



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI**



**ANATOMIA FOLIAR E DA MADEIRA DE ESPÉCIES DE *Xylopia* L.  
(ANNONACEAE).**

**ELIANE FRANCISCA DE ALMEIDA**

**BELÉM  
2008**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI



**ANATOMIA FOLIAR E DA MADEIRA DE ESPÉCIES DE *Xylopia* L.  
(ANNONACEAE).**

**ELIANE FRANCISCA DE ALMEIDA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal Rural da Amazônia e do Museu Paraense Emílio Goeldi, como um dos requisitos para obtenção do título de **MESTRE**.

**Orientadora:**

Prof<sup>ª</sup>. D. Sc. Raimunda Conceição de Vilhena Potiguara

**Co-Orientadores:**

Prof<sup>ª</sup>. M. Sc. Eunice Gonçalves Macedo

D. Sc. Pedro Luiz Braga Lisboa

**BELÉM  
2008**

Almeida, Eliane Francisca de

Anatomia foliar da madeira de espécies de *Xylopia* L. (Annonaceae)/  
Eliane Francisca de Almeida ; Orientada por Raimunda Conceição de  
Vilhena Potiguara ; Co-Orientação de Eunice Gonçalves Macedo e Pedro  
Luiz Braga Lisboa – Belém, 2008.

89 fl : il.

Dissertação de mestrado com área de concentração em Botânica  
Tropical pela Universidade Federal Rural da Amazônia e Museu Paraense  
Emílio Goeldi na linha de pesquisa em Anatomia Vegetal.

1. Annonaceae – Santa Bárbara - Pará 2. *Xylopia* L. – Anatomia Foliar  
– Parque Ecológico do Gunma (Santa Bárbara, PA) I. Potiguara,  
Raimunda Conceição de Vilhena, Orient. II. Macedo, Eunice Gonçalves,  
Co-Orient.. III. Lisboa, Pedro Luiz Braga, Co-Orient. IV. Título.

CDD 583.22098115



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI



**ANATOMIA FOLIAR E DA MADEIRA DE ESPÉCIES DE *Xylopia* L.  
(ANNONACEAE).**

**ELIANE FRANCISCA DE ALMEIDA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal Rural da Amazônia e do Museu Paraense Emílio Goeldi, como um dos requisitos para obtenção do título de **MESTRE**.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>ª</sup>. D. Sc. Raimunda Conceição de Vilhena Potiguara – Orientadora  
Museu Paraense Emilio Goeldi

---

Prof<sup>ª</sup>. D. Sc. Alba Lúcia Ferreira de Almeida Lins – 1º Examinadora  
Museu Paraense Emílio Goeldi – MPEG

---

Prof. D. Sc. Alcir Tadeu de Oliveira Brandão – 2º Examinador  
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

---

Prof. D. Sc. Marco Antônio de Menezes Neto – 3º Examinador  
Universidade Federal do Pará – UFPA

---

Prof<sup>ª</sup>. D. Sc. Maria Auxiliadora Feio Gomes – Suplente  
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

**DEDICO**

A Deus, por mais uma conquista alcançada;  
Aos meus pais, Júlio e Fátima pelo incentivo, amor, dedicação e educação;  
Aos meus irmãos Denize, Juliana e Dijan pelo companheirismo e incentivo;  
Ao meu querido sobrinho Felipe;  
E as minhas avós Lindalva e Conceição.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade de vida, por todas as conquistas e vitórias durante a minha longa caminhada e por ter me dado esperança para nunca desistir dos meus ideais.

À Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA e ao Museu Paraense Emílio Goeldi - MPEG, pela realização do curso de mestrado em Botânica, para o meu aperfeiçoamento profissional.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de mestrado.

Ao Projeto “Anatomia Vegetal: subsídios a taxonomia, fiscalização e produção vegetal”, financiado pela PROPESP/ UEPA.

Ao Coordenador do Curso de Pós-graduação, Prof. D. Sc João Ubiratan dos Santos, pelo apoio aos discentes do curso e que sempre vem buscando a melhoria do curso.

A D. Sc. Raimunda Conceição de Vilhena Potiguara, pela orientação, paciência, competência, amizade e pelos seus ensinamentos.

A Prof<sup>a</sup>. M. Sc. Eunice Gonçalves Macedo, pela paciência, ajuda, dedicação, respeito, amizade, e, sobretudo a boa vontade de repassar os seus conhecimentos sem medir esforços.

A D. Sc. Pedro Luiz Braga Lisboa, pelas valiosas contribuições na leitura crítica do trabalho e por ceder o espaço da xiloteca Walter A. Egler para o desenvolvimento do trabalho.

A Prof<sup>a</sup>. M. Sc. Claudia Viana Urbinati, pela oportunidade de ingressar no Museu Paraense Emílio Goeldi como estagiária, pelos conselhos, ensinamentos e amizade.

À D. Sc. Alba Lúcia Ferreira de Almeida Lins, pelas valiosas sugestões, ensinamentos, apoio e amizade.

Ao Prof. D.Sc. Marco Antônio Menezes Neto, por ter aceitado o convite de participar da pré-banca, pela leitura crítica do trabalho e sugestões.

Ao Pedro Paulo, pelas sugestões de literatura, na tradução de textos, pelos ensinamentos das técnicas em anatomia vegetal e por todo apoio e incentivo na realização deste trabalho.

Aos meus grandes amigos e parceiros Alisson Reis e Alessandra Doce (trio ternura), Rachel Macêdo, Sebastião Maciel, Jeferson Costa, Júlio Santos, Genilson Alves e Maria Félix por todo incentivo, apoio, amizade e descontração.

Aos colegas de turma do mestrado Maria Trindade, Fábio Batista, Roberta Lavareda, Aurélia, Rafaela, Gleissiane, Luciano e Márcia pela convivência durante as disciplinas.

As minhas grandes amigas Luciana, Mônica e Sabrina que durante esses vários anos de amizade sempre estiveram me apoiando e ajudando, mesmo com a distância.

Aos grandes amigos da graduação Elvys (*in memoriam*), João Batista, Rafael Ferreira, Giovanni Tabosa, Marcela Caldas e Roberta Pinheiro pela amizade e incentivo.

Aos colegas de laboratório Lana, Aline, Paulo Gomes, Sérgio e Carla pela companhia e pelos momentos de descontração.

As minhas segundas mães Nazaré e Vera Romana (*in memoriam*), por todo carinho, conselhos, incentivo, apoio e amizade.

Aos meus pais Júlio e Fátima, que mesmo com poucos conhecimentos, me educaram, incentivaram e ensinaram que somente com o estudo é que podemos um dia vencer na vida.

Aos meus irmãos Denize, Dijan e Juliana e ao meu sobrinho Felipe por todo carinho e apoio.

As minhas avós Lindalva e Conceição pelos conselhos, ensinamentos de vida e amor.

A Dona Raimunda, Joe, Dona Lúcia, Marinaldo e Regina pela amizade e momentos de descontração.

Ao M. Sc. Joaquim Ivanir pelas amostras de madeira cedida da coleção da xiloteca da Embrapa.

A secretária Dagmar Mariano pela prontidão em nos ajudar durante o curso.

A todos que de uma forma ou de outra contribuíram para a realização deste trabalho.

**Muito obrigada !!!**  
**Eliane Almeida**

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE QUADROS.....	xiii
CAPÍTULO 1 - ANATOMIA FOLIAR E DA MADEIRA DE ESPÉCIES DE <i>Xylopi</i> L. (ANNONACEAE).....	15
RESUMO GERAL .....	15
1.1. INTRODUÇÃO GERAL.....	17
1.2. REVISÃO DE LITERATURA.....	19
1.2.1 - ASPECTOS GERAIS DA FAMÍLIA.....	19
1.2.2. O GÊNERO <i>Xylopi</i> L.....	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	24
CAPÍTULO 2: ANATOMIA FOLIAR DE ESPÉCIES DE <i>Xylopi</i> L. (ANNONACEAE).....	29
RESUMO .....	29
ABSTRACT .....	30
2.1. INTRODUÇÃO.....	31
2.2. MATERIAL E MÉTODOS .....	33
2.2.1. Área de Coleta.....	33
2.2.1.1. Caracterização da Área .....	34
2.2.2. Material botânico .....	34
2.2.3. Métodos.....	35
2.2.3.1. Dissociação de epidermes.....	35
2.2.3.2. Cortes histológicos.....	35
A – Mão livre .....	35
B - Micrótomo .....	35
2.2.3.3. Testes histoquímicos.....	36
2.2.3.4. Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).....	36
2.2.3.5. Ilustrações .....	37
2.2.3.5.1. Fotomicrografias.....	37
2.2.3.5.2. Eletromicrografias .....	37
2.2.3.6. Diafanização foliar.....	37
2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	38
2.3.1. Descrição anatômica .....	38
2.3.1.1. Superfície Foliar .....	38
2.3.1.2. Secção Transversal .....	47

2.3.1.2.1. Lâmina foliar .....	47
2.3.1.2.2. Nervura central .....	52
2.3.1.3 Pecíolo .....	55
2.3.1.4. Arquitetura da lâmina foliar.....	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	63
CAPÍTULO 3 – ANATOMIA DO LENHO DE ESPÉCIES DE <i>Xylopia</i> L. (ANNONACEAE).....	66
RESUMO .....	66
ABSTRACT .....	67
3.1 INTRODUÇÃO .....	68
3.2. MATERIAL E MÉTODOS .....	70
3.2.1. Material .....	70
3.2.2 Métodos.....	71
3.2.2.1. Corpos de Prova.....	71
3.2.2.2. Caracterização Macroscópica .....	71
3.2.2.3. Maceração .....	71
3.2.2.4. Caracterização Microscópica.....	72
3.2.2.4.1. Obtenção e Montagem de Lâminas Permanentes.....	72
3.2.2.4.2. Contagens e Mensurações .....	72
3.2.3. Ilustrações .....	73
3.2.3.1. Microscopia de luz.....	73
3.3. RESULTADOS .....	74
3.3.1. Descrição anatômica das espécies estudadas .....	74
3.3.1.1. <i>Xylopia benthamii</i> R. E Fries.....	74
3.3.1.1.1. Caracterização Macroscópica.....	74
3.3.1.1.2. Caracterização Microscópica.....	74
3.3.1.2. <i>Xylopia nitida</i> Dunal.....	77
3.3.1.2.1. Caracterização Macroscópica.....	77
3.3.1.2.2. Caracterização Microscópica.....	77
3.4. DISCUSSÃO .....	81
3.5. CONCLUSÃO .....	85
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	86
CONCLUSÕES GERAIS .....	89

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Relação das espécies selecionadas de Annonaceae com identificação botânica de cada indivíduo.....	70
Tabela 02: Dados quantitativos de vasos/poros das espécies estudadas.....	80
Tabela 03: Dados quantitativos de raios das espécies estudadas.....	80
Tabela 04: Dados quantitativos das fibras das espécies estudadas.....	80

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Localização Geográfica do Parque Ecológico do Gunma, Santa Bárbara, PA..... 33
- Figura 02: Vista frontal da superfície adaxial das espécies de *Xylopi*a L: *X. benthamii* A, C e E; *X. nitida* B, D e F. A e B – Vista geral da epiderme; C e D – Células epidérmicas da nervura central; E e F – Detalhe das células epidérmicas da margem. Seta indica nervura central..... 39
- Figura 03: Vista frontal da superfície abaxial das espécies de *Xylopi*a L; *X. benthamii* A e C; *X. nitida* B e D; A e B – vista geral da superfície; C e D – detalhe das células epidérmicas da nervura central. Seta maior indicando tricomas filiformes; seta menor indicando estômatos..... 42
- Figura 04: Microscopia eletrônica de varredura da superfície foliar das espécies de *Xylopi*a L; A e C: *X. benthamii*; B, D e E: *X. nitida*; A e B – vista geral da superfície adaxial, evidenciando cutícula lisa; C – superfície abaxial, mostrando cutícula levemente estriada; D – superfície abaxial, mostrando cutícula lisa e epiderme papilosa; E – detalhe das células epidérmicas sobre a nervura secundária, evidenciando cutícula levemente estriada..... 43
- Figura 05: Microscopia eletrônica de varredura da superfície foliar das espécies de *Xylopi*a L. A – detalhe da cera epicuticular do tipo escama na face abaxial de *X. benthamii*; B – detalhe da cera epicuticular do tipo escama na face adaxial de *X. nitida*. Cera epicuticular (cep)..... 44
- Figura 06: Superfície abaxial das espécies de *Xylopi*a L; A, C e E: *X. benthamii*; B, D e F: *X. nitida*; A e B – superfície abaxial, evidenciando as células epidérmicas e estômatos paracíticos; C – estômato levemente acima das células epidérmicas; D – estômatos levemente abaixo do nível das células; E e F – detalhe da base em roseta dos tricomas filiformes e estrias longitudinais nas células epidérmicas. Estômatos (est). Base do tricoma (Bt)..... 46
- Figura 07: Secção transversal da lâmina foliar. A, C, E e G: *Xylopi*a *benthamii*; B, D, F e H: *X. nitida*; A e B – vista geral do mesofilo revelando cavidades secretoras e feixes vasculares secundários; C e D – detalhe da epiderme adaxial; E e F – detalhe dos cristais em drusas inseridos nas células epidérmicas; G e H – detalhe da epiderme abaxial, evidenciando a posição dos estômatos em secção transversal. Cavidade secretora (cs). Drusas (Dr). Epiderme abaxial (eab). Epiderme adaxial (ead). Estômatos (est). Feixes vasculares (FV). Parênquima lacunoso (pl). Parênquima paliçádico (pp)..... 49
- Figura 08: Secção transversal da lâmina foliar. A, C e F: *Xylopi*a *benthamii*. B, D e E: *X. nitida*. A e B – detalhe da inserção dos tricomas em secção transversal; C – detalhe da cavidade secretora e feixe vascular no mesofilo; D – cavidades secretoras com conteúdo lipídico; E e F – vista geral da margem. Base do tricoma (Bt). Bainha de extensão (be). Cavidade secretora (cs). Feixe vascular (FV)..... 51

- Figura 09: Secção transversal da nervura central. A, C, E e G: *X. benthamii*. B, D, F e H: *X. nitida*. A e B – vista geral da nervura central mediana; C e D – detalhe das células epidérmicas da nervura central; E e F – detalhe das células epidérmicas abaxiais; G – detalhe de células pétreas inserida na região próxima a epiderme abaxial na base da folha; detalhe do feixe vascular na nervura central. Células pétreas (cp). Colênquima (col). Cutícula (cut). Floema (f). Xilema (x)... 53
- Figura 10: Vista geral da nervura central nas regiões apical, mediana e basal. A, C e E: *Xylopiá benthamii*. B, D e F: *X. nitida*. A e B – vista geral da região do ápice; C e D – região mediana; E e F – região da base..... 54
- Figura 11: Secção transversal do Pecíolo. A, C e E: *X. benthamii*. B, D e F: *X. nitida*. A e B – Vista geral do pecíolo, evidenciando as regiões de revestimento, cortical e vascular; C e D – detalhe das células epidérmicas adaxiais; E e F – detalhe das células epidérmicas abaxiais. Células epidérmicas abaxiais (eab). Células epidérmicas adaxiais (ead). Células pétreas (cp). Cutícula (cut). Feixe vascular (fv). Seta indicando divisões periclinais nas células adjacentes a epiderme adaxial de *X. benthamii*..... 56
- Figura 12: Detalhe de idioblastos em drusas e cavidades secretoras no pecíolo de espécies de *Xylopiá* L. A e C: *X. benthamii*; B e D: *X. nitida*; A e B – detalhe dos idioblastos em drusas. C e D – detalhe das cavidades secretoras. Idioblastos em drusas (id). Seta indicando cavidades secretoras..... 58
- Figura 13 Detalhe dos agrupamentos de células pétreas e feixes vasculares das espécies de *Xylopiá* L. A e C: *X. benthamii*; B e D: *X. nitida*. A e B – Detalhe dos agrupamentos de células pétreas; C e D: Detalhe dos feixes vasculares..... 59
- Figura 14. Venação foliar das espécies de *Xylopiá* L. A-D: *Xylopiá benthamii*; E-H: *X. nitida*; A e E – Vista geral da lâmina foliar; B e F – detalhe das nervuras primária, secundária e terciária; C e G – detalhe das aréolas e da nervura marginal; D e H – detalhe das terminações vasculares, com a presença de traqueídeos. Aréolas (Are); Nervura primária (NP); Nervura secundária (NS); Nervura terciária (NT); Nervura marginal (NM); Traqueídeos (Tr)..... 61
- Figura 15: *Xylopiá benthamii* R. E. Fries: A – Vista geral da secção transversal a nível macroscópico; B – Vista geral da secção transversal a nível microscópico; C – Aspecto geral da secção tangencial; D – Aspecto geral da secção radial; E – Detalhe dos raios em secção tangencial; F – Detalhe das células do corpo do raio em secção radial; Detalhe das pontoações intervasculares; e H – Detalhe das pontoações radio-vasculares..... 76
- Figura 16: *Xylopiá nitida* Dunal: A–Vista geral da secção transversal em nível macroscópico; B – Vista geral da secção transversal a nível microscópico; C–Aspecto geral da secção tangencial; D–Aspecto geral da secção radial; E–Detalhe dos raios em secção tangencial; F–Detalhe das células do corpo do raio em secção radial; G–Detalhe das pontoações intervasculares; e H–Detalhe das pontoações radio-vasculares..... 79

**LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Testes histoquímicos empregados para a identificação de impregnações das paredes e inclusões celulares.....	36
--	----

## CAPÍTULO 1 - ANATOMIA FOLIAR E DA MADEIRA DE ESPÉCIES DE *Xylopia* L. (ANNONACEAE).

### RESUMO GERAL

Espécies do gênero *Xylopia*, são usadas na região amazônica, na medicina popular, na farmacobotânica, no aproveitamento de madeira e das fibras. Contudo, o conhecimento sobre a anatomia dos órgãos vegetativos, não contemplam todas as espécies do gênero. Diante disso, visando o conhecimento científico das espécies de *Xylopia*, o presente trabalho teve como objetivo conhecer as estruturas internas das folhas e da madeira das espécies *Xylopia benthamii* R. E Fries e *Xylopia nitida* Dunal, contribuindo dessa maneira para a identificação das mesmas. Para a realização do trabalho, foram empregadas as técnicas usuais em anatomia vegetal e da madeira. Com relação à caracterização anatômica das folhas as espécies apresentaram características em comum como dorsiventralidade, lâmina hipoestomática, estômatos paracíticos, tricomas simples filiformes, feixes vasculares colaterais, cavidades secretoras dispersas no mesófilo e pecíolo, idioblastos em drusas no pecíolo e o padrão de venação foliar do tipo broquidódromo. Entretanto as espécies foram separadas com relação ao contorno das paredes anticlinais e periclinais na superfície adaxial, superfície abaxial papilosa, face adaxial do pecíolo invaginada, margem apresentando feixes no bordo foliar, margem terminando com parênquima paliçádico ou parênquima fundamental, estômatos posicionados abaixo do nível das células epidérmicas, estriamento cuticular e presença da nervura marginal. Em relação à caracterização anatômica da madeira as mesmas apresentaram grande uniformidade em nível macro e microscópico como camadas de crescimento poucas distintas, arranjo dos vasos múltiplos de dois a cinco, parênquima axial apotraqueal em linhas finas e escalariforme, placas de perfurações simples, pontuações intervasculares alternas, raios homogêneos, predominantemente trisseriados, constituídos de células procumbentes. As principais diferenças entre as mesmas estão relacionadas ao comprimento e ao diâmetro tangencial dos elementos de vasos ao diâmetro do lume do tecido fibroso. Com base nos resultados, conclui-se que tanto a anatomia foliar quanto a anatomia do lenho das espécies selecionadas neste trabalho foram eficientes para a separação dos *taxa*, mesmo as espécies apresentarem em sua organização estrutural interna grande homogeneidade entre si.

**Palavras-chave:** *Xylopia*, anatomia foliar, anatomia da madeira.

## GENERAL SUMMARY

In the Amazon region, *Xylopia* species are used to popular medicine, pharmacobotany and to produce wood and fibers. However, the knowledge about vegetative organ anatomy is not enough. Therefore, this work purposed to know leaf and wood anatomy of *Xylopia benthamii* R. E Fries and *Xylopia nitida* Dunal, and it is contributing to identify their. For this study usual techniques were used in plant and wood anatomy. The leaf anatomic characteristics is common like dorsiventral mesophyll, hipostomatic leaf, paracytic stomata, simple filiform trichomes, collateral vascular bundles, secretory cavities scattered in mesophyll and petiole, druse idioblastic in petiole and leaf vein is brochidodromous. But they were different about shape of epidermal cell walls in abaxial surface, papillose abaxial surface, invaginated adaxial surface of petiole, vascular bundles and chlorenchyma or fundamental parenchyma in leaf margin, invaginated stomata, striate cuticle and marginal vein. The wood anatomic characteristics presented uniformly in macro and microscopic level with little distinct growth rings, multiples vessels of two to five, apotracheal axial parenchyma in thin lines and scalariform, simple perforated plates, alternate intervessel pits, rays were homogeneous, mainly three-seriate, with procumbents cells. The main differences between them were length and vessels tangencial diameter. It was concluded that leaf anatomy is efficient to taxonomy, but wood anatomy not, because the homogeneously between that species.

**Key Words:** *Xylopia*, leaf anatomy, wood anatomy.

## 1.1. INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil que possui uma das maiores diversidades do mundo, caracterizado por apresentar notável riqueza de espécies e abriga a Amazônia, a maior área de floresta tropical do planeta. As múltiplas interações entre seus componentes bióticos e abióticos formam um conjunto de ecossistemas altamente complexo e de equilíbrio ecológico extremamente frágil (OLIVEIRA & AMARAL, 2004).

Esta floresta abriga inestimável riqueza de essências florestais fornecedoras de madeira, látex, castanhas, fibras, corantes, taninos, medicamentos, óleos além de outras de uso diversificado (Lisboa *et al.*, 1991). Dentre as riquezas que a floresta possui a madeira esta entre os principais produtos utilizados na região.

De acordo com Fonseca *et al* (2005), este fato deve-se principalmente ao seu enorme potencial, a exaustão das florestas asiáticas e africanas e a introdução progressiva de novas espécies madeireiras no mercado exportador, algumas delas carecendo de estudos de suas propriedades físicas, mecânicas e biológicas. Os mesmos autores relatam ainda que estudos sobre a qualidade de madeiras desconhecidas, que estão sendo introduzidas no mercado madeireiro, poderão contribuir para reduzir a pressão sobre aquelas madeiras que estão sendo exploradas seletivamente, evitando desse modo, o esgotamento das reservas de madeira de lei na Amazônia. Ainda esses autores reportam que um dos principais problemas na comercialização de madeiras amazônicas é a utilização de nomes vernaculares, devido à grande semelhança entre alguns grupos de madeira, que dificulta à correta identificação das espécies, causando a troca das mesmas, diminuindo desse modo à credibilidade do mercado madeireiro amazônico.

Coradin (2003) cita que estudos sobre a anatomia da madeira têm sido usados com sucesso como ferramenta para auxiliar em estudos taxonômicos e na identificação correta de espécies florestais produtoras de madeiras, em especial, as comerciais desprovidas da parte reprodutiva.

Na região amazônica, além do enorme potencial madeireiro existente, há também um grande potencial de plantas aromáticas e medicinais.

De acordo com Pimentel (1994) a Amazônia brasileira detém inúmeras plantas com propriedades medicinais e aromáticas das quais se desconhece os seus princípios ativos, dificultando uma avaliação de suas possibilidades terapêuticas e seu aproveitamento econômico.

O potencial da flora aromática da região amazônica apresenta-se como fonte renovável apropriada à produção de essências aromáticas e como alternativa econômica para o desenvolvimento sustentável da região, com reais perspectivas de geração de riqueza (MAIA *et al.*, 2001).

As plantas aromáticas são importantes recursos naturais e através do seu metabolismo secundário geram inúmeros produtos de interesse econômico destacando-se, pela ampla aplicação industrial, os óleos essenciais (PAULETTI, 2006).

A família Annonaceae Juss. é caracterizada por apresentar várias espécies produtoras de óleos essenciais. Segundo Ribeiro *et al.*, (1999) os representantes dessa família podem ser reconhecidos pelo odor forte que exalam após o corte do tronco, ou de ramos, sendo esta prática usada para identificação das espécies. Os mesmos autores citam ainda que os representantes da família Annonaceae são usados na indústria de perfumaria, na construção civil, além de ser empregada na medicina popular e alimentícia.

No entanto, apesar da família possuir grande importância no setor de perfumaria, alimentício, medicinal e madeireiro, os estudos sobre a anatomia da folha e da madeira ainda são limitados principalmente para espécies do gênero *Xylopia* L. De acordo com Oliveira (2007), a maioria dos gêneros e espécies que pertencem à família Annonaceae ainda encontra-se mal delimitados.

