



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI  
MESTRADO EM BOTÂNICA TROPICAL



ANATOMIA FOLIAR E DO XILEMA SECUNDÁRIO DE ESPÉCIES DE  
*Aspidosperma* MART. & ZUCC. (APOCYNACEAE).

ALISSON RODRIGO SOUZA REIS

BELÉM-PA  
2008



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI  
MESTRADO EM BOTÂNICA TROPICAL



**ANATOMIA FOLIAR E DO XILEMA SECUNDÁRIO DE ESPÉCIES DE  
*Aspidosperma* MART. & ZUCC. (APOCYNACEAE).**

**ALISSON RODRIGO SOUZA REIS**

Dissertação apresentada a Universidade Federal Rural da Amazônia e ao Museu Paraense Emílio Goeldi, na área de concentração Botânica Tropical, como um dos requisitos para obtenção do título de **MESTRE**.

**Orientadora:**

D.Sc. Raimunda Conceição de Vilhena Potiguara

**Co-Orientadores:**

D.Sc. Pedro Luiz Braga Lisboa

M.Sc. Cláudia Viana Urbinati

BELÉM-PA  
2008

Reis, Alisson Rodrigo Souza

Anatomia foliar e do Xilema secundário de espécies de *Aspidosperma* Mart. & Zucc. (Apocynaceae) / ; Orientado por Raimunda Conceição de Vilhena Potiguara ; Co-Orientação de Pedro Luiz Braga Lisboa ; Co-Orientação Claudia Viana Urbinati – Belém, 2008.

93 fl : il.

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

1. Apocynaceae. 2. *Aspidosperma* – Anatomia foliar – Brasil – Amazônia. 3. *Aspidosperma* – Anatomia da madeira. I. Potiguara, Raimunda Conceição de Vilhena, Orient. II. Lisboa, Pedro Luiz Braga, Co-Orient. III. Urbinati, Claudia Viana, Co-Orient. IV. Título.

CDD 583.9309811



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI  
MESTRADO EM BOTÂNICA TROPICAL



**ANATOMIA FOLIAR E DO XILEMA SECUNDÁRIO DE ESPÉCIES DE  
*Aspidosperma* MART. & ZUCC. (APOCYNACEAE).**

**ALISSON RODRIGO SOUZA REIS**

Dissertação apresentada a Universidade Federal Rural da Amazônia e ao Museu Paraense Emílio Goeldi, na área de concentração Botânica Tropical, como um dos requisitos para obtenção do título de **MESTRE**.

Aprovado em 28 de Março de 2008

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup>. D. Sc. Raimunda Conceição de Vilhena Potiguara - Presidente  
Museu Paraense Emílio Goeldi - MPEG

---

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

---

Prof. D.Sc. Alcir Tadeu de Oliveira Brandão - 2<sup>o</sup> Examinador  
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

---

Prof. D.Sc. João Ubiratan Moreira dos Santos - 3<sup>o</sup> Examinador  
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

---

Prof. D.Sc. Maria Auxiliadora Feio Gomes - Suplente  
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

A **DEUS**, por tudo que tem feito na minha vida.

Aos meus pais, **NELSON** e **SANDRA**.

Aos meus irmãos, **GYSELLY**, **HUGO**, **PAULINE** e **TRYCIA**.

Ao meu filho de coração, "**RIKELMME**".

Ao meu maior exemplo de determinação **NILO** (*in memoriam*)

Que sempre lutaram comigo por todas as conquistas

obtidas até hoje.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A DEUS pela vida e todas as coisas que tem me proporcionado, possibilitando o nosso crescimento profissional e espiritual.

Ao meu glorioso São José e N. S. de Nazaré, que fortalecem e edificam a minha fé e coragem para enfrentar as dificuldades da Vida.

À Universidade Federal Rural da Amazônia, pela oportunidade de realizar este curso e aperfeiçoar meus conhecimentos.

Ao Museu Paraense Emílio Goeldi, pela oportunidade desde a iniciação científica.

A CAPES, pelo apoio financeiro.

A Prof<sup>ª</sup>. Raimunda Conceição de Vilhena Potiguara, pela orientação, apoio, estímulo e amizade na elaboração da dissertação.

A co-orientadora, Prof<sup>ª</sup> Cláudia Viana Urbinati, que sempre acreditou no meu potencial, além de ser minha “mãe” na carreira científica.

Ao Dr. Pedro Luiz Braga Lisboa, pela paciência, estímulo e amizade durante esse seis anos, desde o PIBIC até Agora.

A Dr.<sup>a</sup> Alba Lins, pela paciência e boa vontade no repasse de conhecimento, não só botânico mas também sobre algumas histórias da região.

À Prof. Eunice Gonçalves Macedo, da Universidade do Estado do Pará, pelos valiosos ensinamentos e apoio durante esse período.

Ao Pedro Paulo pela amizade, ajuda e colaboração para a realização da prática deste trabalho

Aos meus grandes irmãos do peito Eliane Almeida, Alessandra Doce, Raquel Macedo, Sebastião Maciel, Berna Leão, pelo apoio incondicional e amizade para realização deste sonho.

Aos meus grandes amigos, Genilson Alves, Julio Santos, Roberta Lavareda, Fábio Batista, Luciano Margalho, Aurélia Ramos, Rafaela Guimarães, Márcia, Gleissiane Alves, Maria Félix, Jeferson Miranda.

Aos meus eternos amigos ufranianos, Roberta Pinheiro, Marcela Caldas, Erycele Silveira, Andréia Maciel, Edylene Monteiro, Fernanda Mendes.

Agradecimentos Especiais à minha mãe, Sandra Reis, ao meu Pai Nelson Reis, Aos meus irmãos Gyselly, Hugo, Pauline e Trycia e ao meu sobrinho “Rikelmme”, pelos momentos de descontração e incentivo imensuráveis durante a realização desta dissertação.

Aos meus irmãos, que estão em um outro plano espiritual, os quais estão ao meu lado em todos os momentos.

À Secretaria do Curso de Mestrado de Botânica, Dagmar Mariano pela eficiência durante o período do curso.

À Maria Rohane de Lima, pela força e ensinamentos de como ser “Mestre” em sala de aula.

À Dona Raimunda, Joe e Dona Lúcia pela amizade e descontração.

E a todos que me auxiliaram direta e indiretamente para realização deste sonho.

Muito Obrigado pelo apoio  
e ajudar-me nas minhas pedaladas.

*“Cheguei até aqui, ainda não atingi o meu objetivo, mas aproveitarei a oportunidade dada, sou como a fruta que, sendo o pé bem tratado, melhora o sabor, vou me adubar com bons pensamentos, boas ações, modificar o rumo antigo, edificar o futuro brilhante estou em direção a melhorias. Agradeço ao pai todo-poderoso os dias que vivi e rogo generosas bênçãos para a nova etapa que virá.”*

(Lourival Lopes – Modificado)

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	XI
LISTA DE FIGURAS.....	XII
LISTA DE QUADROS.....	XIV
<b>CAPITULO 1: ANATOMIA FOLIAR E DO XILEMA SECUNDÁRIOS DE ESPÉCIES DE <i>Aspidosperma</i> MART. &amp; ZUCC. (APOCYNACEAE).....</b>	<b>15</b>
RESUMO.....	15
ABSTRACT.....	16
1.1 INTRODUÇÃO.....	17
1.2 REVISÃO DE LITERATURA.....	19
1.2.1. Aspectos taxonômicos da família Apocynaceae.....	19
1.2.2. Aspectos taxonômicos do gênero <i>Aspidosperma</i> Mart. & Zucc.....	21
1.2.3. Aspectos Anatômicos da família e do gênero.....	22
1.2.4. Mercado madeireiro.....	23
1.2.5 Utilização e importância das espécies no setor madeireiro.....	25
1.2.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26
<b>CAPÍTULO 2: ANATOMIA FOLIAR DE <i>Aspidosperma</i> MART. &amp; ZUCC., (APOCYNACEAE).....</b>	<b>33</b>
RESUMO.....	33
ABSTRACT.....	34
2.1. INTRODUÇÃO.....	35
2.2 MATERIAL.....	36
2.2.1 Coleta.....	36
2.2.2 Caracterização da Área.....	37
2.2.3 Material Botânico.....	37
2.3. MÉTODOS.....	37
2.3.1. Dissociação epidérmica.....	37
2.3.2. Diafanização foliar.....	37
2.3.3. Cortes histológicos.....	38
2.3.4. Cortes a mão livre.....	38
2.3.5. Cortes com auxílio do micrótomo.....	38
2.3.6. Testes histoquímicos.....	38
2.2.5 Ilustrações.....	39
2.2.5.1 Microscopia óptica.....	39
2.2.5.2 Microscopia eletrônica de varredura (M.E.V).....	39
2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
2.4.1 Superfície foliar.....	40
2.4.2 Nervura central.....	45
2.4.3 Limbo Foliar.....	49
2.4.4 Pecíolo.....	53
2.4.5. Padrão de nervura.....	60
2.5. CONCLUSÕES.....	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
<b>CAPITULO 3: ANATOMIA DA MADEIRA DE <i>Aspidosperma</i> MART. &amp; ZUCC. (APOCYNACEAE), COMERCIALIZADAS NO ESTADO DO PARÁ.....</b>	<b>67</b>

RESUMO.....	67
ABSTRACT.....	68
3.1. INTRODUÇÃO.....	69
3.2. MATERIAL.....	71
3.2.1. Material.....	71
3.3. MÉTODOS.....	71
3.3.2. Corpo de prova.....	71
3.3.3. Caracterização macroscópica.....	71
3.3.4. Preparo do material macerado.....	71
3.3.5. Obtenção e montagem de lâminas permanentes.....	72
3.3.6. Ilustrações.....	73
3.2.6.1 Microscopia óptica.....	73
3.2.6.2. Microscopia eletrônica de varredura (M.E.V).....	73
3.3. RESULTADOS.....	74
3.3.1. <i>Aspidosperma carapanauba</i> .....	74
3.3.2. <i>Aspidosperma desmanthum</i> .....	76
3.3.3. <i>Aspidosperma spruceanum</i> .....	78
3.3.4. <i>Aspidosperma excelsum</i> .....	81
3.4. DISCUSSÃO.....	84
3.5. CONCLUSÕES.....	87
3.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
3.7. ANEXOS.....	92
3.8. CONCLUSÃO GERAL.....	93

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 01: Relação de espécies e identificação botânica de cada indivíduo.....	<b>71</b>
Tabela 02: Dados quantitativos de vasos/poros das espécies estudadas.....	<b>83</b>
Tabela 03: Dados quantitativos de raios das espécies estudadas.....	<b>83</b>
Tabela 04: Dados quantitativos de fibras das espécies estudadas.....	<b>83</b>

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 01: Detalhe de imagem de satélite mostrando a localização do Parque Ecológico do GUNMA. Fonte: Almeida *et al*, 2003, modificado..... 36
- Figura 02: Vista frontal da epiderme Adaxial de *Aspidosperma* : A – *A. carapanauba*; B – *A. excelsum*; C – *A. desmanthum*; D – *A. spruceanum*; E – Detalhe dos espaços entre as células epidérmicas adaxial em *A. desmanthum*; F – detalhe do tricoma sobre a região da nervura central da face adaxial.(et) emergência dos esclereideos; (tr) tricoma..... 42
- Figura 03: Vista frontal da epiderme Abaxial: A – *A. carapanauba*; B – *A. excelsum*; C – *A. desmanthum*; D – *A. spruceanum*; E – Detalhe de tricomas e ornamentação da cutícula em M.E.V de *A. excelsum*; F- detalhe dos estômatos em M.E.V de *A. carapanauba*. (es) estômatos. (tt) tricoma tector; (p) papilas..... 44
- Figura 04: Nervura central de *Aspidosperma*: A – *A. carapanauba* ; B – *A. excelsum*; C – *A. carapanauba*; D – *A. spruceanum*; E – *A. desmanthum* e F- laticíferos em corte transversal em *A. desmanthum*. cp – células pétreas, cal – canais laticíferos. (e) esclereideos; (la) laticíferos. .... 47
- Figura 05: Feixes secundários de *Aspidosperma* A – *A. desmanthum* ; B – *A. spruceanum*.(es) esclereideos; (fl) floema; (mx) metaxilema..... 48
- Figura 06: Vista transversal do mesofilo das espécies estudadas A – margem de *A. carapanauba*; B – *A. carapanauba*; C – *A. excelsum*; D e F – Cristais de oxalato de cálcio em forma de drusas em *A. desmanthum*; E - limbo de *A. spruceanum*; G – ornamentação e da inserção do estômato. (c) cutícula; (et) estômato; (pa) papila; (d) drusa..... 51
- Figura 07: Mesofilo de *Aspidosperma*: A e B – *Aspidosperma spruceanum*; C – *A. desmanthum* (pp) parênquima paliçádico; (es) esclereideos..... 52
- Figura 08: pecíolo de *Aspidosperma excelsum*: A - Vista geral; B – Detalhe dos feixes vasculares; C – detalhe dos esclereideos com cristais prismáticos aderidos a sua parede; D – Detalhe do lume dos esclereideos; E – Detalhe da cutícula e divisão da parede anticlinal da epiderme papilosa. .... 55
- Figura 09: Pecíolo de *Aspidosperma carapanauba*: A – vista geral do pecíolo; B – vista da face abaxial do pecíolo; C – vista da face adaxial do pecíolo; D – detalhe dos feixes vasculares; E – laticíferos; F – tricoma pluricelular; G – detalhe da cutícula e da cera epicuticular; H e I: Detalhe do agrupamento de células pétreas com cristais aderidos a sua parede..... 56
- Figura 10: *Aspidosperma spruceanum*; A – detalhe da organização dos feixes do pecíolo; B – Sinuosidade da epiderme do pecíolo; C – feixes vasculares na região mediana da folha; D e F: Detalhe dos feixes vasculares secundários; E vista geral do parênquima fundamental..... 57

- Figura 11: *Aspidosperma desmanthum*; A – Secção transversal do pecíolo; B – detalhe do feixe vascular; C – parênquima fundamental e células esclerificadas; D- sinuosidade da parede do pecíolo; E- na seta detalhe da pontuação dos esclereídeos..... **58**
- Figura 12: Elementos traqueais de *Aspidosperma carapanauba*: A – vista geral da organização dos elementos traqueais e laticíferos ; B – vista, em maceração de um elemento traqueal; C – detalhe da placa de perfuração; D – Laticíferos; E e F- extremidades dos elementos traqueais..... **59**
- Figura 13: venação: A – C: *A. carapanauba*. A- vista geral; B – C detalhe das nervuras e terminações; D – H: *A. excelsum*. D – vista geral; E – G detalhe da nervuras e terminações; H – detalhe da nervura central..... **61**
- Figura 14: venação: A – C: *A. spruceanum*. A- vista geral; B – C detalhe das nervuras e terminações; D – H: *A. desmanthum*. D – vista geral; E – F detalhe da nervuras e terminações..... **62**
- Figura 15: *Aspidosperma carapanauba* Pichon. A- vista macroscópica da secção transversal; B- vista microscópica da seção transversal; C – seção tangencial; D – seção radial; E – detalhe dos raios e cristais prismáticos de oxalato de cálcio; F – eletromicrografia das pontuações..... **75**
- Figura 16: *Aspidosperma desmanthum*. A- vista macroscópica da seção transversal; B- vista microscópica da seção transversal; C – seção tangencial; D – seção radial; E – detalhe dos raios e das pontuações do elementos de vaso ; F – detalhe das células procumbentes do corpo do raio..... **77**
- Figura 17: *Aspidosperma spruceanum*. A- vista macroscópica da seção transversal; B- vista microscópica da seção transversal; C – seção tangencial; D – seção radial; E – eletromicrografia das pontuações; F – detalhe das pontuações em microscopia de luz..... **79**
- Figura 18: *Aspidosperma spruceanum*. A- eletromicrografia dos cristais de oxalato de cálcio na fibras; B- detalhe dos cristais de oxalato de cálcio na fibras em microscopia de luz; C – eletromicrografia do corpo silicoso; D – detalhe dos raios; E – elemento de vaso..... **80**
- Figura 19: *Aspidosperma excelsum*. A- vista macroscópica da seção transversal; B- micrografia da seção transversal; C – seção tangencial; D – seção radial; E – detalhe dos cristais prismáticos em microscopia de luz; F – eletromicrografia dos cristais prismáticos..... **82**

**LISTA DE QUADROS**

Quadro 1: Testes histoquímicos empregados nas folhas à identificação de substâncias ergástricas.....	<b>39</b>
--	-----------

## **CAPÍTULO 1: ANATOMIA FOLIAR E DO XILEMA SECUNDÁRIO DE ESPÉCIES DE *Aspidosperma* MART. & ZUCC. (APOCYNACEAE)**

### **RESUMO GERAL**

O gênero *Aspidosperma* Mart.& Zucc. é frequentemente utilizado na região Amazônica, principalmente no mercado madeireiro, entretanto, o referido gênero apresenta uma grande complexidade taxonômica, devido às semelhanças morfológicas de suas espécies. A anatomia pode ser um recurso para auxiliar a distinção destes *taxa*. Com isso, objetivou-se no presente trabalho caracterizar anatomicamente a folha e a madeira de *Aspidosperma excelsum*, *A. carapanauba*, *A. desmanthum* e *A. spruceanum*, contribuindo com a identificação das mesmas. Para alcançar tal objetivo, realizaram-se técnicas usuais em anatomia tanto para folha quanto para a madeira. As espécies estudadas apresentam semelhanças para: ceras epicuticulares, cutícula espessada, feixes vasculares bicolaterais, tricomas filiformes, células epidérmicas com paredes retas, pentagonais a hexagonais. Já as diferenças foram quanto à ornamentação da cutícula, organização dos feixes vasculares no pecíolo e na arquitetura foliar que proporcionam a formação de dois grupos. A madeira das referidas espécies são bastante semelhante macroscopicamente, tendo como características comuns: os raios homogêneos unisseriados a trisseriados, poros solitários, pequenos e difusos, contudo, a principal estrutura para distinção das espécies é o parênquima axial, variando de apotraqueal difuso a paratraqueal aliforme de extensão losangular com aleta curta. De posse desses resultados, verifica-se que as estruturas anatômicas, tanto da folha quanto da madeira, podem distinguir as espécies estudadas.

Palavras-Chaves: *Aspidosperma*, Amazônia, Anatomia foliar, Anatomia da Madeira.

## **CHAPTER 1: LEAF AND SECONDARY XYLEM ANATOMY OF SPECIES OF *Aspidosperma* MART. & ZUCC. (APOCYNACEAE)**

### **GENERAL SUMMARY**

The genus *Aspidosperma* Mart. & Zucc. is often used for its wood in the Amazon. This genus is taxonomically complex because of morphologically similar species. Anatomy is a resource for distinguishing these taxa. The objective of this study was to anatomically characterize the leaves and wood of *Aspidosperma excelsum*, *A. carapanauba*, *A. desmanthum*, and *A. spruceanum*, as a contribution to their identification. Standard wood and leaf anatomical techniques were used. The studied species showed similarities for: epicuticular waxes, thick cuticle, bicolateral vascular bundles, filiform trichomes, straight-sided epidermal cells pentagonal to hexagonal. Differences were seen in cuticular ornamentation, organization of vascular bundles in pedicles, and in leaf architecture, such that two groups can be formed. Wood of the studied species is quite similar, having the following characteristics in common: homogeneous rays uniseriate to triseriate, small and diffuse solitary pores. The principal structure for distinguishing these species is the axial parenchyma that varies from diffuse apotracheal to aliform paratracheal with losangular extension with short aleta. These anatomical structures, both of the leaves and the wood, are sufficient to distinguish the studied species.

Key words: *Aspidosperma*, Amazon, Leaf anatomy, Wood anatomy.

## INTRODUÇÃO GERAL

A floresta tropical é caracterizada por apresentar quantidade de chuva em torno de 1500 mm por ano, com uma estação seca pelo período de seis meses. Ocorre em uma faixa entre 30 graus de latitudes Norte e Sul em todos os continentes, e segundo Fonseca *et al.* (2005), ela tem como uma das suas principais características abrigar uma rica biodiversidade, estimulada pelas condições de temperatura e umidade dos ecossistemas, que tem perdurado por milênios.

A cobertura florestal brasileira é formada por florestas naturais e florestas plantadas abrangendo 544 milhões de ha, o que equivale a 2/3 do território nacional, onde predominam as florestas naturais localizadas na região Amazônica, as quais cobrem quase 539 milhões de ha (ABIMCI, 2004).

Essa região, por possuir grande extensão e rica biodiversidade, é o maior celeiro natural do mundo, contudo, a vegetação foi segmentada em tipos por diversos autores, destacando-se os trabalhos de Ducke e Black (1954); Pires (1973); Prance (1973; 1980); Braga (1979) e Pires & Prance (1985), ocasionando um grande avanço no conhecimento científico da Região, apesar de apresentar muitas lacunas que ainda estão por ser preenchidas, uma vez que o desafio maior é o desenvolvimento com baixo impacto ao ambiente.

O desenvolvimento da Amazônia brasileira nos últimos quatro séculos, tem causado grandes pressões sobre os recursos naturais devido às necessidades geopolíticas e socioeconômicas para produção de alimentos, fibras e energia, que trazem implicações ambientais, tais como: aumento da emissão de gases que contribuem para o efeito estufa, causado pelas queimadas, em decorrência do aumento da suscetibilidade ao fogo das áreas exploradas: erosão de solo, água e nutrientes e, conseqüentemente, a redução da biodiversidade. Os benefícios socioeconômicos são poucos se comparados com os impactos que levam a sua produção. (SILVA, *et al.* 2001).

Segundo Silva *et al.* (1994), o aumento da produtividade e eficiência no uso de todos os recursos, nos últimos anos, tem levado o homem a desenvolver pesquisas básicas que busquem o conhecimento necessário para um melhor entendimento e uso desses recursos.

Na Amazônia, a anatomia vegetal teve seu início no Museu Goeldi por Jacques Huber, em 1898, realizando o trabalho com semente do “jambu”, na época identificada como *Wulffia stenoglossa*, hoje *Acmella oleracea* (Asteraceae). Em anatomia de madeira, segundo Fonseca *loc. cit.* o pioneiro foi Arthur Bastos Loureiro e Marlene Freitas da Silva que produziram poucos trabalhos até 1929, destacando o livro “Essências madeireiras da Amazônia” com 4 volumes: Volume I em 1968, Volume II e III, em 1979 e Volume IV em 2000. Ainda neste

segmento, a EMBRAPA Amazônia Oriental, o Museu Paraense Emílio Goeldi, a Universidade do Estado do Pará, a Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA e o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA realizam pesquisas dessa natureza.

Mesmo com a atuação destas instituições, ainda existem lacunas no conhecimento anatômico de diversas famílias, entre estas, temos como exemplo a Apocynaceae, particularmente o gênero *Aspidosperma* Mart. & Zucc., que possui problemas taxonômicos que merecem ser resolvidos, uma vez que as madeiras do gênero são de grande importância econômica.

A anatomia vegetal tem sido utilizada com sucesso, como apoio a diversos estudos científicos, principalmente na taxonomia, entretanto, todo esse potencial é subutilizado. Estruturas anatômicas podem fornecer informações sobre o comportamento das plantas, maximizando a utilização dos vegetais, fornecendo prognose para o manejo.

A unidade de conservação Parque Ecológico do Gunma possui uma boa representatividade da flora amazônica, onde o gênero *Aspidosperma* está representado por cinco espécies, dentre as quais foram selecionadas quatro para este estudo, devido a acessibilidade: *Aspidosperma carapanauba* Pichon, *Aspidosperma excelsum* Markgr., *Aspidosperma desmanthum* Benth. ex Müll. Arg. e *Aspidosperma spruceanum* Benth. ex Müll. Arg. .

Este trabalho tem como hipótese que há diferença nas estruturas anatômicas da folha e do lenho entre as espécies selecionadas. Propõe-se, portanto, caracterizar anatomicamente essas espécies, para constatar tal afirmação.

Enfatiza-se, também, que esta dissertação está inserida no projeto *Anatomia Vegetal: Subsídios para Taxonomia, Fiscalização e Produção Vegetal*, financiado pela PROPESP da Universidade do Estado do Pará e está dividida em dois capítulos. Anatomia foliar de *Aspidosperma* Mart. & Zucc. (Apocynaceae) e Anatomia da madeira *Aspidosperma* Mart. & Zucc., comercializadas no estado do Pará.

## 1.2. REVISÃO DE LITERATURA

### 1.2.1. ASPECTOS TAXONÔMICOS DA FAMÍLIA APOCYNACEAE

A família Apocynaceae está distribuída em todos os continentes, principalmente em áreas tropicais (Morales, 2005a). É caracterizada por apresentar hábito arbustivos ou subarbusto eretos, lianas e ervas, mais raramente árvores, (gênero *Aspidosperma*) e quase sempre latescente. Folhas simples, opostas, alternas ou verticiladas, geralmente sem estípulas com ou sem coléteres na lâmina foliar. Inflorescência cimosas, racemosa ou flores solitárias. Flores gamopétalas, actinomorfas ou zigomorfas, 5-meras (raro 4,6 ou 7 em *Aspidosperma*). Cálice gamossépalo, geralmente 5-partido, lacínias imbricadas, às vezes com coléteres dispostos na base da face interna. Corola gamopétala, dextrorsa ou sinistrorsa, tubular, infundibuliforme, hipocrateriforme, sub-rotácea, de cores variadas ou urceolada, pré-floração contorcida, excepcionalmente valvar, com tubo dividido em uma porção inferior, da base até a inserção dos estames, e uma porção superior da região da inserção até a base dos lobos. Estames 5, raramente 4, inseridos no tubo e alternos com os lobos da corola; anteras livres, justapostas ou adnadas à cabeça do estilete, com ou sem reforços esclerenquimáticos, com as peças dispostas em toda a sua extensão ou limitadas à parte superior, inclusas a exsertas. Ovário súpero (semi-infero em *Himatanthus*) bicarpelar, uni ou bilocular, apocárpico ou sincárpico, em geral com disco nectarífero, inteiro, lobado a até 5 nectários livres, ou 2 nectários alternos aos carpelos, óvulos 2 a numerosos, placentação marginal, axilar ou parietal; estilete cilíndrico, inteiro ou bifurcado na base; cabeça do estilete de formas variadas, livre, justaposta ou adnada aos estames. Frutos, capsular, folicular ou drupóide, raro bacáceo. Sementes de uma a numeras, comosas, ariladas, aladas ou nuas (KINOSHITA, 2005; MORALES, 2005a; EZCURRA, 1981).

A família tem sido estudada por diversos autores no continente americano: Miers (1878), que descreveu as Apocynaceae da América do sul; Woodson (1928) fez a revisão do gênero *Stemmadenia*; Em 1933, 1935 e 1936 revisou o gênero americano *Echitoideae*; Em 1938 discorreu sobre a evolução dos gêneros *Plumeria* e *Himatanthus* e em 1939 analisou as Apocynaceae da América tropical; Ezcurra (1981) revisou as Apocynaceae da Argentina e Endress & Bruyns (2000) revisaram a classificação da família. Atualmente a família é objeto de estudo de Morales (2004a, b; 2005a, b, c, d; 2006 a, b, c) em uma série de artigos com enfoque taxonômico.

