and Systematics of the Leguminosae. In: Polhill RM e Raven PH, eds. *Advances in Legume Systematics part I*. Kew: Royal Botanical Gardens, 1-26.

**Raven PH; Evert RF e Eichhorn SE.** 1996. *Biologia Vegetal*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 728p.

**Romero R.** 2002. Diversidade da flora dos Campos Rupestres de Goiás, Sudoeste e Sul de Minas Gerais. In: Araújo EL; Moura NA; Sampaio EVSB; Gestani LMS e Carneiro JMT, eds. *Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil*. Recife: Editora Universidade Federal de Pernambuco, 81-86.

**Solereder H.** 1908. *Systematic Anatomy of the Dicotyledons*. Vol. II. Oxford: Clarendon Press. 1182p.

**Sousa HC.** 1997. *Estudo comparativo de adaptações anatômicas em órgãos vegetativos de espécies de Lavoisiera D.C. (Melastomataceae) da Serra do Cipó, MG*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo. 185p.

# Capítulo 1

## **Anatomia foliar de sete espécies de *Chamaecrista* ocorrentes em campo rupestre no Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto/MG**

### RESUMO

Abordagens sobre a anatomia ecológica e anatomia aplicada à taxonomia são relevantes em *Chamaecrista* (cerca de 250 espécies), gênero este de elevada diversidade nos campos rupestres de Minas Gerais. Os objetivos do presente trabalho foram: comparar anatomicamente as folhas de 7 espécies de *Chamaecrista* ocorrentes nos campos rupestres do Parque Estadual do Itacolomi (Ouro Preto/MG); identificar caracteres anatômicos de valor taxonômico e ecológico para o gênero; elaborar uma chave de identificação para as espécies estudadas e comparar as espécies considerando os caracteres anatômicos por meio da análise de agrupamentos. Ramos de *Chamaecrista dentata*, *C. desvauxii* var. *langsdorffii*, *C. hedysaroides*, *C. mucronata*, *C. trichopoda* foram coletados e fixados para a caracterização estrutural, sendo o material testemunho depositado no Herbário VIC/UFV. Para *C. rotundata* e *C. rotundifolia* utilizou-se material herborizado. Amostras foram diafanizadas, dissociadas e incluídas em metacrilato para obtenção de cortes transversais e longitudinais e preparação de amostras para microscopia eletrônica de varredura, conforme metodologia usual. Caracteres xeromórficos foram observados nas sete espécies de *Chamaecrista* estudadas, contudo diferiram tanto na quantidade, quanto na distribuição das mesmas entre as espécies. Dentre essas características podemos citar: isobilateralidade, mesofilo compacto, presença de indumento, intensa vascularização, tecido de sustentação abundante, paredes das células epidérmicas espessadas, cutícula espessa, dentre outras. Todas essas características contribuem para a adaptação das espécies de *Chamaecrista* aos campos rupestres. Foram identificados caracteres de valor diagnósticos que permitiram a elaboração de uma chave de identificação para as sete espécies estudadas.

## Chapter 1

### **Foliar anatomy of seven species of *Chamaecrista* occurring in rupestral field at the Itacolomi State Park, Ouro Preto/MG**

#### **ABSTRACT**

Ecology and taxonomy applied anatomy approaches are relevant in *Chamaecrista* (around 250 species), a genus displaying great diversity in the rupestral fields of Minas Gerais. The objectives of this work were to compare the leaf anatomy of 7 species of *Chamaecrista* occurring in the rupestral fields of the Itacolomi State Park (Ouro Preto/MG); to identify anatomic characters taxonomically and ecologically important for the genus; to elaborate an identification key for the species studied and to compare the species taking into account the anatomic characters by means of grouping analysis. *Chamaecrista dentata*, *C. desvauxii* var. *langsdorfii*, *C. hedysaroides*, *C. mucronata*, *C. trichopoda* branches were collected and fixed for structural characterization, and the control material was placed at the VIC/UFV Herbarium. Herborized material was used for *C. rotundata* and *C. rotundifolia*. The samples were diaphanized dissociated and included in methacrylate to obtain transversal and longitudinal cuts and prepare the samples for scanning electronic microscopy, according to standard methodology. Xeromorphic characters were observed in the seven species of *Chamaecrista* studied, though they differed both in amount and distribution among the species. Among these characteristics, one can cite: isobilaterality, compact mesophyl, indument presence, intense vascularization, abundant support tissue, thickened epidermis cell walls, thickened cuticle, etc.... All these characteristics contribute to adaptation of the species of *Chamaecrista* to the rupestral fields. High diagnostic value characters were identified, allowing the elaboration of an identification key for the seven species studied.

## INTRODUÇÃO

As variações na estrutura das plantas, que são comumente afetadas por fatores ambientais, são particularmente bem expressadas na morfologia e anatomia das folhas (Metcalf, 1983; Raven, 1996; Dickison, 2000). De fato, em uma planta, a folha é o órgão vegetativo que apresenta maior variação estrutural, e as variações em seus caracteres estruturais têm sido interpretadas como adaptações a condições ambientais (Fahn e Cutler, 1992; Dickison, 2000). Dentre os fatores ambientais, o estresse hídrico é um dos fenômenos que mais comumente afeta as plantas, podendo ser causado pela baixa retenção de água no solo, pela falta de precipitação ou, secundariamente, pelo excesso de calor ou transpiração das plantas (Levitt, 1980).

O termo campo rupestre foi proposto para descrever a vegetação da Cadeia do Espinhaço e suas disjunções (Magalhães, 1966). Este tipo vegetacional ocorre em altitudes superiores a 900m, sobre grandes extensões de afloramentos rochosos quartzíticos ou calcáreos, que podem assumir formas de grandes blocos de rochas e escarpas acentuadas. Apresenta solos rasos, litólicos, arenosos, finos ou cascalhosos, ácidos, pobres em nutrientes e de relevo bastante íngreme e montanhoso (Giulietti *et al.* 2000; Romero, 2002; Vitta, 2002).

Plantas de campo rupestres estão sujeitas a baixa disponibilidade hídrica, mesmo na estação chuvosa, devido principalmente às características do substrato, sendo comum observar nestas espécies, adaptações relacionadas a retenção de água (Joly, 1970; Giulietti *et al.*, 1987). Outros fatores de estresse comum para a vegetação dos campos rupestres são: alta radiação solar, grande oscilação na temperatura, solos pedregosos e em declive, queima periódica e ventos frequentes (Handro *et al.*, 1970; Sousa, 1997). Como consequência, muitas das plantas que ocorrem nos campos rupestres exibem adaptações, morfológicas e/ou fisiológicas, que refletem estratégias adaptativas que as capacitam sobreviver nestes ambientes.

Segundo Romero (2002), as famílias mais representativas nos campos rupestres são: Asteraceae, Bromeliaceae, Cyperaceae, Eriocaulaceae, Iridaceae, Lamiaceae, Lythraceae, Melastomataceae, Myrtaceae, Orchidaceae, Poaceae, Rubiaceae, Velloziaceae, Verbenaceae, Vochysiaceae, Xyridaceae e Leguminosae. As Leguminosae se destacam com 338 espécies e 52 gêneros (Garcia e Dutra, 2004).

Muitas das espécies de campos rupestres estão ameaçadas de extinção em parte devido à pequena área que ocupam e também a forte ação antrópica (Menezes e

Giulietti, 2000). Das 351 espécies ocorrentes em campos rupestres incluídas na lista vermelha de espécies ameaçadas para o Estado de Minas Gerais, 28 são Leguminosae (Mendonça e Lins, 2000). Vários fatores justificam a conservação da flora dos campos rupestres, dentre eles o elevado número de espécies em áreas restritas, a presença de táxons endêmicos, o grande número de plantas desconhecidas e o mosaico de vegetação que apresenta manchas de diversos tipos vegetacionais associados (Zappi *et al.*, 2002).

A família Leguminosae Adans. possui muitas espécies de reconhecida importância econômica e é uma das três maiores famílias de Angiospermae, com cerca de 730 gêneros e 19500 espécies. Está subdividida em 3 subfamílias, Caesalpinioideae, Mimosoideae e Papilionoideae, muito distintas entre si e distribuição cosmopolita (Polhill *et al.*, 1981; Lewis, 2004). No Brasil são encontrados cerca de 190 gêneros nativos e 2100 espécies (Lima, 2000).

Caesalpinioideae compreende aproximadamente 150 gêneros, 2.200 espécies e se subdivide em cinco tribos: Caesalpinieae, Cassieae, Cercideae, Detarieae e Amherstieae, distribuídas principalmente na América do Sul, África Tropical e Sudoeste da Ásia, sendo pouco representada na América do Norte e em outras áreas da região temperada (Cowan, 1981).

Anatomicamente, Caesalpinioideae apresenta: folhas usualmente dorsiventrais; estômatos predominantemente paracíticos; folhas principalmente hipoestomáticas, sendo os estômatos escassos na face adaxial, embora, em alguns casos apareçam bem difundidos em ambas as faces; drusas ocorrem esporadicamente dentro da subfamília e estruturas secretoras são frequentes (Watson, 1981). Segundo Solereder (1908), estruturas secretoras internas são amplamente distribuídas nesta subfamília, sendo citadas, dentre outras, células mucilaginosas, canais e cavidades secretoras. Cavidades secretoras são muito comuns somente em Detarieae. Glândulas grandes, capitadas ou peltadas, estão predominantemente ausentes em Detarieae-Amherstieae (Watson, 1981) sendo comum nas outras tribos.

Dentre os maiores gêneros da subfamília Caesalpinioideae destacam-se: *Bauhinia* L., *Chamaecrista* Moench. e *Senna* Mill. com cerca de 250 espécies cada (Cronquist, 1981). As espécies de *Chamaecrista* distribuem-se nas áreas tropicais da África, das Américas do Norte e do Sul e o leste da Ásia (Irwin e Barneby 1981), sendo que, um dos principais centros de diversidade do gênero *Chamaecrista* é na Bahia (Lewis, 1987). Dentre os táxons pertencentes à subfamília Caesalpinioideae endêmicos da Bahia, 30 pertencem a este gênero e, ainda dos 66 táxons de *Chamaecrista*

encontrados na Bahia, 12 são exclusivos dos campos rupestres e os outros estão mais difundidos em cerrado e/ou caatinga (Conceição *et al.*, 2003).

O gênero está organizado em seis seções: (1) *Absus*; (2) *Apoucouita*; (3) *Grimaldia*; (4) *Chamaecrista*; (5) *Caliopsis* e (6) *Xerocalyx* (Irwin e Barneby, 1982). A presença ou ausência de tricomas glandulares foi um dos caracteres utilizados por Irwin e Barneby (1981, 1982) na delimitação das seções incluídas dentro do gênero *Chamaecrista*. De acordo com esses autores, as espécies incluídas nas seções *Absus* e *Grimaldia* apresentam tricomas glandulares e, nas seções *Apoucouita*, *Caliopsis*, *Chamaecrista* e *Xerocalyx* possuem apenas tricomas tectores.

Lersten e Curtis (1994 e 1995) e Rudall *et al.* (1994) estudaram a morfologia e distribuição de estruturas secretoras dentro de *Caesalpinia lato sensu* e destacaram a grande importância dessas estruturas para estudos taxonômicos dentro da subfamília. Silva (1999) e Tripathi e Sahu (1994) enfatizaram a importância de estudos anatômicos adicionais dentro do gênero *Chamaecrista*, destacando a relevância de tal abordagem, especialmente porque este gênero é constituído por um elevado número de espécies.

Levando-se em conta a representatividade do gênero *Chamaecrista* nas formações vegetais brasileiras; o número reduzido de informação sobre a anatomia do gênero e a importância de estudos anatômicos na resolução de problemas taxonômicos, o presente trabalho visa descrever e comparar anatomicamente as folhas das espécies pertencentes ao gênero *Chamaecrista* (Leguminosae/Caesalpinioideae) ocorrentes em áreas de campos rupestres no Parque Estadual do Itacolomi (Ouro Preto/MG), com o objetivo de selecionar caracteres que possam fornecer subsídios para a taxonomia do gênero; elaborar uma chave de identificação para as espécies estudadas com base nos caracteres anatômicos; estabelecer comparação entre as espécies considerando os caracteres anatômicos por meio da análise de agrupamentos, além de avaliar como os parâmetros anatômicos podem contribuir na compreensão das estratégias adaptativas das espécies.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### 1. Área e espécies estudadas

As espécies de *Chamaecrista* foram coletadas no Parque Estadual do Itacolomi (PEI) em Ouro Preto-MG, segundo levantamento florístico da família Leguminosae realizado na área (Dutra, 2005), no qual foram identificadas sete espécies pertencentes ao gênero:

- *Chamaecrista dentata* (Vogel) H. S. Irwin e Barneby (VIC 28294)
- *C. desvauxii* var. *langsdorfii* (Kunth ex Vogel) H. S. Irwin e Barneby (VIC 28984)
- *C. hedysaroides* (Vogel) H. S. Irwin e Barneby (VIC 28959)
- *C. mucronata* (Spreng.) H. S. Irwin e Barneby (VIC 28295)
- *C. rotundata* (Vogel) H. S. Irwin e Barneby (VIC 28957)
- *C. rotundifolia* var. *rotundifolia* (Pers.) Greene (VIC 28989)
- *C. trichopoda* (Benth.) Britton e Rose ex Britton e Killip (VIC 28986)

O Parque Estadual do Itacolomi (PEI) localiza-se nos municípios de Ouro Preto e Mariana, compondo o limite sul da Cadeia do Espinhaço (Peron, 1989). Ocupa uma área de aproximadamente 7000 ha, sendo o ponto mais elevado o Pico do Itacolomi, com 1772 m, cuja presença serviu como referência para os bandeirantes durante o século XVIII (Messias *et al.*, 1997). A vegetação, que ocorre em altitudes superiores a 900 metros, pode ser classificada em sua maioria, como Campo Rupestre.

Foram realizadas duas coletas para obtenção de material para análise estrutural, em fevereiro de 2005, durante a estação chuvosa, e em outubro de 2005, durante a estação seca. Foram coletadas amostras apenas de indivíduos férteis para garantir precisão na identificação das espécies, sendo que, para cada espécie coletou-se um mínimo de 3 indivíduos. Material testemunho foi herborizado e depositado no herbário VIC da Universidade Federal de Viçosa.

*C. rotundata* e *C. rotundifolia* não foram coletadas, pois não foram localizados indivíduos em floração no período das coletas. Desta forma, para a caracterização anatômica destas espécies foram utilizadas exsiccatas depositadas no acervo do Herbário VIC, obtidas em coletas anteriores.

## 2. Microscopia de Luz

Tanto do material herborizado quanto daquele coletado em campo foram isoladas amostras da lâmina do folíolo (nervura mediana, margem, região entre a margem e a nervura mediana) e do pecíolo (região apical, mediana e basal) de folhas totalmente expandidas.

As amostras obtidas de material herborizado foram submetidas ao processo de rehidratação (Smith e Smith 1942), estocadas em etanol 70%, desidratadas em série etílica e incluídas em metacrilato segundo metodologia proposta por Meira e Martins (2003). As amostras coletadas em campo foram fixadas em FAA<sub>50</sub> e estocadas em etanol 70% (Johansen, 1940), desidratadas em série etílica e incluídas em metacrilato (Historesina, Leica, Heidelberg, Alemanha).

Cortes transversais e longitudinais de 6µm de espessura foram obtidos em micrótomo rotativo de avanço automático (modelo RM2155, Leica Microsystems Inc., Deerfield, USA), com utilização de navalhas de aço descartáveis ou de vidro. Os cortes foram corados com Azul de Toluidina, pH 4,0 (O'Brien e McCully, 1981) para caracterização estrutural. Lâminas permanentes foram montadas com resina sintética (Permount –Fisher).

Para descrição dos caracteres de superfície, fragmentos foliolares foram dissociados utilizando-se ácido nítrico e ácido crômico (Jensen, 1962) e as epidermes foram coradas com Azul de Astra e Fucsina Básica ou Safrablau (Johansen, 1940, modificado). Folíolos foram diafanizados utilizando-se inicialmente solução de hidróxido de sódio a 10% (durante 2 horas ou até overnight, dependendo da espécie) e posteriormente solução de hipoclorito a 20% até que o folíolo estivesse totalmente clarificado. Após clarificação, os folíolos foram submetidos a sucessivas lavagens em água destilada e em seguida à desidratação etanólica e então corados com Safranina 1% em etanol 50% (Johansen, 1940, modificado). As lâminas das epidermes dissociadas foram montadas com gelatina glicerinada e os folíolos diafanizados foram montados com resina sintética (permount – Fisher) ou gelatina glicerinada.

A análise do material, a captura de imagens e a documentação fotográfica foram realizadas em um microscópio de luz (modelo AX70TRF, Olympus Optical, Tokyo, Japão) equipado com sistema U-Photo e com câmera digital acoplada (modelo Spot Insightcolour 3.2.0, Diagnostic instruments inc., New York, USA).

### **3. Microscopia Eletrônica de Varredura**

Fragmentos de folíolos e pecíolos das sete espécies foram isolados e preparados para observação em microscopia eletrônica de varredura.

As amostras foram fixadas em solução contendo glutaraldeído (2.5%) e paraformaldeído (4%), em tampão fosfato 0.1M, pH 7.3 (Karnovisky, 1965) e pós fixadas em tetróxido de ósmio (1%), preparado no mesmo tampão. Após desidratação em série etílica, o material foi seco ao ponto crítico (modelo CPD 020, Bal-Tec, Balzers, Liechtenstein), utilizando CO<sub>2</sub>. Os fragmentos foram cobertos com ouro em metalizador (modelo FDU 010, Bal-Tec, Balzers, Liechtenstein). A captura de imagens foi realizada em um microscópio eletrônico de varredura com câmera digital acoplada (modelo Zeiss, LEO 1430 VP) localizado no Núcleo de Microscopia e Microanálise da Universidade Federal de Viçosa.

Para as espécies cujo material foi proveniente de herbário não se realizou o primeiro procedimento de fixação, ou seja, as amostras de material herborizado após rehidratação foram submetidas diretamente ao em tetróxido de ósmio (1%), em tampão fosfato.

### **4. Análise de Similaridade**

As sete espécies de *Chamaecrista* foram comparadas entre si, de acordo com as características estruturais analisadas, mediante uma matriz de presença/ausência, em que foi utilizado o índice de Sorensen's e a técnica de ligação da média de grupo (UPGMA) usando o programa MVSP 3.13m (Kovach Computing Services 2004).

## RESULTADOS

### 1. FOLÍOLOS

#### Epiderme

Todas as espécies de *Chamaecrista* possuem epiderme unisseriada em ambas as faces dos folíolos. *C. hedyaroides* foi a única espécie que apresentou a epiderme da face adaxial papilosa (Figura 1C). A cutícula é relativamente espessa em toda a superfície do folíolo de *C. dentata* (Figura 1A), *C. hedyaroides* (Figura 1C), *C. mucronata* (Figura 1D) e *C. rotundata*, enquanto em *C. desvauxii* (Figura 1B), *C. rotundifolia* e *C. trichopoda* a cutícula é delgada, apresentando-se espessada e ornamentada apenas na margem do folíolo.

As paredes periclinais e anticlinais das células epidérmicas são relativamente espessas em todas as espécies (Figuras 1A e D). Em vista frontal o contorno das células epidérmicas é reto em *C. dentata* (Figuras 2A e B) e *C. hedyaroides* (Figuras 2G e H), ondulado a levemente sinuoso em *C. rotundata* (Figuras 3A e B) e *C. rotundifolia* (Figuras 3C) e sinuoso em *C. desvauxii* (Figuras 2D e F), *C. mucronata* (Figuras 2J e K) e *C. trichopoda* (Figuras 3E e G).

Em vista transversal observa-se que as células guarda dos estômatos possuem cristas nas sete espécies, contudo, em *C. dentata* e *C. hedyaroides* há formação de cristas voltadas tanto para o lado externo do folíolo (superfície externa) quanto para o lado interno (câmara subestomática) (Figuras 1A e 1C). No restante das espécies a crista está voltada somente para a face externa do folíolo (Figuras 1B e D).

As células subsidiárias encontram-se ligeiramente projetadas sobre as células guarda, sendo essa característica mais evidente em *C. hedyaroides* (Figura 1C), *C. mucronata* (Figuras 1C e 7D) e *C. trichopoda*. Câmaras subestomáticas são evidentes em *C. dentata* (Figura 4A) e *C. mucronata* (Figura 4D) e nas demais espécies este espaço é menos desenvolvido.

Algumas células epidérmicas apresentaram citoplasma fortemente corado em *C. dentata* (Figura 2A) e *C. hedyaroides* (Figura 2G), sendo essa característica mais comum em *C. hedyaroides*. O citoplasma destas células corou-se fortemente de azul pelo azul de toluidina, indicando uma possível natureza mucilaginosa, todavia, não foram aplicados testes histoquímicos para se confirmar esta natureza química.

Todas as espécies possuem folíolos anfiestomáticos (Figura 4), em *C. hedysaroides* os estômatos são facilmente observados na face adaxial enquanto que na face abaxial raramente se observa (Figura 2H e 4C). O tipo de estômato predominante foi o paracítico (Figuras 2 e 3). Foram observados estômatos anisocíticos esporadicamente.

Glândulas foram observadas na lâmina foliolar de *C. dentata* (Figuras 5A e B, 6A e B) e *C. hedysaroides* (Figuras 5C e D, 6C). Em *C. dentata* esta estrutura encontra-se uniformemente distribuída tanto na face adaxial quanto na abaxial, enquanto em *C. hedysaroides* está restrita a face abaxial, predominantemente nas proximidades da nervura mediana (Figura 5C e 6C).

Estruturalmente as glândulas são semelhantes e caracterizadas por apresentar, quando em corte, formato discóide, células aproximadamente isodiamétricas com paredes relativamente finas e, dependendo do estágio no qual a estrutura se encontra, o conteúdo protoplasmático se apresenta mais ou menos denso. Possui um pedúnculo cujas células se apresentam isodiamétricas, sendo curto naquelas localizadas no pecíolo e limbo foliolar e com um número maior de camadas naquelas que ocorrem sobre a nervura mediana. A cutícula que recobre a estrutura é relativamente espessa (Figuras 6A, B e C). Na região apical da glândula de *C. dentata* uma célula da porção central se projeta para o exterior, assumindo o formato de um tricoma tector (Figura 6C). Em nenhuma das lâminas analisadas, este tricoma apresentou-se íntegro (Figura 6C), entretanto nas observações em microscopia de varredura, foi possível verificar que se trata de um tricoma relativamente longo (Figuras 5A e B).