Diante das considerações acima o presente trabalho tem como objetivo conhecer a anatomia foliar e da madeira das espécies *Xylopia benthamii* R. E. Fries e *Xylopia nitida* Dunal.

## 1.2. REVISÃO DE LITERATURA

### 1.2.1 - ASPECTOS GERAIS DA FAMÍLIA.

A família Annonaceae Juss. é representada por 130 gêneros e 2.300 espécies com distribuição pantropical (Cronquist, 1981), onde apenas os gêneros *Asimina* Adans. e *Deeringothammus* Smal se estendem além dos trópicos, desde a Flórida até o sul do Canadá (DIAS, 1988; JUDD *et al.*, 1999).

Os representantes da família Annonaceae estão espalhados de forma mais ou menos uniforme pelos trópicos. Para a Ásia e Oceania, ocorrem 51 gêneros e 950 espécies; para a África e Madagascar, 40 gêneros e 450 espécies e, finalmente, para a América, 40 gêneros e 740 espécies (Fries, 1959), com predominância na América do Sul com aproximadamente 35 gêneros (MIRALHA, 1995).

Ainda de acordo com este último autor o grande centro de distribuição da família é, sem dúvida, a região amazônica, as Guiana e o sudeste do Brasil.

As Annonaceae são encontradas em diversos ambientes, como matas primárias e secundárias de terra firme, matas alagadas (várzeas e igapós), restingas, regiões montanhosas, caatinga, savana, entre outros (OLIVEIRA, 2007).

De acordo com o autor acima, a família é constituída por árvores, arbustos e raramente cipós, caracterizada por apresentar folhas simples, alternas, inteiras, margem lisa, em geral dísticas ou raramente espiraladas, sem estípulas; flores isoladas ou em inflorescências reduzidas, podendo ser terminais, axilares ou supra-axilares, rami ou caulifloras eventualmente em ramos subterrâneos, hermafroditas com raras unissexuais; possuem três sépalas e seis pétalas, valvares ou imbricadas; muitos estames, podendo ocorrer estaminóidios, as anteras são lineares, extrorsas, raro transversais septadas, com deiscência longitudinal; o conectivo é prolongado, expandindo-se por sobre as anteras, podendo ser achatado, sendo às vezes cônico ou piramidal; os carpelos são de um a muitos, livres, conados na base ou totalmente unidos ou paracarpos; os frutos são apocarpos, deiscentes como em *Xylopia* ou indeiscentes como em *Guatteria*; sincarpos, como em *Annona*, e pseudosincarpo, como em *Duguetia*; semente, uma ou várias, endosperma desenvolvido, ruminado com projeções laminares, embrião pequeno.

Dias (1988), cita que os frutos, folhas, flores e o lenho das espécies pertencentes à família Annonaceae, são utilizados na alimentação, farmacologia, perfumaria e no aproveitamento de madeira e fibras, respectivamente.

Entre as espécies com valor alimentício destaca-se os frutos das espécies de *Annona squamosa* L., *A. muricata* L e *Rollinia mucosa* (Jacq.) Baillon, utilizados para fabricação de sorvetes, creme e refrescos (Cavalcante, 1991). Nas construções em geral destacam-se *Bocageopsis multiflora* (Mart.) R. E. Fries, *Fusaea longifolia* (Aubl.), *Guatteria scytophylla* Diels, *Xylopia benthamii* R. E Fries e *Unonopsis guatterioides* (A. DC) R. E Fries (Loureiro, 1969; 1970). Das espécies *Cananga odorata* Hook var. *macrophylla* e *Cananga odorata* Hook var. *genuína*, o óleo retirado das flores é usado na fabricação de perfumes (Craveiro *et al.*, 1981 *apud* Sousa *et al.*, 2004). Entre as espécies com valor medicinal destacam-se *Annona tenuiflora* Mart e *Xylopia cf. frutescens* Aubl., em que a infusão das folhas são usadas como antiinflamatório e analgésico (Hiruma-Lima *et al.*, 2002). As sementes de *Xylopia aethiopica* A. Rich. e *X. aromatica* (Lam) Mart. são usadas como substitutas da pimenta do reino (*Piper nigrum* L.) (DIAS, 1988).

Para Hutchinson (1964) as Annonaceae constituem um dos grupos mais uniformes e naturais, sob vários aspectos: anatômico, estrutural floral, hábito e habitat. O mesmo autor cita que dos diversos estudos realizados para a família, por inúmeros sistematas, nenhuma classificação foi feita para acomodar satisfatoriamente os gêneros em tribos.

Para Dias (1988) poucos autores têm estudado as Annonaceae, do ponto de vista taxonômico, mesmo após o aumento do conhecimento das floras tropicais em todo o mundo. A mesma autora relata que dos vários estudos da família Annonaceae, destacam-se os feitos por Fries (1930, 1931, 1934, 1937, 1939), que se dedicou, sobretudo ao estudo das Annonaceae do Novo Mundo, seguido por Maas (1983), liderando um programa multidisciplinar, Sistemática das Annonaceae direcionado para o Novo Mundo. Este projeto tem como apoio a Organização para a Flora Neotrópica, elaborada por uma comissão da UNESCO, tendo como principais objetivos criar uma classificação moderna para a família e divulgar publicações de uma série de monografias para a Flora Neotrópica, visando uma completa atualização de dados não só taxonômicos, mas também, quimiotaxonômicos, morfológicos, palinológicos, citotaxonômicos, anatômicos entre outros.

Pontes & Mello-Silva (2005) listam os principais trabalhos relacionados aos tratamentos taxonômicos realizados no Brasil, para as Annonaceae, destacando entre estes os trabalhos de Saint-Hilaire (1825), que foi o primeiro a realizar o tratamento taxonômico da família no país, reconhecendo seis gêneros (*Annona*, *Bocagea*, *Duguetia*, *Guatteria*, *Rollinia*

e *Xylopia*) e 21 espécies. Dez anos depois Schlechtendal (1835) listou para o Brasil sete gêneros (*Annona*, *Cardiopetalum*, *Duguetia*, *Guatteria*, *Rollinia*, *Trigynaea* e *Xylopia*) e 25 espécies. Alguns anos depois Martius (1841), reconheceu oito gêneros (*Anaxagorea*, *Annona*, *Bocageae*, *Duguetia*, *Guatteria*, *Rollinia*, *Uvaria* e *Xylopia*) e 97 espécies e Fries (1930, 1931, 1934, 1937, 1939) numa série de revisões da família, listou para o Brasil 26 gêneros e 260 espécies. Além destes estudos acima citados destacam-se também os estudos taxonômicos de Pontes *et al.*, (2004), para a flora paraibana, registrando seis gêneros e 15 espécies, sendo 11 delas novas referências para o Estado. Lobão *et al.*, (2005), que estudaram as Annonaceae das restingas do estado do Rio de Janeiro, sendo que a família está representada neste ambiente do referido estado por seis gêneros e nove espécies. Lobão *et al.*, (2006), realizaram o tratamento florístico para as Annonaceae da Reserva Biológica da Represa do Grama, Descoberto, Minas Gerais, identificando sete espécies, entre as quais uma nova, *Unonopsis bauxitae* Maas, Westra & Mello-Silva. Maas *et al.*, (2001), os quais realizaram uma listagem comentada das Annonaceae do Centro-Leste do Brasil, listaram 19 gêneros e 153 espécies. Oliveira (2007), ao estudar a família Annonaceae Juss., na Reserva Mocambo, Belém, registrou oito gêneros e 11 espécies.

Dentre os escassos trabalhos referentes à anatomia da família Annonaceae destacam-se os trabalhos de Solereder (1908) e Metcalfe & Chalk (1950), que estudaram a anatomia geral da família. Quanto aos estudos relacionados à anatomia foliar citamos o trabalho de Patel (1971), que estudou a estrutura epidérmica e o desenvolvimento dos estômatos de algumas espécies de Annonaceae; Larroche (1973) e Chacur (1968), sobre a nervação foliar das Annonaceae da Caatinga e do Cerrado, respectivamente. Ainda com relação à anatomia foliar de Annonaceae destacam-se também os trabalhos de Albarello *et al.*, (2001) e Koek-Noorman (1992), cujos autores estudaram a anatomia foliar do gênero *Rollinia*.

Quanto aos trabalhos publicados sobre a anatomia do lenho destacam-se os trabalhos de Hess (1946), ao estudar a anatomia das madeiras de Annonaceae do Novo Mundo; Wyk & Canright (1956), investigaram também a anatomia do lenho da família Annonaceae; Loureiro (1969, 1970, 1971), estudou as Annonaceae da Amazônia; enquanto Pinho *et al.*, (1986) investigaram o lenho da referida família das Fontes do Ipiranga São Paulo. Com relação ao estudo anatômico da casca destaca-se o trabalho de Junikka & Koek-Noorman (2007), que realizaram a anatomia da casca da referida família.

Quanto a estudos de ultraestrutura de caracteres de espécies pertencentes à família Annonaceae destaca-se o trabalho de Bakker & Gerritsen (1990), sobre a ultraestrutura e o desenvolvimento dos idioblastos oleíferos em *Annona muricata* L.

Estudos relacionados à evolução e filogenia da família têm sido usados como uma ferramenta para a distinção de gêneros e espécies. Entre estes citamos os trabalhos de Doyle & Le Thomas (1996), que investigaram a análise filogenética e a evolução dos caracteres em Annonaceae baseando-se nas características morfológicas; Mols *et al.*, (2004), estudaram a identificação dos clados em Annonaceae asiática, em gêneros monofiléticos e polifiléticos de Miliusae, com o auxílio das seqüências de DNA.

O potencial fitoquímico e farmacológico da família têm crescido bastante nos últimos anos. De acordo com os autores Martins (1996) e Moreira *et al.*, (2003), os estudos químicos de espécies pertencentes à família Annonaceae demonstram que as mesmas acumulam diferentes metabólitos secundários com importantes atividades farmacológicas tais como: citotóxicas (flavanonas), antitumoral (diterpenos, alcalóides), bactericida (alcalóides) e antifúngica (terpenos).

### 1.2.2. O GÊNERO *Xylopi*a L.

Segundo Dias (1988), o gênero *Xylopi*a L. foi descrito primeiramente por Linnaeus (1759) em sua obra “Systema Naturae”, baseado em *Xylopi*a *muricata*, da Jamaica.

Este gênero é considerado como um dos maiores entre as Annonaceae, com cerca de 160 espécies, com distribuição pantropical (Cronquist, 1981; Van Heusden, 1992; Van Setten & Koek-Noorman, 1992). Para Dias (1988), este gênero segue a mesma distribuição de família.

Hutchinson (1964) considerou *Xylopi*a como o único gênero com distribuição natural para os trópicos de ambos os hemisférios. Ainda este autor afirma que *Xylopi*a faz parte da subtribo Xylopineae, tribo Unoneae da subfamília Annonoideae. Para Dias (1988), os gêneros mais próximos de *Xylopi*a são *Cardiopetalum* Schlecht. e *Trigynaea* Schlecht., ambos com poucas espécies no Brasil, e a relação de semelhança entre estes gêneros está ligada basicamente à presença de anteras loceladas e fruto agregado de folículos.

As espécies do gênero *Xylopi*a são encontradas principalmente na forma de arbustos e árvores de até 35 m. Tricomas simples. Inflorescência bi a multi-floras, axilares ou flores solitárias, bissexuais, brácteas 2; sépala 3, valvares, ou algumas vezes imbricadas, conatas; pétalas 6, valvares, ou levemente imbricadas, livres, cocleariformes; estames poucos a numerosos; anteras septadas; disco do conectivo glabro ou piloso; estaminódios presentes; carpelos 2 a numerosos; estilete presente, longo; óvulos 1-8, basais ou laterais, unisseriados.

Frutos apocárpicos; estipitados ou não, geralmente deiscentes, apiculados ou não; sementes 1-16 por carpídio, uni ou bisseriadas, ariladas apicalmente; arilo alvo a alaranjado, bilobado (PONTES & MELLO-SILVA, 2005).

Fries (1959) e Hutchinson (1964) citam o valor das fibras de algumas espécies pertencentes ao gênero *Xylopia* para o fabrico de cordas muito resistentes. Para Dias (1988) as madeiras das espécies *X. brasiliensis* Sprengel. e *X. emarginata* Mart. por serem consideradas moles são utilizadas na fabricação de postes e cabos.

Estudos relacionados à anatomia foliar de *Xylopia* são escassos, entre os trabalhos publicados destacamos os realizados por Morretes & Ferri (1959), ao estudarem a anatomia das folhas de *Xylopia grandiflora* A. St.-Hil. Silva & Grotta (1975), investigaram a anatomia foliar de *Xylopia frutescens* Sprengel., enquanto que Santos *et al.*, (2004) e Justos *et al.*, (2005) estudaram a anatomia foliar de *Xylopia brasiliensis* Spreng.

Quanto à anatomia do lenho de *Xylopia* Araújo & Mattos Filho (1965), estudaram *X. brasiliensis* e Luchi *et al.*, (2005) compararam a anatomia do lenho de *Xylopia aromática* em áreas de Cerrado e de plantação de *Pinus elliottii* Engelm..

Em relação à composição química dos óleos essenciais de *Xylopia*, foram identificados alcalóides e compostos voláteis, flavonóides, terpenóides e esteróis (Alexander *et al.*, 1991). Os óleos essenciais apresentam propriedades medicinais e biológicas e dentre estes destacamos os trabalhos realizados por Queiroga *et al.*, (2006), que verificaram a atividade moluscicida de *Xylopia langsdorffiana* A. St-Hil & Tul, e Pontes *et al.*, (2006) investigaram a atividade acaricida de *Xylopia sericea* A. St.-Hil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBARELLO, N.; FIGUEIREDO, S. F. L.; VIANA, V. R.C & NEVES, L. J. Anatomia foliar de *Rollinia mucosa* Jacq. Baiil. (Annonaceae) sob condições de cultivo *in vivo* e *in vitro*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, vol.4, nº 1. p.35-46. 2001.
- ALEXANDER, I. C.; PASCOE, O. K.; MARCHAND, P. & WILLIAMS, L. A. D. An insecticidal diterpene from *Croton linearis*. **Phytochemistry** vol. 30. p.1801-1803. 1991.
- ARAUJO, P. A. M. & MATTOS FILHO, A. Contribuição ao conhecimento da madeira de *Xylopia brasiliensis* Spreng. **Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. vol. XVIII. p. 269-276. 1965.
- BAKKER, M. E. & GERRITSEN, A. F. Ultrastruture and development of oil idioblasts in *Annona muricata* L. **Annals of Botany**, vol. 66, nº 6. p.673-686.1990.
- CAVALCANTE, P. B. **Frutos comestíveis da Amazônia**. 5º ed. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi. 279p. 1991.
- CHACUR, F. Contribuição ao Estudo da Nervação Foliar das Acanthaceae, Anacardiaceae e Annonaceae dos Cerrados. **Arquivos de Botânica do Estado de São Paulo**. vol, IV. fasc. III. p.141-152. 1968.
- CORADIN, V. T. R. A Anatomia da Madeira como Instrumento de Identificação Botânica – A Experiência do IBAMA. In. JARDIM, M. A. G., BASTOS, M. N. C. & SANTOS, J. U. M. (eds). **Desafios da Botânica Brasileira no Novo Milênio: Inventário, Sistematização e Conservação da Diversidade Vegetal**. 54º Congresso Nacional de Botânica e 3º Reunião Amazônica. Belém. PA. 296p. 2003.
- CRONQUIST, A. **Na integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia Univ. Pr. p. 53-55. 1981.
- DIAS, M. C. **Estudos taxonômicos do gênero *Xylopia* L., (Annonaceae) no Brasil extra-amazônico**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas. São Paulo. 1988.
- DOYLE, J. A. & LE THOMAS, A. Phylogenetic analisis and character evolution in Annonaceae. **Adansonia**. n. 3-4, p.279-334. 1996.
- FONSECA, C. N., LISBOA P. L. B & URBINATI, C. V. A Xiloteca (Coleção Walter A. Egler) do Museu Paraense Emílio Goeldi. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, sér. Ciências Naturais, Belém, v. 1. nº 1. p. 65-140. 2005.
- FRIES. R. E. Revision der Arten einiger Anonaceen-Gattungen I. **Acta Horti Bergiani**. vol.10. nº 1. p.1-128. 1930.
- FRIES. R. E. Revision der Arten einiger Anonaceen-Gattungen II. **Acta Horti Bergiani**. vol.10. nº 2. p.129-341. 1931.

- FRIES, R. E. Revision der Arten einiger Anonaceen-Gattungen III. **Acta Horti Bergiani**. vol.12. n° 1. p.1-220. 1934.
- FRIES, R. E. Revision der Arten einiger Anonaceen-Gattungen IV. **Acta Horti Bergiani**. vol.12.n° 2. p.221-228. 1937.
- FRIES, R. E. Revision der Arten einiger Anonaceen-Gattungen V. **Acta Horti Bergiani**. vol.12. n° 3. p.289-577. 1939.
- FRIES, R. E. Annonaceae. In: ENGLER, A. & PRANTL, K (eds.) **Die Natürlichen Pflanzenfamilien**. 2 ed. Berlin, Dunker & Humblot. v. 17a: 1-171. 1959.
- HESS, R.W. Identification of New World Timbers. Annonaceae. Part (III). **Tropical Woods** 88: 13-30. 1946.
- HIRUMA-LIMA, C. A.; GUIMARÃES, E. M.; SANTOS, C. M. & DI STASI, L. C. Magnoliales medicinais. In.: DI STASI, L. C. & HIRUMA-LIMA, C. A. **Plantas medicinais na Amazônia e na Mata Atlântica**. 2° Ed. UNESP. 604p. 2002.
- HUTCHINSON, J. **The genera of flowering plants**. Oxford, Clarendon Pr. v. 1, p. 71-108. 1964.
- JUDD, W. S; CAMPBELL, C. S.; STEVENS, P. F. **Plant Systematics** – A phylogenetic approach. 464 p., 1999.
- JUNIKKA, L. & KOEK-NOORMAN, J. Anatomical structure of barks in Neotropical genera of Annonaceae. **Ann. Bot. Fennice** 44: 79-132. 2007.
- JUSTOS, C. F.; SOARES, A. M.; GAVILANES, M. L.; CASTRO, E. M. Plasticidade anatômica das folhas de *Xylopia brasiliensis* Sprengel (Annonaceae). **Acta Botânica Brasília**. São Paulo, v. 19(1), p. 111-123. 2005.
- KOEK-NOORMAN, J. Leaf anatomy *Rollinia*. In.: MAAS, P. J. M & WESTRA, L. Y. T. (eds.) **Flora Neotropica**: Monograph 57, *Rollinia*. New York: The New York Botanical Garden. 15-21. 1992.
- LARROCHE, R. C. Catálogo de Nervação Foliar das Amaranthaceae e Annonaceae da Caatinga – III. **Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, v. XIX. 269-279. 1973.
- LISBOA, P. L. B; TEREZO, E. F. M & SILVA, J. A. Madeiras Amazônicas: Considerações sobre a exploração, extinção de espécies e conservação. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Série Botânica. v. 7(2). 521-542. 1991.
- LOBÃO, A. Q.; ARAUJO, D. S. D. & KURTZ, B. C. Annonaceae das Restingas do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**. 56 (87): 85-96. 2005.
- LOBÃO, A. Q.; FORZZA, R. C. & MELLO-SILVA, R. Annonaceae da Reserva Biológica da Represa do Grama, Descoberto, Minas Gerais, Brasil, com uma nova espécie, *Unonopsis Bauxitae*. **Rodriguésia**. 57 (1): 137-147. 2006.

- LOUREIRO, A. A. Contribuição ao estudo anatômico de madeiras de Anonáceas da Amazônia. I – *Unonopsis guatterioides* (A. DC.) R. E. FRIES, *Fusaea longifolia* (Aubl.) Saff., *Xylopiia aromatica* Baill e *Rollinia insignis* R. E. Fries. **Boletim do INPA**; Botânica. Manaus, 30: 1-10. 1969.
- LOUREIRO, A. A. Contribuição ao estudo anatômico de madeiras de Anonáceas da Amazônia. II – *Bocageopsis multiflora* (Mart.) R. E. Fries, *Guatteria scytophylla* Diels, *Xylopiia benthamii* R. E. Fries e *Guatteria olivacea* R. E. Fries. **Boletim do INPA**; Pesquisas Florestais. Manaus, 15: 1-10. 1970.
- LOUREIRO, A. A. Contribuição ao estudo anatômico de madeiras de Anonáceas da Amazônia. III – *Annona sericea* Dun., *Annona paludosa* Aubl. e *Guatteria paraensis* R. E. Fries. **Acta Amazônica**. 1(2): 85-90. 1971.
- LUCHI, A. E.; SILVA, L. C. P & MORAES, M. A. Anatomia comparada do lenho de *Xylopiia aromatica* (Lam.) Mart. em áreas de cerrado e de plantação de *Pinus elliottii* Engelm. **Revista Brasileira de Botânica**. São Paulo. v. 28(4), p. 809-820. 2005.
- MAAS, P. J. M. Project Systematics of Annonaceae. **Taxon**. 32(3): 528-529. 1983.
- MAAS, P. J. M.; KAMER, H. M.-van.; JUNIKKA, L.; MELLO-SILVA, R. de.; RAINER, H. Annonaceae from Central-eastern Brazil. **Rodriguésia**. v. 52(80): 65-98. 2001.
- MAIA, J. G. S.; ZOGHBI, M. G. B. & ANDRADE, E. H. A. **Plantas aromáticas na Amazônia e seus óleos essenciais**. Museu Paraense Emílio Goeldi. Coleção Adolpho Ducke. Belém. 186p. 2001.
- MARTINS, D. **Alcalóides, flavonóides e terpenóides de *Xylopiia aromatica***. Tese de Doutorado - Instituto de Química, Universidade de São Paulo. São Paulo. 134p. 1996.
- MARTIUS, C.F.P. von. Annonaceae. In: C.F.P. von Martius (ed.). **Flora Brasiliensis**. vol.13, nº 1. p.1-64. 1841.
- METCALFE, C. R & CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons**. Vol.1. Claredon Press. Oxford. 724p. 1950.
- MIRALHA, J. M. de S. **As Annonaceae da Reserva Florestal Ducke, Manaus, AM**. Tese de Doutorado. Manaus. INPA/UFAM. 165p. 1995.
- MOLS, J. B.; GRAVENDEEL, B.; CHATROU, L. W.; PIRIE, M. D.; BYGRAVE, P. C.; CHASE, M. W. & KEßLER, P. J. A. Identifying Clades in Asian Annonaceae: Monophyletic Genera in the Polyphyletic Miliuseae. **American Journal of Botany** 91(4): 590-600. 2004.
- MOREIRA, I. C.; LAGO, J. H. G. & ROQUE, N. F. Alkaloid, flavonoids and terpenoids from leaves and fruits of *Xylopiia emarginata* (Annonaceae). **Bioch. Syst. Ecol.** 31: 535-537. 2003.
- OLIVEIRA, A. N. de; AMARAL, I. L. Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica**. 34(1): 21– 34. 2004.

OLIVEIRA, J. A família Annonaceae Juss, na Reserva Mocambo, Belém, Pará. In.: GOMES, J. I; MARTINS, M. B.; MARTINS-DA-SILVA, R. C. V & ALMEIDA, S. S. (Eds.). **Mocambo: Diversidade e Dinâmica Biológica da Área de Pesquisa Ecológica do Guamá (APEG)**. Museu Paraense Emílio Goeldi/ Embrapa Amazônia Oriental. Belém. 454 p.: il., 2007.

PATEL, R. J. Epidermal Structure and Development of Stomata in some Annonaceae. **Annals of Botany** 35: 1205- 1212, 1971.

PAULETTI, G. F. Plantas produtoras de óleos essenciais, com ênfase em *Cunila galioides* Benth. e suas perspectivas econômicas no Rio Grande do Sul. In.: MARIATH, J. E. A & SANTOS, R. P. (orgs.). **Os Avanços da Botânica no Início do Século XXI: Morfologia, Fisiologia, Taxonomia, Ecologia e Genética**. Conferências, Plenárias e Simpósio do 57º Congresso Nacional de Botânica. Porto Alegre. RS. 752p. 2006.

PIMENTEL, A. A. M. P. **Cultivo de Plantas Medicinais na Amazônia**. Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém, 114 p. 1994.

PINHO, R. A.; GORGATTI, L. & SAJO, M. G. Estudo Anatômico do Lenho das Anonáceas Arbóreas Nativas no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). **Hoehnea** 13: 35-42. 1986.

PONTES, A. F.; BARBOSA, M. R. V. & MAAS, P. J. M. Flora Paraibana: Annonaceae Juss. **Acta Botânica Brasileira**. 18(2): 281-293. 2004.

PONTES, A. F. & MELLO-SILVA, R. de. Annonaceae do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil. **Bol. Bot. Univ. São Paulo**. v. 23(1): 71-84. 2005.

