

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – ICB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA – MESTRADO

Morfo-anatomia dos ovários e dos frutos e
sistemática de *Alibertia* e *Cordia* (Rubiaceae,
Gardenieae)

Mestranda: Laryssa Gonçalves Matsuoka
Orientador: Prof. Dr. Piero Giuseppe Delprete

GOIÂNIA
2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

LARYSSA GONÇALVES MATSUOKA

Morfo-anatomia dos ovários e dos frutos e
sistemática de *Alibertia* e *Cordia* (Rubiaceae,
Gardenieae)

Dissertação apresentada ao programa
de Pós-graduação em Biologia, para
obtenção do título de mestre.

Orientador: Prof. Dr. Piero Giuseppe Delprete

GOIÂNIA
2008

LARYSSA GONÇALVES MATSUOKA

Dissertação defendida e aprovada em 27/06/2008, pela banca examinadora constituída pelos professores:

Prof. Dr. Piero Giuseppe Delprete – ICB/UFG

Prof^a. Dr^a. Maria Helena Resende – ICB/UFG

Prof^a. Dr^a. Letícia Gonçalves de Almeida – UniAnhangüera

AGRADECIMENTOS

Ao final deste trabalho, que foi resultado de muito esforço, dedicação e perseverança, olho para trás, vejo o caminho percorrido e percebo que pra chegar até aqui nunca estive sozinha, se conquistei uma vitória, muitas pessoas além de mim são também responsáveis. Várias pessoas estavam sempre ao meu lado me aconselhando, orientando, dando carinho, amor, compreensão, força, apoio.

Agradeço imensamente aos meus pais Idelma Gonçalves da Silva Matsuoka e Kiyoto Matsuoka pelo amor, carinho e sábios ensinamentos. Cada conquista que eu tiver vocês também serão sempre responsáveis. O meu infinito agradecimento a vocês.

O meu muito obrigado ao Gustavo Firmo de Oliveira, meu namorado e uma pessoa muito importante pra mim que sempre acreditou no meu potencial, me deu apoio nos momentos em que precisei me deu carinho e muito amor mesmo quando eu estava com um terrível mau humor.

Ao meu orientador Piero Giuseppe Delprete por ter me acompanhado durante a execução do trabalho, em especial no momento de coleta das plantas. Obrigada pelos sábios ensinamentos sobre a escrita e estruturação do texto científico.

À Prof^a. Dra. Maria Helena Rezende, que desde o primeiro contato até a conclusão do trabalho, sempre esteve presente tirando qualquer dúvida, sendo muito agradável, atenciosa e prestativa. Obrigada por ter me introduzido no mundo da pesquisa em anatomia vegetal abrindo as portas do Laboratório de Anatomia Vegetal para realização deste e outros trabalhos.

À Prof^a. Dra. Simone Sabóia, que mesmo não tendo nenhum vínculo direto com o trabalho fez muito por mim. Foi minha professora, amiga, conselheira, companheira. Participou intensamente da realização do trabalho, ao abrir as portas do Laboratório de Comportamento Celular (LCC –UFG), ao fornecer o material e metodologia para inclusão do material botânico. Obrigada pelo carinho, pelo suporte e por sempre estar presente.

À Prof^a. Dra. Letícia Gonçalves de Almeida por ter me feito acreditar que sou capaz, pelos ensinamentos, paciência e amizade. Muito obrigada por fazer parte da minha história. Você sempre será um exemplo e inspiração pra mim.

À Dr^a. Veridiana e à amiga Marina do laboratório de Patologia Animal, Departamento de Veterinária da UFG, por ensinar e permitir a utilização do fotomicroscópio, além da grande amizade e assistência.

À grande amiga Cíntia Maria Coimbra que sempre teve paciência para me escutar e me acalmando com suas palavras de conforto e otimismo.

À companheira de mestrado Maria Teresa Faria, que me ajudou a fazer alguns cortes à mão livre e por ensinar algumas técnicas de anatomia vegetal.

À professora e amiga Josana Peixoto de Castro, que me acompanhou em algumas coletas em Goiás e Mato Grosso e sempre deu forças para que eu continuasse este trabalho.

Não poderia deixar de agradecer aos meus colegas do Laboratório de Comportamento Celular (LCC) desde os que já estão lá há bastante tempo como o Thiago, até os amigos que passaram por lá como Rodolfo, Priscila e Raony. Sou muito grata a todos vocês por terem não só auxiliado na execução deste trabalho, mas também pela amizade e carinho com que me acolheram. Esse LCC vai fazer muita falta...

Enfim, a todos que de alguma forma colaboraram para a realização deste trabalho.

F – <i>Cordia sessilis</i> (Vell.) Kuntze.....	27
5.2 – Estudos Anatômicos.....	30
5.2.1 – Terminologia.....	30
5.2.2 – Estudo morfo-anatômico de ovários e frutos.....	34
A – <i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A. Rich. in DC.	34
B – <i>Alibertia sorbilis</i> Huber ex Ducke.....	39
C – <i>Cordia elliptica</i> (Cham.) Kuntze.....	42
D – <i>Cordia humilis</i> (K. Schum.) Kuntze	46
E – <i>Cordia macrophylla</i> (K. Schum.) Kuntze	50
F – <i>Cordia sessilis</i> (Vell.) Kuntze.....	54
6 – DISCUSSÃO	58
7 – COMPARAÇÃO DOS CARACTERES MORFO-ANATÔMICOS COM AS FILOGENIAS MOLECULARES EXISTENTES.....	66
8 – CONCLUSÃO.....	70
9 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Diferenças entre <i>Alibertia</i> e <i>Borojoa</i>	6
Figura 2- Filogenia do grupo de <i>Alibertia</i> , com base em dados moleculares (ITS e 5S ribossomal).....	7
Figura 3- Diagrama esquemático com delimitação das regiões de análise nos ovários e frutos estudados.....	19
Figura 4- <i>Alibertia edulis</i> e <i>A. sorbilis</i>	24
Figura 5- <i>Cordia</i>	29
Figura 6- Protoesclereídes e células esclerenquimáticas.....	33
Figura 7- Secções transversais do ovário de <i>Alibertia edulis</i>	37
Figura 8- Secções transversais do fruto jovem de <i>Alibertia edulis</i> e <i>A. sorbilis</i>	41
Figura 9- Secções transversais do ovário e fruto de <i>Cordia elliptica</i>	45
Figura 10- Secções transversais do ovário e fruto de <i>Cordia humilis</i>	49
Figura 11- Secções transversais do ovário e fruto de <i>Cordia macrophylla</i>	53
Figura 12- Secções transversais do ovário e fruto de <i>Cordia sessilis</i>	57
Figura 13- Filogenia do grupo de <i>Alibertia</i> , evidenciando <i>Alibertia</i> e <i>Cordia</i> como grupos monofiléticos.....	67

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Características dos gêneros <i>Alibertia</i> (incluindo <i>Borojoa</i>) e <i>Cordia</i>	11
Tabela 2- Características morfo-anatômicas dos ovários de botões florais em pré- antese das espécies estudadas.....	61
Tabela 3- Características morfo-anatômicas dos frutos das espécies estudadas.....	64
Tabela 4- Comparação de <i>Alibertia</i> (incl. <i>Borojoa</i>) e <i>Cordia</i> segundo os dados obtidos da literatura e os estudos morfo-anatômicos do presente trabalho.....	69

RESUMO

A tribo Gardenieae está incluída na família Rubiaceae e engloba 75 gêneros, os quais possuem distribuição pantropical e a maioria apresenta hábito arbóreo ou arbustivo. Dentro da tribo Gardenieae, o grupo de *Alibertia* é representado por onze gêneros de árvores ou arbustos dióicos. Os gêneros *Alibertia* e *Cordia* possuem distribuição neotropical desde América Central até Bolívia e Paraguai. *Cordia* foi sinonimizado com *Alibertia* por alguns autores, porém recentes análises morfológicas, palinológicas e moleculares demonstraram que *Alibertia* (incluindo *Borojoa*) e *Cordia* são grupos monofiléticos e devem ser tratados como gêneros distintos. A análise da literatura revela que estudos sobre anatomia dos órgãos reprodutivos dos gêneros *Alibertia* e *Cordia* ainda são escassos. Assim, este trabalho tem como objetivo descrever a morfo-anatomia dos ovários e frutos de algumas espécies representativas destes gêneros, além de encontrar caracteres anatômicos de importância taxonômica para uma eventual comparação com as filogenias moleculares existentes. Para a realização dos estudos foi selecionado um representante de *Alibertia* [*Alibertia edulis* (Rich.) A. Rich. in DC], um de *Borojoa* [*B. sorbilis* (Huber ex Ducke) Cuatrec. = *A. sorbilis* Huber ex Ducke] e quatro de *Cordia* [*C. elliptica* (Cham.) Kuntze, *C. humilis* (K. Schum.) Kuntze, *C. macrophylla* (K. Schum.) Kuntze e *C. sessilis* (Vell.) Kuntze]. O material botânico foi coletado, fixado e processado, adotando técnicas convencionais. Em *Alibertia edulis* o ovário é 6-7-locular, a epiderme é unisseriada com células apresentando reserva de amido, tricomas tectores com base em contato com as células subepidérmicas; a região mediana possui células parenquimáticas contendo compostos fenólicos e formação de protoesclereídes (células parenquimáticas com paredes espessadas que se diferenciam em esclereídes nos frutos maduros); a região interna é formada por células parenquimáticas e a parede do lóculo é multisseriada; o eixo central é intensamente vascularizado apresentando feixes vasculares colaterais. Os frutos de *A. edulis* têm o pericarpo lenhoso e com braquiesclereídes e esclereídes alongadas na região mediana, enquanto que os frutos de *A. sorbilis* apresentam pericarpo carnoso com braquiesclereídes esparsas e localizadas próximas da epiderme e região mediana do pericarpo. Os ovários das espécies de *Cordia* são similares entre si e são 3-4-loculares, com epiderme unisseriada e com células contendo substâncias lipofílicas e tricomas tectores com a base em contato com as células

subepidérmicas. A região mediana do ovário de *Cordia* é formada por várias camadas de células parenquimáticas, grupos de células contendo compostos fenólicos e feixes vasculares colaterais; a região interna apresenta células parenquimáticas contendo compostos fenólicos e a parede do lóculo é unisseriada; o eixo central não apresenta feixes colaterais. Em *C. macrophylla*, a única espécie de *Cordia* com projeções no ovário e fruto, o ovário possui epiderme unisseriada e na região interna das projeções as células parenquimáticas com conteúdo fenólico estão dispostas radialmente e há formação de protoesclereídes. Os frutos do gênero *Cordia* possuem pericarpo membranáceo e polpa succulenta por serem constituídos exclusivamente por tecido parenquimático. *Cordia macrophylla* é uma exceção dentro das espécies estudadas deste gênero por ter grupos de braquiesclereídes no interior e base das projeções. Tais resultados anatômicos confirmam a existência de diferenças significativas entre os dois gêneros suportando a separação. Com base no exposto verificou-se que não foi possível observar somente características diferentes, mas também semelhanças anatômicas, confirmando a estreita relação entre as espécies de um mesmo gênero. Portanto ressalta-se que o estudo morfo-anatômico do ovário e fruto pode oferecer vários caracteres altamente significativos, fortalecendo o conceito que os estudos anatômicos continuam sendo de grande importância no campo da sistemática e taxonomia vegetal.

Palavras-chave: Rubiaceae, Gardenieae, *Alibertia*, *Cordia*, morfologia, anatomia, sistemática, ovário, fruto.

ABSTRACT

The tribe Gardenieae (Rubiaceae) includes 75 genera of pantropical distribution and most genera are represented by trees or shrubs. All the genera of the *Alibertia* group are dioecious shrubs and trees. *Alibertia* and *Cordia* have neotropical distribution ranging from Central América to Bolivia and Paraguay. *Cordia* has been included in *Alibertia* by previous authors, but seed exotesta, pollen and morphological data are shown that *Alibertia* (including *Borojoa*) and *Cordia* are monophyletic and they should be treated as different genera. However, the analysis of literature reveals that the anatomy of the reproductive organs the genera *Alibertia* and *Cordia* are little-known; therefore this work has the objective to describe the morpho-anatomy of the ovaries and fruits of some representative species of these genera, and eventually indicate anatomical characters with taxonomic potential for a comparison with the molecular phylogenies available.

For the anatomical studies was selected one species of the *Alibertia* [*Alibertia edulis* (Rich.) A. Rich. in DC], one species of the *Borojoa* [*B. sorbilis* (Huber ex Ducke) Cuatrec. = *A. sorbilis* Huber ex Ducke], and four of *Cordia* [*C. elliptica* (Cham.) Kuntze, *C. humilis* (K. Schum.) Kuntze, *C. macrophylla* (K.Schum.) Kuntze and *C. sessilis* (Vell.) Kuntze]. The botanical material was collected, fixed, and prepared using conventional techniques. In *Alibertia edulis* the ovary is 6-7locular, the with uniseriate epidermis composed by cells containing starch, trichomes with base in contact with subepidermal cells. The medial area is composed by parenchymatic cells containing fenolic compounds, some of which undergoing through formation of protosclereids (parenchyma cells with thickened walls that ultimately will become sclereids in mature fruits); the internal area is formed by several layers of cells and the wall of the locule is multiseriate; the central axis have collateral vascular bunches. The fruits of *Alibertia edulis* have woody pericarp and the medial area with brachisclereids and long-linear sclereids. The fruits of *A. sorbilis* have fleshy pericarp and the with braquisclereids located below the epidermis and at the medial area of the pericarp. The species of *Cordia* are similar to each other, by having 3-4-locular ovaries, uniseriate epidermis with cells containing lipid drops and trichomes with base touching the subepidermal cells; the medial area is formed by several layers of parenchymatic cells, groups of cells containing fenolic compounds and collateral vascular bundles; the internal area has parenchymatic cells with fenolic compounds,

and the locule wall is uniseriate; the central axis do not have collateral bundles. In *C. macrophylla*, the only specie of *Cordia* that presents projections, has ovary with uniseriate epidermis and in the internal area of the projections with protosclereids. The fruits of the *Cordia* have a juicy pericarp constituted exclusively by parenchymatic cells, with the exception of *C. macrophylla*, which has groups of brachisclereids in the interior and base of the projections. When analyzing the results of the anatomical tests it was observed that significant differences exist between *Cordia* and *Alibertia*, supporting their separation. Based on the results of the present study, aside from their general differences, it was possible to detect also a set of morphological and anatomical similarities that confirm the delimitation of the two genera and their close relationship. Therefore, this morpho-anatomical study of ovary and fruit offers several significant taxonomical characters, strengthening the concept that anatomical studies continue to be of great importance in the field of plant taxonomy and systematics.

Key words: Rubiaceae, Gardenieae, *Alibertia*, *Cordia*, morphology, anatomy, systematic, ovary, fruit.

1- INTRODUÇÃO

1.1 – Família Rubiaceae

Rubiaceae é a quarta maior família de plantas com flores depois de Asteraceae, Orchidaceae e Fabaceae *sensu lato*, englobando cerca de 650 gêneros e aproximadamente 13.000 espécies (Delprete, 2004).

As Rubiaceae possuem distribuição pantropical e no Brasil são encontrados aproximadamente 110 gêneros, deste total, 10 são endêmicos e podem ser encontrados na Amazônia e em áreas de Cerrados, Caatingas e Restinga (Delprete, 1998). Mendonça *et al.* (1998) registraram 47 gêneros e 250 espécies de Rubiaceae no Cerrado, mas o número de espécies neste bioma é, seguramente, maior que 450, sendo que somente nos Estados de Goiás e Tocantins têm cerca de 250 espécies nativas (Delprete, submetido). Tais espécies possuem hábito variado, como trepadeiras, ervas, lianas, arbustos e árvores, e encontram-se em vegetação de cerrado *sensu stricto*, cerradão, campo rupestre e mata de galeria.

Os representantes desta família são caracterizados por ter folhas opostas ou raramente verticiladas, simples e com margem inteira, as estípulas comumente são interpeciolares (raro intrapeciolares) persistentes ou caducas, as inflorescências se apresentam de vários tipos (cimosas, paniculadas) ou reduzidas a uma flor solitária, as flores são predominantemente actinomorfas, hermafroditas, frequentemente heteromorfas, (3)4–7(11(15))-meras e com corola gamopétala (Delprete & Cortés-B., 2006). Os ovários são ínferos (raríssimo semi-súperos), comumente bicarpelares, geralmente biloculares ou pluriloculares; com um, poucos ou muitos óvulos por lóculo. Os frutos podem ser capsulares, bacáceos, drupáceos, deiscentes ou indeiscentes, com pericarpo carnoso ou lenhoso, possuindo polpa carnosa ou não e podem ter uma ou mais sementes (Barroso *et al.*, 2004).

A família Rubiaceae possui o maior número de espécies heterostílicas, dentre as outras 25 famílias de angiospermas que apresentam este tipo de polimorfismo (Barrett, 1992). Apresenta variações de diferentes formas e graus que podem originar derivações como homostilia, monomorfia e dioícia em algumas espécies (Consolaro *et al.*, 2005). A ocorrência de variações na apresentação da distílica é demonstrada para espécies de *Manettia* Mutis ex L., *Psychotria* L., *Palicourea* Aubl. e *Guettarda* L. (Hamilton, 1990; Richards & Koptur, 1993; Coelho & Barbosa, 2003; Consolaro *et al.*, 2005).

Muitos autores estudaram a grande diversidade de metabólitos secundários como iridoides, alcalóides, antraquinonas, flavonóides, derivados fenólicos, triterpenos e diterpenos em muitas espécies da família Rubiaceae. Tais estudos biológicos e farmacológicos revelam a grande importância econômica e terapêutica desta família, com muitas espécies sendo utilizadas na medicina tradicional indicando atividade antiinflamatória, antiviral, termicida e antimicrobiana.

Com os avanços dos estudos de biologia molecular e várias propostas com relação à reorganização das subfamílias tornou-se crescente os estudos embriológicos que visam auxiliar no esclarecimento das relações filogenéticas dentro da família Rubiaceae, podendo destacar os trabalhos realizados por Galati (1991) e De Toni & Mariath (2004).

Apesar da existência de um detalhamento do rudimento seminal em Rubiaceae, ainda é deficiente o conhecimento sobre o desenvolvimento de frutos e sementes (De Toni, 2006). Os frutos e as sementes da família Rubiaceae apresentam importância na sistemática de tribos e de seções de gêneros (Barroso *et al.*, 2004) e os caracteres anatômicos dos frutos podem ser utilizados como complemento ao estudo da taxonomia e filogenia (Souza *et al.*, 2006).

A classificação de Rubiaceae ainda é incerta e apresenta alterações recentes. Na classificação realizada por Robbrecht (1988) a família Rubiaceae era dividida em quatro subfamílias (Rubioidae, Antirrhoideae, Ixoroideae e Cinchonoideae) e 44 tribos. Porém filogenias recentes usando dados moleculares (Achille *et al.*, 2006; Bremer & Manen, 2000; Bremer *et al.*, 1999; Cortés-B. 2003; Delprete & Cortés-B. 2004; Dessein, 2003; Persson, 2000a; Rova *et al.*, 2002) sugerem a divisão da família em três subfamílias: Cinchonoideae, Ixoroideae e Rubioidae (Delprete, 2004).

1.2 – Tribo Gardenieae

Hooker (1873) caracterizou a tribo Gardenieae por ter flores com corolas contortas ou imbricadas, ovário uni ou plurilocular, lóculos com poucos ou muitos óvulos; frutos indeiscentes, carnosos, bacáceos, uni ou plurispermos, endocarpo ósseo ou crustáceo; sementes grandes, raro pequenas, achatadas ou obtuso-triangulares; testa membranácea ou coriácea (raríssimo óssea); albúmen córneo ou carnosos; embrião grande a muito grande e com cotilédones foliáceos. Ele dividiu os

gêneros em dois grupos: com flores unissexuais e com flores hermafroditas. No grupo com flores unissexuais (correspondente ao grupo de *Alibertia*), ele incluiu os gêneros *Billiottia* Colla (= *Melanopsidium* Colla), *Stachyarrhena* Hook. f., *Schachtia* H. Karst. (= *Duroia* L. f.), *Alibertia* A. Rich. in DC. (incl. *Cordia* A. Rich. in DC.), *Amaioua* Aubl., *Duroia*, *Basanacantha* Hook. f. (= *Randia* L.) e *Byrsophyllum* Hook. f.

Schumann (1891) dividiu a tribo Gardenieae em quatro subtribos: Gardeninae, Cordierineae, Bertierinae e Hameliinae. Ele caracterizou a subtribo Cordierineae (como “Cordiereae”) por ter flores diclinas e incluiu *Amaioua*, *Duroia*, *Stachyarrhena*, *Melanopsidium*, *Randia* L. (como “*Basanacantha*” Hook.f.), *Alibertia* e *Kutchubaea* Fisch ex DC.

Durante o século XX, para as delimitações de tribos e subtribos da família Rubiaceae, os rubiologos levaram em consideração além das características das flores e frutos, novos caracteres como: cromossomos, grão de pólen, estípulas, ráfides, albúmen da semente e embriões. A partir dos dados do mecanismo de liberação do pólen Bremekamp (1966) excluiu *Posoqueria* da tribo Gardenieae e relacionou-a com *Cladoceras* Bremek. Robbrecht & Puff (1986) excluíram de Gardenieae os gêneros *Porterandia* Ridl., *Heinsia* DC., *Bertiera* Aubl., *Bothriospora* Hook.f., *Hamelia* Jacq., *Gatesbaea* L., *Phyllacantha* e *Hoffmannia* Sw, baseando-se em estudos morfológicos.

Robbrecht & Puff (1986) posicionaram a tribo Gardenieae na subfamília Ixoroideae, os gêneros incluídos foram caracterizados por serem subarbustos, arbustos ou lianas, inflorescências terminais, ovário 2(-9)-locular, placenta axial ou parietal com muitos óvulos, frutos indeiscentes grandes e com muitas sementes embebidas em uma placenta carnosa, sementes frequentemente lenticulares e com células da exotesta com espessamento radial ou tangencial. Os grãos de pólen são liberados em monades ou tétrades e são 3-colporados ou 3-porados. A partir da análise destas características foram incluídos nesta tribo alguns gêneros neotropicais como *Billiottia* [= *Melanopsidium*], *Stachyarrhena*, *Schachtia* [= *Duroia*], *Alibertia*, *Amaioua*, *Duroia*, *Basanacantha* [= *Randia*], *Posoqueria*, *Tocoyena* Aubl., *Sphinctanthus* Benth., *Casasia* A.Rich., *Phitopsis* Hook.f., *Randia*, *Gardênia* Ellis e *Genipa* L.