Tricomas tectores (Figura 7) foram observados sobre a lâmina foliolar de *C. desvauxii*, *C. mucronata*, *C. rotundifolia* e *C. trichopoda*. Os tricomas tectores são unisseriados e pluricelulares com duas a quatro células (Figuras 7A e B). Os folíolos de *C. desvauxii* (Figuras 2C e E), *C. mucronata* (Figuras 9H) e *C. trichopoda* (Figuras 3F e H) podem apresentar-se totalmente recobertos por tricomas tectores em ambas as faces, ou completamente glabros (Figuras 2D e F, 3E e G). Os folíolos densamente recobertos por tricomas tectores ocorrem no material coletado em outubro de 2005, período correspondente ao final da estação seca. Já os folíolos glabros foram coletados em fevereiro de 2005, período das chuvas. Em *C. rotundifolia* tricomas tectores foram observados somente na face abaxial (Figura 3D, 9K e L).

Hifas fúngicas foram visualizadas sobre a face abaxial folíolos de *C. hedysaroides* (Figuras 2I e 5C).

## Mesofilo

Folha dorsiventral, com parênquima paliçádico voltado para a face adaxial do folíolo foi observado em cinco das sete espécies estudadas (Figuras 4B a F), sendo *C. dentata* a única espécie com mesofilo isobilateral (Figura 4A). Em *C. rotundata* o padrão dorsiventral não é bem diferenciado, ou seja, o mesofilo em algumas regiões tende a homogêneo.

Em todas as espécies o parênquima paliçádico apresenta predominantemente um estrato de células podendo, às vezes, apresentar dois ou três, sendo em *C. hedysaroides* mais comum a presença de dois estratos celulares (Figura 4C). Em *C. mucronata* o arranjo em paliçada do parênquima clorofiliano é interrompido pela presença de células volumosas, vacuolizadas e contendo cloroplastos, que se destacam pela largura duas a três vezes maiores que as demais células (Figura 4D). Em *C. dentata* o parênquima paliçádico na margem é contínuo entre as faces adaxial e abaxial.

O mesofilo de *C. desvauxii* é frouxamente arranjado, com espaços intercelulares conspícuos e células tipicamente braciformes no tecido esponjoso (Figura 4B). Nas demais espécies, o mesofilo é compactamente arranjado, ocorrendo poucos espaços intercelulares no parênquima esponjoso (Figuras 4A, C, D e E).

Em *C. trichopoda* (Figuras 4E e F) foi observada uma única camada de células dispostas horizontalmente entre o parênquima paliçádico e o esponjoso, as quais se estendem entre as nervuras, semelhante a um parênquima paravenal.

## Vascularização

Os feixes são do tipo colateral e, nas sete espécies, calotas de fibras ocorrem associadas aos feixes tanto no pólo floemático quanto no xilemático (Figura 8).

Externamente às fibras, observa-se uma bainha de células envolvendo todo o feixe, as quais contém cristais do tipo monocristais em *C. desvauxii* (Figura 8C), *C. mucronata*, *C. rotundifolia* (Figura 8E) e *C. trichopoda* (Figuras 4F e 9F). Esporadicamente, foram observados alguns monocristais nas células da bainha das outras espécies.

A nervura mediana é consideravelmente proeminente na face abaxial em *C. dentata* (Figura 8A), *C. hedysaroides* (Figura 8B), *C. mucronata* (Figura 8D) e *C. rotundifolia* (Figura 8F). Na face adaxial na região da nervura mediana observa-se que o parênquima paliçádico se mantém contínuo (Figuras 8A e B) e na face abaxial têm-se parênquima propriamente dito (Figuras 8D, F e G) e, em *C. dentata* verifica-se 3 a 4 camadas de colênquima angular (Figura 8A). Já, em *C. desvauxii* (Figura 8C), *C. rotundata* (Figura 8E) e *C. trichopoda* (Figura 8G) a nervura mediana é pouco proeminente. A cutícula que recobre a epiderme na região da nervura mediana é muito espessa formando flanges cuticulares algumas vezes (Figura 8E).

Traqueídes alargados foram observados nas terminações das nervuras de menor porte apenas em *C. dentata* (Figuras 9A e B) e *C. hedysaroides* (Figuras 9C e D). Nas demais espécies as terminações das nervuras são traqueídes comuns (Figuras 9G, I e J). O ápice do folíolo de *C. trichopoda* é acuminado (Figura 9E) e constituído apenas por fibras, sendo os tecidos vasculares ausentes.

## 2. PECÍOLO

Assim como nos folíolos todas as espécies possuem epiderme unisseriada com células de forma e tamanho variável e cutícula espessa recobrindo (Figuras 10 e 11). A cutícula é ornamentada apenas em *C. desvauxii* (Figura 10F), *C. rotundifolia* e *C. trichopoda* (Figura 11F). Estômatos são observados ocasionalmente.

A superfície de *C. desvauxii*, *C. mucronata* e *C. trichopoda* forma reentrâncias na região do pulvino e nas demais espécies a superfície é lisa por todo o comprimento do pecíolo, inclusive na região do pulvino.

Duas a três camadas de parênquima clorofiliano subepidérmico e/ou parênquima fundamental delimitam o córtex. O número de estratos de células parenquimáticas variou de 4 a muitos dependendo da espécie, sendo *C. trichopoda* a que apresentou o córtex mais amplo (Figuras 10I, L e 12 D, F).

Em relação ao padrão sistema vascular não foi detectada variação estrutural ao longo do comprimento do pecíolo, mesmo em *C. dentata* (Figuras 10A a C), cujo pecíolo apresenta em média 9cm de comprimento.

*C. dentata* (Figuras 10A a C) e *C. hedysaroides* (Figuras 10G e H) possuem sistema vascular do pecíolo composto por oito feixes colaterais de tamanho variável, radialmente dispostos em torno da medula parenquimática, sendo que um feixe fica

posicionado no interior do círculo. Externamente ao pólo floemático cada feixe possui uma calota de fibras associadas.

O sistema vascular em *C. desvauxii* (Figuras 10D e E) e *C. mucronata* (Figuras 10J e K) é formado por dois a três feixes muito próximos que deixam internamente uma medula parenquimática e são externamente completamente circundados por uma camada de fibras. Dois feixes acessórios conspícuos ocorrem além dos feixes principais. *C. rotundata* (Figura 11A) e *C. rotundifolia* (Figura 11C) apresentam sistema vascular semelhante ao anteriormente descrito, contudo *C. rotundata* (Figura 11A) possui uma medula parenquimática ampla em relação às demais espécies e, no lugar dos feixes acessórios possui apenas calotas de fibras. Não ocorrem feixes acessórios em *C. rotundifolia* e a camada de fibras que circunda o cilindro vascular é fina (Figura 11C). Na medula de *C. rotundata* ocorrem idioblastos cujo conteúdo é granuloso de coloração verde escura quando corado com o corante azul de toluidina.

*C. trichopoda* apresenta cinco feixes circundados por fibras compondo o sistema vascular, sendo três principais e dois acessórios. Os três feixes principais se dispõem em forma de U no centro do pecíolo, não havendo formação de medula e, os acessórios se localizam isoladamente, porém bem próximos aos principais (Figura 11E).

Tricomas tectores unisseriados, multicelulares com cutícula muito espessa, foram encontrados apenas em *C. desvauxii* (Figura 12A), *C. mucronata* (Figura 12B e C), *C. rotundata* (Figura 12C) e *C. trichopoda* (Figura 11E e 12E). Glândulas secretoras idênticas as dos folíolos ocorrem apenas nos pecíolos de *C. dentata* (Figura 5B) e *C. hedysaroides* (Figura 5D).

Nectários extraflorais (NEFs) foram observados na face adaxial do pecíolo na região próxima a base do folíolo de *C. desvauxii* (Figura 13A), *C. mucronata* (Figura 13C), *C. rotundata* (Figura 13F) e *C. trichopoda* (Figura 13J). Na região do pecíolo onde o nectário está inserido inúmeros tricomas tectores ocorrem na epiderme (Figura 12). Os NEFs são de formato caliciforme e possuem epiderme unisseriada, cutícula espessa (Figuras 12B, 13A, C, F e J) e são vascularizados por extensões de xilema e floema alcançando a porção secretora (Figuras 13D, G e K). Pode-se distinguir 3 zonas distintas: zona secretora subepidêmica, com cerca de 8 camadas de células poligonais de parede fina e citoplasma denso, denominada parênquima nectarífero (Figuras 13B, D, E, G, H, I e K); zona com 2 a 3 camadas de células vacuolizadas de paredes espessas e a zona vascular composta por xilema e floema, sendo o floema o tecido vascular em maior proporção (Figuras 13D, G e K).

Em *C. mucronata* e *C. rotundata* os NEFs apresentam grandes espaços intercelulares na porção subepidêmica, sendo estes mais conspícuos na borda do nectário (Figuras 13E, H e I). *C. desvauxii* possui um nectário de tamanho reduzido em relação aos demais, além disso, sua zona vascular é pouco desenvolvida e o parênquima nectarífero não é bem diferenciado quando comparado ao das demais espécies (Figuras 13A e B).

### 3. ANÁLISE DE SIMILARIDADE

A análise de agrupamento distinguiu dois grandes grupos ao comparar características estruturais dentro das espécies de *Chamaecrista* estudadas (Tabela 1), sendo um grupo composto por *C. dentata* (CD) e *C. hedyaroides* (CH) e o outro pelas espécies *C. desvauxii* (CDE), *C. mucronata* (CM), *C. rotundata* (CRO), *C. rotundifolia* (CRL) e *C. trichopoda* (CT) (Figura 14). A presença de glândulas e traqueídes alargados nas espécies CD e CH foram os principais caracteres que as separaram do restante das espécies. Já as características que diferenciaram as duas espécies foram a isobilateralidade e a ocorrência de glândulas em ambas as faces em CD e a epiderme adaxial papilosa em CH (Figura 14).

No outro grande grupo a espécie CRO se manteve separada do restante devido a presença de duas calotas de fibras externas ao cilindro vascular do pecíolo, a presença de uma ampla medula parenquimática no pecíolo e a ocorrência de idioblasto. CRL, CT, CM e CDE mostraram-se mais próximas principalmente devido ao fato de todas apresentarem contorno sinuoso das células epidérmicas e possuírem uma bainha cristalífera delimitando os feixes. CRL se diferenciou das demais juntamente agrupadas por apresentar tricomas recobrendo os folíolos, restritos a face abaxial, e por não possuir nectários extraflorais no pecíolo. Feixes vasculares do pecíolo dispostos em U e ápice acuminado composto somente por fibras foram as características que isolaram CT de CDE e CM, essas duas permaneceram agrupadas por possuírem dois feixes acessórios conspícuos no pecíolo e se diferenciaram pela presença de um nectário extrafloral típico em CM e um rudimentar em CDE.

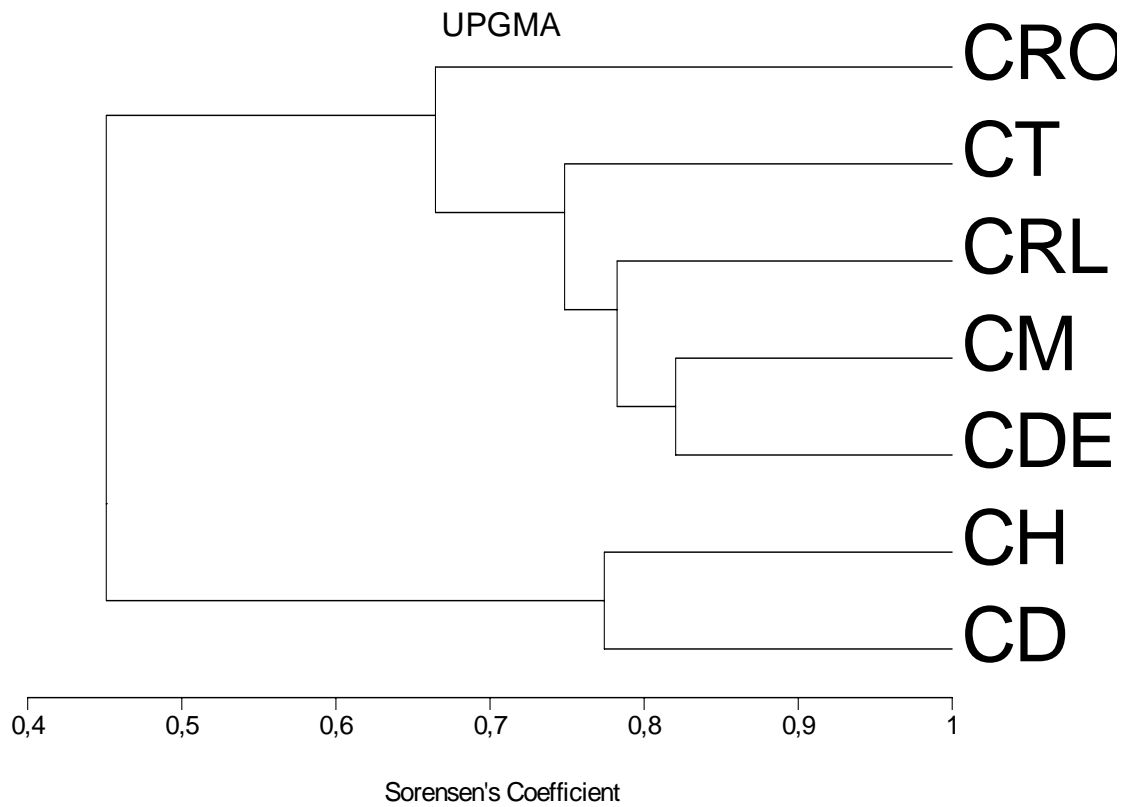


Figura 14: Análise de agrupamento das espécies de *Chamaecrista* Abreviaturas – CD: *C. dentata*, CDE: *C. desvauxii*, CH: *C. hedysaroides*, CM: *C. mucronata*, CRO: *C. rotundata*, CRL: *C. rotundifolia*, CT: *C. trichopoda*.

Tabela 1: Matriz de presença (1) e ausência (0) das espécies de *Chamaecrista* ocorrentes nos campos rupestres do Parque Estadual do Itacolomi (Ouro Preto/MG).

<b>Características avaliadas</b>	<b>CD</b>	<b>CDE</b>	<b>CH</b>	<b>CM</b>	<b>CRO</b>	<b>CRL</b>	<b>CT</b>
Cutícula espessa em toda lâmina	1	0	1	1	1	0	1
Cutícula ornamentada	0	1	0	0	0	1	1
Epiderme uniestratificada em ambas as faces	1	1	1	1	1	1	1
Paredes anticlinais da epiderme de contorno reto	1	0	1	0	1	0	1
Paredes anticlinais da epiderme de contorno sinuoso	0	1	0	1	0	1	1
Epiderme papilosa na face adaxial	0	0	1	0	0	0	0
Folhas anfiestomáticas	1	1	1	1	1	1	1
Folhas anfiestomáticas	0	0	1	0	0	0	0
Estômatos tipo paracíticos	1	1	1	1	1	1	1
Células guarda forma cristas nas duas faces	1	0	1	0	0	0	0
Células guarda forma crista somente na face externa	0	1	0	1	1	1	1
Células subsidiárias projetadas sobre as células guarda	0	0	1	1	0	0	1
Glândulas presentes em ambas as faces dos folíolos	1	0	0	0	0	0	0
Glândulas presentes somente na face abaxial dos folíolos	0	0	1	0	0	0	0
Tricomas tectores sempre presentes e somente na face abaxial	0	0	0	0	0	1	0
Tricomas tectores, quando presentes, em ambas as faces	0	1	0	1	0	0	1
Ápice do folíolo acuminado composto somente por fibras	0	0	0	0	0	0	1
Folíolos isobilaterais	1	0	0	0	0	0	0
Folíolos dorsiventrais	0	1	1	1	1	1	1
Células volumosas interrompendo o parênquima paliçádico	0	0	0	1	0	0	0
Células braciiformes típicas no parênquima lacunoso	0	1	0	0	0	0	0
Parênquima paravenal	0	0	0	0	0	0	1
Nervura mediana com feixe vascular tipo colateral	1	1	1	1	1	1	1
Nervura mediana pouco diferenciada das demais	0	1	0	0	1	0	1
Terminações vasculares compostas por traqueídes alargados	1	0	1	0	0	0	0
Terminações vasculares abertas	0	1	0	1	1	1	1
Calotas de fibras associadas aos feixes	1	1	1	1	1	1	1
Bainha cristalífera	0	1	0	1	0	1	1
Epiderme do pecíolo unisseriada	1	1	1	1	1	1	1
Glândulas no pecíolo	1	0	1	0	0	0	0
Tricomas tectores no pecíolo	0	1	0	1	1	1	1
Nectários extraflorais no pecíolo	0	1	0	1	1	0	1
Nectário extrafloral rudimentar	0	1	0	0	0	0	0
Sistema vascular do pecíolo composto por 8 feixes isolados entre si	1	0	1	0	0	0	0
Sistema vascular do pecíolo composto por 2 a 3 feixes em disposição circular	0	1	0	1	0	1	0
Sistema vascular do pecíolo composto 3 feixes dispostos em U	0	0	0	0	0	0	1
2 feixes acessórios conspicuos no pecíolo	0	1	0	1	0	0	0
2 calotas de fibras externa ao sistema vascular principal	0	0	0	0	1	0	0
Medula parenquimática bem diferenciada no pecíolo	0	0	0	0	1	0	0
Presença de idioblasto alongado na região da medula peciolar	0	0	0	0	1	0	0

Abreviaturas: CD. *C. dentata*, CDE. *C. desvauxii*, CH. *C. hedysaroides*, CM. *C. mucronata*, CRO. *C. rotundata*, CRL. *C. rotundifolia*, CT. *C. trichopoda*.

#### 4. CHAVE DE IDENTIFICAÇÃO

Com base nas características anatômicas foi elaborada uma chave de identificação para espécies do gênero *Chamaecrista* ocorrentes em áreas de campos rupestres no Parque Estadual do Itacolomi.

1. Glândulas que secretam composto viscoso, terminações vasculares compostas por traqueídes alargados

2. Glândulas presentes em ambas as faces dos folíolos, mesofilo isobilateral.....*C. dentata*

2'. Glândulas restritas a face abaxial do folíolo, mesofilo dorsiventral, epiderme da face adaxial papilosa.....*C. hedysaroides*

1'. Ausência de glândulas e traqueídes alargados na terminações vasculares

3. Nectários extraflorais presentes

4. Presença de dois feixes acessórios conspícuos no pecíolo

5. Nectário extrafloral típico com espaços intercelulares conspícuos abaixo da epiderme, principalmente na região da borda do nectário

6. Presença de células volumosas interrompendo o parênquima paliçádico.....*C. mucronata*

6'. Duas calotas de fibras externamente ao cilindro vascular do pecíolo, medula parenquimática ampla no pecíolo contendo idioblasto .....*C. rotundata*

5'. Nectário extrafloral rudimentar, células braciiformes típicas na região do parênquima lacunoso.....*C. desvauxii*

4'. Feixes vasculares do pecíolo dispostos em U, fibras envolvendo a nervura mediana extendidas além da margem apical do folíolo..... *C. trichopoda*

3'. Nectários extraflorais ausentes, tricomas tectores restritos a face abaxial do folíolo.....*C. rotundifolia*

## DISCUSSÃO

As sete espécies estudadas apresentaram diversas características xeromórficas tais como: isobilateralidade, mesófilo compacto, presença de indumento, intensa vascularização, tecido de sustentação abundante, paredes das células epidérmicas espessadas, cutícula espessa, dentre outras. Nos campos rupestres as plantas estão expostas a períodos secos e chuvosos, ventos constantes, alta luminosidade, mudanças bruscas de temperatura e a escassez de água (Handro, 1970; Sajo e Menezes, 1994; Scatena e Rocha, 1995; Giulietti et al. 2000) e nesses locais é comum a ocorrência de caracteres xeromórficos em folhas de diferentes taxa (Handro, 1970; Menezes e Giulietti, 1986; Sousa 1997; Scatena *et al.*, 2004). Caracteres xeromórficos já foram evidenciados em espécies de campos rupestres das famílias Asteraceae (Handro, 1970; Sajo e Menezes, 1994), Eriocaulaceae (Monteiro *et al.*, 1985; Scatena e Menezes, 1993; Scatena e Rocha, 1995; Castro e Menezes, 1995; Scatena *et al.*, 2004), Velloziaceae (Menezes, 1971; Menezes, 1975), Xyridaceae (Sajo, 1992; Sajo *et al.*, 1995), Melastomataceae (Sousa, 1997).

Em todas as espécies de *Chamaecrista* estudadas as paredes das células epidérmicas são espessadas, confirmando os resultados registrados na literatura para representantes da flora dos campos rupestres (Handro, 1970; Menezes, 1971; Menezes, 1975; Monteiro *et al.*, 1985; Sajo, 1992; Scatena e Menezes, 1993; Sajo *et al.*, 1995; Castro e Menezes, 1995; Scatena e Rocha, 1995; Scatena *et al.*, 2004). Esta característica tem sido interpretada como uma importante estratégia de proteção contra transpiração excessiva e intensa luminosidade, além de poder fornecer suporte contra a ação dos ventos (Pyykko, 1966; Fahn e Cutler, 1992; Sousa, 1997; Scatena *et al.* 2004).

O contorno das células epidérmicas em vista frontal variou de reto a sinuoso nas sete espécies estudadas. Pyykko (1979), ao estudar as plantas arbóreas de uma floresta tropical úmida da Venezuela, sugeriu que quanto maior a intensidade luminosa menor o grau de sinuosidade das paredes das células epidérmicas. Considerando que as espécies estudadas de *Chamaecrista* ocorrem sob as mesmas condições de luminosidade e umidade, os resultados reforçam o valor taxonômico para esta característica como também observado para espécies de Sterculiaceae (Hussin e Sani, 1998), Lauraceae (Moraes e Paoli, 1999) e Lythraceae (Meira, 2000).