PONTES, W. J. T.; OLIVEIRA, J. C. S.; CÂMARA, C. A. G.; LOPES, A. C. H. R.; OLIVEIRA, J. V.; GONDIM JÚNIOR, M. G. C. & SSHWARTZ, M. E. S. Composição química e bioatividade dos óleos essenciais de folhas e frutos de *Xylopia sericea* contra o ácaro rajado *Tetranychus urticae*. **29º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**. Química é Energia, transforma a vida e preserva o ambiente. Águas de Lindóia, São Paulo. CD-ROM. 2006.

QUEIROGA, K. F.; TAVARES, J. F.; ALMEIDA, J. R. G. S.; MARTINS, R. M.; SILVA, T. M. S. & SILVA M. S. Atividade Moluscicida de diterpenos isolados de *Xylopia langsdorffiana* A. St., Hil & Tul (Annonaceae). **29º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**. Química é Energia, transforma a vida e preserva o ambiente. Águas de Lindóia, São Paulo. CD-ROM. 2006.

RIBEIRO, J. E. L.S.; HOPKINS, M. J. G.; VICENTINI, A.; SOTHERS, C. A.; COSTA, M. S.; BRITO, J. M.; SOUZA, C. F.; MESQUITA, M. R & PROCÓPIO, L. C. **Flora da reserva de Ducke. Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia central**. INPA. Manaus. p. 648-651. 1999.

SAINT-HILAIRE, A. F. C. P. Flora brasiliae meridionalis. Paris, Grimbert. vol. 1, tab. 8, p. 39-41. 1825.

- SANTOS, B. R.; PAIVA, R.; CASTRO, E. M de; CARDOSO, M. G.; REZENDE, R. K. S & PAIVA, P. D. O. Aspectos da anatomia e do óleo essencial em folhas de Pindaíba (*Xylopia brasiliensis* Spreng.). **Ciência Agrotécnica**. Lavras, v. 28(2), p. 345-349. 2004.
- SCHLECHTENDAL, D. F. L. von. Anonaceis Brasiliensibus. **Linnaea**. vol.9. p.327. 1835.
- SILVA, J. B. & GROTTA, A. S. Anatomia e óleo essencial das folhas de *Xylopia frutescens* Aublet. **Boletim de Botânica Universidade de São Paulo** 3: 87-94. 1975.
- SOLEREDER, H. **Systematic anatomy of the dicotyledons**. Oxford: Clarendon Press, v. 2, p. 1078-1085. 1908.
- SOUSA, O. V.; SOARES JÚNIOR, D.T.; DEL-VECHIO, G.; MATTOSINHOS, R.G.; GATTASS, C.R. & KAPLAN, M. A. C. Atividades antinociceptiva e antiinflamatória do óleo essencial de cascas de *Duguetia lanceolata* St. Hil., Annonaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v. 14, supl. 01, p. 11-14. 2004.
- WYK, R.W & CANRIGHT, J. E. The Anatomy and Relationships of the Annonaceae. **Tropical Woods** 104: 1-24. 1956.
- VAN HEUSDEN, E. C. H. Flowers of Annonaceae: morphology, classification, and evolution. **Blumea** 7: 1-218. Supl. 1992.
- VAN SETTEN, A.K. & KOEK-NOORMAN, J. Studies in Annonaceae. XVII. Fruits and seeds of Annonaceae: morphology and its significance for classification and identification. **Bibliotheca Botanica** 142: 1-152. 1992.

## CAPÍTULO 2: ANATOMIA FOLIAR DE ESPÉCIES DE *Xylopia* L. (ANNONACEAE).

### RESUMO

A família Annonaceae apresenta várias espécies produtoras de óleos essenciais, entre estas as espécies do gênero *Xylopia*. Os óleos essenciais das espécies do gênero, apresentam propriedades medicinais, farmacológicas e biológicas. No entanto pouco se conhece sobre a anatomia foliar das espécies do gênero. Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo conhecer a anatomia foliar das espécies *Xylopia benthamii* R. E. Fries e *X. nitida* Dunal. Para a realização desse estudo foram utilizadas as técnicas usuais em anatomia vegetal, como a dissociação de epidermes, maceração, secções transversais e longitudinais, testes histoquímicos, utilizando-se a microscopia de luz e a eletrônica de varredura. Os *taxa* estudados apresentaram caracteres já conhecidos para a família Annonaceae como folha hipoestomática, estômatos paracíticos, tricomas simples filiformes, feixes vasculares colaterais, cavidades secretoras dispersas no mesofilo, presença de idioblastos em drusas no pecíolo e padrão de venação foliar do tipo broquidódromo. Entretanto, as espécies *X. benthamii* e *X. nitida* diferenciaram-se quanto ao contorno das paredes anticlinais na superfície adaxial, presença de superfície abaxial papilosa, face adaxial do pecíolo invaginada, margem terminando com feixes vasculares, parênquima paliádico em parênquima fundamental, estômatos posicionados abaixo do nível das células epidérmicas, estriamento cuticular e presença da nervura marginal. De posse desses resultados, conclui-se que a anatomia foliar dos *taxa* estudados auxiliou a distinção das duas espécies estudadas.

**Palavras-chave:** Annonaceae, cavidades secretoras, anatomia.

## ABSTRACT

Annonaceae present various species with essential oil, among them are genus *Xylopia*. This essential oil shows medicinal, pharmacological and biological properties. However, leaf anatomy of *Xylopia* is little known. Therefore, the present study purposed to know leaf anatomy of *X. benthamii* R. E. Fries e *X. nitida* Dunal. For this study usual techniques were used in plant anatomy like epidermal dissociation, maceration, cross and longitudinal sections, histochemical test, optical and electronic-scanning microscopy. The species present characters common to Annonaceae like dorsiventral mesophyll, hipostomatic leaf, paracytic stomata, simple filiform trichomes, collateral vascular bundles, secretory cavity scattered in mesophyll and petiole, druse idioblastic in petiole and leaf vein is brochidodromous. However, they were different about shape of epidermal cell walls in abaxial surface, papillose abaxial surface, invaginated adaxial surface of petiole, vascular bundles and chlorenchyma or fundamental parenchyma in leaf margin, invaginated stomata, striate cuticle and marginal vein. It was concluded that leaf anatomy is efficient to segregate those species.

**Key Words:** Annonaceae, secretory cavity, anatomy.

## 2.1. INTRODUÇÃO

A região amazônica é caracterizada por apresentar uma das maiores diversidades vegetais do mundo. Neste imenso contingente florístico, destacam-se as plantas aromáticas e medicinais.

O potencial da flora aromática da região amazônica apresenta-se como fonte renovável apropriada à produção de essências aromáticas e como alternativa econômica para o desenvolvimento sustentável da região, com reais perspectivas de geração de riqueza (MAIA *et al.*, 2001).

Dentre as diversas plantas aromáticas e medicinais que ocorrem na região, podemos destacar as espécies pertencentes à família Annonaceae. Esta família é composta por cerca de 130 gêneros e 2.300 espécies, com distribuição pantropical (Cronquist, 1981), sendo que na região neotropical está representada por aproximadamente 40 gêneros e 900 espécies (Chatrou *et al.*, 2004), dos quais 30 gêneros e 270 espécies estão registrados para a Amazônia (OLIVEIRA, 1997).

Segundo Ribeiro *et al.*, (1999) os representantes dessa família podem ser reconhecidos pelo odor forte que exala do tronco ou de ramos quando estes são cortados. Esta prática é usada para identificação das espécies. Os mesmos autores citam ainda que vários representantes da família Annonaceae possuem uso na indústria de perfumaria; na construção civil, na medicina popular e alimentícia.

As espécies que exalam aromas como as Annonaceae geralmente, apresentam estruturas que acumulam ou eliminam óleos essenciais. Estas estruturas podem ser internas ou externas, de acordo com a posição que ocupam na planta; as externas são os tricomas glandulares, glândulas, nectários, osmóforos e hidatódios; as internas são células secretoras individualizadas, cavidades, canais esquizógenos ou lisígenos e laticíferos (ESAU, 1972). Tais estruturas podem secretar inúmeras substâncias como: açúcares, alcalóides, taninos, resinas, terpenos, gorduras, cristais, enzimas e hormônios (FLORES-VINDAS, 1999; ESAU, 1985).

Os óleos essenciais podem ser definidos como parte do metabolismo vegetal, composto geralmente por terpenos, associados ou não a outros compostos, normalmente voláteis, que geram, em conjunto, o aroma característico do vegetal BANDONI, (2002) *apud* PAULETTI, (2006).

Para Leboeuf *et al.*, (1982), muitas espécies de Annonaceae apresentam óleos essenciais que normalmente, são constituídos de monoterpenóides, sesquiterpenóides e /ou substâncias aromáticas.

Dentre as espécies do gênero *Xylopia* Alexander *et al.*, (1991) afirmam que muitas possuem atividade biológica, devido às mesmas apresentarem na sua composição química, alcalóides e compostos voláteis, flavonóides, terpenóides e esteróis.

As estruturas responsáveis pelas secreções nas plantas poderão ser identificadas e localizadas com auxílio da anatomia vegetal, que tem sido usada como uma ferramenta eficiente, e poderá dar subsídios aos estudos fitoquímicos, ontogenéticos, ecológicos, taxonômicos e filogenéticos.

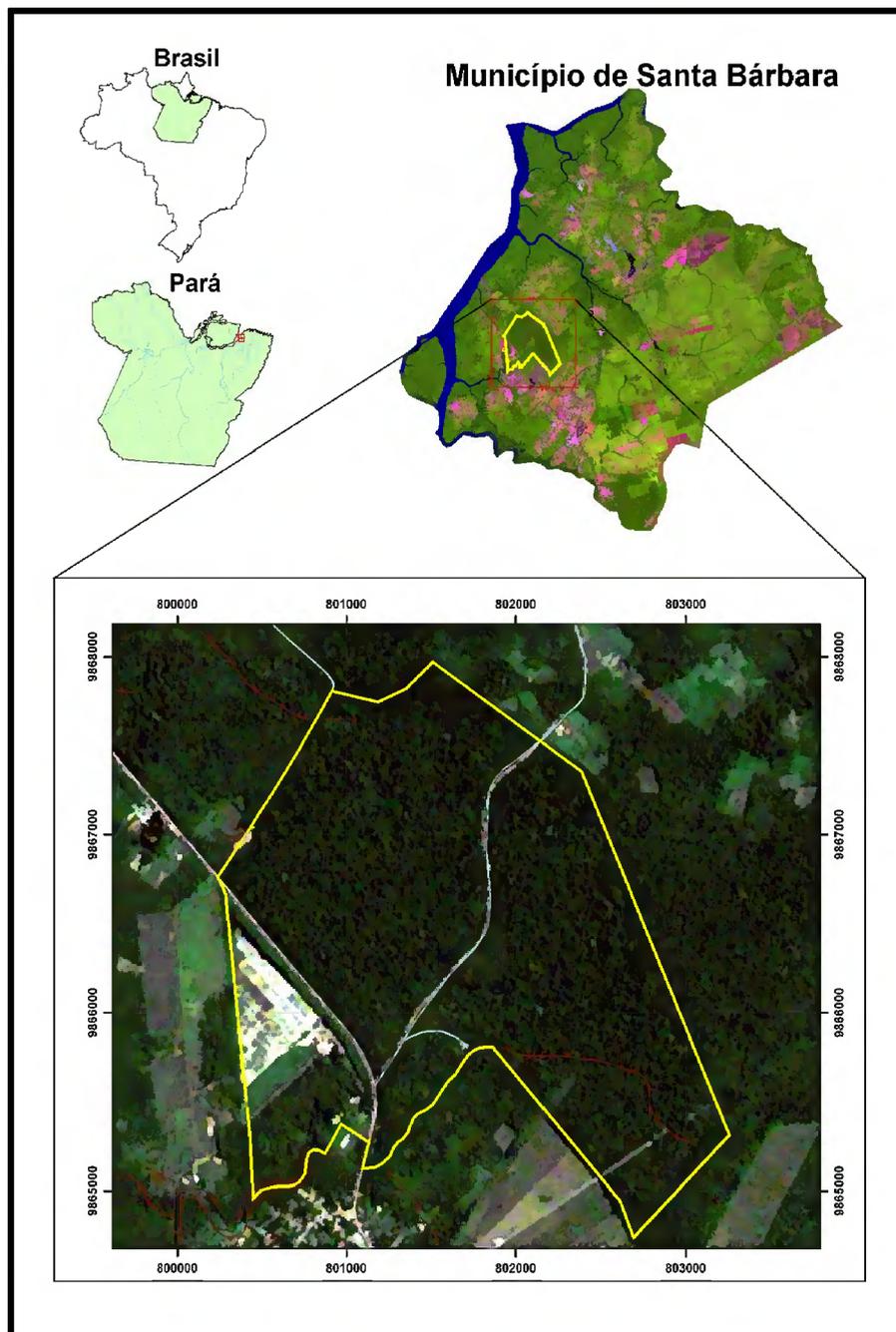
Apesar de a família Annonaceae ter importância econômica e farmacológica, ainda é escasso os estudos sobre a anatomia foliar, principalmente, para as espécies do gênero *Xylopia* L.

Diante do exposto, objetivou-se estudar a anatomia foliar, identificar e localizar as estruturas secretoras e realizar testes histoquímicos nas espécies *Xylopia benthamii* R. E. Fries e *Xylopia nitida* Dunal, com a finalidade de identificar os referidos *taxa*

## 2.2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.2.1. Área de Coleta

O material botânico estudado foi coletado no Parque Ecológico do GUNMA, localizado no município de Santa Bárbara, Pará, distando 34,8 Km de Belém (Fig. 1).



**Figura 1** - Localização Geográfica do Parque Ecológico do Gunma, Santa Bárbara, PA. Fonte: Almeida *et al.*, (2003) modificado.

### 2.2.1.1. Caracterização da Área

Segundo Almeida *et al.*, (2003), o Parque Ecológico do Gunma apresenta clima do tipo tropical Afi, de acordo com a classificação climática de Köppen, caracterizando-se por apresentar temperatura média de 18 °C, com precipitação pluviométrica maior ou igual a 60 mm no mês mais seco. A vegetação é composta por floresta ombrófila (úmida) densa de terra firme, sendo o ambiente mais representado pela floresta secundária (capoeira) latifoliada, Igapó e Várzea. Os solos que ocorrem no Parque são de três tipos: Latossolos Amarelos Álicos, Concrecionário Laterítico Álico e Gley Pouco Úmido. O seu relevo é de domínio da planície amazônica, incluindo planícies revestidas por florestas densas de terras baixas; plano com pouca declividade. A rede de drenagem do Parque é composta pelos igarapés Tracuateua e Tauariê. O igarapé Tracuateua drena o limite sul, enquanto o igarapé Tauariê drena uma pequena parte a nordeste do Parque. Ambos deságuam no furo das Marinhas, que separa a ilha de Mosqueiro da parte continental.

### 2.2.2. Material botânico

O material botânico de *Xylopia benthamii* foi retirado dos indivíduos registrados nos inventários florísticos realizados por Almeida *et al.*, (2003), no Parque Ecológico do Gunma. Sendo os mesmos localizados segundo os autores acima, no inventário sete, na parcela dois e número 21, e do inventário 16, parcela nove e de número 212. O material de *X. nitida* foi retirado da área de coleta de sementes da Embrapa sob o número 131 e 133 da parcela seis, e do indivíduo com número 285 da parcela 2, conforme levantamento florístico realizado por Leão *et al.*, (2005).

Para os estudos anatômicos, folhas do 4º e 5º nó foram retiradas dos indivíduos acima citados, coletados e levados ao laboratório de anatomia vegetal, fixados em FAA 70% por 24 horas e acondicionados em etanol 70% (JOHANSEN, 1940).

### **2.2.3. Métodos**

#### **2.2.3.1. Dissociação de epidermes**

Para a dissociação de epidermes, secções da lâmina foliar das regiões: apical, mediana, basal e marginal; foram imersas em solução de Jeffrey a 10% (Johansen, 1940), por aproximadamente 48 horas ou até a separação das epidermes. Em seguida, foram lavadas em água destilada, retirando o excesso de mesofilo, coradas com azul de astra e fucsina básica (Gerlach, 1984), desidratada em série etanólica e aceto-butílica crescente (Kraus & Arduin, 1997), sendo montadas entre lâmina e lamínula em bálsamo-do-canadá.

#### **2.2.3.2. Cortes histológicos**

##### **A – Mão livre**

Os cortes histológicos foram realizados nas três regiões da lâmina foliar (apical, mediana, basal e marginal) e pecíolo com auxílio de lâmina de barbear usando cortiça como suporte, foram selecionados os cortes mais finos, clarificados com água sanitária diluída em água destilada (1:1), armazenados em álcool 70% ou corados com azul de astra e fucsina básica (Gerlach, 1984) e montados entre lâmina e lamínula em glicerina diluída (1:1), vedando as bordas da lamínula com esmalte incolor.

##### **B - Micrótomo**

As secções da lâmina foliar e pecíolo previamente fixados em FAA 70% e em álcool 70%, foram desidratados em série etanólico-acetobutílica crescente, infiltrados e incluído em parafina histológica (Kraus & Arduin, 1997). Os blocos foram cortados com o auxílio de micrótomo rotativo (Reichert Jung modelo 1130), com espessura variando entre 8 e 10  $\mu\text{m}$ . Os cortes foram tratados pela série acetobutílico-etanólica decrescente, corados com azul de astra e fucsina básica, (Gerlach, 1984), seguidos da série etanólico-acetobutílica crescente e montados entre lâmina e lamínula em bálsamo-do-canadá.

### 2.2.3.3. Testes histoquímicos

Os testes histoquímicos foram realizados nos cortes histológicos de material fresco e naqueles clarificados em hipoclorito. Os reagentes utilizados estão demonstrados no Quadro 1.

**Quadro 1** - Testes histoquímicos empregados para a identificação de impregnações das paredes e inclusões celulares.

<b>SUBSTÂNCIA</b>	<b>REAGENTE</b>	<b>REAÇÃO</b>	<b>AUTOR</b>
Amido, celulose, pectina	Lugol	Roxa à negra	Johansen, 1940
Óleos, ceras, resinas, cutina, suberina	Sudam III	Vermelha	Johansen, 1940
Mucilagem	Azul de metileno	Azul intenso	Salatino & Silva, 1975
Polissacarídeos ácidos	Azul de toluidina	Azul violácea a verde azulada	Johansen, 1940
Lignina	Floroglucina	Vermelha	Johansen, 1940
Compostos fenólicos	Cloreto férrico a 10%	Negro-azulado	Johansen, 1940
Substâncias pécticas	Vermelho de Rutênio	Vermelho escuro	Langeron, 1949
Oxalato de cálcio	Ac. Clorídrico + Ac. Acético	Diluição	Chamberlain, 1938

### 2.2.3.4. Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

Secções do limbo foliar (ápice, meio, base e margem), foram desidratados em série etanólica crescente (Johansen,1940). Para a remoção parcial ou incompleta da cera epicuticular foi utilizado clorofórmio P.A. por duas semanas, trocando-se este solvente a cada três dias.

Em seguida, as amostras foram processadas em secador de ponto crítico, montadas em stubs e metalizadas com ouro (SILVEIRA, 1989).

### **2.2.3.5. Ilustrações**

#### **2.2.3.5.1. Fotomicrografias**

As lâminas foram fotomicrografadas com auxílio de câmera fotográfica digital *Cannon Power shop A640*, acoplada ao microscópio de luz Zeiss de modelo Axiolab nos vários aumentos de 4, 10, 40 e 100 vezes no Laboratório de Microscopia – MPEG.

#### **2.2.3.5.2. Eletromicrografias**

As imagens foram obtidas em microscópio eletrônico LEO modelo 1450 VP em aceleração de 10 a 15 Kv e°, pertencente ao Laboratório Institucional de Microscopia Eletrônica de Varredura do MPEG.

### **2.2.3.6. Diafanização foliar**

Folhas inteiras e secções da região mediana (entre margem e nervura central), das duas espécies de *Xylopia* foram mergulhadas em solução de hidróxido de sódio a 20% (Arnott, 1959), até total despigmentação e, posteriormente lavadas em água destilada. Essas amostras foram coradas com safranina hidro-alcoólica 1% (Johansen, 1940), por 24 horas. Em seguida o material foi desidratado em série etanólica crescente e aceto-butílica (KRAUS & ARDUIN, 1997).

A folha inteira foi montada entre placas de vidro com dimensões 7,5 cm x 20 cm x 2 mm e as secções entre lâmina e lamínula ambas em bálsamo do Canadá. As descrições do padrão de venação seguiu-se Hickey (1973).

## 2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.3.1. Descrição anatômica

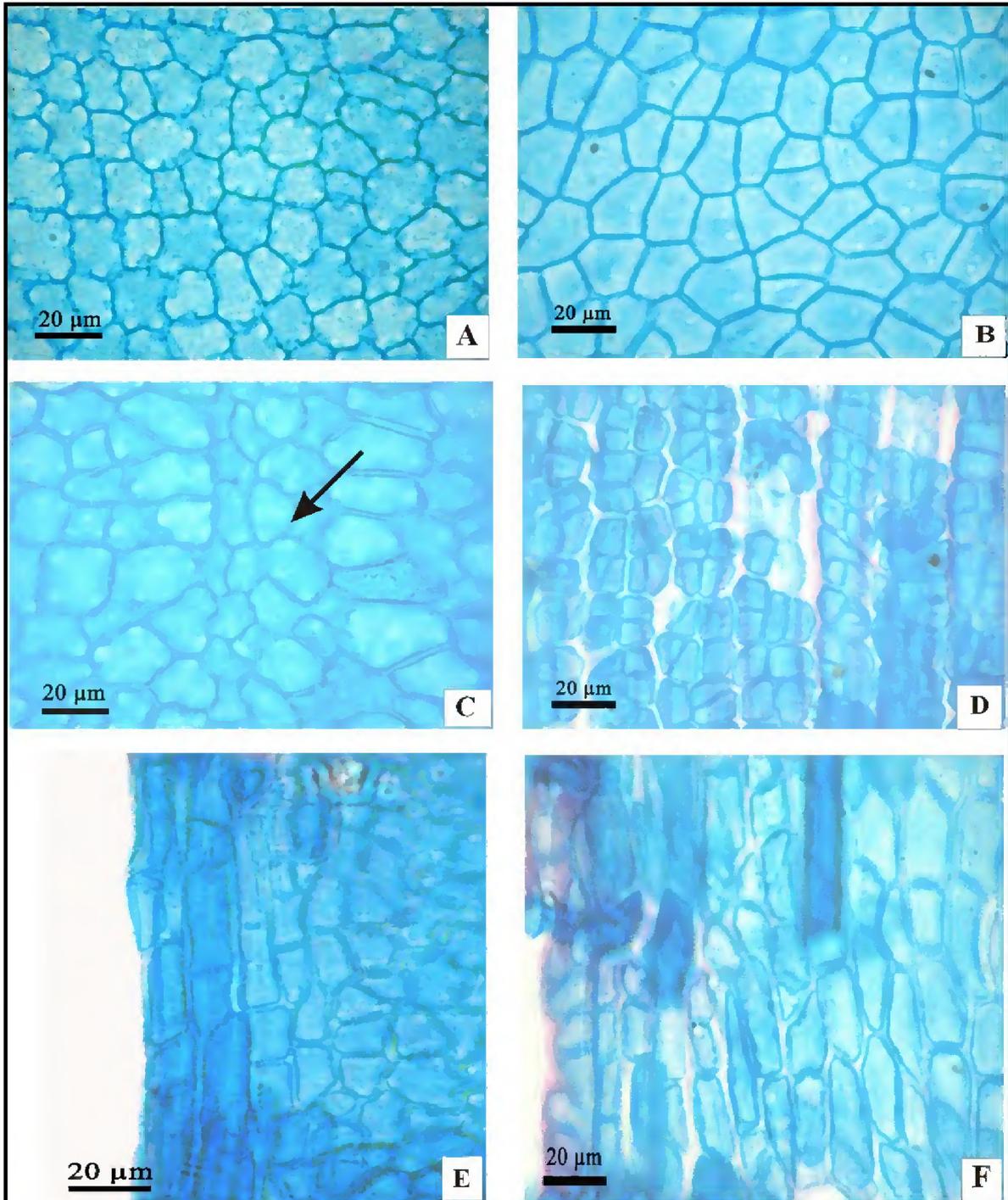
#### 2.3.1.1. Superfície Foliar

O tecido de revestimento em vista frontal das espécies *X. benthamii* e *X. nitida* nas regiões do apical, mediana e basal, apresentam a face adaxial com ausência dos apêndices epidérmicos (Figs. 2A e 2B), enquanto, que na face abaxial estão localizados os estômatos e tricomas (Figs. 3A e 3B). Na superfície adaxial das espécies estudadas, apresentaram as células epidérmicas de vários tamanhos, sendo que em *Xylopia benthamii* as células epidérmicas são irregulares com paredes anticlinais sinuosas (Fig. 2A), enquanto que em *X. nitida* as células epidérmicas são poligonais, com paredes anticlinais retas (Fig. 2B). As células epidérmicas que revestem as nervuras principal e secundárias dos *taxa* estudados, são menores em relação as demais células, sendo que em *X. benthamii* são semelhantes as demais quanto ao tamanho, forma e contorno das paredes anticlinais, porém as mesmas estão dispostas em fileiras organizadas (Fig. 2C), e em *X. nitida* são semelhantes as demais quanto ao contorno das paredes anticlinais, porém as mesmas são retangulares (Fig. 2D).