No final do século XX e a primeira década do século XXI a macroclassificação de Rubiaceae foi revolucionada com a introdução da metodologia filogenética e o uso de caracteres moleculares. A classificação mais recente da tribo Gardenieae foi

realizada por Persson (1993, 1995, 2000a) usando dados palinológicos, morfológicos (morfologia da exotesta) e moleculares.

Na tribo Gardenieae a morfologia do pólen tem sido usada na delimitação dos gêneros (Persson, 1993). A maioria dos gêneros desta tribo tem grãos de pólen liberados em monades, ou raramente em tétrades (*Randia*). A quantidade de abertura dos grãos de pólen varia 3 a 4(8) sendo comum a presença de gêneros com 3 aberturas, porém nos gêneros *Alibertia*, *Amaioua*, *Catunaregam* Wolf e *Fagerlindia* Tirveng os grãos de pólen apresentam 4 aberturas.

Persson (1995) estudou detalhadamente a morfologia da exotesta da tribo Gardenieae e verificou que em muitos gêneros as células da exotesta têm espessamento secundário. O espessamento tangencial da parede externa foi encontrado exclusivamente em *Alibertia edulis* (Rich) A.Rich. in DC., *Amaioua guianensis* Aubl., *Borojoa patinoi* Cuatrec. e *Borojoa stipularis* (Ducke) Cuatrec., contudo este espessamento está ausente em *Cordia concolor* (Cham.) Kuntze e *Cordia* sp.

A análise filogenética de Persson (2000a) foi realizada usando dados morfológicos e de DNA do cloroplasto (cpDNA). Ambas as análises indicaram que *Genipa americana* deve ser excluída do grupo de *Alibertia* e confirmaram a inclusão de *Borojoa* em *Alibertia*. Com tais dados os gêneros *Alibertia* e *Cordia* foram descritos como gêneros monofiléticos (Delprete & Persson, 2004).

1.3 – Grupo de *Alibertia*

A delimitação dos gêneros da tribo Gardenieae foi reformulada por vários especialistas da família (como explicado no tópico anterior). Os gêneros hoje descritos no grupo de *Alibertia* já sofreram várias avaliações. Richard (1830) baseado principalmente em caracteres dos frutos descreveu os gêneros *Alibertia* e *Cordia*, porém Hooker (1873) utilizando características florais sugeriu que o gênero *Cordia* seria sinônimo de *Alibertia*.

Cuatrecasas (1950) separou *Borojoa* de *Alibertia* baseando-se principalmente sobre a merosidade das flores e a consistência dos frutos. Em seu trabalho distinguiu *Borojoa* pela presença de flores masculinas 5-meras e femininas 6-7-meras, ovário com 6-8 lóculos, frutos grandes completamente carnosos e com polpa mucilagínosa quando maduros; e caracterizou *Alibertia* por ter flores masculinas e

femininas 5-meras, ovário com 3-5 lóculos ou pseudolocular e baga coriácea com polpa densa envolvendo as sementes (Figura 1).

O grupo de *Alibertia* foi primeiramente proposto por Robbrecht & Puff (1986) para classificar os seis gêneros neotropicais *Alibertia*, *Amaioua*, *Borojoa*, *Duroia*, *Genipa* e *Kutchubaea*. Persson (2000b) re-delimitou o grupo de *Alibertia* (Rubiaceae-Gardenieae) incluindo 11 gêneros e 120 espécies de distribuição neotropical.

Persson (2000b) realizou um estudo filogenético utilizando seqüências moleculares (ITS e 5S ribossomal) do grupo de *Alibertia*. Neste estudo, o gênero *Alibertia*, como tradicionalmente definido (Hooker, 1873; Schumann, 1891; Steyermark, 1974) foi dividido em dois clados monofiléticos: 1) clado de *Alibertia edulis* com seis espécies representativas de *Alibertia*, três espécies de *Borojoa* Cuatrec. e *Randia tessmannii* Standl.; 2) clado de *Alibertia sessilis*, grupo irmão de *Alibertia edulis*, com 13 espécies representativas as quais foram tradicionalmente classificadas como *Alibertia* (Figura 2), correspondentes ao gênero *Cordia*. A inclusão de *Borojoa* em *Alibertia*, confirmada pelas análises moleculares, já havia sido sugerida baseado na similaridade das características morfológicas do pólen e da exotesta da semente (Persson 1993, 1995).

De acordo com estudos da morfologia, palinologia e filogenia molecular publicados por Persson (1993, 1995, 2000a), no grupo de *Alibertia* foram incluídos os seguintes gêneros: *Agouticarpa* C. Perss., *Alibertia* (incluindo *Borojoa*), *Amaioua*, *Botryarrhena*, *Cordia* (incluindo *Garapatica* H. Karst., *Gardeniola* Cham., *Scepseothamnus* Cham., *Thieleodoxa* Cham.), *Duroia*, *Glossostipula* Lorence, *Kutchubaea* (incluindo *Ibetralia* Bremek.), *Melanopsidium*, *Riodocea* Delprete, *Stachyarrhena* C. Perss. e *Stenosepala* C. Perss. O gênero *Genipa* foi excluído do grupo de *Alibertia* com base na análise DNA do cloroplasto (cpDNA), e foi também reconhecido como um gênero parafilético. Todos os gêneros do grupo de *Alibertia* são dióicos.

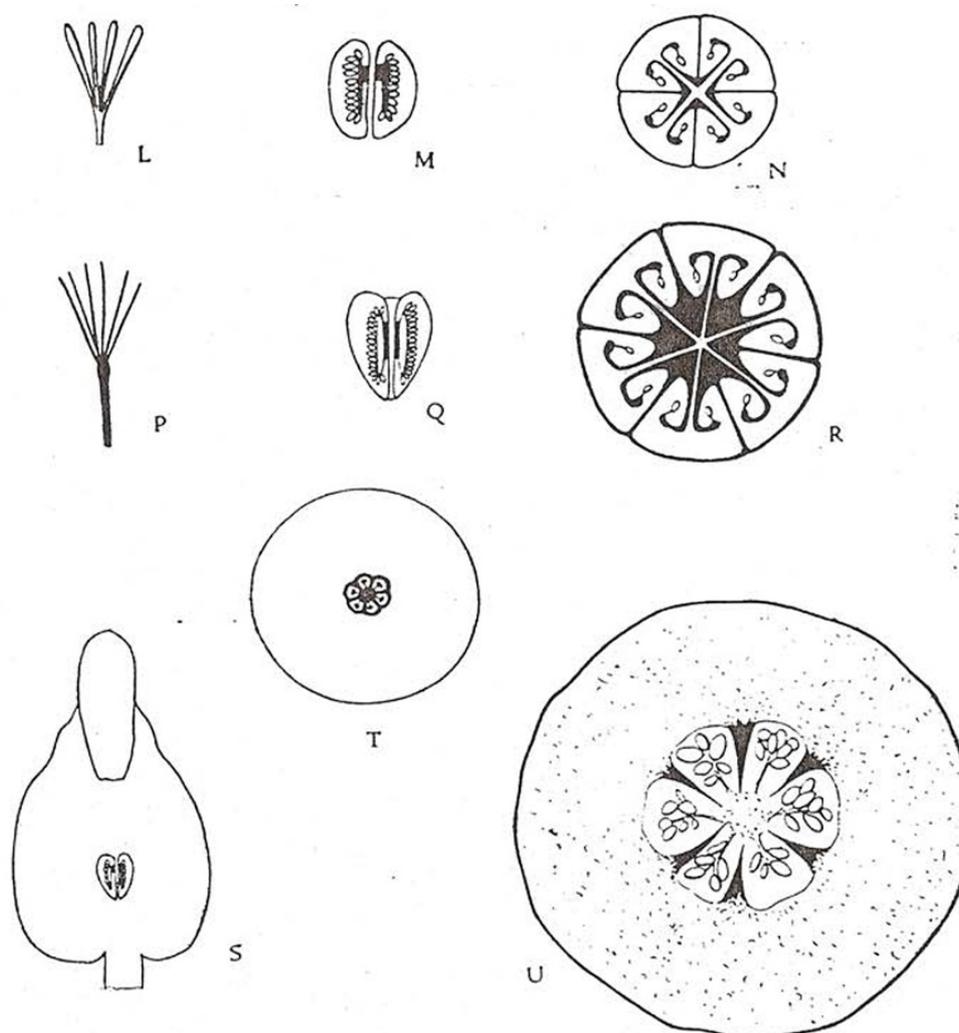


Figura 1- Diferenças entre *Alibertia* e *Borojoa* segundo Cuatrecasas (1950). L – N: Flor feminina de *Alibertia edulis*, L: estilete. M: secção longitudinal da cavidade ovariana. N: secção transversal mostrando a placentação. P – U: *Borojoa patinoi*, P: estilete. Q: secção longitudinal da cavidade ovariana. R: secção transversal mostrando a placentação. S: secção longitudinal do ovário. T: secção transversal do ovário. U: secção transversal do fruto maduro. (reproduzido com permissão de Rev. Acad. Colomb. C. E. F. y Nat. 7, fig. 1, 1950).

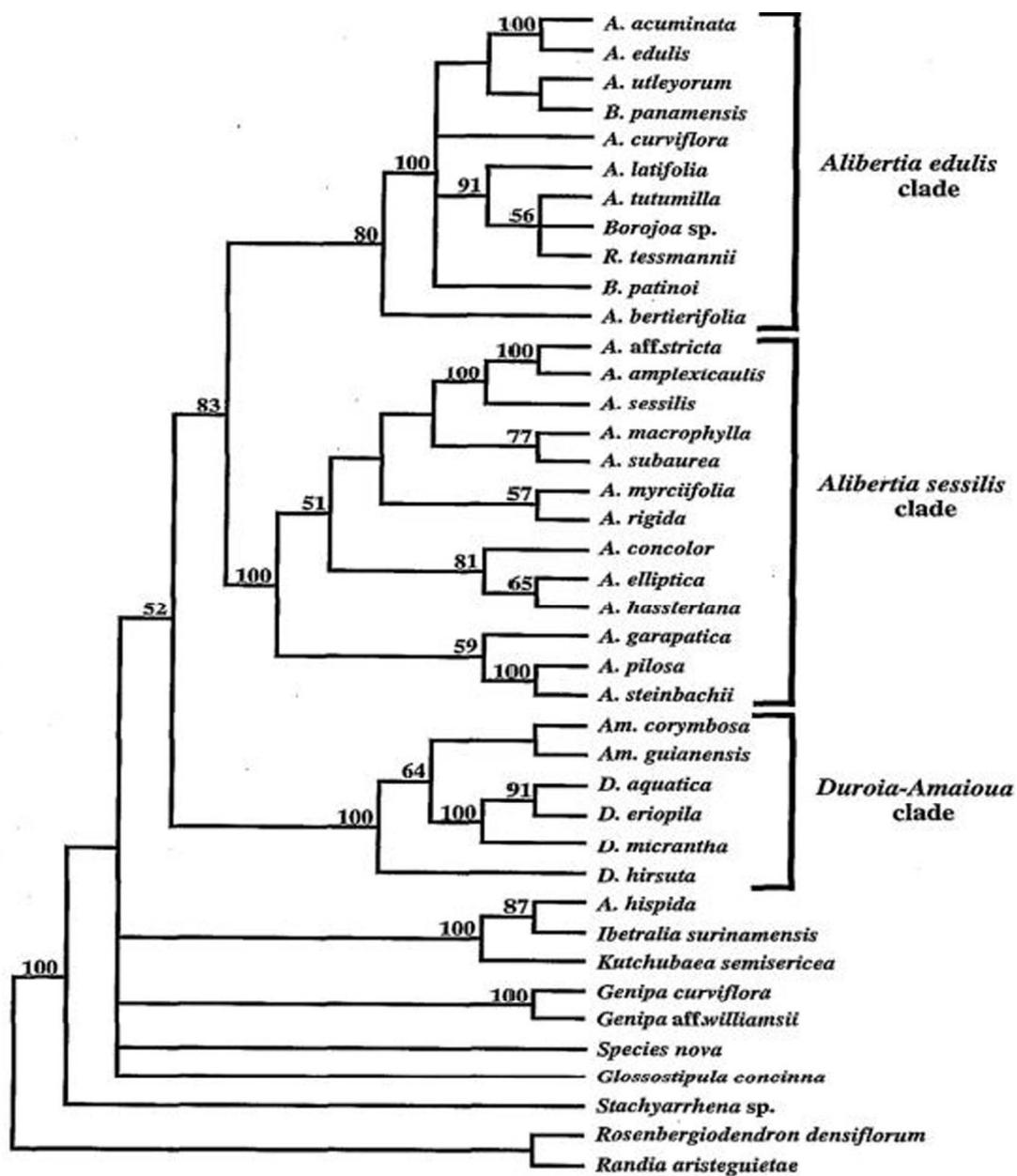


Figura 2- Filogenia do grupo de *Alibertia*, com base em dados moleculares (ITS e 5S ribossomal), realizada por Persson (2000b). (reproduzido com permissão de Amer. J. Bot. 87, fig. 3, 2000).

1.4 – Gêneros *Alibertia* e *Cordia*

Os gêneros *Alibertia* e *Cordia* foram originalmente descritos por Richard (1830) e possuem distribuição neotropical desde América Central até Bolívia e Paraguai. Todos os representantes destes gêneros são arbustos ou árvores dióicas. *Cordia* foi sinonimizado em *Alibertia* por alguns autores como Hooker (1873), Schumann (1891) e Bremekamp (1934).

Persson (1996) descreveu algumas sinapomorfias de *Alibertia* e *Cordia* como presença de inflorescências dimórficas sendo as masculinas dispostas em fascículos e as femininas uniflora, o tubo da corola cilíndrico com tricomas retos e os grãos de pólen são monades.

No trabalho de Persson (1993, 1995) são destacadas diferenças quanto à morfologia da exotesta da semente e do grão de pólen. Ele relatou que o espessamento tangencial da parede externa da exotesta está presente somente nos gêneros *Alibertia* (*A. concolor*, *A. edulis* e *A. macrantha*) e *Borojoa* (*B. patinoi*, *B. stipularis*) e que tais gêneros possuíam grão de pólen porado distinguindo das espécies de *Cordia* que possuem grão de pólen colporado.

A estreita relação filogenética entre *Alibertia* e *Borojoa* foi primeiramente hipotetizada por Persson (1993, 1995) devido a similaridade das características da exotesta da semente e do grão de pólen, sendo confirmada a partir de análises moleculares do DNA cloroplasmático (cpDNA) realizadas por Persson (2000b). Contudo dados morfológicos e moleculares suportam a origem monofilética dos gêneros *Alibertia* (incluído *Borojoa*) e *Cordia*.

Além de diferenças na exotesta da semente, nos grãos de pólen e na análise molecular, o tamanho dos frutos e consistência do pericarpo também pode ser utilizado como caráter de diferenciação dos dois gêneros. Pois, Delprete *et al.* (2004) descreveram *Cordia* com frutos pequenos e pericarpo suculento enquanto que *Alibertia* apresenta frutos grandes com pericarpo lenhoso.

A descrição do grupo de *Alibertia* com inclusão de *Borojoa* e a separação de espécies em clados diferentes foi realizada por Persson (2000b). Já a delimitação dos gêneros *Alibertia* e *Cordia* com separação das espécies de cada gênero, já foi descrita por Delprete *et al.* (2004), Persson *et al.* (2004) e Delprete & Cortés-B. (2006).

1.4.1 - *Alibertia*

O gênero *Alibertia* (incluindo *Borojoa*) possui 15-16 espécies distribuídas desde a América Central até o Centro-Sul do Brasil, possui representantes de hábito arbustivo ou arbóreo e centro de diversidade na Bacia Amazônica (Delprete, 2004).

Neste gênero encontram-se arbustos ou árvores de 1,5-15m de altura, com estípulas triangulares, conectadas na base, folhas opostas ou raramente ternadas, com lâmina foliar elíptica de consistência coriácea e ápice acuminado. As inflorescências são terminais sendo as masculinas normalmente fasciculares e as femininas unifloras. As flores masculinas possuem 4-6(-8)-meras e as flores femininas (4-)5-7(-8)-meras, com corola infundibuliforme, contorta, funcionalmente unissexuais (Delprete & Cortés-B., 2006). Os grãos de pólen são 3-porados (Persson, 1993). O ovário possui placentação axial, 3-7 lóculos e cada lóculo contém 9-70 óvulos (Delprete & Persson, 2004). Os frutos são bacáceos, com 3-10 cm de diâmetro, globosos, com pericarpo lenhoso ou carnosos e polpa carnosos.

A espécie *A. edulis* tem distribuição neotropical e está presente em todo o Bioma Cerrado, sendo conhecida no Brasil como “marmelada-de-cachorro”.

1.4.2 - Gênero *Cordia*

O gênero *Cordia* possui 25-27 espécies distribuídas na América Central e Meridional encontrada desde a Costa Rica até Peru, Bolívia, Brasil, Paraguai e norte da Argentina. Este gênero tem centro de diversidade no Bioma Cerrado e seus representantes possuem porte arbustivo ou arbóreo, ou raramente subarbustivo e com xilopódio subterrâneo em algumas espécies endêmicas dos campos do Bioma Cerrado. As espécies deste gênero têm (0,5-)1,5-5 m de altura, com estípulas triangulares e conadas na base, folhas opostas com lâminas ovalada ou elíptica de consistência papirácea raramente coriácea e ápice redondo, acuminado ou agudo. As inflorescências são terminais sendo as masculinas normalmente fasciculares e as femininas unifloras. As flores masculinas são (3-)4(-5)-meras e as flores femininas (4-)5(-6)-meras, com corola infundibuliforme, contorta e funcionalmente unissexuais (Delprete & Cortés-B., 2006). Os grãos de pólen são colporados (Persson, 1993). O ovário possui 2-3(5) lóculos, cada lóculo contém 3-20 óvulos e a placentação é axial. Os frutos são do tipo baga, de 0,5-4 cm de diâmetro, globosos ou piriformes, com casca fina e polpa suculenta (Persson *et al.*, 2004).

As espécies de *Cordia* encontradas no Bioma Cerrado têm nomes locais “marmelada-de-pinto” (*C. myrciifolia*), “marmelada-de-veado” (*C. elliptica*), “marmelada-de-espinho” (*C. macrophylla*) e “marmelada-de-cachorro” (*C. sessilis*).

As características morfológicas dos gêneros *Alibertia* e *Cordia* encontram-se resumidas na Tabela 1.

Tabela 1- Características dos gêneros *Alibertia* (incluindo *Borojoa*) e *Cordia*. Dados obtidos de Persson (1993, 1995, 2000b), Persson *et al.* (2004) e Delprete & Cortés-B. (2006).

Características		<i>Alibertia</i>	<i>Cordia</i>
Centro de diversidade		Bacia Amazônica	Bioma Cerrado
Característica da semente	Formato	Lenticular	Elipsóide
	Exotesta	Espessamento tangencial da parede secundária	Espessamento radial da parede secundária
Abertura do pólen	Número	3-(4)	3
	Forma	Porado	Colporado
Flor feminina		(4-)5—7(-8)-meras	(4-)5(-6)-meras
Ovário	Número de lóculos	3—7	2—3(-5)
	Óvulos por lóculo	9—70	3—20
Fruto	Diâmetro	3—10 cm	0,5—4 cm
	Pericarpo	Lenhoso	Membranáceo
	Polpa	Carnosa	Suculenta

1.4.3- Importância econômica e ecológica dos frutos de *Alibertia* e *Cordia*

Os frutos de *Borojoa patinoi* Cuatrec.(= *Alibertia patinoi*), conhecida como “borojó”, são muito utilizados na Colômbia para preparar uma bebida refrescante, a qual possui aparência turva devido à presença de partículas em suspensão (Patiño, 1948). Segundo as crenças populares esta bebida é usada por ter propriedades afrodisíacas. Outros usos nutricionais dos frutos incluem a preparação de geléias, compotas de frutas, coquetéis, conservas e sorvetes (Ricker *et al.*, 1997). García Barriga (1992) reportou que esta espécie tem propriedades medicinais, sendo popularmente utilizada no tratamento de feridas, problemas renais e câncer.

As espécies amazônicas de *Alibertia* (*A. brasiliensis*, *A. occidentalis*, *A. sorbilis*) são popularmente conhecidas no Brasil como “apuri” ou “purui”, os frutos são consumidos *in natura*, utilizados na produção de sucos e geléias (Delprete & Persson, 2004; Souza *et al.*, 1996).

Alibertia edulis é a única espécie do gênero presente no Bioma Cerrado. Esta espécie produz frutos com pericarpo lenhoso, polpa gelatinosa e adocicada, os quais completam a maturação na estação de seca. Os frutos representam uma importante fonte de alimentação para muitos animais nativos, inclusive mamíferos como macacos, cutias, capivaras e outros roedores, como também para muitas espécies de aves, principalmente araras e periquitos. A distribuição desta espécie foi provavelmente influenciada por populações indígenas dos Neotrópicos, os quais usaram e ainda usam os frutos como fonte secundária de subsistência (Posey, 1985; Parker, 1992; MacDougal, 2003).

As espécies de *Cordia* produzem frutos muito apreciados pela fauna do Cerrado, principalmente por mamíferos e aves. Os frutos de todas as espécies deste gênero são também usados na alimentação humana, sendo comidos frescos, com gosto e aparência de ameixas, ou utilizados na preparação de tortas e licores (Almeida, 1998).

Contudo, estas espécies têm um potencial nutritivo e econômico que deveriam ser mais utilizados pela indústria de alimentos (Patiño, 1948; Persson *et al.*, 2004).

2 - JUSTIFICATIVA

As filogenias moleculares e os estudos morfológicos e palinológicos existentes indicam que os gêneros *Alibertia* e *Cordia* devem ser tratados como gêneros distintos. Considerando a escassez de estudos anatômicos dos frutos de Rubiaceae e principalmente a ausência de estudos sobre anatomia de frutos dos gêneros *Alibertia* e *Cordia*, este trabalho tem como objetivo descrever anatomicamente o ovário e fruto de algumas espécies representativas destes gêneros. Assim, será possível avaliar novos caracteres que poderão suportar a delimitação e separação de *Alibertia* e *Cordia*.