*C. hedysaroides* apresentou a epiderme papilosa na face adaxial, sendo esta característica registrada para vários gêneros da subfamília Caesalpinioideae (Watson,

1981), inclusive *Cassia sensu lato*. Epiderme papilosa é interpretada como uma proteção aos estômatos e possibilita uma maior reflexão dos raios solares devido ao ângulo de incidência dos mesmos sobre a epiderme (Fahn e Cutler, 1992). Desta forma, esta seria uma estratégia importante para a espécie que vive em campo rupestre, submetida a intenso grau de luminosidade.

Em seis das sete espécies estudadas, a cutícula é relativamente espessa tanto nos folíolos quanto nos pecíolos. Essa característica pode estar auxiliando a evitar a perda excessiva de água por transpiração e a proteger contra a radiação excessiva, como enfatizado na literatura e tem sido observada comumente em plantas de campo rupestres (Handro, 1970; Menezes, 1971; Menezes, 1975; Monteiro *et al.*, 1985; Sajo, 1992; Scatena e Menezes, 1993; Sajo *et al.*, 1995; Castro e Menezes, 1995; Scatena e Rocha, 1995; Scatena *et al.*, 2004), que é considerada uma vegetação xérica (Joly, 1970). O fato de *C. desvauxii*, *C. rotundifolia* e *C. dentata* apresentarem cutícula relativamente fina deve ser avaliado com cuidado, pois, além da espessura a constituição química dos polímeros interfere na maior ou menor permeabilidade da cutícula (Schreiber, 2005).

Segundo Fahn e Cutler (1992), estômatos em ambas as faces ocorrem em 51% das espécies com características xeromórficas e teriam melhor desempenho fotossintético (Handro, 1970; Castro e Menezes; Sousa, 1997). Ao contrário do observado no presente trabalho, comumente representantes da subfamília Caesalpinioideae apresentam estômatos restritos a face abaxial foliar (Solereeder, 1908; Metcalfe e Chalk, 1950; Cowan, 1981; Watson, 1981). Todavia a distribuição dos estômatos tem sido um caráter de importância taxonômica, devido ao fato de em alguns táxons este se mostrar constante (Menezes, 1984; Monteiro *et al.*, 1985; Meira, 2000).

Em algumas espécies as células subsidiárias se encontram projetadas sobre as células guarda protegendo os estômatos contra o excesso de calor e transpiração excessiva. Câmaras subestomáticas bem desenvolvidas foram observadas principalmente nas espécies *C. dentata*, *C. desvauxii* e *C. mucronata*, câmaras amplas estabelecem um longo gradiente de difusão entre o parênquima clorofiliano e o meio ambiente além de uma alta resistência à difusão, contribuindo para baixas taxas de transpiração mesmo com estômatos abertos (Fahn e Cutler, 1992). Além disso todas as espécies apresentaram suas células guarda com cristas que formam câmaras epiestomáticas ajudando na formação de um microclima mais ameno auxiliando também a evitar a perda excessiva de água por transpiração, e ainda podendo proteger contra a ação dos ventos por alterar o percurso dos mesmos.

Tricomas tectores apresentaram-se densamente distribuídos sobre a lâmina foliolar de algumas espécies analisadas. Diferentes funções têm sido atribuídas aos tricomas, eles poderiam funcionar na proteção de estômatos e até mesmo do mesófilo contra o excesso de calor e ainda no isolamento e reflexão da luz (Pyykko, 1966, Handro, 1970; Fahn, 1982; Monteiro *et al.*, 1985), além disso a alta densidade de tricomas permite a manutenção de um microclima que contribui para a redução da taxa de transpiração e perda excessiva de água nos períodos quentes e de déficit hídrico (Sousa, 1997; Ferreira, 2002).

Embora tricomas possuam grande variação em sua estrutura, dentro de alguns grupos de plantas eles são frequentemente uniformes e podem ser usados em propostas taxonômicas, como tem sido observado em trabalhos envolvendo a família Leguminosae (Tripathi e Sahu, 1991; Silva 1999; Conceição *et al.*, 2003; Dutra, 2005a). Dentre as espécies de *Chamaecrista* estudadas a presença e a distribuição de tricomas tectores apresentaram considerável valor na distinção das espécies.

Em *Chamaecrista desvauxii*, *C. mucronata* e *C. trichopoda* o caráter presença de tricomas tectores não se mostrou constante em toda a amostragem, sendo que parte da amostra apresentou as duas faces recobertas completamente por tricomas tectores e parte completamente glabra. Algumas hipóteses foram levantadas para explicar esse fato, sendo a mais pertinente a que diz respeito ao caráter estar ligado a variações do ambiente ao longo do ano, visto que, foram realizadas duas coletas sendo que a primeira foi realizada em período de chuvas e a segunda no final da estação seca e os folíolos pilosos foram observados no material coletado no período de seca e os glabros no chuvoso.

Glândulas que secretam uma substância viscosa que recobre toda a superfície da planta foram observadas no pecíolo e folíolo de *C. dentata* e *C. hedyaroides*. Em plantas de campos rupestres, a secreção pode ter a função de reflexão dos raios solares reduzindo assim a temperatura foliar e também evitando a perda excessiva de água pela transpiração (Handro, 1970; Menezes, 1975; Monteiro *et al.*, 1985; Sousa, 1997). Estruturas secretoras semelhantes foram registradas em outros membros da subfamília Caesalpinioideae (Lersten e Curtis 1994; Rudall *et al.*, 1994; Lersten e Curtis 1995).

Nectários extraflorais localizados nos pecíolos de *C. desvauxii*, *C. mucronata*, *C. rotundata* e *C. trichopoda* corroboram estruturalmente com a descrição de Bhattacharyya e Maheshwari (1971a) para a subfamília Caesalpinioideae, confirmando, desta forma, que estas estruturas possuem semelhança anatômica com o que já foi descrito para

nectários extraflorais. Geralmente aos NEFs é atribuída a função de defesa da planta contra ataque de herbívoros (Bentley, 1983; Schmid, 1988; Oliveira e Leitão-Filho, 1987; Oliveira, 1997; Del-Claro e Santos, 2000; Leitão *et al.*, 2002; Paiva, 2003; Leitão *et al.*, 2005). Existem vários relatos sobre o papel defensivo dos NEFs, (Sherbrooke e Scheerens, 1979; Paiva, 2003; Rutter e Rausher, 2004) relatam a relação de mutualismo entre os NEFs e formigas, onde os nectários estariam fornecendo alimento para as formigas e as formigas por sua vez estariam auxiliando na defesa contra herbivoria. Neste trabalho, não foi possível estabelecer relações ecológicas neste sentido pois, não foram realizadas observações de campo suficientes para tanto, todavia essa discussão abre campo para novos estudos com as espécies de *Chamaecrista* onde se observou a presença de NEFs.

Alguns caracteres como posição, formato e coloração de NEFs possuem valor taxonômico em Leguminosae (Bhattacharyya e Maheshwari, 1971a) e podem ser caracteres distintivos, de valor diagnóstico, sendo úteis na distinção de espécies e variedades de gêneros como *Cassia* (Bhattacharyya e Maheshwari, 1971a e 1971b) e *Chamaecrista* (Dutra, 2005b). Nas espécies avaliadas neste estudo a presença de NEFs distinguiu um grupo de espécies, além disso, dentre essas espécies a ocorrência de espaços intercelulares conspícuos imediatamente abaixo da epiderme do nectário e o nível de desenvolvimento do parênquima nectarífero e do sistema vascular foram utilizados na distinção entre espécies.

O mesofilo compacto verificado em todas as espécies estudadas pode estar favorecendo uma menor perda de água por transpiração (Pyykko, 1966). Esta característica também foi observada em representantes da família Asteraceae (Handro, 1970; Sajo e Menezes, 1994) e Eriocaulaceae (Scatena *et al.*, 2004).

A isobilateralidade observada em *C. dentata* o desempenho fotossintético além de ajudar a diminuir a taxa de transpiração, evitando assim a perda excessiva de água (Pyykko, 1966; Handro, 1970; Sousa, 1997). As folhas de *C. dentata* são pêndulas e se posicionam paralelas aos raios solares por possuírem um longo pecíolo. O posicionamento paralelo das folhas em relação aos raios solares também justifica a ocorrência da isobilateralidade. Nas outras espécies as folhas se posicionam levemente inclinadas e diferentemente de *C. dentata* possuem o pecíolo muito curto e pequeno espaçamento entre os nós.

O parênquima observado, entre o parênquima paliçádico e o esponjoso, exclusivamente em *C. trichopoda*, é semelhante a um parênquima paravenal. Análises

posteriores são necessárias para a confirmação deste tecido. O parênquima paravenal tem sido relacionado a uma maior eficiência no transporte lateral de água e fotoassimilados, podendo também funcionar como tecido armazenador de substâncias. Comumente é encontrado em representantes da família Leguminosae (Lersten e Curtis, 1993). Devido ao fato das plantas de campos rupestres estarem sujeitas a escassez de água constantemente a presença de parênquima paravenal se torna pertinente.

A abundância de tecido de sustentação, especialmente associados aos feixes vasculares que são intensamente ramificados, e de lignificação das paredes observada nas espécies estudadas estaria relacionada com uma maior estabilidade dos tecidos auxiliando a evitar um colapamento celular em períodos de seca e no suporte contra a ação dos ventos, o que confirma os dados de literatura para a flora dos campos rupestres (Handro, 1970; Menezes, 1971; Menezes, 1975; Monteiro *et al.*, 1985; Sajo, 1992; Scatena e Menezes, 1993; Arias, 1995; Sajo *et al.*, 1995; Castro e Menezes, 1995; Scatena e Rocha, 1995; Scatena *et al.*, 2004).

Algumas das características anatômicas descritas para as sete espécies de *Chamaecrista* estudadas confirmam os registros da literatura para a família Leguminosae e para a subfamília Caesalpinioideae (Solereeder, 1908; Metcalfe e Chalk, 1950; Cowan, 1981; Watson, 1981; Crow *et al.*, 1997). Destas destaca-se: epiderme unisseriada, mesofilo dorsiventral, fibras associadas aos feixes vasculares, bainha do feixe cristalífera, presença de tricomas tectores unisseriados, glândulas e nectários extraflorais, estômatos paracíticos.

A disposição dos feixes vasculares no pecíolo, especialmente quanto à distribuição dos feixes e a presença ou ausência de feixes acessórios foi um caráter de valor diagnóstico dentre as espécies de *Chamaecrista* analisadas. Essas mesmas características do pecíolo também apresentaram importância taxonômica para outros gêneros de Leguminosae como, *Pterodon* e *Psoralea sensu stricto* (Crow *et al.*, 1997; Rodrigues e Machado, 2004).

Outras características que apresentaram valor diagnóstico foram à presença de células volumosas em *C. mucronata*, idioblastos na medula peciolar de *C. rotundata*, fibras que envolvem a nervura mediana de *C. trichopoda* extendidas além da margem apical do folíolo formando um ápice acuminado e traqueídes alargados em *C. dentata* e *C. hedyaroides*. Esses dados são inéditos para a família e poderão contribuir em trabalhos taxonômicos na distinção de espécies de *Chamaecrista*.

Os caracteres mostraram ser válidos na distinção entre as espécies de *Chamaecrista* estudadas, ressaltando a importância de estudos taxonômicos no gênero. O estudo anatômico de um maior número de espécies, envolvendo diferentes ambientes, será fundamental para ampliar os conhecimentos a cerca da utilização de características anatômicas para a taxonomia do gênero.

## CONCLUSÕES

Todas as espécies apresentaram caracteres xeromórficos, todavia diferiram tanto na quantidade quanto na distribuição destes caracteres. Características como: paredes das células epidérmicas espessas; cutícula espessa; estômatos apresentando células subsidiárias em nível superior as células guarda, presença de cristas estomáticas; alta densidade de tricomas e glândulas sobre a superfície foliar; mesofilo compacto; tecidos de sustentação e de condução em grande quantidade; epiderme papilosa; folhas anfiestomáticas e isobilateralidade, estão associadas a estratégias adaptativas das plantas ao ambiente de campo rupestre.

Foram considerados de valor diagnóstico: isobilateralidade de *C. dentata*; presença de células volumosas em *C. mucronata*; idioblastos na medula peciolar de *C. rotundata*; fibras que envolvem a nervura mediana de *C. trichopoda* estendidas além da margem apical do folíolo formando um ápice acuminado; traqueídes alargados em *C. dentata* e *C. hedsaroides* e o padrão de disposição dos feixes vasculares no pecíolo das sete espécies. Esses resultados são inéditos para a família e poderão contribuir com trabalhos taxonômicos na delimitação das espécies de *Chamaecrista*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias RL.** 1995. *Estudo morfoanatômico em espécies de Lychnophora Mart. (Asteraceae) dos campos rupestres do Brasil.* Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, SP.
- Bentley BL.** 1983. Nectaries in agriculture, with an emphasis on the tropics. In: Bentley BL e ELIAS TS, eds. *The biology of nectarines.* New York: Columbia University Press, 204-222.
- Bhattacharyya B e Maheshwari JK.** 1971a. Studies on extrafloral nectaries of the Leguminales – I. Papilionaceae, with a discussion on the systematics of the Leguminales. *Proc. Indian Natl. Sci. Acad., B 37:* 11-30.
- Bhattacharyya B e Maheshwari JK.** 1971b. Studies on extrafloral nectaries of the Leguminales – II. The genus *Cassia* Linn. (Caesalpiniaceae). *Proc. Indian Natl. Sci. Acad., B 37:* 74-90.
- Castro NM e Menezes NL.** 1995. Aspectos da Anatomia Foliar de algumas Espécies de *Paepalanthus* Kunth, Eriocaulaceae da Serra do Cipó (Minas Gerais). *Acta Botanica Brasilica 9(2):* 213-229.
- Conceição AS; Giulietti AM e Queiroz LP.** 2003. O gênero *Chamaecrista* Moench (Leguminosae-Caesalpinioideae) em Catolés, Abaíra, Chapada Diamantina, Bahia. Brasil. *Sitientibus, série Ciências Biológicas 3:* 81-108.
- Costa CMR; Hermann G; Lins LV e Lamas LR.** 1998. *Biodiversidade em Minas Gerais: um Atlas para a sua Conservação.* Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. 94p.
- Cowan RS.** 1981. Caesalpinioideae. In: Pohill RM e Raven PH, eds. *Advances in Legume Systematics part 1.* Kew: Royal Botanical Gardens, 57-64.
- Cronquist A.** 1981. *An Integrated System of Classification of Flowering Plants.* New York: Coloumbia University Press. 1262p.

**Crow E; Stirton CH e Cutler DF.** 1997. Leaf anatomy of the genus *Psoralea sensu stricto* (Psoraleae, Papilionoideae, Leguminosae). *Botanical Journal of Linnean Society* **121**: 155-182.

**Del-Claro K e Santos JC.** 2000. A função dos nectários extraflorais em plantas do cerrado. In: CAVALCANTI TB, ed. *Tópicos atuais em Botânica: Palestras convidadas do 51º Congresso Nacional de Botânica*. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Sociedade Botânica do Brasil, 84-89.

**Dickison WC.** 2000. *Integrative Plant Anatomy*. New York: Harcourt Academic Press. 533p.

**Dutra VF; Messias MCTB e Garcia FCP.** 2005. Papilionoideae (Leguminosae) nos campos ferruginosos do Parque Estadual do Itacolomi, Minas Gerais, Brasil: florística e fenologia. *Revista Brasileira de Botânica* **28(3)**: 493-504.

**Dutra VF.** 2005. *Leguminosae Adans, nos campos rupestres do Parque Estadual do Itacolomi, Minas Gerais, Brasil: florística, preferência por hábitat, aspectos reprodutivos e distribuição geográfica*. Dissertação de Mestrado Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 189p.

**Fahn A e Cutler DF.** 1992. *Xerophytes*. Berlim: Gebrüder Borntraeger. 180p.

**Ferreira KM.** 2002. *Comparações morfo-anatômicas e químicas entre populações de Marctia taxifolia (St. Hill) DC. (Melastomataceae) nos campos rupestres da Serra do Cipó-MG*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 73p.

**Garcia FCP e Dutra VF.** 2004. Leguminosae nos Campos Rupestres. In: CD-ROM. *Simpósio, palestras e mesas redondas do 55º Congresso Nacional de Botânica*. Alpha Viçosa: Mídia Assessoria Fotográfica Ltda.

**Giulietti AM; Menezes NL; Pirani JR; Meguro M e Wanderley MGL.** 1987. Flora da Serra do Cipó: caracterização e lista de espécies. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* **9**:1-151.

**Giulietti AM; Harley RM; Queiroz LP; Wanderley MGL e Pirani JR.** 2000. Caracterização e endemismos nos Campos Rupestres da Cadeia do Espinhaço. In:

Cavalcanti TB e Walter BMT, eds. *Tópicos atuais em Botânica*. Brasília: SBB/Embrapa, 311-318.

**Handro W; Campos JFBM e Oliveira ZM.** 1970. Sobre a anatomia foliar de algumas compostas de campos rupestres. *Ciência e Cultura* **22**:107-126.

**Hussin KH e Sani ZM.** 1998. Comparative leaf anatomical studies of some *Sterculia* L. species (Sterculiaceae). *Botanical Journal Linnean Society* **127**: 159-174.

**Irwin HS e Barneby RC.** 1981. Tribe 2. Cassieae Bronn (1822). In: Polhill RM e Raven PH, eds. *Advances in Legume Systematics part 1*. Kew: Royal Botanical Gardens, p. 57-64.

**Irwin HS e Barneby RC.** 1982. The American Cassiinae – A synoptical revision of Leguminosae – Tribe Cassieae subtribe Cassiinae in the New World. *Memoirs of the New York Botanical Garden* **35**:1-918.

**Jensen WA.** 1962. *Botanical histochemistry: principles and practice*. San Francisco: WH Freeman. 408p.

**Johansen DA.** 1940. *Plant Microtechnique*. New York: McGraw- Hill. 523p.

**Joly AB.** 1970. *Conheça a Vegetação Brasileira*. São Paulo: Editora Polígono e Editora Universidade de São Paulo. 165p.

**Karnovisky MJ.** 1965. A formaldehyde-glutaraldehyde fixative of high osmolarity for use in electron microscopy. *Journal of Cell Biology: JCB* **27**: 27-137.

**Leitão CAE; Meira RMSA; Azevedo AA e Araujo JM.** 2002. Ontogenia dos Nectários Extraflorais de *Triumfetta semitriloba* (Tiliaceae). *Planta Daninha* **20**: 343-351.

**Leitão CAE; Meira RMSA; Azevedo AA; Araújo JM; Silva KLF e Collevatti RG.** 2005. Anatomy of the floral, bract, and foliar nectaries of *Triumfetta semitriloba* (Tiliaceae). *Canadian Journal of Botany* **83**: 279-286.

**Lersten NR e Curtis JD.** 1993. Subepidermical idioblasts in leaflets of *Caesalpinia pulcherrima* and *Parkinsonia aculeate* (Leguminosae-Caesalpinioideae). *Bull. Torrey Bot. Club* **120**: 319-326.

**Lersten NR e Curtis JD.** 1994. Leaf anatomy in *Caesalpinia* and *Hoffmanseggia* (Leguminosae, Caesalpinioideae) with emphasis on secretory structures. *Plant Systematics and Evolution* **192**: 231-255.

**Lersten NR e Curtis JD.** 1995. Two foliar idioblasts of taxonomic significance in *Cercidium* and *Parkinsonia* (Leguminosae-Caesalpinioideae). *American Journal of Botany* **82**: 565-570.

**Levitt J.** 1980. *Responses of plants to environmental stress*. New York: Academic Press. 280p.

**Lewis GP.** 1987. *Legumes of Bahia*. Kew: Royal Botanical Gardens. 369p.

**Lewis GP.** 2004. Phylogenetic relationships within the Leguminosae – recent advances. In: CD-ROM. *Simpósios, palestras e mesas redondas do 55º Congresso Nacional de Botânica*. Viçosa: Alpha Mídia Assessoria Fonográfica Ltda.

**Lima HC.** 2000. *Leguminosas arbóreas da Mata Atlântica: uma análise da riqueza, padrões de distribuição geográfica e similaridades florísticas em remanescentes florestais do estado do Rio de Janeiro*. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

**Meira RMSA.** 2000. *Anatomia foliar e estudos morfológicos em espécies de Lafoensia Vand. (Lythraceae) nativas do Brasil*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Campinas, Campinas. 257p.

**Meira RMS e Martins FM.** 2003. Inclusão de material herborizado em metacrilato para estudos de anatomia vegetal. *Revista Árvore* **27**: 109-112.

**Mendonça MP e Lins LV.** 2000. *Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas de Extinção da Flora de Minas Gerais*. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, Fundação Zoobotânica de Belo Horizonte. 157p.

**Menezes NL.** 1971. Traqueídes de transfusão no gênero *Vellozia* Vand. *Ciência e Cultura* **23**: 389-409.

**Menezes NL.** 1975. Presença de traqueídes de transfusão e bainha mestomática em Barbacenoideae (Velloziaceae). *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* **3**: 29-60.

**Menezes NL.** 1984. *Características anatômicas e filogenia na família Velloziaceae*. Tese de Livre Docência, Universidade de São Paulo, São Paulo.

**Menezes NL e Giulettil AM.** 2000. Campos Rupestres. In: Mendonça MP e Lins LV, eds. *Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas de Extinção da Flora de Minas Gerais*. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, Fundação Zoobotânica de Belo Horizonte, 65-73.

**Messias MCTB; Dias SJ; Roschel MB; Sousa HC e Matos AM.** 1997. *Levantamento florístico das matas e distribuição de algumas espécies endêmicas da área do Parque Estadual do Itacolomi*. UFOP/BIRD/IEFPROFLORESTA. Relatório Técnico (polígrafo), Ouro Preto.

**Metcalf CR.** 1983. Ecological Anatomy and Morphology General Survey. In: Metcalf CR e Chalk L, eds. *Anatomy of the Dicotyledons Vol II*. Oxford: Clarendon Press, 127-156.

**Metcalf CF e Chalk L.** 1950. *Anatomy of the Dicotyledons: Leaves, Stem and Wood in Relation to Taxonomy with Notes on Economic Uses. Vol. I*. Oxford: Clarendon Press. 724p.