A ocorrência de paredes sinuosas descritas para *X. benthamii*, corrobora com os resultados encontrados por Justos et al., (2005) para a espécie *Xylopia brasiliensis* Sprengel. Em *X. nitida* as paredes anticlinais são retas, concordando com os resultados encontrados por Silva & Grotta (1975) e Morretes & Ferri (1959) ao estudarem as espécies *Xylopia frutescens* Aublet e *Xylopia grandiflora* St. Hil., respectivamente.

As células epidérmicas que se localizam as proximidades da margem em *X. benthamii* são heterodimensionais, tabulares na sua maioria com algumas quadradas (Fig. 2E), enquanto que em *X. nitida* as mesmas são na sua maioria irregulares, com algumas também retangulares e tabulares (Fig. 2F), sendo que em ambas a parede anticlinal é reta. Na região marginal tanto de *X. benthamii* quanto de *X. nitida*, ocorre também a presença de tricomas, simples e filiformes, porém esses caem durante o manuseio do material.

A superfície abaxial de *X. benthamii* e *X. nitida* em vista frontal apresentam entre as células epidérmicas tricomas e estômatos (Figs. 3A e 3B). As células epidérmicas abaxiais de *X. benthamii* são irregulares, de paredes anticlinais levemente sinuosas (Figs. 4C e 6A),



**Figura 02:** Vista frontal da superfície adaxial da epiderme de *Xylopiya* L.: A, C e E - *X. benthamii*. B, D e F - *X. nitida*. A e B – Vista geral. C e D – Detalhe das células da nervura central. E e F – Detalhe das células da margem. Seta indica nervura central.

enquanto que em *X. nitida* as células apresentam a parede anticlinal reta (Fig. 3B e 6B) e a parede periclinal externa com projeções levemente acentuadas, lembrando uma papila (Figs. 4D e 6D). As células epidérmicas que revestem as nervuras principal e secundárias de ambas as espécies possuem parede anticlinal reta, forma tabular, podendo ocorrer também algumas quadradas, estreitas em relação às demais células do limbo foliar (Figs. 3C e 3D). Solereder (1908) cita que a sinuosidade das paredes anticlinais, é um caráter taxonômico importante na separação das espécies da família Annonaceae.

A presença de papilas na epiderme abaxial para as espécies de Annonaceae foi reportada por Metcalfe & Chalk (1950), ao estudarem a anatomia geral da família, porém estes autores não fizeram referência ao gênero *Xylopia*.

Napp-Zinn (1988) *apud* Vieira & Gomes (1995), relataram que as papilas possuem funções de proteção contra a perda de água pelos estômatos e captação de estímulos luminosos. A espécie *X. nitida* geralmente encontra-se acima do sub-bosque em contato direto com a luz, a presença de papilas pode ser uma resposta da planta a grande intensidade luminosa que recebe.

A cutícula, em microscopia eletrônica de varredura, dos *taxa* estudados, apresenta-se na face adaxial lisa (Fig. 4A) e levemente estriada na face abaxial em *X. benthamii* (Fig. 4C), enquanto que em *X. nitida* a cutícula é lisa em ambas as superfícies (Figs. 4B e 4D), esta característica também é reportado para *Rollinia mucosa* Jacq. Baill por Albarello *et al.*, (2001); e levemente estriada nas nervuras secundárias (Fig. 4E). Ambas as espécies apresentam sobre a cutícula uma densa camada de cera epicuticular do tipo escamosa (Figs. 5A e 5B).

Para os autores Wilkinson (1979) e Alquini *et al.*, (2003), a ornamentação da cutícula é característica de plantas de ambientes xéricos ou folhas de sol, enquanto que cutícula lisa é característica de espécies mesofíticas, hidrófitas ou em folhas de sombra. Os mesmos autores afirmam que a ornamentação da cutícula pode ser usada como caráter diagnóstico taxonômico, tendo também a função de proteção contra a perda de água e proteção contra o excesso de luminosidade. Esta afirmação, da ornamentação cuticular não procede em relação às espécies estudadas, já que *X. nitida* encontra-se em ambiente mais exposto a radiação solar.

Com relação à cera epicuticular, Raven *et al.*, (1992) reportam que a cera pode exercer um mecanismo contra a perda de água, enquanto que Esau, (1974) a cera não parece desempenhar papel importante na redução da transpiração.

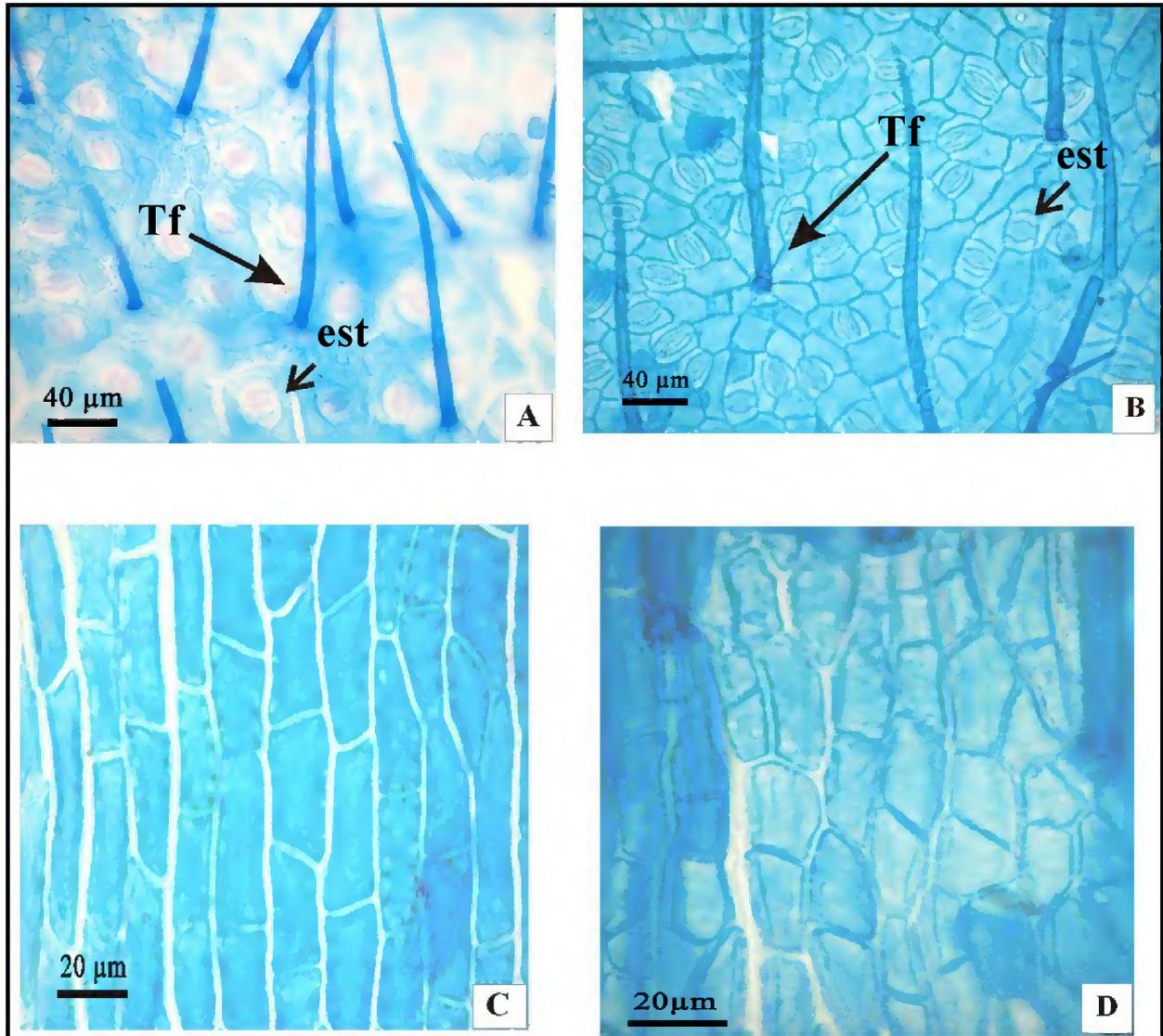
Do ponto de vista taxonômico, a forma como a cera epicuticular se deposita sobre a superfície foliar consiste em um caráter diagnóstico (WILKINSON 1979, e ALQUINI *et al.*, 2003).

Nas espécies estudadas esse caráter não apresenta importância taxonômica já que em ambas a cera epicuticular identificada é igual.

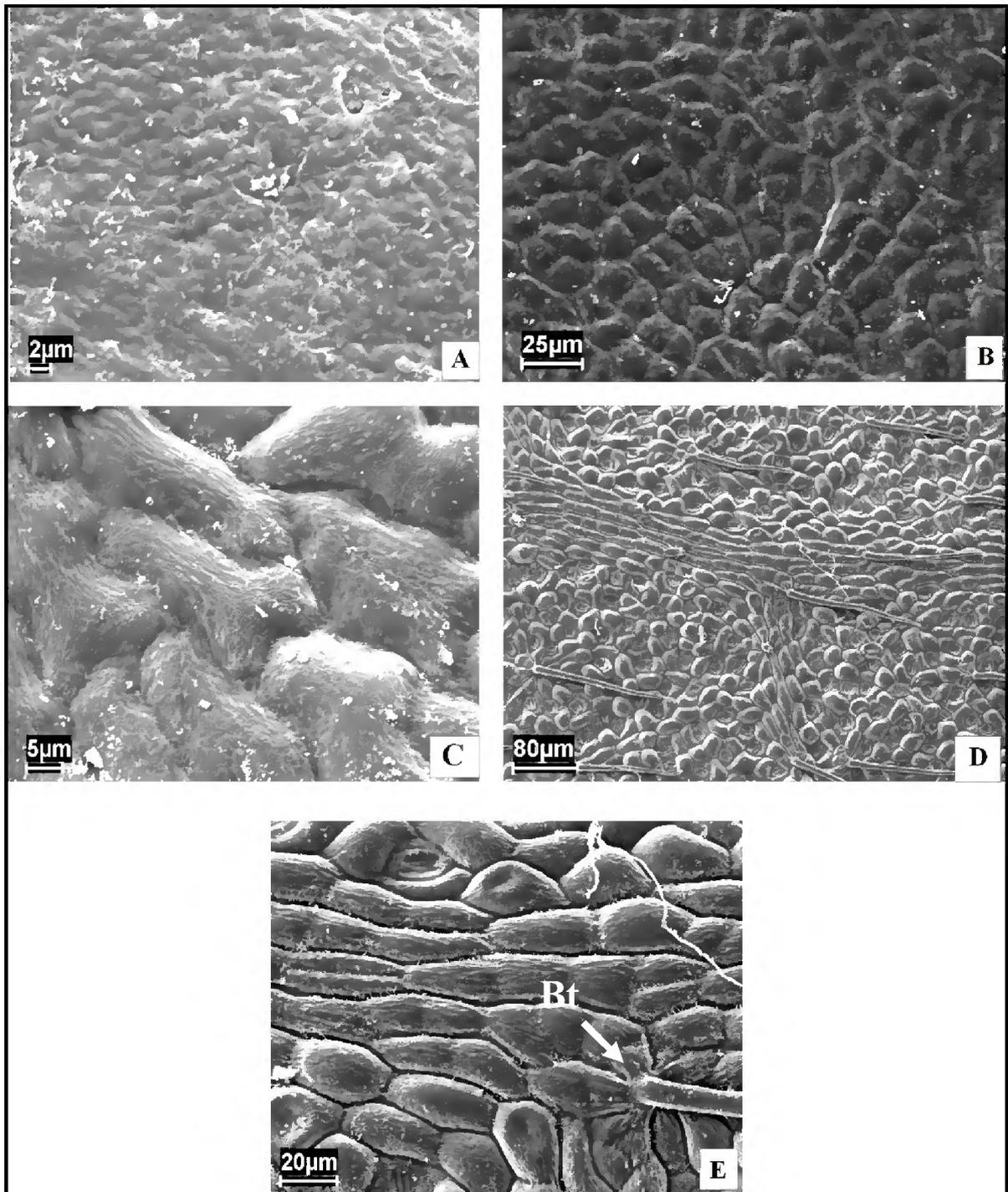
Observa-se que ambas as espécies do presente estudo apresentam tricomas simples, filiformes, afinando-se da base para o ápice (Figs. 3A e 3B), para *X. benthamii* estes são geralmente tricelulares, enquanto que para *X. nitida* estes são geralmente bicelulares, ambos com a base inserida entre seis a sete células epidérmicas (Fig. 6E e 6F), as quais apresentaram estriações longitudinais.

Metcalfé & Chalk (1950), Solereder (1908), Patel (1971) e Justos *et al.*, (2005) citam a presença de tricomas simples e pluricelular para várias espécies da família Annonaceae, enquanto que Morretes & Ferri (1959), referem-se a tricomas unicelulares.

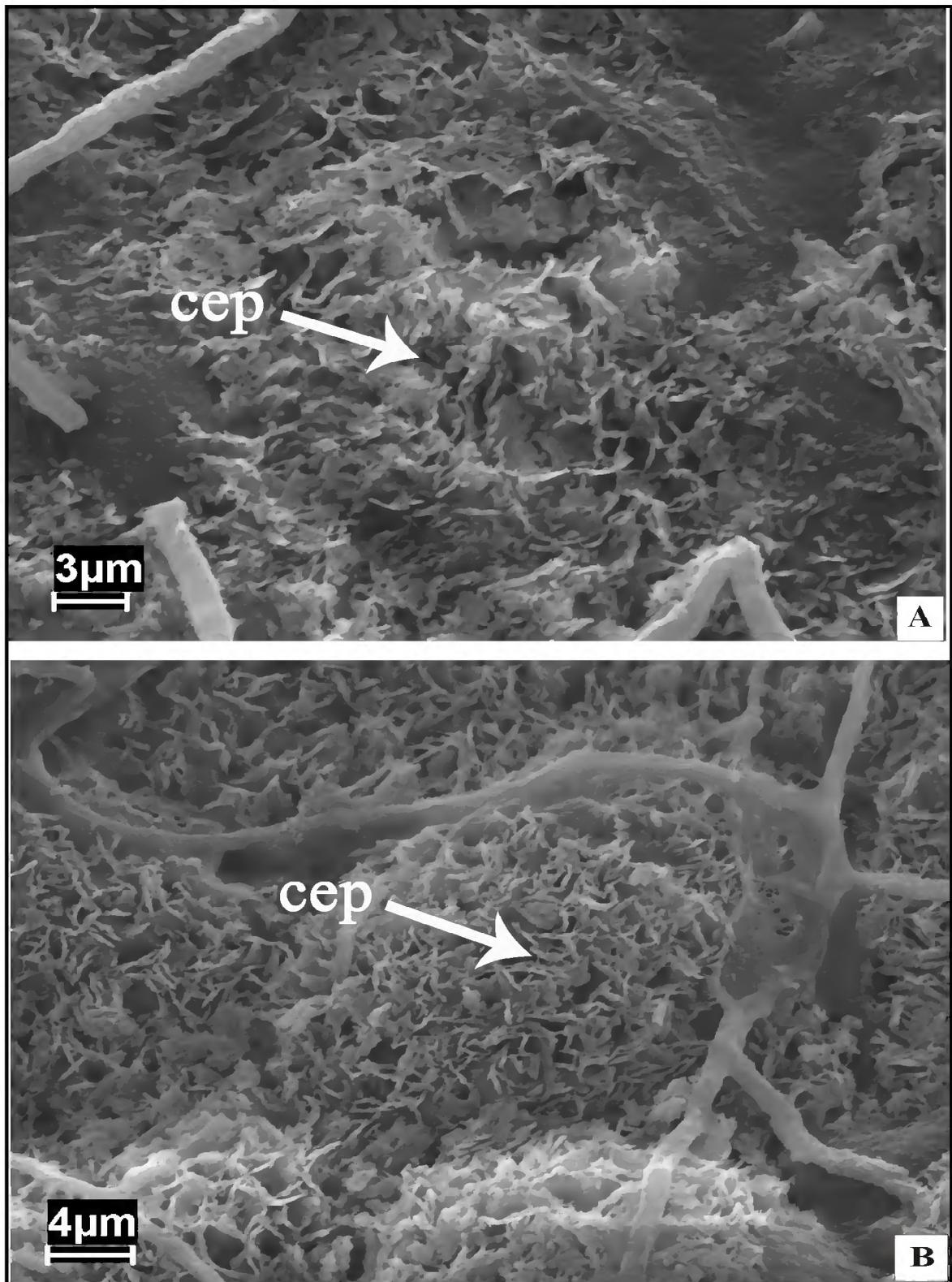
Os tricomas têm, geralmente, forma característica dentro das espécies e podem ter significado taxonômico (Cutter, 1986), porém de acordo com a literatura citada anteriormente e com os resultados obtidos nesse estudo, o tricoma não possui uma grande variedade nessa família, por isso não tem importância na diferenciação das espécies.



**Figura 03:** Vista frontal da superfície abaxial das espécies de *Xylopia* L.: A e C - *X. benthamii*. B e D - *X. nitida*. A e B – Vista geral da superfície. C e D – detalhe das células da nervura central. Seta maior tricoma filiforme (Tf); seta menor estômatos (est).

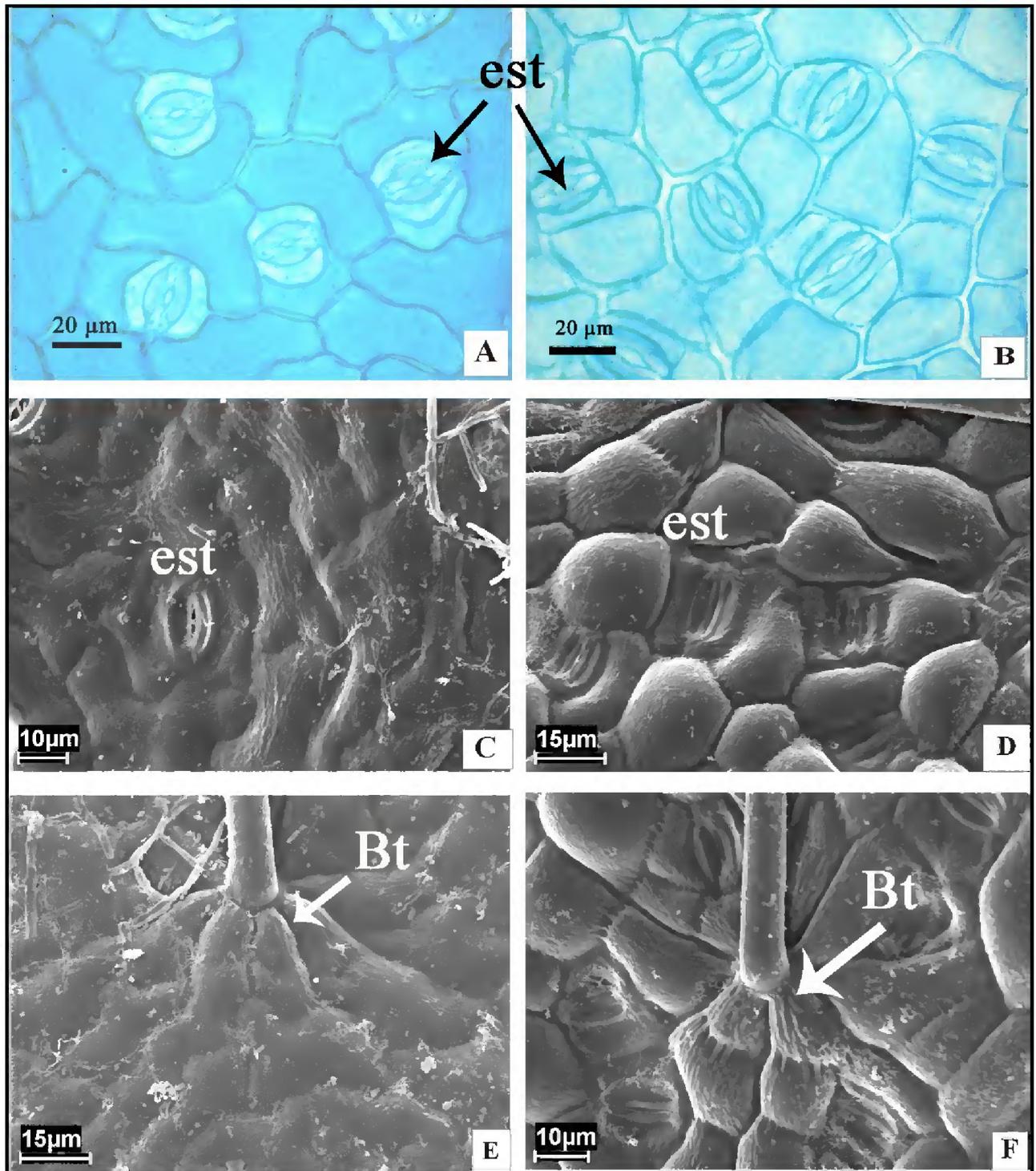


**Figura 04.** Eletromicrografia de varredura da superfície foliar das espécies de *Xylopia* L.: A e C: *X. benthamii*. B, D e E: *X. nitida*. A e B – vista geral da superfície adaxial, evidenciando cutícula lisa; C – superfície abaxial, mostrando cutícula levemente estriada; D – superfície abaxial, mostrando cutícula lisa e epiderme papilosa; E – detalhe das células epidérmicas sobre a nervura secundária, evidenciando cutícula levemente estriada. Seta base de tricoma (Bt).



**Figura 05.** Eletromicrografia de varredura da cera epicuticular do tipo escama da superfície foliar de *Xylopia* L. A – Face abaxial de *X. benthamii*. B – Face adaxial de *X. nitida*. Cera epicuticular (cep).

Os estômatos observados para espécies *X. benthamii* e *X. nitida* são paracíticos (Figs. 6A, 6B, 6C e 6D). Entretanto, percebe-se que em *X. benthamii* os estômatos estão levemente acima das demais células epidérmicas (Fig. 6C), enquanto que em *X. nitida* os mesmos ficam levemente abaixo do nível das demais células (Fig. 6D). O tipo paracítico é reportado por Metcalfe & Chalk (1950), Patel (1971), Silva & Grotta, (1975) e Justo et al. (2005).



**Figura 06.** Superfície abaxial da epiderme foliar de *Xylopia* L.: A, C e E - *X. benthamii*. B, D e F - *X. nitida*. A e B – Fotomicroscopia evidenciando as células epidérmicas, estômatos paracíticos e as demais células epidérmicas; C – Eletromicrografia dos estômatos levemente acima das demais células epidérmicas; D – Estômatos levemente abaixo do nível das demais células; E e F – Eletromicrografia do detalhe da base do tricoma filiforme em roseta e as estrias longitudinais nas demais células epidérmicas. Estômatos (est). Base do tricoma (Bt).

### 2.3.1.2. Secção Transversal

#### 2.3.1.2.1. Lâmina foliar

A lâmina foliar em secção transversal das espécies estudadas é dorsiventral (Figs. 7A e 7B). Contudo, em *X. benthamii* ambas as epidermes são uniestratificadas, com células heterodimensionais, retangulares, de paredes anticlinais e periclinais retas (Figs. 7C, 7E e 7G), porém na face adaxial as mesmas apresentam a parede periclinal externa levemente invaginada (Fig. 7C e 7E). Entretanto, em *X. nitida* a epiderme adaxial é multisseriada, com duas a quatro camadas de células, heterodimensionais, retangulares, com paredes anticlinais e periclinais retas, sendo que a última camada de células epidérmicas apresentam-se maiores em relação às demais, que são retangulares, lembrando uma hipoderme, porém apresenta células em divisões (Fig. 7B, 7D e 7F).

Na face abaxial as células epidérmicas são heterodimensionais, retangulares com algumas arredondadas, com paredes anticlinais e a periclinal interna retas, enquanto que a parede periclinal externa é côncava, semelhantes a papilas (Fig. 7H). Nas células epidérmicas adaxiais de ambas as espécies observam-se cristais de oxalato de cálcio do tipo drusas (Figs. 7E e 7F).

Epiderme uniestratificada é reportada nos trabalhos de Santos et al, (2004) e Justos et al, (2005) ao estudarem as folhas de *X. brasiliensis*, enquanto epiderme multisseriada foi citada por Metcalfe & Chalk (1950), para espécies de *Xylopi*a, e Silva & Grotta (1975), nas folhas de *X. frutescens*. Morretes & Ferri (1959), denominou essa segunda camada de hipoderme para *X. grandiflora*, o que podemos observar em *X. nitida*, que na segunda camada de células ocorre divisões, caracterizando epiderme multisseriada.