No Brasil, estudos taxonômicos da família estão concentrados nas regiões sul e sudeste, merecendo destaque os trabalhos de Kinoshita & Baldassaki (1987), que estudaram a flora fanerogâmica da reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil);

Vasconcellos & Gouvea (1993) descreveram as Apocynaceae da região de Poços de Caldas em Minas Gerais; Marcondes-Ferreira & Kinoshita (1996) propuseram uma nova divisão infragenérica para o gênero *Aspidosperma*; Koch & Kinoshita (1999) observaram as espécies da região de Bauru, São Paulo; Gomes & Cavalcanti (2001), estudaram a morfologia floral de *Aspidosperma*; Simões & Kinoshita (2002), descreveram as espécies da região de carrancas em Minas Gerais; Kinoshita (2005) refere-se as Apocynaceae do estado de São Paulo, no mesmo ano estudou as Apocynaceae da serra do Cipó em Minas Gerais, enquanto Quinet & Andreatta (2005), estudaram as espécies na reserva Rio das Pedras no município de Mangaratiba no Estado do Rio de Janeiro e Rio (2001) realizou estudos taxonômicos do gênero *Prestonia* e Rio & Kinoshita (2005) descreveram as espécies do gênero *Prestonia* das regiões Sul e Sudeste.

Na região Amazônica poucos são os trabalhos que contemplam a família merecendo destaque os trabalhos de Duarte (1971), que descreveu a espécie *Aspidosperma williamsii*, citando-a como nova espécie para a Região. Em 1978 este autor deu continuidade ao estudo com a revisão de *Aspidosperma* da flora extra-amazônica. Em 1980 o mesmo autor descreveu e organizou as espécies da série Nobiles Woodson da Região.

A família apresenta vários taxa complexos taxonomicamente e a quantificação dos gêneros e espécies encontra-se em definição, estimando cerca de 355 gêneros e 3.700 espécies. Em estudos taxonômicos tradicionais, como de Woodson (1951), e Cronquist (1981), as características vegetativas e reprodutivas possuem peculiaridades, usadas por taxonomistas dessa linha. Consideram a família Apocynaceae distinta de Asclepiadaceae, Entretanto, Endress & Bruyns (2000), analisando a família sob o ponto de vista filogenético, observaram a inconsistência de dados moleculares para a distinção entre as mesmas, tornando Apocynaceae parafilética. Com isso, os autores propuseram uma nova classificação para a família, denominando-a Apocynaceae *sensu lato*, incluindo as Asclepiadaceae como subfamília. Esta inconsistência também foi observada no APG (1998); Judd *et al.* (1999); Potgiter & Albert (2001) e Endress & Stenvens (2001).

Ainda na classificação tradicional ou *sensu stricto*, são reconhecidas as subfamílias Rauvolfioideae (= Plumerioideae) e Apocynoideae (= echitoideae). A subfamília Rauvolfioideae constitui um grupo bastante heterogêneo, que agrupa os táxons considerados mais “primitivos” dentro da família, com algumas exceções, os caracteres florais são poucos variáveis, e, portanto úteis na delimitação de tribos. Para tal fim, são utilizados tradicionalmente caracteres reprodutivos. A subfamília Apocynoideae, por sua vez, constitui um grupo bastante homogêneo, englobando os táxons ditos mais derivados dentro da família.

Como características marcantes, a subfamília têm a especialização das partes do androceu e do gineceu, com o desenvolvimento de um tecido de conexão entre as anteras e a cabeça do estilete (SIMÕES, 2004).

Na classificação filogenética proposta por Endress & Bruyns (2000), são estabelecidos as subfamílias Rauvolfioideae com 9 tribos, Apocynoideae com 5 tribos, Periplocoideae, Secamonoideae e Asclepiadoideae (antiga Asclepidiaceae), esta última com 3 tribos.

## **2.2. ASPECTOS TAXONÔMICO DO GÊNERO *ASPIDOSPERMA* Mart. & Zucc.**

O gênero tem distribuição neotropical, desde o México e a ilha de Hispaniola, nas Antilhas, até a Argentina (exceto Chile), constituída de 43 espécies. Sendo que a maior parte das espécies ocorre em matas, caatingas, campos de altitude, restinga e Chaco, desde o nível do mar até cerca de 2000m de altitude (WOODSON, 1951; MARCONDES-FERREIRA 1988; MARCONDES-FERREIRA & KINOSHITA 1996;).

O gênero é caracterizado por apresentar hábito arbóreo ou arbustivos, decíduos ou não; ramos, em geral, lenticelados; com ou sem catafilos recobrimdo as gemas apicais dormentes; látex leitoso, branco, avermelhado ou incolor. Tronco geralmente sulcado longitudinalmente, retilíneo até muito tortuoso, às vezes corticoso; ramos geralmente lenticelado, suberosos ou não. Folhas alternas, raro opostas ou verticiladas; às vezes, congestas nos ápices dos ramos; sem coléteres na região nodal; pecioladas ou sésseis. Inflorescência terminal, lateral ou extra-axilar, em geral cimóide corimbiforme, podendo haver redução até tornar-se glomerular ou fascicular. Flores, em geral, pequenas, amareladas. Cálice com prefloração quincuncial, (4-) 5 (-6 -7) partido; sem coléteres na base da face interna. Corola sinistrorsa, hipocrateriforme; tubo polínico ou 5-anguloso, em geral levemente dilatado na região das anteras, às vezes com 5 fendas longitudinais acima da inserção dos estames; lobos eretos ou reflexos na antese. Estames inclusos, inseridos no terço médio ou superior do tubo; filetes livres; anteras totalmente férteis, não adnadas à cabeça do estilete, ovadas, base cordada, ápice agudo. Gineceu com ovário súpero, apocárpico; disco nectarífero ausente; cabeça do estilete claviforme ou capitada, com dois a muitos óvulos bisseriados, placentação marginal. Fruto múltiplo; folículos eretos, achatados lateralmente ou subcilíndrico, lenhosos a coriáceos, sésseis ou estipitados, mucronado ou não. Sementes aladas e achatadas; alas concêntricas até fortemente excêntricas, em geral membranáceas, de bordo inteiro ou fimbriado. (QUINET & ANDREATA, 2005; KINOSHITA & SIMÕES, 2005; KINOSHITA, 2005; MORALES, 2005a; EZCURRA, 1981).

Taxonomicamente, o gênero mereceu destaque nos trabalhos de Woodson, (1951) o qual revisou o gênero, indicando algumas espécies como híbridos. Duarte (1977) discorda da hibridação e revalida algumas espécies. Marcondes-Ferreira & Kinoshita (1996) propõem uma divisão infragenérica para o gênero com base na morfologia do fruto e da semente. Gomes & Cavalcanti (2001), para separação de espécies de *Aspidosperma*, baseiam-se na morfologia floral e Demarco (2005) toma como base as estruturas secretoras florais e coléteres foliares de espécies do cerrado, tanto para *Aspidosperma australe* Mull. Arg. quanto para *Blepharodon bicuspidatum* Fourn.

### 2.3. ASPECTOS ANATÔMICOS DA FAMÍLIA E DO GÊNERO

As Apocynaceae, apesar da sua importância econômica, tanto na produção de madeira, quanto na medicina popular, os trabalhos com enfoque anatômico são poucos. A anatomia pode facilitar a compreensão de suas estruturas, principalmente secretoras, auxiliando estudos taxonômicos, químicos e farmacológicos. Nesse contexto, os trabalhos mais importantes, porém incompletos, são de Solereder (1908) e Metcalfe & Chalk (1950), que citam informações sobre a organização dos tecidos nas folhas e caule de espécies da família, com poucas informações sobre *Aspidosperma* e raras sobre as espécies em estudo e Woodson & Moore (1938), que estudaram anatomia sistemática das flores da família, entretanto não incluíram nenhuma espécie do gênero *Aspidosperma*.

Falcão (1960/1961) estudou a anatomia foliar de *Allamanda schottii* Pohl; Gonçalves (1960/1961) percorreu sobre clorênquima de *Rauvolfia graniflora* Mart. Pacheco (1979) realizou estudos anatômicos e farmacognósticos em *Aspidosperma pyriforme* Mart. A família foi objeto de pesquisa para Demarco (2005), que estudou estruturas secretoras florais e coléteres foliares de *Aspidosperma australe* Mull. Arg. e *Blepharodon bicuspidatum* Fourn. Demarco *et al* (2006) estudaram os laticíferos articulados anastomosados como novos registros para a família Apocynaceae, contrapondo os trabalhos de Foster (1949), Fahn (1979), Metcalfe & Chalk (1979), que classificaram tais laticíferos como não articulados para a família.

Os laticíferos ocorrem em 25 famílias vegetais (Metcalfe, 1967; Metcalfe & Chalk, 1979), e são marcante em Apocynaceae, devido tais estruturas exudarem látex a maioria dos trabalhos estão relacionados ao conhecimento químico como o de Pereira *et al.* (2006) que analisaram os constituintes químicos e biológicos de *Aspidosperma nitidum*. Goloni *et al.* (2005), que estudaram a toxicidade aguda de *Aspidosperma subincanum* Martius. Souza *et al.* (2005) realizou o estudo farmacognóstico da mesma espécie, enquanto Jácome *et al.* (2003)

fez uma comparação cromatográfica entre extratos de espécies conhecidas como pau-pereira, dentre essas taxa encontrava-se a *Aspidosperma parvifolium* e Barbosa *et al.* (2003) analisou os alcalóides presentes em *Aspidosperma auriculatum*, esses trabalhos contribuíram para melhor utilização do gênero em função da composição química dos alcalóides ocorrentes no látex, utilizados como cardiotônicos.

Milanez (1951; 1952; 1953-1954; 1960/1961; 1966) publicou uma serie de trabalhos, sendo que a obra mais importante foi publicada em 1978, onde realizou a ontogênese dos laticíferos contínuos, dando indícios que os laticíferos das Apocynaceae poderiam ser articulados. A principal discussão sobre a estrutura é quanto a sua classificação (articulados ou não articulados) e função.

Poucos trabalhos existem sobre o xilema secundário da família e do gênero, sendo as espécies comerciais as que detêm mais informações. O primeiro trabalho foi realizado por Milanez (1939), que descreveu a madeira de 30 espécies do gênero *Aspidosperma*, enquanto que Rizzini (1971) estudou o lenho de 10 espécies do mesmo gênero, incluindo *A. desmanthum*. Mainieri (1964) contribuiu com a anatomia do lenho de espécies do gênero amazônico *Parahancornia*. Paula & Alves (1980) estudaram as estruturas anatômicas da madeira de 14 espécies ocorrentes em área de caatinga, dentre estas *Aspidosperma pyriformis*; Mainieri & Chimelo (1989) descreveram 3 espécies do gênero, ocorrentes no sul e sudeste do país; Paula & Alves (1997) descreveram a madeira, de modo geral, da família; Sidiyasa & Baas (1998) discutiram sobre a anatomia sistemática e ecológica de *Alstonia* e Loureiro *et al.* (1979a, 1979b e 2000) também estudaram a madeiras de 3 espécies do gênero.

#### **2.4. MERCADO MADEIREIRO**

Carvalho *et al.* (2006), comenta que a exportação de produtos florestais vem crescendo a cada ano e conseqüentemente há ocorrência de um aumento na produção florestal, fato este é consenso entre os especialistas do setor. Segundo Remade (2006), estes produtos são importantes no desenvolvimento do país, influenciando alguns macroindicadores como o PIB, a geração de divisas e na melhoria da qualidade de vida da sociedade, além de contribuir com 5% no PIB nacional e 7% das exportações no ano de 2005, com um aumento de 10% no PIB em 2006, batendo recordes nas exportações e importações. Onde os Estados Unidos destacou-se por ser o principal importador de madeira tropical e dentre os estados brasileiros os que mais exportaram foram Paraná, Santa Catarina e o Pará, e o maior consumidor nacional foi São Paulo. Esse crescimento deve-se ao fato do Brasil abrigar cerca de 550 milhões de ha de floresta, representando cerca de 10% de toda a área florestal do mundo. Destes, 60% são de

florestas tropicais, 34% de cerrado, 4% de matas de caatinga e 2% de mata atlântica, além do fato de 60% das florestas nativas estarem na Amazônia ( ABIMCI, 2007).

Lentini *et al.* (2005) cita que no ano de 2004 o processamento madeireiro ocorreu em 82 pólos, situados principalmente nos estados do Pará, Mato Grosso e Rondônia. Das madeiras oriundas desses pólos, 64% destinaram-se para o mercado doméstico e 36% para a exportação.

Segundo a Aimex (2007), o Estado do Pará, com uma área de 1.248.042 Km<sup>2</sup> que corresponde a 15% da superfície brasileira e 24% da Amazônia Legal, possuindo ricos e diversificados ecossistemas. Sua composição florística consta, na grande maioria, de uma extensa e rica floresta tropical, que por sua vez, possui um extraordinário potencial madeireiro. Por ser um recurso natural renovável a exploração das florestas têm condições de atender a crescente demanda das necessidades nacionais e mundiais de madeira e produtos derivados, desde que feita racionalmente através do manejo florestal sustentável, que é a forma de administrar a floresta para obtenção de benefícios econômicos e sociais, respeitando-se os mecanismos sustentáveis dos ecossistemas.

Em 2004, o estado do Pará possuía 33 pólos distribuídos em cinco zonas madeireiras: Central, Estuarina, Leste, Oeste e Sul. A indústria madeireira está concentrada nas zonas Leste e no Estuário, que representam conjuntamente 74% da produção madeireira do Estado e os outros 26% nas demais zonas (Lentini et al, 2005). Tendo como principais municípios exportadores Belém, Ananindeua e Paragominas que representaram aproximadamente 39% das exportações do Estado, (Guia florestal modelo 3). Estas guias foram criadas através da Instrução Normativa nº 12 de 30 de outubro de 2006, com a função de acompanhar e fiscalizar o comércio madeireiro paraense. Smeraldi *et al.* (1999) cita que no estado há uma tendência da atividade madeireira migrar para o oeste, devido o baixo valor do recurso e acesso relativamente fácil ao mercado.

Lentini *et al.* (2005) cita que, no ano de 2004, havia 1592 empresas madeireiras em operação, as quais extraíram 11,1 milhões de metros cúbicos de madeira em tora e após o processamento que resulta em 4,6 milhões de metros cúbicos.

Os dados parciais das exportações paraenses, referentes ao período de janeiro a novembro de 2005, totalizam US\$ 4.298.054.013 FOB. Deste total, 88,95%, correspondem às exportações feitas pelas quarenta principais empresas exportadoras do Pará. No ranking destas empresas, dezessete são do setor mineral, dezoito são do setor florestal/madeireiro e duas do setor de alimentos/grãos. Apesar do setor mineral dominar a pauta de exportação do Estado do Pará, o setor florestal tem participação expressiva por fornecer o carvão vegetal usado na

cadeia produtiva da siderurgia e a madeira beneficiada representa 43,62% liderando as exportações, acompanhada do segmento de pisos, com 38,12% (AIMEX, 2006).

## 2.5. UTILIZAÇÃO E IMPORTÂNCIA DO GÊNERO NO SETOR MADEIREIRO

Espécies de Apocynaceae são muito utilizadas na indústria madeira, como os gêneros *Couma*, *Geissospermum*, *Macoubea*, *Parahancornia* e *Aspidosperma*.

Segundo Le Cointe (1947), várias espécies do gênero *Aspidosperma* são conhecidas como peroba nas regiões Sul e Sudeste do país. Enquanto que Corrêa (1931) comenta que na Região Amazônica, as espécies com sulcos no tronco são denominadas de carapanauba, devido a grande presença de mosquitos denominados de carapanã.

A madeira do gênero é de boa qualidade, pesada, com textura fina, grã direita, de coloração castanho-amarelado ou rosado, dura e muito utilizadas na construção civil, para postes, cabos de ferramenta entre outras utilidades, com destaque as espécies do presente trabalho.

A madeira de *A. spruceanum* é empregada na construção civil, como caibros, vigas e esteios, para obras externas, como dormentes de estradas de ferro, postes, cruzetas e moirões, também sendo utilizada na arborização devido a organização da sua copa (Lorenzi, 1998); em *A. desmanthum*, é utilizada nas construções civis, navais e carpintaria (Rizzini, 1971) e a espécie *A. excelsum*, além da madeira, utiliza-se à casca no combate de bronquite (Corrêa, 1931).

O gênero é comercializado, legalmente, em 14 municípios do estado do Pará, porém mais expressivamente no município de Novo Progresso. O metro cúbico variando entre R\$ 25,31 a 83 reais, dependendo da espécie.

A alta qualidade da madeira, aliada com a intensa exploração, tem ocasionado a pressão sobre algumas espécies levando-as a ameaça de extinção. Três das quatro espécies do presente estudo, estão nesta situação conforme cita Martini *et al.* (1998) e a lista de espécies ameaçadas segundo o programa biota Pará. (BIOTA, 2008, disponível em [www. Museu-goeldi.br](http://www.Museu-goeldi.br))

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIMCI. 2004. **Estudo setorial: Indústria de Madeira Processada Mecanicamente**. Publicação avulsa. 2004.
- ABIMCI. 2007. **Estudo setorial: Indústria de Madeira Processada Mecanicamente**. Publicação avulsa. 2007.
- AIMEX. Exportações do Pará. **Notícias**. Ano IX, nº 02. 2006.
- AIMEX. Disponível em [www.aimex.com.br](http://www.aimex.com.br). 2007. Acesso dezembro de 2007
- APG, An ordinal classification for the families of flowering plants, **Annals of the Missouri Botanical Garden**, vol 85, nº 04, p. 531-553, 1998.
- BARBOSA, W. L. R.; TAVARES, I. C. C.; SOARES, D. C. Alcalóides de *Aspidosperma auriculatum* Standl. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, vol. 13, supl., 2003.
- BIOTA PARÁ. Disponível em [www.museu-goeldi.br](http://www.museu-goeldi.br). 2008. Acesso em janeiro de 2008.
- BRAGA, P. I. S. Subdivisão fitogeográfica, tipos de vegetação, conservação e inventário florístico da floresta amazônica, **Acta Amazônica**. vol. 9, nº 04, p. 53-80. Suplemento, 1979.
- CARVALHO, R. M. M. A.; SOARES, T. S. & VALVERDE, S. R. Setor floresta é destaque na economia brasileira. In **Revista da Madeira**. Ano 16, nº 95. 2006.
- COORÊA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil**. Vol. II, p. 37, 1931.
- CRONQUIST, A. **An Integrated system of Classification of Flowering Plants**. Columbia University Press. 1981.
- DEMARCO, D. **Estruturas secretoras florais e coléteres foliares em espécies de cerrado de *Aspidosperma* Mart. & Zucc. e *Bepharodon* Decne (Apocynaceae)**. Dissertação de Mestrado Em Biologia Vegetal, Universidade Estadual de Campinas. 2005.
- DEMARCO, D.; KINOSHITA, L. S.; CASTRO, M. M. de. Laticíferos articulados anastomosados- novos registros para Apocynaceae. **Revista Brasileira de Botânica**, vol. 29, nº 1, 2006.
- DUARTE, A. P. Dando continuidade aos nossos estudos de revisão do gênero *Aspidosperma*, apresentaremos mais três espécies da série VI *Nitida*, que ocorrem na flora Extra-Amazonica. **Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, vol XXII, Brasil, 1978.
- DUARTE, A. P. O Problema da Especiação no Gênero *Aspidosperma*. **Arquivos do jardim Botânico do Rio de Janeiro**, Volume XXI, 1977.
- DUARTE, A. P. Série IX *Nobiles* woodson (Apocynaceae). **Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, vol XXIV, Brasil, 1980.

- DUARTE, A. P. Uma nova espécie de *Aspidosperma* da Amazônia. **Acta Amazônica**, Ano I, nº 03, 1971.
- DUCKE, A. & BLACK, G. A. Notas sobre a fitogeografia da Amazônia brasileira. **Boletim técnico do Instituto Agrônomo do Norte**, nº 29, 1954.
- ENDRESS, M. E. & STEVENS, W. D. The renaissance of the Apocynaceae s. l. : recent advances in systematics, phylogeny, and evolution: introduction, **Annals of the Missouri Botanical Garden**, vol 88, nº 04, p. 517-522, 2001.
- ENDRESS, M. E. & BRUYNS, P. V. A revised Classification of the Apocynaceae s.l. **The Botanical Review**, vol. 66, nº 01, 2000.
- EZCURRA, C. Revisión de las Apocináceas de la Argentina. **Darwiniana**, Volume 23, nº 2-4, p. 367 – 474. 1981.
- FAHN, A. **Secretory tissues in the plants**. London, 1979.
- FALCÃO, W. F. A. de. Nota sobre a *Allamanda schottii* Pohl (Apocynaceae). **Rodriguesia**, Nº 35-36, 1960/1961.
- 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, Série Ciências Naturais**, vol 01, nº 01, p. 65-140, 2005.
- FOSTER, A. S. **Practical Plant Anatomy**, Toronto, London, 1949.
- GOLONI, R.; ALVES, N. M.; GARROTE, C. F. D.; PAULA, J. R.; VALADARES, M. C.; BARA, M. T. F.; CUNHA, L. C. Estudo da toxicidade aguda do *Aspidosperma subincanum* Martius. **Revista Eletrônica de Farmácia**, Vol. 2, nº 2, supl., 2005.
- GOMES, S. M. & CAVALCANTI, T. B. Morfologia floral de *Aspidosperma* Mart. & Zucc. (Apocynaceae). **Acta Botânica Brasileira**. Vol. 15, nº 01, p. 73-88. 2001.
- GONÇALVES, C. R. Sobre a provável ocorrência de borracha no clorênquima de *Rauwolfia grandiflora* Mart. (Apocynaceae). **Rodriguesia**, Nº 35 e 36, 1960 / 1961.
- HUBER, J. Observações histológicas e biológicas sobre o fructo da *wulffia stenoglossa* D. C. (Jambú). **Boletim do Museu Paraense de Historia Natural e Ethnographa**. Tomo II, fascículo 1-4, 1898.
- JÁCOME, R. L. R. P.; SOUZA, R. A.; OLIVEIRA, A. B. Comparação cromatográfica entre o extrato de *Aspidosperma parvifolium* e o fitoterápico “Pau-Pereira”. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, vol 13, supl. , 2003.
- JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; STEVENS, P. F. **Plant Systematics – A Phylogenetic Approach**. 464 p, 1999.

KINOSHITA, L. S. & SIMÕES, A. O. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Apocynaceae s. str. (Rauvolfioideae e Apocynoideae). **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**. Vol. 23, nº 2, p. 235-256. 2005.

KINOSHITA, L. S. Apocynaceae: in WANDERLEY, M. G. L.; SHEPHERD, G. J.; MELHEM, T. S.; GIULIETTI, A. M. (coord.) **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. São Paulo, 2005.

KINOSHITA-GOUVEA, L. S. & BALDASSARI, I. B. Flora Fanerogâmica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). **Hoehnea**, vol 14, p. 89-94. 1987.

KOCH, I. & KINOSHITA, L. S. As Apocynaceae s. str. da Região de Bauru, São Paulo, Brasil, **Acta Botânica Brasílica**, vol. 13, nº 01, p. 61-86. 1999.

LE COINTE, P. **Árvores e plantas úteis**, Ed. Nacional, 506 p., 1947.

LENTINI, M.; VERÍSSIMO, A. & PEREIRA, D. A expansão madeireira na Amazônia. **Revista da Madeira**, Ano 14, nº 91, 2005.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**, Vol 2, p. 19-25, 1998.

LOUREIRO, A. A.; SILVA **Essências madeireiras da Amazônia**. V. 01, 433 p. Manaus. 1968.

LOUREIRO, A. A.; SILVA, M. F.; ALENCAR, J. C. da. **Essências madeireiras da Amazônia**. V. 01, Manaus. 1979 a.

LOUREIRO, A. A.; SILVA, M. F. da & ALENCAR, J. C. da. **Essências madeireiras da Amazônia**. V. 02, Manaus. 1979 b.

LOUREIRO, A.; FREITAS, J. A.; RAMOS, K. B. L. **Essência Madeireiras da Amazônia**, Manaus: MCT/INPA –CPPF. 2000.

MAINIERI, C. **Contribuição ao estudo anatômico do Lenho de *Parahancornia* da Amazônia**. Instituto nacional de pesquisas da Amazônia. Botânica, nº19. 1964.

MAINIERI, C.; CHIMELO, J. P. **Fichas de Características das Madeiras Brasileiras**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, São Paulo. 1989.

MARCONDES-FERREIRA, W. **Aspidosperma Mart. Nom. cons. (Apocynaceae) estudos taxonômicos**. Tese de Doutorado em Biologia Vegetal da Universidade Estadual de Campinas, 1988.

MARCONDES-FERREIRA, W. & KINOSHITA, L. S. Uma Nova divisão infragenérica para *Aspidosperma* Mart. (Apocynaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, vol. 19, nº 02, p. 203-214, 1996.

MARTINI, A.; ROSA, N. A. ; UHL, C. **Espécies de árvores potencialmente ameaçadas pela atividade madeireira na Amazônia**, série amazônica 11, IMAZON, 1998.

- METCALFE, C. R. & CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons**. Oxford, Claredon, vol. 01, 1979.
- METCALFE, C. R. & CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledonsn**. Oxford, Claredon Press, vol. II, 1950.
- METCALFE, C. R. Distribution of latex in the plant kingdom. **Economy Botany**, vol. 21, nº 2, 1967.
- MIERS, J. **On the Apocynaceae of South Americam**. Williams and Norgate, London, 1878.
- MILANEZ, F. R. Contribuição ao conhecimento anatômico de *Cryptostegia grandiflora* – II. Sobre os laticíferos da estruturas primária (Asclepiaceae). **Rodriguésia**, Anos XXIII - XXIV, nº 35-36, 1960-1961.
- MILANEZ, F. R. Contribuição ao conhecimento anatômico de *Cryptostegia grandiflora* – III. Sobre os laticíferos da estruturas secundária. **Rodriguésia**, Anos XXV, nº 37, 1966.
- MILANEZ, F. R. Estudo do lenho de trinta espécies do gênero *Aspidosperma*. Revista de la Sociedad Argentina de Ciências naturales - **Physis**, Vol. XV, nº 37. 1939.
- MILANEZ, F. R. Galactoplastas de *Hevea brasiliensis* Müll. Arg. **Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, vol XI, 1951.
- MILANEZ, F. R. Ontogênese dos laticíferos contínuos. **Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, vol XXIII, 1978.
- MILANEZ, F. R. Ontogênese dos laticíferos do caule de *Euphorbia phosphorea* Mart.. **Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, vol XII, 1952.
- MILANEZ, F. R. Origem das ramificações dos laticíferos do caule de *Euphorbia phosphorea* Mart.. **Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, vol XIII, 1953-1954.
- MORALES, J. F. & FUENTES, A. Estudios em lãs Apocynaceae neotropicales V: Una nueva especie, nuevos reportes y nueva sinonimia en las Apocynaceae de Biolívia, **Sida**, vol. 21 , nº 01, p. 165-174, 2004.
- MORALES, J. F. Estudios em las Apocynaceae neotropicales IV: Notas taxonomicas en *Prestonia* (Apocynaceae, Echiteae) con una nueva especie de ecuador. **Sida**, vol. 21, nº 01, p. 159-163, 2004 a.
- MORALES, J. F. Estudios em lãs Apocynaceae neotropicales VII: Novdades taxonomicos en *Prestonia* (Apocynaceae, Apocynoideae) para Colombia y ecuador, con comentarios sobre el grado de lobulacion del nectario, **Candollea**, vol. 59, 2004 b.
- MORALES, J. F. Estudios em las Apocynaceae neotropicales XIX: La família Apocynaceae s. str. (apocynoideae, Rauvolfioideae) de Costa Rica. **Darwiniana**, vol. 43, nº 1-4, p. 90-191, 2005 a.