Paralelamente, este estudo tem como objetivo comparar os caracteres anatômicos com a análise filogenética, já existente, do grupo de *Alibertia* e assim fornecer caracteres taxonômicos para o estudo evolutivo destes dois gêneros.

3- OBJETIVOS

3.1- Objetivo Geral

A finalidade principal deste trabalho é descrever a morfo-anatomia dos ovários e dos frutos de *Alibertia edulis*, *A. sorbilis*, *Cordia elliptica*, *C. humilis*, *C. macrophylla*, *C. sessilis* (família Rubiaceae, subfamília Ixoroideae, Tribo Gardenieae).

3.2- Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho foram:

- a) Descrever hábito, habitat e ecologia das espécies;
- b) Descrever características morfológicas dos ovários e dos frutos das espécies em estudo;
- c) Observar o tipo de placentação, número de lóculos e números de óvulos por lóculo;
- d) Relacionar as características anatômicas das espécies a partir de estudos do ovário do botão floral em pré-antese e do pericarpo de fruto jovem;
- e) Comparar os caracteres anatômicos e morfológicos com as filogenias existentes;
- f) Verificar a presença de caracteres de interesse taxonômico para a delimitação de *Alibertia* e *Cordia*;
- g) Contribuir com informações para futuros trabalhos de anatomia de fruto.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi iniciado com um levantamento bibliográfico a respeito de espécies pertencentes aos gêneros *Alibertia* e *Cordia*, visando obter informações sobre espécies ocorrentes em áreas de Cerrado, distribuição geográfica, morfologia, anatomia, filogenia molecular e tipos de experimentos já realizados.

A informação relativa às descrições das espécies e as áreas de ocorrência das espécies estudadas foram obtidas de Steyermark (1966, 1974), Delprete & Cortés-B. (2006), Delprete & Persson (2004), Delprete et al. (2004), Persson et al. (2004), Patiño (1948), Cuatrecasas (1953, 1954), Burger & Taylor (1993), Delprete (em andamento) e Delprete (submetido). Estas informações foram complementadas pelos autores através de observações de campo e de herbário, principalmente com os materiais preservados no herbário da Universidade Federal de Goiás (UFG).

Foram realizadas várias excursões botânicas nos Estados de Goiás e Mato Grosso com o intento de coletar material para os estudos anatômicos de ovários e dos frutos. As viagens ocorreram em vários meses, considerando que as espécies de *Alibertia* florescem no período de seca e sua frutificação coincide com o período de chuva, já que as espécies de *Cordia* têm período de floração em meses chuvosos e frutificam no período da seca.

As coletas de frutos de *Alibertia sorbilis* foram realizadas por P.G. Delprete em viagens precedentes no Estado do Acre. As coletas de frutos de *C. humilis* e *C. macrophylla* foram realizadas por A.C. Araujo em viagens precedentes em Mato Grosso.

4.1- Material e Locais de Coleta

Para a realização dos estudos morfo-anatômicos o material foi coletado em duas fases principais:

- a) botões florais em pré-antese, aproximadamente 2-3 dias antes da abertura da corola;
- b) frutos em fase de maturação, aproximadamente 6-7 dias antes de tornarem-se completamente maduros.

As amostras destinadas à herborização foram identificadas por P.G. Delprete e depositadas no herbário da Universidade Federal de Goiás (UFG).

Locais de coleta:

1. *Alibertia edulis* (Rich.) A. Rich. in DC.

Goiás: Mun. Pirenópolis, Centro Caraivas, na estrada do Parque Estadual dos Pireneus, 15°49'24''S, 48°53'31''W, vegetação de Cerrado sensu stricto com árvores e arbustos espalhados, solo com rochas afloradas, 30/08/2006, *P.G. Delprete et al. 10016B*.

2. *Alibertia sorbilis* Huber ex Ducke

Acre: Mun. Porto Walter, Rio Juruá Mirim, comunidade Santo Antônio, floresta secundária com *Hevea brasiliensis* com copa de 25-35 m, 08°14'S, 73°03'W, 200m, 15/02/2001, *P.G. Delprete et al. 7764*.

3. *Cordia elliptica* (Cham.) Kuntze

Goiás: Mun. Pirenópolis, Centro Caraivas, na estrada do Parque Estadual dos Pireneus, 15°49'24''S, 48°53'31''W, vegetação de Cerrado sensu stricto com árvores e arbustos espalhados, solo com rochas afloradas, 30/08/2006, *P.G. Delprete et al. 10016A*.

4. *Cordia humilis* (K. Schum.) Kuntze

Mato Grosso: Mun. Chapada dos Guimarães, estrada para município de Água Fria, cerca de 4 km da BR-163, 15°24'31''S, 55°46'55''W, vegetação de Cerrado muito antropizada, solo de latissolo vermelho, 24/07/2001, *A.C. Araujo et al. 1460*.

5. *Cordia macrophylla* (K. Schum.) Kuntze

Mato Grosso: Mun. Chapada dos Guimarães cerca de 500m fora da cidade da Chapada dos Guimarães, em direção a Cuiabá, 15°27'05''S, 55°45'10''W, floresta úmida semicaducifolia, com copas de 5-10m, 07/09/2001, *A.C. Araujo et al. 1465*.

6. *Cordia sessilis* (Vell.) Kuntze

Mato Grosso: Mun. Chapada dos Guimarães cerca de 500m fora da cidade da Chapada dos Guimarães, em direção a Cuiabá, 15°27'05''S, 55°45'10''W, floresta úmida semicaducifolia, com copas de 5-10m, 24/07/2007, *P.G. Delprete et al. 9168*.

4.2 – Processamento do material

Para o estudo anatômico, os ovários e frutos foram fixados em FAA₇₀ (Johansen, 1940), por 24 horas, e em seguida armazenados em álcool etílico 70%.

Os frutos de *Alibertia sorbilis*, coletados por Delprete em 2001 no Estado do Acre, foram fixados em álcool comercial 70% e mantidos nesta solução até o início deste estudo.

Para o laminário permanente, as amostras foram retiradas de várias regiões dos ovários e dos frutos. Algumas amostras foram desidratadas em série etílica, infiltradas em metacrilato Leica® segundo o protocolo do fabricante, seccionadas em micrótomo rotatório com 8µm de espessura e corados com azul de toluidina 0,05%, pH 4,7 (O'Brien *et al.*, 1964) ou com corante fucsina básica 0,0125% por 1 min e azul de astra 1% aquoso por 40 min em estufa 60°C (Kraus & Arduin, 1997) em seguida, montadas em resina sintética “Entellan”. As amostras também foram incluídas em parafina empregando as técnicas usuais de desidratação em série butílica terciária e infiltração (Johansen, 1940), seccionadas com 25 µm de espessura, em seguida submetidas à dupla coloração de azul de astra (0,3%) e fucsina básica (0,1%) (Kraus *et al.*, 1998), e montadas entre lâminas e lamínulas, com verniz vitral (Paiva *et al.*, 2006).

Nos testes microquímicos para identificação de alguns constituintes celulares dos ovários e frutos, foram utilizadas secções a mão livre de material fixado, submetidas aos seguintes reagentes: Sudan IV, para a localização de substâncias lipídicas; lugol, para a detecção de amido; cloreto férrico, acrescido de carbonato de sódio para verificar a ocorrência de compostos fenólicos (Johansen, 1940); steinmetz, considerado reagente universal, para o reconhecimento simultâneo de amido, celulose, lignina, suberina, lipídeos diversos, látex, goma-resina e cutina (Costa, 2001).

4.2.1- Amolecimento

Os frutos de *Alibertia edulis*, por possuírem consistência lenhosa, foram cortados em fragmentos de aproximadamente 2 cm e colocados em frascos contendo etilenodiamina a 10% (Kraus & Arduin, 1997), por um período de aproximadamente 60 dias para o amolecimento do pericarpo.

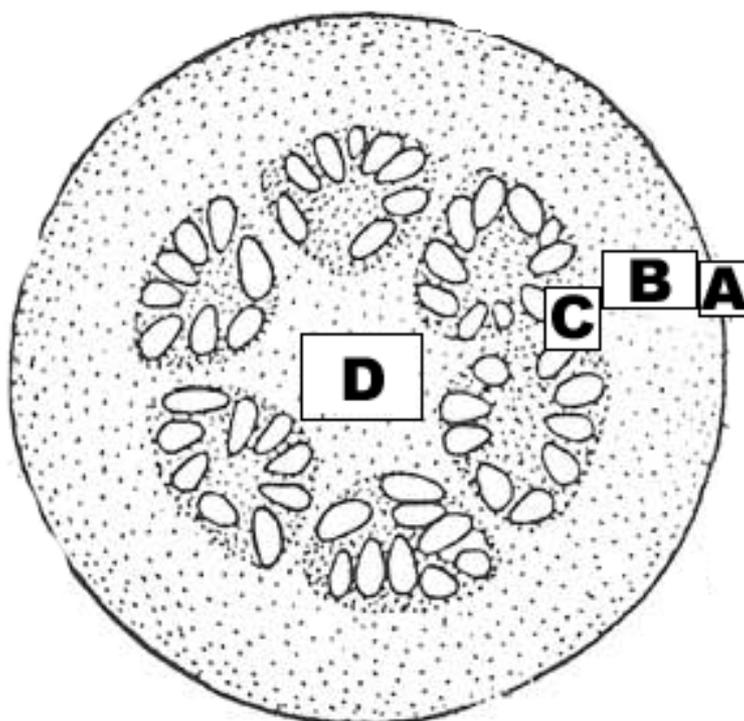
4.2.2- Maceração

Nos frutos de *Alibertia edulis*, *Alibertia sorbilis* e *Cordia macrophylla* foram observadas esclereídes. Contudo a maceração pericarpo foi realizada para estudar as células esclerenquimáticas isoladamente. A maceração foi efetuada de acordo com a técnica de Franklin, modificada conforme sugerido por Kraus & Arduin (1997).

4.3- Análise do material

Para a descrição anatômica dos ovários e frutos foram delimitadas regiões de análise (Figura 3):

- A. Região externa – compreende a porção da epiderme e aproximadamente cinco camadas subjacentes.
- A1. Região das projeções – compreende a porção interna e base das projeções de *C. macrophylla*.
- B. Região mediana – compreende as camadas celulares entre a região externa e região interna.
- C. Região interna – compreende a porção superior do lóculo, parede do lóculo e os septos.
- D. Eixo central – compreende a região central delimitado pelos lóculos.



II

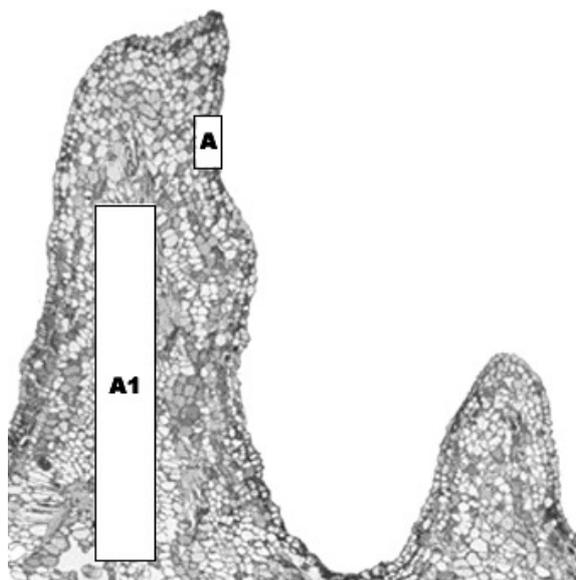


Figura 3- Diagrama esquemático com delimitação das regiões de análise nos ovários e frutos estudados. **I:** A- Região externa; B- Região mediana; C- Região interna; D- Eixo central. **II:** Secção longitudinal de duas projeções do fruto de *Cordiera macrophylla*: A- Região externa da projeção; A1- Região interna e base da projeção.

4.3.1- Quantificação de estruturas celulares

Para estimar a quantidade de células parenquimáticas contendo compostos fenólicos, nos ovários das espécies estudadas, foram utilizadas três lâminas diferentes, escolhidas aleatoriamente, de cada espécie e em seguida delimitou-se três campos de análise. O primeiro campo abrange a epiderme e 0,34mm abaixo dela; o segundo, abrange a porção de 0,34mm acima da parede do lóculo; o terceiro campo refere-se à área de visualização do eixo central. Cada região foi observada utilizando objetiva de 40x, o que corresponde a uma área de 0,091 mm².

A quantidade de feixe vascular presente no mesofilo ovariano foi obtida através da contagem em toda a superfície laminar de três lâminas histológicas escolhidas aleatoriamente.

Para medir o tamanho das esclereídes (comprimento das braquiesclereídes e esclereídes alongadas) foram utilizadas imagens digitais. Estas imagens foram adquiridas com o sistema de captura de imagem.

As imagens digitais foram analisadas utilizando o programa Image Pro Plus previamente instalado no computador do Laboratório de Comportamento Celular (LCC – UFG).

4.3.2- Documentação fotográfica

Os resultados anatômicos foram registrados por meio de fotomicrografias obtidas em fotomicroscópio modelo ZEISS-AXIOSKOP, com utilização de filme fotográfico Kodak ASA 100 e também de fotomicrografias digitais preparadas em fotomicroscópio ZEISS com câmera digital Sony acoplada. Os fotomicroscópios utilizados foram cedidos pelos laboratórios de Anatomia Vegetal e de Patologia Animal, respectivamente, da Universidade Federal de Goiás.

5- RESULTADOS

5.1- Descrição das espécies estudadas

A – *Alibertia edulis* (Rich.) A. Rich. in DC.

Descrição morfológica

Árvore piramidal de 3–5m de altura. Inflorescências masculinas em fascículos de 6–8 flores (Figura 4A) e flores femininas solitárias, corola branca, 2–2,5cm de comprimento, ovário com 1–1,5cm de comprimento e 8–10mm de diâmetro (Figura 4B). Baga verde (Figura 4C) passando a marrom escuro quando madura, de 4–8cm de diâmetro, pericarpo lenhoso e polpa macia (Figura 4D). As sementes são elípticas ou ovaladas e numerosas.

Nomes vulgares

“Marmelada-de-cachorro”, “marmelada-brava”, “marmelada”, “marmelada-de-boi”, “marmelada-de-bezerro”, “marmelada-do-cerrado”, “jenipapinho”, “jenipapo-bravo”.

Fenologia

O período principal de floração da espécie coincide com o período chuvoso, entre outubro e janeiro, com pico em novembro-dezembro. O período de frutificação mais intensa nos meses de abril e maio. Foram também observados alguns espécimes florescendo fora desse período, provavelmente ocasionado por chuvas esporádicas no período de seca. Assim, não é incomum encontrar indivíduos com flores e frutos quase maduros durante o período de seca.

Distribuição e ecologia

Espécie distribuída desde a América Central até o Centro-Sul do Brasil. Encontrada em ambientes de semi-sombra ou em vegetação aberta, como também em vegetação secundária e antropizada.

B – *Alibertia sorbilis* Huber ex Ducke**Descrição morfológica**

Árvore de até 10 metros, ramos glabros. As flores são heterômeras, com inflorescências masculinas corimbosas e femininas uniflora. O ovário possui placentação axial, 6–7 lóculos e muitos óvulos em cada lóculo. Bagas globosas, de 9–11cm de diâmetro, com pericarpo carnoso e suculento quando maduro (Figura 4E-F). As sementes têm uma cutícula rugosa e são incluídas numa massa gelatinosa.

Nomes vulgares

Na Bacia Amazônica é popularmente conhecida como “apuruí”, “puruí” ou “puruí-grande”.

Fenologia

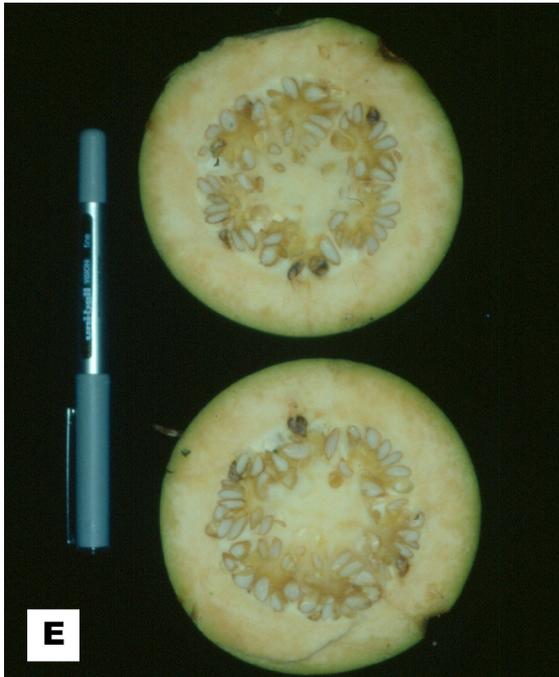
A floração da espécie coincide com o período chuvoso, entre outubro e janeiro, com pico em novembro-dezembro e frutificação mais intensa nos meses de abril e maio.

Distribuição e ecologia

A espécie ocorre no extremo oeste da Bacia Amazônica, no Peru, Bolívia e Brasil. No Brasil ocorre somente no Estado do Acre.

A zona onde é encontrada corresponde a áreas com alta pluviosidade e a maior parte ocorre em clima denominado equatorial iso-superúmido.

Figura 4- *Alibertia edulis* (A – D) e *A. sorbilis* (E – F). *A. edulis* - **A:** Inflorescências masculinas em fascículos. **B:** Flores femininas solitárias. **C:** Baga verde. **D:** Fruto em corte longitudinal. *A. sorbilis* - **E:** Fruto maduro de *A. sorbilis* em corte transversal. **F:** Fruto em corte longitudinal.



C – *Cordia elliptica* (Cham.) Kuntze**Descrição morfológica**

Arvoreta de 1,5–3m de altura, ramos delgados, cilíndricos e glabros. Inflorescências masculinas fasciculadas e flores masculinas com corola branca de 4,5–8mm de comprimento. Flores femininas solitárias, com corola de 5–7mm de comprimento e ovário de 4–6mm de diâmetro. Baga com 0,8–2cm de diâmetro (Figura 5A), com casca membranácea e polpa macia.

Nomes vulgares

“Marmelada”, “marmeladinha”, “marmelinho-do-campo”, “marmelada-bosta-de-cabrito”.

Fenologia

Floresce no período de seca entre os meses de julho a setembro, com predominância em agosto. O período de frutificação coincide com a época de chuvas e pico em novembro-dezembro.

Distribuição e ecologia

Ocorre na vegetação de Cerrado *sensu stricto* do Estado da Bahia até São Paulo. Planta encontrada em ambiente com bastante disponibilidade de luz, geralmente localizada na margem de trilhas, mas pode ser encontrada em florestas umbrofilas.

D – *Cordia humilis* (K. Schum.) Kuntze**Descrição morfológica**

Arvoreta de 1–1,5m de altura (Figura 5B) com ramos delgados, cilíndricos, glabros e tênues. Inflorescência masculina fasciculada contendo grupos 8–10 botões florais, flores femininas solitárias, com corola de 1–2cm de comprimento e ovário globoso, de 7–9mm de diâmetro (Figura 5C). Baga de 2–3cm de diâmetro, com pericarpo suculento.

Nomes vulgares

“Marmelada-de-cachorro”, “marmelada-bosta-de-cachorro”, “marmelada”.

Fenologia

A espécie tem período de floração na época de seca, entre os meses de julho e setembro, com predominância no mês de julho. Os frutos se desenvolvem no período de chuva e o pico de frutificação em novembro-dezembro.

Distribuição e ecologia

Ocorre na Bolívia e no Brasil. No Brasil pode ser encontrada em Rondônia, Mato Grosso, Goiás, Bahia e Minas Gerais.

É facilmente encontrada nos ambientes com grande incidência de luz e foi observada em locais bastante antropizados.

E – *Cordia macrophylla* (K. Schum.) Kuntze

Descrição morfológica

Árvore de 3–6(-10)m de altura, com ramos longos, glabros, delgados e extremidades acinzentadas. Inflorescência masculina fasciculada com 6–8 flores, de 5–9mm de comprimento. Flores femininas solitárias com corola de 0,8–1cm de comprimento e o ovário com projeções visíveis na parede externa, e mede de 7–9mm de diâmetro (Figura 5D). Baga de 3–5cm de diâmetro, com exocarpo contendo projeções pequenas e polpa consistente (Figura 5E).

Nomes vulgares

“Marmelada”, “marmelada-de-bezerro”, “marmelada-de-espinha”, “marmelada-de-casca-rugosa”.

Fenologia

O período principal de floração da espécie coincide com a época de seca, entre os meses de julho e setembro, com pico em julho-agosto e frutificação no período de chuva, entre os meses de outubro e janeiro, sendo mais intenso no mês de dezembro.

Distribuição e ecologia

A espécie ocorre na Bolívia e no Brasil. No Brasil pode ser encontrado desde o Estado do Pará, Tocantins, Mato Grosso até São Paulo. Árvore comumente encontrada em florestas mesofíticas e cerradões.

F – *Cordia sessilis* (Vell.) Kuntze

Descrição morfológica

Arvoreta de 1,5–6m de altura, ramos delgados, frágeis e glabros. Inflorescência masculina fasciculada com 4–5 flores e com corola branca e pequena, de 4–6mm de comprimento. Flores femininas isoladas e nas extremidades do ramo, com ovário medindo 5–7mm de diâmetro (Figura 5F). Baga globosa, de 2–4cm de diâmetro (Figura 5G), exocarpo membranáceo e polpa macia.

Nomes vulgares

“Marmelada”, “marmelo”, “marmelada-de-cachorro”, “marmeladinha-verdadeira”, “marmelada-preta”.

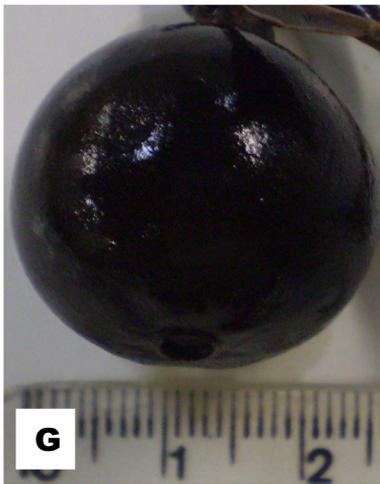
Fenologia

Floresce principalmente entre os meses de julho e setembro, coincidindo com o período de seca. Frutifica no período de chuva que compreende os meses de outubro a janeiro, com pico nos meses de dezembro e janeiro.