A presença de cristais nas células epidérmicas adaxiais, observados em ambas as espécies, esta de acordo com as observações feitas por Solereder (1908) e Metcalfe & Chalk (1950) para a família Annonaceae, por Silva & Grotta (1975), para *X. frutescens* e também por Justos *et al.*, (2005) para a lâmina foliar de *X. brasiliensis*.

Os estômatos em secção transversal, em *X. benthamii* estão dispostos ao mesmo nível das células epidérmicas (Fig. 7G), concordando com os resultados encontrados por Justos *et al.*, (2005) em *X. brasiliensis*. Em *X. nitida* os estômatos encontram-se abaixo do nível das células epidérmicas (Fig. 7H), conforme visto também por Morretes & Ferri (1959), para *X. grandiflora*.

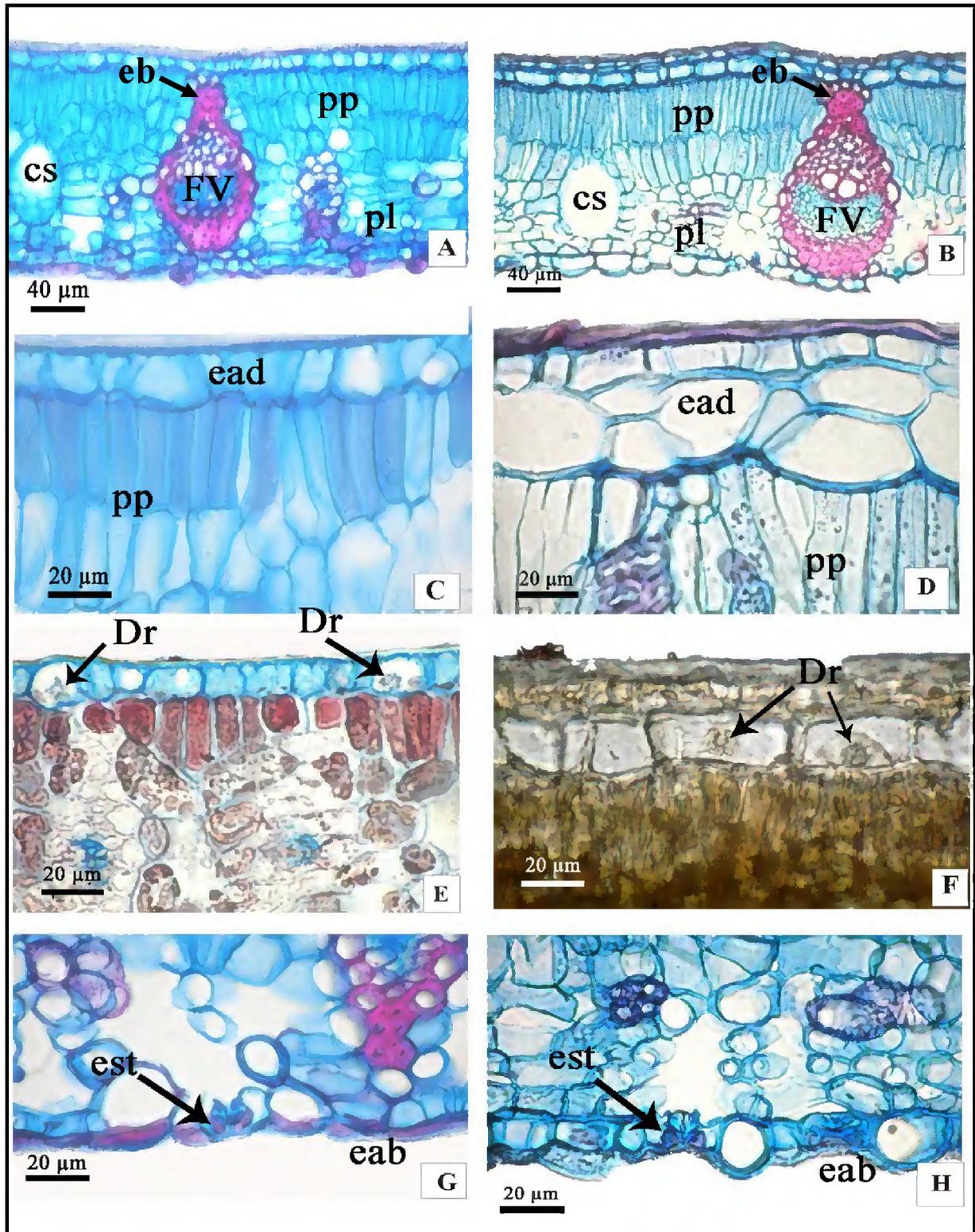
Os tricomas em secção transversal, vistos nas espécies de *Xylopia* estudadas apresentam a base com parede espessada e lignificada, sendo a mais interna, voltada para o lúmen, que se apresenta comprimida, provavelmente isso decorre do fato de ser adpresso, a célula mais apical não é lignificada e cai durante o manuseio. Koek-Noorman (1992) cita também para as espécies de *Rollinia* tricomas adpressos.

O mesofilo dos *taxa* estudados não apresentaram diferenças entre si, o parênquima paliçádico é geralmente biestratificado (Figs. 7A e 7B), porém, existem algumas diferenças em relação ao tamanho das células deste parênquima. Em *X. benthamii* as células da primeira camada são menores e chegam a apresentar até três camadas de células próximas aos feixes vasculares. Em *X. nitida* a primeira camada é mais longa que em *X. benthamii*, provavelmente devido a espécie ser emergente na floresta. O parênquima lacunoso para ambas as espécies é constituído de quatro a seis camadas de células apresentando espaços intercelulares evidentes (Figs. 7A, 7B, 7G e 7H).

Metcalf & Chalk (1950) e Solereder (1908), afirmam que a dorsiventralidade das folhas para as espécies pertencentes à família Annonaceae é comum, conforme também observado para *X. frutescens* por Silva & Grotta (1975), e para *X. brasiliensis* por Santos *et al.*, (2004) e Justos *et al.*, (2005).

Na lâmina foliar das espécies *X. benthamii* e *X. nitida* observa-se que entre o mesofilo das mesmas ocorre feixes vasculares do tipo colateral e cavidades secretoras (Figs. 7A, 7B, 8C e 8E). Os feixes vasculares secundários apresentam o floema voltado para a face abaxial, enquanto que o xilema para a face adaxial, e estes podem ou não serem envolvidos por bainha esclerenquimática que pode ou não formar bainha de extensão, quando isto ocorre atinge a epiderme adaxial (Figs. 7A, 7B, 8C, 8E e 8F). Estas características foram citadas também por Metcalf & Chalk (1950) e Solereder (1908) para a família, e corrobora com os resultados encontrados por Silva & Grotta, (1975) que investigaram as folhas de *X. frutescens*.

De acordo com Koek-Noorman (1992) a bainha de feixes também pode ser usada como um caráter diagnóstico.

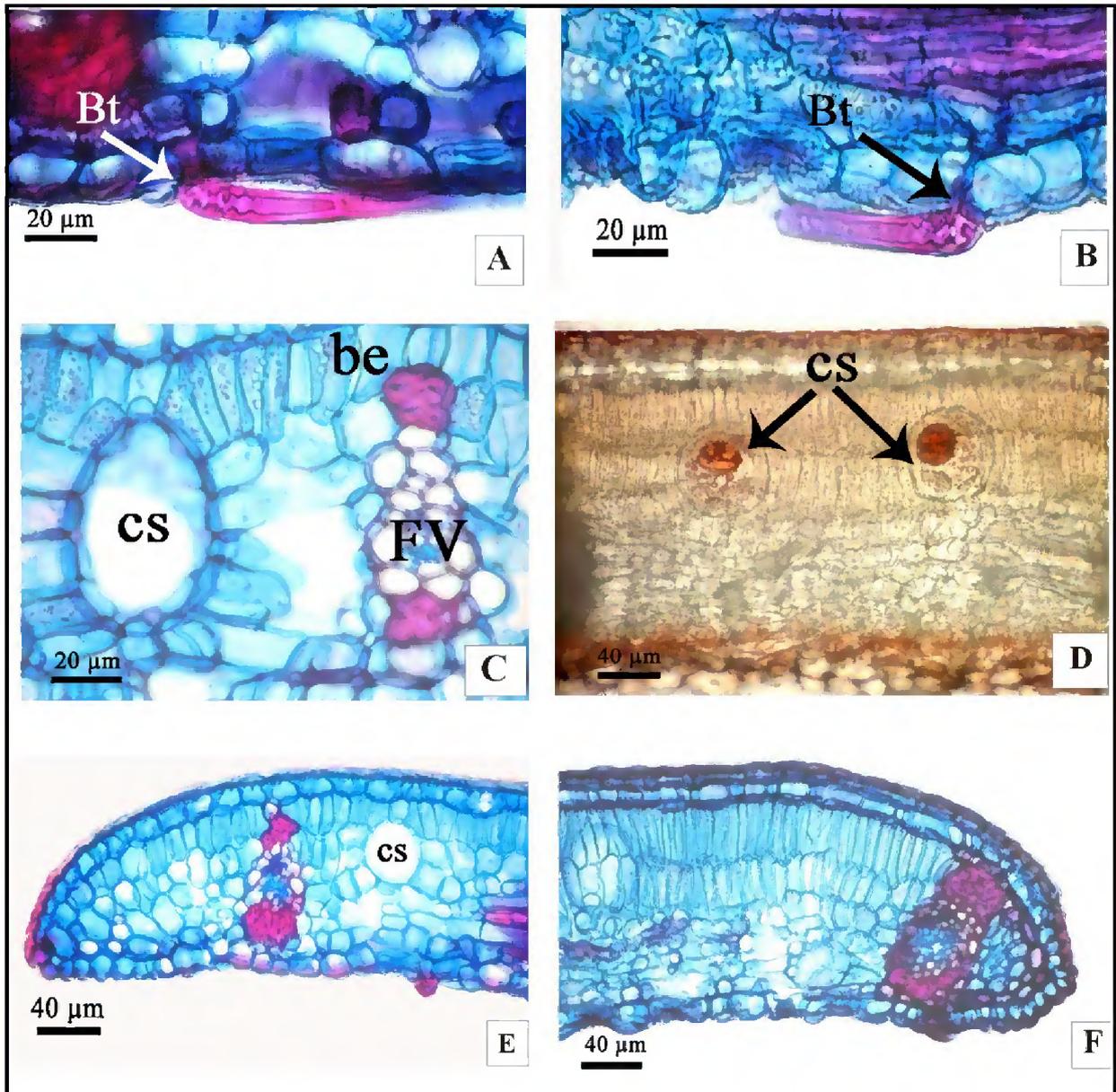


**Figura 07.** Fotomicrografias da lâmina foliar de *Xylopia* L, em secção transversal. A, C, E e G: *X. benthamii*. B, D, F e H: *X. nitida*. A e B – vista geral do mesofilo contendo cavidades secretoras e feixes vasculares com extensão de bainha; C e D – detalhe da epiderme adaxial; E e F – detalhe dos cristais em drusas inseridos nas células epidérmicas; G e H – detalhe da epiderme abaxial, evidenciando a posição dos estômatos em secção transversal. Extensão de bainha (eb). Cavidade secretora (cs). Drusas (Dr). Epiderme abaxial (eab). Epiderme adaxial (ead). Estômatos (est). Feixes vasculares (FV). Parênquima lacunoso (pl). Parênquima paliçádico (pp).

As cavidades secretoras em ambas as espécies, estão distribuídas aleatoriamente por todo o mesofilo, são heterodimensionais, arredondadas e ovais (Figs. 7A, 7B, 8C e 8D). Essas cavidades apresentam substâncias lipídicas comprovadas pelo testes histoquímicos realizados (Fig. 8D).

Morretes & Ferri (1959), ao analisarem as folhas de *X. grandiflora* definem a cavidade secretora como uma grande câmara de contorno quase circular, Silva & Grotta (1975), denominaram essa estrutura de célula arredondada em *X. frutescens*, Santos *et al.*, (2004) afirmam que estas são na verdade cavidades oleíferas em *X. brasiliensis*, enquanto que Justos *et al.*, (2005), definem estas estruturas de idioblasto oleíferos também em *X. brasiliensis*, no presente trabalho foi proposto denominar essas estruturas de cavidades secretoras, entretanto, sugerimos para a maior confiabilidade sobre a origem desta estrutura recomendamos a realização de estudos ontogenéticos, o qual não é objetivo do presente trabalho.

A região próxima a margem foliar dos *taxas* estudados, apresentam a organização interna semelhante ao do mesofilo, entretanto, ambas exibem diferenças. Em *X. benthamii* a margem termina com parênquima paliçádico apresentando uma camada, e o parênquima lacunoso com três camadas (Fig. 8E). Em *X. nitida* a margem foliar apresenta feixes vasculares colaterais, seguido de parênquima fundamental e uma camada de células esclerenquimáticas reforçando a extremidade (Fig. 8F).



**Figura 08.** Fotomicrografias da lâmina foliar de *Xylopia* L, em secção transversal. A, C e F: *X. benthamii*. B, D e F: *X. nitida*. A e B – detalhe da inserção dos tricomas em secção transversal; C – detalhe da cavidade secretora e feixe vascular no mesofilo; D – cavidades secretoras com conteúdo lipídico; E e F – vista geral da margem. Base do tricoma (Bt). Bainha de extensão (be). Cavidade secretora (cs). Feixe vascular (FV).

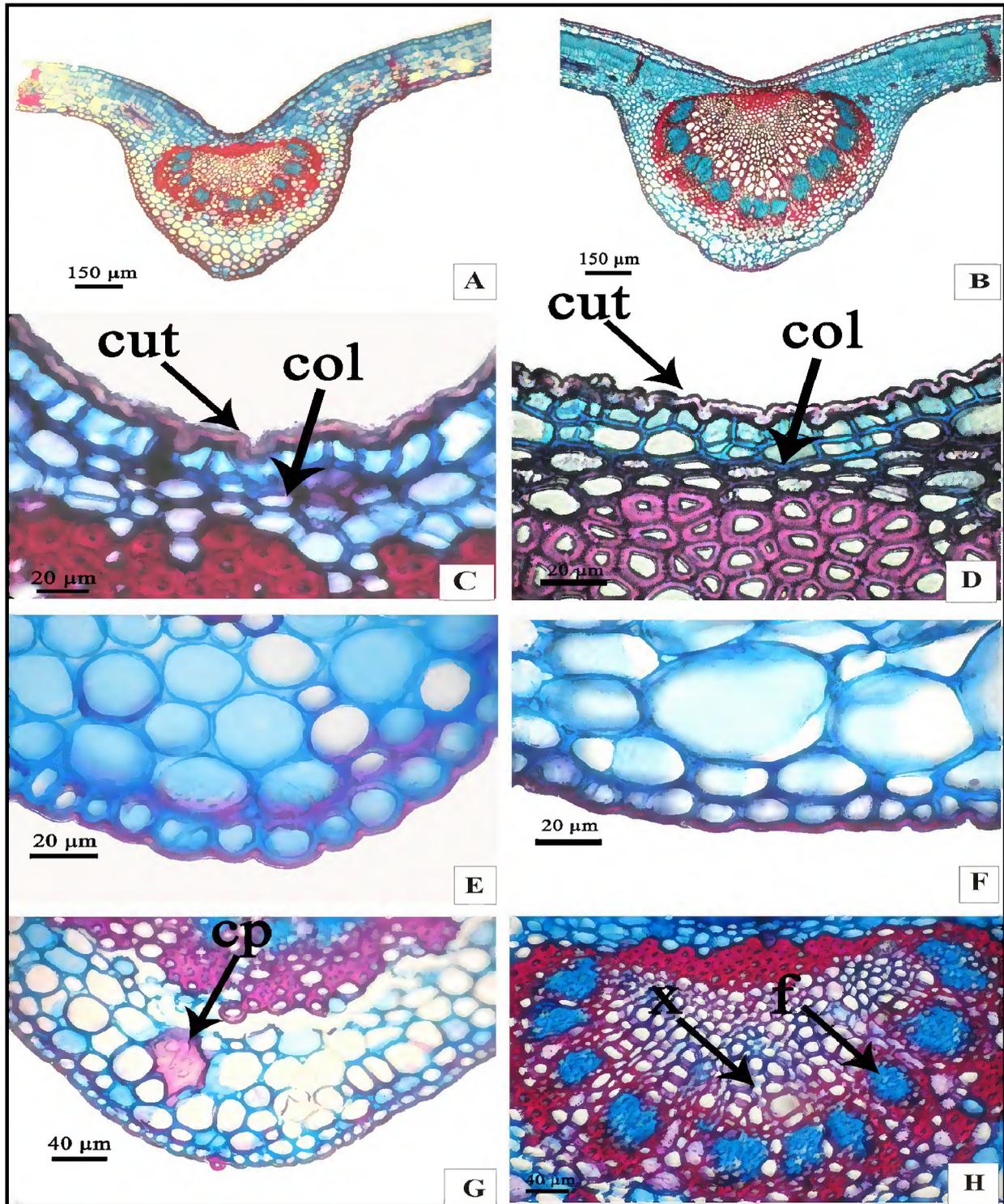
### 2.3.1.2.2. Nervura central

A nervura central das espécies *X. benthamii* e *X. nitida* em secção transversal, das três regiões da lâmina foliar, apresenta as células epidérmicas adaxiais menores em relação às demais, são heterodimensionais, na sua maioria tabulares, com as paredes anticlinais e periclinais internas retas, enquanto que a periclinal externa é ondulada (Figs. 9C e 9D). Entretanto, ambas seguem o padrão do mesofilo. A epiderme adaxial é uniestratificada em *X. benthamii* (Fig. 9C), e biestratificada em *X. nitida* (Fig. 9D). Em *X. benthamii* e *X. nitida* a face abaxial é uniestratificada, e apresenta células epidérmicas heterodimensionais, arredondadas, de paredes anticlinais e periclinais espessadas (Figs. 9E e 9F). A cutícula dos *taxas* estudados é bastante espessada na epiderme adaxial (Figs. 9C e 9D), enquanto que a epiderme abaxial é levemente espessada (Figs. 9E e 9F).

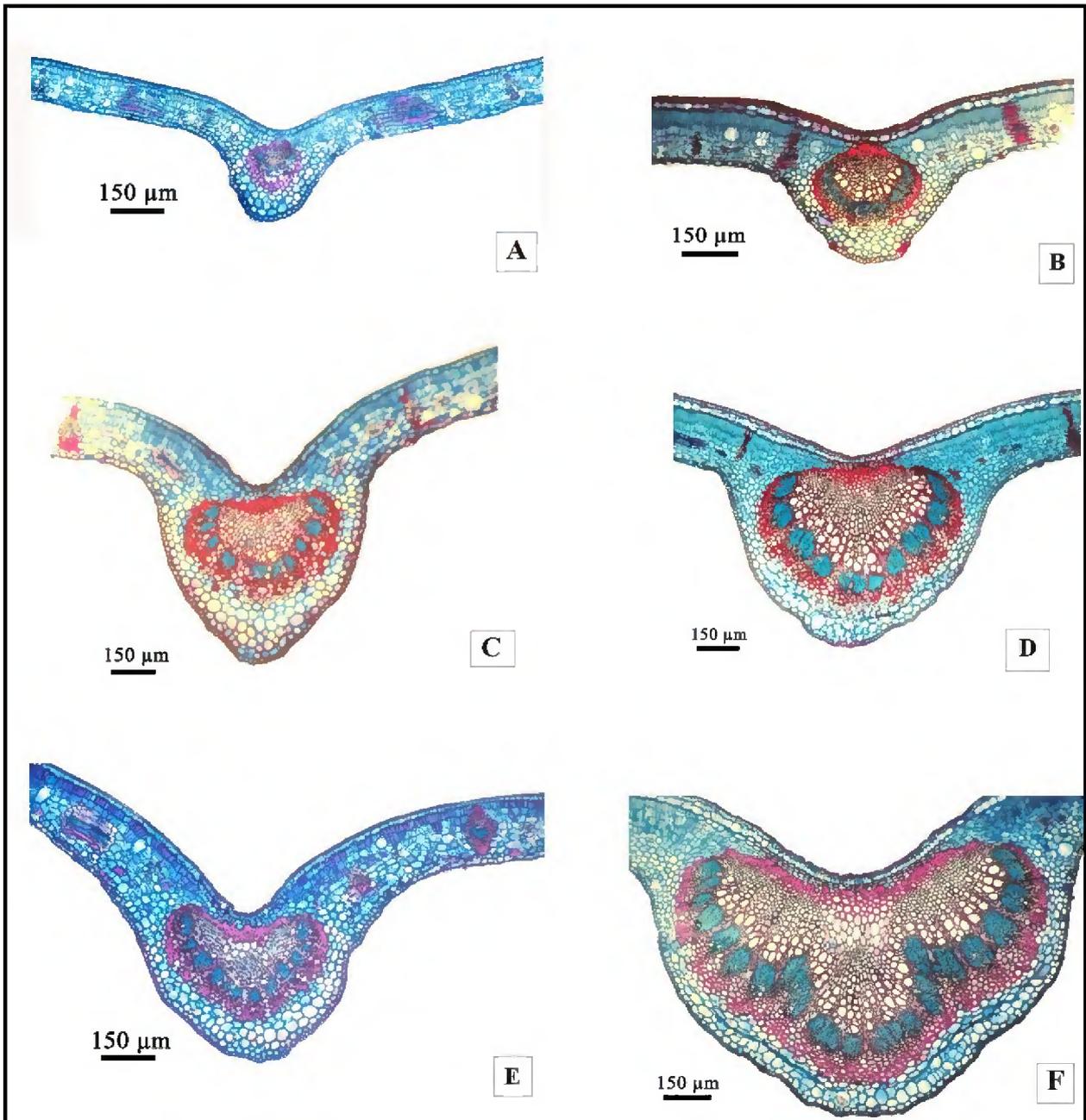
Adjacente a epiderme adaxial, observam-se células colenquimáticas que variam de uma a três camadas com espessamento anelar em ambas as espécies (Figs. 9C e 9D). No parênquima que preenche a nervura central, observa-se a presença de eventuais aglomerados de células pétreas na região da base em *X. benthamii* (Fig. 9G).

A nervura central dos *taxa* estudados apresentam tecido vascular, semicircular, colateral, envolvido por uma bainha esclerenquimática descontínua, interrompidas por raios de células parenquimáticas (Figs. 9A, 9B e 9H). O floema acompanha todo o tecido vascular, e está voltado para a face abaxial, interrompido por raios de células parenquimáticas formando agrupamentos isolados (Fig. 9H). Do ápice a base, o floema aumenta. No ápice de *X. benthamii* os mesmos apresentam até seis agrupamentos (Fig. 10A) e em *X. nitida* até 11 (Fig. 10B). Na região mediana 11 agrupamentos em *X. benthamii* (Fig. 10C) e em *X. nitida* 15 (Fig. 10D), enquanto que na região basal em *X. benthamii* apresenta 16 agrupamentos (Fig. 10E) e na base de *X. nitida* estes apresentam 24 (Fig. 10F). O xilema apresenta-se em cordões longitudinais localizado na parte central do feixe, onde o protoxilema está voltado para a face adaxial, sendo interrompido por fibras, e o metaxilema voltado para a face abaxial, o qual é interrompido por células esclerenquimáticas (Fig. 9H).

A organização do tecido vascular das espécies estudadas, também foi observada por Morretes & Ferri (1959), para *X. grandiflora* e Silva & Grotta (1975), para *X. frutescens*, enquanto que Justos et al., (2005) encontraram tecido vascular envolvido por bainha esclerenquimática contínua em *X. brasiliensis*.



**Figura 09.** Fotomicrografia da nervura central da folha de *Xylopia* L, em secção transversal. A, C, E e G: *X. benthamii*. B, D, F e H: *X. nitida*. A e B – Vista geral da região mediana. C e D – detalhe das células epidérmicas adaxiais da região mediana; E e F – detalhe das células epidérmicas abaxiais da região mediana; G – detalhe de células pétreas inserida na região próxima a epiderme abaxial na base da folha; H - detalhe do feixe vascular na região mediana. Células pétreas (cp). Colênquma (col). Cutícula (cut). Floema (f). Xilema (x).



**Figura 10:** Fotomicrografia da nervura central da folha de *Xylopia* L, em secção transversal. A, C e E: *X. benthamii*. B, D e F: *X. nitida*. A e B – região apical; C e D – região mediana; E e F – região basal.

### 2.3.1.3 Pecíolo

A face adaxial do pecíolo em corte transversal apresenta na face adaxial de *X. benthamii* uma invaginação conspícua (Fig. 11A), enquanto que em *X. nitida* na face adaxial a mesma não é muito pronunciada (Fig. 11B). O pecíolo apresenta-se dividido em três regiões bem distintas: de revestimento, cortical e a vascular (Figs. 11A e 11B).