MORALE S, J. F. Estudios em lãs Apocynaceae neotropicales IX: *Mandevilla antioquina*, sp. Nov. y lectotipificación de *Echites comosa*. **Anales del jardin Botánico de Madrid**, vol 62 , nº 01, p. 65-68, 2005 b.

MORALES, J. F. Estudios em lãs Apocynaceae neotropicales X: Definition de la verdadera identidade de *Mandevilla leptophylla*, con la descripción de dos nuevas especies y una nueva combinacion de *Mandevilla* (Apocynoideae: Mesechiteae) para sur América, **Sida**, vol. 21, nº 03, p. 1535-1547, 2005 c.

MORALES, J. F. Estudios em las Apocynaceae neotropicales XVIII: dos nuevas espécies de *Mandevilla* (Apocynaceae, Mesechiteae) para Brasil. **Darwiniana**, vol. 43, nº 1-4, p. 84-89, 2005 d.

MORALES, J. F. Estudos em lãs Apocynaceae neotropicales XXVIII: La família Apocynaceae (Apocynoideae, Rauvolfioideae) de el Salvador, Centroamérica. **Darwiniana**. Vol. 44, nº 02, p. 453-489. 2006 a.

MORALES, J. F. Estudios em lãs Apocynaceae neotropicales XXIII: Una nueva especie de *Mandevilla* (Apocynoideae, Mesechiteae) y nuevos reportes en las Apocynaceae (Apocynoideae, rauvolfioideae) de Colombia. **Anales del jardin Botánico de Madrid**, vol 63 , nº 01, p. 51-54, 2006 b.

MORALES, J. F. Estudios em lãs Apocynaceae neotropicales XXIV: *Bahiella* (Apocynoideae: Echiteae), un desapercibido nuevo género endemico de Bahia, Brasil, **Sida**, vol. 22, nº 01, p. 333-353, 2006 c.

PACHECO, J. M. Estudo farmacognóstico do *Aspidosperma pyrifolium* Mart. Popularmente conhecido por pereiro-preto. **Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, vol. XXIV, 1979.

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

PAULA, J. E. de & ALVES, J. L. H. de. Estudo das estruturas anatômicas e de algumas propriedades físicas da madeira de 14 espécies ocorrentes em áreas de caatinga. **Brasil Florestal**, ano 10, nº 43, p. 47-58, 1980.

PEREIRA, M. M.; SOUZA JÚNIOR, S. N.; ALCANTARA, A. F. C.; PILÓ-VELOSO, D.; ALVES, R. B.; MACHADO, P. O.; AZEVEDO, A. O.; MOREIRA, F. H.; CASTRO, M. S. A.; RASLAN, D. S. Constituintes químicos e estudos biológicos de *Aspidosperma nitidum* (Apocynaceae). **Revista Brasileira de Publicação Médica**, Vol. 8, nº 3, 2006.

PIRES, J. M. & PRANCE, G. T. The vegetation types of the Brazilian Amazon. In PRANCE, G. T. & LOVEJOY, T. E. (EDIT.) **Key environments Amazonia**, Pergamon Press, 1985.

PIRES, J. M. Tipos de vegetação da Amazônia. In: o Museu Goeldi no ano do Sesquicentenário. **Publicação Avulsa do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, nº 20, p. 179-202, 1973.

POTGIETER, K. & ALBERT, V. A. Phylogenetic relationships within Apocynaceae s. l. based on *trnL* intron and *trnL-F* spacer sequences and propagule characters, **Annals of the Missouri Botanical Garden**, vol 88, nº 04, p. 523-549, 2001.

PRANCE, G. T. A terminologia dos tipos de florestas amazônicas sujeitas a inundação, **Acta Amazônica**, vol. 10, nº 03, p. 495-504, 1980.

PRANCE, G. T. Phytogeographic support for the theory of pleistocene forest refuges in the Amazon basin, base don evidence from distribution patterns in caryocaraceae, chrysobalanaceae, Dichapetalaceae and Lecythidaceae, **Acta Amazonica**, Ano III, nº 03, 1973.

QUINET, C. G. P. & ANDREATA, R. H. P. Estudo taxonômico e Morfológico das espécies de Apocynaceae Adans. na Reserva Rio das Pedra, Município de Mangaratiba, Rio de Janeiro, Brasil. **Pesquisas, Botânica** nº 56, p. 13- 74. 2005.

REMADE. Indústria de base florestal exportou US\$ 7,5 bilhões. In: **Revista da Madeira**. Edição especial. 2006.

RIBEIRO, J. E. L. S; HOPKINS, M. J. G; VICENTINI, A; SOTHERS, C. A; COSTA, M.S; BRITO, J. M; SOUZA, M.A. D; MARTINS, L. H. P; LOHMANN, L. G; ASSUNÇÃO, P. A. C. L; PEREIRA, E. C; SILVA, C. F; MESQUITA, M. R & PROCÓPIO, L. C. **Flora da Reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central**. Manaus, 816 p. il. Instituto nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA. 1999.

RIO, M. C. S. do & KINOSHITA, L. S. *Prestonia* (Apocynaceae) no sul e Sudeste do Brasil. **Hoehnea**, vol. 32 , nº 02, p. 233-258, 2005.

RIO, M. C. S. do. **Estudos taxonômicos e Anatômicos do gênero *Prestonia* R. BR. Nom. Cons. (Apocynaceae)**. Dissertação de Mestrado em Biologia Vegetal, Universidade Estadual de Campinas. 2001.

RIZZINI, C. T. **Árvores e Madeiras Úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira**, Ed. Edgard Blücher, 294 p., 1971.

SANTOS, E. **Nossas Madeiras**, ed. Itatiaia, 313 p., 1987.

SIDIYASA, K. & BAAS, P. Ecological and systematic wood anatomy of *Alstonia* (Apocynaceae). **IAWA Journal**, Vol. 19, nº 2, p. 207-229, 1998.

SILVA, A. C.; SILVA, M. N. P. da; SILVA, M. B. C.; VASCONCELLOS, F. J. **Noções básicas de anatomia da madeira**, p. 28, 1994.

SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P. de & YARED, J. A. G. (Org.). **A silvicultura na Amazônia Oriental: contribuição do projeto EMBRAPA/DFID**. Belém-PA. 2001.

SIMÕES, A. O. & KINOSHITA, L. S. The Apocynaceae s. str. Of the carrancas region, Minas Gerais, Brazil. **Darwiniana**, vol 40, nº 1-4, p. 127-169. 2002.

SIMÕES, A. O. **Estudos Filogenéticos e Anatômicos da tribo *Mesechiteae* Miers (Apocynaceae, Apocinoideae)**. Tese de Doutorado em Biologia Vegetal, Universidade Estadual de Campinas. 2004.

SMERALDI, R. & VERISSIMO, J. A. O de. **Acertando o alvo: Consumo de Madeira no mercado interno brasileiro e promoção da certificação florestal**. IMAZON, 1999.

SOLEREDER, H. **Systematics anatomy of the dicotyledons**. Vol 1, Oxford, Claredon Press, 1908.

SOUZA, L. G.; ALVES, N. M.; PAULA, J. R.; VALADARES, M. C.; BARA, M. T. F.; CUNHA, L. C.; GARROTE, C. F. D. Estudo Farmacognóstico de *Aspidosperma subincanum* Mart., Apocynaceae. **Revista Eletrônica de Farmácia**, vol 2, supl., 2005.

VASCONCELLOS, M. B. & GOUVEA, L. S. K. As Apocynaceae da Região de Poços de Caldas, Minas Gerais, Brasil. **Acta Botânica Brasílica** vol. 07, nº 01, p. 107- 127. 1993.

WOODSON, R. E. & MOORE, J. A. The vascular anatomy and comparative morphology of Apocynaceous flowers. **Bulletin of the torrey botanical club**, vol. 65, p. 135-165, 1938.

WOODSON, R. E. New or otherwise noteworthy Apocynaceae of tropical America VII. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, vol 26, p. 257-259, 1939.

WOODSON, R. E. Studies in the Apocynaceae I. An interim revision of the genus *Aspidosperma* Mart. & Zucc **Annals of the Missouri Botanical Garden**, vol 17, 1930.

WOODSON, R. E. Studies in the Apocynaceae II. An interim revision of the genus *Stemmadenia*. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, vol 15, p. 341-379, 1928.

WOODSON, R. E. Studies in the Apocynaceae IV. The American genera of *Echitoideae* **Annals of the Missouri Botanical Garden**, vol 20, 1933.

WOODSON, R. E. Studies in the Apocynaceae IV. The American genera of *Echitoideae* **Annals of the Missouri Botanical Garden**, vol 22, Nº 2, 1935.

WOODSON, R. E. Studies in the Apocynaceae IV. The American genera of *Echitoideae* **Annals of the Missouri Botanical Garden**, vol 23, 1936.

WOODSON, R. E. Studies in the Apocynaceae VIII. An interim revision of the genus *Aspidosperma* Mart. & Zucc **Annals of the Missouri Botanical Garden**, vol 38, p. 119-206, 1951.

## CAPÍTULO 2: ANATOMIA FOLIAR DE *Aspidosperma* MART. & ZUCC. (APOCYNACEAE)

### RESUMO

Na Região Amazônica o gênero *Aspidosperma* Mart. & Zucc. é utilizado como remédios fitoterápicos, devido a presença de princípios ativos no látex. Entretanto este gênero possui problemas taxonômicos, como é o caso de *Aspidosperma carapanauba*, *A. desmanthum*, *A. excelsum* e *A. spruceanum*, em consequência de suas semelhanças morfológicas, o que pode ocasionar erros na identificação. A anatomia foliar contribui significativamente com a taxonomia. Com isso, o presente trabalho tem por objetivo descrever as estruturas anatômicas da folhas das quatro espécies citadas, corroborando para distinção correta dos *taxa*. Para isso, as folhas adultas foram fixadas em F. A. A. 70% e acondicionadas em álcool 70%. Seccionadas transversalmente a mão livre e em micrótomo, coradas em azul de astra e fucsina básica, além da diafanização e dissociação das epidermes. Utilizando-se a microscopia de luz e microscopia eletrônica de varredura para as ilustrações. As espécies apresentam folhas dorsiventrais, com células epidérmicas poligonais e heterodimensionais; Feixes vasculares biclaterais com presença de laticíferos articulados anostomosados e esclereídeos ramificados dispersos pelo mesófilo, ocorrendo desde a face adaxial até a abaxial, tendo como principal estrutura de diferenciação a organização dos feixes vasculares no pecíolo e o padrão de nervura, no campo. Diante disso, os caracteres anatômicos das espécies estudadas podem ser utilizados com sucesso para distinção correta das mesmas.

Palavras-Chaves: Anatomia foliar, *Aspidosperma*, Amazônia.

## CHAPTER 2: LEAF ANATOMY OF *Aspidosperma* MART. & ZUCC. (APOCYNACEAE)

### SUMMARY

In the Brazilian Amazon the genus *Aspidosperma* is used in regional plant-based medicine, even though this genus presents taxonomic problems, as in the case of *Aspidosperma carapanauba*, *A. desmanthum*, *A. excelsum*, and *A. spruceanum*, because of morphological similarities that could lead to accidental misidentification. Leaf anatomy could contribute to the taxonomic resolution of this genus. This study aimed to describe the leaf anatomy of the four above-cited species, as a contribution to the taxonomy of the genus. Leaves were fixed in 70% FAA, sectioned, stained with astra blue and fucine, as well as diaphanizing and dissasociation of the epidermis. Both light and scanning electron microscopy were used. All species have dorso-ventral leaves with variable-sized polygonal epithelial cells, bicolateral vascular bundles with articulated anostomized and sclerified lactiphores in the mesophyll, from the adaxial to the abaxial faces, where the principal differentiating structure is the organization of the vascular bundles in the petiole. The studied leaf anatomical characters are sufficient for the correct distinguishing of the study species.

Key words: Leaf anatomy, *Aspidosperma*, Amazon.

## 1. INTRODUÇÃO

A família Apocynaceae possui distribuição tropical e subtropical, com poucos representantes em clima temperado, totalizando cerca de 200 gêneros e 2000 espécies, nos neotrópicos são encontrados aproximadamente 66 gêneros e mais de 700 espécies, sendo 400 espécies e 41 gêneros registrados na flora brasileira, possuindo grande importância econômica, principalmente no que se refere ao metabolismo secundário, os alcalóides, que são utilizados na elaboração de medicamentos. Na região Amazônica, esta família é comumente utilizada pelas populações locais, indígenas e caboclas, onde utilizam a *Aspidosperma nitidum* e a *A. marcgravianum* no tratamento de malária, em inflamação do útero e do ovário, em problemas de diabetes e entre outras utilidades, a *A. nitidum* é usada para cura da lepra pelos índios da Colômbia e a *Aspidosperma excelsum* é usada contra dor de dente na Guiana (RIBEIRO *et al.*, 1999).

Produtos oriundos da flora amazônica têm crescido muito principalmente fitoterápicos, entretanto grande parte da população preocupa-se com princípio ativo que o vegetal fornece, porém, com poucas informações das estruturas que exsuda tal substância e, conseqüentemente trabalhos com esse foco são restritos.

A família e as espécies de *Aspidosperma* não são bem delimitados taxonomicamente, havendo controvérsias. Neste sentido, vários estudos têm sido desenvolvidos sob o ponto de vista morfológico, separando a família Apocynaceae da Asclepiadaceae, enquanto que utilizando a classificação molecular, a Asclepiadaceae torna-se subfamília de Apocynaceae, porém ainda não há um consenso sobre qual classificação utilizar (ENDRESS & BRUYNS, 2000).

O gênero *Aspidosperma* foi revisado duas vezes: uma por Woodson (1951) e outro por Marcondes-Ferreira (1988). Na primeira revisão o autor cita que as espécies ocorrentes principalmente na região amazônica, apresentam hibridação, a qual é contestada por Duarte (1977) que revalida algumas espécies. Enquanto que na segunda revisão é proposta uma divisão infragênerica, tendo como objeto de estudos características florais e, principalmente, a morfologia dos frutos e das sementes.

Como foi descrito acima, a família enfrenta dificuldades de identificação, principalmente entre as espécies de *Aspidosperma*. Diante disso, o presente trabalho tem por objetivo descrever as estruturas anatômicas da folha de *Aspidosperma excelsum*, *A. carapanauba*, *A. spruceanum* e *A. desmanthum*, corroborando com a distinção correta das espécies.

### 3. MATERIAL

#### 3.1. 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 (POEMA, 2006).

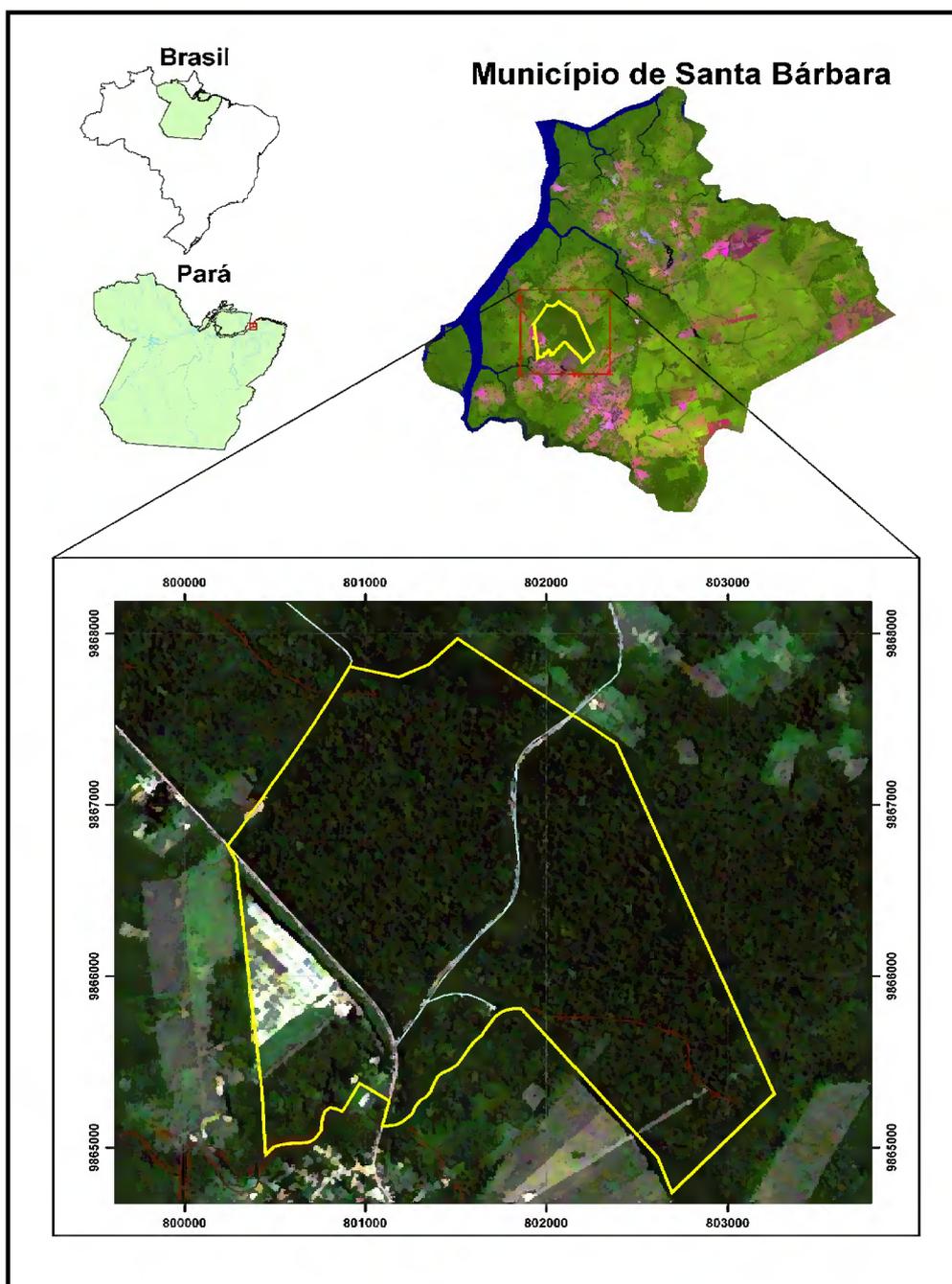


Figura 01: Detalhe de imagem de satélite mostrando a localização do Parque Ecológico do GUNMA. Fonte: Almeida *et al.*, 2003, modificado.

### **3.1.1. Caracterização da Área**

O clima da região é do tipo tropical Af<sub>i</sub>, segundo a classificação climática de Köppen, com precipitação pluviométrica maior ou igual a 60mm. A vegetação do Parque é composta por floresta ombrófila (úmida) densa de terra firme, ambiente mais representado, floresta secundária (capoeira) latifoliada, Igapó e Várzea, ocorrendo três tipos de solo: Os latossolos amarelos, localizados na porção oeste do parque, os concrecionário laterítico álico, predominando na parte leste do parque, à direita da rodovia PA- 391 e os os solos gley pouco húmidos. O relevo é plano, com pouca declividade. Dentro das áreas de terra firme existem pequenos montículos que formam uma microtopografia, por onde drenam as águas das chuvas para os igarapés Tracuateua e Taurê. (ALMEIDA *et al.*, 2003)

### **3.2. Material botânico**

O material coletado com fruto foi herborizado, identificado e incorporado à coleção do Herbário João Murça Pires (MG) do Museu Paraense Emílio Goeldi, com o número de registro 185774, 185775 e 185776. E para os estudos anatômicos, coletou -se folhas do 4º nó fixado em F.A.A 70% (Formaldeído, Ácido acético e Álcool etílico 70% G.L) por 24 horas e acondicionados em etanol 70% (JOHANSEN, 1940).

### **3.3. Métodos**

#### **3.3.1 Dissociação epidérmica**

As folhas foram divididas em três regiões: base, meio e ápice. Estas regiões foram fervidas em ácido nítrico aquoso a 10% (Johansen, 1940). Após a total separação das epidermes, estas foram lavadas em água destilada coradas em azul de astra e fucsina básica, seguindo-se a serie etílica e aceto-butílica, e montadas em balsamo do Canadá entre lâmina e lâminula. (KRAUS & ARDUIN, 1997)

#### **3.3.2. Diafanização foliar**

As folhas, completamente desenvolvidas, foram colocadas inteiras e seccionadas, mergulhadas em solução de hidróxido de sódio a 20% (ARNOTT, 1959), até despigmentação e em seguida lavada em água destilada. As amostras foram corada com safranina hidroalcoólica 1% (Jonhansen, 1940), por 24 horas. Após a coloração o material foi desidratado em série etanólica crescente e aceto-butílica (KRAUS & ARDUIN, 1997), montadas entre placas de vidros de 2 mm de espessura em balsamo do Canadá.

Para as terminações dos elementos vasculares, pequenas porções foram montadas entre lâmina e laminula também em resina sintética. Para as descrições do padrão de venação seguiu-se a classificação de Hickey (1973).

### **3.3.3. Secções histológicas**

O material foi seccionado na região basal, mediana e apical da nervura central e da margem.

#### **3.3.3.1 Secções a mão livre**

Secções da folha foram realizados com auxílio de lâmina de barbear, clarificado com hipoclorito de sódio diluído em água destilada (1:1) e conservados em álcool etílico 70%. Uma parte dos cortes foram lavados em água destilada, seguindo-se de coloração em azul de astra e fucsina básica (KRAUS & ARDUIN, 1997) e montadas em glicerina diluída (1:1) e outra parte utilizados nos testes histoquímicos.

#### **3.3.3.2. Secções em micrótomo**

O material, após ser fixado, seguiu a série crescente etanólica e acetobutílica, em seguida incluídos e emblocado em parafina (JOHANSEN, 1940). Os blocos prontos foram cortados em micrótomo rotativo com a espessura entre 16 a 18  $\mu\text{m}$ . Em seguida, passaram na séries butílica e etílica decrescentes, e corados com azul de astra e fucsina básica (KRAUS & ARDUIN, 1997). Após a coloração retornaram para as séries etílica e butílica crescentes e montados entre lâmina e laminula em balsamo do Canadá.

#### **3.3.3.3. Testes Histoquímicos**

Os testes histoquímicos para identificação seguiu-se os protocolos listados na Quadro 1.

Quadro 1: Testes histoquímicos empregados nas folhas à identificação de substância ergástricas

<b>SUBSTÂNCIA</b>	<b>REAGENTE</b>	<b>COLORAÇÃO</b>	<b>AUTOR</b>
Compostos fenólicos	Cloreto férrico à 10%	Negro-azulado	Johansen, 1940
Lipídios	Sudam III	Vermelho	Sass, 1951
Lipídios	Sudam Black	Negro	Johansen, 1940
Lignina	Floroglucina	Vermelho	Johansen, 1940
Amido	Lugol	Marrom escuro	Johansen, 1940
Substâncias pécticas	Vermelho de rutênio	Vermelho escuro	Langeron, 1949
Celulose	Azul de toluidina	Arroxeadado	
Lignina	Azul de toluidina	Azul-esverdeado	O'Brien <i>et al.</i> , 1964
Compostos fenólicos	Azul de toluidina	Verde escuro	
Mucilagem e Pectina	Azul de toluidina	Rósea	

### 3.3.3.4 Ilustrações

#### 3.3.3.4.1 Microscopia Óptica

As lâminas foram fotomicrografadas em câmera digital *Cannon* modelo *Power shop A 640*, acoplada em microscópio *Zeiss* modelo *axiolab*.

#### 3.3.3.4.1 Microscopia Eletrônica de Varredura (M.E.V.)

O material foi fixado em F. A. A 70% por 24 horas (JOHANSEN, 1940), após a fixação estes foram lavados em álcool etílico 70% G.L. e em seguida desidratados em serie etanólica crescente por aproximadamente 2 horas, passando pelo ponto crítico e depois montados em stubs e metalizados com ouro. As imagens foram obtidas em microscópio eletrônico LEO modelo 1450 VP em aceleração de 10 a 15 Kv e °. (SILVEIRA, 1989)

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 SUPERFÍCIE FOLIAR

Na superfície foliar, em vista frontal das espécies estudadas e em todas as regiões analisadas, as células epidérmicas da face adaxial e abaxial são heterodimensionais, com paredes anticlinais retas, sendo que, em *A. desmanthum* e *A. spruceanum* são mais espessadas (Fig. 2A, 2B, 2C, 2D). As células epidérmicas que estão sobre a nervura principal, secundária e na margem são alongadas em relação ao eixo da lâmina foliar. Percebe-se ainda que a epiderme adaxial de *A. spruceanum* e *A. desmanthum* apresenta pequenos espaços poligonais, que são na realidade esclereídeos que emergem na superfície foliar (Fig. 2C e 2D). Albuquerque (1968; 1971) estudou cinco espécies do gênero, ocorrentes na Amazônia, dentre elas *A. carapanauba*, que considerou as células epidérmicas como caráter diagnóstico para distinção de espécies. A *A. pyricollum* também possui essas mesmas características na epiderme, conforme cita Ferraz & Pimenta (1988).

Fahn (1974), Metcalfe & Chalk (1979) e Esau (1974), citam que as células epidérmicas geralmente possuem forma e tamanhos variados e sobre as nervuras podem ser alongadas, podendo conter apêndices, como tricomas e cutícula, entre outros.

A epiderme adaxial é coberta por uma cutícula lisa e espessada nas espécies estudadas. Essa característica foi observada em *A. carapanauba*, *A. mascgravianum* e *A. oblongum* por Albuquerque (1971) que considerou a espessura da cutícula como distinção das espécies. Entretanto, Albuquerque (1973) não utilizou este parâmetro para *Couma utilis* e *Couma macrocarpa*. Já Falcão (1960/1961) observou uma cutícula delgada em *Allamanda schottii*.

Esau (1974) cita que a cutícula fornece proteção mecânica e está relacionado com a restrição da transpiração e com a aeração. Silva *et al.* (2005) cita que a cutícula dificulta a entrada de substâncias, como fungicidas e herbicidas, conseqüentemente, causando perdas financeiras, principalmente de espécies utilizadas comercialmente. Além de reduzirem a digestibilidade de ruminantes. Afirma ainda que composição química da cutícula deve ser analisada com cautela para composição inicial de sistemas silvipastoris.

Além da cutícula, todas as espécies apresentam também cera epicuticular levemente estriada, a qual reduz a absorção de água na superfície (ESAU, 1974) e proporciona resistência a patógenos que dependem de água para germinação ou multiplicação (Silva *et al.*, 2005). A presença dessas estruturas como cutícula e cera epicuticular, provavelmente, deve-se ao fato dos taxa do gênero serem, em sua grande maioria, espécies emergentes, propiciando uma maior exposição à radiação e a aeração que, segundo Scremin-Dias (2007), seriam

necessárias observações anatômicas aliadas a ecofisiológicas para diferenciar quais estruturas são ajustáveis ao ambiente e quais são puramente hereditárias.

Entre as células epidérmicas das espécies estudadas observa-se tricomas tectores pluricelulares (Fig. 2f), ornamentados, isolados, dispersos difusamente na região da nervura principal e na margem foliar. Esses tricomas são formados por três células, uma basal inserida entre as células epidérmicas, uma mediana mais curta e larga e a apical alongada. Esses tipo de tricoma também foram observados por Pacheco (1980), em *Catharanthus roseus* e Ferraz & Pimenta (1988), em *Aspidosperma pyricollum*. Em *A. carapanauba* não foram observados tricomas glandulares, conforme citado por Albuquerque (1971). De acordo com Metcalfe e Chalk (1979), os tricomas podem ser caracteres importantes na diferenciação das espécies, entretanto, o mesmo autor cita controvérsias quanto a sua utilização devido a variedade e pluralidade nomenclatural.