Distribuição e ecologia

Arvoreta encontrada no Brasil, Bolívia e Paraguai. No Brasil ocorre em Mato Grosso, Goiás, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais. Espécie comumente encontrada em manchas de cerrado e bosque estacional semidecíduo com moderada incidência de luz. No Estado de Goiás é encontrada na formação do Mato Grosso Goiano.

Figura 5- *Cordia*. **A:** Fruto de *Cordia elliptica*. **B:** Hábito da planta de *C. humilis*. **C:** Botão floral de *C. humilis*. **D:** Botão floral de *C. macrophylla*. **E:** Fruto de *C. macrophylla*. **F:** Botão floral de *C. sessilis*. **G:** Fruto de *C. sessilis*.



5.2- Estudos Anatômicos

5.2.1- Terminologia

No presente trabalho foram feitas observações e inferências a respeito do desenvolvimento de células presentes nos ovários e nos frutos maduros, porém não foram realizados estudos ontogenéticos. Assim, tornou-se necessário apresentar uma explicação da terminologia adotada, principalmente a propósito do desenvolvimento e localização das células esclerenquimáticas. A terminologia usada para descrever as células precursoras de esclerênquima encontradas nos ovários e as células completamente desenvolvidas, encontradas nos frutos maduros, é aqui descrita e ilustrada.

Nos ovários de todas as espécies foram observados dois tipos básicos de parênquima: de preenchimento e de reserva. As células parenquimáticas dos ovários possuem cristais do tipo drusas, compostos fenólicos e substâncias lipofílicas.

Nos ovários de *Alibertia edulis* e *Cordia macrophylla* foram também observadas células parenquimáticas contendo compostos fenólicos, com protoplasto denso e paredes ligeiramente espessadas (Figura 6A). Comparando a posição destas células com a localização das esclereídes observadas nos frutos das mesmas espécies, foi concluído que estas células são precursoras das esclereídes. Por isso as células precursoras de esclereídes, neste trabalho, foram denominadas de protoesclereídes.

Os frutos das espécies estudadas são formados, basicamente, por tecido parenquimático com grande quantidade de amido, porém substâncias lipofílicas e compostos fenólicos também foram encontrados. Nos frutos de *A. edulis*, *A. sorbillis* e *C. macrophylla* foi verificada a presença de células esclerenquimáticas de parede lignificada e lúmen contendo compostos fenólicos.

Nos frutos de *A. edulis* foram observadas esclereídes em grupos esparsos por toda a região mediana do pericarpo. As braquiesclereídes situadas próximas da epiderme e as voltadas para região interna possuem formato ovalado a oblongo (Figura 6B) e diferem apenas com relação ao tamanho, pois as últimas são maiores em comprimento. Na região mediana entre os grupos de braquiesclereídes, citados

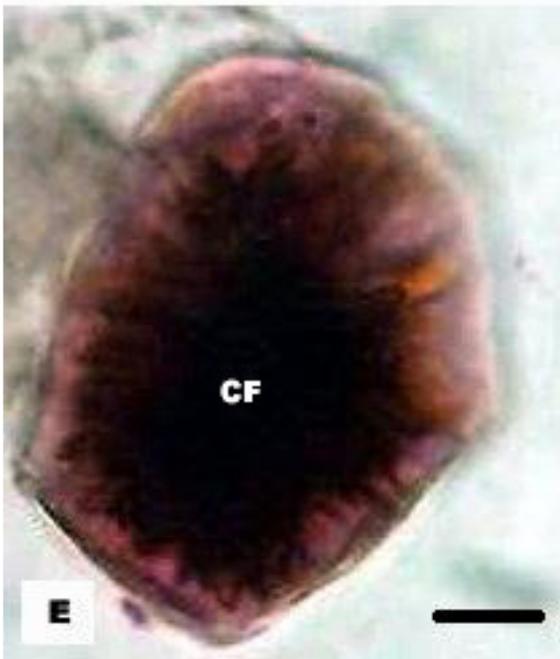
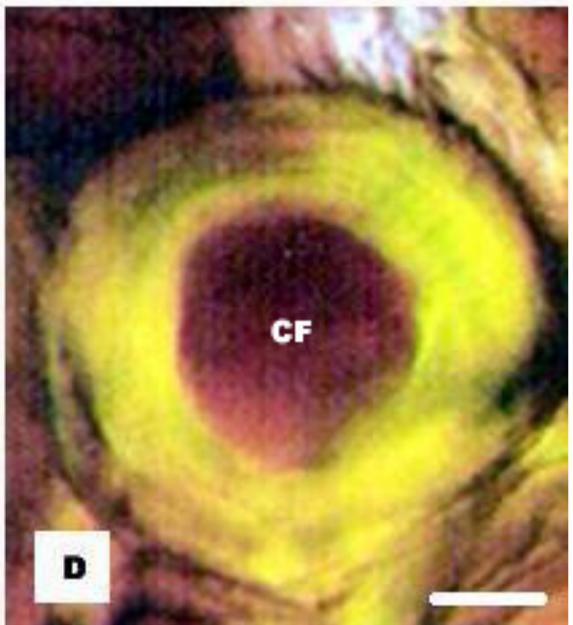
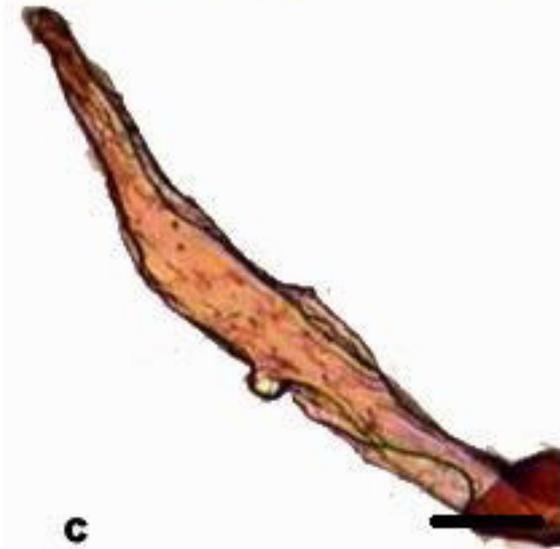
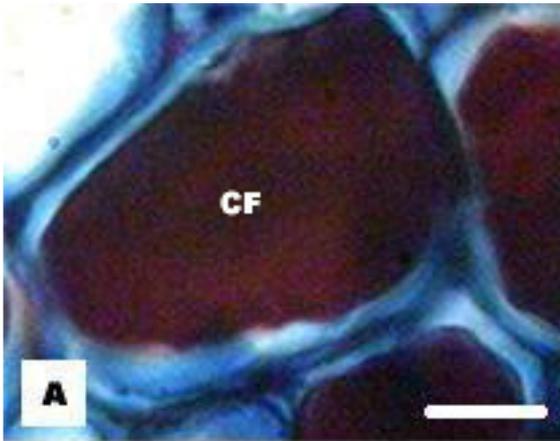
anteriormente, foi observada a presença de esclereídes lineares e dispostas radialmente (Figura 6C).

As braquiesclereídes observadas nos frutos de *A. sorbilis* estão localizadas próximo da epiderme e na região mediana do pericarpo, possuem formato ovalado a oblongo e raramente elípticas (Figura 6D).

Nos frutos de *C. macrophylla* foram observadas esclereídes isoladas ou em grupos esparsos no interior e base das projeções. As braquiesclereídes desta espécie possuem formato oblongo e, raramente, ovalado (Figura 6E).

Figura 6- Protoesclereídes e células esclerenquimáticas. **A:** Célula parenquimática com paredes espessadas, precursora de esclereídes (protoesclereídes), em secção transversal do ovário de *Cordia macrophylla* **B:** Braquiesclereíde do fruto de *Alibertia edulis*. **C:** Esclereíde alongada do fruto de *A. edulis*. **D:** Braquiesclereíde do fruto de *A. sorbilis*. **E:** Braquiesclereíde do fruto de *Cordia macrophylla*. O corte A foi corado com azul-de-astra e fucsina básica, os macerados B, C e E foram corados com safranina e o corte D com steimnetz.

Escala: A: 30 μ m; B: 20 μ m; C: 30 μ m; D: 30 μ m; E: 20 μ m.



5.2.2- Estudo morfo-anatômico de ovários e frutos

ALIBERTIA

A – *Alibertia edulis* (Rich.) A. Rich. in DC.

Ovário – Os ovários estudados são ovóides, de 8-10mm de diâmetro, lisos, 6-7-loculares (Figura 7A), com 71-116 óvulos por lóculo e apresentam placentação axial

Região externa – A epiderme do ovário é formada por camada única de células com formato tabular (Figura 7B) e parede celular delgada, revestida por cutícula espessa. Em seu citoplasma, observou grãos de amido e núcleo apresentando coroa de leucoplasto. Foram observados numerosos tricomas tectores longos e unicelulares, com base em contato com as células parenquimáticas subepidérmicas.

As células epidérmicas reagiram intensamente com o lugol, evidenciando a presença de amido. As células da camada subepidérmica tiveram reação positiva com lugol e algumas células reagiram com cloreto férrico comprovando a presença de compostos fenólicos.

Região mediana – É formada por número variável de células parenquimáticas, cujo formato tende ao isodiamétrico e que exibem numerosas divisões celulares nos vários planos. Na porção próxima da epiderme foram observadas células parenquimáticas justapostas e grupos de células contendo compostos fenólicos orientadas radialmente (Figura 7C), dando aspecto diferenciado (alongado) a esta camada.

A região mediana é composta por muitas camadas de células parenquimáticas com formato isodiamétrico. Muitos cristais do tipo drusa e feixes vasculares são observados nessa região, onde também ocorrem diversos grupos dispersos de 3-28 células parenquimáticas contendo compostos fenólicos (Figura 7D). Dentre as células parenquimáticas foram observadas algumas células com parede mais espessa que as vizinhas, as protoesclereídes.

A intensa vascularização está representada por 35-48 feixes vasculares do tipo colateral dispersos nesta região.

A presença de compostos fenólicos e grãos de amidos foram confirmados com os testes com cloreto férrico e lugol, respectivamente.

Região interna – A parede dos lóculos é composta de (1)2-3(4) camadas de células cujo formato tende ao tabular e com parede delgada.

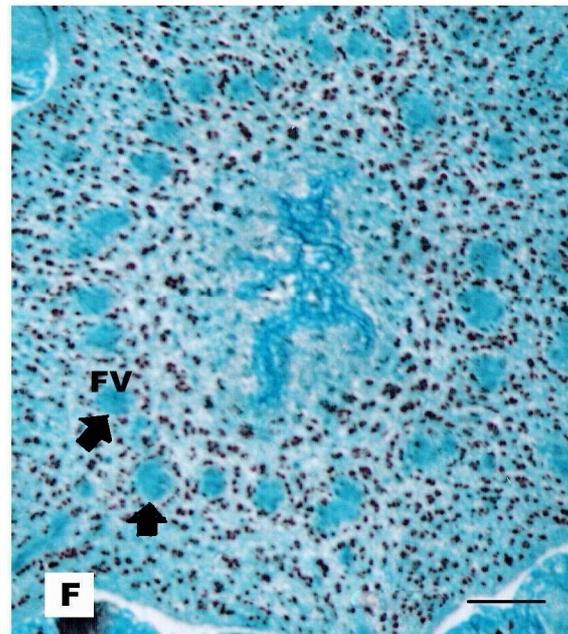
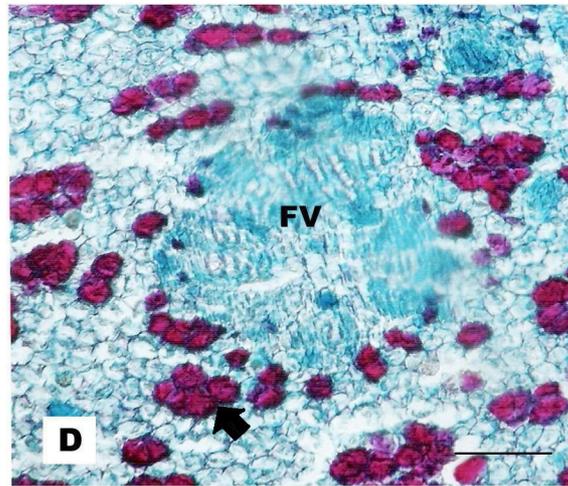
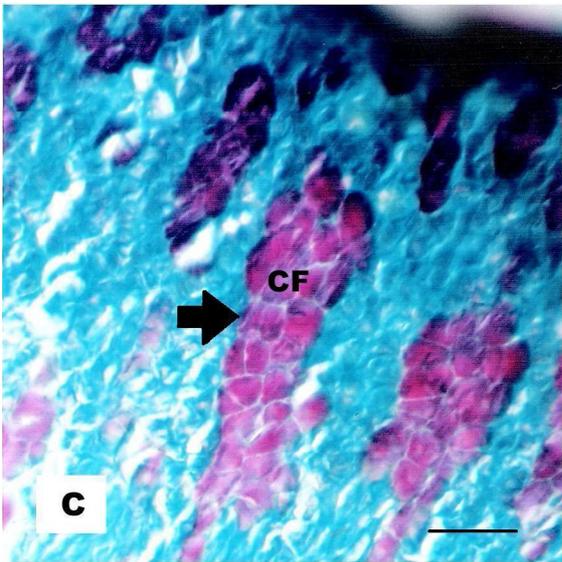
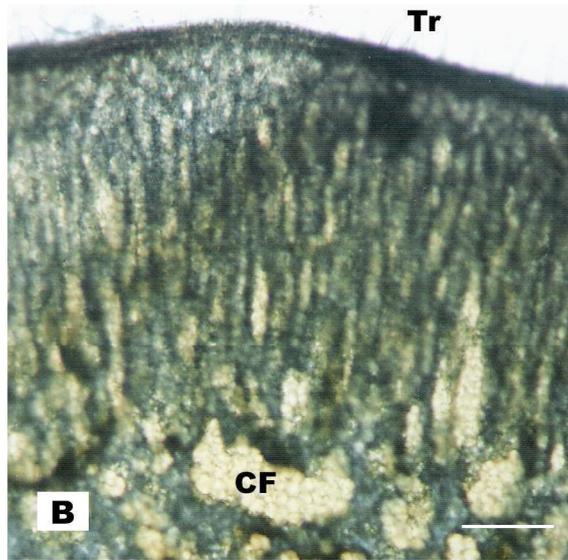
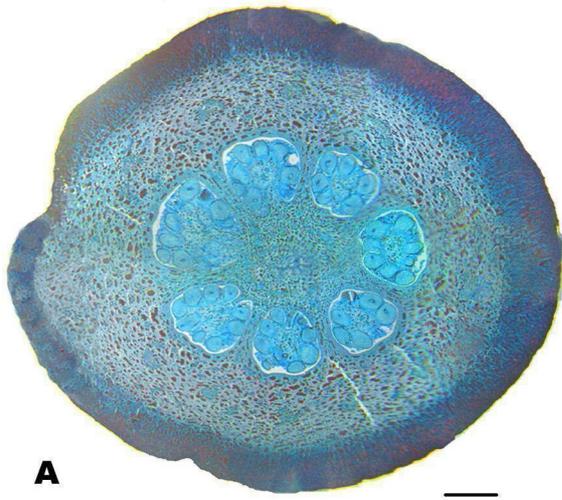
Nos septos as células parenquimáticas são isodiamétricas, menores que as observadas na região mediana, algumas contendo drusas e compostos fenólicos. As células com conteúdo fenólico são pequenas e encontram-se em grupos de 4-11 células dispostas transversalmente (Figura 7E). Também foi observado que entre alguns lóculos as células parenquimáticas são interrompidas por feixes vasculares dispostos radialmente.

Eixo central – No eixo central as células parenquimáticas são pequenas e as que contêm compostos fenólicos encontram-se solitárias ou em grupos de 1-4 células.

A vascularização é realizada por 22-25 feixes vasculares colaterais, os quais estão dispostos entorno de uma região formada por células parenquimáticas isodiamétricas que se coram mais intensamente que as demais (Figura 7F).

Células contendo compostos fenólicos – Em uma área de 0,091 mm² compreendendo a epiderme e uma região de 0,34mm abaixo dela foi verificada a presença de 105-148 células contendo compostos fenólicos, já na porção do ovário correspondente a 0,34mm acima da parede do lóculo foram observados 56-72, e no eixo central 70-88 células contendo compostos fenólicos.

Figura 7- Secções transversais do ovário de *Alibertia edulis*. **A:** Aspecto geral do ovário. **B:** Epiderme unisseriada com presença de tricomas e amido na região mediana, corada com lugol. **C:** Região mediana com células parenquimáticas contendo compostos fenólicos orientadas verticalmente (seta). **D:** Região mediana com grupos de células contendo compostos fenólicos (seta) e feixes vasculares. **E:** Detalhe de um lóculo. **F:** Eixo central com feixes vasculares (seta). Os cortes foram corados com azul-de-astra e fucsina básica, exceto o corte B. (CF= compostos fenólicos, FV= feixe vascular, Se= septo, Tr= tricomas).
Escala: A = 90µm; B = 130µm; C = 40µm; D = 70µm; E = 140µm; F = 140µm.



Fruto – Os frutos estudados são globosos, com 4-8 cm de diâmetro, aspecto externo liso e consistência lenhosa.

Região externa – A epiderme é unisseriada, composta por células de formato retangular e com parede periclinal externa revestida por cutícula espessa (Figura 8A). Poucos tricomas tectores longos e unicelulares foram observados.

Na região subepidérmica foi observada a presença de parênquima amilífero. As células parenquimáticas são justapostas, de formato retangular e dispostas em 2-3 camadas.

A reação com steinmetz evidenciou a presença da cutícula delgada e destacou a presença de grãos de amido nas células epidérmicas e parenquimáticas subjacentes a esta, o que foi confirmado com reação de lugol.

Região mediana – Na porção mediana, próxima à região externa do fruto foram observadas células parenquimáticas pequenas contendo grande quantidade de amido, as quais são comprimidas e interrompidas por grupos de 8-14 braquiesclereídes com lúmen preenchido por compostos fenólicos (Figura 8B). Logo abaixo foi observado parênquima amilífero formado por células isodiamétricas.

Na porção mais interna da região mediana foram observadas poucas células parenquimáticas e várias esclereídes alongadas próximas entre si, dispostas radialmente e em grupos de 21-58 células (Figura 8C). Porém este valor pode ser ainda maior devido à diferença de tamanho destas estruturas.

Abaixo da região com esclereídes alongadas, estão presentes células parenquimáticas com amido, feixes vasculares colaterais de pequeno calibre e grupos de 5-12 braquiesclereídes (Figura 8D). O lúmen das braquiesclereídes apresenta conteúdo escuro o qual reagiu positivamente com cloreto férrico, confirmado à presença de compostos fenólicos.

As esclereídes foram encontradas em três porções distintas na região mediana e apresentaram as seguintes características: 1) braquiesclereídes próximas à região externa, em grupos de 8-14 células, medindo de 32,7-35,4 μm de comprimento; 2) esclereídes alongadas dispostas em grupos compactos de 21-58 células, de 58,6-65,2 μm comprimento; 3) braquiesclereídes mais próximos da região interna, em grupos de 5-12 e medindo de 42,5-48,7 μm de comprimento.

Região interna – próximo da parede do lóculo e na porção central delimitada pelos lóculos não foram observadas esclereídes, sendo constituída basicamente por células parenquimáticas com reserva de amido.

B – *Alibertia sorbilis* Huber ex Ducke

Ovário – Não foi possível fazer observação do ovário por falta de material disponível. Porém a literatura reporta a presença de ovário ovóide, de 14-16 mm de diâmetro, lisos e com 6-8 lóculos (Steyermark, 1966).

Fruto – Os frutos estudados são globosos, com 9-11 cm de diâmetro, lisos, com pericarpo carnoso e succulento.

Os frutos maduros de *A. sorbilis* têm consistência carnosa e em estágio avançado de maturação tornam-se menos consistentes, sendo facilmente perfurados quando submetidos à pequena pressão.

Os frutos maduros foram conservados em álcool comercial 70%, o que dificultou o estudo deste material.

Região externa – A epiderme é unisseriada, composta por células de formato retangular e com parede periclinal externa revestida por cutícula espessa (Figura 8E).