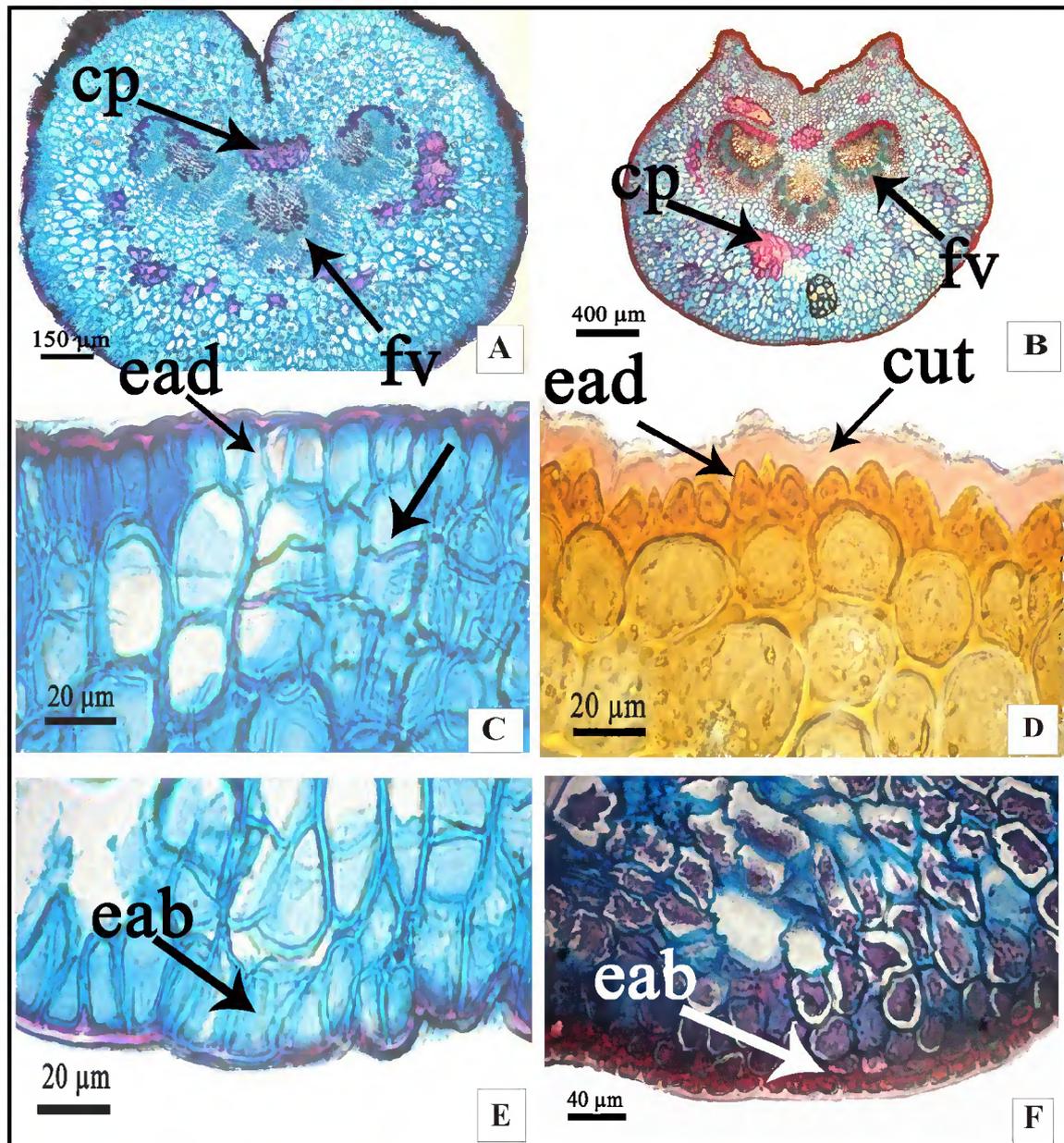
A região de revestimento dos *taxa* estudados é formada por células epidérmicas adaxiais heterodimensionais, irregulares na sua maioria, podendo eventualmente apresentar formato tabular e quadrada, com paredes anticlinais retas e as periclinais internas e externas são convexas em *X. benthamii* (Fig. 11C) e papilosa em *X. nitida* (Fig. 11D). As células epidérmicas abaxiais em ambas as espécies são heterodimensionais, irregulares com paredes anticlinais e periclinais espessadas (Figs. 11E e 11F). A cutícula em ambas as faces apresenta-se espessada nos *taxa* estudados (Figs. 11C, 11D, 11E e 11F).

A região cortical das espécies estudadas é preenchida por um parênquima fundamental, sendo que em *X. benthamii* de células heterodimensionais, ovais, apresentando paredes espessadas, em que algumas ocorrem divisões no sentido periclinal (Fig. 11C), enquanto que em *X. nitida* estas divisões não são observadas (Fig. 11D).

Entre as células do parênquima cortical verificam-se a presença de idioblastos em drusas, cavidades secretoras e aglomerados de células pétreas. Os idioblastos em drusas distribuem-se por todo o pecíolo, e são constituídos de oxalato de cálcio confirmado por testes histoquímicos (Figs. 12A e 12B).

Para Franceschi & Horner Jr. (1980), os depósitos de cristais nos seus diferentes formatos e localização na planta, são formados pelo ácido oxálico, e a sua presença, pode ser uma resposta à remoção do excesso do oxalato do sistema metabólico, armazenamento de cálcio e proteção contra o ataque de animais herbívoros.

Do ponto de vista taxonômico, Solereder (1908), afirma que os cristais podem ser um caráter diagnóstico para a família Annonaceae.

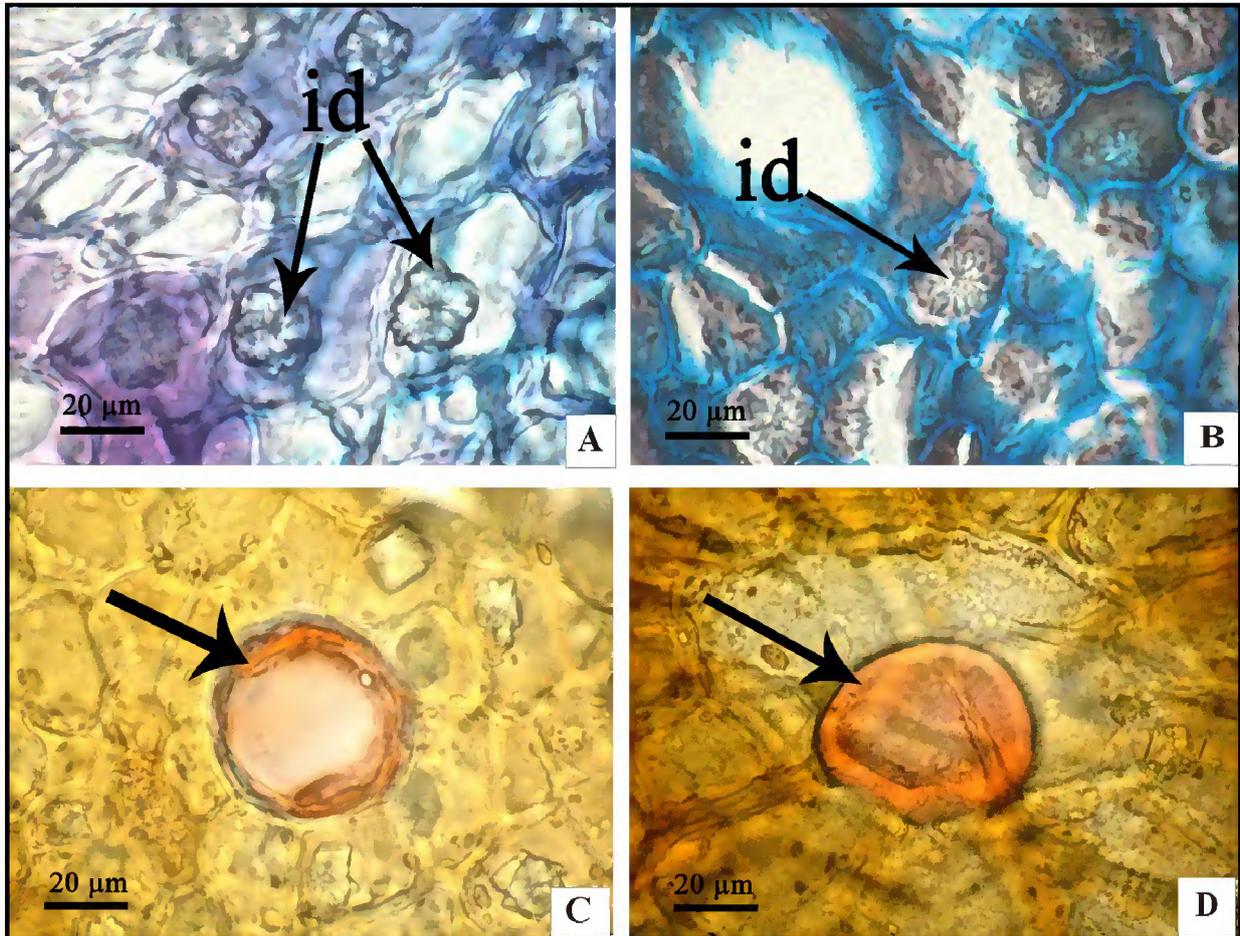


**Figura 11.** Pecíolo de *Xylopia* L, em secção transversal. A, C e E: *X. benthamii*. B, D e F: *X. nitida*. A e B – Vista geral do pecíolo, evidenciando as regiões de revestimento, cortical e vascular; C e D – detalhe das células epidérmicas adaxiais; E e F – detalhe das células epidérmicas abaxiais. Epiderme abaxial (eab). Epiderme adaxial (ead). Células pétreas (cp). Cutícula (cut). Feixe vascular (fv). Seta indicando divisões periclinais nas células adjacentes a epiderme adaxial de *X. benthamii*.

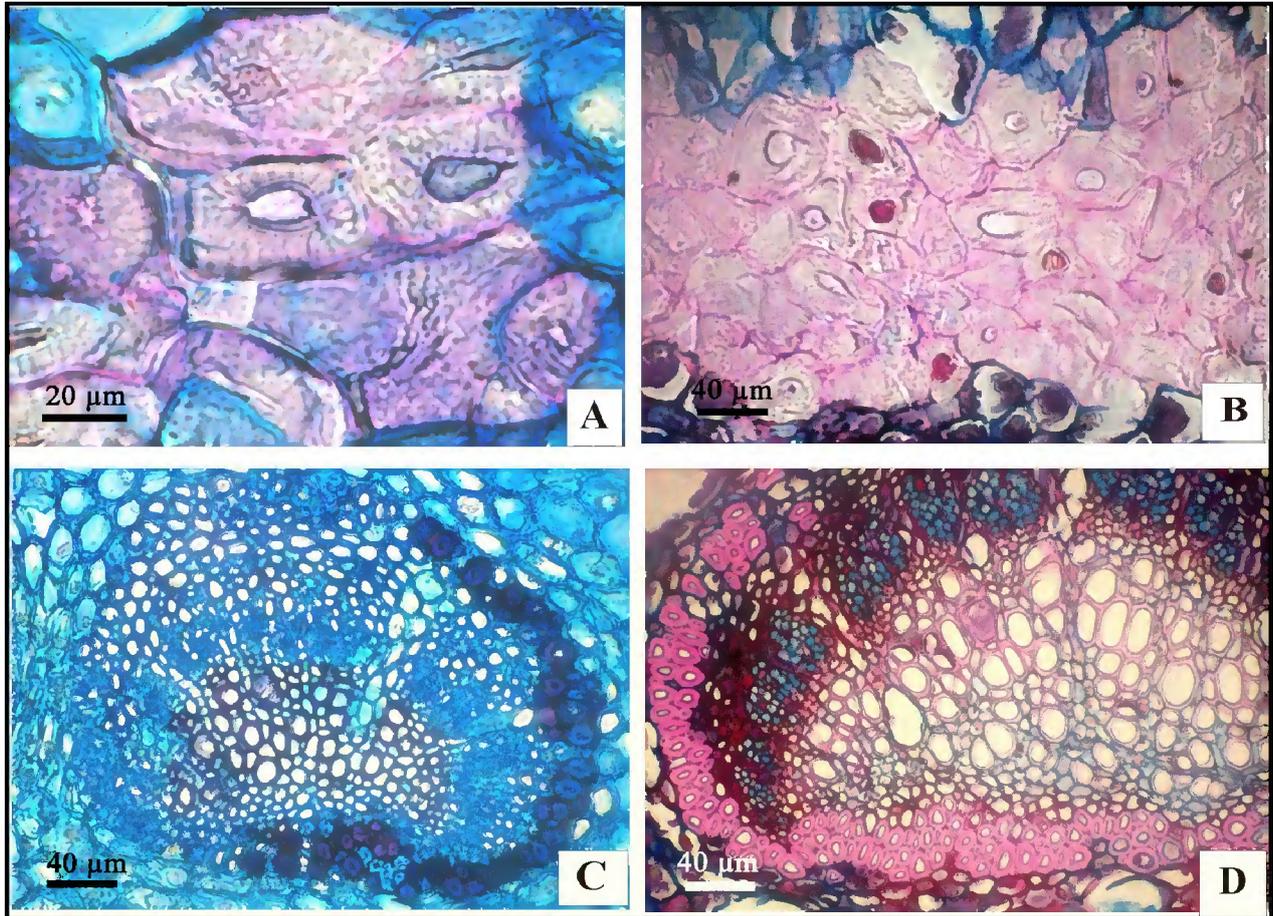
As cavidades secretoras, observadas no pecíolo das espécies estudadas também foram observadas no mesofilo, estão distribuídas de forma aleatória, heterodimensionais, de várias formas e no interior destas observa-se conteúdo oleífero identificado por teste histoquímico (Figs. 12C e 12D). A natureza do conteúdo nas cavidades secretoras concorda com os resultados encontrados por Santos *et al.*, (2004) para *X. brasiliensis*. Porém estes resultados foram contrários aos de Metcalfe & Chalk, (1959) e Solereder, (1908) que afirmam que estas células são de natureza mucilaginosa e resinífera, para a família Annonaceae.

Os braquiesclereídeos encontrados no pecíolo de ambas as espécies, apresentam-se em agrupamentos ou isolados raramente, localizados as proximidades do feixe vascular (Figs. 11A, 11B, 13A e 13B), apresentando parede bastante espessada e pontuações, caráter este comum a família Annonaceae (METCALFE & CHALK, 1950).

A região vascular do pecíolo de *X. benthamii* e *X. nitida* situa-se na região central do pecíolo e é constituída por três traços foliares, do tipo colateral (Figs. 11A e 11B). Estes se apresentam parcialmente ou totalmente envolvidos por uma bainha esclerenquimática descontínua, e algumas lignificadas (Figs. 13C e 13D). O floema em geral envolve parcialmente o xilema. Este último situa-se na parte central do feixe, disposto em cordões longitudinais. O protoxilema encontra-se voltado para a face adaxial, enquanto que o metaxilema para a face abaxial (Figs. 13C e 13D), características estas descritas por Metcalfe & Chalk (1950), para a família Annonaceae.



**Figura 12.** Detalhe de idioblastos em drusas e cavidades secretoras no pecíolo de espécies de *Xylopiia* L. A e C: *X. benthamii*; B e D: *X. nitida*; A e B – detalhe dos idioblastos em drusas. C e D – detalhe das cavidades secretoras. Idioblastos em drusas (id). Seta cavidades secretoras.



**Figura 13-** Detalhe dos agrupamentos de células pétreas e feixes vasculares das espécies de *Xylopiia* L. A e C: *X. benthamii*; B e D: *X. nitida*. A e B – Detalhe dos agrupamentos de células pétreas; C e D: Detalhe dos feixes vasculares.

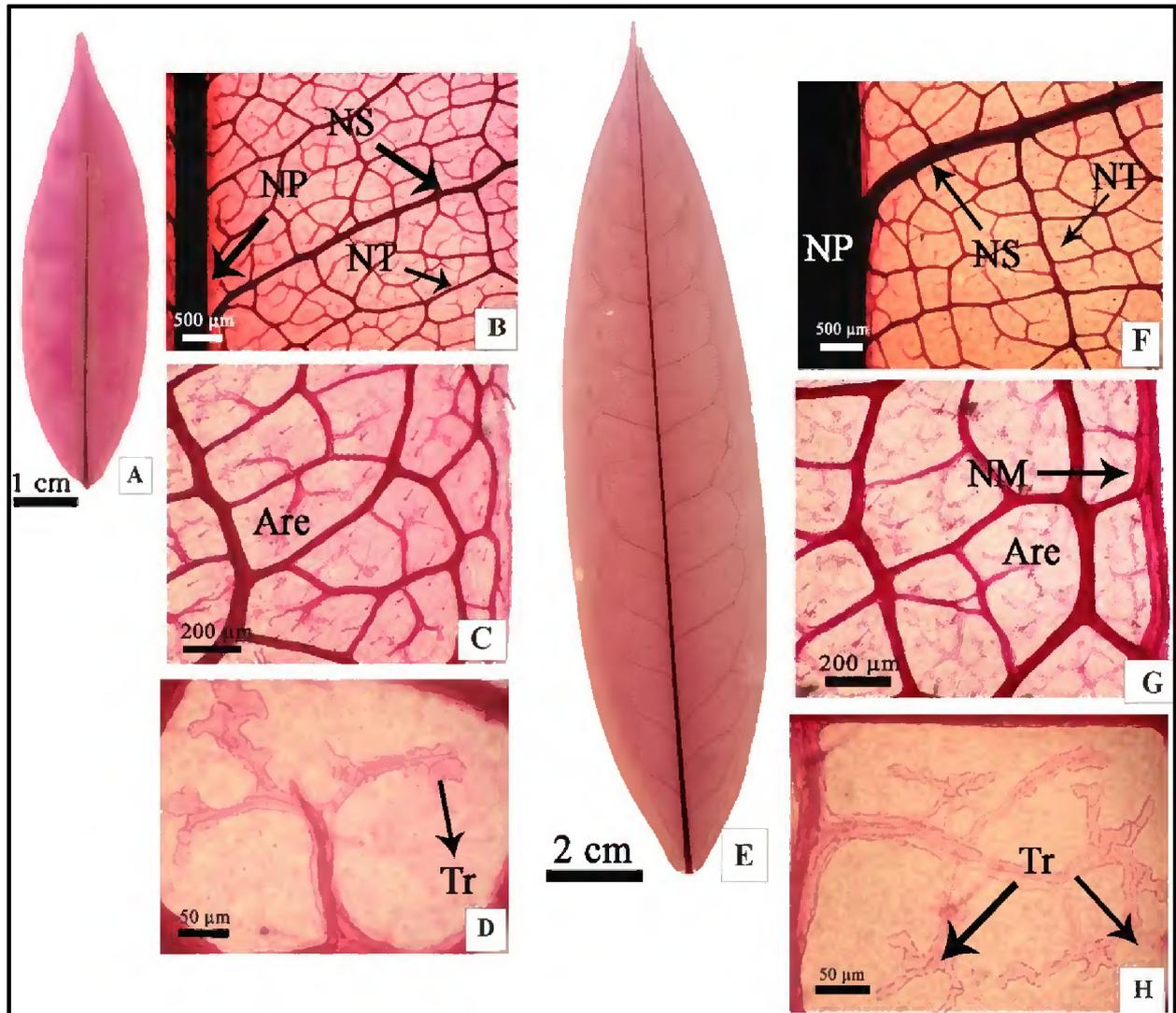
#### 2.3.1.4. Arquitetura da lâmina foliar

Em ambas as espécies a nervura principal é única, reta, afinando-se gradualmente no sentido da base para o ápice (Figs. 14A e 14E). Da nervura principal partem 17 pares de nervuras secundárias muito delgadas em *X. benthamii*, enquanto que *X. nitida* partem 18 pares de nervuras secundárias, sendo que estas nervuras secundárias em ambas as espécies unem-se formando arcos sem atingirem a margem da folha, caracterizando o tipo broquidódromo (Figs. 14A e 14E).

As nervuras de terceira ordem são geralmente, de menor calibre em relação a nervura principal, com organização poligonal em *X. benthamii* (Fig. 14B) e percorrentes alternas em *X. nitida* (Fig. 14F), sendo que estas nervuras de terceira grandeza também partem da nervura principal (Figs. 14B e 14F). Percebe-se que da nervura terciária, partem as nervuras de quarta grandeza, as quais atingem as nervuras secundárias, formando aréolas poligonais, e estas apresentam de quatro a seis lados em ambas as espécies (Figs. 14B e 14F).

Particularizando essas aréolas, percebe-se que as terminações são livres, simples ou bifurcadas (Figs. 14D e 14H). As terminações são constituídas de traqueídeos múltiplos (Figs. 14D e 14H). Quanto à nervura marginal em *X. benthamii* a mesma é ausente (Fig. 14C), enquanto que em *X. nitida* a mesma é presente e percorre todo o bordo foliar (Fig. 14G).

As espécies *X. benthamii* e *X. nitida*, apresentam semelhanças quanto ao padrão de nervação que é do tipo broquidódromo e as suas terminações vasculares são mais de dois braços, corroborando com os resultados encontrados por Larroche, (1973) estudando a nervação foliar das Annonaceae da Caatinga e Chacur, (1968) também estudando algumas espécies de pertencentes a família Annonaceae, porém estas ocorrentes do Cerrado.



**Figura 14.** Venação foliar das espécies de *Xylopia* L. A-D: *Xylopia benthamii*; E-H: *X. nitida*; A e E – Vista geral da lâmina foliar; B e F – detalhe das nervuras primária, secundária e terciária; C e G – detalhe das aréolas e da nervura marginal; D e H – detalhe das terminações vasculares, com a presença de traqueídeos. Aréolas (Are); Nervura primária (NP); Nervura secundária (NS); Nervura terciária (NT); Nervura marginal (NM); Traqueídeos (Tr).

## 2.4. CONCLUSÕES

A anatomia foliar das espécies estudadas auxiliou na distinção das espécies com as características abaixo:

- ❖ contorno das paredes anticlinais e periclinais na superfície adaxial;
- ❖ epiderme abaxial papilosa;
- ❖ estriamento cuticular nas células epidérmicas abaxiais;
- ❖ localização dos estômatos em relação as outras células epidérmicas;
- ❖ margem com ou sem feixes vasculares;
- ❖ presença ou ausência da nervura marginal.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBARELLO, N.; FIGUEIREDO, S. F. L.; VIANA, V. R.C & NEVES, L. J. Anatomia Foliar de *Rollinia mucosa* Jacq. Baiil. (Annonaceae) sob Condições de Cultivo *in vivo* e *in vitro*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu 4(1): 35-46. 2001.
- ALEXANDER, I. C.; PASCOE, O. K.; MARCHAND, P. & WILLIAMS, L. A. D. **Phytochemistry** 30: 1801-1803. 1991.
- ALMEIDA, S. S., AMARAL, D. D. & SILVA, A. S. L. Inventário Florístico e Análise Fitossociológica dos Ambientes do Parque Ecológico do Gunma, Município de Santa Bárbara, PA. **Relatório Técnico Final**. Belém-Pa. 185p. 2003.
- ALQUINI, Y.; BONA, C.; BOEGER, M. R. T.; COSTA, C. G. & BARROS, C. F. Epiderme. In.: APEZZATO-DA-GLÓRIA, B. & CARMELLO-GUERREIRO, S. M. **Anatomia Vegetal**. Viçosa: UFV. 438p.: il. 2003.
- ARNOTT, H. J. **Leaf Clearings**. *Turttox News*, v.37, nº 8, p139-195.1959
- CHACUR, F. Contribuição ao Estudo da Nervação Foliar das Acanthaceae, Anacardiaceae e Annonaceae dos Cerrados. **Arquivos de Botânica do Estado de São Paulo**. v, IV. fasc. III. 141-152. 1968.
- CHAMBERLAIN, C. J. **Methods in Plant Histology**. 5º ed. Illinois, University of Chicago, 86p. 1938.
- CHATROU, L. W.; RAINER, H. & MAAS, P. J. M. Annonaceae (Soursop Family). In: Smith, N. et al. (eds.). **Flowering Plants of the Neotropics**. New York Botanical Garden, New York, p. 18-20. 2004.
- CRONQUIST, A. **An Integrated System of Classification of Flowering Plants**. New York, Columbia Univ. Pr. p. 53-55. 1981.
- CUTTER, E. G. **Anatomia Vegetal**. v. 1. São Paulo: Roca. 336p. 1986.
- ESAU, K. **Anatomia Vegetal**. 2º ed. Barcelona: Ômega. 779 p. 1972.
- ESAU, K. **Plant Anatomy**. 2º ed. Tokyo: Toppan Company, 767p. 1985.
- FLORES-VINDAS, E. **La Planta: Estructura y Función**. v.1. Cartago: Libro Universitario Regional. 367p. 1999.
- FLORES-VINDAS, E. **La Planta: Estructura y Función**. v.2. Cartago: Libro Universitario Regional. 521p. 1999.
- FRANCESCHI, V.R. & HORNER, H.T. Calcium Oxalate Crystals in Plants. **Botanical Review** 46(4): 361-427. 1980.