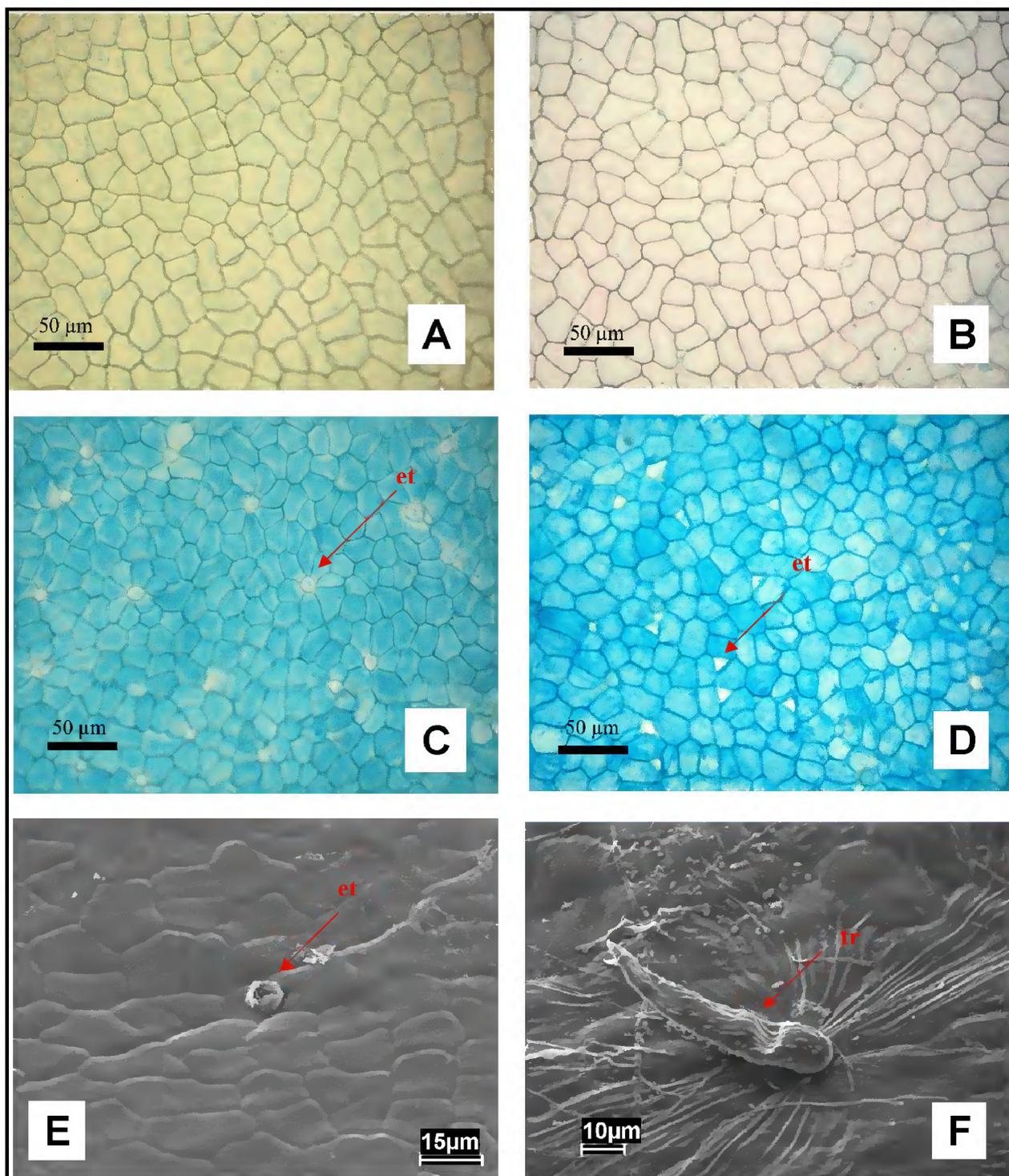


Figura 02: Vista frontal da epiderme Adaxial de *Aspidosperma* : A – *A. carapanauba*; B – *A. excelsum*; C – *A. desmanthum*; D – *A. spruceanum*; E – Detalhe dos espaços entre as células epidérmicas adaxial em *A. desmanthum*; F – detalhe do tricoma sobre a região da nervura central da face adaxial. (et) emergência dos esclereideos; (tr) tricoma.

A superfície foliar abaxial, nas espécies estudadas, apresenta células epidérmicas heterodimensionais, poligonais com paredes anticlinais retas (Fig. 3A, 3B, 3C) e papilas evidentes em *A. carapanauba* e *A. excelsum* (Fig. 3E, 3F), enquanto que em *A. spruceanum* não foi possível uma melhor observação devido o adensamento dos tricomas (Fig. 3D). Observou-se em *A. spruceanum* e *A. desmanthum* cutícula lisa e em *A. carapanauba* e *A. excelsum* uma cutícula ornamentada, característica, também visualizada por Albuquerque (1971) em *A. carapanauba* e *A. oblongum*.

Os tricomas tectores são pluricelulares, filiforme com cerca de 3 células, sendo a basal circundada por 4 a 5 células, com ornamentação espinescente (Fig. 3D). Esses tricomas possuem distribuição difusa, sendo que em *A. carapanauba* e *A. excelsum* a frequência é menor sobre as nervuras quando comparado a lamina foliar, em *A. spruceum* são altamente adensados e freqüentes e por fim em *A. desmanthum* possuem distribuição aleatória e em pouca quantidade quando comparados com a *A. spruceanum* (Fig. 3D, 3E). Estes tricomas filiformes foram observados por Metcalfe & Chalk, (1950) para a família Apocynaceae e Albuquerque (1973) cita a presença em duas espécies do gênero *Couma*.

A ornamentação dos tricomas segundo Theobald *et al.*(1979) podem delimitar gêneros e até mesmo espécies, entretanto, ocorreram em todas as espécies em estudo, logo esse parâmetro não pode ser considerado. Para a separação das espécies estudadas, porém também observado por Freitas (comunicação pessoal) em estudo anatômico de plântula de *A. spruceanum*.

As espécies possuem estômatos do tipo anomocítico, também visto por Solereder (1908), Metcalfe & Chalk (1950) e Freitas (comunicação pessoal), distribuídos aleatoriamente na lâmina foliar e ausentes na região da nervura principal. Em *A. excelsum* e *A. carapanauba* os estômatos encontram-se rodeados pela cutícula ornamentada, ou cobrindo-os.

Quanto à papilosidade da face abaxial, observadas principalmente em *A. excelsum* e *A. carapanauba*, conferem com as observações de Solereder (1908) e Metcalfe e Chalk (1950). Concordando também com Metcalfe e Chalk (1979), que comentam que as papilas só ocorrem na face abaxial (Fig. 3A). Citam ainda, que essas estruturas são freqüentemente encontradas em espécies tropicais, com a provável função de dificultar a saída de água nas folhas, contudo a função dessas estruturas ainda não são bem definidas

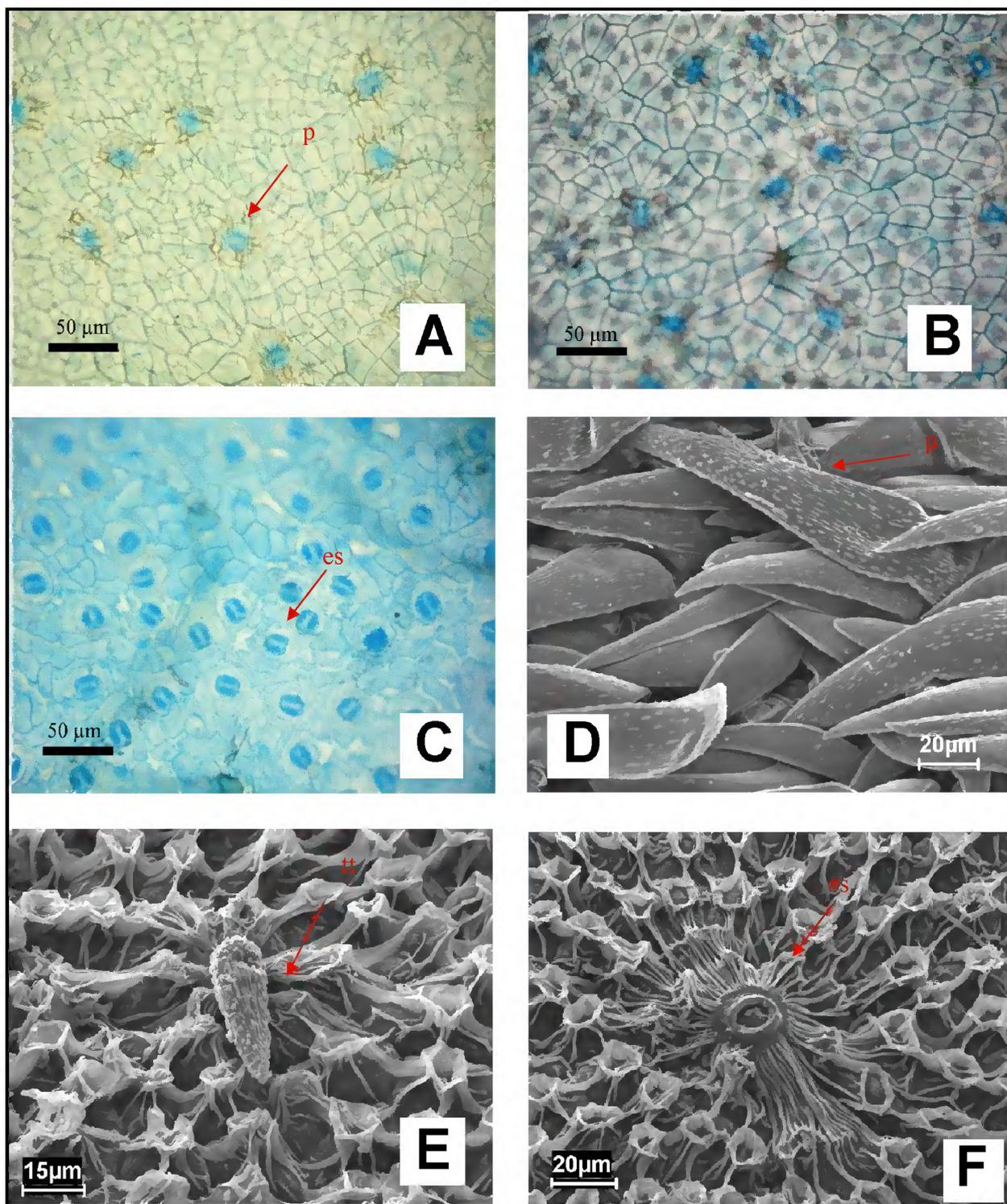


Figura 03: Vista frontal da epiderme abaxial de *Aspidosperma*: A – *A. carapanauba*; B – *A. excelsum*; C – *A. desmanthum*; D – *A. spruceanum*; E – Eletromicrografia de tricomas e ornamentação da cutícula de *A. excelsum*; F - Eletromicrografia dos estômatos de *A. carapanauba*. (es) estômatos. (tt) tricoma tector; (p) papilas

### 4.3. NERVURA CENTRAL

As nervuras das espécies estudadas apresentam, em corte transversal, tecido de revestimento, tecido de sustentação, parênquima fundamental, tecido vascular e medular, sendo que, do ápice para a base, não há diferenças qualitativas nas espécies *A. spruceanum*, *A. excelsum* e *A. carapanauba*, enquanto que, em *A. desmanthum* percebe-se essa diferença.

No tecido de revestimento, da superfície adaxial, as células são retangulares, com paredes anticlinais retas e as periclinais externas convexa a levemente papilosa ou não e estão de acordo com por Solereder (1908) e Metcalfe & Chalk (1950). A epiderme é coberta por uma cutícula espessada lisa recoberta por cera epicuticular levemente estriada.

Ainda na superfície adaxial, na epiderme encontra-se um córtex parenquimático interrompido, na região central, por três a cinco células pequenas de paredes espessadas e dispostas as proximidades dos feixes vasculares, formando duas a seis camadas de células heterodimensionais (Fig. 4).

Os feixes são bicolaterais, com grupos de floema intercalados por células do parênquima floemático. Essa organização foi também verificada em *A. album* e em *Couma utilis* por Albuquerque (1968; 1973) e em *Allamanda schottii* por Falcão (1960 / 1961). Em *A. desmanthum*, no pecíolo e na base da folha, os feixes são bem adensados (Fig 10A) e formam arcos fechados, e a medida em que se aproximam do ápice, apresentam a organização frouxa com predominância de tecido parênquimático (Fig. 4E), com dois feixes colaterais principais e quatro menores (Fig. 5A), em *A. spruceanum*, esses feixes menores, geralmente estão envolvidos por esclereídeos (Fig. 5B). Entretanto, esses tipos de feixes não podem ser considerados característica para diferenciação das espécies.

Observa-se também, as proximidades dos feixes vasculares, a presença de laticíferos articulados, anastomosados, com paredes delgadas e de diâmetros variados, também verificado por Metcalfe & Chalk (1950) (Fig. 4F). Em *A. desmanthum* esses laticíferos são em maior número e mais evidentes. Esses tipos de laticíferos foram citados por Demarco *et al.* (2006) para a família Apocynaceae, contrapondo os trabalhos clássicos de Solereder (1908), Foster (1949), Metcalfe & Chalk (1950), Metcalfe (1967), Fanh (1974; 1979).

A epiderme da face abaxial é formada por células heterodimensionais, por estômatos e tricomas (Fig. 4D), subjacente a epiderme encontram-se colênquima lamelar de duas a quatro camadas de células irregulares, seguindo o parênquima fundamental, encontram-se dispersas células pétreas isoladas ou agrupadas, com cristais prismáticos de oxalato de cálcio aderidos a sua parede (Fig. 4F). Esses tipos de idioblastos também ocorrem em *Aspidosperma*

*pyricollum* (Ferraz & Pimenta, 1988) e em *Allamanda schottii* (Falcão, 1960 / 1961). Solereder (1908) e Metcalfe & Chalk (1950) citam que na família Apocynaceae é comum a presença de cristais prismáticos de oxalato de cálcio dispersos ou aderidos as células pétreas no parênquima fundamental. Metcalfe (1979) cita que cristais podem ocorrer em diversas partes da planta, como nos espaços intercelular rodeando as paredes das células que os produzem. Franceschi & Horner Jr. (1980) citam que cristais de oxalato de cálcio são excreções do metabolismo dos vegetais e que ainda não possuem uma função delimitada, podendo auxiliar na competição inter e intra-específica, dependendo da concentração de tais idioblastos.

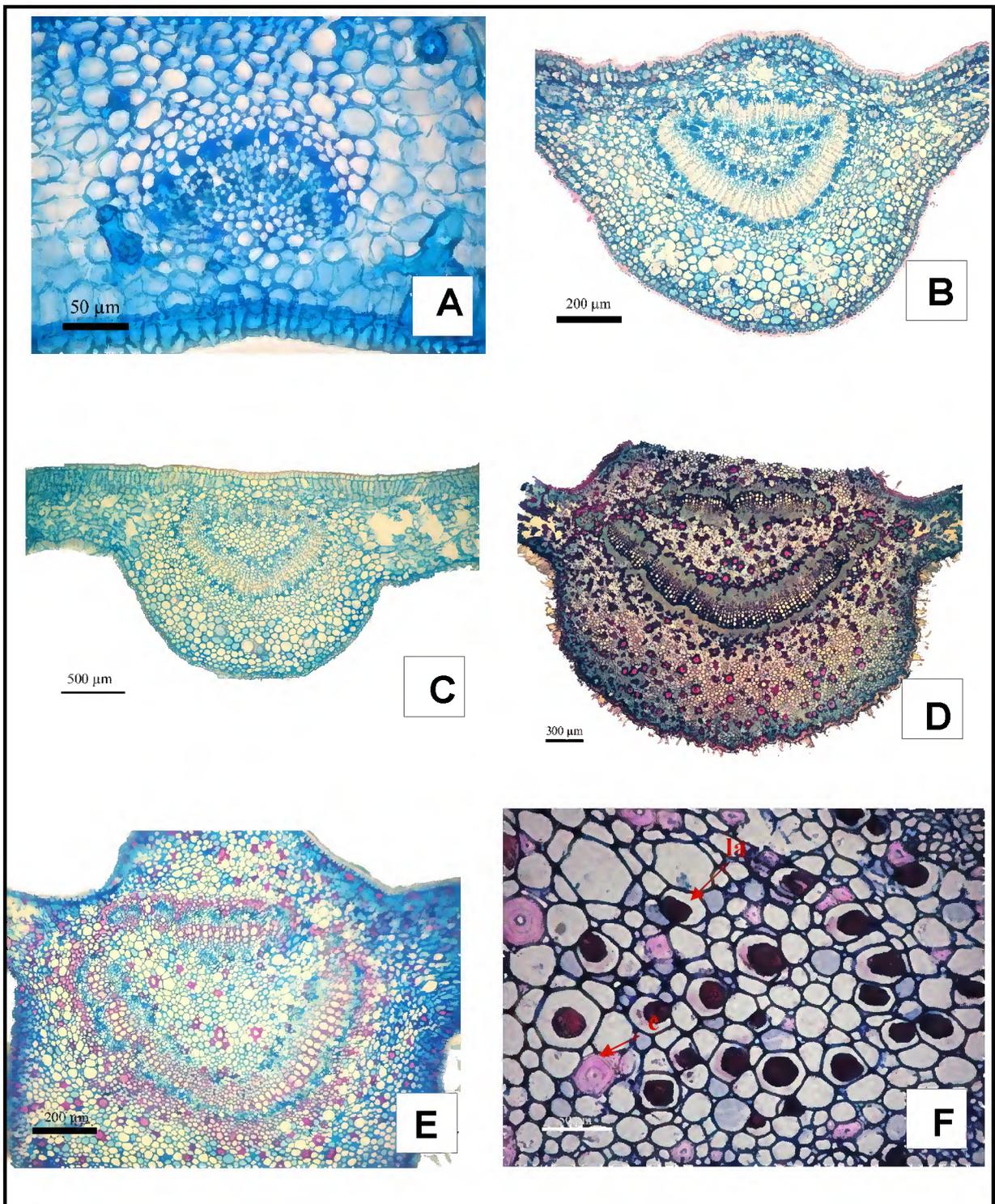


Figura 04: Nervura central de *Aspidosperma*: A – *A. carapanauba*; B – *A. excelsum*; C – *A. carapanauba*; D – *A. spruceanum*; E – *A. desmanthum* e F- laticíferos em corte transversal em *A. desmanthum*. (e) esclereídeos; (la) laticíferos.

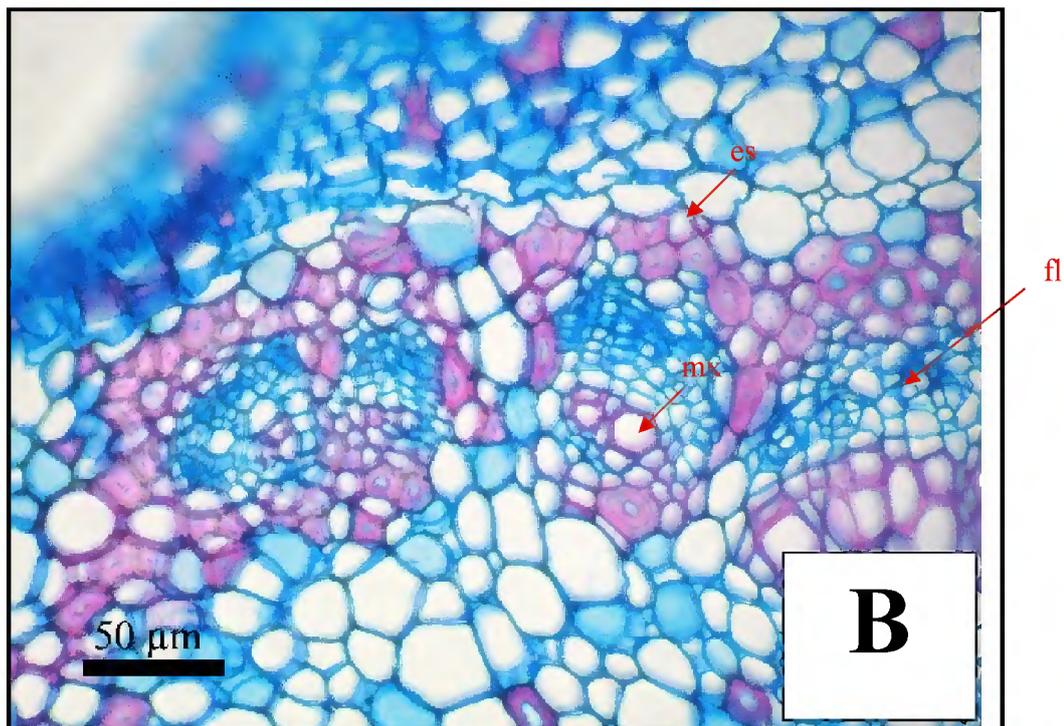
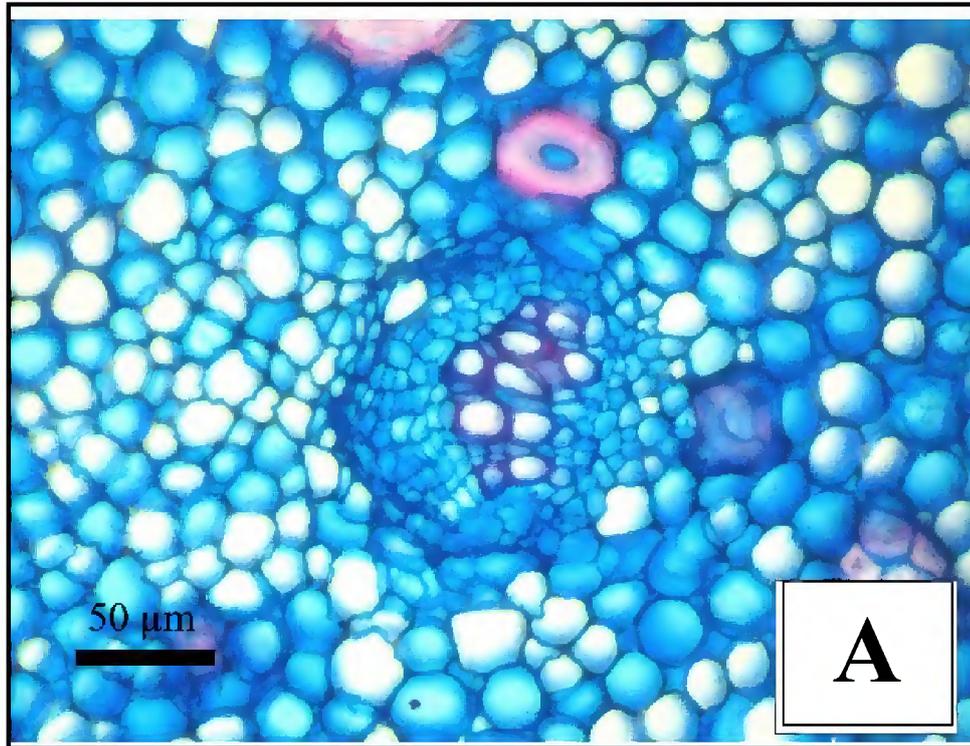


Figura 05: Tecido vascular secundário de *Aspidosperma* A – *A. desmanthum* ; B – *A. spruceanum*.(es) esclereideos; (fl) floema; (mx) metaxilema.

#### 4.4 LIMBO FOLIAR

As células da epiderme, em ambas as faces em secção transversal, apresentam paredes anticlinais retas e são organizadas irregularmente.

Sobre a epiderme abaxial observa-se uma cutícula espessada, sendo que em *A. carapanauba* e *A. excelsum* ocorrem papilas (Fig. 6B, 6C), que se projetam semelhantes a “vulcões” (Fig. 6B). Na face adaxial, esta cutícula torna-se levemente estriada e sem ornamentação.

Os estômatos das espécies estudadas são anomocíticos (Fig. 6G) e as folhas hipostomáticas e dorsiventrais, com exceção de *A. spruceanum* que é isobilaterais (Fig. 7A). Metcalfe & Chalk (1950) citam que, na família Apocynaceae, a maioria das espécies apresenta folhas dorsiventrais, entretanto os mesmos autores observaram que *Aspidosperma quebracho* possui folha isobilateral. O parênquima paliçádico é formado por uma camada em *A. excelsum* e *A. carapanauba* (Fig. 6A), duas em *A. desmanthum* (Fig. 7C) e três a quatro em *A. spruceanum* (Fig. 7B) e, a medida que direciona-se a margem, torna-se indiferenciado (Fig. 6A). Albuquerque (1968) verificou três camadas de paliçádico em *A. album*. O parênquima lacunoso apresenta 7 camadas nas espécies que apresentam uma de paliçádico e 3 a 5 nas espécies que apresentam mais de uma paliçada, irregulares e organizados frouxamente (Fig. 6F). Estas características diferem das observadas por Metcalfe & Chalk (1950), que afirmam que as folhas maduras da família apresentam cerca de duas a três camadas de parênquima paliçádico, mas concordam com Pacheco (1980), Gonçalves (1960 / 1961), Falcão (1960 / 1961) e Ferraz & Pimenta (1988) que observaram uma camada em *Catharanthus roseus*, *Rauvolfia grandiflora*, *Allamanda schottii* e *Aspidosperma puricollum*.

Encontram-se dispersos no mesofilo esclereideos ramificados desde a face adaxial até a face abaxial. Em *A. desmanthum* e *A. spruceanum* essas estruturas emergem por entre as células epidérmicas. São tabulares e ramificam-se em todas as direções, principalmente no sentido margem–nervura central. Ainda nestas espécies observam-se ramificações destes esclereideos logo abaixo das células epidérmicas e entre as camadas do parênquima paliçádico. A medida em que se aproxima da região da nervura, as ramificações se intensificam. A parede dessas células é espessada e celulósica, confirmada pela aplicação de azul de toluidina. Metcalfe & Chalk (1950) citam que espécies da família, e principalmente as de *Aspidosperma*, apresentam tais estruturas.

Segundo Metcalfe e Chalk (1979), a presença dessas estruturas são comuns em espécies de clima quente, sendo caráter xeromórfico, entretanto as espécies estudadas são de

ambiente úmido, provavelmente seja um caráter do gênero, ou pode ser explicado pelo fato das espécies serem emergente e com isso mais expostas a radiação solar. De acordo, com Scremin-Dias (2007), a compreensão do ajuste das espécies vegetais nos mais diversos ambientes só serão esclarecidas quando estudos anatômicos forem aliados a estudos ecofisiológicos.

Em todas as espécies estudadas, os feixes presente no mesofilo são inconspícuos, evidenciando-se apenas em *A. desmanthum*, as proximidades da margem foliar, confirmando uma venação de maior calibre.

Em *A. desmanthum* é comum à presença de cristais de oxalato de cálcio, em formato de drusas (Fig. 6F), ocorrentes tanto no parênquima paliçádico quanto no lacunoso, nas outras espécies esses idioblastos possuem formato de prisma.