**Monteiro WR; Castro MM e Giulettil AM.** 1985. Aspects of leaf structure of some species of *Leiotrix* Ruhl. (Eriocaulaceae) from Serra do Cipó (Minas Gerais, Brazil). *Revista Brasileira de Botânica* **7**: 137-147.

**Moraes PLR e Paoli AAS.** 1999. Epiderme e padrão de venação de espécies de Lauraceae. *Acta Botanica Brasilica* **813**: 109-125.

**O'Brien TP e McCully ME.** 1981. *The study of plant structure principles and select methods*. Termarcarphi Pty, Melbourne Ltda. 45p.

**Oliveira PS.** 1997. The ecological function of the extrafloral nectaries: herbivore deterrence by visiting ants and reproductive output in *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae). *Functional Ecology* **11**: 323-330.

**Oliveira OS e Leitão-Filho HF.** 1987. Extrafloral nectaries: their taxonomic distribution and abundance in the woody flora of Cerrado vegetation in southeast Brazil. *Biotropica* **19**:140-148.

**Paiva EAS.** 2003. *Estruturas secretoras em Hymenaea stigonocarpa (Fabaceae-Caesalpinioideae): uma abordagem morfofuncional*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de São Paulo (UNESP), Botucatu. 125p.

**Peron MV.** 1989. Listagem preliminar da flora fanerogâmica dos Campos Rupestres do Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto/Mariana, MG. *Rodriguésia* **41(67)**: 63-69.

**Polhill RM; Raven PH e Stirton CH.** 1981. Evolution and Systematics of the Leguminosae.. In: Polhill RM e Raven PH, eds. *Advances in Legume Systematics part I*. Kew: Royal Botanical Gardens, 1-26.

**Pyykko M.** 1966. The leaf anatomy of East Patagonian xeromorphic plants. *Ann. Bot. Fenn.* **3**: 453-622.

**Raven PH; Evert RF e Eichhorn SE.** 1996. *Biologia Vegetal*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 728p.

**Rodrigues TM e Machado SR.** 2004. Anatomia comparada do pulvino, pecíolo e raque de *Pterodon pubescens* Benth (Fabaceae-Faboideae). *Acta Botanica Brasílica* **18(2)**: 381-390.

**Romero R.** 2002. Diversidade da flora dos Campos Rupestres de Goiás, Sudoeste e Sul de Minas Gerais. In: Araújo EL; Moura NA; Sampaio EVSB; Gestani LMS e Carneiro JMT, eds. *Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil*. Recife: Editora Universidade Federal de Pernambuco, 81-86.

**Rudall PJ; Myers G e Lewis GP.** 1994. Floral secretory structures in *Caesalpinia sensu lato* and related genera. In: Ferguson IK e Tucker S, eds. *Advances in Legume systematics parte 6*. Kew: Royal Botanical Gardens, 41-52.

- Rutter MT e Rausher MD.** 2004. Natural selection on extrafloral nectar production in *Chamaecrista fasciculata*: the costs and benefits of a mutualism trait. *Evolution* **58(12)**: 2657-2668.
- Sajo MG.** 1992. Estudos morfoanatômicos em órgãos foliares de *Xyris* L. (Xyridaceae). *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* **13**: 67-86.
- Sajo MG e Menezes NL.** 1994. Considerações sobre a anatomia foliar de espécies de *Vernonia* Scrib. (Compositae) da Serra do Cipó, MG. *Naturalia* **19**:173-183.
- Sajo MG; Wanderley MG e Carvalho LM.** 1995. Caracterização anatômica foliar para 14 espécies de *Xyris* L. (Xyridaceae) da Serra do Cipó, MG, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* **9**: 101-114.
- Scatena VL e Menezes NL.** 1993. Considerações sobre a natureza da câmara subestomática e das células epidérmicas das folhas de *Syngonanthus* Ruhl., seção *Thysanocephalus* Koern. (Eriocaulaceae). *Revista Brasileira de Botânica* **16(2)**: 159-165.
- Scatena VL e Rocha CLM.** 1995. Anatomia dos órgãos vegetativos e do escapo floral de *Leiothrix crassifolia* (Bong.) Ruhl., Eriocaulaceae, da Serra do Cipó – MG. *Acta Botanica Brasilica* **9(2)**: 195-211.
- Scatena VL; Vich DV e Parra LR.** 2004. Anatomia de escapos, folhas e brácteas de *Syngonanthus* sect. *Eulepis* (Bong. ex Koern.) Ruhland (Eriocaulaceae). *Acta Botanica Brasilica* **18(4)**: 825-837.
- Schmid R.** 1988. Reproductive versus extra-reproductive nectaries – historical perspective and terminological recommendations. *Botanical Review* **54**: 179-232.
- Sherbrooke WC e Scheerens JC.** 1979. Ant-visited extrafloral (calyx and foliar) nectarines and nectar sugars of *Erythrina flabelliformis* Kearney in Arizona. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **66(3)**: 472-481.
- Silva PH.** 1999. *O gênero Chamaecrista seção Absus (Collad.) Irwin e Barneby na Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil.* Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo.

**Smith FH e Smith EC.** 1942. Anatomy of the inferior ovary of *Darbya*. *American Journal of Botany* **29**: 464-471.

**Solereder H.** 1908. *Systematic Anatomy of the Dicotyledons*. Vol. II. Oxford: Clarendon Press. 1182p.

**Sousa HC.** 1997. *Estudo comparativo de adaptações anatômicas em órgãos vegetativos de espécies de Lavoisiera DC. (Melastomataceae) da Serra do Cipó, MG*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo. 185p.

**Tripathi D e Sahu TR.** 1994. Tricome studies in *Cassia* Linn.: Structure distribution and taxonomic significance. *Journal Plant Anatomy Morphology*. **5(2)**: 13 –18.

**Vitta F.** 2002. Diversidade e conservação da Flora nos Cmpos Rupestres da Cadeia do Espinhaço em Minas Gerais. In: Araújo EL; Moura NA; Sampaio EVSB; Gestani LMS e Carneiro JMT, eds. *Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil*. Recife: Editora Universidade Federal de Pernambuco, 90-94.

**Watson L.** 1981. An automated system of generic description for Caesalpinioideae, and its application to classification and key-making. In: Pohill RM e Raven PH, eds. *Advances in Legume Systematics part 1*. Kew: Royal Botanical Gardens, 65 – 80.

**Zappi D; Lucas E; Stannard BL; Lughadha EN; Pirani JR; Queiroz LP; Atkins S; Hind N; Giulietti AM; Harley RM; Mayo SJ e Carvalho AM.** 2002. Biodiversidade e Conservação na Chapada Diamantina, Bahia: Catalés, um estudo de caso. In: Araújo EL; Moura NA; Sampaio EVSB; Gestinari LMS e Carneiro JMT, eds. *Biodiversidade, conservação e uso sustentável da Flora do Brasil*. Recife: Imprensa Universidade Federal de Pernambuco, 87-89.

## ANEXOS

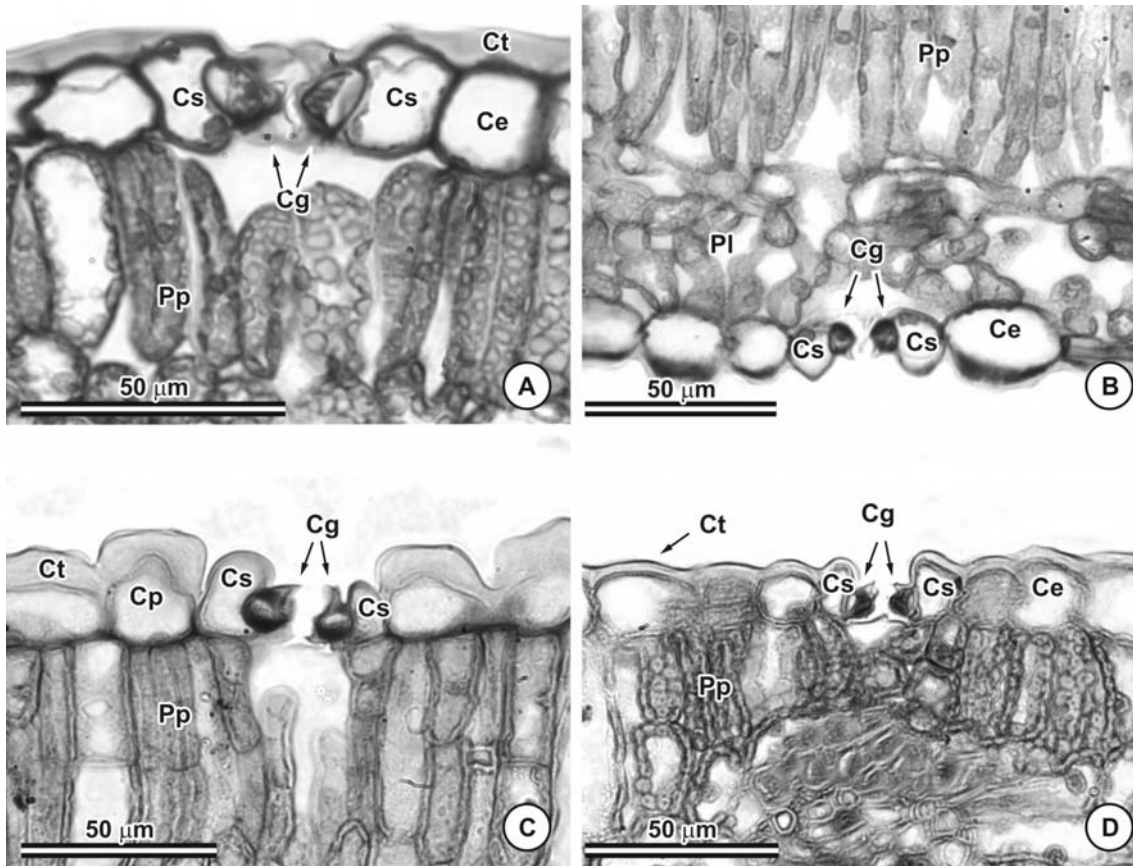


Figura 1: Estômatos de *Chamaecrista* em corte transversal. A: *C. dentata*. B: *C. desvauxii*. C: *C. hedysaroides*. D: *C. mucronata*. Abreviaturas – Ce: células epidérmicas, Cg: células guardas, Cp: células papilosas, Cs: células subsidiárias, Ct: cutícula, Pl: parênquima lacunoso, Pp: parênquima paliçadico.

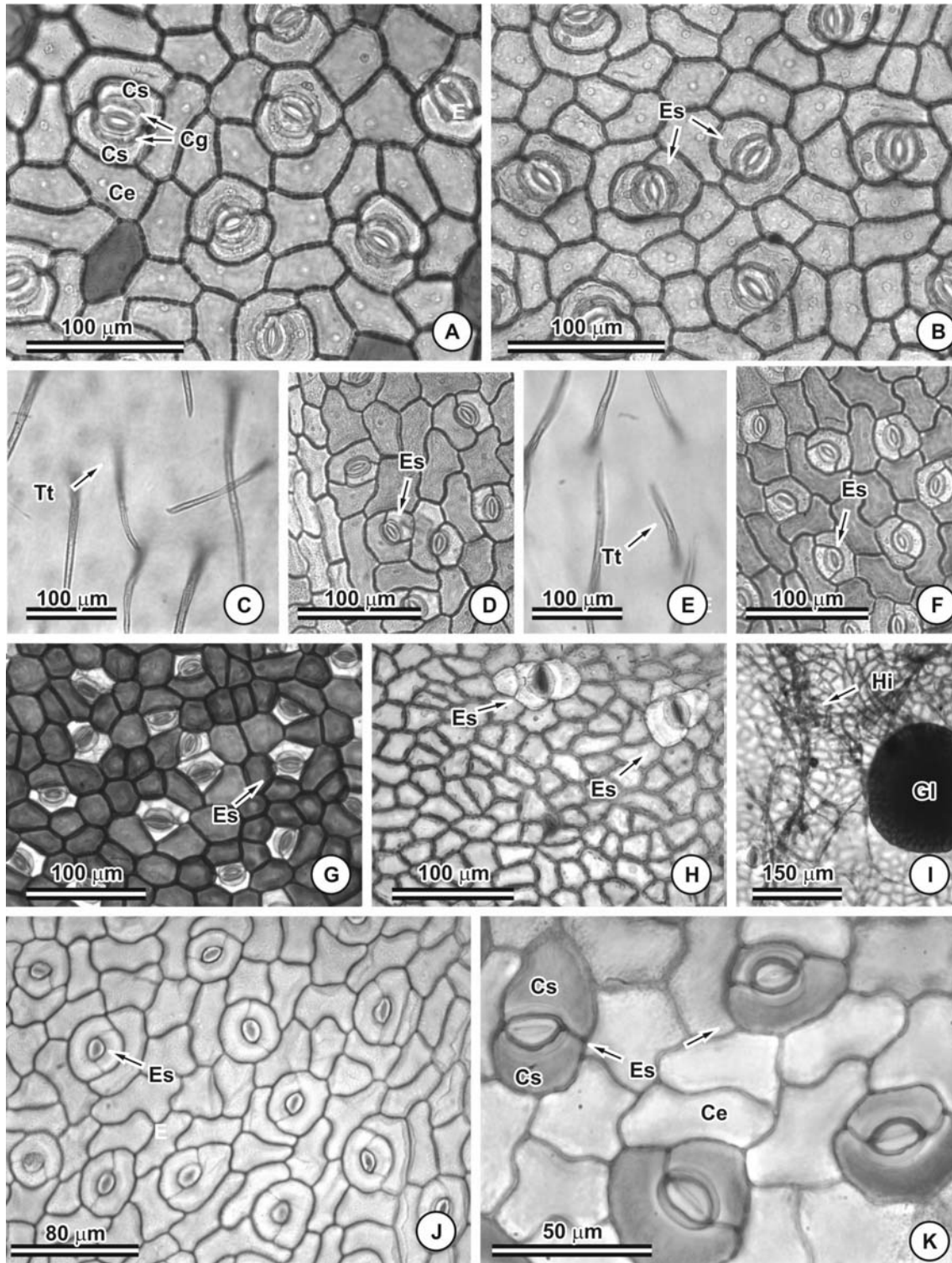


Figura 2: Epidermes de *Chamaecrista* em vista frontal (dissociação) I. A e B: *C. dentata*, A (face adaxial) e B (face abaxial). C – F. *C. desvauxii* C e D face adaxial, E e F. face abaxial. G – I.: *C. hedysaroides*, G face adaxial, H e I face abaxial. J e K: *C. mucronata*, J face adaxial, K face abaxial. Abreviaturas – Ce: células epidérmicas, Cg: células guarda, Cs: células subsidiárias, Es: estômato, Gl: glândula, Hi: hifas fúngicas, Tt: tricoma tector.

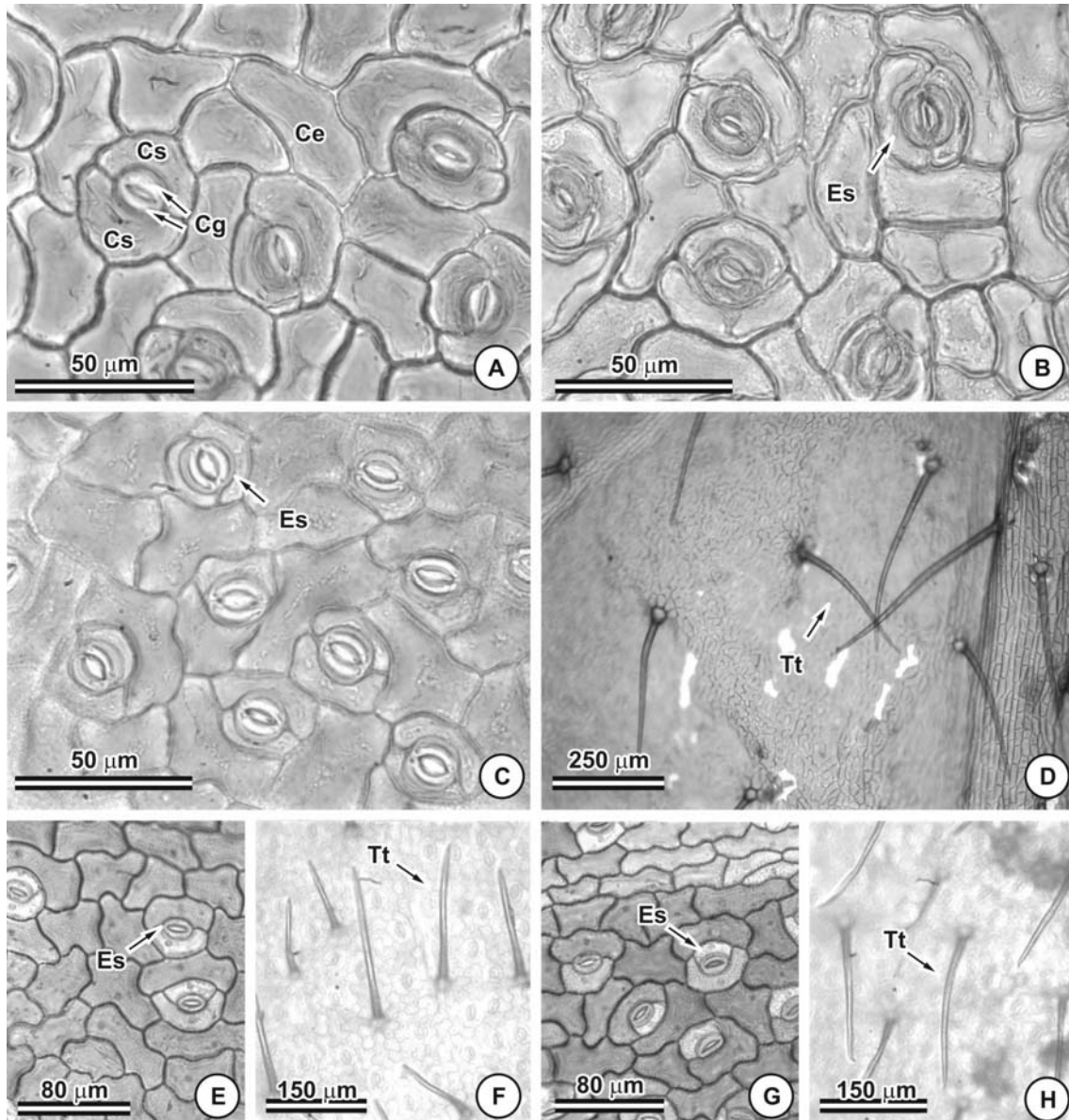


Figura 3: Epidermes de *Chamaecrista* em vista frontal (dissociação) II. A e B: *C. rotundata*, A. face adaxial, B. face abaxial. C e D: *C. rotundifolia*, C. face adaxial, D. face abaxial. E – H: *C. trichopoda*, E e F. face adaxial, G e H. face abaxial. Abreviaturas – Ce: células epidérmicas, Cg: células guarda, Cs: células subsidiárias, Es: estômato, Tt: tricoma tector.

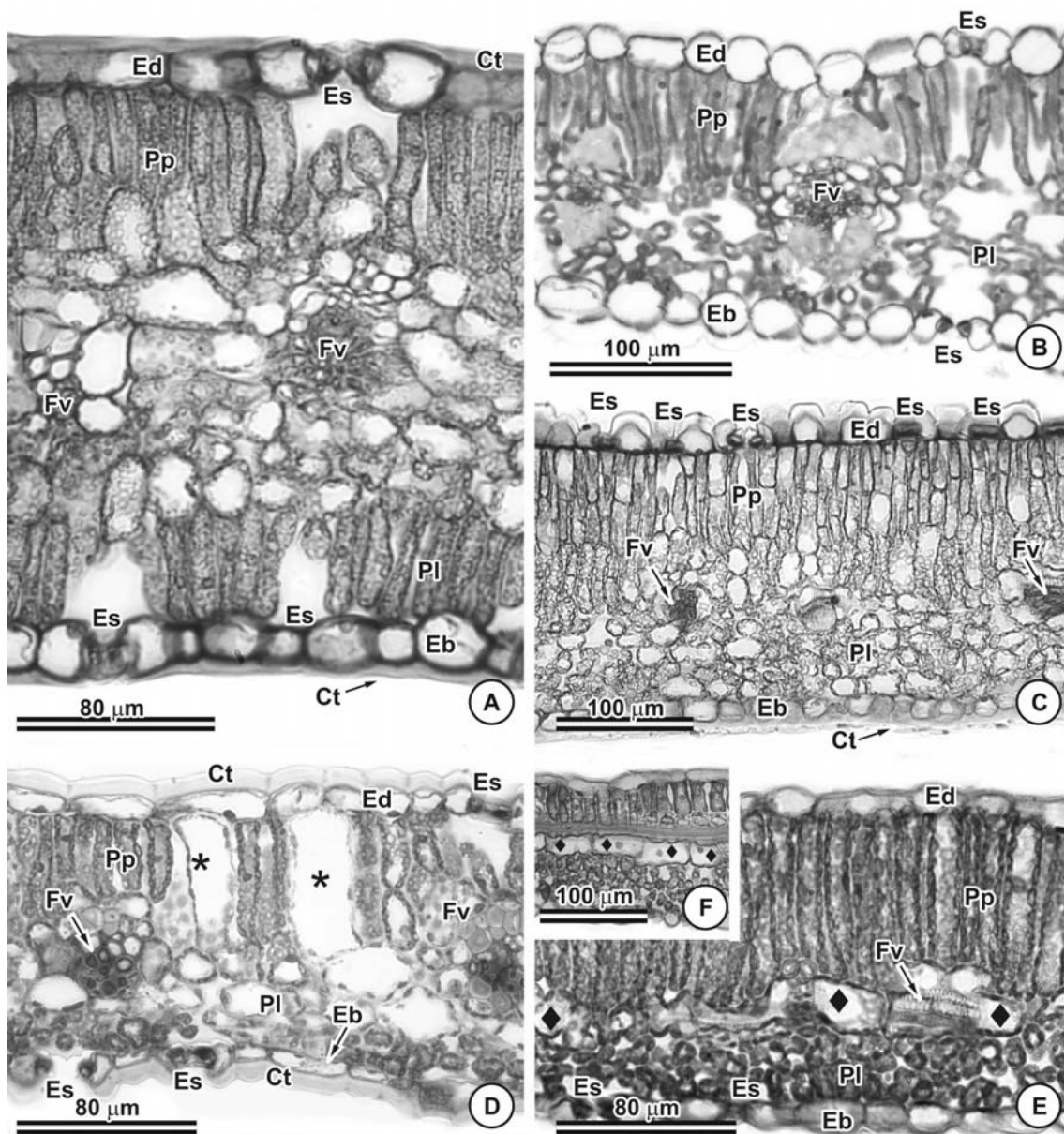


Figura 4: A – E: Corte transversal dos folíolos de *Chamaecrista*. A: *C. dentata*. B: *C. desvauxii*. C: *C. hedysaroides*. D: *C. mucronata*. E: *C. trichopoda*. F: Corte longitudinal do folíolo de *C. trichopoda*. Abreviaturas - Ct: cutícula, Eb: epiderme da face abaxial, Ed: epiderme da face adaxial, Es: estômato, Fv: feixe vascular, Pl: parênquima lacunoso, Pp: perênquima paliçádico, Ta: traqueídes alargados e Tt: tricoma tector. Células volumosas no mesófilo de *C. mucronata* (asteriscos), Parênquima paraxenal (losango).