- GERLACH, D. **Botanische Mikrotechnik**. Georg Thieme Verlag, Stuttgart. 1984.
- HICKEY, L. J. Classification of the Architecture of Dicotyledonous Leaves. **American Journal of Botany**, n° 60. 1973.
- JOHANSEN, D. A. **Plant Microtechnique**. New York: Mcgraw-Hill, 1940. 532p.
- JUSTOS, C. F.; SOARES, A. M.; GAVILANES, M. L.; CASTRO, E. M. de. Plasticidade Anatômica das Folhas de *Xylopia brasiliensis* Sprengel (Annonaceae). **Acta Botanica Brasilica**. São Paulo, v. 19, n. 1, p. 111-123. 2005.
- KOEK-NOORMAN, J. Leaf Anatomy *Rollinia*. In.: MAAS, P. J. M & WESTRA, L. Y. T. (eds.) **Flora Neotropica**: Monograph 57, *Rollinia*. New York: The New York Botanical Garden. 15-21. 1992.
- KRAUS, J. E. & ARDUIN, M. **Manual Básico de Métodos em Morfologia Vegetal**. Rio de Janeiro: EDUR, 198p. 1997.
- LANGERON, M. **Précis de Microscopie**. Paris, Masson et Cie. Editeurs, 1949.
- LEÃO, N. V. M.; FREITAS, A. D. D. de; NASCIMENTO, M. R. **Implantação da Área de Coleta de Sementes: estudos fitossociológicos de florestas de terra firme**. Belém, Embrapa Amazônia Oriental, 80p. Relatório Técnico Final. 2005.
- LEBOEUF, M.; CAVÉ, A.; BHAUMIK, P. K.; MUKERJEE, B. & MUKHERJEE, R. The Phytochemistry of the Annonaceae. **Phytochemistry** 21(12): 2783-2813.1982.
- MAIA, J. G. S.; ZOGHBI, M. G. B. & ANDRADE, E. H. A. **Plantas Aromáticas na Amazônia e seus Óleos Essenciais**. Museu Paraense Emílio Goeldi. Coleção Adolpho Ducke. Belém. 186p. 2001.
- METCALFE, C. R & CHALK, L. **Anatomy of the Dicotyledons**. Vol.1. Claredon Press. Oxford. 724p. 1950.
- MORRETES, B. & FERRI, M. G. Contribuição ao Estudo da Anatomia das Folhas de Plantas do Cerrado. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de São Paulo, série Botânica** 16: 6-70. 1959.
- OLIVEIRA, J. A Família Annonaceae Juss. In.: LISBOA, P. L. B (Org.). **Caxiuanã**. Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém. 253-262. 1997.
- PATEL, R. J. Epidermal Structure and Development of Stomata in some Annonaceae. **Annals of Botany** 35: 1205-1212, 1971.
- RAVEN, P. H.; EVERT, R. F. & EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 5° ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan. 728p. 1992.
- RIBEIRO, J. E. L.S.; HOPKINS, M. J. G.; VICENTINI, A.; SOTHERS, C. A.; COSTA, M. S.; BRITO, J. M.; SOUZA, C. F.; MESQUITA, M. R & PROCÓPIO, L. C. **Flora da Reserva**

**de Ducke. Guia de Identificação das Plantas Vasculares de uma Floresta de Terra-firme na Amazônia Central.** INPA. Manaus. p 648-651. 1999.

SALATINO, A. & SILVA, J. B. Anatomia e Óleos Essências das Folhas de *Piper regnellii* (Miq.) C. D. C var. *regnellii*. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, 3: 95-106. 1975.

SANTOS, B. R.; PAIVA, R.; CASTRO, E. M de; CARDOSO, M. G.; REZENDE, R. K. S & PAIVA, P. D. O. Aspectos da Anatomia e do Óleo Essencial em Folhas de Pindaíba (*Xylopia brasiliensis* Spreng.). **Ciência Agrotécnica**. Lavras, v. 28, n. 2, p. 345-349. 2004.

SILVA, J. B. & GROTTA, A. S. Anatomia e Óleo Essencial das Folhas de *Xylopia frutescens* Aublet. **Boletim de Botânica Universidade de São Paulo** 3: 87-94. 1975.

SILVEIRA, M. O. O Preparo de Amostras Biológicas para Microscopia de Varredura. In W. de Souza (ed.) **Manual Sobre Técnica Básica em Microscopia Eletrônica de Varredura, Técnicas Básicas**. Sociedade brasileira de microscopia eletrônica, v. 1, 1989.

SOLEREDER, H. **Systematic Anatomy of the Dicotyledons**. Oxford: Clarendon Press, 1908.v. 2, p. 1078-1085.

VIEIRA, R. C. & GOMES, D. M. S. Superfície da Lâmina Foliar de *Psychotria nuda* (Cham. & Schltdl.) Wawra, *P. leiocarpa* Cham. & Schltdl., *P. stenocalyx* Müll. Arg. e *P. tenuinervis* Müll. Arg. (Rubiaceae). **Acta Botanica Brasilica**, 9 (2): 263-270. 1995.

WILKINSON, H. P. The Plant Surface (Mainly Leaf). In.: METCALFE, C. R & CHALK, L. (eds.). **Anatomy of the Dicotyledons**. 2<sup>nd</sup>. Ed. Oxford : Clarendon Press. v. 1. 97-165. 1979.

### **CAPÍTULO 3 – ANATOMIA DO LENHO DE ESPÉCIES DE *Xylopia* L. (ANNONACEAE).**

#### **RESUMO**

O Brasil abriga a maior área de floresta tropical do mundo. A floresta amazônica apresenta uma grande heterogeneidade em espécies produtoras de madeira; entre estas destacam-se as que pertencem ao gênero *Xylopia*, por possuírem madeira de boa qualidade, empregadas na construção civil, carvão, confecção de móveis, utensílios, polpa e papel, entre outras utilidades. Apesar do largo emprego dessas madeiras, pouco são os trabalhos referentes ao aspecto anatômico das mesmas. Visando preencher esta lacuna, o presente estudo teve como objetivo a caracterização anatômica do lenho das espécies *Xylopia benthamii* e *Xylopia nitida*, contribuindo desta forma para o conhecimento científico das espécies estudadas. Para isso foram empregadas as técnicas usuais em anatomia da madeira como cortes histológicos, montagem de lâminas permanentes, maceração, mensurações dos elementos celulares entre outros, empregando a microscopia de luz. Para as descrições macro e microscópicas seguiu-se as recomendações do IBAMA e IAWA respectivamente. Como resultado as espécies apresentaram grande uniformidade a nível macro e microscópico como camadas de crescimento poucos distintas, arranjo dos vasos múltiplos de dois a cinco e parênquima axial apotraqueal em linhas finas e escalariforme, placas de perfurações simples, pontuações intervasculares alternas, raios predominantemente trisseriados, constituídos de células procumbentes. As principais diferenças entre as mesmas estão relacionadas ao comprimento e diâmetro tangencial dos elementos de vasos; e diâmetro do lume das fibras. Com base nos resultados, conclui-se que apesar das espécies apresentaram marcante uniformidade, a anatomia da madeira auxiliou na separação das mesmas.

**Palavras-chave:** *Xylopia*, anatomia da madeira, parênquima apotraqueal.

## ABSTRACT

In Brazil is the most tropical forest area of the world. Amazon forest present various woody species, among them are genus *Xylopia* species, because of high quality wood. This is used to civil construction, charcoal, mobile, paper and others. Despite it, there are little studies about wood anatomy of their. Because it, this work purposed to know wood anatomic characterization of *Xylopia benthamii* e *Xylopia nitida* and it is contributing to scientific knowledge about these species. For this study usual techniques were used in wood anatomy like histologic section, production of permanent slides, maceration, cellular anatomical were measured and others, to optical microscopy. Macro and microscopic description were according to IBAMA and IAWA, respectively.

Results showed uniformly in macro and microscopic level like little distinct growth rings, multiples vessels of two to five and apotracheal axial parenchyma in thin lines and scalariform, simple perforated plates, alternate intervessel pits, rays were mainly three-seriate, with procumbents cells. The main differences between them were the vessels that were short in *X. benthamii* and long in *X. nitida*. It was concluded that species present uniformly, and because it is not efficient to segregate based in wood anatomy.

**Key Words:** *Xylopia*, wood anatomy, apotraqueal parenchyma.

### 3.1 INTRODUÇÃO

O Brasil, um dos países localizado na zona tropical úmida, ainda abriga considerável extensão de floresta tropical do mundo.

A floresta amazônica abrange mais de 60% do território brasileiro, abrigando grande heterogeneidade de essências florestais. Essas são fornecedoras de produtos como látex, fibras, medicamentos, óleos, madeira, sendo esta última a principal fonte econômica do extrativismo vegetal na região amazônica.

A demanda comercial atual por madeiras amazônicas deve-se principalmente ao seu enorme potencial florestal madeireiro de excelente qualidade. O crescimento dessa demanda se deve a exaustão das florestas tropicais da Ásia e da África. Entretanto, a introdução progressiva de novas espécies madeireiras no mercado exportador, principalmente aquelas que possuem qualidade inferior para o comércio, tem acarretado certo grau de desconfiança por parte dos importadores, uma vez que o controle de qualidade que assegura a exportação das mesmas no Brasil nem sempre tem o conhecimento científico, sendo, portanto, precário (LISBOA *et al.*, 1991; FONSECA *et al.*, 2005).

Segundo Coradin (2003) a diversidade de espécies produtoras de madeiras na região amazônica, aliada a escassez de pessoal com treinamento na área de identificação em campo, e o uso de nomes vernaculares, tem trazido problemas para os consumidores de madeira que, muitas vezes compram um determinado produto madeireiro como sendo de uma espécie, quando na verdade trata-se de outra espécie.

Contudo, a produção madeireira na Amazônia ainda não é condizente com toda a potencialidade existente, uma vez que a região abriga cerca de 30% do estoque mundial de madeira tropical. O sistema de produção regional ainda é centralizado no corte seletivo de espécies, ocasionando com isso um gradual empobrecimento da floresta e talvez a extinção das espécies mais intensivamente exploradas (BARBOSA *et al.*, 2001).

Neste contexto, em função das dificuldades acima citadas, é necessária a intensificação de estudos sobre a qualidade de madeiras ainda desconhecidas no mercado externo, porque a introdução dessas espécies no comércio poderá contribuir para reduzir a pressão sobre aquelas que estão sendo exploradas seletivamente, evitando, assim, o esgotamento das reservas de madeiras de lei na Amazônia (Fonseca *et al.*; 2005).

A anatomia do lenho tem sido usada como uma ferramenta auxiliar nos estudos taxonômicos e na identificação botânica de espécies florestais produtoras de madeira, em

especial, na identificação de material comercial desprovido da parte reprodutiva. Assim, como outros métodos de identificação, a anatomia da madeira nem sempre é suficiente para a determinação em nível de espécies, principalmente quando se trata de gêneros afins, que apresentam grande semelhança anatômica entre suas madeiras (Coradin, 2003). Como exemplo de similaridade anatômica da madeira destaca-se as espécies pertencentes à família Annonaceae, que mostram uma grande homogeneidade, dificultando desse modo a separação e a identificação das espécies (PINHO *et al.*, 1986; HESS, 1946; WYK & CANRIGHT, 1956).

A família Annonaceae possui grande importância no que se refere a sua utilização, pois muitas das espécies são usadas como medicinais, alimentícias, madeireiras, cosméticas entre outros, porém, apesar da sua importância, estudos relacionados à anatomia da madeira de espécies pertencentes ao gênero *Xylopia* são escassos.

Dessa forma, o presente trabalho objetivou-se realizar a anatomia da madeira das espécies *Xylopia benthamii* R. E. Fries e *Xylopia nitida* Dunal, para a distinção das espécies, contribuindo para o conhecimento científico das mesmas.

## 3.2. MATERIAL E MÉTODOS

### 3.2.1. Material

O material utilizado para a realização do estudo foi obtido das Xilotecas Walter A. Egler do Museu Paraense Emílio Goeldi – MPEG e da Embrapa Amazônia Oriental. Para a escolha do material foram selecionados apenas aqueles que possuíam material botânico corretamente identificados e depositado nos respectivos herbários (Tabela 1).

**Tabela 1:** Relação das espécies selecionadas de Annonaceae com identificação botânica de cada indivíduo.

NOME CIENTÍFICO	NOME VULGAR	MG/ IAN xiloteca	MG/ IAN herbário	Procedência
<i>Xylopia benthamii</i> R. E Fries	Envira	2142	67723	MT
	Imbiriba	222	49127	PA
		224	71628	PA
<i>Xylopia nitida</i> Dunal	Envira branca	1762	54087	AP
	Envira cana	216	124410	PA
		232	90195	AP

### **3.2.2 Métodos**

#### **3.2.2.1. Corpos de Prova**

Os corpos de prova foram obtidos das amostras de madeira depositadas nas xilotecas do Museu Paraense Emílio Goeldi – MPEG e da Embrapa – IAN. Dessas amostras foram retirados corpos de prova com tamanho aproximado de 2 x 2 x 2 cm nos planos, transversal, longitudinal tangencial e longitudinal radial.

#### **3.2.2.2. Caracterização Macroscópica**

Para a melhor visualização das estruturas anatômicas, os corpos de provas foram aplainados com o auxílio de um micrótomo de deslize Reichit, nos planos transversal, longitudinal tangencial e longitudinal radial. Para a caracterização macroscópica utilizou-se uma lupa conta – fios de 10x de aumento, utilizando as normas do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis/IBAMA (1992).

#### **3.2.2.3. Maceração**

Para a obtenção do material macerado, utilizou-se o método de Franklin (1945), foram retiradas lascas longitudinais de madeira e, posteriormente foram imersas em uma mistura de partes iguais de ácido acético glacial e peróxido de hidrogênio (1:1), e levadas à estufa, a 60°C por 24 horas. Em seguida, o material dissociado foi lavado em água corrente, por várias vezes, até a total remoção da solução macerante. Após a retirada da solução o material foi corado com safranina hidro-alcoólica e conservado em água com algumas gotas de formol. Para a observação dos elementos celulares dissociados, foram confeccionadas cinco lâminas temporárias, misturando uma pequena quantidade do macerado em gotas de glicerina.

### 3.2.2.4. Caracterização Microscópica

#### 3.2.2.4.1. Obtenção e Montagem de Lâminas Permanentes

Para a obtenção dos cortes histológicos, os corpos de prova foram colocados em um recipiente com água por 72 horas, para o amolecimento da mesma. Com o auxílio de um micrótomo de deslize, obtiveram-se os cortes histológicos, com espessura variando entre 15 e 18  $\mu\text{m}$  nos planos tangencial e radial, e de 20  $\mu\text{m}$  no plano transversal. Estes cortes foram divididos em dois grupos, sendo que um deles foi submetido à clarificação e coloração e o outro permaneceu ao natural para a observação de inclusões celulares. Para a coloração do tecido, foi usada safranina hidro-alcoólica (Johansen, 1940). Primeiramente os cortes histológicos são submetidos à clarificação em solução de hipoclorito de sódio comercial (2,5%); em seguida, lavados várias vezes em água até que o hipoclorito seja totalmente removido. Após a clarificação os cortes passaram pela seguinte série etílica progressiva: álcool 50% (5 min), coloração com safranina hidro-alcoólica (5 min), álcool 70% (10 min), álcool absoluto (5 min), álcool / acetato 1:1 (5 min), acetato (5 min). Após a coloração e desidratação, os cortes foram montados entre lâmina e lamínula em bálsamo de Canadá (diluído em acetato na proporção de 1:3). Os cortes conservados ao natural foram submetidos a desidratação e montagem. Em seguida, estes foram montados entre lâmina e lamínula, montando quatro lâminas permanentes para cada amostra. Após a montagem as mesmas foram incorporadas nos acervos de lâminas do Museu Paraense Emílio Goeldi e da Embrapa Amazônia Oriental.

Para a descrição da estrutura anatômica da madeira, utilizaram-se as recomendações da *INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMISTS / IAWA* (1989).

#### 3.2.2.4.2. Contagens e Mensurações

As contagens e mensurações foram realizadas em secção transversal e longitudinal tangencial dos corpos de prova. As contagens e mensurações dos vasos ( $n^\circ / \text{mm}^2$ ) e do tipo de agrupamento (%), de raios (largura e altura em número de células, altura em micrômetro, frequência por mm linear e percentual de raios simples e fusionados) foram realizadas em cortes histológicos nas secções transversal e longitudinal tangencial, com o auxílio de um microscópio óptico *Leitz* modelo *Labourlux S*, com aumento de 2,5 à 100x, associado a um

monitor de TV 20”, e dos softwares *Visilog 5.0*, para as mensurações dos elementos xilêmáticos, e *Aver TV* para a captura de imagens. Foram obtidos máximo, mínimo, média e desvio padrão para os parâmetros analisados, com 50 mensurações para cada parâmetro. As medidas da espessura da parede, da largura do lume e do comprimento das fibras, bem como o comprimento e diâmetro dos elementos de vaso; foram realizadas em material macerado.

### **3.2.3. Ilustrações**

#### **3.2.3.1. Microscopia de luz**

A documentação fotográfica macroscópica foi realizada na superfície transversal do corpo de prova, com o auxílio de uma lupa acoplada ao microcomputador, usando o software *Motic 2.0*. Para a documentação microscópica as lâminas foram fotomicrografadas com o auxílio de uma câmera digital *Cannon* modelo *Power shop A 640*, acoplada em microscópio *Zeiss*, modelo *Axiolab* nos seguintes aumentos 4x, 10x, 40x e 100x.

### 3.3. RESULTADOS

#### 3.3.1. Descrição anatômica das espécies estudadas

##### 3.3.1.1. *Xylopia benthamii* R. E Fries

*Nome Vulgar:* Envira, Imbiriba.

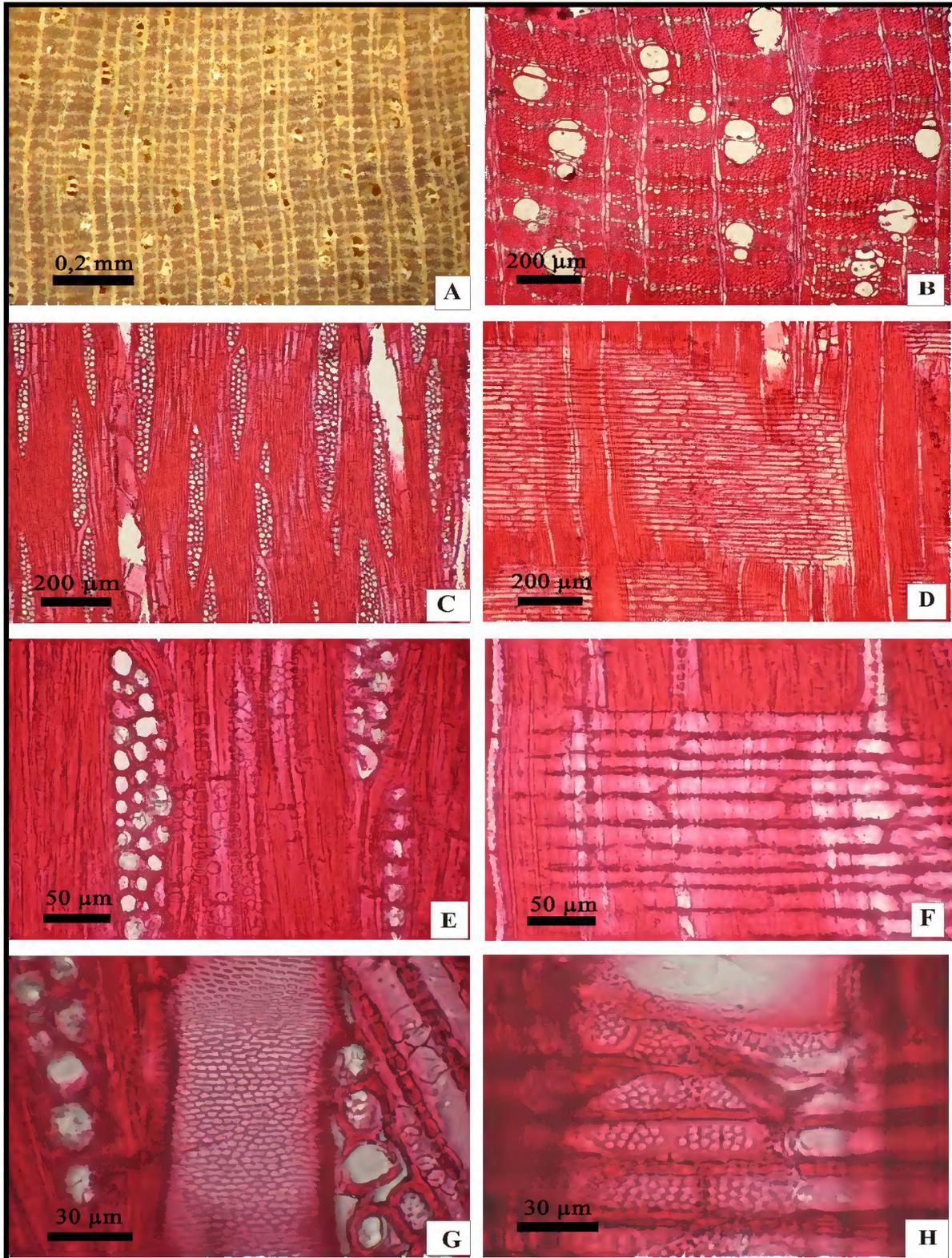
##### 3.3.1.1.1. Caracterização Macroscópica

*Camadas de crescimento* pouco distintas, individualizadas por zonas fibrosas transversais mais escuras. *Poros* visíveis somente com o auxílio de lente de 10x, difusos, arranjo com padrão indefinido, predominantemente múltiplos de dois a três, conteúdo ausente, placa de perfuração simples, linhas vasculares retilíneas em seção tangencial. *Parênquima axial* visível somente sob lente de 10x, em linhas finas, escalariforme. *Raios* visíveis a olho nu nas seções transversal e tangencial, não estratificados, canais secretores radiais ausentes, espelhado dos raios contrastados. *Canais secretores axiais, máculas medulares e floema incluso* ausentes (Fig. 15A).

##### 3.3.1.1.2. Caracterização Microscópica

*Camadas de crescimento* pouco distintas, individualizadas por zonas fibrosas transversais mais escuras (Figs. 15A e 15B). *Vasos/poros* difusos, arranjo com padrão indefinido, predominantemente múltiplos de dois a três (65,21%) (Fig. 15 A), seguidos de solitários (34,77%), de contorno circular, com diâmetro tangencial pequenos em torno de 85,7 µm, curtos com comprimento médio de 315,5 µm, poucos a numerosos com frequência média de 13,1 poros/mm<sup>2</sup> (tabela 02), placas de perfuração simples, pontoações intervasculares alternas (Fig. 15 G), pontoações guarnecidas ausentes, com pontoações rádio-vasculares de aréolas distintas semelhantes às intervasculares em tamanho e forma, no raio da célula (Fig. 15 H), com conteúdo ausente. *Fibras* libriformes, curtas, com comprimento médio de 1012,6 µm; espessura da parede em média de 6,1 µm e diâmetro médio do lume de 7,1µm (tabela 04), com pontoações simples ou areoladas diminutas, não septadas. *Parênquima axial* em linhas finas com até quatro células por série, escalariforme (Figs. 15A e 15B). *Raios* homogêneos, constituído exclusivamente por células procumbentes (Figs. 15D e 15F),

predominando raios trisseriados (32%) (Fig. 15C e 15E), seguido de raios bisseriados (28%), tetrasseriados (22%), pentasseriados (12%) e unisseriados (6%), com altura média de 26,6 células e 496,4  $\mu\text{m}$  extremamente baixos, finos com largura média de três células e 32,9  $\mu\text{m}$ , com frequência de 1,6 raios/ $\text{mm}^2$  (tabela 03), com raios agregados ausentes, não estratificados (Fig. 15C). **Elementos secretores e variação cambial** canais radiais, células oleíferas e mucilaginosas, tubos, floema e outras variações cambiais ausentes. **Inclusões minerais** cristais prismáticos, drusas, outros tipos de cristais, sílica e outros caracteres ausentes.



**Figura 15:** *Xylopiya benthamii* R. E. Fries: A – Vista geral da secção transversal a nível macroscópico; B – Vista geral da secção transversal a nível microscópico; C – Aspecto geral da secção tangencial; D – Aspecto geral da secção radial; E – Detalhe dos raios em secção tangencial; F – Detalhe das células do corpo do raio em secção radial; G - Detalhe das pontoações intervasculares; e H – Detalhe das pontoações radio-vasculares.

### 3.3.1.2. *Xylopiia nitida* Dunal

*Nome Vulgar:* Envira branca, Envira cana.