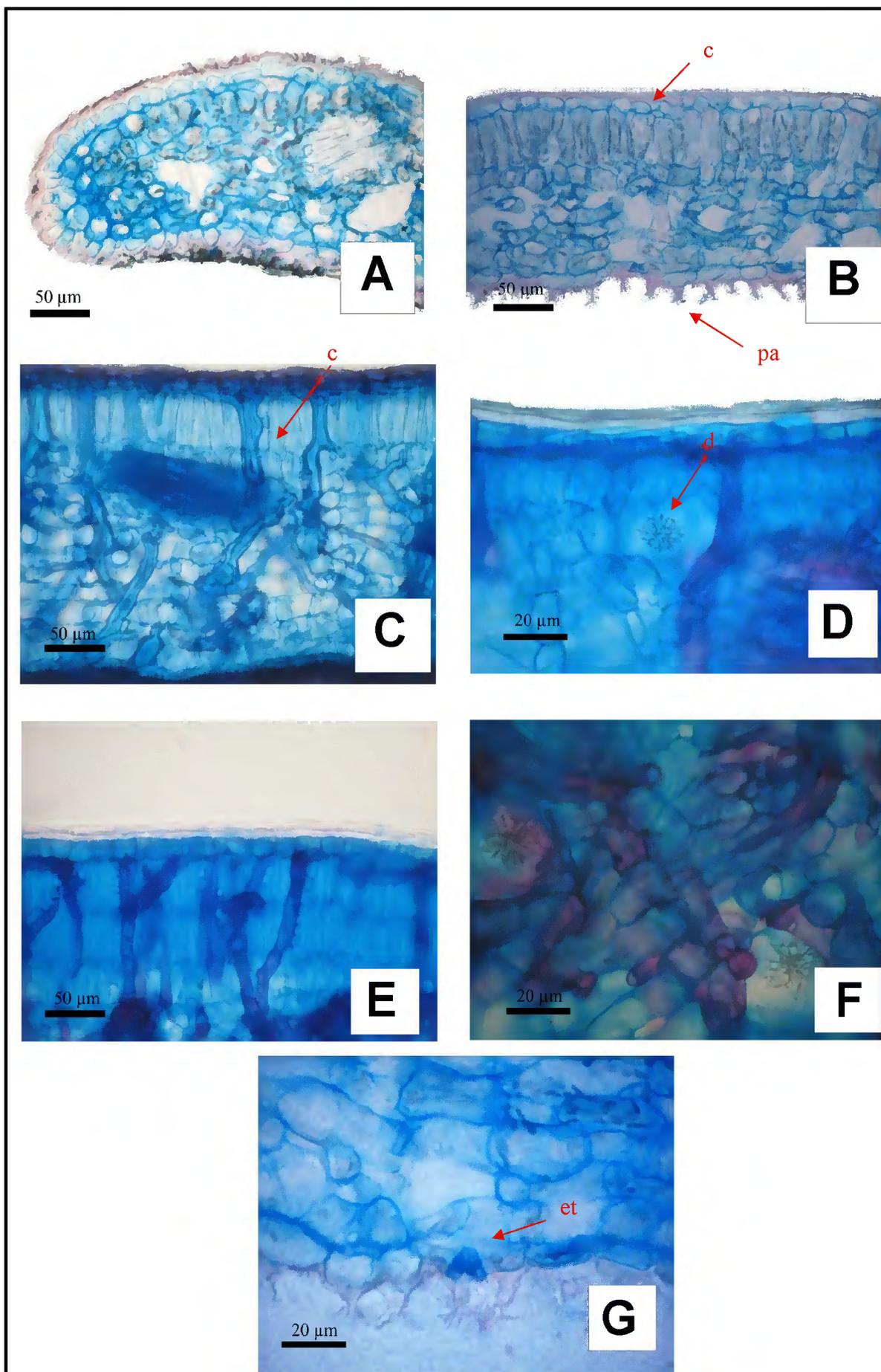


Figura 06: Vista transversal da folha das espécies de *Aspidosperma* estudadas A – margem de *A. carapanauba*; B – *A. carapanauba*; C – *A. excelsum*; D e F – Cristais de oxalato de cálcio em forma de drusas em *A. desmanthum*; E - limbo de *A. spruceanum*; G – ornamentação e da inserção do estômato. (c) cutícula; (et) estômato; (pa) papila; (d) drusa.

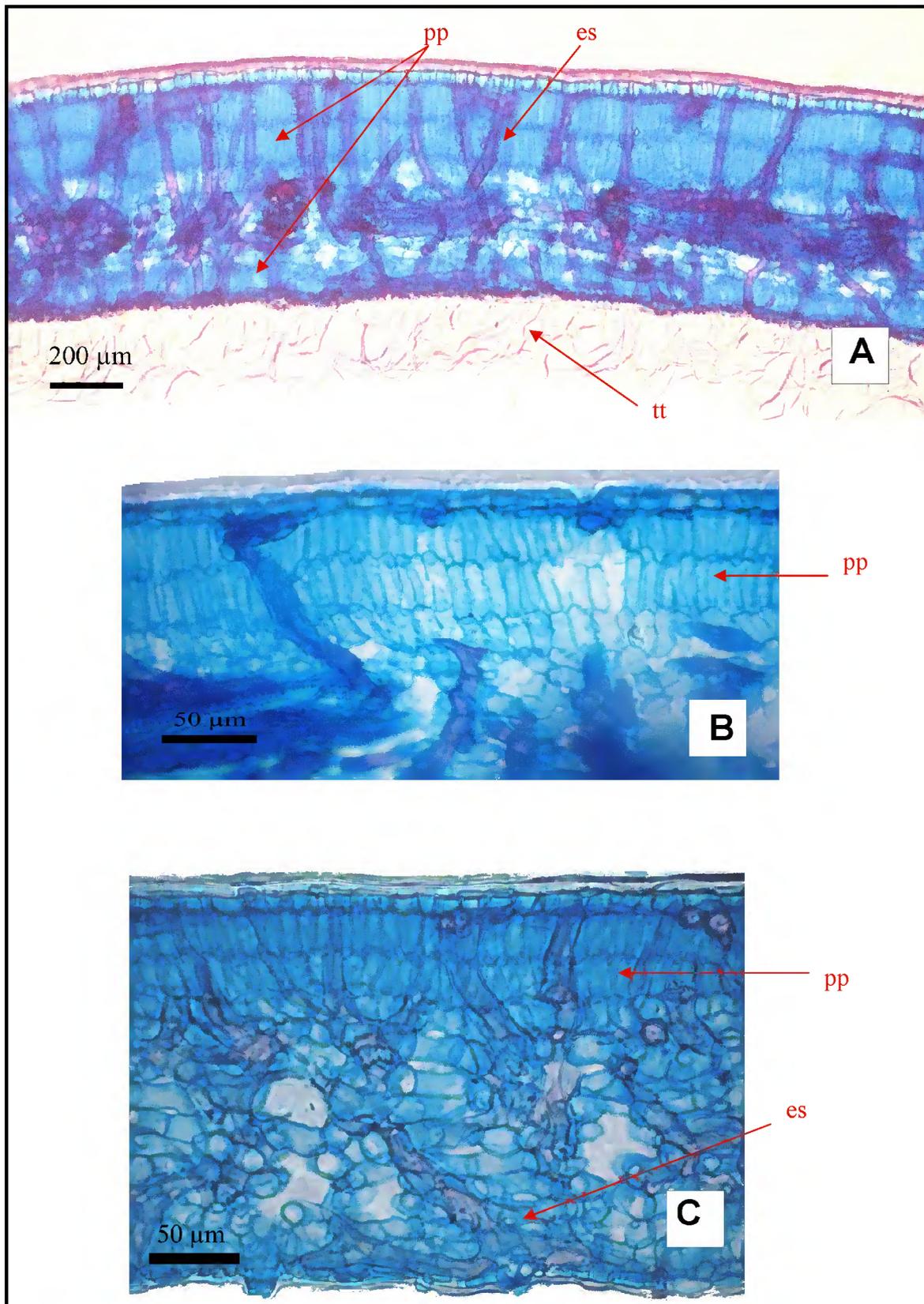


Figura 07: Secção transversal da folha de *Aspidosperma*: A e B – *Aspidosperma spruceanum*; C – *A. desmanthum* (pp) parênquima paliçadico; (es) esclereideos (tt) Tricoma tector.

#### 4.5. PECIOLO

O pecíolo em corte transversal, em todas as espécies estudadas, apresenta forma circular levemente achatado na face adaxial (Fig. 8A, 9A). Em *A. desmanthum* e *A. spruceanum* observa-se sinuosidades na face abaxial (Fig. 10B, 10D), provavelmente esta sinuosidade seja devido à divisão anticlinal das células epidérmicas, também descritas para *A. pyrifolium* por Pacheco (1979). O tecido epidérmico é constituído por células retangulares, heterodimensionais, com paredes anticlinais e periclinais delgadas, revestido por uma cutícula lisa e espessada, além de apresentarem cera epicuticular levemente estriada. Contendo também tricomas filiformes (Fig. 9F), sendo em que *A. carapanauba* e *A. excelsum* são pluricelulares compostos aproximadamente de 5 à 6 células (Fig. 9C). Em *A. desmanthum* e *A. spruceanum* são compostos de 3 células (Fig. 10B), sendo que nesta última são mais freqüentes e numerosos, podendo auxiliar na distinção das espécies. Albuquerque (1971) também encontrou em *A. carapanauba* a mesma quantidade de células no tricoma. Já *A. marcgravianum* possui o mesmo número de células encontrada em *A. desmanthum* e *A. spruceanum*.

Abaixo das células epidérmicas ocorre uma camada de células diferenciadas semelhantes a uma hipoderme, as quais possuem formato retangular, com paredes anticlinais e periclinais delgadas circundando todo o parênquima cortical e eventualmente, essa camada é interrompida por células esclerificadas (Fig. 9B).

Subseqüente a essa camada observa-se o parênquima cortical, cujas células em *A. carapanauba* e *A. excelsum* são irregulares e maiores na periferia do pecíolo. Já em *A. desmanthum* e *A. spruceanum* são eventualmente poligonais (Fig. 10E, 11C). Anexo a essas, observa-se cerca de seis camadas de colênquima lamelar, onde as paredes são impregnadas de pectina, detectado pelo azul de toluidina. Esse colênquima foi observado por Ferraz & Pimenta (1988) descrevendo *A. pyricollum*.

É comum ocorrerem células esclerificadas dispersas (Fig. 8C, 8D, 11C, 11E, ), por toda essa região cortical, isoladas ou agrupadas em duas a três células (Fig. 9I). Essas células possuem formato de circular (células pétreas), algumas vezes ramificadas, apresentam parede espessada, com pontuação simples, lignificada, confirmada pela floroglucina (Johansen, 1940). Aderido a sua parede verificam-se cristais prismáticos de oxalato de cálcio, e dispersos no tecido parênquimático, além de laticíferos dispostos de forma aleatória e concentricamente aos feixes (Fig. 9E). Metcalfe & Chalk (1950) comentam que os laticíferos em folha maduras sempre estão associados aos feixes vasculares, entretanto tal estrutura evidencia-se na região mediana da folha, principalmente em *A. desmanthum*. Os laticíferos possuem paredes bastante

delgadas (Fig. 12A, 12D), ramificados e articulados com diâmetros distintos, discordando de Albuquerque (1971) que encontrou laticíferos não articulados em *A. carapanauba*, *A. mascgravianum* e *A. oblongum*.

A medida em que se aproximam dos feixes vasculares as células corticais tornam-se menores e mais numerosas formando um estrato com seis camadas, circundando os feixes vasculares (Fig. 9B, 9C).

Os feixes vasculares em *A. excelsum* e *A. spruceanum* possuem forma elíptica fechada (Fig. 8A, 10A), em *A. carapanauba* em forma de “C” (Fig. 9C), em *A. desmanthum* em forma de “coração” com floema descontínuos ao redor do xilema, verificado por Albuquerque (1973) descrevendo *Couma utilis*, considerados bicolaterais (Fig. 8B, 9D, 10C, 11A), em *A. spruceanum* o floema é mais adensados e contínuos, e que também foi verificado em *Couma macrocarpa* (Albuquerque, 1973) e *A. pyrifolium* (Pacheco, 1979), configurando um feixe anficriaval. O xilema em *A. carapanauba* e *A. excelsum* é constituído por fileiras de 5 a 7 elementos vasculares (Fig. 9D), com o metaxilema no interior e os protoxilema em ambas extremidades característica esta também observado em *Catharanthus roseus* var. *roseus* (Pacheco, 1980), enquanto que em *A. desmanthum* e *A. spruceanum* verificou-se que o metaxilema é composto de 2 a 3 elementos vasculares (Fig. 10B, 10C). Nos feixes de *A. spruceanum* apresentam aglomerados de células pétreas ao redor do floema externo (Fig. 10D, 10E).

Em maceração, os elementos traqueais do xilema consistem de elementos de vasos com espessamento parietal secundário helicoidal denso, com placa de perfuração simples (Fig 12B, 12C, 12E, 12F.)

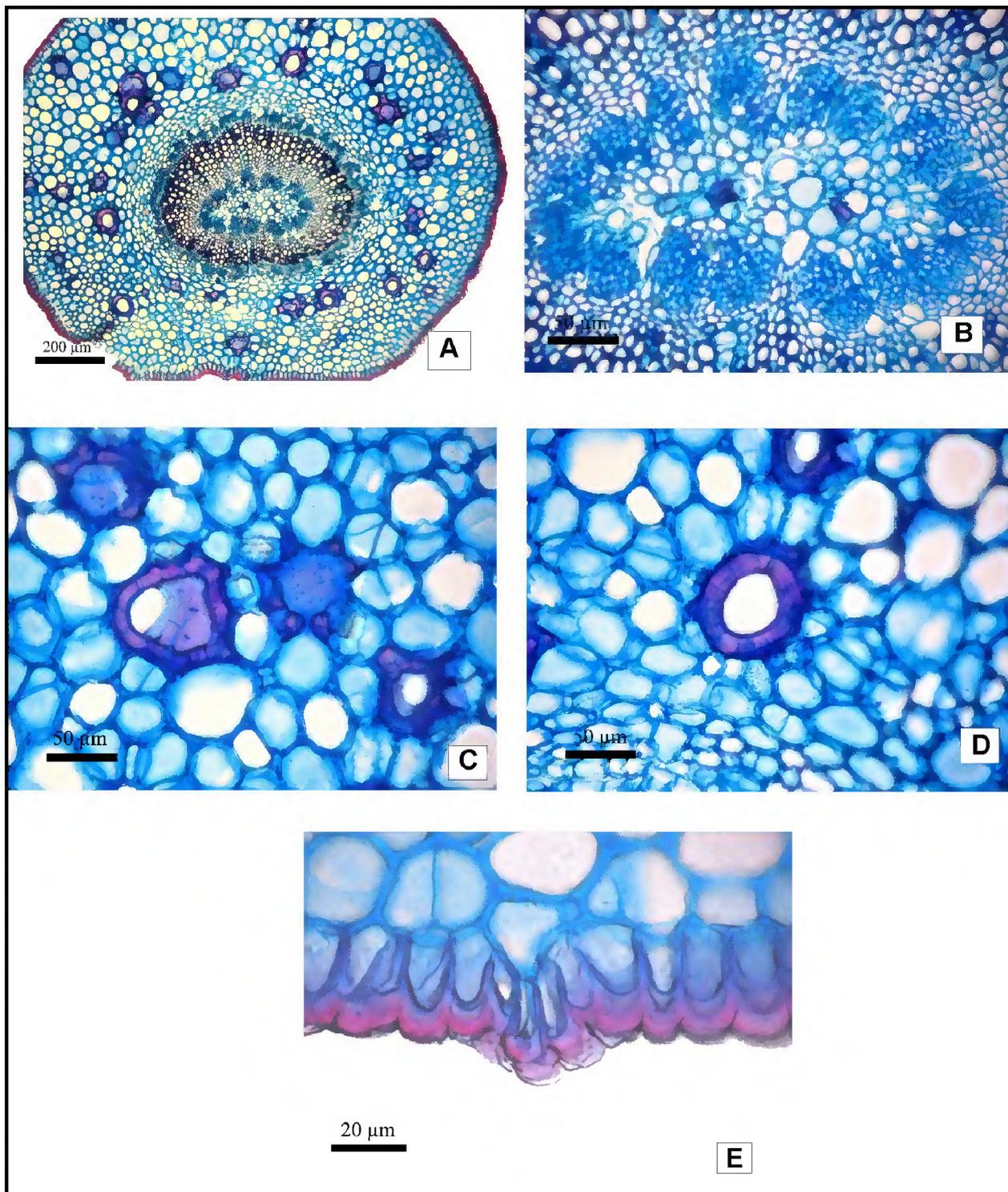


Figura 08: Secção transversal do pecíolo de *Aspidosperma excelsum*: A - Vista geral; B – Detalhe dos feixes vasculares; C – detalhe dos esclereídeos com cristais prismáticos aderidos a sua parede; D – Detalhe do lume dos esclereídeos; E – Detalhe da cutícula e divisão da parede anticlinal da epiderme papilosa.

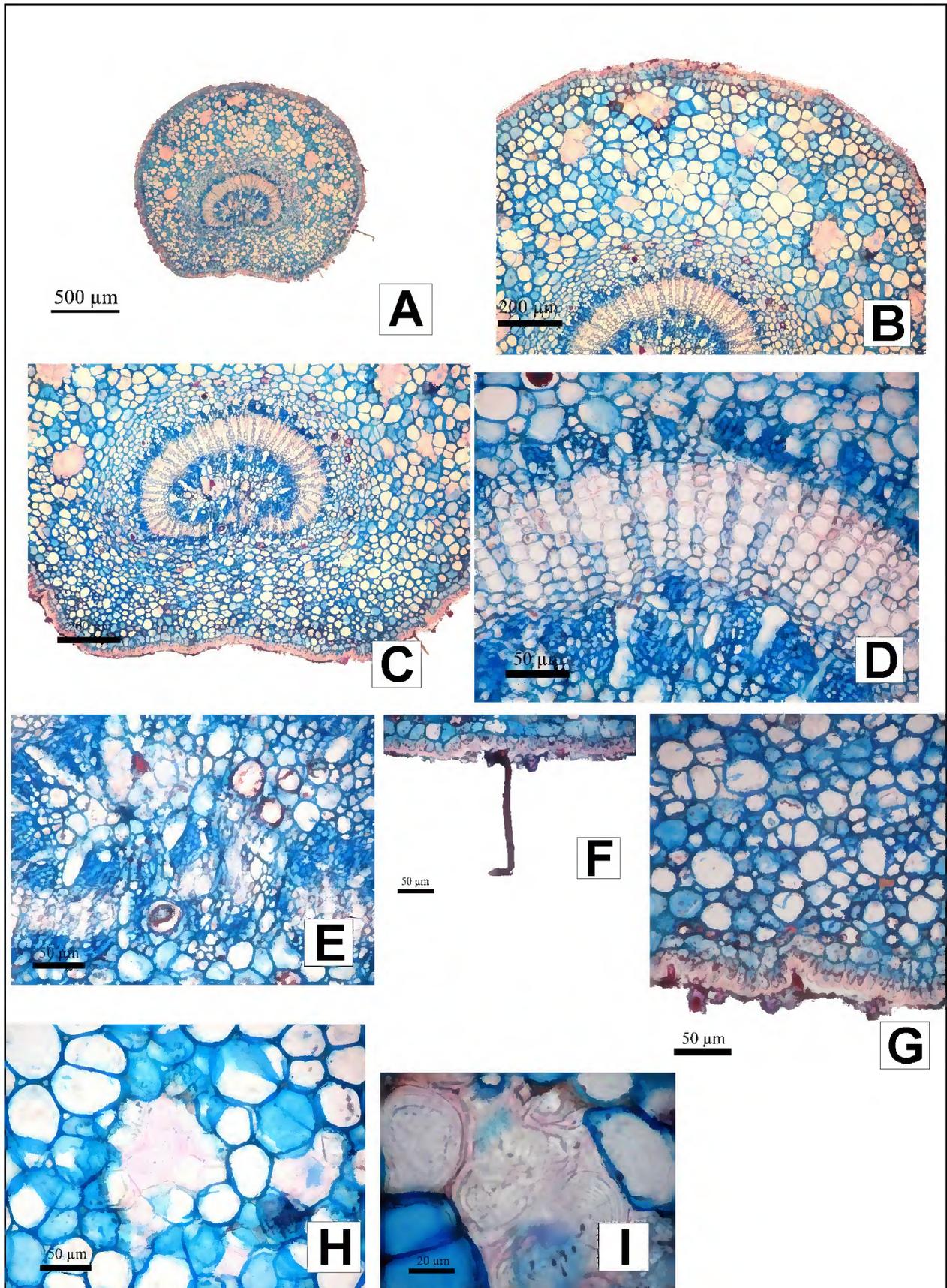


Figura 09: Pecíolo de *Aspidosperma carapanauba*: A – vista geral do pecíolo; B – vista da face abaxial do pecíolo; C – vista da face adaxial do pecíolo; D – detalhe dos tecidos vasculares; E – laticíferos; F – tricoma pluricelular; G – detalhe da cutícula e da cera epicuticular; H e I: Detalhe do agrupamento de células pétreas com cristais aderidos a sua parede.

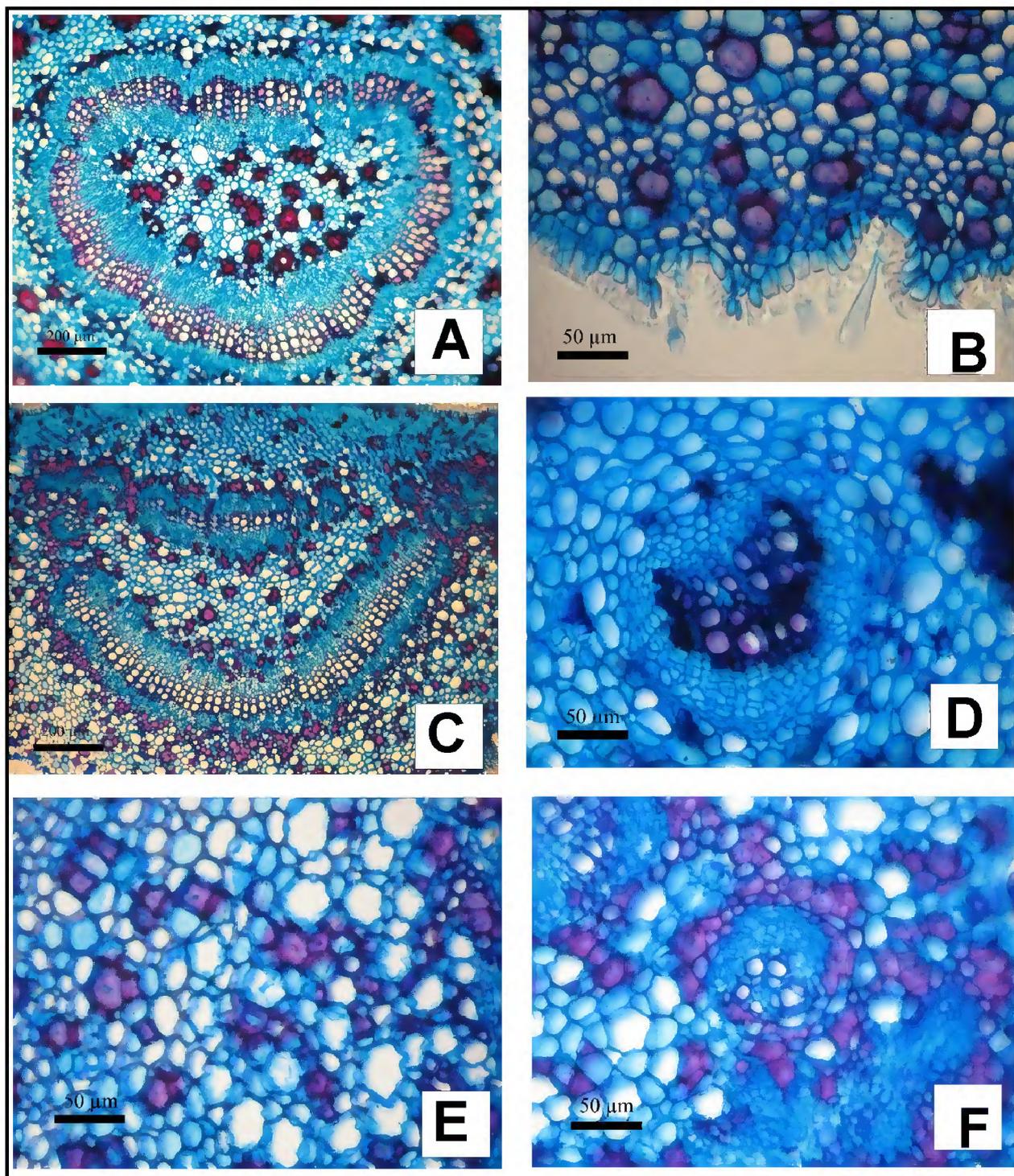


Figura 10: *Aspidosperma spruceanum*; A – detalhe da organização dos feixes do pecíolo; B – Sinuosidade da epiderme do pecíolo; C – feixes vasculares na região mediana da folha; D e F: Detalhe dos feixes vasculares secundários; E vista geral do parênquima fundamental.

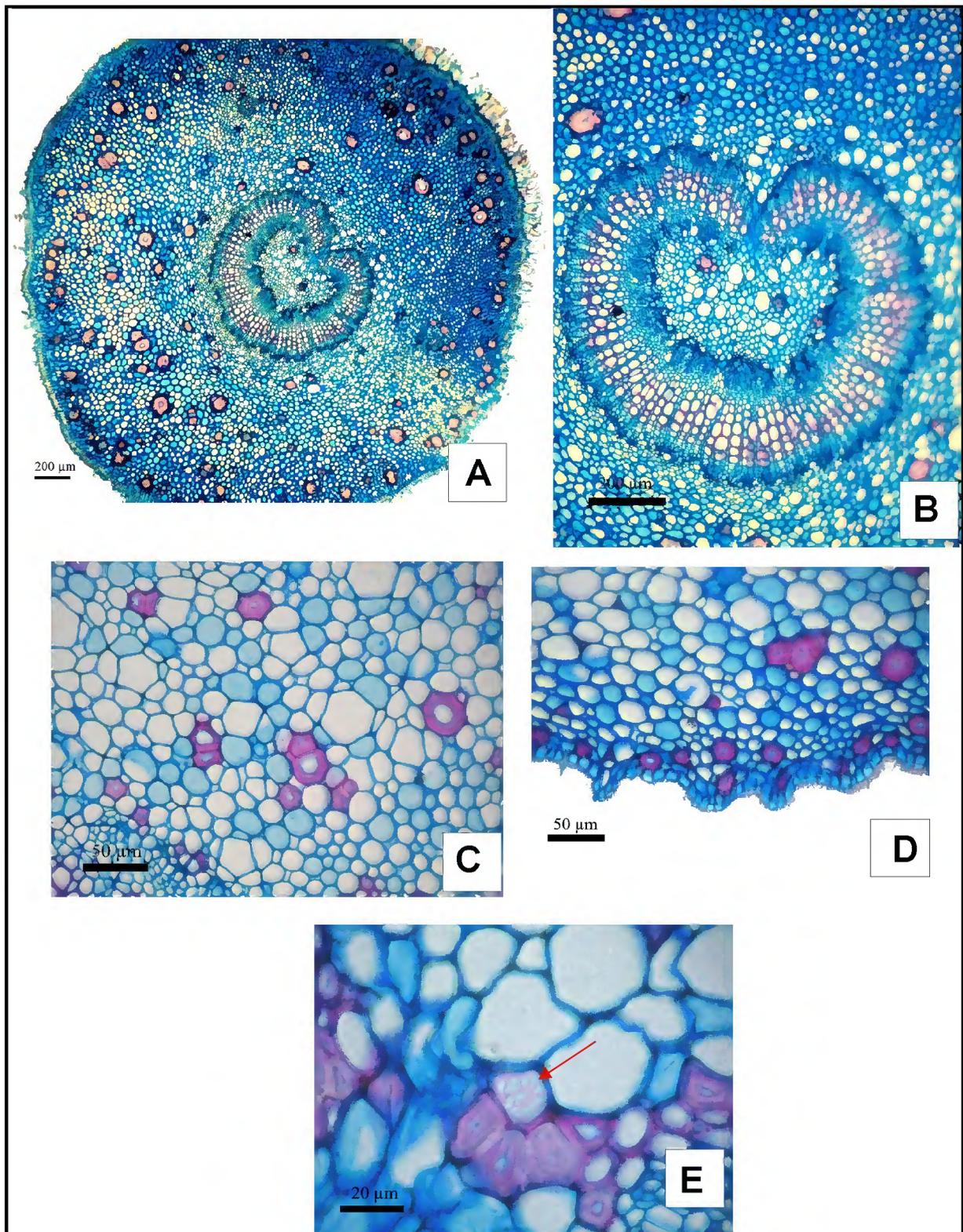


Figura 11: Pecíolo de *Aspidosperma desmanthum*; A – Secção transversal do pecíolo; B – detalhe do feixe vascular; C – parênquima fundamental e células esclerificadas; D- sinuosidade da parede do pecíolo; E- na seta detalhe da pontoação dos esclereídeos.