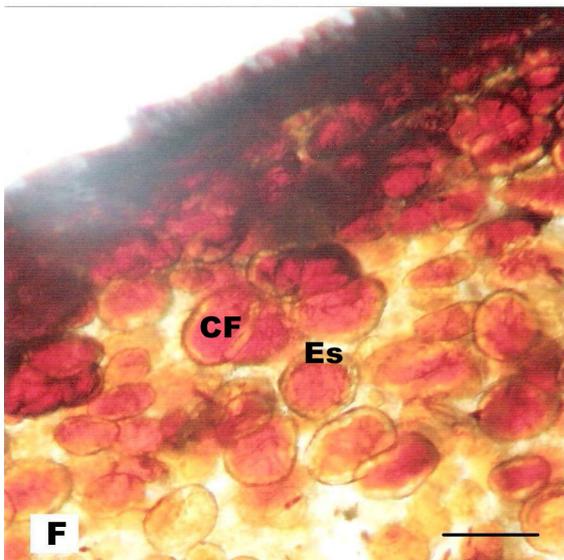
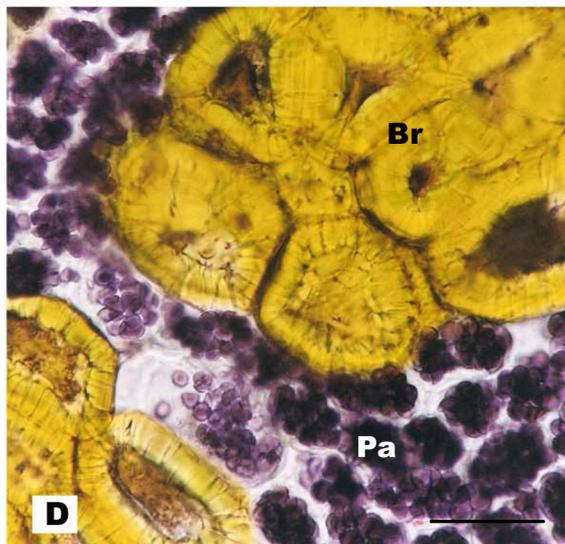
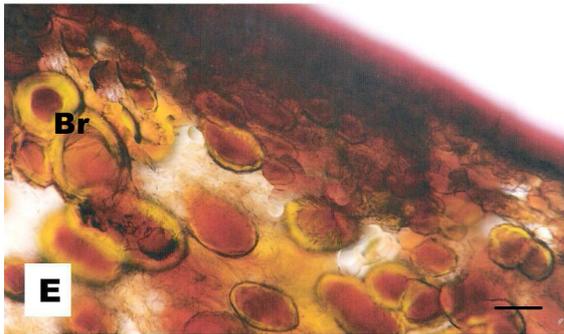
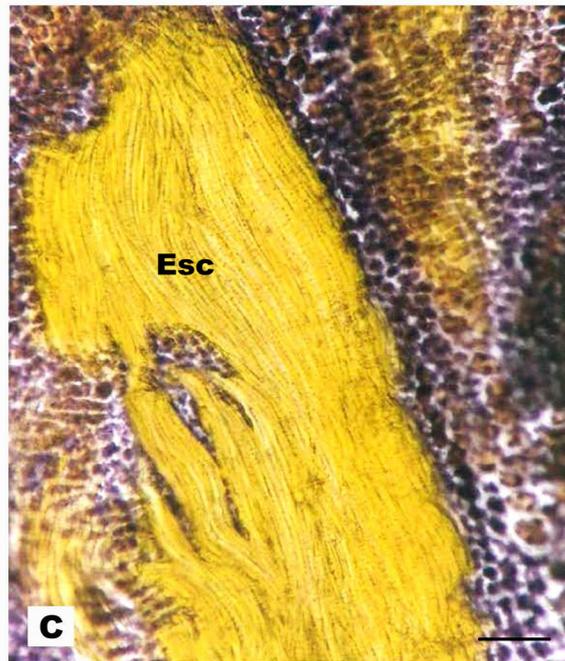
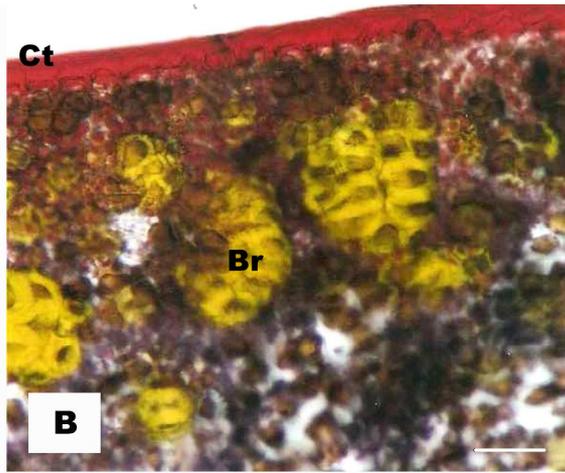
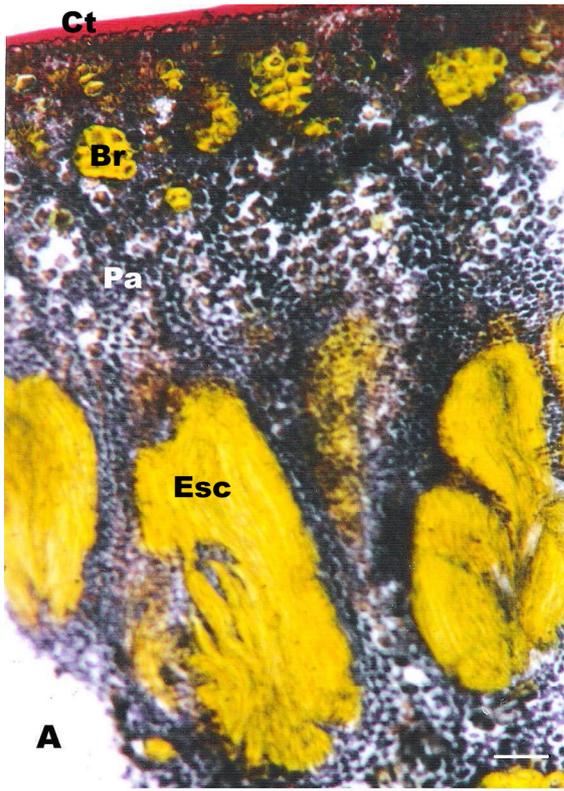
A camada subepidérmica é formada por células parenquimáticas justapostas e alongadas transversalmente.

Região mediana – Abaixo da epiderme e nas demais camadas da porção mediana foi observada a presença de braquiesclereídes solitárias ou em grupos 2-5 células, com 32,7-35,4 μm de comprimento e lúmen contendo compostos fenólicos (Figura 8F).

Região interna – A porção interna é constituída, basicamente, por células parenquimáticas de preenchimento e algumas de reserva contendo compostos fenólicos.

Figura 8- Secções transversais do fruto jovem de *Alibertia edulis* (A-D) e *Alibertia sorbilis* (E-F). **A:** Aspecto geral do pericarpo. **B:** Epiderme unisseriada com cutícula espessa e abaixo grupos de braquiesclereídes. **C:** Região com presença de esclereídes alongadas e células parenquimáticas contendo amido. **D:** Detalhe de braquiesclereídes e células parenquimáticas com reserva de amido. **E:** Epiderme com cutícula espessa e logo abaixo braquiesclereídes. **F:** Região externa e região mediana de *A. sorbilis*. Os cortes foram corados com steinmetz, exceto o corte F. (Br= braquiesclereides, CF= compostos fenólicos, Ct= cutícula, Esc= esclereídes alongadas, Pa= parênquima amilífero).

Escala: A = 70µm; B = 140µm; C = 140µm; D = 70µm; E = 60µm; F = 110µm.



*CORDIERA***C – *Cordia elliptica* (Cham.) Kuntze**

Ovário – Os ovários estudados são globosos, de 4-6mm de diâmetro, lisos, triloculares (Figura 9A), com 10-22 óvulos por lóculo e apresentam placentação axial.

Região externa – A epiderme é unisseriada, com células retangulares e cutícula delgada. Os tricomas tectores são unicelulares e curtos, com base em contato com as células parenquimáticas subepidérmicas. No interior das células epidérmicas verificou-se a presença de substâncias lipofílicas (Figura 9B).

Na região abaixo da epiderme foi observada uma faixa transversal densa formada por 3-4 camadas de células com conteúdo fenólico (Figura 9C).

A presença de substância lipofílica e compostos fenólicos nas células parenquimáticas foram comprovados com a utilização de Sudan IV e cloreto férrico, respectivamente.

Região mediana – Nesta porção as células parenquimáticas são alongadas transversalmente e foi observada a presença de drusas, compostos fenólicos (Figura 9D), amido e substâncias lipofílicas. Os feixes vasculares são do tipo colateral e foram observados 10-14 feixes dispersos nesta região.

As células parenquimáticas contendo compostos fenólicos são isoladas, solitárias ou em grupos de 1-3 células. Tais células com conteúdo fenólico não apresentaram parede espessada, ou seja, não foram observadas protoesclereídes.

Região interna – A parede dos lóculos possui uma camada de células retangulares e de parede delgada.

Nos septos, as células parenquimáticas são isodiamétricas e menores que as observadas na região mediana. Muitos cristais do tipo drusa foram observados nas células desta região, onde também foram observadas células pequenas e solitárias contendo compostos fenólicos.

Nos septos e nas extensões da placenta estão presentes feixes vasculares dispostos radialmente, os quais são responsáveis pela vascularização dos óvulos e do tecido circundante.

Eixo central – No eixo central foi observada grande quantidade de células parenquimáticas pequenas com conteúdo fenólico (Figura 9E) e algumas drusas. Nesta região não foram observados feixes vasculares.

Células contendo compostos fenólicos – Em uma área de 0,091 mm² compreendendo a epiderme e uma região de 0,34mm abaixo dela foi verificada a presença de 183-218 células contendo compostos fenólicos, já na porção do ovário correspondente a 0,34mm acima da parede do lóculo foram observados 63-78, e no eixo central de 96-121 células contendo compostos fenólicos.

Em nenhuma das regiões descritas foram observadas células parenquimáticas com paredes espessadas (protoesclereídes).

Fruto – Os frutos estudados são globosos, de 0,8-2cm de diâmetro, lisos, com pericarpo carnoso e suculento.

Região externa – A epiderme é unisseriada, com células retangulares, parede periclinal externa revestida por cutícula espessa e com poucos tricomas tectores curtos.

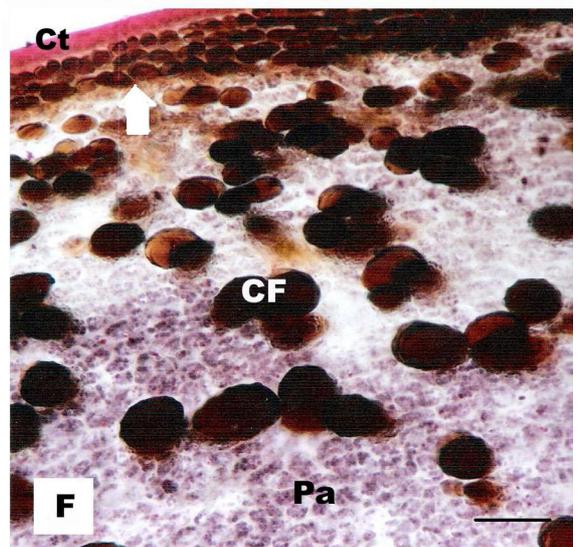
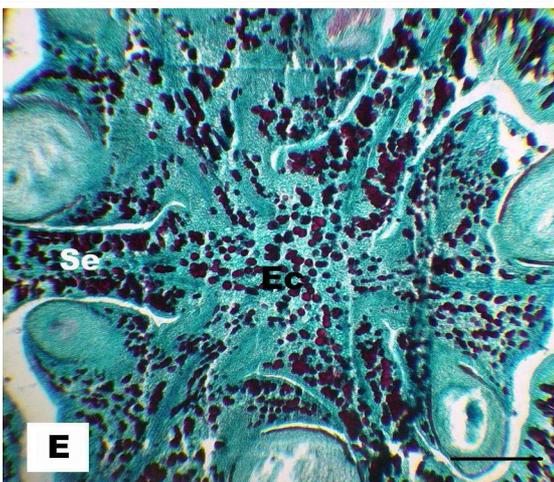
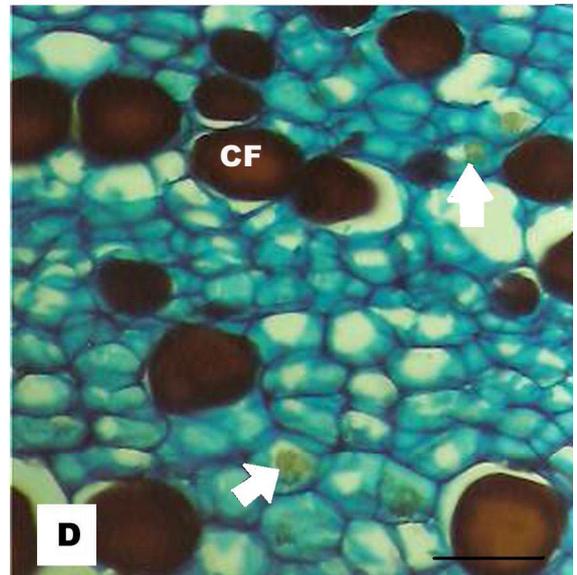
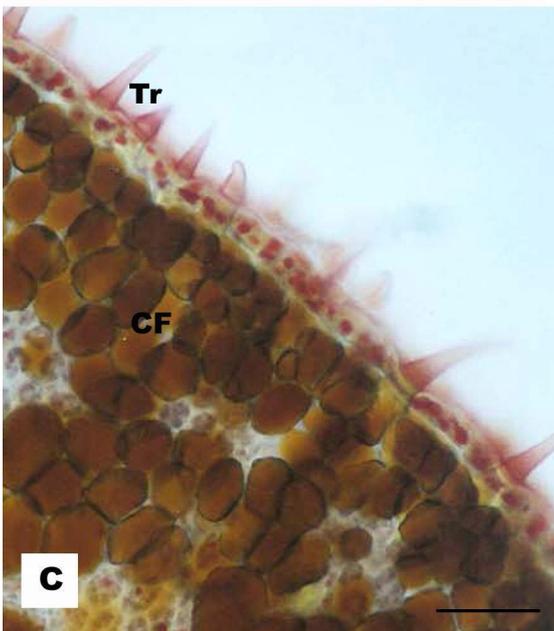
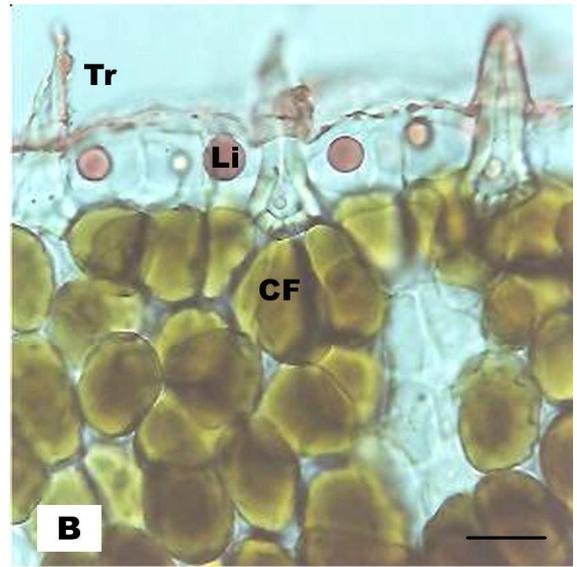
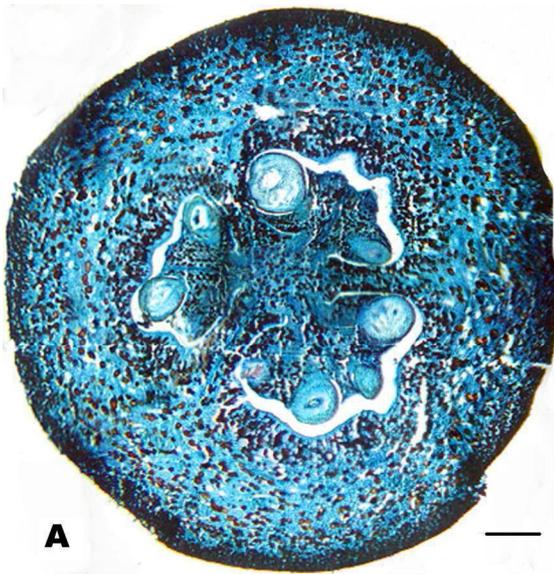
Na região subepidérmica foi observada uma faixa com 3-4 camadas de células parenquimáticas ricas em compostos fenólicos (Figura 9F).

Região mediana – Na porção mediana do pericarpo as células contendo compostos fenólicos são mais dispersas, solitárias ou em grupos de 1-3 células (Figura 9F). Em algumas células parenquimáticas foram observados grãos de amido, compostos fenólicos e drusas. Nesta região observaram-se 10-12 feixes vasculares colaterais de pequeno calibre. Foi constatada a ausência de esclereídes.

Região interna – a parede do lóculo é formada por células parenquimáticas retangulares com pouco conteúdo fenólico e não foram observadas esclereídes, sendo constituído basicamente por células parenquimáticas com reserva de amido.

Figura 9- Secções transversais do ovário (A–E) e fruto (F) de *Cordia elliptica*. **A:** Aspecto geral do ovário. **B:** Epiderme unisseriada com presença de tricomas e gota lipofílicas. **C:** Região abaixo da epiderme com células parenquimáticas contendo compostos fenólicos. **D:** Região mediana com idioblastos fenólicos e drusas (seta). **E:** Eixo central contendo células parenquimáticas com conteúdo fenólico. **F:** Região externa com cutícula espessa e 3-4 camadas de células parenquimáticas com conteúdo fenólico abaixo da epiderme (seta). Os cortes foram corados com azul-de-astre e fucsina básica, exceto o corte B que foi corado com sudan IV e os cortes C e F com steinmetz. (CF= compostos fenólicos, Ct= cutícula, Ec= eixo central, Li= gotas lipofílicas, Pa= parênquima amilífero, Se= septo, Tr= tricoma).

Escala: A = 90µm, B = 20µm; C = 70µm; D = 70µm; E = 156µm; F = 130µm.



D – *Cordia humilis* (K. Schum.) Kuntze

Ovário – Os ovários estudados são ovóides ou piriformes, de 7-9mm de diâmetro, lisos, tetraloculares (Figura 10A), com 12-27 óvulos por lóculo e placentação axial.

Região externa – A epiderme é unisseriada, formada por células pequenas alongadas anticlinalmente e com cutícula espessa. Presença de tricomas tectores unicelulares, longos, com extremidades afiladas e a base em contato com as células parenquimáticas subepidérmicas.

Abaixo da epiderme as células parenquimáticas são justapostas e as que contêm compostos fenólicos são isoladas e solitárias (Figura 10B).

Região mediana – Na porção mediana as células parenquimáticas são maiores que as presentes na região externa e algumas apresentam conteúdo fenólico, substâncias lipofílicas e drusas (Figura 10C). Esta região é bastante vascularizada com 16-20 feixes vasculares colateral dispersos.

As células parenquimáticas contendo compostos fenólicos encontram-se isoladas ou em grupos de 2-10 células.

Nesta região não foram observadas protoesclereídes.

A presença de substâncias lipofílicas foi confirmada com utilização de Sudan IV e os compostos fenólicos com teste de cloreto férrico. Porém não foi verificada reação positiva com lugol.

Região interna – A parede do lóculo é formada por uma camada de células retangulares, com paredes delgadas e menores que as observadas na epiderme externa.

Os septos que delimitam os lóculos são constituídos por células parenquimáticas pequenas e isodiamétricas, em algumas foram observados compostos fenólicos.

Nos septos e nas extensões da placenta estão presentes feixes vasculares dispostos radialmente, os quais são responsáveis pela vascularização dos óvulos e do tecido circundante (Figura 10D).

Eixo central – O eixo central possui células parenquimáticas contendo compostos fenólicos solitárias em grande quantidade (Figura 10D). Não foram observados feixes vasculares.

Células contendo compostos fenólicos – Em uma área de 0,091 mm² compreendendo a epiderme e uma região de 0,34mm abaixo dela foi verificada 98-

112 células contendo compostos fenólicos, já a porção do ovário que compreende 0,34mm acima da parede do lóculo possui de 87-102, e no eixo central de 89-94 células contendo compostos fenólicos.

As células com conteúdo fenólico não formam aglomerações em nenhuma das regiões descritas anteriormente.

Foi constatada a ausência de protoesclereídes nos ovários desta espécie.

Fruto – Os frutos estudados são globosos, de 2-3 cm diâmetro, lisos, com pericarpo carnoso e suculento.

Região externa – A epiderme é formada por camada única de células, de formato retangular, com cutícula espessa (Figura 10E) e poucos tricomas tectores curtos.

A porção subepidérmica é formada por 4-5 camadas de células contendo compostos fenólicos (Figura 10E).

Região mediana – Na porção mediana as células contendo compostos fenólicos são mais dispersas e alongadas transversalmente, encontram-se isoladas ou em grupos de 2-5 células.

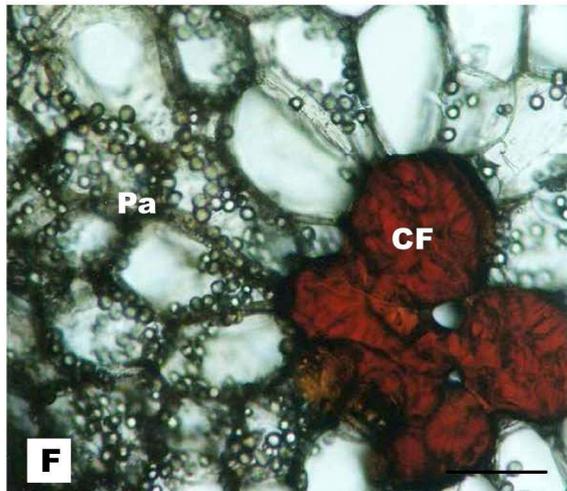
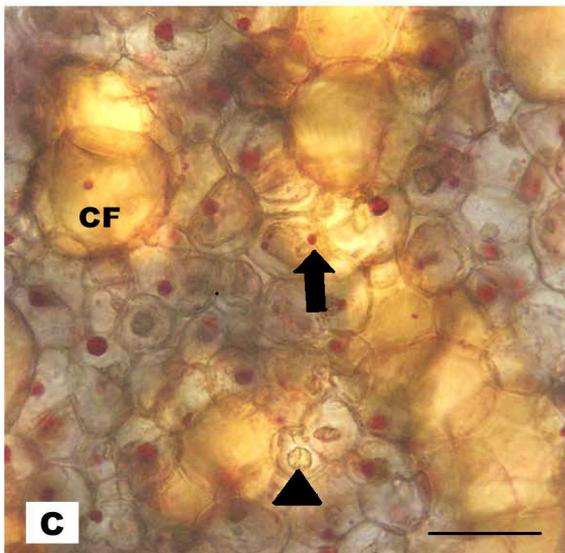
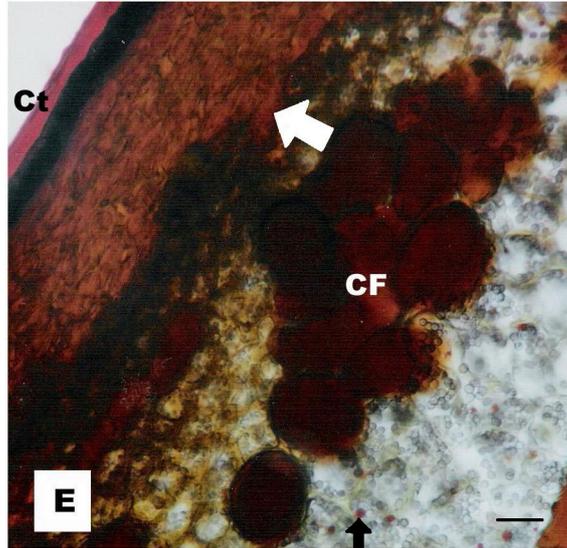
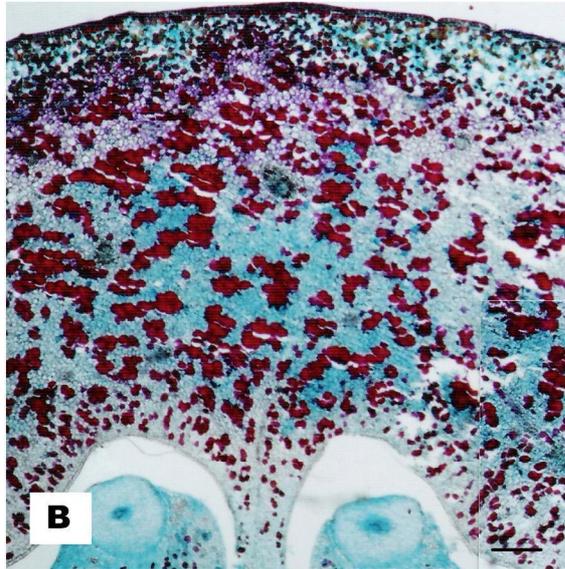
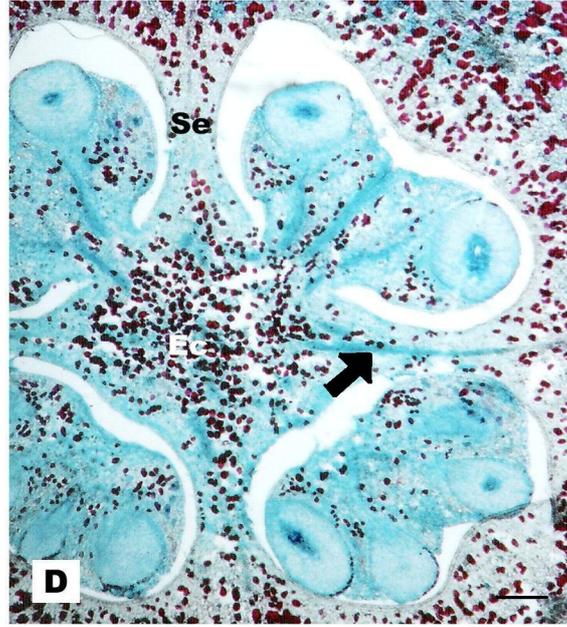
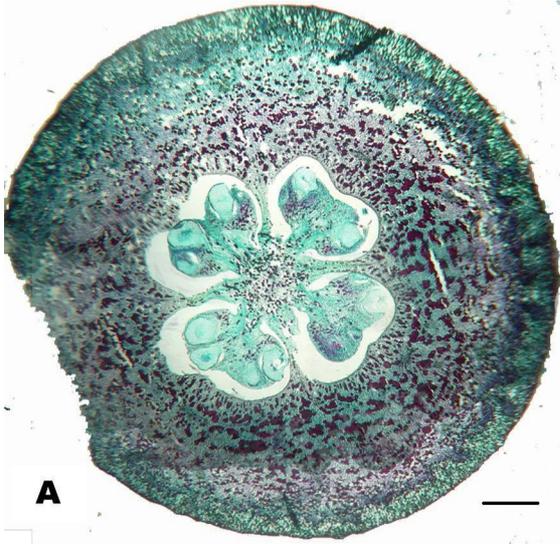
Na porção mediana do pericarpo estão presentes células parenquimáticas com reserva de amido, gotas de natureza lipofílica e compostos fenólicos (Figura 10E).