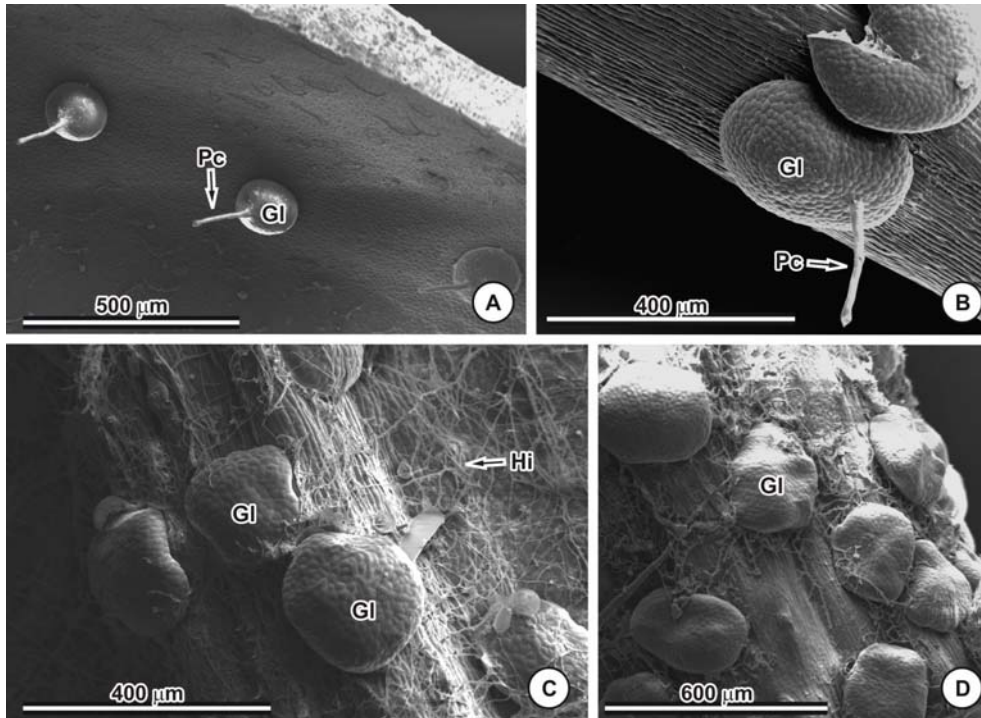


Figura 5: Glândulas de *Chamaecrista* vistas em microscopia eletrônica de varredura. A e B: *C. dentata*, A. glândulas no folíolo e B. glândulas no pecíolo. C e D: *C. hedysaroides*, A. glândulas no folíolo e B. glândulas no pecíolo. Abreviaturas – Gl: glândula, Hi: hifas fúngicas e Pc: projeção celular de uma célula da periferia da glândula assumindo o aspecto de um tricoma tector.

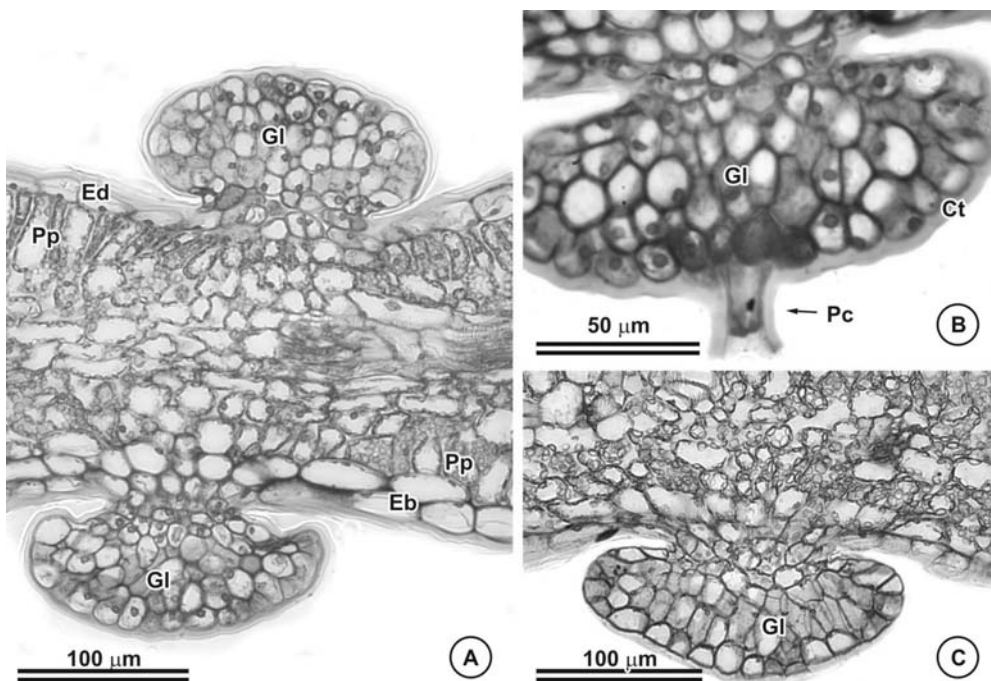


Figura 6: Corte transversal das glândulas de *Chamaecrista*. A e B: *C. dentata*, A. glândulas na região do limbo foliolar, B. detalhe. C: *C. hedysaroides*, glândula. Abreviaturas – Ct: cutícula, Eb: epiderme da face abaxial, Ed: epiderme da face adaxial, Gl: glândula, Pc: projeção celular, Pp: parênquima paliádico.

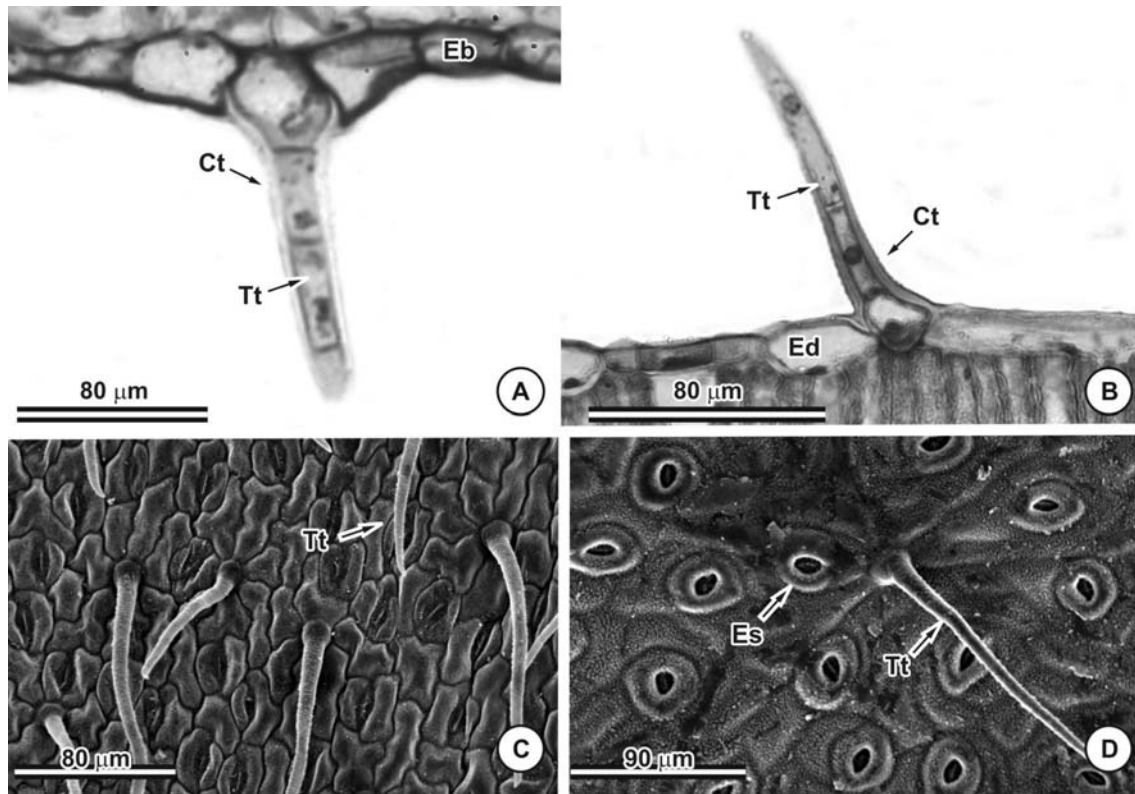


Figura 7: A e B: Corte longitudinal de tricomas tectores. A: Tricoma tector na face abaxial de *C. rotundifolia*. B: Tricoma tector na face adaxial de *C. trichopoda*. C e D: Tricomas tectores vistos em microscopia eletrônica de transmissão. C: *C. trichopoda*. D: *C. mucronata*. Abreviaturas – Ct: cutícula, Eb: epiderme abaxial, Ed: epiderme adaxial, Es: estômato e Tt: tricoma tector.

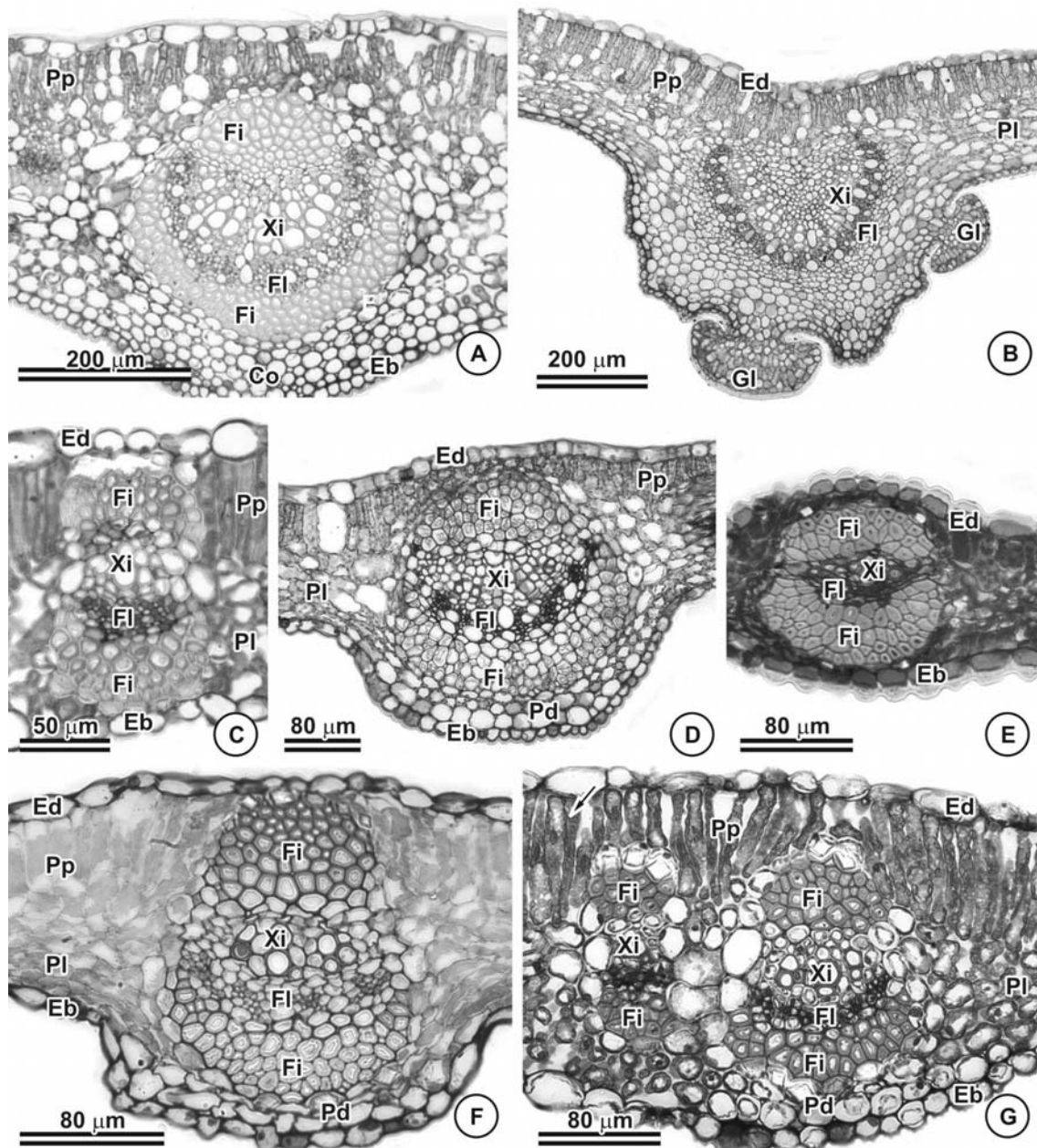


Figura 8: Corte transversal da nervura mediana das espécies de *Chamaecrista*. A: *C. dentata*. B: *C. hedyaroides*. C: *C. desvauxii*. D: *C. mucronata*. E: *C. rotundata*. F: *C. rotundifolia*. G: *C. trichopoda*. Abreviaturas – Co: colênquima, Eb: epiderme da face abaxial, Ed: epiderme da face adaxial, Fi: fibras, Fl: floema, Gl: glândula, Pd: parênquima propriamente dito, Pi: parênquima lacunoso, Pp: parênquima paliçádico, Xi: xilema.

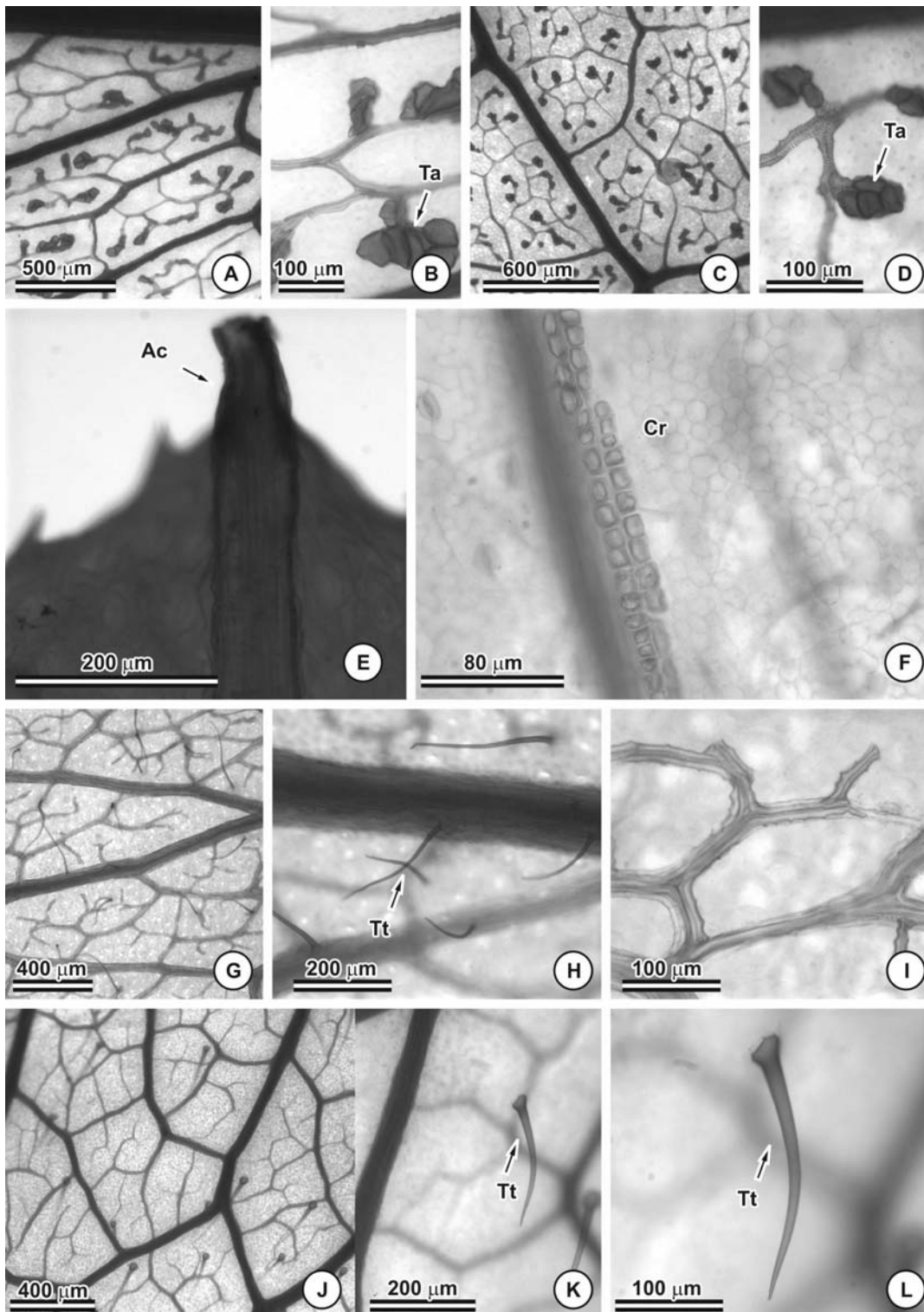


Figura 9: Folíolos clarificados de *Chamaecrista* (diafanização). A e B: *C. dentata*, A, vista geral, B, detalhe. C e D: *C. hedysaroides*, C, vista geral, D, detalhe. E e F: *C. trichopoda*, E, ápice foliolar, F, bainha cristalífera. G – I: *C. mucronata*, G, vista geral, H, tricomas tectores, I, detalhe. J – L: *C. rotundifolia*, J, vista geral, K, tricomas tectores, L, detalhe. Abreviaturas – Ac: ápice acuminado formado pela extensão das fibras, Cr: monocristais, Ta: traqueídes alargados, Tt: tricoma tector.

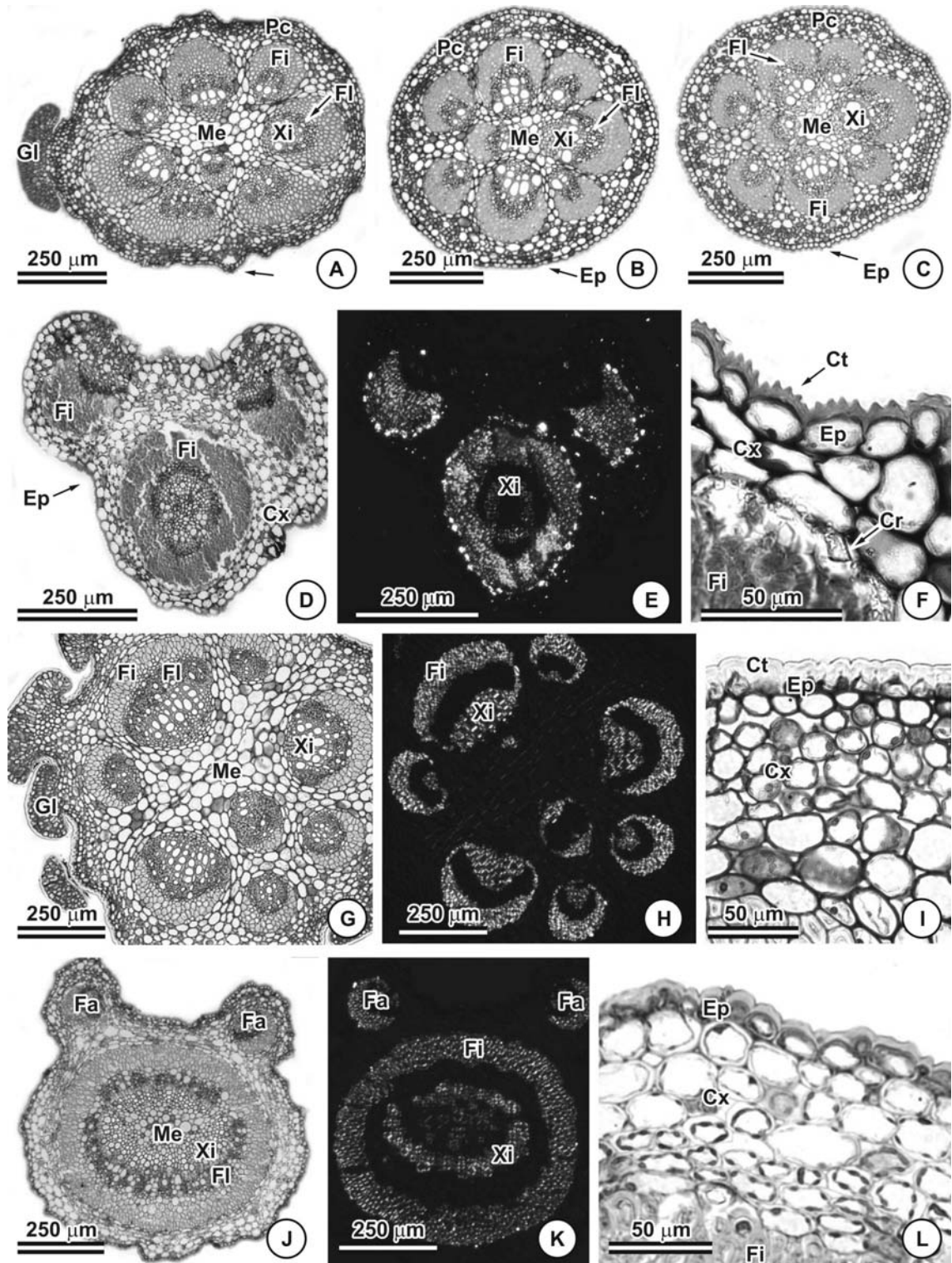


Figura 10: Corte transversal de pecíolos de *Chamaecrista* I. A – C: *C. dentata*, A. região basal, B. região central, C. região distal. D – F: *C. desvauxii*, D. vista geral, E vista geral em luz polarizada, F. detalhe. G – I: *C. hedsaroides*, G. vista geral, H. vista geral em luz polarizada, I. detalhe da porção periférica. J – L: *C. mucronata*, J. vista geral, K. vista geral em luz polarizada, L. detalhe. Abreviaturas – Cr: cristais, Ct: cutícula, Cx: córtex, Ep: epiderme, Fa: feixes acessórios, Fi: fibras, Fl: floema, Gl: glândula, Me: medula parenquimatosa, Pc: parênquima clorofiliano, Xi: xilema,