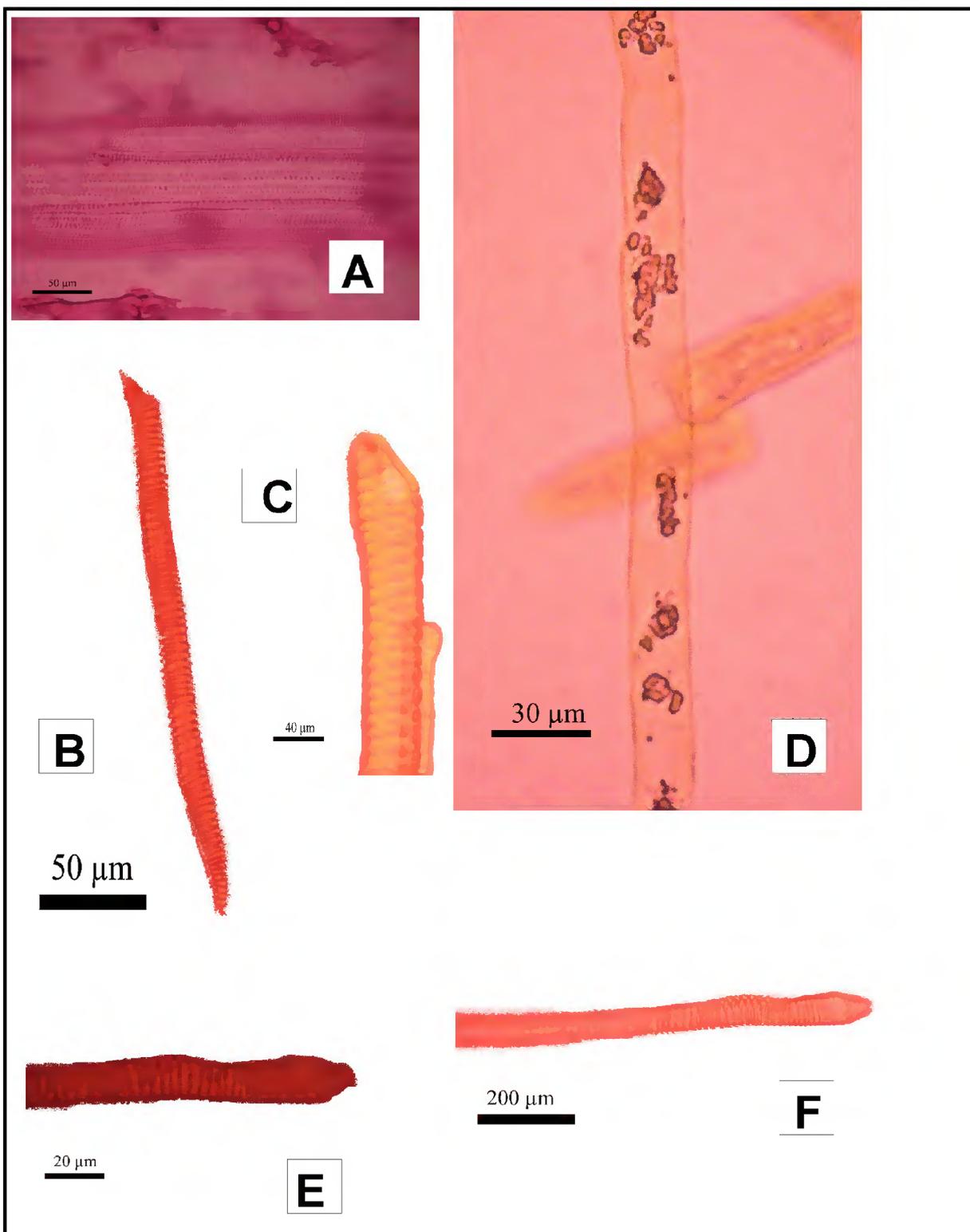


Figura 12: Elementos traqueais de *Aspidosperma carapanauba*: A – vista geral da organização dos elementos traqueais e laticíferos ; B – vista, em maceração de um elemento traqueal; C – detalhe da placa de perfuração; D – Laticíferos; E e F – extremidades dos elementos traqueais.

#### 4.6. PADRÃO DA VENAÇÃO

A nervura primária, em todas as espécies estudadas, estão inseridas na categoria de pinada, reta, única, afilando-se em direção ao ápice. Em *A. desmanthum* está nervura apresenta uma leve curvatura para a direita (FIG. 14D). As secundárias são do tipo broquidrodoma (Fig. 13A, 13F) com cerca de 16 pares de nervuras secundárias em *A. carapanauba*, *A. excelsum*, sendo estas nervuras alternas irregulares (Fig. 13A, 13D). Estas observações também foram vista em *A. pyricollum*, por Ferraz & Pimenta (1988), Valente (1973) e Morretes & Ferri (1959), estudando a mesma espécie. Em *A. marcgravianum*, estudada por Albuquerque (1971), observa-se a olho nu as laçadas na margem, enquanto a *A. carapanauba*, na medida em que se aproximam da margem, essas nervuras vão tornando-se menos evidentes. Já em *A. spruceanum* e *A. desmanthum* são do tipo craspedódroma com 23 pares de nervuras secundárias e nervuras intramarginais alternas (Fig. 14A, 14 D). Este padrão também foi encontrados por Albuquerque (1968) em *A. album* e Quinet & Andreatta (2005) em *A. compactinervium*. Estes últimos autores verificaram que *A. parvifolium* e *A. pyricollum* apresentam padrão camptódromo, discordando de Ferraz & Pimenta *loc. cit.* para a última espécies citada.

As nervuras de terceira ordem, em todas as espécies estudadas, são reticuladas ao acaso ( Fig. 13E, 13G, 14B) e as de quarta ordem dicotomizadas (Fig. 13B, 13C, 13G), também verificado em *A. obscurinervium*, por Albuquerque (1968). Em *A. carapanauba* estas nervuras são inconspícuas de difícil visualização, mesmo sob microscópio. O adensamento das mesmas podem ser utilizadas para distinção entre as espécies. Na *A. spruceanum* as terminações são mais retas, enquanto que em *A. desmanthum* tendem ao tipo escorpióide (Fig. 11B, 14E, 14 F). A areolação apresentam mais de 4 braços em todas as espécies (Fig. 14F).

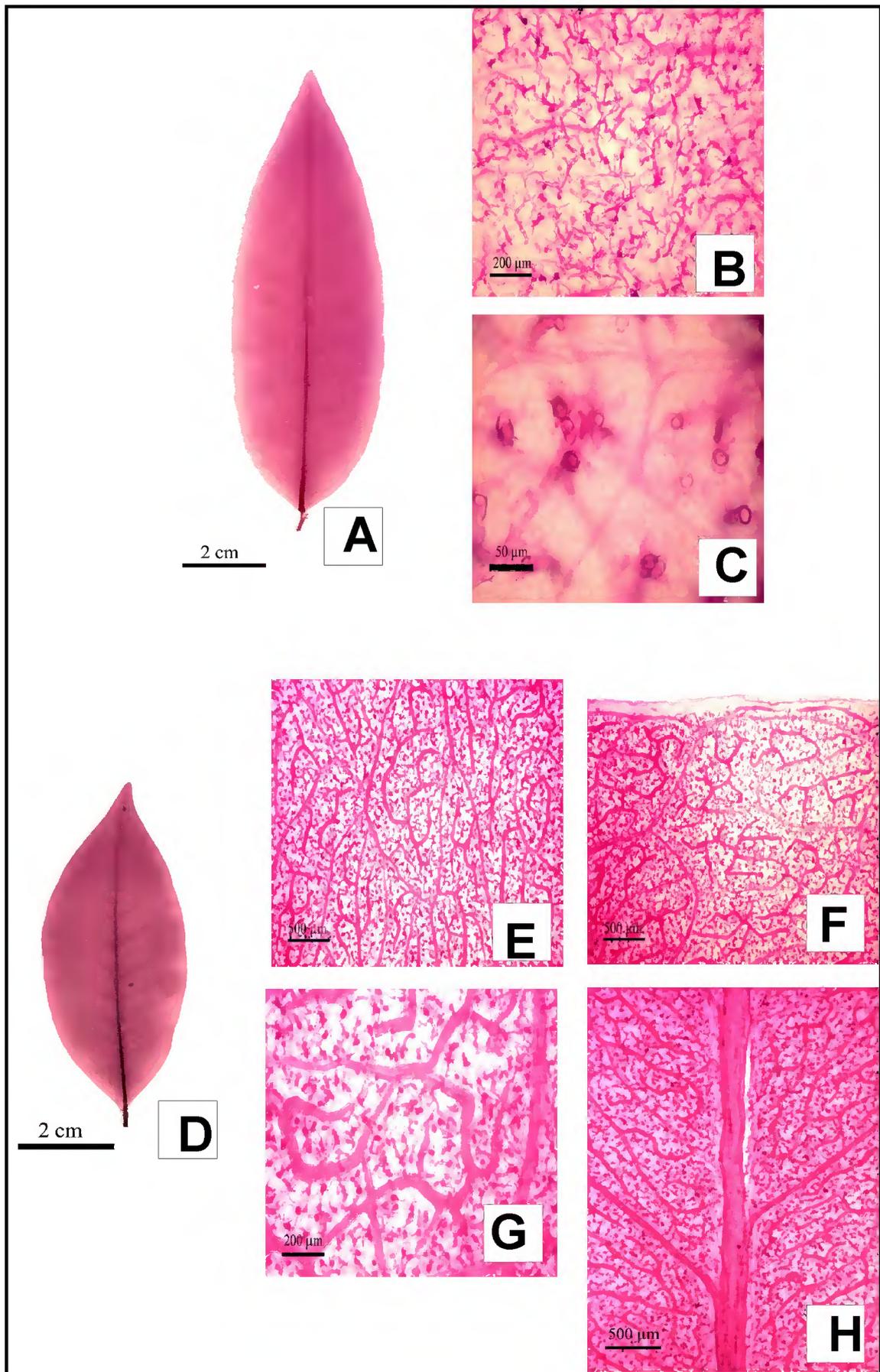


Figura 13: venação: A – C: *A. carapanauba*. A- vista geral; B – C detalhe das nervuras e terminações; D – H: *A. excelsum*. D – vista geral; E – G detalhe da nervuras e terminações; H – detalhe da nervura central

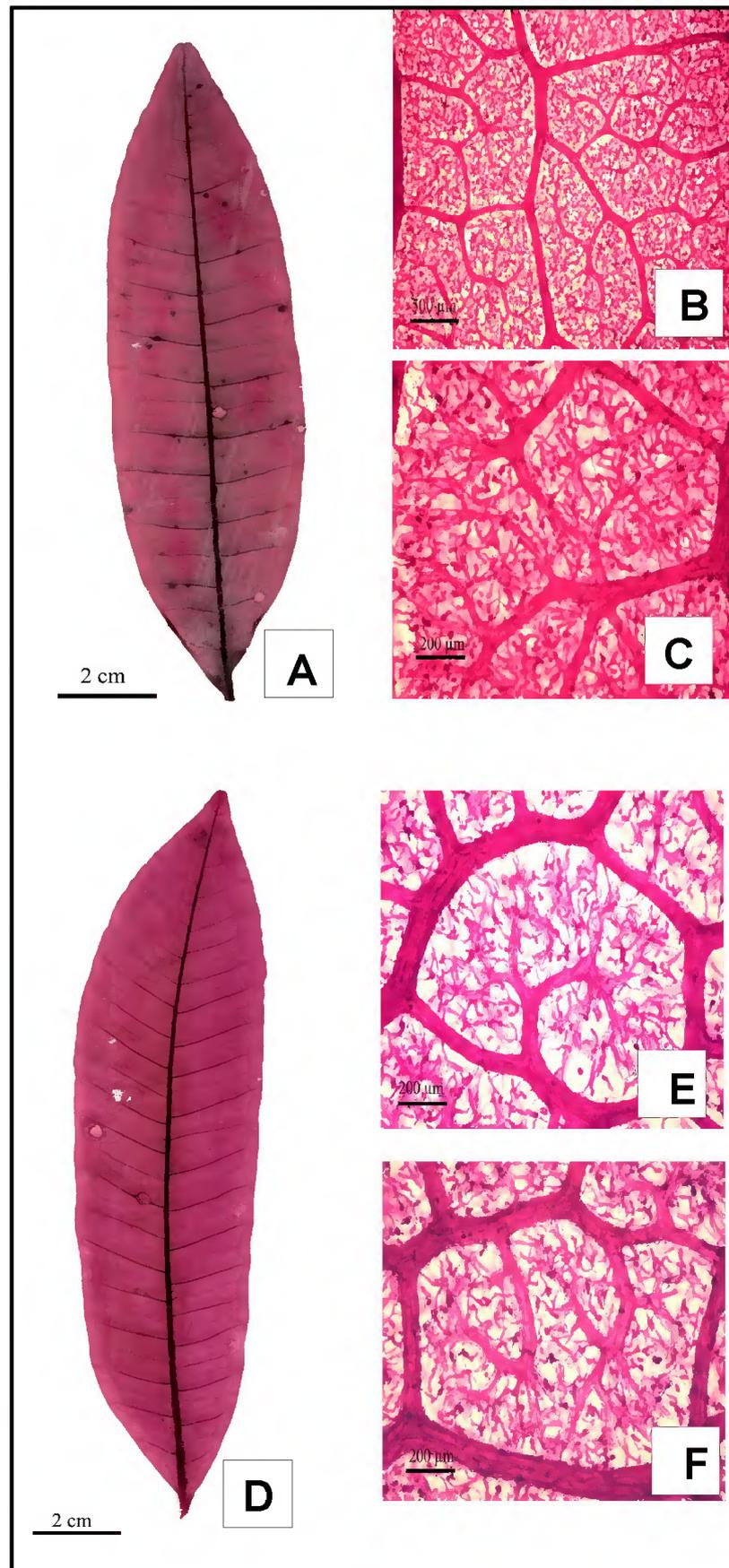


Figura 14: venação: A – C: *A. spruceanum*. A- vista geral; B – C detalhe das nervuras e terminações; D – H: *A. desmanthum*. D – vista geral; E – F detalhe da nervuras e terminações.

## 5. CONCLUSÕES

As características anatômicas que contribuem na distinção das espécies estudadas são:

- ↗ No campo, o padrão de venação permite a distinção das espécies;
- ↗ Os tricomas tectores que apresentam alta densidade em *Aspidosperma spruceanum* e raros em *Aspidosperma desmanthum*;
- ↗ A emergência dos esclereídeos emergentes na superfície foliar adaxial de *A. spruceanum* e *A. desmanthum*;
- ↗ A organização dos tecidos vasculares dos pecíolos diferenciam todas as espécies estudadas;

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, B. W. P. Contribuição ao conhecimento de *Couma macrocarpa* Barb. Rodr. e *C. utilis* (Mart.) M. Arg. (Apocynaceae) da Amazônia. **Acta Amazônica**. Ano 3, nº 02, 1973.
- ALBUQUERQUE, B. W. P. de. Contribuição ao conhecimento das *Aspidosperma* da Amazônia brasileira (Apocynaceae). **Acta Amazônica**. Vol. 1 Nº 3. 1971.
- ALBUQUERQUE, B. W. P. de. Contribuição ao conhecimento de *Aspidosperma album* (vahl) R. Ben. E *Aspidosperma obscurinervium* Azambuja, da Amazônia – INPA. **Botânica**. Publicação nº 26. 1968.
- 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**, 2003.
- ARNOTT, H. J. **Leaf Clearings**. Turtox News, V37, nº 8, p. 139-195. 1959.
- DEMARCO, D.; KINOSHITA, L. S. & CASTRO, M. M. de Laticíferos articulados anastomosados – novos registros para Apocynaceae. **Revista Brasileira de Botânica**. Vol. 29, Nº 01, 2006.
- DUARTE, A. P. O Problema da Especiação no Gênero *Aspidosperma*. **Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, Volume XXI, 1977.
- ENDRESS, M. E. & BRUYNS, P. V. A revised Classification of the Apocynaceae s.l. **The Botanical Review**, vol. 66, nº 01, 2000.
- ESAU, K. **Anatomia de plantas com sementes**. São Paulo: Edgard Blücher, 1974.
- FAHN, A. **Anatomia Vegetal**. 2 ed, Madri, H. Blume, 1974.
- FAHN, A. **Secretory tissues in the plants**. London, 1979.
- FALCÃO, W. F. A. de. Nota sobre a *Allamanda schottii* Pohl (Apocynaceae). **Rodriguesia**, Nº 35 e 36, 1960 / 1961.
- FERRAZ, C. L. A. de & PIMENTA, I. S. M. Anatomia foliar de *Aspidosperma pyricollum* Muell. Arg. (Apocynaceae). **Bradea**. Vol V, Nº 10, 1988.
- FOSTER, A. S. **Practical plant anatomy**. Toronto. London 1949.
- FRANCESCHI, V. R. & HORNER Jr. H. T. calcium oxalate crystals in plants. **The Botanical Review**, vol. 46, nº 4, 1980.
- FREITAS, A. D. D. de **Aspectos tecnológicos e morfoanatômicos de sementes maduras, plântulas e plantas jovens de *A. spruceanum***. Dissertação de Mestrado em Botânica Tropical, Universidade Federal Rural da Amazônia e Museu Paraense Emílio Goeldi, 2008 (no prelo).

GONÇALVES, C. R. Sobre a provável ocorrência de borracha no clorênquima de *rauvolfia grandiflora* Mart. (Apocynaceae). **Rodriguesia**, Nº 35 e 36, 1960 / 1961.

HICKEY, L. J. Classification of the architecture of dicotyledonous leaves. **American Journal of Botany**, Nº 60, 1973.

JOHANSEN, D. **Plant microtenique**, Bombay, tata Macgraw- Hill Company, 1940.

KRAUS, J. E. & ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**, Ed. Edur, 1997.

LANGERON, M. **Précis de microscopie**, Paris, Masson et Cie. Editeurs, 1949.

MARCONDES-FERREIRA, W. & KINOSHITA, L. S. Uma Nova divisão infragenérica para *Aspidosperma* Mart. (Apocynaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, vol. 19, nº 02, p. 203-214, 1996.

MARCONDES-FERREIRA, W. **Aspidosperma Mart. Nom. cons. (Apocynaceae) estudos taxonômicos**. Tese de Doutorado em Biologia Vegetal da Universidade Estadual de Campinas, 1988.

METCALFE C. R. & CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons: leaves, stem and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses**. Vol 2, Claredon Press, Oxford, 1950.

METCALFE, C. R. & CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons**. Oxford, Claredon, vol. 01, 1979.

METCALFE, C. R. Distribution of látex in the plant kingdom. **Economic Botany**, vol. 21, Nº 02, 1967.

MORRETES, B. L. de & FERRI, M. G. Contribuição ao estudo da anatomia das folhas de plantas do cerrado. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Botânica**, Universidade de São Paulo, Boletim 243, nº 16, 1956.

O'BRIEN, T. P.; FEDER, N. & McCULLY, M. E. Polychromatic staining of plant cell walls by Toluidine Blue o. **Protoplasma**, vol. 59, Nº 02, 1964.

PACHECO, J. M. Contribuição ao estudo anatômico da espécie *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. Var. *roseus* (Apocynaceae). **Rodriguesia**, Ano 32, nº 52, 1980.

PACHECO, J. M. Estudo farmacognóstico do *Aspidosperma pyrifolium* Mart. Popularmente conhecido por pereiro-preto. **Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, vol. 23, 1979.

POEMA, **Perfil sócio-econômico da Agricultura familiar em Santa Bárbara do Pará – PA**, Belém, 2006.

QUINET C. G. P. & ANDREATA, R. H. P. Estudo taxonômico e morfológico das espécies de Apocynaceae Adans. na reserva rio das pedras, município de Mangaratiba, Rio de Janeiro, Brasil. **Pesquisas Série Botânica**. Nº 56, 2005.

RIBEIRO, J. E. L. S; HOPKINS, M. J. G; VICENTINI, A; SOTHERS, C. A; COSTA, M.S; BRITO, J. M; SOUZA, M.A. D; MARTINS, L. H. P; LOHMANN, L. G; ASSUNÇÃO, P. A. C. L; PEREIRA, E. C; SILVA, C. F; MESQUITA, M. R & PROCÓPIO, L. C. **Flora da Reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia central**. Manaus, 816 p. il. Instituto nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA. 1999.

SASS, J. E. **Botanical microtechnique**. 2<sup>a</sup> ed. Ames, The Iowa State College Press, 1951.

SCREMIN-DIAS, E. Anatomia ecológica de espécies nativas: relação entre o ambiente e a estrutura é casual ou adaptativa. In BARBOSA, L. M. & SANTOS Jr., N. A. dos. **A botânica no Brasil: Pesquisa, ensino e políticas públicas ambientais**, p. 384-388, 2007.

SILVA, L. M.; ALQUINI, Y. & CAVALLET, V. J. inter-relações entre a anatomia vegetal e a produção vegetal. **Acta Botânica Brasílica**, vol. 19, nº 01, 2005.

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, vol. 1, 1989.

SOLEREDER, H. **Systematic Anatomy of the Dicotyledons**. Oxford, Clarendon Press, Vol. 01, 1908.

THEOBALD, W. L.; KRAHULIK, J. L. & ROLLINS, R. trichome description and classification. In METCALFE, C. R. & CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons**. Oxford, Clarendon, vol. 01, 1979.

VALENTE, M. C. da. Catalogo de nervação foliar das Apocynaceae da caatinga II. **Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, vol. XIX, p. 257-267, 1973.

WOODSON, R. E. Studies in the Apocynaceae VIII. An interim revision of the genus *Aspidosperma* Mart. & Zucc **Annals of the Missouri Botanical Garden**, vol 38, p. 119-206, 1951.

### **CAPÍTULO 3: ANATOMIA DA MADEIRA DE *Aspidosperma* MART. & ZUCC., COMERCIALIZADAS NO ESTADO DO PARÁ.**

#### **RESUMO**

O gênero *Aspidosperma* Mart. & Zucc. tem sido usado com frequência no mercado madeireiro amazônico, sua madeira apresenta boa qualidade tecnológica, sendo utilizada na construção civil e na fabricação de móveis, o que tem causado pressão sobre algumas de suas espécies como *Aspidosperma desmanthum*, a qual está vulnerável a extinção. Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi caracterizar anatomicamente o lenho das espécies *A. desmanthum*, *A. carapanauba*, *A. excelsum* e *A. spruceanum*, que são comercializadas no mercado madeireiro amazônico, visando contribuir com a identificação e distinção das espécies. A metodologia usada para execução do trabalho foi a usual em anatomia de madeira como cortes em micrótomo, montagem de lâminas histológicas, maceração, entre outras técnicas e para descrição seguiu-se às recomendações do IBAMA e IAWA para macroscopia e microscopia, respectivamente. As espécies analisadas apresentam raios unisseriados a bisseriados constituídos predominantemente por células procumbentes; Poros solitários, difusos com placa de perfuração simples e pontoações intervasculares e radio-vasculares alternas. Em nível macroscópico as espécies são bastantes semelhantes devido à textura fina, dificultando a visualização dos elementos celulares, enquanto que na microscopia evidencia suas peculiaridades, tendo como principal estrutura de separação o parênquima axial: em *A. excelsum*, *A. spruceanum* e *A. carapanauba* apresenta-se como apotraqueal difuso em agregado, sendo que nesta última tende a formar linhas e, em *A. desmanthum* é paratraqueal aliforme de extensão losangular com aleta curta. Entretanto, o corpo dos raios foi a principal estrutura de distinção entre *A. excelsum* e *A. spruceanum*. O conjunto das estruturas anatômicas indicam que a madeira das espécies analisadas possuem boa resistência mecânica, o que recomenda as espécies para teste tecnológicos, com o objetivo confirmar tais propriedades.

Palavras-Chaves: Anatomia da Madeira, *Aspidosperma*, Amazônia.

### CHAPTER 3: WOOD ANATOMY OF *Aspidosperma* MART. & ZUCC., IN COMMERCE IN PARÁ STATE, BRAZIL

#### Summary

Wood from trees of the genus *Aspidosperma* Mart. & Zucc. has good physical properties and is used in the Brazilian Amazon in building construction and furniture. This has put pressure on some species, such as *Aspidosperma desmanthum* that is vulnerable to extinction. This study aimed to characterize anatomically the hardwood of the following species: *A. desmanthum*, *A. carapanauba*, *A. excelsum*, and *A. spruceanum*, all of which are commercial species in the Amazonian market, as a contribution to their identification. Standard wood anatomy techniques were employed, such as sectioning with a microtome, preparation of histological slides, and tissue disassociation, among others. For anatomical description, the recommendations of IBAMA and IAWA were followed, for macroscopic and microscopic descriptions, respectively. All studied species showed uniseriate to triseriate rays composed mostly of procumbent cells, diffuse solitary pores with simple perforation plate, and alternate intervascular radial-vascular punctuations. On the macroscopic level, the species are quite similar because their fine texture makes the observation of cellular elements difficult, whereas microscopically peculiarities can be seen. The principal structure that separates these species is the axial parenchyma: in *A. excelsum*, *A. spruceanum*, and *A. carapanauba* it is diffuse apotracheal in aggregate, forming lines in the last species, whereas in *A. desmanthum* it is aliform paratracheal with losangular extension with short aleta. The body of the rays was the principal structure for distinguishing between *A. excelsum* and *A. spruceanum*. Their anatomical characteristics suggest that the woods of the analyzed species have good mechanical resistance; these woods should be subjected to technological assays in order to confirm these properties.

Key words: Wood anatomy, *Aspidosperma*, Amazon.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil detém um terço das florestas tropicais do mundo, sendo o principal produtor de madeiras duras para o mercado internacional, em vista do esgotamento dos estoques asiáticos (Scholz, 2002; Lisboa *et al*, 1991; Silva *et al*, 2001). Por apresentar um melhor potencial econômico, as florestas densas são as mais utilizadas pelas indústrias de processamento mecânico. Estima-se que essas florestas totalizam 412 milhões de hectares na Amazônia. Entretanto, desse total, somente 245 milhões de hectares são considerados efetivamente disponíveis. As áreas restantes são compostas por florestas de domínio público e de preservação permanente. Do total da área efetivamente disponível, cerca de 61% estão concentradas em apenas três estados da região Norte: Amazonas, Pará e Mato Grosso (ABIMCI, 2003).