Foi constatada a ausência de esclereídes nos frutos.

Região interna – Esta região é formada por número variável de células parenquimáticas ricas em amido e poucas células com conteúdo fenólico (Figura 10F).

Figura 10- Secções transversais do ovário e fruto de *Cordia humilis*. **A:** Aspecto geral do ovário. **B:** Vista geral da região mediana e porção superior do lóculo. **C:** Região mediana com células parenquimáticas contendo substâncias lipofílicas (seta) e drusas (triângulo). **D:** Eixo central contendo compostos fenólicos e feixes vasculares atravessando os septos (seta). **E:** Região externa do fruto com cutícula espessa, camadas de células contendo compostos fenólicos abaixo da epiderme (seta) e região mediana apresentando grupos de células parenquimáticas com conteúdo fenólico, gotas lipofílicas (seta) e amido. **F:** Região interna do fruto com células parenquimáticas com conteúdo fenólico e amido. Os cortes A, B e D foram corados com azul-de-astra e fucsina básica, o corte C foi corado com sudan IV, o corte E com steinmetz e F com lugol. (CF= compostos fenólicos, Ct= cutícula, Ec= eixo central, Pa= parênquima amilífero, Se= septo).

Escala: A = 90µm; B = 70µm; C = 30µm; D = 140µm; E = 70µm; F = 70µm.



E – *Cordia macrophylla* (K. Schum.) Kuntze

Ovário – Os ovários estudados possuem 7-9mm de diâmetro e superfície externa recoberta por projeções, são 4-loculares (Figura 11A), com 18-42 óvulos por lóculo e apresentam placentação axial. As projeções são pequenas, medindo 0,5-1mm de comprimento, macias e com ápice arredondado.

Região externa – As projeções possuem epiderme unisseriada com cutícula espessa (Figura 11B), muitos tricomas tectores unicelulares com base em contato com as células parenquimáticas subepidérmicas.

Região das projeções – O interior das projeções é formado por células parenquimáticas justapostas e grupos de células de parênquima com conteúdo fenólico orientadas radialmente (Figura 11B), dando aspecto alongado a esta região.

Próximo à epiderme das projeções foram observadas algumas protoesclereídes.

Região mediana – A porção mediana é formada por parênquima de reserva contendo amido, pouca substância lipofílica e compostos fenólicos em células isoladas ou em grupos de 3-15 células. Não foram observadas protoesclereídes.

Na região mediana estão presentes de 18-22 feixes vasculares do tipo colateral.

Região interna – Externamente aos lóculos as células parenquimáticas com conteúdo fenólico encontram-se muito aglomeradas, formando 2-3 camadas de células.

A parede dos lóculos possui uma camada de células com formato retangular, paredes delgadas e menores que as observadas na epiderme.

Nos septos as células parenquimáticas são pequenas e alongadas, contendo compostos fenólicos, drusas, gotas lipofílicas e amido. Os feixes vasculares dispostos radialmente atravessam os septos e se inserem nas extensões da placenta (Figura 11C) para a vascularização dos óvulos e do tecido circundante.

Eixo central – O eixo central é formado por células de parênquima com amido e compostos fenólicos. As células parenquimáticas contendo compostos fenólicos encontram-se isoladas (Figura 11C). Não foram observados feixes vasculares nesta região.

Células contendo compostos fenólicos – Em uma área de 0,091 mm² compreendendo a epiderme e 0,34mm abaixo dela observou 46-64 células contendo

compostos fenólicos, já a porção correspondente a 0,34mm acima da parede do lóculo foram observadas 203-228, e no eixo central de 98-116 células contendo compostos fenólicos.

Fruto – Os frutos observados são globosos, de 3-5 cm de diâmetro e verrugosos, devido à presença de projeções. O pericarpo é carnoso e succulento.

As projeções são de 3-6mm de comprimento, macias e com porção distal arredondada (Figura 11D).

Região externa – A porção externa apresenta projeções com cutícula espessa e epiderme formada por células alongadas no sentido anticlinal, contendo gotas lipofílicas (Figura 11E). Poucos tricomas tectores unicelulares com base em contato com as células parenquimáticas subepidérmicas (Figura 11F).

Região das projeções – Na porção interna e na base das projeções foram observadas braquiesclereídes (Figura 11G) formando uma camada descontínua. As braquiesclereídes encontram-se em grupos de 4-6 células, com 20,1-21,8µm de comprimento e lúmen contendo compostos fenólicos. Na base das projeções foram observadas estruturas alongadas, sugerindo a presença de esclereídes alongadas.

Região mediana – A região mediana do pericarpo possui feixes vasculares, células parenquimáticas contendo amido e substâncias lipofílicas.

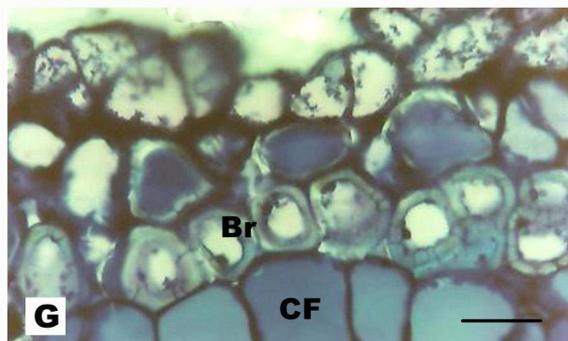
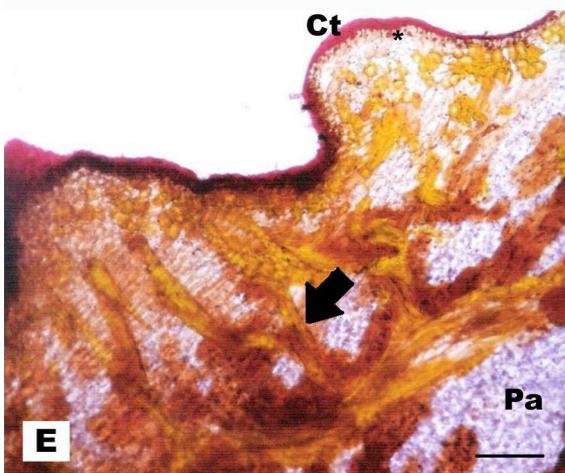
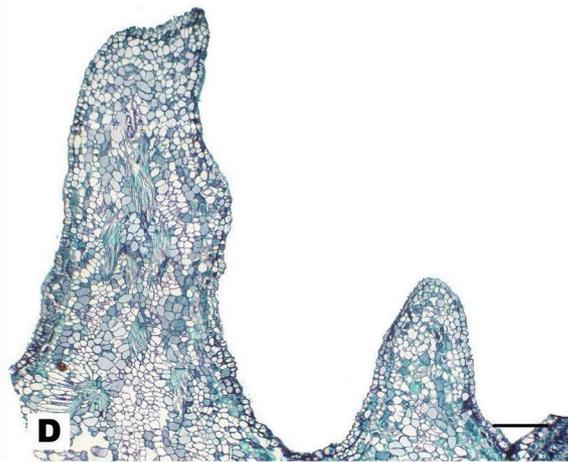
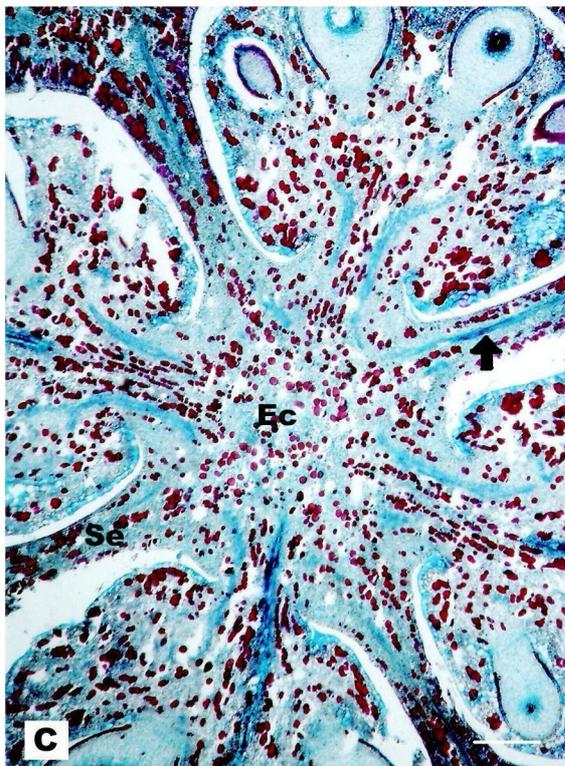
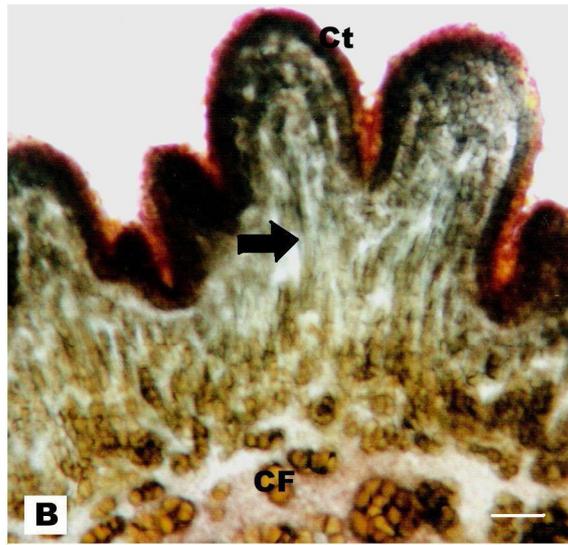
As células contendo compostos fenólicos apresentam-se em grupos de 3-18 células alongadas transversalmente no pericarpo.

Região interna – A porção interna é formada por número variável de células parenquimáticas contendo grande quantidade de amido, pouca quantidade de compostos fenólicos e feixes vasculares.

Nesta região não ocorrem esclereídes.

Figura 11- Secções transversais do ovário e fruto de *Cordia macrophylla*. **A:** Aspecto geral do ovário. **B:** Projeções revestidas por cutícula e grupos de células com compostos fenólicos no interior das projeções (seta) e na região mediana. **C:** Eixo central contendo compostos fenólicos e feixes vasculares atravessando os septos (seta). **D:** Aspecto geral das projeções do fruto. **E:** Epiderme do fruto contendo substâncias lipofílicas (*), cutícula espessa e feixes na base das projeções (seta). **F:** Região externa do fruto apresentando epiderme unisseriada e com presença de tricomas. **G:** Região abaixo da epiderme com braquiesclereídes e células parenquimáticas com conteúdo fenólico. Os cortes foram corados com azul-de-astra e fucsina básica, exceto os cortes B e E que foram corados com steinmetz. (Br= braquiesclereides, CF= compostos fenólicos, Ct= cutícula, Ec= eixo central, Pa= parênquima amilífero, Se= septo, Tr= tricoma).

Escala: A= 90µm; B= 60µm; C= 140µm; D= 90µm; E= 140µm; F= 20µm; G= 20µm.



F – *Cordia sessilis* (Vell.) Kuntze

Ovário – Os ovários estudados são ovóides, de 5-7mm de diâmetro, lisos, triloculares (Figura 12A), com 12-28 óvulos por lóculo e apresentando placentação axial.

Região externa – A epiderme é unisseriada, com células de formato tabular, parede celular delgada e cutícula espessa. No interior das células epidérmicas foram observadas gotas lipofílicas (Figura 12C). Não foram observados tricomas tectores.

Na porção subepidérmica foi observada uma faixa horizontal descontínua e contendo de 2-3 camadas de células com conteúdo fenólico (Figura 12C).

Região mediana – Nesta região estão presentes células isoladas ou em grupos de 2-15 células com compostos fenólicos (Figura 12 B-C). Foram observadas células isoladas com substâncias lipofílicas, além de 20-24 feixes vasculares colaterais dispersos por toda região mediana.

Nesta região não formam protoesclereídes.

Região interna – Na porção acima dos lóculos as células com conteúdo fenólico tornam se próximas e numerosas, formando 3-4 camadas de células cujos limites são de difícil visualização e nesta região também foram observadas muitas gotas lipofílicas (Figura 12D).

A parede do lóculo é unisseriada, com células cujo formato tende ao retangular.

Nos septos estão presentes algumas células parenquimáticas com conteúdo fenólico. Os feixes vasculares dispostos radialmente atravessam os septos e se inserem nas extensões da placenta para a vascularização dos óvulos e do tecido circundante.

Eixo central – No eixo central foram observadas células parenquimáticas pequenas, algumas contendo compostos fenólicos e drusas. Não foram observados feixes vasculares.

Células contendo compostos fenólicos – Em uma área de 0,091 mm² compreendendo a epiderme e uma região de 0,34mm abaixo dela observou a presença de 85-98 células contendo compostos fenólicos, já a porção do ovário 0,34mm de diâmetro acima da parede do lóculo possui de 167-172, e no eixo central de 95-102 células contendo compostos fenólicos.

Fruto – Os frutos estudados são globosos, de 2-4 cm de diâmetro, lisos e com pericarpo carnoso e suculento.

Região externa – O pericarpo é formado externamente por epiderme unisseriada, com formato retangular e cutícula espessa (Figura 12E).

Região mediana – A porção mediana do fruto é formado por células parenquimáticas com reserva de amido, compostos fenólicos (Figura 12F) e pequenos feixes colaterais. Não foram observadas substâncias lipofílicas.

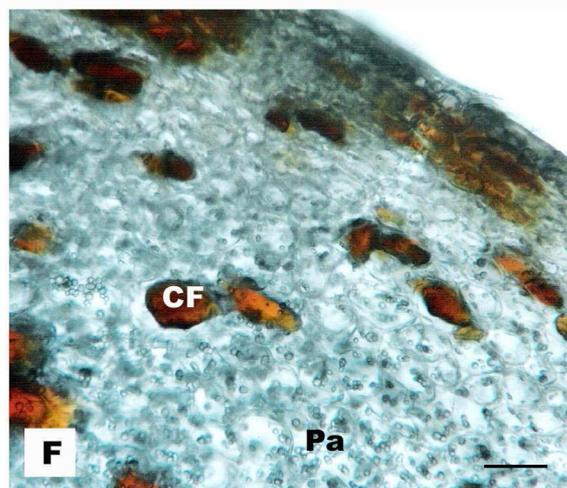
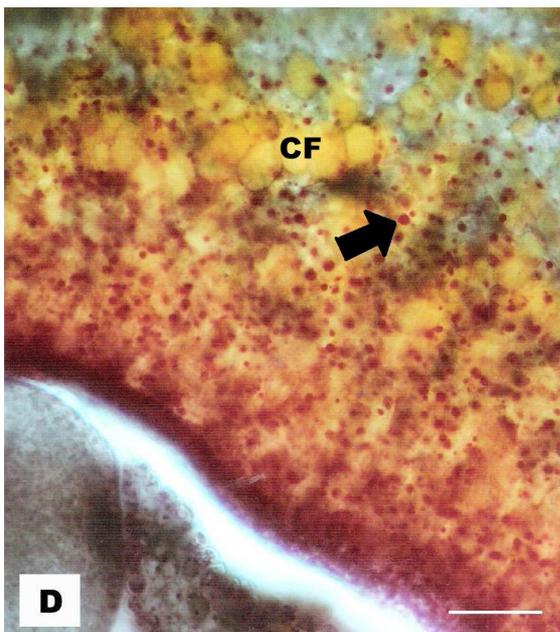
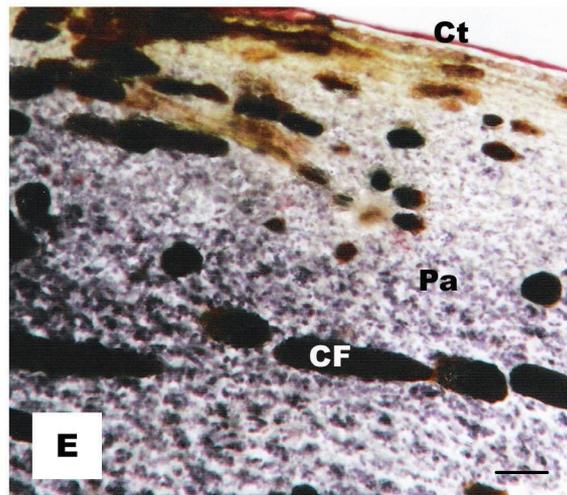
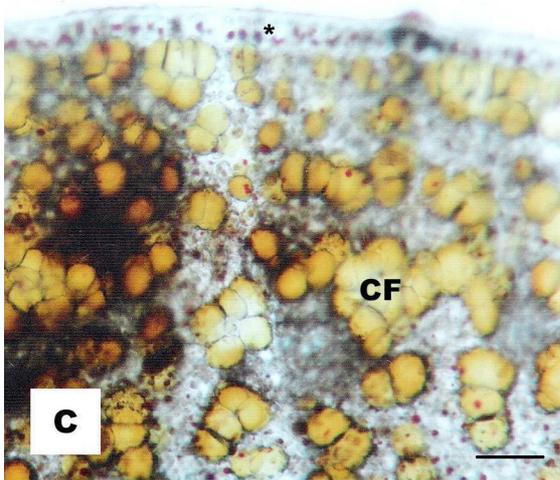
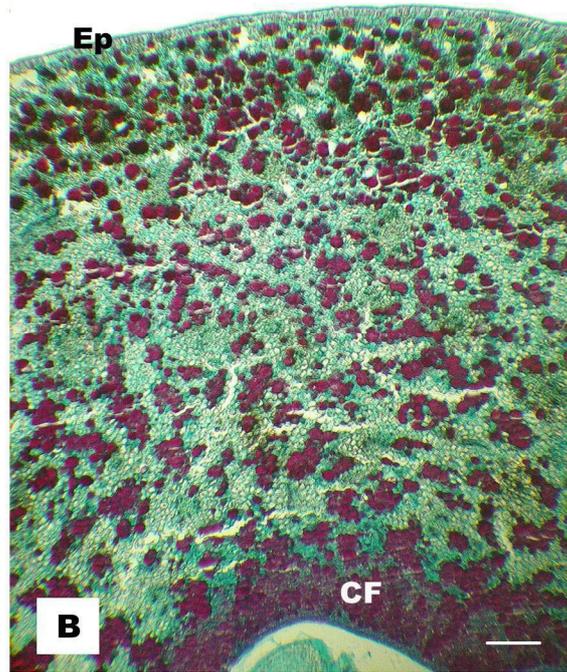
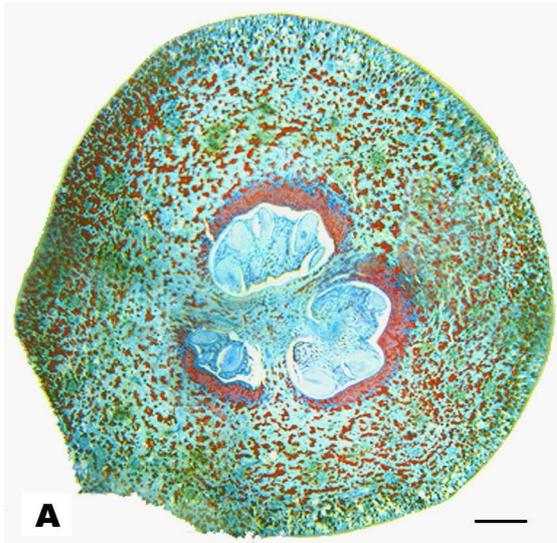
As células parenquimáticas com conteúdo fenólico encontram-se isoladas ou em grupos de 2-5 células, sendo que as próximas da epiderme são alongadas transversalmente e as da porção mais interna são ligeiramente arredondas.

Foi constatada a ausência de esclereídes nos frutos desta espécie.

Região interna – A porção interna é formada basicamente por parênquima, constituído de células contendo grande quantidade de amido e idioblastos fenólicos.