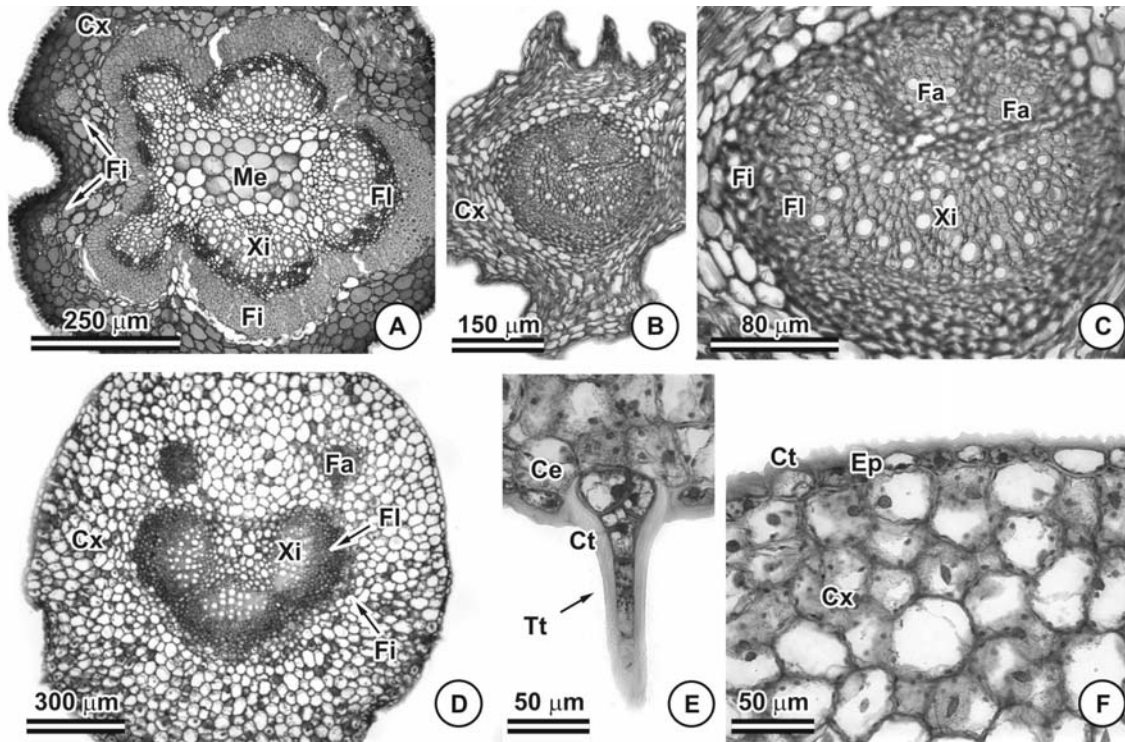


Figura 11: Corte transversal de pecíolos de *Chamaecrista* II. A: *C. rotundata*. B e C: *C. rotundifolia*, B. vista geral, C. cilindro vascular. D – F: *C. trichopoda*, D. vista geral, E. tricoma tector, F. região cortical. Abreviaturas – Ce: célula epidermica, Ct: cutícula, Cx: córtex, Ep: epiderme, Fa: feixes acessórios, Fi: fibras, Fl: floema, Me: medula parênquimática, Tt: tricoma tector, Xi: xilema.

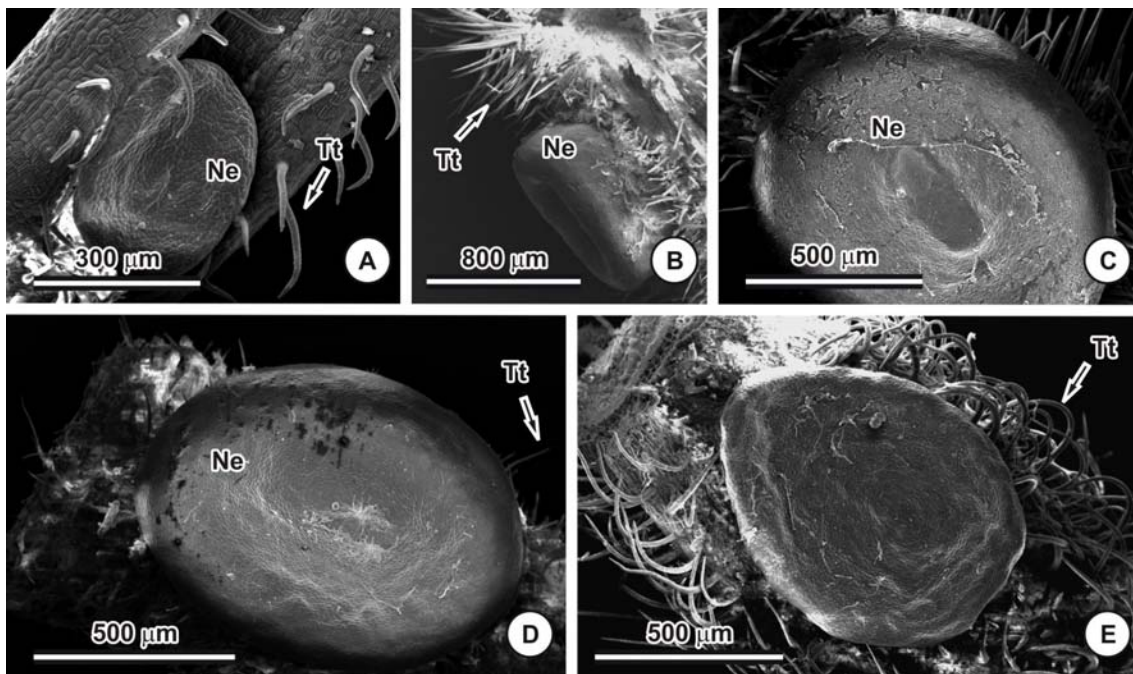


Figura 12: Nectários extraflorais peciolares observados em microscopia eletrônica de varredura. A: *C. desvauxii*. B e C: *C. mucronata*, B. vista lateral, C. vista frontal. D: *C. rotundata*. E: *C. trichopoda*. Abreviaturas – Ne: nectário extrafloral, Tt: tricoma tector.

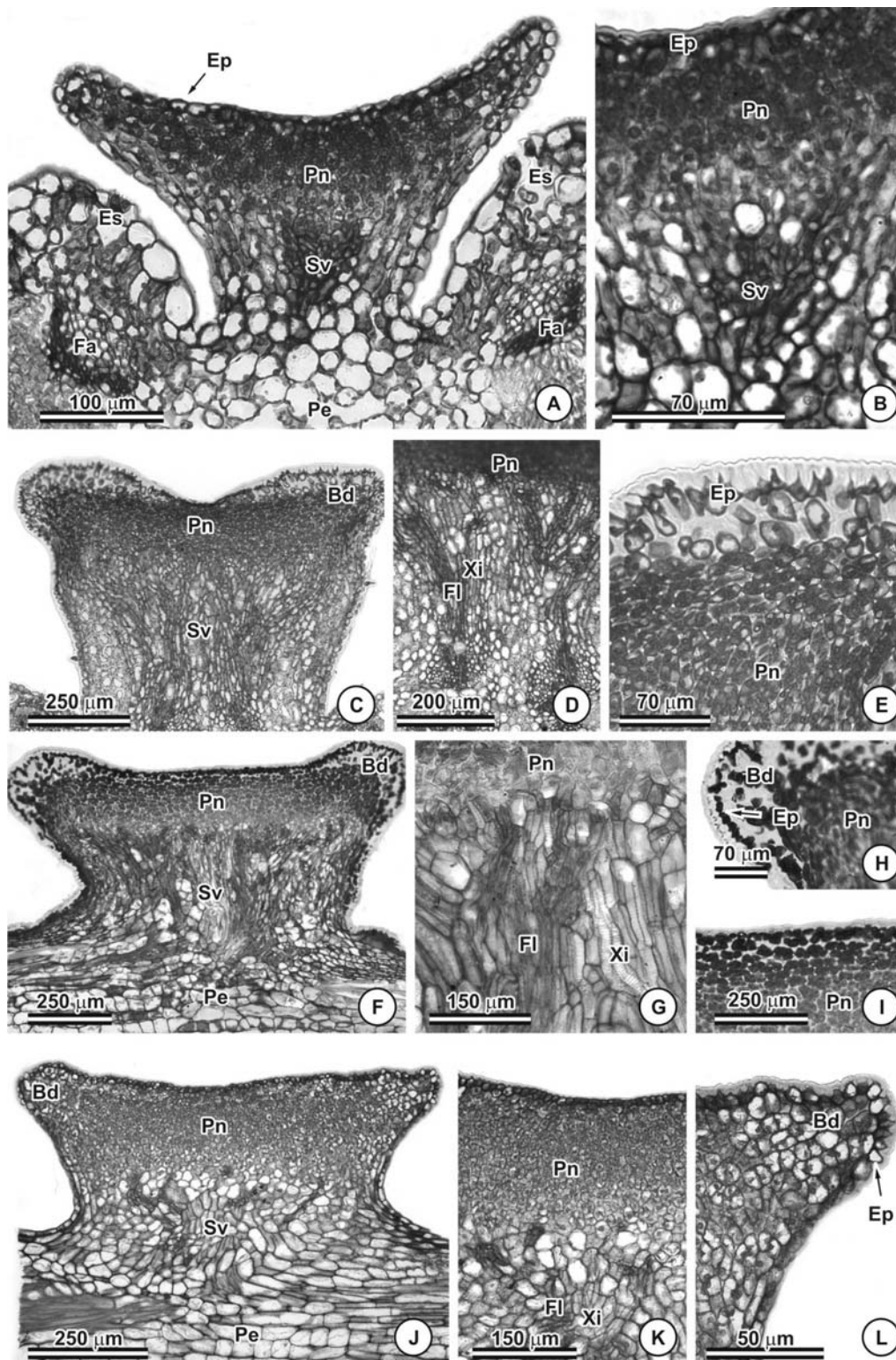


Figura 13: Nectários extraflorais de *Chamaecrista* em corte longitudinal. A e B: *C. desvauxii*, A. nectário extrafloral em corte longitudinal, B. detalhe. C – E: *C. mucronata*, C vista geral nectário extrafloral, D. detalhe vascularização, E. detalhe da borda. F – I: *C. rotundata*, F. vista geral nectário extrafloral, G. detalhe vascularização, H. detalhe borda, I. detalhe epiderme. J – L: *C. trichpoda*, J. vista geral nectário extrafloral, K. detalhe vascularização, L. detalhe borda. Abreviaturas – Bd: borda nectarífera, Ep: epiderme, Es: estômato, Fa: feixe acessório, Fl: floema, Pe: pecíolo, Pn: parênquima nectarífero, Sv: sistema vascular, Xi: xilema.

## **Capítulo 2**

### ***Caracterização Estrutural e Histoquímica da Glândula de Chamaecrista dentata (Vogel.) H. S. Irwin & Barneby (Leguminosae-Caesalpinioideae)***

#### **RESUMO**

*Chamaecrista dentata* é uma espécie endêmica de campo rupestre e apresenta glândulas distribuídas por todo o corpo da planta, que exsudam uma substância pegajosa, brilhante e de odor forte que recobre toda a superfície aérea, conferindo um aspecto vitrificado. Como não foram encontradas referências quanto à caracterização anatômica das glândulas de *C. dentata* e o presente trabalho teve como objetivos descrever morfológica e histoquimicamente estas estruturas. Ramos de *C. dentata* foram coletados e fixados para a caracterização estrutural e micromorfológica, conforme metodologia usual. Testes histoquímicos em amostras fixadas ou amostras frescas foram realizados para a detecção das principais classes de metabólitos secundários, conforme os protocolos recomendados. As glândulas são discóides, constituídas por células isodiamétricas de paredes finas e citoplasma denso. A cutícula que recobre a estrutura é muito espessa e na região central do disco dilatado uma única célula se projeta para o exterior, assumindo o formato de um tricoma tector relativamente longo que geralmente aparece rompido, aparentemente constituindo-se no local de eliminação da secreção. Morfologicamente as glândulas são semelhantes, independentemente do órgão ou verticilo floral avaliado. Os testes histoquímicos demonstraram que a secreção é de natureza lipofílica (reação positiva ao sudan IV), especificamente lipídios neutros (azul do nilo) e terpenos do tipo óleos essenciais (reagente de nadi). Ecologicamente a glândula pode atuar nas estratégias adaptativas da planta, auxiliando na redução da perda excessiva de água na transpiração, uma vez que a secreção é de natureza lipídica e se deposita por toda a superfície externa.

## *Chapter 2*

### *Structural and Histochemical Characterization of the Gland of Chamaecrista dentata (Vogel.) H. S. Irwin & Barneby (Leguminosae-Caesalpinioideae)*

#### **ABSTRACT**

*Chamaecrista dentata* is an endemic species of a rupestral field and displays glands distributed over the entire body, exuding a bright, sticky and foul-odorous substance over the entire aerial surface, conferring it a vitrified aspect. Since no references were found in the literature on the anatomic characterization of the glands of *C. dentata*, this work aimed to make a morphological and histochemical description of these secretory structures. Branches of *C. dentata* were collected and fixed for structural and micro morphological characterization, according to standard methodology. Histochemical tests in fixed or fresh samples were carried out to detect the major classes of secondary metabolites, according to the recommended protocols. The glands are discoid, constituted by isodiametric cells of thin walls and dense cytoplasm. The cuticle covering the structure is very thick and a single cell protrudes from the central region of the dilated disc, in the shape of a relatively long tector trichome that generally appears to be broken, apparently constituting the place for secretion elimination. Morphologically, the glands are similar, regardless of the floral organ or verticil evaluated. The histochemical tests showed that secretion is lipophylic in nature (positive reaction to sudan IV), specifically neutral lipids (Nile blue) and terpenes of the essential oil type (Nadi reagent). Ecologically, the gland can act on the plant's adaptative strategies, helping reduce excessive water loss during transpiration, since secretion is lipid in nature, occurring along the entire external surface.

## INTRODUÇÃO

*Chamaecrista dentata* é uma espécie arbustiva (2,5 a 4m de altura), com caule, folha, flor e fruto revestidos por glândulas e, encontra-se florida durante todo o ano (Dutra, 2005). Apresenta distribuição geográfica restrita a Serra do Cipó e a Serra do Itacolomi, em Ouro Preto (Silva, 1999), ocorrendo predominantemente em áreas de campos rupestres; em virtude desta distribuição foi incluída na lista vermelha de espécies ameaçadas de extinção do Estado de Minas Gerais (Mendonça e Lins, 2000).

Trata-se de uma espécie de fácil reconhecimento em campo por apresentar o caule delgado e as folhas pêndulas com um ou dois pares de folíolos de margem serrada, que produzem um bonito efeito quando tocadas pelo vento (Silva, 1999). Além disso, as glândulas, presentes em todo corpo da planta, exsudam uma substância pegajosa, brilhante e de odor forte que recobre toda a superfície aérea, conferindo a planta um aspecto vitrificado (Silva, 1999; Dutra, 2005).

As plantas de campo rupestres estão sujeitas a baixa disponibilidade hídrica, mesmo na estação chuvosa, devido principalmente às características do substrato, sendo comum observar, adaptações relacionadas não só a retenção de água como também à sobrevivência em situações adversas (Joly, 1970; Giulietti et al., 1987). Além da escassez de água, outros fatores de estresse para a vegetação são: a alta radiação solar, temperaturas baixas no inverno e relativamente altas no verão, solos pedregosos e em declive, queima periódica e ventos freqüentes (Sousa, 1997; Handro et al., 1970). Como consequência, muitas das plantas que ocorrem nos campos rupestres exibem adaptações, morfológicas e/ou fisiológicas, que refletem estratégias adaptativas que as capacitam a sobreviver nestes ambientes.

As estruturas secretoras apresentam uma grande variação na morfologia, anatomia, função, posição que ocupam e tipo de substância que secretam. O estudo da composição química do material secretado, juntamente com a anatomia dessas estruturas, pode contribuir para compreensão do exato papel dessas estruturas e a função do produto secretado para a planta (Schnefp, 1974; Esau, 1977; Fahn, 1979).

Dentre as estruturas secretoras, os tricomas e as glândulas externas se destacam pela ampla diversidade de tipos quanto ao tamanho, à forma, ao número de células, a origem, a localização e a função, conforme a natureza química do exsudado produzido (Fahn, 1979; Werker, 2000). Muitos dos compostos naturais biologicamente ativos são produzidos por tricomas secretores e neste caso, são de importância para a humanidade

(Duke, et al., 2000). Diferentes estruturas secretoras são comumente encontradas nos representantes da família Leguminosae, dentre elas podemos citar as cavidades secretoras, canais, tricomas glandulares de diversos tipos e ainda nectários (Metcalf e Chalk, 1950).

Os sistemas de defesas das Leguminosae são considerados muito complexos, mas, em geral, nos representantes das subfamílias Caesalpinioideae e Mimosoideae, os sistemas de defesas estão relacionados a produção de taninos e terpenóides, além de interações simbióticas com formigas, por exemplo. Por outro lado, os representantes da subfamília Papilionoideae são mais dependentes de defesas químicas, especialmente nas tribos lenhosas tropicais, as quais produzem diversos alcalóides, aminoácidos não protéicos e isoflavonóides (Polhill *et al.*, 1981).

Apesar das citações quanto à presença de estruturas secretoras na superfície dos órgãos aéreos de *C. dentata*, não foram encontradas referências quanto à sua caracterização anatômica. Assim, o presente trabalho teve como objetivo descrever a morfologia, a distribuição e a natureza química do exsudado das glândulas da folha e do caule de *C. dentata*, buscando compreender seu papel na interação da planta com o ambiente, bem como indicar sítios de biossíntese de compostos biologicamente ativos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### 2. *Área de Estudo*

O Parque Estadual do Itacolomi (PEI) localiza-se nos municípios de Ouro Preto e Mariana, compondo o limite sul da Cadeia da Cadeia do Espinhaço (Peron 1989). Ocupa uma área de aproximadamente 7000 ha, sendo o ponto mais elevado o Pico do Itacolomi, com 1772 m, cuja presença constituiu-se em uma referência geográfica para os bandeirantes durante o século XVIII (Messias et al., 1997). Um dos principais tipos de vegetação ocorrentes no PEI são os chamados campos rupestres, os quais ocorrem em altitudes superiores a 900m.

Folhas de *Chamaecrista dentata* foram coletadas no PEI, coordenadas 20° 24'39.8" S, 43° 30'08.7" W, Ouro Preto/MG, em áreas tipicamente de campos rupestres. Destas amostras, foram obtidas exsiccatas e o material testemunho foi depositado no herbário VIC da Universidade Federal de Viçosa sob o número VIC 28294. Foram realizadas duas excursões para coletas das amostras, em fevereiro de 2005 (final da estação chuvosa) e em outubro 2005 (final da estação seca).

### 2. *Microscopia de Luz*

Amostras de pétalas, de sépalas, da lâmina do folíolo mediano (nervura mediana, margem, região entre a margem e a nervura mediana) e do pecíolo (região apical, mediana e basal) de folhas totalmente expandidas foram fixadas em FAA<sub>50</sub> e estocadas em etanol 70% (Johansen, 1940), desidratadas em série etílica e incluídas em metacrilato (Historesin, Leica).

Cortes transversais e longitudinais de 6µm de espessura foram obtidos com o auxílio de um micrótomo rotativo de avanço automático (RM 2155 - Leica), com utilização de navalhas de aço descartáveis ou de vidro. Os cortes foram corados com azul de toluidina pH 4,0 (O'Brien & McCully, 1981) para caracterização estrutural ou submetidos ao PAS (periodic acid schiff) para evidenciar polissacarídeos neutros (Maia, 1979). Lâminas permanentes foram montadas em resina sintética (Permout, Fisher).

Fragmentos foliolares foram dissociados utilizando-se ácido nítrico e ácido crômico (Jensen, 1962), as epidermes foram coradas com azul de astra e fucsina básica ou safrablau (Johansen, 1940, modificado). Alguns fragmentos foram diafanizados utilizando-se solução de hidróxido de sódio a 10% (por 12 horas) e solução de

hipoclorito a 20% até que o folíolo estivesse totalmente clarificado. Após clarificação os folíolos foram lavados com água destilada, desidratados em série etanólica e corados com safranina 1%, em etanol 50% (Johansen, 1940, modificado). A epiderme das faces dissociadas foi montada com gelatina glicerizada e os folíolos diafanizados foram montados com resina sintética (Permout, Fisher) ou com gelatina glicerizada.

A análise do material, a captura de imagens e a documentação fotográfica foram realizadas em um microscópio de luz (modelo AX70TRF, Olympus Optical, Tokyo, Japão) equipado com sistema U-Photo e com câmera digital acoplada (modelo Spot Insightcolour 3.2.0, Diagnostic instruments inc., New York, USA).

### ***3. Microscopia Eletrônica de Varredura***

Fragmentos de aproximadamente 5mm<sup>2</sup> de folíolos e pecíolos de *Chamaecrista dentata* foram selecionados e fixados em solução contendo glutaraldeído (2.5%), paraformaldeído (4%) em tampão fosfato, 0.1M, pH 7.3 (Karnovsky, 1965) por 72 horas. Em seguida as amostras foram lavadas em solução tampão e pós fixadas em tetróxido de ósmio (1%). Após desidratação em série etílica, as amostras foram secas ao ponto crítico (modelo CPD 020, Bal-Tec, Balzers, Liechtenstein), e recobertas com ouro em metalizador (modelo FDU 010, Bal-Tec, Balzers, Liechtenstein). A captura de imagens foi realizada em um microscópio eletrônico de varredura com câmera digital acoplada (modelo Zeiss, LEO 1430 VP) do Núcleo de Microscopia e Microanálise, da Universidade Federal de Viçosa.