A região Amazônica é responsável por mais de 50% da madeira em toras produzidas no Brasil, com volume estimado de 60 bilhões de metros cúbicos, cujo valor econômico potencial pode alcançar 4 trilhões de reais em madeira serrada. Em 1998, a produção de toras foi de 42 milhões de metros cúbicos. Em 2004, essa produção foi reduzida para 31 milhões. Nesse ano, a Amazônia brasileira respondeu por 79% da produção total dos países amazônicos.

Barros & Veríssimo (2002) comentam que a intensificação da exploração seletiva da madeira tem desempenhado um papel negativo, tanto na alteração da paisagem, como na manutenção das atuais taxas de desmatamento na Amazônia. Por outro lado, apesar de todo esse potencial, o setor florestal paraense encontra-se em crise, devido a baixa cotação do dólar e principalmente a escassez de matéria-prima (madeira). Um dos motivos para essa escassez é o desconhecimento técnico científico das espécies amazônicas. Outro é a troca involuntária de indivíduos de espécies diferentes, ocasionada pela semelhança externa das madeiras comercializadas tem comprometido o mercado madeireiro (Loureiro *et al.*, 2000).

Nesse sentido vários trabalhos têm sido desenvolvidos com êxito na região, com é o caso de Ferreira (2002; 2004), que realizou estudo morfo-anatômico de espécies de Leguminosae conhecidas no estado do Pará como “angelim” e outras da família sapotaceae conhecidas como “curupixá” (SILVA, 2004).

Devido a família Apocynaceae apresentar madeira de boa qualidade, considerada “nobre”, com várias espécies do gênero *Aspidosperma* usadas indiscriminadamente, com o mesmo nome vulgar, além da semelhança externa, aliada com a difícil visualização das estruturas anatômicas, tem ocasionado enganos, torna-se importante para o setor madeireiro.

Diante desses problemas, a anatomia torna-se uma ferramenta indispensável ao conhecimento científico dessas madeiras, entretanto, a quantidade incipiente de publicações sobre o tema, dificulta o aprimoramento taxonômico do gênero. Buscando preencher esta lacuna, este trabalho tem como objetivo descrever o xilema secundário de quatro espécies do gênero *Aspidosperma* Mart & Zucc., contribuindo assim para o conhecimento científico das mesmas e auxiliando aos órgãos de fiscalização, entre outros.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 MATERIAL

O material foi obtido da Xiloteca “Walter Egler” pertencente ao Museu Paraense Emílio Goeldi – MPEG e da EMBRAPA Amazônia Oriental. Para uma identificação segura e precisa, foram utilizadas amostras de madeira que possuíam material botânico, depositado nos respectivos herbários (Tabela 1). O trabalho desenvolveu-se no laboratório de Anatomia da Madeira do Museu Goeldi.

Tabela 1: Relação de espécies e identificação botânica de cada indivíduo.

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME	MG / IAN		Procedência
		VULGAR	xiloteca	herbário	
Apocynaceae	<i>Aspidosperma carapanauba</i> Pichon.	Carapanauba Araracanga	2081	64631	PA
			5452	150265	PA
Apocynaceae	<i>Aspidosperma spruceanum</i> Benth. ex Müll. Arg.	Peroba, pitomba	3520	54976	MT
			3564	82421	PA
Apocynaceae	<i>Aspidosperma excelsum</i> Markgr.	Carapanauba	2203	63246	MT
			3565	82422	PA
Apocynaceae	<i>Aspidosperma desmanthum</i> Benth. ex Müll. Arg.	Araracanga	1511	55027	MT
			274	115396	PA
			278	136839	PA
			279	140476	PA

#### 3.2. MÉTODOS

##### 3.2.1.1. Corpos de prova

Os corpos de prova foram obtidos das amostras de madeira, com tamanho aproximado de 2 x 2 x 2 cm, nos planos transversal e longitudinais tangencial e radial.

##### 3.2.1.2. Caracterização macroscópica

O preparo das amostras foi realizado com o auxílio de um micrótomo de deslize Reichert, nos quais os planos de observação foram aplainados, para melhor visualização das estruturas anatômicas e a análise foi feita com uma lupa conta – fios de 10x de aumento. As propriedades organolépticas, como: cor, cheiro, gosto não foram levadas em consideração por serem materiais oriundos de coleção, as quais, por sua vez, já perderam essas características. Seguiu-se as normas do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis/IBAMA (1992) para descrição macroscópica das estruturas das madeiras.

### 3.2.1.3. Preparo do material macerado

Para a obtenção do material macerado, utilizou-se o método de Franklin (1945): lascas longitudinais de madeira foram colocadas em uma mistura de partes iguais de ácido acético glacial e peróxido de hidrogênio (120 volumes) e levadas à estufa, a uma temperatura de 60°C durante 24 horas. Em seguida, o material dissociado foi lavado pelo método de decantação, por várias vezes, onde a solução macerante foi completamente removida. Finalmente, o material foi corado com safranina hidro-alcoólica e conservado em água com algumas gotas de formol. Para a observação dos elementos celulares dissociados, confeccionou-se três lâminas temporárias, misturando uma pequena quantidade do macerado em gotas de glicerina.

### 3.2.1.4. Obtenção e montagem de lâminas permanentes

Para a obtenção dos cortes histológicos, os corpos de prova foram fervidos em água e glicerina (1:4), por aproximadamente duas horas, para amolecimento, aparos e cortes com auxílio de um micrótomo de deslize. 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, usou-se a técnica de Johansen (1940), onde se usa safranina hidro-alcoólica na proporção de 2g para 100ml e água e álcool. Primeiramente os cortes foram clarificados em solução de hipoclorito de sódio comercial (2,5%); em seguida, lavados várias vezes até que o hipoclorito fosse totalmente removido. Feito isso, 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, levados para a estufa à 60 °C durante três dias. Foram montadas quatro lâminas permanentes para cada amostra. As lâminas permanentes foram inseridas nos acervos de lâminas do Museu Goeldi e da EMBRAPA Amazônia Oriental. Para a descrição da estrutura anatômica da madeira, utilizou-se as recomendações da **INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMISTS / IAWA** (1989). A análise quantitativa foi realizada com auxílio de um sistema preciso de análise digital através do *Visilog 5.0*.

### **3.3. Ilustrações**

#### **3.3.1. Microscopia óptica**

As fotomicrografias foram realizadas na superfície transversal do corpo de prova, utilizando-se um microscópio estereoscópio acoplada ao microcomputador, com auxílio do *Software Motic 2.0*. A documentação microscópica foi feita através da captação de imagens utilizando-se o *Software Aver tv*.

#### **3.3.2. Microscopia eletrônica de varredura**

Foram feitos cortes histológicos nos sentidos tangencial e radial de todos os corpos de provas com espessura de 25 a 30  $\mu\text{m}$ , os quais foram colados em uma fita dupla face e montados em uma lâmina de vidro. Após a montagem, a lâmina passou pelo processo de metalização a ouro (Au) utilizando corrente de 25mA, em atmosfera de  $1.10^{-1}$  mbar durante 2 minutos e 30 segundos. As imagens foram geradas por detecção de eletros secundários, utilizando-se aceleração de voltagem de 10 kV. Para tal, utilizou-se de um microscópio eletrônico LEO modelo 1450VP, localizado no Laboratório Institucional de Microscopia Eletrônica de Varredura do Museu Paraense Emílio Goeldi. (SILVEIRA, 1989)

## 4. RESULTADOS

### 4.1. *Aspidosperma carapanauba* Pichon.

*Nome vulgar:* Carapanauba, carapanauba preta.

**Camadas de crescimento** pouco distintas, individualizadas por zonas fibrosas transversais mais escuras (Fig. 15A). **Poros** visíveis somente com o auxílio de lente de 10x em observação macroscópica, difusos, arranjo tendendo ao diagonal, predominantemente solitário (99,92 %) (Fig. 15B), seguidos de múltiplo de dois (0,08 %), com contorno circular, diâmetro médio de 12,44  $\mu\text{m}$ , muito pequeno, em média de 28,22 vasos/ $\text{mm}^2$ , com comprimento médio de 70,19  $\mu\text{m}$  (tabela 2), placa de perfuração simples, pontuações intervasculares alternas (Fig. 15F), pontuações radio-vasculares com aréolas distintas, semelhantes a intervasculares, em observação macroscópica, as linhas vasculares de forma irregulares em seção tangencial. **Fibras** com pontuações simples, com comprimento médio de 1559,69  $\mu\text{m}$ , (tabela 4), espessura média de 10,73  $\mu\text{m}$  e largura média do lume de 5,33  $\mu\text{m}$  e não septadas. **Parênquima axial** visível somente sob lente de 10x, macroscopicamente, apotraqueal difuso em agregado e parênquima axial tendendo a linhas (Fig. 15B), com três a quatro células por strand de parênquima. **Raios** visíveis sob lente de 10x de aumento nas seções transversal e tangencial, observado ao nível macroscópico, não estratificado, corpo do raio constituídos somente por células procumbentes (Fig. 15D), predominante bisseriado (86%) (Fig. 15C), unisseriado (8%) e trisseriado (6%), com largura média de 21,05  $\mu\text{m}$ , com altura média de 351,05  $\mu\text{m}$  e 24,26 células, com frequência média de 12,12 raios/mm linear (tabela 3), espelhado dos raios foram considerados pouco contrastado em seção radial; Cristais prismáticos observados nas células do parênquima (Fig. 15E), nas fibras e nos raios. **Canais secretores radiais, Canais secretores axiais, máculas medulares e floema incluso** não foram observados.

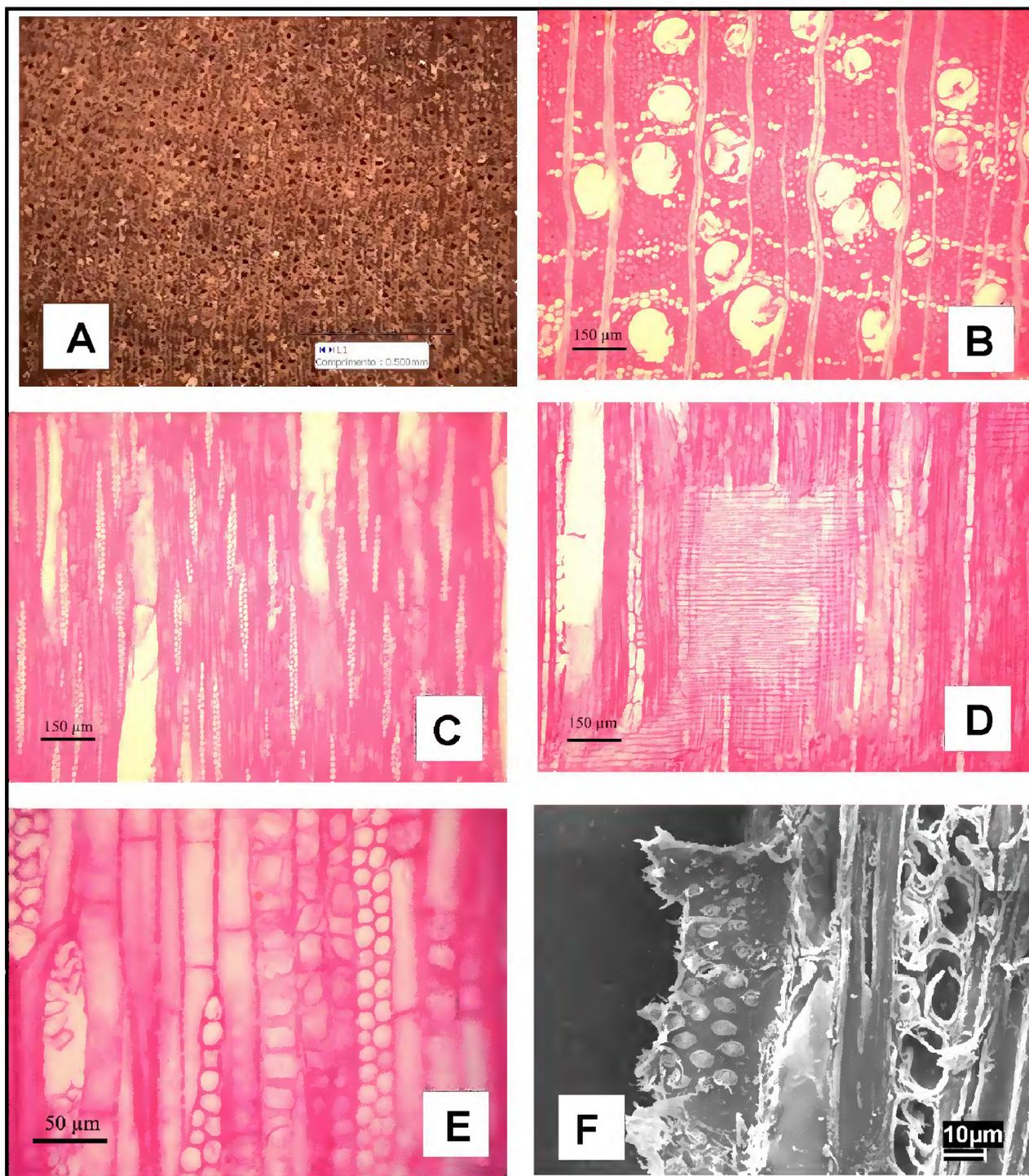


Figura 15: *Aspidosperma carapanauba* Pichon. A- vista macroscópica da secção transversal; B- vista microscópica da seção transversal; C – seção tangencial; D – seção radial; E – detalhe dos raios e cristais prismáticos de oxalato de cálcio; F – eletromicrografia das pontoações.

#### 4.2. *Aspidosperma desmanthum* Benth. Ex Müll. Arg.

*Nome vulgar:* Araracanga

**Camadas de crescimento** indistintas. **Poros** visíveis a olho nu em observação macroscópica, difusos, arranjo tendendo a faixas marginais, predominantemente solitário (98,26%) (Fig. 16B) seguido de múltiplo de dois (1,50%) e múltiplo de três (0,24%), com contorno circular, diâmetro médio de 116,92  $\mu\text{m}$ , em média de 27,12 vasos/ $\text{mm}^2$ , com comprimento médio de 667,73  $\mu\text{m}$  (tabela 2), placa de perfuração simples, pontuações intervasculares alternas (Fig. 16E), pontuações radio-vasculares com aréolas distintas semelhantes as intervasculares, em observação macroscópica linhas vasculares aparecem retilíneas em seção tangencial. **Fibras** com pontuações areoladas distintas, com comprimento médio de 1548,54  $\mu\text{m}$ , espessura média da parede de 9,86  $\mu\text{m}$  e largura média do lume de 5,48  $\mu\text{m}$ , não septada (tabela 4). **Parênquima axial** visível somente sob lente de 10x ao nível macro (Fig. 16A), paratraqueal aliforme de extensão losangular, com cinco a oito células por strand de parênquima. **Raios** visíveis a olho nu nas seções transversal e tangencial macroscopicamente, não estratificados, constituído de células procumbentes (Fig. 16D, 16F) com uma fila de células marginais quadradas ou eretas, predominantemente unisseriado (66%), bisseriado (34%) (Fig. 16C), com largura média de 26,77  $\mu\text{m}$ , altura média de 268,55  $\mu\text{m}$  e 8,26 células, com frequência de 10,16 raios/mm linear (tabela 3), em observação macro os raios foram considerados pouco contrastado em seção radial. Observou-se eventualmente cristais prismáticos em câmaras nas células do parênquima. **Canais secretores radiais Canais secretores axiais, máculas medulares e floema incluso** ausentes.

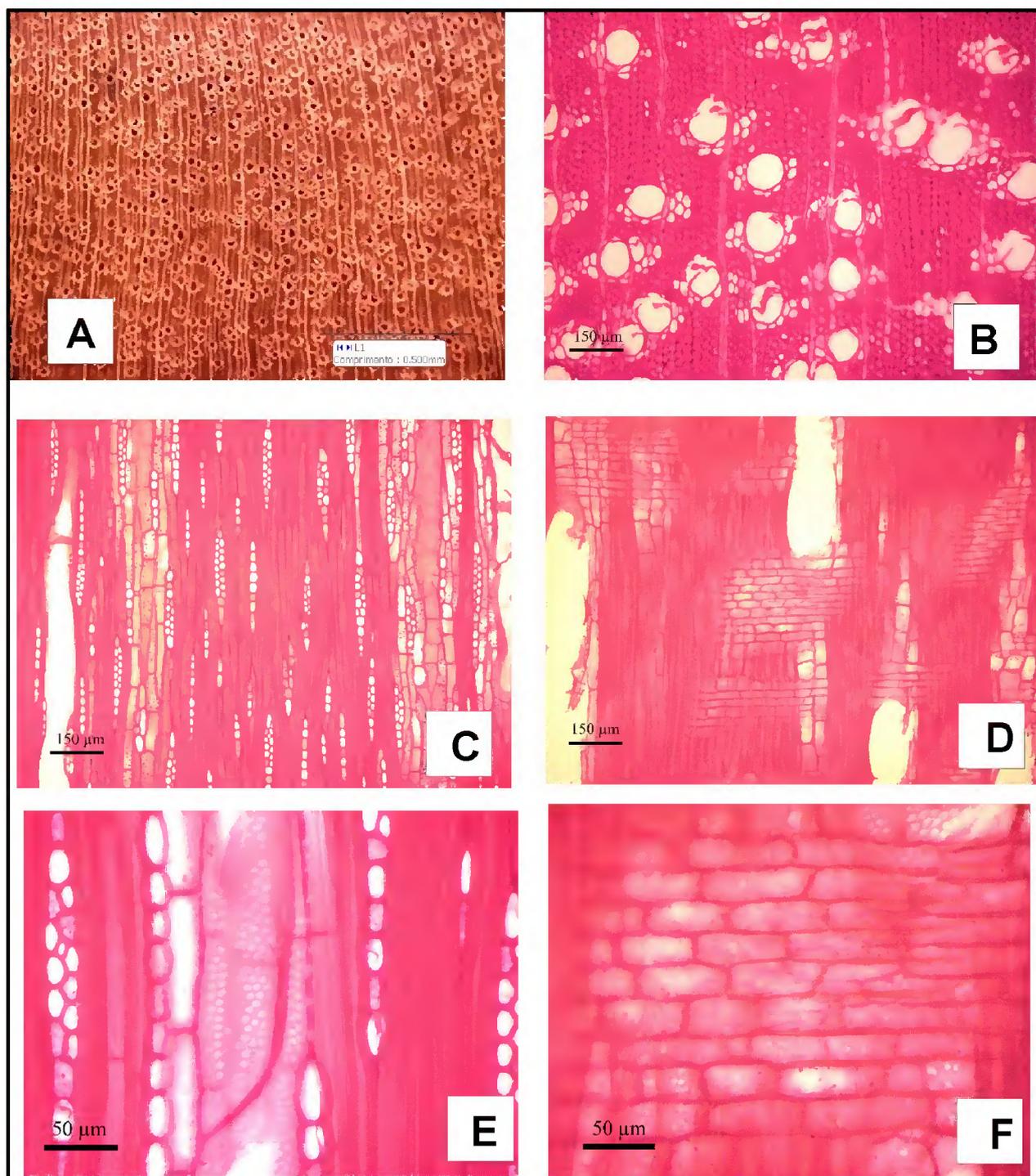


Figura 16: *Aspidosperma desmanthum*. A- vista macroscópica da seção transversal; B- vista microscópica da seção transversal; C – seção tangencial; D – seção radial; E – detalhe dos raios e das pontoações dos elementos de vaso ; F – detalhe das células procumbentes do corpo do raio.

### 5.3. *Aspidosperma spruceanum* Benth. ex Müll. Arg.

*Nome vulgar:* Carapanaúba, peroba rosa, peroba do campo.

**Camadas de crescimento** pouco distintas, individualizadas por uma menor quantidade de poros na região do lenho tardio (Fig. 17A). **Poros** visíveis somente sob lente de 10x em observação macroscópica, difusos, arranjo com padrão indefinido, predominantemente solitários (99,51%) (Fig. 17B) seguido de múltiplo de três (0,49%), com contorno circular, diâmetro médio de 155,53  $\mu\text{m}$ , em média de 12,46 vasos/ $\text{mm}^2$ , com comprimento médio de 524,62  $\mu\text{m}$  (tabela 2), placa de perfuração simples (Fig. 18E), pontuações intervasculares opostas (Fig. 17E, 17F), pontuações radio-vasculares com aréolas distintas, semelhantes as intervasculares, em observação macroscópica as linhas vasculares aparecem irregulares em seção tangencial. **Fibras** com pontuações simples, com o comprimento médio de 1672,64  $\mu\text{m}$ , espessura média 11,42  $\mu\text{m}$  e largura média do lume 6,24  $\mu\text{m}$  (tabela 4), não septadas. **Parênquima axial** visível somente sob lente de 10x ao nível macro, apotraqueal difuso em agregados (Fig. 17B), com três a quatro células por strand de parênquima. **Raios** visíveis a olho nu em seção transversal e somente com o auxílio de lente de 10x de aumento em seção tangencial, observados ao nível macroscópico, não estratificados, corpo dos raios constituídos exclusivamente por células procumbentes (Fig. 17D), predominantemente trisseriado (68%) (Fig. 17C, 18D), unisseriado (2%), bisseriado (24%) e tetra ou mais 6%, com largura média de 33,95  $\mu\text{m}$ , altura média de 323,79  $\mu\text{m}$  e 11,64 células, com frequência de 12,08 raios/ mm linear (tabela 3), espelhado dos raios foram considerados pouco contrastados em seção radial; cristais prismáticos observados nas células do parênquima e nas fibras (Fig. 18A, 18B) e sílica, detectado pelo EDS (Fig. 18C). **Canais secretores radiais, Canais secretores axiais, máculas medulares e floema incluso** ausentes.

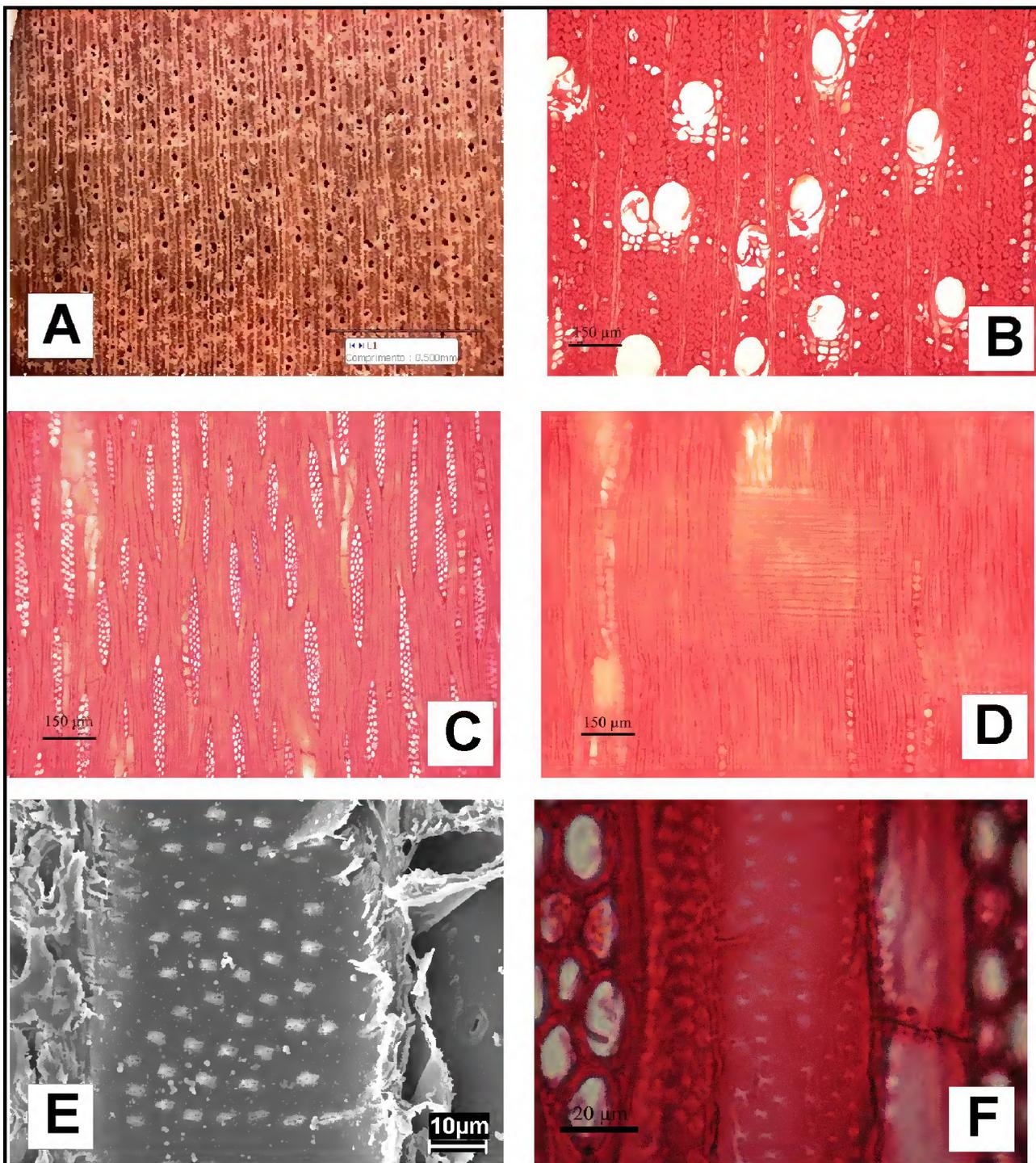


Figura 17: *Aspidosperma spruceanum*. A- vista macroscópica da seção transversal; B- vista microscópica da seção transversal; C – seção tangencial; D – seção radial; E – eletromicrografia das pontoações; F – detalhe das pontoações em microscopia de luz.