Figura 12- Secções transversais do ovário e fruto de *Cordia sessilis*. **A:** Aspecto geral do ovário. **B:** Vista geral com epiderme unisseriada, região mediana com células com conteúdo fenólico e porção superior do lóculo. **C:** Epiderme com gotas lipofílicas (*), logo abaixo da epiderme camada descontínua de células parenquimáticas contendo compostos fenólicos. **D:** Células parenquimáticas com conteúdo fenólico e substância lipofílica na porção acima do lóculo. **E:** Região externa do fruto com epiderme unisseriada e cutícula espessa, região mediana contendo compostos fenólicos e parênquima amilífero. **F:** Região externa e mediana com células contendo compostos fenólicos e amido, corado com lugol. Os cortes A e B foram corados com azul-de-astra e fucsina, os corte C e D foram corados com sudan IV e o corte E com steinmetz. (CF= compostos fenólicos, Ct= cutícula, Ep= epiderme, Pa= parênquima amilífero).

Escala: A = 90µm; B = 90µm; C = 60µm; D = 70µm; E = 110µm; F = 60µm.



6- DISCUSSÃO

A partir das análises morfo-anatômicas dos ovários e dos frutos de espécies representativas de *Alibertia* e *Cordia*, foram observadas características que podem servir na identificação de cada espécie. Essas características foram resumidas nas tabelas 2 e 3 e são aqui discutidas detalhadamente.

Ovário

As características morfo-anatômicas encontradas nos ovários e frutos de *Alibertia edulis*, *A. sorbilis*, *Cordia elliptica*, *C. humilis*, *C. macrophylla*, *C. sessilis* apresentam semelhanças com as descrições realizadas por Solereder (1908) e Robbrecht (1988) para a família Rubiaceae.

Os ovários das espécies estudadas apresentam placentação axial, são pluriloculares e com muitos óvulos por lóculo. O número de lóculos é variável nas espécies estudadas e tal variação pode ser relacionada com o tamanho do ovário. Notou-se que o ovário de *A. edulis* possui 8-10mm de diâmetro e 6-7-loculares, sendo maior do que os ovários das espécies do gênero *Cordia*. O ovário de *A. sorbilis*, descrito por Steyermark (1966), apresenta diâmetro de 14-16mm e de 6-8-loculares, características muito semelhantes com às encontradas em *A. edulis* neste estudo.

Dentre os ovários de *Cordia* foi observado que *C. humilis* e *C. macrophylla* apresentam características semelhantes, sendo que cada uma possui de 7-9mm de diâmetro e 4-loculares. Já as espécies *C. elliptica* e *C. sessilis* têm ovários 3-loculares e apresentam pequena diferença com relação ao tamanho, de 4-6mm e 5-7mm respectivamente.

No material estudado de *A. edulis* os ovários possuem 71-116 óvulos por lóculos, enquanto o valor máximo do gênero *Cordia* foi observado no ovário de *C. macrophylla*, a qual possui 18-42 óvulos por lóculos. Em *C. humilis* e *C. sessilis* foram contados 12-28 óvulos por lóculo, não diferindo muito de *C. elliptica*, a qual apresentou 10-22 óvulos por lóculo.

Em *A. edulis*, *A. sorbilis*, *C. elliptica*, *C. humilis*, *C. sessilis* o ovário é liso. Por conseguinte, a espécie *C. macrophylla* apresenta projeções na parede do ovário, o que dá aspecto verrugoso e a diferencia das demais espécies.

Na região externa do ovário observou que todas as espécies estudadas possuem epiderme unisseriada, cutícula e tricomas tectores, com exceção de *C. sessilis* na qual não foram observados tricomas.

Os tricomas tectores são simples, unicelulares e com base em contato com as células parenquimáticas subepidérmicas. Robbrecht (1988) observou que os tricomas da família Rubiaceae têm estrutura simples e pouca diversidade, geralmente unicelulares e não ramificado.

A epiderme do ovário de todas as espécies é unisseriada e revestida por cutícula espessa. Entretanto o tipo de substância encontrada no interior das células epidérmicas difere nos dois gêneros, pois em *A. edulis* foram observadas a presença de amido e nas quatro espécies de *Cordia*, gotas de compostos lipofílicos. Tais dados foram confirmados a partir de testes microquímicos, sendo que a epiderme de *A. edulis* corou intensamente com lugol, e *C. elliptica*, *C. humilis*, *C. macrophylla* e *C. sessilis* apresentaram reação positiva com Sudan IV.

A região externa do ovário, abaixo das células epidérmicas, apresentou diferenças entre as espécies estudadas. Adjacente à epiderme de *A. edulis* foi observada células parenquimáticas de preenchimento e algumas com reserva de amido. Em *Cordia elliptica* foram observadas 3-4 camadas contínuas de células parenquimáticas com conteúdo fenólico e em *C. sessilis*, de 2-3 camadas descontínuas.

Em *Cordia macrophylla*, abaixo da epiderme das projeções foram observadas protoesclereídes e grupos de células com conteúdo fenólico orientadas radialmente.

Na região mediana de *A. edulis* foram observados grupos de células de parênquima com conteúdo fenólico orientadas radialmente, dentre estas células algumas apresentaram parede mais espessas que das células vizinhas sugerindo o início de lignificação com futura formação de esclereídes, aqui denominadas de protoesclereídes.

Porém na região mediana das espécies do gênero *Cordia* foram observadas células parenquimáticas contendo substâncias lipofílicas, algumas drusas e compostos fenólicos, mas não foi observada a presença de protoesclereídes.

Os feixes vasculares encontrados na região mediana são do tipo colateral. O ovário de *A. edulis* apresentou-se intensamente vascularizado, contendo 35-48 feixes vasculares, esta quantidade pode ser relacionada com o diâmetro do ovário.

Em contraste, *Cordia sessilis* apresentou 20-24 feixes vasculares, sendo a mais vascularizada dentre as espécies estudadas de *Cordia*.

Em todas as espécies analisadas foi possível verificar a presença de vascularização na região interna do ovário. Nesta região os feixes vasculares estão dispostos radialmente atravessando os septos e estendem-se até as extensões da placenta, sendo responsáveis pela vascularização dos óvulos e do tecido circundante. Porém, em *A. edulis* também foi observada vascularização no eixo central, a qual é realizada por 22-25 feixes vasculares colaterais dispostos em círculo em torno de um grupo de células com formato semelhante às células epidérmicas.

Na região interna, especificamente 0,34mm acima da parede do lóculo, verificaram-se células parenquimáticas contendo compostos fenólicos formando várias camadas em *C. macrophylla* e *C. sessilis*. Em *C. macrophylla* foram observadas 203-228 células e em *C. sessilis* estimou-se a presença de 167-172 células contendo compostos fenólicos. As células parenquimáticas com conteúdo fenólico de *C. macrophylla* não formam protoesclereídes nesta região, como ocorre no interior das projeções.

A grande quantidade de células contendo compostos fenólicos nos ovários pode estar relacionada com a adaptação ao Cerrado, ambiente com grande predação das flores e dos frutos por herbívoros, e como relatado por Swain (1979) os compostos fenólicos são considerados um tipo de defesa química contra a herbivoria.

A parede dos lóculos do ovário das espécies de *Cordia* é formada de uma camada de células retangulares, com organização e dimensões semelhantes às das células epidérmicas. Em *A. edulis* observou-se a presença de 2-3 camadas de células, com isso sugere-se que as células da parede do lóculo iniciam sua divisão precocemente e formam a camada multisseriada ainda na fase de botão floral em pré-antese.

O eixo central das espécies de *Cordia* é basicamente parenquimático e o número de células contendo compostos fenólicos não apresentou variação significativa. Já em *A. edulis* observou células parenquimáticas contendo compostos fenólicos e feixes vasculares colaterais, os quais foram descritos anteriormente.

Tabela 2- Características morfo-anatômicas dos ovários de botões florais em pré-antese das espécies estudadas. A quantidade de compostos fenólicos foi estimada em uma região de 0,34mm abaixo da epiderme, 0,34mm acima da parede do lóculo e no eixo central.

Caracteres do ovário		<i>A. edulis</i>	<i>C. elliptica</i>	<i>C. humilis</i>	<i>C. macrophylla</i>	<i>C. sessilis</i>
Diâmetro (mm)		8—10	4—6	7—9	7—9	5—7
Número de lóculos		6—7	3	4	4	3
Número de óvulos por lóculos		71—116	10—22	12—27	18—42	12—28
Aspecto externo		Liso	Liso	Liso	Verrugoso (com projeções)	Liso
Substâncias presentes na epiderme		Amido	Lipídio	Lipídio	Lipídio	Lipídio
Tricomas		Presentes	Presentes	Presentes	Presentes	Presentes
Feixe vascular na região mediana		35-48	10-14	16-20	18-22	20-24
Número de camadas da parede do lóculo		(1)2-3(4)	1	1	1	1
Eixo central	Tipo de células	Parenquimáticas com compostos fenólicos				
	Feixe vascular	22—25	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Quantidade de células contendo compostos fenólicos	Abaixo da epiderme	105—148	183—218	98—112	46—64	85—98
	Acima do lóculo	56—72	63—78	87—102	203—228	167—172
	Eixo central	70—88	96—121	89—94	98—116	95—102

Frutos

Os cortes transversais dos frutos evidenciaram caracteres que distinguem as espécies de *Alibertia* das espécies de *Cordia* estudadas no presente trabalho.

Em relação ao tamanho dos frutos, *A. sorbilis* foi a que apresentou maior diâmetro dentre as espécies estudadas, com 9-11 cm, enquanto que os frutos de *A. edulis* são de 4-8 cm de diâmetro. Os frutos de *A. sorbilis* e *A. edulis* além de serem maiores que os frutos das quatro espécies estudadas de *Cordia* também possuem mais sementes, sendo que em *A. sorbilis* foram observadas 173-258 sementes por fruto e em *A. edulis* 84-102 sementes por fruto.

Os frutos de *C. macrophylla* apresentaram o maior diâmetro e número de sementes dentro do gênero *Cordia*, com 3-5 cm diâmetro e um total de 21-29 sementes por fruto. Em *C. elliptica* foi observado o menor diâmetro dentre os frutos analisados, com 0,8-2 cm. Os frutos coletados de *C. humilis* apresentaram 2-3 cm de diâmetro e de 7-12 sementes por fruto, e *C. sessilis* 2-4 cm de diâmetro e 8-12 sementes por fruto, contudo nota-se uma pequena diferença com relação ao diâmetro e número de sementes entre as duas espécies.

Na região externa dos frutos analisados foi observada epiderme unisseriada, composta por células com formato retangular ou tabular e revestida por cutícula espessa.

Em todas as espécies analisadas verificou-se abundância de células parenquimáticas contendo amido e compostos fenólicos dispersos, solitários ou em grupos pequenos no pericarpo. Nos frutos de *C. elliptica* e *C. humilis*, abaixo da epiderme são encontradas 3-4 camadas de células contendo compostos fenólicos.

Os frutos de *C. sessilis* são formados basicamente por parênquima amilífero. As células contendo compostos fenólicos não formam aglomerações e encontram-se solitárias ou em grupos de 2-4 células distribuídos pelo pericarpo.

Cordia macrophylla é a única espécie do gênero *Cordia* em que foi observado tecido esclerenquimático. As esclereídes encontradas nesta espécie estão localizadas no interior e base das projeções. Abaixo da epiderme foram observados grupos dispersos de 4-6 braquiesclereídes, sendo que cada braquiesclereíde possui 20,1-21,8 μm de comprimento. Na base das projeções foram observadas esclereídes alongadas em feixes. Sugere-se que tais estruturas auxiliam na sustentação das projeções presentes nos frutos desta espécie.

Na região mediana das espécies do gênero *Cordia* as células do parênquima possuem pouco amido, algumas substâncias lipofílicas, compostos fenólicos dispersos e não foram observados esclereídes. Enquanto que em *A. edulis* e *A. sorbilis* além de tecido parenquimático foi observada a presença de esclerênquima nesta região.

Na região mediana do pericarpo de *A. edulis* foi observada uma camada lenhosa formada por grande quantidade de tecido esclerenquimático. A porção mais próxima da epiderme apresentou grupos de 8-14 braquiesclereídes, as quais correspondem com a posição e a quantidade de protoesclereídes encontradas no ovário. Mais internamente, foi observada a presença de uma camada quase contínua formada por células esclerenquimáticas alongadas com 58-65 μm de comprimento. Na região mediana próxima da porção interna do pericarpo também foi observado grupos de 5-12 braquiesclereídes, apesar de serem grupos menores que os encontrados próximo da epiderme, estas braquiesclereídes possuem comprimento maior que as anteriores.

Na região mediana de *A. sorbilis* foram observadas braquiesclereídes próximas da epiderme e entre as células parenquimáticas da região externa do pericarpo. As braquiesclereídes são encontradas em grupos de 2-5 células. Apesar da falta de fixação do material foi observado que o tecido esclerenquimático não formava uma faixa contínua abaixo da epiderme como ocorre em *A. edulis*.

As braquiesclereídes encontradas em *A. edulis* são de tamanho maior que as observadas em *A. sorbilis*. Na região mediana próxima da epiderme de *A. edulis* foram observados grupos de 8-14 braquiesclereídes de 32,7-48,7 μm de comprimento, enquanto que em *A. sorbilis* foram observados grupos de 2-5 braquiesclereídes e de 32,7-35,4 μm de comprimento.

No lúmen das braquiesclereídes foi observado um composto escuro quando corado com cloreto férrico, confirmando a existência de compostos fenólicos. Tal característica foi sugerida pela existência de um processo de lignificação, ainda incompleto, das paredes das esclereídes do fruto em desenvolvimento. A presença de tanino nas esclereídes foi descrita por Rao & Malaviya (1966) os quais observaram que algumas células com reserva de tanino, presentes no megaestróbilo da espécie *Cryptomeria japonica*, possuíam protopasto denso e com o desenvolvimento tais células aumentavam de tamanho e adquiriam lignificação da parede, formando esclereídes com lúmen preenchido com tanino.

Tabela 3- Características morfo-anatômicas dos frutos das espécies estudadas. A: região externa; A1: Região interna das projeções; B: região mediana; C: região interna; D: eixo central.

Caracteres do fruto		<i>A. edulis</i>	<i>A. sorbilis</i>	<i>C. elliptica</i>	<i>C. humilis</i>	<i>C. macrophylla</i>	<i>C. sessilis</i>	
Diâmetro (cm)		4—8	9—11	0,8—2	2—3	3—5	2—4	
Número de sementes por fruto		84—102	173—258	16—20	7—12	21—29	8—12	
Tipos de células		Parenquimáticas e esclerenquimáticas	Parenquimáticas e esclerenquimáticas	Parenquimáticas	Parenquimáticas	Parenquimáticas e esclerenquimáticas	Parenquimáticas	
Esclereídes	Região	A	Ausentes	Ausentes	-	-	Ausentes	-
		A1	-	-	-	-	Braquiesclereídes	-
		B	Braquiesclereíde e esclereídes alongadas	Braquiesclereídes	-	-	Ausentes	-
		C	Ausentes	Ausentes	-	-	Ausentes	-
		D	Ausentes	Ausentes	-	-	Ausentes	-
	Comprimento (µm)	32,7—48 (braquiesclereíde) 58,6—65,2(esclereídes alongadas)	32,7—35,4	-	-	20,1—21,8	-	
Formato	Oblongo a ovalado e lineares	Oblongo a ovalado	-	-	Oblongo a ovalado	-		

Nos estudos anatômicos dos frutos de *Cordia elliptica*, *C. humilis* e *C. sessilis* foram observadas semelhanças no pericarpo, sendo comum à presença de células parenquimáticas com reserva de amido e poucos compostos fenólicos.

A região interna de todas as espécies de ambos os gêneros é formada por células parenquimáticas com reserva de amido e poucos compostos fenólicos.

A abundância de compostos fenólicos tem sido registrada para pericarpos de plantas do bioma Cerrado pertencentes a outras famílias, como Leguminosae (Paiva & Oliveira 2004), Erythroxylaceae (Nakamura, 2003) e Styracaceae (Julio, 2003). Os frutos do gênero *Alibertia* e *Cordia* são muito utilizados pelos mamíferos e aves do Cerrado, os quais atuam como os principais dispersores de sementes destas espécies, e obviamente são imunes ao fenol. A presença de compostos fenólicos que reforça a idéia da importância dessas substâncias na defesa das plantas contra insetos e patogênicos.

Durante a coleta foi observada uma infestação de larvas de Curculionides nos ovários e frutos de *Alibertia edulis*. Os adultos destes insetos depositam os ovos na região interna dos ovários, onde foram observadas poucas células fenólicas, e as larvas se nutrem dos tecidos placentários e dos óvulos.

7- COMPARAÇÃO DOS CARACTERES MORFO-ANATÔMICOS COM AS FILOGENIAS MOLECULARES EXISTENTES

Os estudos dos ovários e frutos deste trabalho evidenciaram muitos caracteres morfo-anatômicos que confirmam a separação taxonômica dos gêneros *Alibertia* (incl. *Borojoa*) e *Cordia*. Por outro lado, foi encontrada pouca variação anatômica e estrutural entre as espécies incluídas em cada gênero.

Para uma melhor discussão sobre a evolução dos caracteres anatômicos dos frutos das espécies estudadas, foi produzido um cladograma (Figura 13) baseado na filogenia elaborada por Persson (2000b) com utilização de seqüências moleculares. Neste cladograma foram também incluídos os símbolos que representam as características mais variáveis entre as espécies dos dois gêneros.

O gênero *Alibertia sensu stricto*, como aqui definido, é representado por 16 espécies. Dentre as espécies algumas diferenças morfo-anatômicas são encontradas como, por exemplo, a consistência dos frutos, sendo 11 espécies com frutos de consistência lenhosa, tradicionalmente incluídas em *Alibertia*, e cinco espécies com frutos de consistência carnosa, tradicionalmente incluídas em *Borojoa*.

No presente estudo foi estudado somente uma espécie de *Alibertia* com frutos de pericarpo lenhoso, *A. edulis*, sendo também o tipo nomenclatural do gênero. Esta espécie é encontrada no cladograma dentro de um clado de quatro espécies e está relacionada com *A. utleyorum* (Dwyer) C.M. Taylor e *A. panamensis* (Dwyer) comb. ined. As diferenças entre o fruto destas três espécies são mínimas, sendo que todas possuem frutos lenhosos (Dwyer in Burger & Taylor, 1993; Taylor, 1996).

No cladograma pode-se observar que no clado do gênero *Alibertia* estão presente três espécies com frutos carnosos: *A. bertierifolia* K. Schum., *A. patinoi* (Cuatrec.) comb. ined. e *A. curviflora* K. Schum. Isso indica que os frutos de consistência carnosa se originaram várias vezes em *Alibertia* e também suporta, incontestavelmente, que *Borojoa* é um grupo parafilético e deve ser sinonimizado com *Alibertia*.

Das espécies com frutos carnosos, foi estudada uma única espécie, *Alibertia sorbilis*. Os frutos de *Alibertia sorbilis* são muito similares aos de *A. patinoi* e *A. curviflora*, possuindo até 15 cm de diâmetro e pericarpo carnoso. Os frutos de *Alibertia sorbilis* são de consistência carnosa, porém apresentam esclereídes na

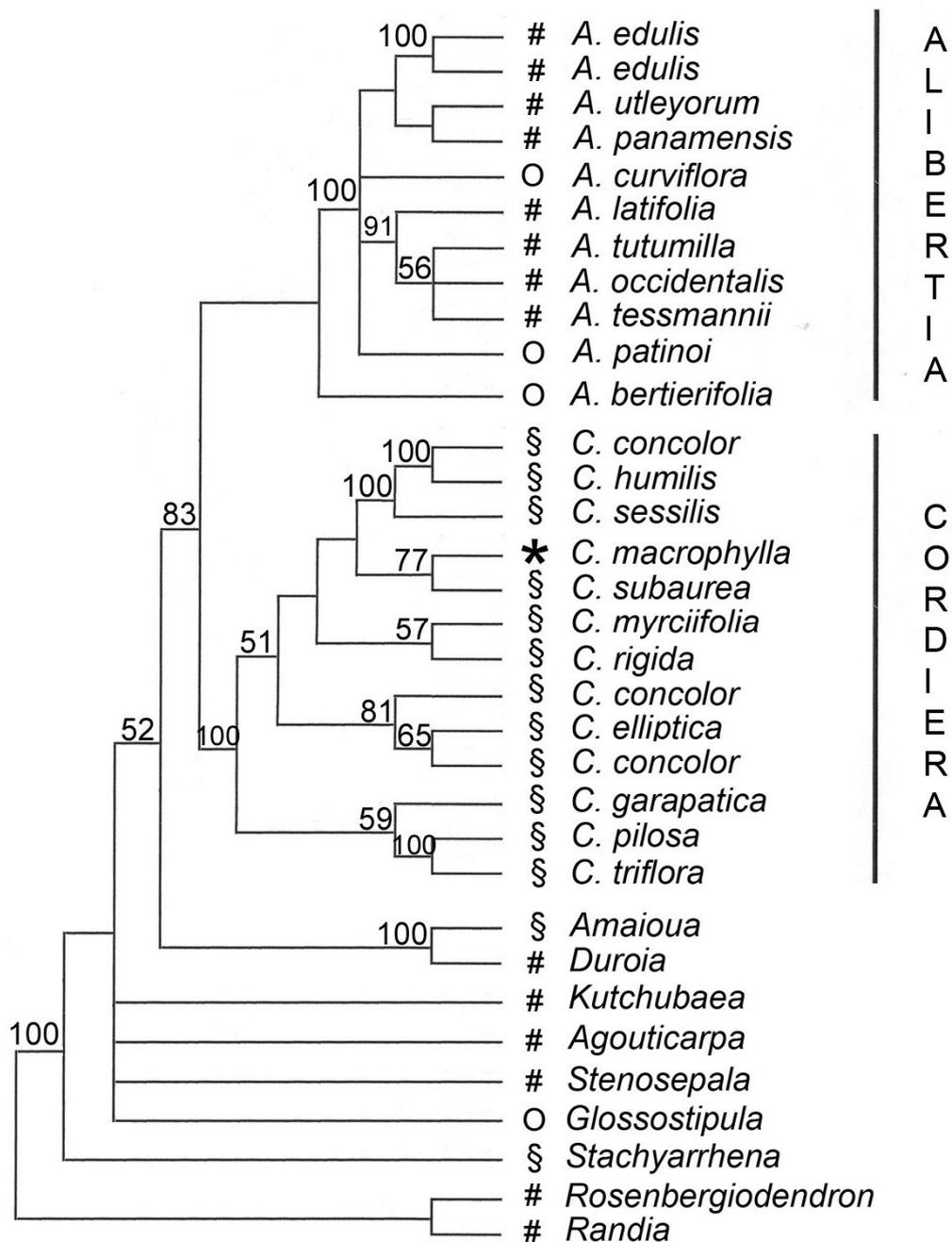


Figura 13- Filogenia do grupo de *Alibertia*, evidenciando *Alibertia* e *Cordia* como grupos monofiléticos (baseado em Persson, 2000b). Os números acima dos cladogramas representam o índice de consistência calculado na análise filogenética. Os símbolos correspondem com as características dos frutos de cada espécie. Símbolos: # - fruto lenhoso; O - fruto carnoso com esclereídes; § - fruto suculento sem projeções; * - fruto suculento com projeções.

região externa e mediana, as quais são encontradas em quantidade inferior e com dimensões muito menores que de *Alibertia edulis*, com frutos de consistência lenhosa.