### ***4. Histoquímica***

Para realização dos testes histoquímicos em amostras frescas um indivíduo inteiro de *C. dentata* foi coletado em campo e levado ao Laboratório de Anatomia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa. Foram obtidos cortes transversais do pecíolo com o auxílio de um micrótomo de mesa (modelo LPC, Rolemberg e Bhering Comércio e Importação LTDA., Belo Horizonte, Brasil).

Os testes aplicados e as respectivas classes de metabólitos avaliadas encontram-se resumidos na Tabela 1. As secções controle foram realizadas simultaneamente aos testes histoquímicos, conforme procedimento padrão recomendado. As lâminas foram montadas com gelatina glicerizada, examinadas e fotografadas em fotomicroscópio (Olympus AX70) equipado com o sistema U-Photo.

Foram realizados os testes histoquímicos em amostras coletadas em ambas as épocas.

Tabela 1. Relação dos reagentes utilizados para a detecção das principais classes de metabólitos.

<b>Grupos de Metabólitos</b>	<b>Reagentes</b>
<b>Lipídios</b>	Lipídios totais sudan escarlata (Brundett <i>et al.</i> , 1991 e/ou sudan black B (Pearse, 1980)
	Lipídios Neutros e Ácidos azul do nilo (Cain, 1947)
	Ácidos Graxos acetato de cobre/ácido rubeânico (Ganter e Jollés, 1969)
<b>Terpenóides</b>	Óleos essenciais e oleoresinas reagente de nadi (David e Carde, 1964)
	Esteróides tricloreto de antimônio (Hardman e Sofowora, 1972; Mace <i>et al.</i> , 1974)
	Lactonas sesquiterpênicas ácido sulfúrico (Geissmen e Griffin, 1971)
	Terpenóides com grupo carbonilo 2,4 – dinitrofenilhidrazina (Ganter e Jollés 1969)
<b>Compostos fenólicos</b>	Compostos fenólicos gerais dicromato de potássio (Gabe, 1968)
	Taninos vanilina clorídrica (Mace e Howell, 1974)
	Lignina floroglucinol (Johansen, 1940)
<b>Alcalóides</b>	reagente de Wagner (Furr e Mahlberg, 1981)
<b>Polissacarídeos Neutros</b>	Amido lugol (Jensen, 1962)
	Pectinas, mucilagens vermelho de rutênio (Johansen, 1940)
	Mucilagens ácido tânico/cloreto de ferro III (Pizzolato e Lillie, 1973)

## RESULTADOS

*Chamaecrista dentata* possui glândulas por todo o corpo da planta distribuídas em ambas as faces dos folíolos, no pecíolo, no caule, na face abaxial das sépalas e na superfície externa do ovário. A vista desarmada as glândulas aparecem como pontos de coloração marrom escuro até preta em plantas secas e verde escuro quando as amostras estão frescas. Não foram observadas glândulas nas pétalas.

Anatomicamente, independentemente do local onde ocorrem, as glândulas são morfológicamente semelhantes e possuem formato discóide (Figuras 1A a 1F, 2A a 2D, 3A e 3B) com três regiões distintas, base pedúnculo e ápice. A base é constituída por três camadas de células aproximadamente isodiamétricas, de paredes ligeiramente espessadas, vacuolizadas, citoplasma escasso, com cloroplastos algumas vezes evidentes; estas camadas são contínuas com o parênquima clorofiliano (Figuras 1A a 1D e 3B). O pedúnculo é caracterizado por uma a duas camadas de células isodiamétricas, de menor diâmetro, paredes finas e citoplasma granuloso (Figuras 1A a 1D e 3B). A porção apical aparece como um disco isodiamétrico dilatado na superfície externa e é constituída por células mais volumosas que as demais, de paredes finas e citoplasma denso (Figuras 1A a 1D, 3A, 3B, 3C e 3E). A cutícula que recobre a glândula é relativamente mais espessa que no restante da epiderme (Figura 1A a 1D e 3E). Dentre as células de cobertura, uma delas, normalmente no centro do disco, se projeta para o exterior (Figura 1C, 1D, 2A a 2C, 3C e 3D), formando um tricoma de parede espessa na sua porção basal, que muitas vezes aparece com o ápice rompido (Figura 1D, 2B, 3C e 3D). Mesmo nos cortes onde tais estruturas não são observadas geralmente a região pode ser distinta por um conjunto de células adjacentes cujo citoplasma é mais denso (Figura 1C).

As células de revestimento da glândula são isodiamétricas com os limites celulares bem nítidos e são compactamente arranjadas, onde os espaços intercelulares estão ausentes. Não foram visualizados rupturas ou poros na superfície da glândula (Figuras 2B e 2D).

As amostras coletadas em fevereiro de 2005 apresentavam considerável quantidade de placas de material secretado sobre o limbo foliolar e pecíolo quando observadas em MEV (Figura 2D). Entretanto, naquelas coletadas em outubro de 2005 esta característica não foi verificada (Figuras 2A a 2C). Vale destacar que foram coletadas folhas totalmente expandidas, que variaram do 5º a 8º nó.

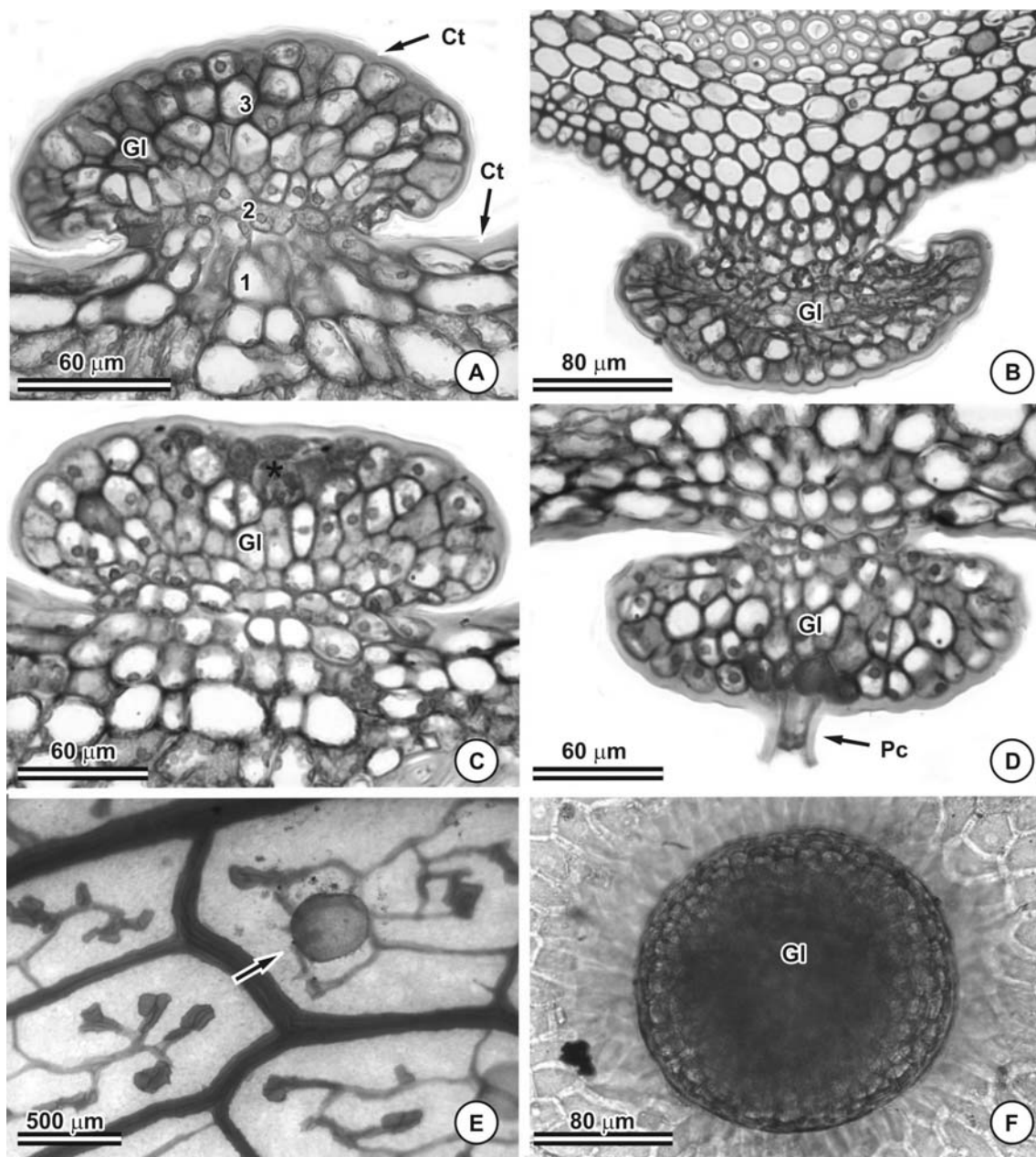


Figura 1 – Glândula de *Chamaecrista dentata* em microscopia de luz. A-D: A. Glândula na face adaxial na região do limbo foliolar; B. Glândula na face abaxial na região da nervura mediana; C e D. Glândula em fase secretora. E e F: Vista frontal . E. Folíolo diafanizado (seta indica glândula); F. Epiderme do folíolo dissociado com a glândula. Abreviaturas: Ct, cutícula; Gl, glândula e Pc, projeção celular. Numeração: 1. base; 2. pedúnculo; 3. ápice.

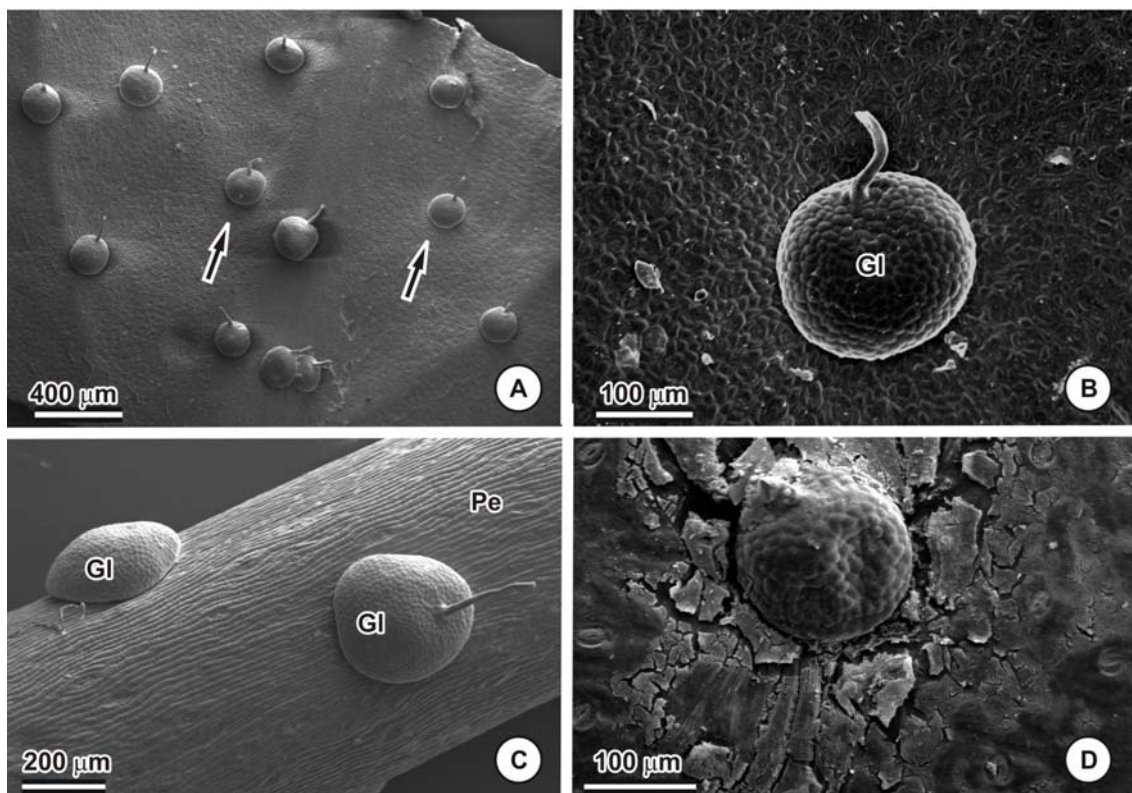


Figura 2 – Folha de *Chamaecrista dentata* visualizada em microscopia eletrônica de varredura. A, B: Folíolo coletado em outubro de 2005. A. Visão geral mostrando distribuição das glândulas por todo limbo foliolar (setas); B. Detalhe da glândula evidenciando o tricoma; C. Pecíolo coletado em outubro de 2005; D. Folíolo coletado em fevereiro de 2005 onde podem ser visualizadas placas de secreção recobrir o órgão. Abreviaturas: Gl, glândula; Pe, pecíolo.

As glândulas em amostras frescas (Figuras 3A a D) cortadas sem tratamento posterior – “branco” exibem coloração amarelo-esverdeada, e no citoplasma das células da base são visualizados numerosos cloroplastos.

Os resultados dos testes histoquímicos foram semelhantes, independentemente da época do ano em que foram coletadas as amostras.

As reações histoquímicas foram positivas apenas para compostos lipídicos e óleos essenciais (Tabela 2), confirmadas pelos seus respectivos controles (Figuras 3E e 4A). Os testes com tricloreto de antimônio (esteróide), ácido sulfúrico (lactonas sesquiterpênicas), 2,4 – dinitrofenilhidrazina (terpenos do grupo carbonilo), dicromato de potássio (compostos fenólicos totais), vanilina clorídrica (tanino), floroglucinol (lignina, Figuras 4F e 4 G), reagente de wagner (alcalóides), lugol (amido), vermelho de rutênio (pectinas e mucilagens) e ácido tânico /cloreto de ferro III (mucilagens) tiveram

resultado negativo (Tabela 2) tanto no citoplasma das células da glândula quanto no exsudado do exterior.

As células da base, do pedúnculo e do ápice da glândula demonstraram reações distintas aos testes aplicados. Todas as regiões da glândula reagiram positivamente ao sudan (Figura 3F e 3G) enquanto que para o azul do nilo observou-se que somente o exsudado externo corou-se de rosa (Figuras 3H e 3I) o que caracteriza a natureza de lipídio neutro da secreção.

O reagente de nadi resultou numa coloração azul intensa, na forma de gotículas e gotas mais volumosas (Figuras 4A a 4E) em uma região de transição entre o pedúnculo e a porção apical da glândula (Figuras 4B e 4C). Também foi visualizada a coloração azul no citoplasma do tricoma que se projeta no centro do disco da glândula (Figura 4D) e no exsudado que se deposita na sua superfície externa (Figura 4E).

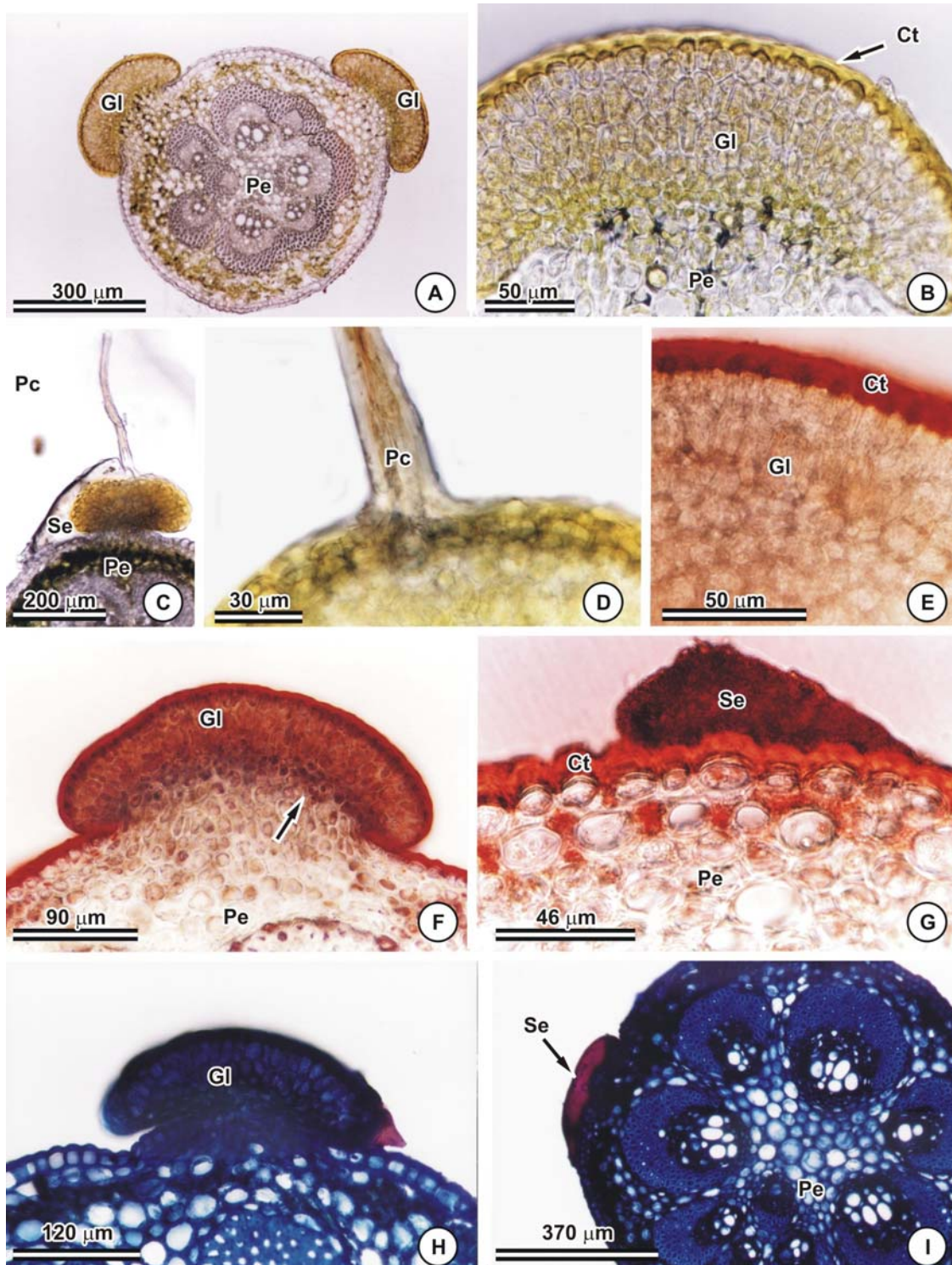


Figura 3: Testes histoquímicos da glândula no pecíolo de *Chamaecrista dentata* I. A – D: Branco. E: Controle teste Sudan IV. F e G: Teste com Sudan IV, lipídios totais. H e I: Teste com Azul do Nilo, lipídios ácidos (coloração azul) e neutros (coloração rosa). Abreviaturas – Ct: cutícula, Gl: glândula, Pc: projeção celular, Pe: pecíolo, Se: secreção.

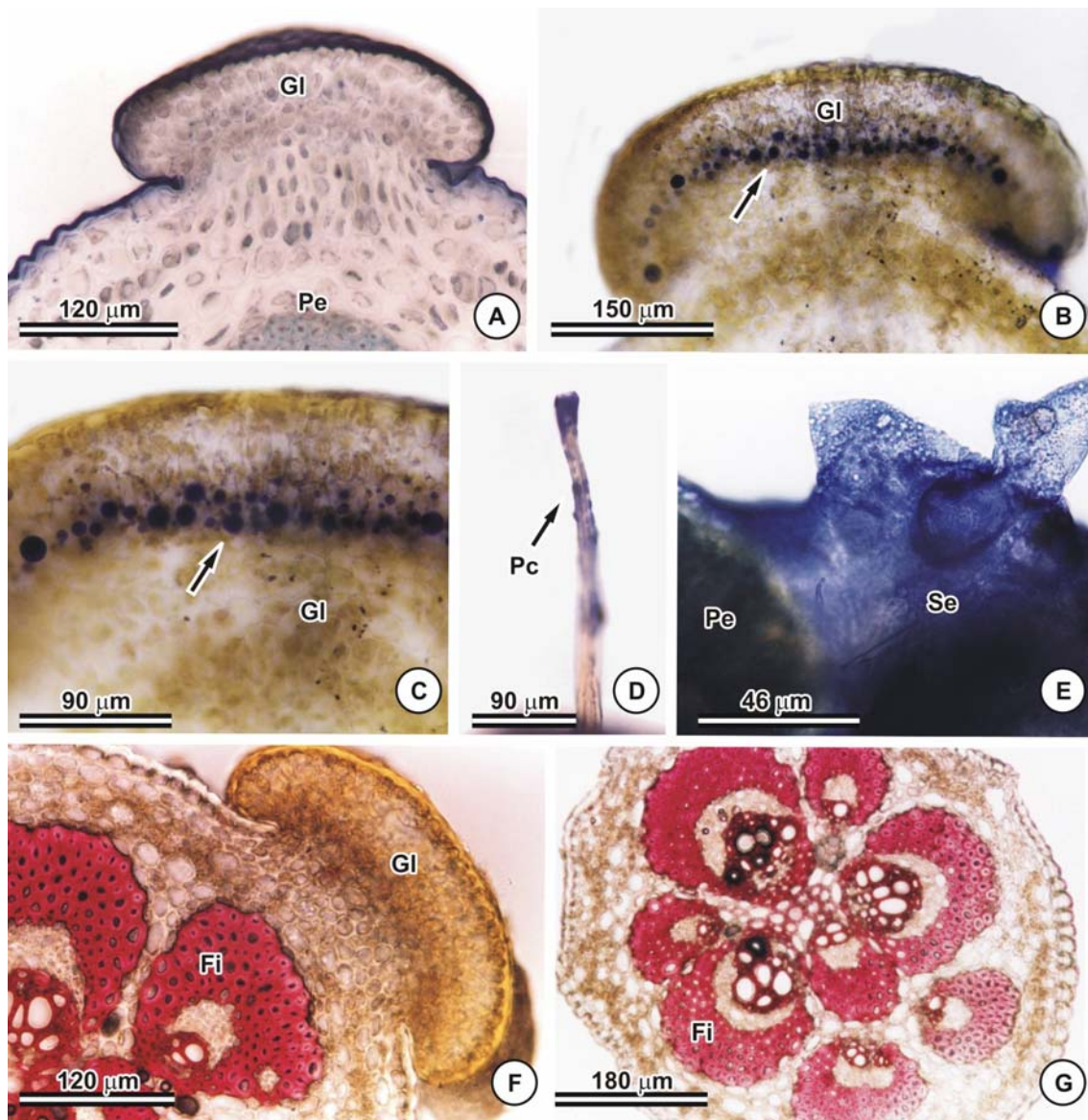


Figura 4: Testes histoquímicos da glândula no pecíolo de *Chamaecrista dentata* II. A: Controle da reação com Reagente de Nadi. B – E: Teste com Reagente de Nadi, B e C. gotículas (setas) coradas positivamente ao reagente no interior da glândula, D. gotículas na projeção celular, E. Secreção eliminada. F e G: Teste com Floroglucinol, reação positiva apenas no pecíolo. Abreviaturas – Fi: fibras, Gl: glândula, Pc: projeção celular, Pe: pecíolo, Se: secreção.