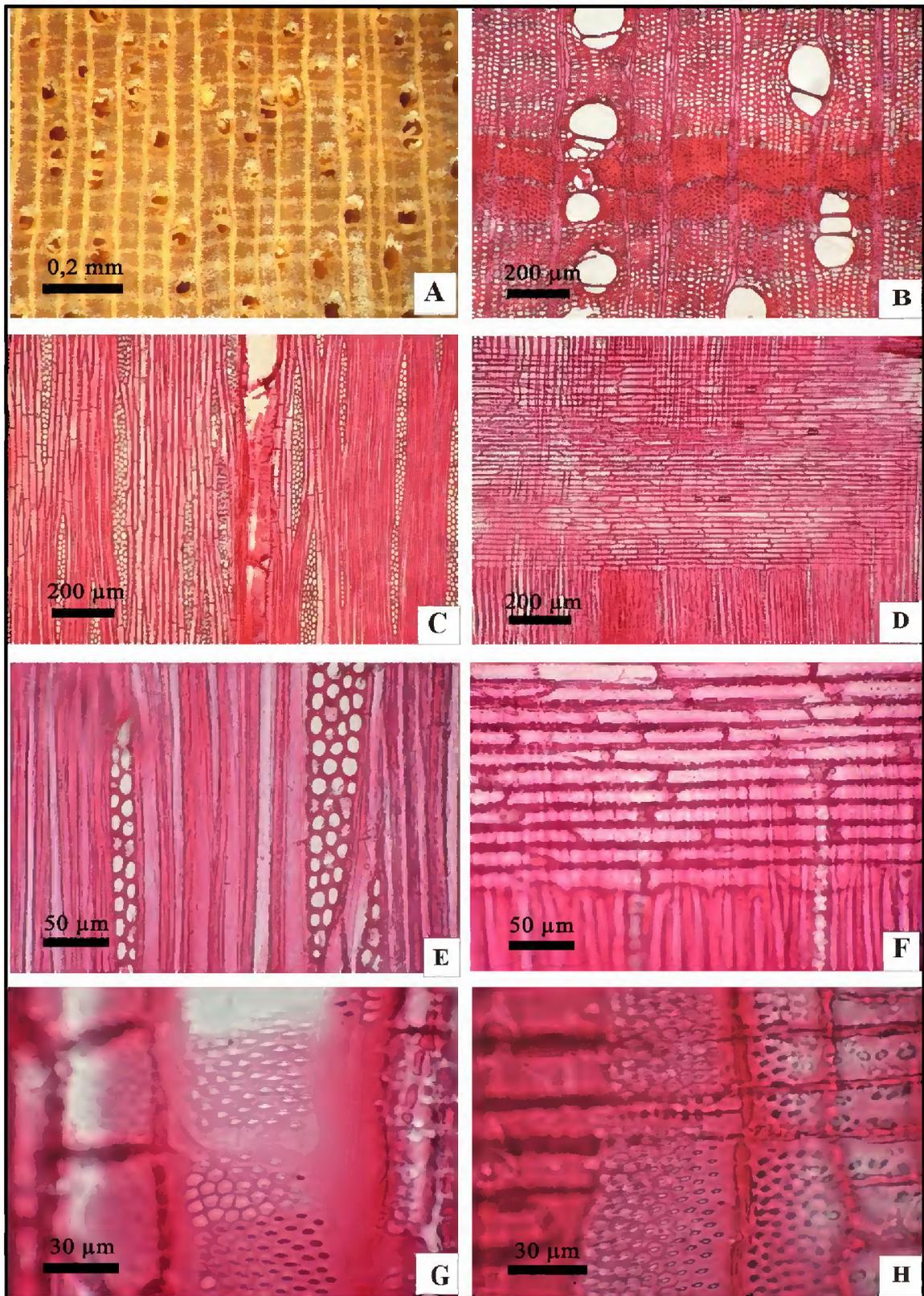
#### 3.3.1.2.1. Caracterização Macroscópica

*Camadas de crescimento* pouco distintas, individualizadas por zonas fibrosas transversais mais escuras. *Poros* visíveis somente sob lente de 10x, difusos, arranjo com padrão indefinido, predominantemente múltiplos de dois a cinco, conteúdo ausente, placa de perfuração simples, linhas vasculares retilíneas em seção tangencial. *Parênquima axial* visível somente sob lente de 10x, escalariforme. *Raios* visíveis a olho nu em seção transversal e somente sob lente de 10x de aumento em seção tangencial, não estratificados, canais secretores radiais ausentes, espelhado contrastado em seção radial. *Canais secretores axiais, máculas medulares e floema incluso* ausentes (Fig. 16A).

#### 3.3.1.2.2. Caracterização Microscópica

*Camadas de crescimento* pouco distintas, individualizadas por faixas espessadas de zonas fibrosas transversais mais escuras (Figs. 16A e 16B). *Vasos/poros* difusos, arranjo com padrão indefinido, predominantemente múltiplos de dois a cinco (69,50%) (Fig. 16A e 16B), seguidos de solitários (30,47%), com contorno oval predominantemente, e estes apresentam diâmetro tangencial médio em torno de 152,8  $\mu\text{m}$ , são poucos numerosos observando em média 7,9 poros/ $\text{mm}^2$ , longos com comprimento médio de 524,6  $\mu\text{m}$  (tabela 02), placas de perfuração simples, pontoações intervasculares alternas (Fig. 16G), pontoações guarnecidas ausentes, com pontoações rádio-vasculares de aréolas distintas semelhantes às intervasculares em tamanho e forma, no raio da célula (Fig. 16H) e conteúdo ausente. *Fibras* libriformes, curtas, com comprimento médio de 1124,3  $\mu\text{m}$ , espessura da parede em média de 6,7  $\mu\text{m}$  e diâmetro médio do lume de 14,08  $\mu\text{m}$  (tabela 04), com pontoações simples ou areoladas diminutas, não septadas. *Parênquima axial* em linhas finas sinuosas com até 3 células por série, escalariforme (Figs. 16A e 16B). *Raios* constituído exclusivamente por células procumbentes (Figs. 16D e 16F), predominando raios trisseriados (58%) (Fig. 16C e 16E), ocorrendo também raios bisseriados (22%), tetrasseriados (14%) e unisseriados (6%), com altura média de 34,7 células e 599,6  $\mu\text{m}$  muitos baixos, finos com largura média de 2,8 células

e 35,1  $\mu\text{m}$ , extremamente poucos com frequência de 1,5 raios/ $\text{mm}^2$  (tabela 03); raios agregados, não estratificados, células envolventes, células tilosas, células radiais perfuradas, células radiais disjuntas, ausentes. ***Elementos secretores e variação cambial*** canais radiais, células oleíferas e mucilaginosas, tubos, floema e outras variações cambiais ausentes. ***Inclusões minerais*** cristais prismáticos, drusas, outros tipos de cristais, sílica e outros caracteres ausentes.



**Figura 16:** *Xylopia nitida* Dunal: A – Vista geral da secção transversal em nível macroscópico; B – Vista geral da secção transversal a nível microscópico; C – Aspecto geral da secção tangencial; D – Aspecto geral da secção radial; E – Detalhe dos raios em secção tangencial; F – Detalhe das células do corpo do raio em secção radial; G - Detalhe das pontoações intervasculares; e H – Detalhe das pontoações radio-vasculares.

**Tabela 02:** Dados quantitativos de vasos/poros das espécies estudadas.

Espécies	Comprimento ( $\mu\text{m}$ )				Diâmetro ( $\mu\text{m}$ )				Números de poros / mm			
	min	med	max	DP	min	med	max	DP	min	med	max	DP
<i>X. benthamii</i>	138,87	315,50	573,43	97,58	40,46	85,96	123,14	21,42	7	13,4	21	3,18
<i>X. nitida</i>	227,28	524,67	751,31	99,70	83,70	152,81	201,16	29,11	3	7,94	12	2,34

**Tabela 03:** Dados quantitativos de raios das espécies estudadas

Espécies	Altura ( $\mu\text{m}$ )				Altura (cel.)				Largura (cel.)				Largura ( $\mu\text{m}$ )				Raios/mm			
	min	med	max	DP	min	med	max	DP	Min	med	max	DP	min	med	max	DP	min	med	max	DP
<i>X. benthamii</i>	211,61	496,50	1022,09	174,56	12,76	32,93	56,12	8,84	1	3,06	5	1,11	12,76	32,93	56,12	8,84	1	1,6	3	0,76
<i>X. nitida</i>	170,85	599,62	1285,46	308,19	6	34,74	83	17,39	1	2,8	4	0,76	15,31	35,18	58,67	8,14	1	1,56	3	0,67

**Tabela 04:** Dados quantitativos das fibras das espécies estudadas

Espécies	Comprimento ( $\mu\text{m}$ )				Diâmetro do lume ( $\mu\text{m}$ )				Espessura da Parede ( $\mu\text{m}$ )			
	min	med	max	DP	min	med	max	DP	min	med	max	DP
<i>X. benthamii</i>	669,68	1012,68	1252,39	146,63	2,88	7,14	12,26	2,30	4,35	6,19	8,52	0,97
<i>X. nitida</i>	766,07	1124,36	1384,87	155,61	5,23	14,09	28,32	4,73	4,91	6,74	8,80	0,95

### 3.4. DISCUSSÃO

As características anatômicas da madeira das espécies estudadas, mostraram-se similares, dificultando a separação dos *taxa* do presente trabalho. A homogeneidade das características anatômicas da madeira de espécies pertencentes a família Annonaceae também foram registradas por Hess, (1946); Metcalfe & Chalk (1950); Ingle & Dasdwell (1953); Wyk & Canright (1956) e Metcalfe & Chalk (1987).

Entre os *taxa* estudados, observou-se que existe pouca variabilidade quanto a distribuição e arranjo dos vasos, raios, camadas de crescimento e parênquima axial.

Para ambas as espécies a camada de crescimento apresentou-se pouco distinta, sendo individualizadas por zonas fibrosas mais escuras, conforme verificado também por Pinho et al, (1986); Araujo & Mattos Filho (1965); Loureiro (1969; 1970) e Barros et al. (1997). Para Burger & Richter (1991), em muitas árvores tropicais, a camada de crescimento corresponde a períodos de chuva e períodos de seca, queda das folhas e/ou simplesmente dormência. Este parâmetro segundo Alves & Angyalossy-Alfonso (2000), não deve ser usado como critério de separação entre espécies, uma vez que o mesmo é bastante influenciado pelo ambiente. Ainda com relação as camadas de crescimento, Burger & Richter (1991), afirmam que a porcentagem de lenho tardio e a regularização das camadas de crescimento diminuem a resistência mecânica da madeira.

Em relação aos poros das espécies os mesmos são múltiplos e com porosidade difusa. Estes resultados corroboram com os encontrados por Loureiro (1969, 1970), para as espécies *X. aromatica* Baill e *X. benthamii* R. E Fries e Araujo & Matto Filho (1965), para a espécie *X. brasiliensis* Sprengel.

Segundo Burger & Richter (1991), o tipo de porosidade da madeira é uma característica anatômica suscetível a variações provocadas pela adaptação da planta às condições ecológicas. Esta característica analisada isoladamente, constitui um caráter de baixo valor diagnóstico. Ainda conforme esses autores, a madeira que apresenta porosidade difusa mostra maior resistência a esforços mecânicos. De acordo com Alves & Angyalossy-Alfonso (2000), poros difusos são os mais frequentes entre as angiospermas tropicais, porém os autores não encontraram uma evidência que permita relacionar esta característica com o ambiente.

Os vasos de *X. benthamii* apresentam-se curtos conforme verificado também por Pinho et al, (1986) para *X. brasiliensis*, enquanto que em *X. nitida* os vasos são longos, concordando

com os resultados encontrados por Barros et al, (1997) para o lenho de *X. sericea*. Ainda com relação aos elementos de vasos, observa-se que houve diferenças também quanto ao diâmetro tangencial, pois em *X. nitida* o valor médio do diâmetro tangencial dos vasos foi quase o dobro do valor médio encontrado para *X. benthamii*. Com relação a frequência/mm<sup>2</sup> observa-se que em *X. benthamii* os valores médios encontrados foram também quase o dobro dos valores encontrados para *X. nitida*, sendo estes considerados como parâmetros na distinção das duas espécies estudadas.

Nas plantas os principais responsáveis pela condução de água e nutrientes são os elementos de vasos (Cutter, 1986; Flores-Vindas, 1999), entretanto Zimmerman (1982), afirma que a condução eficiente segura da água só é possível devido a estrutura tridimensional da madeira. Ainda de acordo com este autor, vasos de menor diâmetro e curtos são mais seguros na condução de água, enquanto que vasos mais largos e longos são mais eficientes, e que a redução do diâmetro beneficia espécies de ambientes xéricos. A diminuição do diâmetro de vaso segundo Baas et al. (1983), também está relacionada a espécies que se desenvolveram em maiores latitudes.

Com relação a placa de perfuração as espécies de *Xylopia*, apresentaram placa de perfuração simples, conforme reportado por Metcalfe & Chalk (1950); Pinho et al. (1986); Araujo & Mattos Filho (1965); Loureiro (1969, 1970) e Barros et al. (1997).

De acordo com Carlquist (1988), as placas de perfuração são usadas como caráter diagnóstico para a separação de espécies, conforme verificado por Lisboa (1989), em seu estudo sistemático sobre o lenho das espécies pertencentes ao gênero *Iryanthera* Warb. que agrupou as espécies levando em consideração as placas de perfuração dos elementos celulares, o que não se aplica para as espécies de *Xylopia*, devido a sua uniformidade em relação as placas de perfuração.

Do ponto de vista evolutivo Cheadler (1956) *apud* Cutter (1986), afirma que as placas de perfuração simples são mais evoluídas, sendo a escalariforme a mais primitiva.

Nas espécies dos *taxa* estudados, verifica-se também a presença de pontoações intervasculares do tipo alterna, citadas também por Metcalfe & Chalk (1950); Pinho et al, (1986); Loureiro (1969, 1970) e Araujo & Mattos Filho (1965). A disposição, aspecto, tamanho e forma das pontoações intervasculares são características de algumas madeiras e constituem importante elemento de identificação (Burger & Richter, 1991). Com relação a pontoações radio-vasculares as espécies *X. benthamii* e *X. nitida* possuem pontoações radio-vasculares com aréolas distintas semelhantes as intervasculares, conforme observado também por Loureiro, (1969, 1970) e Barros et al. (1997).

As linhas vasculares das espécies *X. benthamii* e *X. nitida* mostraram-se retilíneas. Do ponto de vista tecnológico, esta característica é muito apreciada no processamento da madeira, devido a mesma contribuir para uma elevada resistência mecânica e por apresentar fácil desdobro, não ocasionado defeitos indesejáveis durante a secagem da madeira (Burger & Richter, 1991).

As fibras das espécies estudadas de modo geral apresentam a parede espessada, curtas, não septadas, com pontoações simples ou areoladas diminutas, conforme visto por Wyk & Canright (1956); Pinho et al, (1986) e Loureiro (1969;1970). No entanto, observa-se diferenças em relação aos valores médios do diâmetro do lume nas espécies estudadas, pois em *X. nitida* este chega a ser aproximadamente quase o dobro do encontrado para *X. benthamii*, sendo este considerado como parâmetro na distinção dos *taxa* estudados.

Nas espécies estudadas observa-se que o parênquima axial é apotraqueal em linhas finas e escalariforme, característica esta observada também por Metcalfe & Chalk (1950); Wyk & Canright (1956), Araujo & Mattos Filho (1965); Loureiro (1969,1970); Pinho et al (1986) e Paula & Alves (1997). Resultados contrários foram observados por Barros et al, (1997) para *X. sericea* que apresentou parênquima axial reticulado.

De acordo com Burger & Richter (1991) o parênquima axial escasso é mais resistente a esforços mecânicos do que o parênquima axial paratraqueal.

Ainda com relação ao parênquima axial, sob o ponto de vista evolutivo, Money et al, (1950) *apud* Esau (1974) cita que os padrões apotraqueal e difuso são mais primitivos.

Segundo Pinho et al, (1986) ao estudarem o lenho de espécies pertencentes a família Annonaceae, observaram que de um modo geral as estruturas do sistema secundário das espécies possuem um nível razoável de especialização, concordando com a afirmação de Wyk & Canright (1956), de que a madeira de Annonaceae não é tão primitiva anatomicamente, com relação as características das fibras, que são geralmente curtas e dos elementos de vasos que em geral também são curtos, com placas de perfuração exclusivamente simples e com pontoações intervasculares alternas, características estas também encontradas para as espécies de *Xylopi*a no presente estudo.

Os raios das espécies de *Xylopi*a apresentam-se de uma forma geral homogêneos, constituídos exclusivamente de células procumbentes, predominando os raios trisseriados, extremamente baixos em *X. benthamii* e muito baixo em *X. nitida*, finos, conforme observado também por Wyk & Canright (1956); Metcalfe & Chalk (1950), Araujo & Mattos Filho (1965), Loureiro, (1969; 1970), Paula & Alves (1997) e Barros et al, (1997).

Läuchi (1992) *apud* Luchi et al (2005), atribui ao parênquima radial a função de transporte de íons entre xilema e floema. Porém, de acordo com Braun (1984), tanto o parênquima axial quanto o radial, constituem tecidos acessórios aos elementos condutores, cuja principal função seria originar maior força osmótica dentro dos vasos através da mobilização de substâncias osmoticamente ativas, aumentando o fluxo nos vasos, favorecendo, assim as espécies que as apresentam.

Luchi (2004), investigando o lenho de *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae), em diferentes níveis de umidade, observou raios finos em indivíduos que encontravam-se em solos úmidos e alagados.

De acordo com Burger & Richter (1991), a grande quantidade de parênquima radial na madeira confere menor resistência mecânica e durabilidade natural a madeira.

### 3.5. CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, conclui-se que a anatomia da madeira, foi uma ferramenta eficaz na distinção dos *taxa* estudados a nível quantitativo, porém em relação ao nível qualitativo as espécies são muito semelhantes dificultando a distinção entre as duas espécies.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, E.S. & ANGYALOSSY-ALFONSO, V. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. I: Growth rings and vessels. **IAWA Journal** 21(1):3-30. 2000.
- ARAUJO, P. A. M. & MATTOS FILHO, A. Contribuição ao conhecimento da madeira de *Xylopia brasiliensis* Spreng. **Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. v. XVIII. 269-276. 1965.
- BAAS, P.; WERKER, E. & FAHN, A. Some ecological trends in vessel characters. **IAWA Bulletin** 4: 141-159. 1983.
- BARBOSA, A. P.; VIANEZ, B. F.; VAREJÃO, M. J. & ABREU, R. L. S. Considerações sobre o perfil tecnológico do setor madeireiro na Amazônia Central. **Parcerias Estratégicas**12: 42-61. 2001.
- BARROS, C. F.; CALLADO, C. H.; PUGIALLI, H. R. L.; CUNHA, M. & MARQUETE, O. **Madeiras da Mata Atlântica: Anatomia do Lenho de Espécies Ocorrentes nos Remanescentes Florestais do estado do Rio de Janeiro, Brasil**. Rio de Janeiro. Programa Mata Atlântica. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. v. 1. 86p. 1997.
- BRAUN, H.J. The significance of accessory tissues of the hydrosystem for osmotic water shifting as the second principle of water ascent, with some thoughts concerning the evolution of trees. **IAWA Bulletin. New series** 5:275-294. 1984.
- BURGER, L. M. & RICHTER, H. G. **Anatomia da Madeira**. São Paulo. Nobel. 154 p. 1991.
- CARLQUIST, S. **Comparative wood Anatomy: Systematic, Ecological and Evolutionary Aspects of Dicotyledon Wood**. Springer Verlag, Berlin. 436p. 1988.
- CORADIN, V. T. R. A Anatomia da Madeira como Instrumento de Identificação Botânica – A Experiência do IBAMA. In. JARDIM, M. A. G., BASTOS, M. N. C. & SANTOS, J. U. M. (eds). **Desafios da Botânica Brasileira no Novo Milênio: Inventário, Sistematização e Conservação da Diversidade Vegetal**. 54º Congresso Nacional de Botânica e 3º Reunião Amazônica. Belém. Pa. 296p. 2003.
- CUTTER, E. G. **Anatomia Vegetal**. v. 1. São Paulo: Roca. 304p. 1986.
- ESAU, K. **Anatomia de plantas com sementes**. São Paulo: Edgard Blücher, 293p. 1974.
- FLORES-VINDAS, E. **La Planta: estructura y función**. v.1. Cartago: Libro Universitario Regional. 367p. 1999.
- FONSECA, C. N., LISBOA P. L. B & URBINATI, C. V. A Xiloteca (Coleção Walter A. Egler) do Museu Paraense Emílio Goeldi. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, sér. Ciências Naturais**, Belém, v. 1(1), p. 65-140. 2005.
- FRANKLIN, G. L. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood - resin composites, and a new macerating method for wood. **Nature** 155: 51p. 1945.

HESS, R.W. Identification of New World Timbers. Annonaceae. Part (III). **Tropical Woods** 88: 13-30. 1946.

IAWA COMMITTEE. List of microscope features for hardwood identification. **IAWA Bulletin. New Ser.**, 10(3): 234-332. 1989.

INGLE, H. D. & DADSWELL, H. E. The anatomy of the timbers of south-west Pacific Area II, Apocynaceae and Annonaceae. **Australian Journal of Botany** 1: 1-26. 1953.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. **Normas para procedimentos em estudos de anatomia de madeira: I. Angiospermae, II. Gimnospermae.** Brasília, 19p. (Série Técnica, 15). 1992.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique.** New York: Mcgraw-Hill, 1940. 532p.

LISBOA, P. L. B.; TEREZO, E. F. M & SILVA, J. A. Madeiras Amazônicas: Considerações sobre a exploração, extinção de espécies e conservação. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi.** Série Botânica. v. 7(2). 521-542. 1991.

LISBOA, P. L. B. Aspectos da anatomia sistemática do lenho de *Iryanthera* Warb. (Myristicaceae). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, série Botânica 5(2). 1989.

LOUREIRO, A. A. Contribuição ao estudo anatômico de madeiras de Anonáceas da Amazônia. I – *Unonopsis guatterioides* (A. DC.) R. E. FRIES, *Fusaea longifolia* (Aubl.) Saff., *Xylopiia aromatica* Baill e *Rollinia insignis* R. E. Fries. **Boletim do INPA**; Botânica. Manaus, 30: 1-10. 1969.

LOUREIRO, A. A. Contribuição ao estudo anatômico de madeiras de Anonáceas da Amazônia. II – *Bocageopsis multiflora* (Mart.) R. E. Fries, *Guatteria scytophylla* Diels, *Xylopiia benthamii* R. E. Fries e *Guatteria olivacea* R. E. Fries. **Boletim do INPA**; Pesquisas Florestais. Manaus, 15: 1-10. 1970.

LUCHI, A. E.; SILVA, L. C. P & MORAES, M. A. Anatomia comparada do lenho de *Xylopiia aromatica* (Lam.) Mart. em áreas de cerrado e de plantação de *Pinus elliottii* Engelm. **Revista Brasileira de Botânica.** São Paulo. v. 28(4), p. 809-820. 2005.

LUCHI, A. E. Anatomia do lenho de *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae) de solos com diferentes níveis de umidade. **Revista Brasileira de Botânica** 27(2). 271-280. 2004.

METCALFE, C. R & CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons.** v.I. Clarendon Press. Oxford. 724p. 1950.

METCALFE, C. **Anatomy of Dicotyledons.** v. III: Magnoliales, Illiciales and Laurales. Oxford Science Publication. Clarendon Press. Oxford. 1987.

PAULA, J. E. & ALVES, J. L. H. **Madeiras Nativas: anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso.** Brasília. DF, MOA. 543 p. 1997.

PINHO, R. A.; GORGATTI, L. & SAJO, M. G. Estudo Anatômico do Lenho das Anonáceas Arbóreas Nativas no Parque Estadual das Pontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). **Hoehnea** 13: 35-42. 1986.

WYK, R.W & CANRIGHT, J. E. The Anatomy and Relationships of the Annonaceae. **Tropical Woods** 104: 1-24. 1956.

ZIMMERMANN, M. H. Functional xylem anatomy of angiosperms trees. In: BAAS, P. (Ed.). **New Perspectives in Wood Anatomy**. The Hague, Martinus Nijhoff Publishers. 1982.

## CONCLUSÕES GERAIS

O estudo anatômico foliar e da madeira das espécies de *Xylopia*, revelaram características peculiares a família Annonaceae.

Com relação à anatomia foliar, foi possível distinguir as espécies, sendo, portanto uma ferramenta que pode ser usada para auxiliar na identificação de espécies pertencentes à família Annonaceae.

As estruturas secretoras somente foram encontradas nas folhas, e as mesmas apresentam em seu interior conteúdo de natureza lipídica, fato este que pode subsidiar futuros estudos fitoquímicos para as espécies, para se conhecer as propriedades dos seus óleos essenciais, e comprovar suas propriedades medicinais e biológicas.

A caracterização anatômica da madeira das espécies a nível qualitativo não foi uma ferramenta auxiliar para a distinção e identificação das espécies estudadas, sendo necessário a análise quantitativa, que uma vez realizada neste trabalho auxiliou na distinção das espécies estudadas.