Os frutos de *Cordia* são todos suculentos (consistência de ameixa) e com “casca” cartácea ou membranácea. Neste gênero foram estudadas quatro espécies, três com frutos sem projeções, sendo *C. humilis*, *C. sessilis* e *C. elliptica*, e uma com frutos com projeções, *C. macrophylla*. Os frutos das três espécies sem projeções são muito similares, sendo que as únicas variações consideráveis entre as espécies são o diâmetro do fruto (1-1,2cm em *C. elliptica*, 2-2,3cm em *C. humilis* e 2,2-2,5cm em *C. sessilis*) e o número de semente por lóculos (16-20 em *C. elliptica*, 7-12 em *C. humilis* e 8-12 em *C. sessilis*).

Cordia macrophylla é a única espécie dentro do gênero que possui frutos com projeções, as quais conferem ao fruto um aspeto verrugoso. Também, os estudos anatômicos confirmaram que entre as espécies estudadas esta é a única espécie de *Cordia* com presença de esclereídes. As células esclerenquimáticas desta espécie foram encontradas na base e na porção interna das projeções.

No cladograma, *Cordia macrophylla* é encontrada num clado muito interno do grupo e estritamente relacionada com *C. subaurea* (Zahlbr.) apresentando índice de consistência de 77. A presença de *Cordia macrophylla* neste clado interno indica que a espécie é mais avançada num nível evolutivo e tal posição sugere que os frutos com projeções esclerenquimáticas se originaram de frutos lisos e sem esclerênquima.

Ao analisar os resultados dos testes anatômicos observou que existem diferenças significativas entre os dois gêneros estudados, o que corrobora os dados de Persson (1993, 1995 e 2000b) e suportam ainda mais a separação dos dois gêneros. Os dados morfológicos, palinológicos e anatômicos obtidos da literatura e analisados neste estudo reforçam a separação de *Alibertia* e *Cordia* encontram-se sumarizados na Tabela 4.

Tabela 4 – Comparação de *Alibertia* (incl. *Borojoa*) e *Cordia* segundo os dados obtidos da literatura e os estudos morfo-anatômicos do presente trabalho. - A: região externa; A1: Região interna das projeções; B: região mediana; C: região interna; D: eixo central.

Características		<i>Alibertia</i>	<i>Cordia</i>	
Centro de diversidade		Bacia Amazônica	Bioma Cerrado	
Sementes	Formato	Lenticular	Elipsóide	
	Exotesta	Espessamento tangencial da parede secundária	Espessamento radial da parede secundária	
Pólen	Número de aberturas	3(4)	3	
	Forma das aberturas	Porado	Colporado	
Flor feminina		(4)5—7(8)-meras	(4)5(6)-meras	
Ovário	Diâmetro (mm)	8—10	4—9	
	Número de lóculos	3—7	2—3(-5)	
	Número de óvulos por lóculo	71—116	10—42	
	Aspecto externo	Liso	Liso (verrugoso em <i>C. macrophylla</i>)	
	Tricomas	Presentes	Presentes (ausentes somente em <i>C. sessilis</i>)	
	Substâncias do interior das células da epiderme	Amido	Compostos lipofílicos	
	Feixes vasculares colaterais na região mediana	35—48	10—24	
	Feixes vasculares no eixo central	22—25	Ausentes	
	Células parenquimáticas com conteúdo fenólico	Dispersas pelo ovário, sem formar aglomerações	Aglomeradas em 3-5 camadas abaixo da epiderme ou acima do lóculo	
	Camadas de células da parede do lóculo	(1)2—3(4)	1	
	Protoesclereídes (regiões)	A	Ausentes	Ausentes
		A1	—	No interior e na base das projeções de <i>C. macrophylla</i>
		B	Próximo à camada subepidérmica em grupos alongados dispostos radialmente	Ausentes
		C	Ausentes	Ausentes
D		Ausentes	Ausentes	
Fruto	Consistência	Lenhoso ou carnoso	Suculento	
	Diâmetro (cm)	4—11	0,8—5	
	Número de sementes por fruto	84—258	7—20	
	Tipos de células em cada região	A	Parenquimáticas com compostos fenólicos e amido	Parenquimáticas com compostos fenólicos e amido
		A1	—	Parenquimáticas (esclereídes no interior e na base das projeções de <i>C. macrophylla</i>)
		B	Parenquimáticas e esclereídes	Parenquimáticas
		C	Parenquimáticas com compostos fenólicos e amido	Parenquimáticas com compostos fenólicos e amido
		D	Parenquimáticas com reserva de amido	Parenquimáticas com reserva de amido
	Esclereídes	Tipo	Braquiesclereídes e esclereídes alongadas	Ausentes (braquiesclereídes em <i>C. macrophylla</i>)
		Forma	Oblongas e lineares	Oblongas ou ovaladas
Comprimento		32,7—48,7µm	20,1—21,8 µm	

8- CONCLUSÃO

Os resultados morfológicos, palinológicos e moleculares obtidos por Persson (1993, 1995, 2000b) indicaram a separação dos gêneros *Alibertia* e *Cordia* como dois grupos monofiléticos. As análises morfo-anatômicas dos ovários e frutos, realizadas no presente trabalho, revelaram caracteres taxonômicos e diagnósticos que podem auxiliar na identificação das espécies e delimitação de *Alibertia* e *Cordia*, suportando as filogenias obtidas por Persson.

Não foi possível observar somente características diferentes, mas também semelhanças anatômicas, confirmando a estreita relação entre *Alibertia* e *Cordia*. Porém, dados como diâmetro dos ovários e frutos, tipo de substância presente no interior das células epidérmicas, quantidade de células com compostos fenólicos e a presença de tecido esclerenquimático contribuem na identificação de plantas que pertencem ao mesmo gênero ou gêneros afins.

Nos ovários estudados foi possível observar características anatômicas peculiares de cada espécie. Entre as diferenças encontradas podemos destacar a presença de gotas lipofílicas nas células epidérmicas das espécies de *Cordia*, enquanto que em *Alibertia edulis* foi observada a presença de amido. Além disso, na região mediana de *A. edulis* foi observada intensa vascularização, com 35-48 feixes vasculares, enquanto que nas espécies estudadas de *Cordia* foram observados 10-28 feixes. Na região interna do ovário de *A. edulis* destaca-se a presença de 2-3 camadas de células compondo a parede do lóculo, em oposição às espécies de *Cordia* estudadas onde a parede é unisseriada.

Nos estudos dos ovários foram observadas variações quanto à posição e quantidade de células contendo compostos fenólicos. Em *A. edulis* tais células não formam aglomerações e estão distribuídas por todo o ovário, sendo que algumas possuem parede mais espessa, configurando as protoesclereídes. Enquanto que em *Cordia* podem ser observadas células dispersas, aglomeradas em camadas abaixo da epiderme ou acima da parede do lóculo e não formam protoesclereídes.

O ovário de *C. macrophylla* representa uma exceção dentre as demais espécies de *Cordia* analisadas. A parede externa apresenta projeções, sendo que no interior e na base destas foram observadas células parenquimáticas de parede espessada, as protoesclereídes.

A análise anatômica dos frutos permitiu a identificação de características significativas para a separação de *Alibertia* e *Cordia*. Por exemplo, em *A. edulis*, a única entre as espécies estudadas com frutos de consistência lenhosa, foi observada grande quantidade de braquiesclereídes e esclereídes alongadas na região mediana. Em *Cordia* foi constatada a ausência de esclereídes, com exceção de *C. macrophylla* na qual foram observadas células esclerenquimáticas no interior e base das projeções.

O estudo anatômico também possibilitou a realização de inferências com relação à posição e formação das esclereídes encontradas nos frutos, tendo como parâmetro a localização das protoesclereídes presentes no ovário.

Ao analisar os resultados dos testes anatômicos observou que existem diferenças significativas entre os dois gêneros estudados, o que corrobora os dados de Persson (1993, 1995 e 2000b) e suportam ainda mais a separação dos dois gêneros.

Com base no exposto verificou-se que o estudo anatômico do ovário e fruto pode oferecer vários caracteres altamente significativos, fortalecendo o conceito que os estudos anatômicos continuam sendo de grande importância no campo da sistemática e taxonomia vegetal.

9- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACHILLE, F.; MOTLEY, T.; LOWRY II, P. P.; JÉREMIE, J. 2006. Polyphyly in *Guettarda* L. (Rubiaceae, Guettadeae) based on ITS sequence data. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 93: 106-124.
- ALMEIDA, S. P. 1998. Cerrado: aproveitamento alimentar. EMBRAPA-CPAC, Planaltina, DF. 188 p.
- BARROSO, G.M.; MORIM, M.P.; PEIXOTO, A.L.; ICHASO, C.L.F. 2004. Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Editora UFV, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 443p.
- BARRETT, S.C.H. 1992. Heterostylous genetic polymorphisms: model systems for evolutionary analysis. In: S.C.H. BARRETT (ed.). *Evolution and function of heterostyly*. Monographs on Theoretical and Applied Genetics. Springer-Verlag, Berlin.
- BREMEKAMP, C.E.B. 1934. A monograph of the genus *Pavetta* L. *Repertorium Specierum Novarum Regni Vegetabilis* 37: 1-208.
- BREMEKAMP, C.E.B. 1966. Remarks on the position, the delimitation and subdivision of the Rubiaceae. *Acta Botanica Neerlandica* 15: 1-33.
- BREMER, B.; MANEN, J.F. 2000. Phylogeny and classification of the subfamily Rubioideae. *Plant Systematics and Evolution* 225: 43-72.
- BREMER, B.; JANSEN, R. K.; OXELMAN, B.; BACKLUND, M.; LANTZ H.; KIM, K.-J. 1999. More Characters and more taxa for a robust phylogeny – case study from the coffee family (Rubiaceae). *Systematic Biology* 48: 413-435.
- BURGER, W. & C.M. TAYLOR. 1993. Rubiaceae. In: W. BURGER (Ed.), *Flora Costaricensis*. Fieldiana, Botany, new series 33: 1-333.

- COELHO, C.P.; BARBOSA, A.A. 2003. Biologia reprodutiva de *Palicourea macrobotrys* (Rubiaceae): um possível caso de homostilia no gênero *Palicourea* Aubl. Revista Brasileira de Botânica 26: 403-413.
- CONSOLARO, H.; SILVA, E. C. B.; OLIVEIRA, P. E. 2005. Variação floral e biologia reprodutiva de *Manettia cordifolia* Mart. (Rubiaceae). Revista Brasileira de Botânica 28(1): 85-94.
- CORTÉS-B., R. 2003. Systematics and biogeography of *Retiniphyllum* (Rubiaceae). Doctoral Dissertation. City University of New York, New York.
- COSTA, A. F. 2001. Farmacognosia. 3ª ed., Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- CUATRECASAS, J. 1950. *Borojoa*, um nuevo gênero de rubiáceae. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 7: 474-477.
- CUATRECASAS, J. 1953. Caracterización del gênero *Borojoa*. Acta Agronômica 3: 90-98.
- DELPRETE, P.G. 1998. Sinopse dos gêneros de Rubiaceae do Brasil, 49º Congresso Nacional de Botânica (26 Jul – 1 Aug 1998), Resumos, p. 85-86. Salvador, Bahia.
- DELPRETE, P.G. 2004. Rubiaceae. In: N. P. SMITH (Eds.), Flowering Plant Families of the American Tropics, pp. 328-333. Princeton University Press/New York Botanical Garden Press, New York.
- DELPRETE, P.G. Rubiaceae. In: J.A. Rizzo (Coord.), Flora dos Estados de Goiás e Tocantins – Coleção Rizzo. (submetido).
- DELPRETE, P.G.; CORTÉS-B., R. 2004. A phylogenetic study of the tribe Sipaneeae (Rubiaceae, Ixoroideae), using *trnL-F* and ITS sequence data. Taxon 53: 347-356.

- DELPRETE, P.G.; CORTÉS-B., R. "2006" [2007]. A synopsis of the Rubiaceae of the states of Mato Grosso and Mato Grosso do Sul, Brazil, with a key to genera, and a preliminary species list. *Revista de Biología Neotropical* 3(1): 13-96.
- DELPRETE, P.G.; PERSSON, C. 2004. *Alibertia*. In: J.A. STEYERMARK, P.E. BERRY, K. YATSKIEVYCH & B.K. HOLST (Eds.), *Flora of the Venezuelan Guayana* 8: 512-514. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.
- DELPRETE, P.G.; SMITH, L.B.; KLEIN, R.B. 2004. Rubiáceas, Volume 1 - Gêneros de A-G: 1. *Aseis* até 19. *Galium*. (com observações ecológicas por R. Klein, A. Reis & O. Iza), pp. 1-344. In: A. Reis (ed.), *Flora Ilustrada Catarinense*. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, Santa Catarina.
- DESSEIN, S. 2003. Systematic studies in the Spermaceae (Rubiaceae). Doctoral Dissertation, K. U. Leuven, Laboratory of Plant Systematics, Leuven, Belgium.
- DE TONI, K. L. G. 2006 Embriologia na família Rubiaceae: histórico e diversidade. In: MARIATH, J.E.A.; SANTOS, R.P. (Org.). *Os avanços da Botânica no início do século XXI*. Sociedade Botânica do Brasil, p. 82-85. Porto Alegre.
- DE TONI, K.L.G; MARIATH, J.E.A. 2004. Desenvolvimento do rudimento seminal em *Borreria verticillata* (L.) G. Meyer. (Rubiaceae – Rubioideae – Spermaceae). *Revista Brasileira de Botânica* 27: 185-192.
- GALATI, B.G. 1991 Estudios emriológicos en la tribu Spermaceae (Rubiaceae). Parte I: Anatomia floral. Megasporogenesis. Megagametogenesis. *Boletim de la Sociedad Argentina de Botánica* 27: 7-20.
- GARCÍA BARRIGA, H. 1992. *Flora medicinal de Colombia*. Tercer Mundo, Bogotá, Colombia.
- HAMILTON, C.W. 1990. Variations on a distylous theme in Mesoamerican *Psychotria* subgenus *Psychotria* (Rubiaceae). *Memoirs of the New York Botanical Garden* 55: 65-75.

- HOOKER, J.D. 1873. Rubiaceae. In: BENTHAM G, HOOKER JD. *Genera Plantarum* 2(1): 7-151. Reeve & Co, London.
- JOHANSEN, D.A. 1940. *Plant microtechnique*. McGraw-Hill, New York. 523p.
- JULIO, P. G. S. 2003. Morfologia e anatomia dos frutos e sementes de *Styrax camporum* Pohl (Styracaceae), espécie de cerrado do estado de São Paulo. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- KRAUS, J.E.; ARDUIM, M. 1997. *Manual básico de métodos em morfologia vegetal*. Editora da Universidade Rural, Rio de Janeiro. 198 p.
- KRAUS, J.E.; SOUSA, H.C.; REZENDE, M.H.; CASTRO, N.M; VECCHI, C.; LUQUE R. 1998. Astra blue and basic fuchsin double staining methods for plant materials. *Biotechnic and histochemistry* 73(5): 235-243.
- MACDOUGAL, A. 2003. Did Native Americans influence the northward migration of plants during the holocene? *Journal of Biogeography* 30: 633-647.
- MENDONÇA, R. C., J. M. FELFILI, B. M. T. WALTER, M. C. S. JUNIOR, A. V. REZENDE, T. S. FILGUEIRAS; P. E. NOGUEIRA. 1998. Flora vascular do cerrado. In: S. M. SANO & S. P. DE ALMEIDA (Eds.), *Cerrado, Ambiente e Flora*. EMBRAPA, Brasília.
- NAKAMURA, A. T. 2003. Morfologia e anatomia dos frutos e sementes de três espécies de *Erythroxylum* (Erythroxylaceae) de cerrado do estado de São Paulo. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- O'BRIEN, T.P., FEDER, N.; MCCULLY, M.E. 1964. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue. *Protoplasma* 59:368-373.
- PAIVA, E. A. S.; OLIVEIRA, D. M. T. 2004. Ontogenesis of the fruit pulp layer of *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne (Fabaceae: Caesalpinioideae). *Australian Journal of Botany* 52: 677-683.

- PAIVA, J. G. A.; FANK-DE-CARVALHO, S. M.; MAGALHÃES, M. P.; GRACIANO-RIBEIRO, D. 2006. Verniz vitral incolor 500[®]: a mounting medium alternative and economically viable. *Acta Botanica Brasílica* 20(2): 257-264.
- PARKER, E. 1992. Forest islands and Kayapó resource management in Amazonia: A reappraisal of the Apêê. *American Anthropology, New Series* 94(2): 406-428.
- PATIÑO, V.M. 1948. Noticia sobre el Borojo, una nueva especie frutal de la costa colombiana del Pacífico. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exatas, Físico-Químicas y Naturales* 7(28): 478-481.
- PERSSON, C. 1993. Pollen morphology of the Gardenieae-Gardeniinae (Rubiaceae). *Nordic Journal of Botany* 13: 561-582.
- PERSSON, C. 1995. Exotesta morphology of the Gardenieae – Gardeniinae (Rubiaceae). *Nordic Journal of Botany* 15: 285-300.
- PERSSON, C. 1996. Phylogeny of the Gardenieae (Rubiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 121: 91-109.
- PERSSON, C. 2000a. Phylogeny of Gardenieae (Rubiaceae) based on chloroplast DNA sequences from the *rps16* intron and *trnL*(UAA)-F(GAA) intergenic spacer. *Nordic Journal of Botany* 20: 257-269
- PERSSON, C. 2000b. Phylogeny of the Neotropical *Alibertia* Group (Rubiaceae), with emphasis on the genus *Alibertia*, inferred from ITS and 5S ribosomal DNA sequences. *American Journal of Botany* 87(7): 1018-1028.
- PERSSON, C. & P.G. DELPRETE. Gardenieae – Part I. *Flora Neotropica Monographs* (em andamento).
- PERSSON, C., DELPRETE P.G.; STEYERMARK J. A. 2004. *CORDIERA*. In: J.A. STEYERMARK, P.E. BERRY, K. YATSKIEVYCH & B.K. HOLST (Eds.), *Flora of*

- the Venezuelan Guayana. Vol. 8, p. 558-560. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.
- POSEY, D.A. 1985. Indigenous management of tropical forest ecosystems: the case of the Kayapó indians of the Brazilian Amazon. *Agroforestry Systems* 3(2): 139-158.
- RICKER, M.; JESSEN, J. H.; DALY, D. C. 1997. The case for *Borojoa patinoi* (Rubiaceae) in the Chocó Region, Colombia. *Economic Botany* 51(1): 39-48.
- RICHARD, A. 1830. Mémoire sur la famille des Rubiacées. Imprimerie de J. Tatsu. Paris. (Reimpr. Mém. Soc. Hist. Nat. Paris, ser. 3, 5: 81-224. 1834).
- RICHARDS, J. H.; KOPTUR, S. 1993. Floral variation and distyly in *Guettarda scabra* (Rubiaceae). *American Journal of Botany* 80: 31-40.
- RAO, A.R.; MALAVIYA, M. 1966. Sclereids in *Cryptomeria japonica* D. Don. *National Institute of Sciences of India* 29: 550-560.
- ROBBRECHT, E. 1988. Tropical woody Rubiaceae. Characteristic features and progressions. Contributions to a new subfamilial classification. *Opera Botanica Belgica* 1: 1-271.
- ROBBRECHT, E.; PUFF, C. 1986. A survey of the Gardenieae and related tribes (Rubiaceae). *Botanische Jahrbücher für Systematik* 108: 63-137.
- ROVA, J.; DELPRETE, P.G.; ANDERSSON, L.; ALBERT, V. A. 2002. A *trnL-F* cpDNA sequence study of the Condamineeae-Rondeletieae-Sipaneeae complex with implications on the phylogeny of the Rubiaceae. *American Journal of Botany* 89: 145-159.
- SCHUMANN, K. 1891. Rubiaceae. In: ENGLER A, PRANTL K. Die natürlichen Pflanzenfamilien 4(4): 1-156. Engelmann, Leipzig.

- SOLEREDER, H. 1908. Systematic anatomy of the Dicotyledons. Clarendon Press, Oxford. 1182p.
- SOUZA, A.G.C.; SOUZA N.R.; SILVA, S.E.L.; MARTINS, C.D.; CANTO, A. C.; CRUZ, L.A.A. 1996. Fruteiras da Amazônia. EMBRAPA, Brasília. 204p.
- SOUZA, A.L.; MOSCHETA, I.S.; MOURÃO, K.S.M. 2006. In: APPEZZATO-DAGLÓRIA B.; CARMELLO-GUERREIRO, S.M (Ed.), Anatomia vegetal. 2ªed. Editora UFV (Universidade Federal de Viçosa), Viçosa. 438p.
- STEYERMARK, J.A. 1966. The genus *Borojoa* in Venezuela. Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales 26: 474-479.
- STEYERMARK, J.A. 1974. Rubiaceae. In: LASSER, T; STEYERMARK, J.A., Eds. Flora de Venezuela 9 (1-3): 1-2070. Instituto Botánico, Caracas.
- SWAIN, T. 1979. Tannins and lignins. In: G.A. ROSENTHAL & D.H. JANZEN (Ed.). Herbivores their interaction with secondary plant metabolites. 657-674p. Academic Press, New York.
- TAYLOR, C.M. 1996. New species and a new combination in Rubiaceae from Central and South America. Novon 6: 215-220.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)