Tabela 2: Resultados dos testes histoquímicos para a glândula de *C. dentata*.

<b>Grupos de Metabólitos</b>	<b>Resultados</b>
Lipídios totais	+
Lipídios Neutros e Ácidos	+
Ácidos Graxos	+
<b>Lipídios</b>	
Óleos essenciais e oleoresinas	+
Esteróides	-
Lactonas sesquiterpênicas	-
Terpenóides com grupo carbonilo	-
<b>Terpenóides</b>	
Compostos fenólicos gerais	-
<b>Compostos fenólicos</b>	Taninos
	Lignina
<b>Alcalóides</b>	
<b>Polissacarídeos</b>	
	Amido
<b>Neutros</b>	Pectinas, mucilagens
	Mucilagens

Abreviaturas: +: positivo, -: negativo

## DISCUSSÃO

As estruturas secretoras de *C. dentata* foram denominadas glândulas no presente trabalho, pois para denominá-la de tricoma ou emergência seria necessário conhecer a sua origem (exclusivamente protodérmica ou mista, respectivamente).

As glândulas de *C. dentata* são morfológicamente semelhantes, independentemente do órgão ou verticilo floral avaliado e as relatadas para os representantes da tribo *Caesalpinieae*, pertencentes ao grupo *Caesalpinia lato sensu* e ao gênero *Hoffmannseggia* (Lersten e Curtis 1994 e 1995). Nas flores as glândulas apresentaram distribuição restrita à face abaxial das sépalas e na superfície externa do ovário, essa ocorrência já havia sido registrada por Silva (1999) em revisão taxonômica da seção *Absus* do gênero *Chamaecrista* para espécies ocorrentes no Estado de Minas Gerais. A ausência das glândulas nas pétalas de *C. dentata* pode estar relacionada a textura do exsudado ser extremamente pegajosa, o que poderia comprometer a mobilidade das peças. Assim, a hipótese do envolvimento da secreção na defesa é mais plausível. Estruturas morfológicamente semelhantes foram registradas nos verticilos florais de algumas espécies de *Caesalpinia lato sensu* (mesma subfamília de *C. dentata*) tendo sido sugerido a função de defesa para a secreção (Rudall *et al.*, 1994).

Dentro do grupo *Caesalpinia lato sensu* existe considerável variação morfológica, podendo as glândulas ser sésseis, de pedúnculo curto ou longo (Lersten e Curtis, 1994) o que torna esse caráter útil na delimitação taxonômica em diferentes níveis hierárquicos, tanto com valor unificador, quanto distintivo. Em *C. dentata* a glândula é do tipo pedunculada, com pedúnculo curto de no máximo três camadas de células.

De acordo com Lersten e Curtis (1994) as glândulas de *Caesalpinia* e *Hoffmannseggia* (Leguminosae, Caesalpinioideae) podem ser sólidas (espaços intercelulares ausentes) ou ocas (espaços intercelulares conspícuos). As glândulas de *C. dentata* foram consideradas sólidas, pois nenhum espaço intercelular foi observado. Metalfe e Chalk (1950) descreveram estruturas semelhantes para o gênero *Cassia lato sensu*, no qual estavam incluídas as espécies de *Chamaecrista*, atualmente válidas.

A presença de um tricoma no centro da porção apical da glândula de *C. dentata* é um registro inédito. Aparentemente, esta estrutura corresponde ao local de eliminação da secreção.

Os testes histoquímicos aplicados nas glândulas de *C. dentata* demonstram que a secreção é de natureza lipídica (reação positiva ao sudan IV), especificamente lipídios neutros (azul do nilo) e terpenos do tipo óleos essenciais (reagente de nadi). O secretado pode ser considerado quimicamente homogêneo (natureza exclusivamente lipídica) e está incluído na classe dos óleos essenciais. Entretanto, a secreção ao entrar em contato com a atmosfera se cristaliza, o que não é o esperado para os óleos essenciais, que costumam se volatilizar com a elevação da temperatura. É interessante notar a homogeneidade da natureza química do secretado, pois, na maioria das vezes, o que se relata é a natureza química mista (compostos lipídicos e hidrofílicos) e complexa (óleo-resina, óleo-goma, taninos e flavonóides, entre outros) das estruturas secretoras (Ascensão *et al.*, 1997; Serrato-Valenti *et al.*, 1997; Ascensão *et al.*, 1998; Ascensão e Pais, 1998; Ascensão *et al.*, 1999).

Apesar dos óleos essenciais terem sido os compostos identificados nas glândulas de *C. dentata*, estes raramente têm sido registrados para espécies da família Leguminosae bem como para a subfamília Caesalpinioideae (Duarte-Almeida *et al.*, 2004). Já em outras famílias não relacionadas, os óleos essenciais são característicos, como, por exemplo, para as Lamiaceae, onde os monoterpenos e sesquiterpenos correspondem ao principal componente do óleo essencial (Ascensão *et al.*, 1997; Serrato-Valenti *et al.*, 1997; Ascensão *et al.*, 1998; Ascensão e Pais, 1998; Ascensão *et al.*, 1999; Corsi e Bottega, 1999; Avato *et al.*, 2005).

Muitos trabalhos têm descrito a estrutura dos tricomas secretores, bem como avaliado a natureza química do secretado e o papel que este pode desempenhar para a planta (Ascensão *et al.*, 1997; Ascensão *et al.*, 1998; Ascensão *et al.*, 1999; Corsi e Bottega, 1999; Serrato-Valenti *et al.*, 1997), porém poucas referências foram encontradas na literatura com espécies da família Leguminosae. Trabalhos envolvendo estudos sobre morfologia e análise histoquímica nesta família são, na maioria das vezes, relacionados aos nectários extraflorais (Marginson *et al.* 1985; Paiva *et al.*, 2001; Paiva, 2003; Pascal *et al.*, 2000; Rutter e Rausher, 2004; Sherbrooke e Scheerens, 1979).

Os estudos que enfatizam a composição química dos terpenóides da família Leguminosae estão restritos às espécies ou compostos comercialmente importantes na indústria farmacêutica ou madeireira (Langenheim, 1981). A análise do óleo essencial de flores e folhas de *Caesalpinia echinata* (Pau-Brasil), revelou que os principais componentes do óleo são terpenóides seguido por compostos derivados C<sub>6</sub> e por fim, de substâncias nitrogenadas (Rezende *et al.*, 2004). Terpenóides também foram

encontrados com relativa variedade em óleos voláteis de folhas de *Bauhinia* (Duarte-Almeida *et al.*, 2004).

Na família Leguminosae, a análise química como subsídio para a taxonomia (quimiotaxonomia) tem enfatizado a importância dos flavonóides, alcalóides, aminoácidos não-protéicos, dentre outros compostos, em detrimento da análise dos terpenóides (Duarte-Almeida *et al.*, 2004; Langenheim, 1981), o que não permite concluir quanto a real importância destes compostos para a família.

As glândulas da folha de *C. dentata* secretam uma substância pegajosa de coloração amarelada, que se cristaliza quando em contato com a atmosfera, conferindo um aspecto vitrificado à superfície aérea da planta. Estas observações em campo permitem supor uma função ecológica para a secreção, atuando na defesa contra a herbivoria ou ataque de patógenos, como repelente. Tais funções já foram atribuídas às secreções de aspecto físico semelhante (Modensi *et al.*, 1984; Fernandes e Bicalho, 1995; Ascensão *et al.*, 1998; Ascensão *et al.*, 1999).

O aspecto vitrificado conferido pelo exsudado da glândula de *C. dentata* pode estar auxiliando na sua sobrevivência nos campos rupestres, atuando na reflexão da luz incidente sobre a planta, reduzindo assim a temperatura superficial, além de impermeabilizar a superfície evitando assim a perda excessiva de água por transpiração. Estas suposições já foram relatadas na literatura para secretados de aspecto semelhante (Sousa, 1997; Ferreira, 2002).

Futuramente, estudos ultra-estruturais serão fundamentais na elucidação do processo de secreção assim como a análise química do secretado será essencial para confirmação da composição química do exsudado.

## CONCLUSÕES

As glândulas de *Chamaecrista dentata* são morfológicamente semelhantes independentemente do órgão ou verticilo avaliado e às estruturas relatadas na literatura para outros representantes da subfamília Caesalpinioideae.

A secreção produzida pelas glândulas de *C. dentata* possui natureza exclusivamente lipídica, sendo considerada homogênea, constituída essencialmente por óleos essenciais.

Com base nas características da secreção pode-se inferir que a mesma esteja atuando na proteção ao ataque de herbívoros assim como na reflexão dos raios solares e na impermeabilização da superfície da planta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Ascensão L e Pais MS.** 1998. The leaf capitate trichomes of *Leonotis leonurus*: histochemistry, ultrastructure and secretion. *Annals of Botany* **81**: 263-271.

**Ascensão L; Figueiredo AC; Barroso JG; Pedro LG; Schripsema J; Deans SG e Scheffer JC.** 1998. *Plectranthus madagascariensis*: morphology of the glandular trichomes, essential oil composition, and its biological activity. *International Journal of Plant Science* **159**(1): 32-38.

**Ascensão L; Marques N e Pais MS.** 1997. Peltate glandular trichomes of *Leonotis leonurus* leaves: ultrastructure and histochemical characterization of secretions. *International Journal of Plant Science* **158**(3): 249-258.

**Ascensão L; Mota L e Castro MM.** 1999. Glandular trichomes on the leaves and flowers of *Plectranthus ornatus*: morphology, distribution and histochemistry. *Annals of Botany* **84**: 437-447.

**Brundett MC; Kendrick B e Peterson CA.** 1991. Efficient lipid staining in plant material with Sudan Red 7B or Fluoral Yellow 088 in polyethylene glycol-glycerol. *Biotechnic e Histochemistry* **66**: 111-116.

**Cain AJ.** 1947. The use of Nile blue in the examination of lipids. *Quarterly Journal of Microscopical Science* **88**: 383-392.

**Corsi G, Bottega S.** 1999. Glandular hairs of *Salvia officinalis*: new data on morphology, localization and histochemistry in relation to function. *Annals of Botany* **84**: 657-664.

**David R, Carde JP.** 1964. Coloration différentielle des inclusions lipidique et terpeniques des pseudophylles du *Pin maritime* au moyen du reactif Nadi. *Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l' Academie des Sciences Paris, Série D* **258**: 1338-1340.

**Duarte-Almeida JM; Negri G e Salatino A.** 2004. Volatile oils in leaves of *Bauhinia* (Fabaceae Caesalpinioideae). *Biochemical Systematics and Ecology* **32**: 747-753.

**Duke SO; Canel C; Rimando AM; Tellez MV; Duke MV e Paul RN.** 2000. Current and potential exploitation of plant glandular trichome productivity. In: Hallahan DL; Gray JC; Callow JA, eds. *Advances in botanical research, incorporating advances in plant pathology - plant trichomes*. San Diego: Academic Press, 121-152.

**Dutra VF.** 2005. *Leguminosae Adans. nos Campos Rupestres do Parque Estadual do Itacolomi, Minas Gerais, Brasil: Florística, Preferência por Hábitat, Aspectos Reprodutivos e Distribuição Geográfica*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 186p.

**Esau K.** 1977. *Anatomy of the Seed Plants*. New York: John Wiley e Sons Inc. 550p.

**Fahn A.** 1979. *Secretory Tissues in Plants*. London: Academic Press. 302p.

**Fernandes GW, Bicalho JA.** 1995. Herbicoria por insetos em *Chamaecrista dentata* (Leguminosae). *Revista Brasileira de Entomologia* **39(4)**: 725-731.

**Ferreira KM.** 2002. *Comparações morfo-anatômicas e químicas entre populações de Marcetia taxifolia (St. Hill) DC. (Melastomataceae) nos campos rupestres da Serra do Cipó-MG*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 73p.

**Furr M, Mahlberg PG.** 1981. Histochemical analyses of laticifers and glandular trichomes in *Cannabis sativa*. *Journal of Natural Products* **44**: 153-159.

**Gabe M.** 1968. *Techniques Histologiques*. Paris: Masson e Cie. 1113p.

**Ganter P, Jollés G.** 1969. *Histochimie Normale et Pathologique*. vol. I. Paris; Gauthier – Villars. 1904p.

**Geissman TA, Griffin TS.** 1971. Sesquiterpene lactones: acid-catalyzed color reactions as an aid in structure determination. *Phytochemistry* **10**: 2475-2485.

**Giulietti AM; Menezes NL; Pirani JR; Meguro M e Wanderley MGL.** 1987. Flora da Serra do Cipó: caracterização e lista de espécies. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* **9**:1-151.

**Handro W; Campos JFBM e Oliveira ZM.** 1970. Sobre a anatomia foliar de algumas compostas de campos rupestres. *Ciência e Cultura* **22**:107-126.

**Hardman R, Sofowora EA.** 1972. Antimony trichloride as test reagents for steroids, especially diosgenin and yamogenin, in plant tissues. *Stain Technology* **47**: 205–208.

**Jensen WA.** 1962. *Botanical Histochemistry: Principles and Practice*. San Francisco: W. H. Freeman e Co. 408p.

**Johansen DA.** 1940. *Plant Microtechnique*. New York: Mc Graw-Hill Book Co. Inc. 523p.

**Joly AB.** 1970. *Conheça a Vegetação Brasileira*. São Paulo: Editora Polígono e Editora Universidade de São Paulo. 165p.

**Karnovsky MJ.** 1965. A formaldehyde-glutaraldehyde fixative of high osmolality for use in electron microscopy. *Journal of Cell Biology* **27**: 137-138.

**Langenheim JH.** 1981. Terpenoids in the Leguminosae. In: Polhill RM, Raven PH, eds. *Advances in Legume Systematics part 2*. Kew: Royal Botanical Gardens, 627-655.

**Lersten NR, Curtis JD.** 1994. Leaf anatomy in *Caesalpinia* and *Hoffmanseggia* (Leguminosae, Caesalpinioideae) with emphasis on secretory structures. *Plant Systematic and Evolution* **192**: 231-255.

**Lersten NR, Curtis JD.** 1995. Two foliar idiovlasts of taxonomic significance in *Cercidium* and *Parkinsonia* (Leguminosae-Caesalpinioideae). *American Journal of Botany* **82**: 565-570.

**Mace ME, Howell CR.** 1974. Histological and histochemical uses of periodic acid. *Stain Technology* **23**: 99-108.

**Mace ME; Bell AA e Stipanovic RD.** 1974. Histochemistry and isolation of gossypol and related terpenoids in roots of cotton seedlings. *Phytopatology* **64**: 1297–1302.

**Maia V.** 1979. *Técnica Histológica*. São Paulo: Atheneu. 298p.

**Marginson R; Sedgley M e Knox RB.** 1985. Structure and histochemistry of the extraloral nectary of *Acacia terminalis* (Salisb.) MacBride (Leguminosae, Mimosoideae). *Protoplasma* **127**: 21-30.

**Mendonça MP, Lins LV.** 2000. *Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas de Extinção da Flora de Minas Gerais*. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, Fundação Zoobotânica de Belo Horizonte. 157p.

**Messias MCTB; Dias SJ; Roschel MB; Sousa, HC e Matos AM.** 1997. *Levantamento florístico das matas e distribuição de algumas espécies endêmicas da área do Parque Estadual do Itacolomi*. Ouro Preto: UFOP/BIRD/IEFPROFLORESTA. Relatório Técnico (polígrafo).

**Metcalf CF, Chalk L.** 1950. *Anatomy of the Dicotyledons: Leaves, Stem and Wood in Relation to Taxonomy with Notes on Economic Uses*. Vol. I. Oxford: Clarendon Press. 724p.

**Modenesi P; Serrato-Valenti G e Bruni A.** 1984. Development and secretion of clubbed trichomes in *Thymus vulgaris* L. *Flora* **175**: 211-219.

**O'Brien TP, McCully ME.** 1981. *The Study of Plant Structure Principles and Select Methods*. Austrália: Termarcarphi Pty. Ltda, Melbourne. 45p.

**Paiva EAS; Morais HC; Isaias RMS; Rocha DMS e Oliveira PE.** 2001. Occurrence and structure of extrafloral nectaries in *Pterodon pubescens* Benth. and *Pterodon polygalaeflorus* Benth. *Pesquisa Agropecuária Brasileira: PAB* **36(2)**: 219-224.

**Paiva EAS.** 2003. *Estruturas secretoras em Hymenaea stigonocarpa (Fabaceae-Caesalpinioideae): uma abordagem morfofuncional*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de São Paulo (UNESP), Botucatu. 125p.

**Pascal LM; Motte-Florac EF e McKey DB.** 2000. Secretory structures on the rachis of Caesalpinieae and Mimosoideae (Leguminosae): implications for the evolution of nectary glands. *American Journal of Botany* **87(3)**: 327-338.

**Pearse AGE.** 1980. *Histochemistry theoretical and applied*. Vol. II. 4ª ed. Longman Group Limited. 1518p.

**Peron MV.** 1989. Listagem preliminar da flora fanerogâmica dos Campos Rupestres do Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto/Mariana, MG. *Rodriguésia* **41(67)**: 63-69.

**Pizzolato TD, Lillie RD.** 1973. Mayer's tannic acid-ferric chloride stain for mucins. *The Journal of Histochemistry and Cytochemistry* **21**: 56-64.

**Polhill RM; Raven PH e Stirton CH.** 1981. Evolution and Systematics of the Leguminosae. In: Polhill RM, Raven PH, eds. *Advances in Legume Systematics part 1*. Kew: Royal Botanical Gardens, 1-26.

**Rezende CM; Corrêa VES; Costa AVM e Castro BCS.** 2004. Constituintes químicos voláteis das flores e folhas do Pau-Brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.). *Química Nova* **27(3)**: 414-416.

**Rudall PJ; Myers G e Lewis GP.** 1994. Floral secretory structures in *Caesalpinia sensu lato* and related genera. In: Ferguson IK, Tucker S, eds. *Advances in Legume systematics parte 6*. Kew: Royal Botanical Gardens, 41-52.

**Rutter MT, Rausher MD.** 2004. Natural selection on extrafloral nectar production in *Chamaecrista fasciculata*: the costs and benefits of a mutualism trait. *Evolution* **58(12)**: 2657-2668.

**Schnepf E.** 1974. Gland cells In: Robards AW, ed. *Dynamic Aspects of Plant Ultrastructure*. Maidenhead: McGraw-Hill Book Co, 331-353.

**Serrato-Valenti G; Bisio A; Cornara L e Ciarallo G.** 1997. Structural and histochemical investigation of the glandular trichomes of *Salvia áurea* L. leaves, and chemical analysis of the essential oil. *Annals of Botany* **79**: 329-336.

**Sherbrooke WC, Scheerens JC.** 1979. Ant-visited extrafloral (calyx and foliar) nectarines and nectar sugars of *Erythrina flabelliformis* Kearney in Arizona. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **66(3)**: 472-481.

**Silva PH.** 1999. *O gênero Chamaecrista seção Absus (Collad.) Irwin e Barneby na Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil*. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo.

**Sousa HC.** 1997. *Estudo comparativo de adaptações anatômicas em órgãos vegetativos de espécies de Lavoisiera DC. (Melastomataceae) da Serra do Cipó, MG*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo. 185p.

**Werker E. Trichome diversity and development.** 2000. In: Hallahan DL; Gray JC; Callow JA, eds. *Advances in botanical research, incorporating advances in plant pathology - plant trichomes*. vol. 31. San Diego: Academic Press, 1-35.

## CONCLUSÕES GERAIS

Todas as espécies apresentaram caracteres xeromórficos, todavia diferiram tanto na quantidade quanto na distribuição destes caracteres. Características como: paredes das células epidérmicas espessas; cutícula espessa; estômato apresentando células subsidiárias em nível superior às células-guarda, presença de cristas estomáticas; alta densidade de tricomas e glândulas sobre a superfície foliar; mesofilo compacto; tecidos de sustentação e de condução em grande quantidade; epiderme papilosa; folhas anfiestomáticas e isobilateralidade, estão associadas a estratégias adaptativas das plantas ao ambiente de campo rupestre.

Foram considerados de valor diagnóstico: isobilateralidade de *C. dentata*; presença de células volumosas em *C. mucronata*; idioblastos na medula peciolar de *C. rotundata*; fibras que envolvem a nervura mediana de *C. trichopoda* estendidas além da margem apical do folíolo formando um ápice acuminado; traqueídes alargados em *C. dentata* e *C. hedyaroides* e o padrão de disposição dos feixes vasculares no pecíolo das sete espécies. Esses resultados são inéditos para a família e poderão contribuir com trabalhos taxonômicos na delimitação das espécies de *Chamaecrista*.

As glândulas de *C. dentata* são morfológicamente semelhantes independentemente do órgão ou verticilo avaliado.

A secreção produzida pelas glândulas de *C. dentata* possuem natureza exclusivamente lipídica, considerada homogênea, sendo constituída essencialmente por óleos essenciais. Com base nas características da secreção pode-se inferir que a mesma esteja atuando na proteção ao ataque de herbívoros assim como na reflexão dos raios solares e na impermeabilização da superfície da planta.