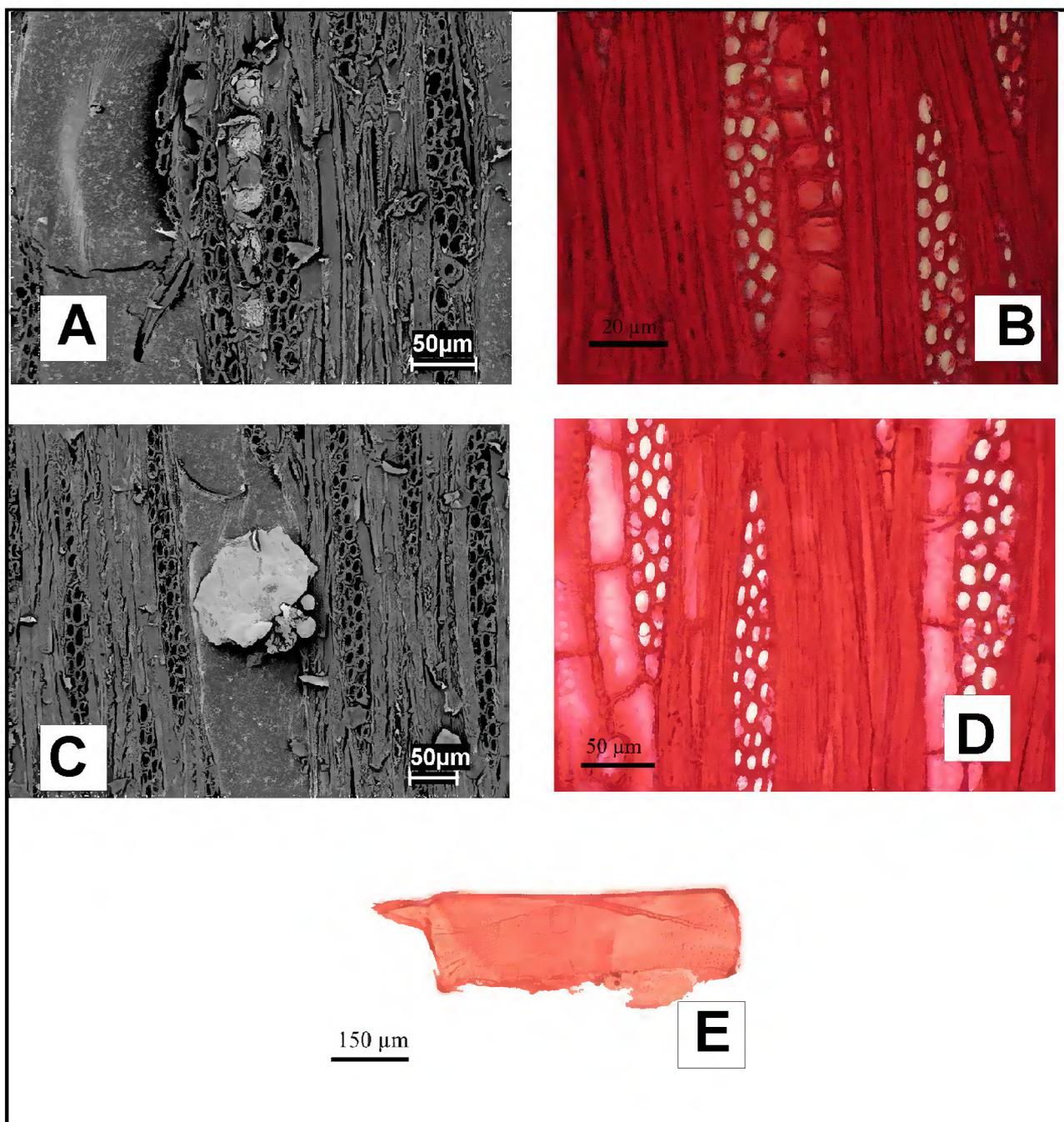


Figura 18: *Aspidosperma spruceanum*. A- eletromicrografia dos cristais de oxalato de cálcio na fibras; B- detalhe dos cristais de oxalato de cálcio na fibras em microscopia de luz; C – eletromicrografia do corpo silicoso; D – detalhe dos raios; E – elemento de vaso.

#### 4.4. *Aspidosperma excelsum* Markgr.

*Nome vulgar:* Araracanga

**Camadas de crescimento** individualizadas por distribuição dos poros em semi-porosos. **Poros** visíveis somente sob lente de 10x de aumento em observação macroscópica (Fig. 19A), porosidade em anéis semi-porosos, arranjo com padrão indefinido, predominantemente solitário (98,49%) (Fig. 19B) seguidos por múltiplo de dois (1,51%), com contorno circular, diâmetro médio de 84,31  $\mu\text{m}$ , em média de 59,26 vasos/ $\text{mm}^2$ , com comprimento médio de 324,52  $\mu\text{m}$  (tabela 2), obstruídos por depósito de coloração esbranquiçada, placa de perfuração simples, pontuações intervasculares alternas, pontuações radio-vasculares com aréolas distintas semelhantes às intervasculares, em observação macroscópica as linhas vasculares aparecem irregulares em seção tangencial. **Fibras** com pontuações areoladas distintas, com comprimento médio de 782,89  $\mu\text{m}$ , espessura média da parede com 6,49  $\mu\text{m}$  e largura média do lume com 9,99  $\mu\text{m}$  (tabela 4), não septadas. **Parênquima axial** invisível mesmo sob lente de 10x ao nível macro, apotraqueal difuso em agregado (Fig. 19B), com três a quatro células por strand de parênquima. **Raios** visíveis somente sob lente de 10x nas seções transversal e tangencial observados ao nível macroscópico, não estratificados (Fig. 19C), com corpo das células procumbentes principalmente com dois a quatro filas de células marginais eretas (Fig. 19D), predominantemente bisseriado (78%) (Fig. 19B, 19C), unisseriado (20%), trisseriado (2%), com largura média de 28,24  $\mu\text{m}$ , com altura média de 351,05  $\mu\text{m}$  e 6,96 células, com frequência média de 14,64 mm linear (tabela 3), eventualmente agregados, em observação macroscópica, os espelhado dos raios aparecem pouco contrastado em seção radial. Foram observados cristais prismáticos em câmaras nas células nas fibras (Fig. 19E, 19F) **Canais secretores radiais, Canais secretores axiais, máculas medulares e floema incluso** ausentes.

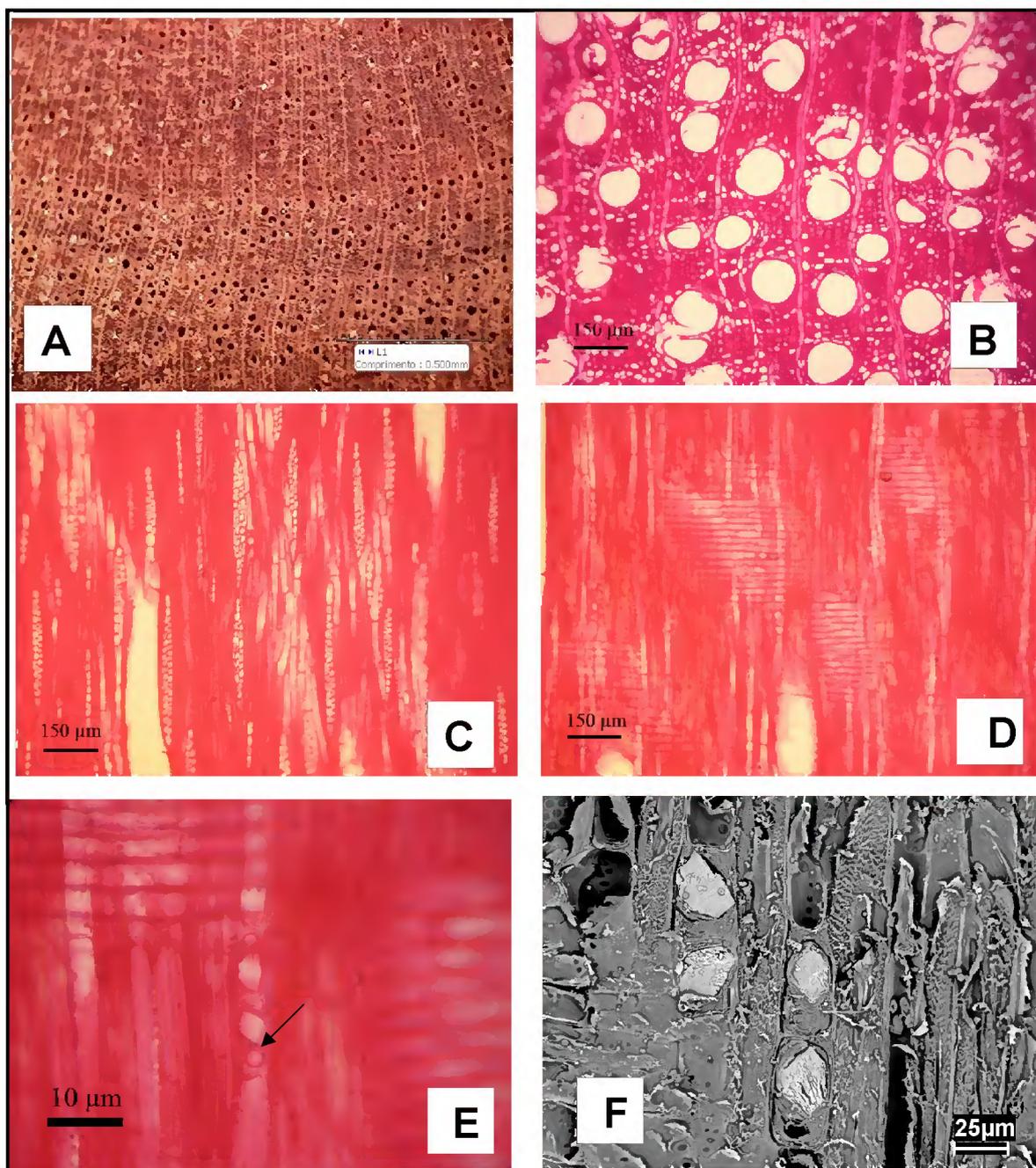


Figura 19: *Aspidosperma excelsum*. A- vista macroscópica da seção transversal; B- micrografia da seção transversal; C – seção tangencial; D – seção radial; E – detalhe dos cristais prismáticos em microscopia de luz; F – eletromicrografia dos cristais prismáticos.

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>A. carapanauba</i>	37,82	70,19	111,35	18,18	8,17	12,44	17,70	2,33	21	28,22	35	3,38
<i>A. spruceanum</i>	189,77	524,62	838,93	141,62	104,19	155,53	206,21	20,68	7	12,46	19	2,58
<i>A. desmanthum</i>	390,33	667,73	1024,13	147,24	86,18	116,92	153,84	17,01	18	27,12	38	5,20
<i>A. excelsum</i>	140,86	324,52	552,85	99,48	49,05	84,31	118,09	16,42	44	59,26	79	9,47

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>A. carapanauba</i>	90,45	351,05	544,06	108,66	5	24,26	55	12,83	1	1,98	3	0,37	7,65	21,05	36,06	6,74	8	12,12	16	1,86
<i>A. spruceanum</i>	168,41	323,79	648,26	90,98	4	14,64	30	5,75	1	2,8	5	0,63	20,40	33,95	53,57	7,16	9	12,08	16	1,54
<i>A. desmanthum</i>	105,52	263,55	658,29	94,16	2	8,26	17	3,77	1	1,34	2	0,47	15,30	26,77	37,10	5,11	5	10,16	14	1,79
<i>A. excelsum</i>	90,45	351,05	544,06	108,86	4	6,96	14	1,99	1	1,84	3	0,42	7,65	28,24	46,53	10,23	9	14,64	19	2,25

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>A. carapanauba</i>	1077,28	1559,69	2042,81	237,26	2,10	5,33	10,71	1,86	7,41	10,73	14,83	2,02
<i>A. spruceanum</i>	962,53	1672,64	2211,86	304,37	2,61	6,24	11,24	2,08	6,79	11,42	14,15	1,61
<i>A. desmanthum</i>	923,33	1548,54	2085,09	243,80	2,39	5,48	10,05	1,78	5,60	9,86	12,51	1,65
<i>A. excelsum</i>	520,02	782,89	1068,31	134,26	2,85	9,99	19,53	3,88	3,75	6,49	9,09	1,23

## 5. DISCUSSÃO

Os caracteres anatômicos das espécies estudadas de *Aspidosperma* apresentam um marcante grau de semelhança, dificultando a separação entre as espécies e estão de acordo com encontrado por Loureiro *et al.* (1979a, b), Brazier & Franklin (1961), Loureiro & Lisboa (1979), Mainieri & Chimelo (1989). O principal caráter para distinção é o aspecto reprodutivo, que, por sua vez, é extremamente similar, ocasionando trocas do ponto de vista também taxonômico.

O caráter homogêneo das espécies madeireiras dentro de uma família já foi comentada por vários autores como, Record & Hess, (1945); Lisboa (1989). Por esta razão esses caracteres anatômicos devem ser utilizados com cautela na distinção de táxons. No caso presente, entretanto, as espécies estudadas apresentaram peculiaridades que permitem distingui-las uma das outras.

As principais características anatômicas da madeira das espécies, pertencentes à família Apocynaceae são: raios estreitos, com uma a duas células de largura, porosidade difusa, arranjo com padrão indefinidos e poros solitários. (PAULA & ALVES, 1997; RECORD & HESS, 1945).

As camadas de crescimento das espécies observadas nesse estudo apresentaram disparidade entre as espécies, variando, no geral, de pouco distinta a indistinta, quando presentes foram identificadas pelo espessamento da parede das fibras e pela disposição dos anéis semi-porosos, todavia, essas camadas não podem ser utilizadas para separação das espécies, tendo em vista que elas são influenciadas tanto pelo ambiente, quanto pela fenologia, conforme observado por Botchert (1999) e Alves & Angyalossy (2000). No que se refere a tecnologia, tais camadas afetam negativamente o processamento das espécies, devido a alternância de lenho inicial e lenho tardio (JANKOWSKY, 1979).

Os poros das espécies são predominantemente solitários, difusos. Em *Aspidosperma spruceanum* observou-se porosidade em anéis semi-porosos, contudo esse caráter não é de relevância na identificação e separação das espécies, por ser suscetível a variações decorrentes da adaptação da planta às condições do ambiente, conforme citado por Burger & Richter (1991). As dimensões do diâmetro do poro, em *Aspidosperma carapanauba*, são consideradas muito pequenos e as demais apresentam diâmetro médio, segundo a classificação do IAWA (1989) e confirmado por Moglia & López (2001) quando estudou estratégias adaptativas do lenho de *Aspidosperma quebracho blanco*. Essa redução no diâmetro beneficia as espécies de ambientes mais secos (Zimmermann, 1982), este autor

comenta ainda que vasos de diâmetro menor e curtos são mais seguros na condução de água, enquanto que vasos mais largos e longos são mais eficientes, fato que foi confirmado por Baas et al (1983) analisando algumas tendências ecológicas dos poros. Por outro lado, Lima (1994) e Carlquist (1988) evidenciam que o diâmetro dos poros são mais influenciáveis por fatores genéticos e evolutivos do que pelo ambiente. Entretanto, as espécies podem apresentar amplitudes grandes, conforme verificado no presente trabalho. No que diz respeito à placa de perfuração, Meylan & Buterfield (1981); Carlquist (1983) e Lisboa (1989) consideram como caráter importante para separações de espécies. Nas espécies estudadas é comum a placa de perfuração simples, não assegurando distinção entre elas como fez Lisboa *ibidem* que agrupou espécies de *Iryanthera* conforme o tipo de placa. Quanto à pontuação, elas são do tipo intervasculares alternas, diferindo somente em *Aspidosperma excelsum*, que apresentou pontuações opostas. Segundo Miller (1977), pontuações intervasculares não tem caráter diagnóstico devido os diferentes tipos encontrados dentro de grupos similares e até mesmo em um único indivíduo. De acordo com Esau (1974), o tipo de pontuação classificada de escalariforme, oposta e alterna revela a evolução das espécies, sendo que a oposta é a mais derivada, com isso esse parâmetro deve ser analisado com cuidado, uma vez que a evolução, de um modo geral, não é uniforme, podendo ser observado vários tipos de pontuações em um mesmo taxon. As pontuações radio-vasculares são, em todas as espécies, com aréolas distintas semelhante à intervascular, de modo que este caráter não pode ser considerado de valor taxonômico para a separação das espécies.

Na secção tangencial somente *Aspidosperma desmanthum* apresentou linhas vasculares retilíneas. Nas demais elas são irregulares. Essa irregularidade é influenciada pela grã que, segundo Jane (1962) *apud* Angyalossy *et al* (2005), afeta significativamente a velocidade de propagação das ondas sonoras na madeira, influenciando dessa forma suas propriedades de ressonância.

As espécies estudadas apresentam fibras curtas, com parede espessa, não septada e pontuações areoladas distintas. Segundo Metcalfe & Chalk (1983) o septo das fibras está intimamente relacionado com a especialização dos vasos.

O parênquima axial é a estrutura mais utilizada pelos anatomistas para distinção de madeiras. Com base nisso, as espécies apresentaram predominantemente parênquima axial apotraqueal difuso em agregado, entretanto, a espécie *Aspidosperma carapanauba* tende a formar linhas e a *Aspidosperma desmanthum* possui parênquima paratraqueal aliforme com aleta curta. Através dessa característica pode-se distinguir as espécies, reconhecidas também por Milanez (1939); Record & Hess (1945) e Paula & Alves (1997). Segundo Wheeler &

Baas (1991); Alves & Angyalossy (2002) e Angyalossy *et al* (2005), parênquimas apotraqueal ou escassos, ocorrem em ambientes secos, latitudes maiores e, em menor proporção, em regiões tropicais. Essa característica é comum na família Apocynaceae, conforme observado por Mainieri (1964); Metcalfe & Chak (1950) e Solereder (1908), estudando outras espécies da família.

Observou-se cristais de oxalato de cálcio em todas as espécies. Angyalossy *et al* (2005) comentam que, os cristais são comuns em espécies brasileiras, entretanto, pouco se conhece dessas incrustações em madeiras tropicais. Marcati & Angyalossy (2005) relacionaram a presença de cristais com o estresse hídrico e verificaram que quanto mais seco for o ambiente, mais freqüente é a ocorrência de cristais, sendo essas incrustações caráter de valor diagnóstico para alguns grupos vegetais, principalmente de espécies lenhosas (IAWA, 1989). Segundo IAWA *loc. cit.*; Vasconcelos *et al.* (1993); Vasconcelos *et al.* (1995) e Silva (2001) a presença de cristais na madeira de espécies tropicais é comum, sendo utilizado na classificação e distinção de espécies, de acordo com a quantidade, tamanho e distribuição.

Em *Aspidosperma spruceanum*, além de cristais de oxalato de cálcio, observou-se também corpos silicosos, essa incrustação foi percebida somente em microscopia eletrônica de varredura (M.E.V.), necessitando de uma amostragem maior para classificá-la como caráter diagnóstico. A sílica influencia diretamente o desdobramento de toras, devido o seu efeito abrasivo sobre os dentes das serras, ocasionando mais gasto com a afiação das navalhas (VASCONCELOS *et al*, 1995; BURGER & RICHTER, 1991).

## CONCLUSÕES

As quatro espécies estudadas apresentam peculiaridades que, certamente, podem separá-las taxonomicamente, tais como:

- ↗ O parênquima axial apotraqueal difuso em agregado ocorrem em três das quatro espécies estudadas, sendo que em *A. carapanauba* tende a forma linhas e em *A. desmanthum* o parênquima é paratraqueal aliforme com extensão losangular com aleta curta;
- ↗ O corpo dos raios em *A. excelsum* é predominantemente procumbentes e em *A. spruceanum* apresenta uma camada de células quadradas na composição do mesmo;
- ↗ A presença de sílica ocorreu somente em *Aspidosperma spruceanum*, este não pode ser utilizada com caráter diagnóstico, recomendando que sejam analisados amostras de diferentes procedências para poder afirmar que esta substância é um caráter constante da espécie;
- ↗ Cristais prismáticos em câmaras, não deve ser usados com parâmetro para distinção, uma vez que é comum em todas as espécies estudadas, podendo ser característica do gênero.

Apesar de todas essas peculiaridades das espécies, essas estruturas não auxiliam na identificação em pontos de fiscalização, devido à falta de equipamento e técnicos especializados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIMCI. 2003. Estudo setorial: Indústria de Madeira Processada Mecanicamente. Publicação avulsa. 2003.
- ALVES, E. S. & ANGYALOSSY, V. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 2. Axial parenchyma, rays and fibres. **IAWA Journal**, Vol. 23, nº 01, p. 391 – 418. 2002.
- ALVES, E. S. & ANGYALOSSY, V. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 1. growth rings and vessels. **IAWA Journal**. Vol. 21, nº 01, p. 3 -30. 2000.
- ANGYALOSSY, V.; AMANO, E.; ALVES, E. S. Madeiras utilizadas na fabricação de arcos para instrumentos de corda: aspectos anatômicos. **Acta Botânica Brasílica**, vol. 19, nº 01, p. 819-834. 2005.
- BAAS, P.; WERKER, E. & FAHN. Some Ecological trends in vessel characters. **IAWA Bulletin**, Vol. 4. nº 2-3. 1983.
- BARROS, A. C.; VERÍSSIMO, A. A expansão da atividade madeireira na Amazônia: impactos e perspectivas para desenvolvimento do setor florestal no Pará Belém: IMAZON. 2002.
- BORCHERT, R. Climatic periodicity, phenology, and cambium activity in tropical dry forest trees. **IAWA Journal**, Vol. 20, nº 03, p. 239 – 247. 1999.
- BRAZIER, J. D. & FRANKLIN, G. L. **Identification of hardwoods: A microscope key**. London. 1961.
- BURGER, L. M. & RICHTER, H. G. **Anatomia da Madeira**. São Paulo, Nobel. 1991.
- CARLQUIST, S. **Comparative wood Anatomy: Systematic, Ecological, and Evolutionary Aspects of Dicotyledon Wood**. London, 1988.
- ESAU, K. **Anatomia de plantas com sementes**. São Paulo: Edgard Blücher, 1974.
- FERREIRA, G. C. **Estudo morfo-anatômico de espécies de leguminosae conhecidas no estado do Pará como “angelim”**. Dissertação de Mestrado em Ciências florestais da Universidade Federal Rural da Amazônia. 2002.
- FERREIRA, G., C.; GOMES, J. I. & HOPKINS, M.J. G. Estudo anatômico das espécies de leguminosae comercializadas no estado do Pará como “angelim”. **Acta Amazônica**, V. 34, nº 3. 2004.
- FRANKLIN, G. L. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood – resin composites, and a new macerating method for wood. **Nature**, v 155, nº 3924, p. 51. 1945.
- IAWA COMMITTEE. List of microscope features for hardwood identification. **IAWA Bull. New Ser.**, v. 10, n. 3, p. 234-332. 1989.

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

JANKOWSKY, I. P. Madeira juvenil: formação e aproveitamento industrial. **Circular técnica**, nº 81, IPEF, 1979.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique.** New York: McGraw-Hill, 523p. 1940.

LIMA, M. R. de. **Anatomia comparada do lenho de quatro espécies de *Guarea Allamand ex Linnaeus* ocorrentes na zona da mata mineira e na Amazônia brasileira.** Dissertação de mestrado. Mestrado em Ciência Florestal da Universidade federal de Viçosa. 1994.

LISBOA, P. L .B. Aspectos da anatomia sistemática do lenho de *Iryanthera* Warb. (Myristicaceae). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série botânica.** Vol. 05, nº 2, 1989.

LISBOA, P. L. B.; TEREZO, E. F. M. & SILVA, J. C. A. Madeiras amazônicas: considerações sobre exploração, extinção de espécies e conservação. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série botânica,** volume 7(2), páginas: 521 – 542. 1991.

LOUREIRO, A. A. & LISBOA, P. L. B. Madeiras do Município de Aripuanã e suas utilidades (Mato Grosso). **Acta Amazônica.** Vol. 09, nº 01, suplemento. 1979.

LOUREIRO, A.; FREITAS, J. A. de; RAMOS, K. B. L. **Essência Madeireiras da Amazônia,** Manaus: MCT/INPA –CPPF. 2000.

LOUREIRO, A. A.; SILVA, M. F. da; ALENCAR, J. C. da. **Essências madeireiras da Amazônia.** V. 01, Manaus. 1979 a.

LOUREIRO, A. A.; SILVA, M. F. da & ALENCAR, J. C. da. **Essências madeireiras da Amazônia.** V. 02, Manaus. 1979 b.

MAINIERI, C. **Contribuição ao estudo anatômico do Lenho de *Parahancornia* da Amazônia.** Instituto nacional de pesquisas da Amazônia. Botânica, nº19. 1964.

MAINIERI, C.; CHIMELO, J. P. **Fichas de Características das Madeiras Brasileiras.** Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, São Paulo. 1989.

MARCATI, C. R. & ANGYALOSSY, V. Seasonal presence of acircular calcuim oxalate crystals in the cambial zone of *Citharexylum myrianthum* (verbenaceae). **IAWA Journal,** vol. 26, nº 1, 2005.

METCALFE, C. & CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons.** Oxford, Claredon Press, Vol. 01, p. 139 – 142. 1950.

METCALFE, C. R. & CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons.** Oxford, Claredon, vol 2. 01, 1983.

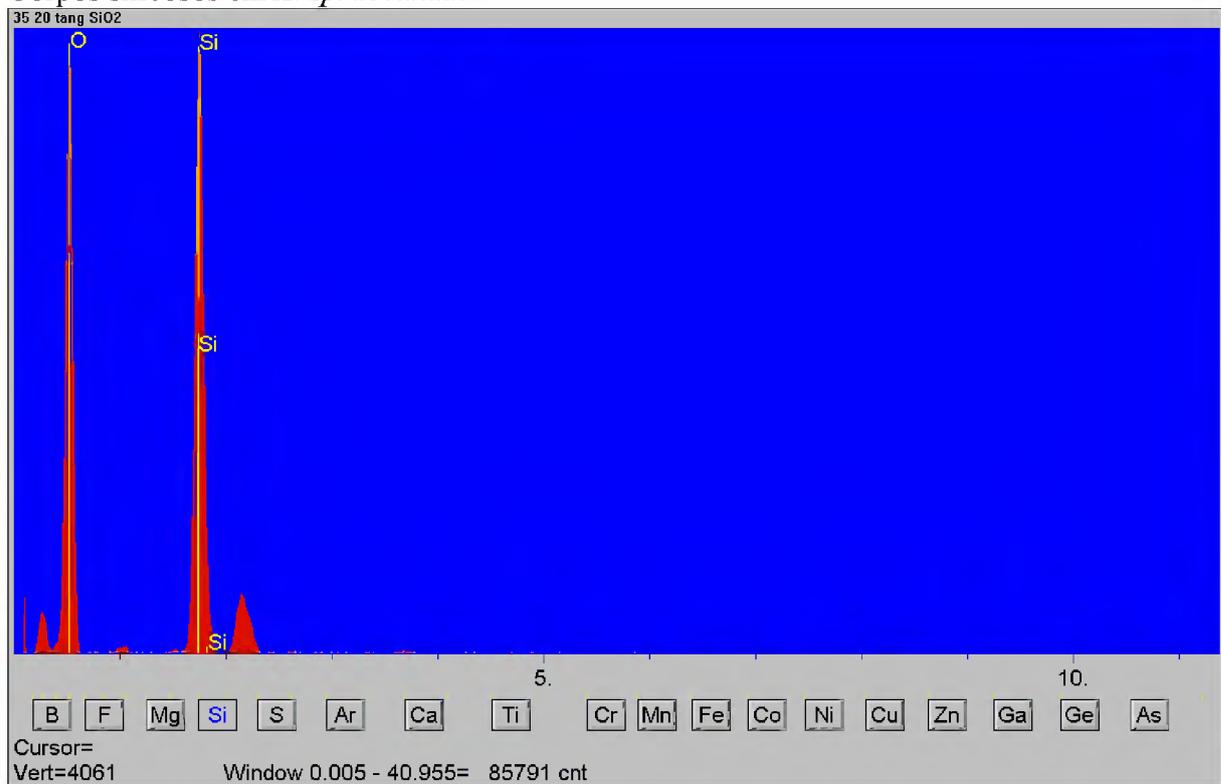
- MEYLAN, B. A. & BUTTERFIELD, B. G. Perforation plate development in the vessels of hardwoods. *In* BARNETT, J. R. (Edi) **Xylem cell development kent**, Castle House Publications, 1981.
- MILANEZ, F. R. Estudo do lenho de trinta espécies do gênero *Aspidosperma*. *Revista de la Sociedad Argentina de Ciências naturales - Physis*, Vol. XV, nº 37. 1939.
- MILLER, R. B. Vestured pits in Boraginaceae. **IAWA Bulletin**, Nº 3, 1977.
- MOGLIA, J. G. & LÓPEZ, C. R. Estratégias adaptativas del lenõ *Aspidosperma quebracho blanco*. **Madera y bosques**, Vol. 07, nº 2, 2001.
- PAULA, J. E. de & ALVES, J. L. H. de. **Madeiras Nativas**: anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso. Brasília- DF, MOA. 1997.
- RECORDE, S. J. & HESS, R. W. **Timbers of the New World**. Yale university Press. New havem. p. 550 – 553. 1945.
- SCHOLZ, I. **Comércio, Meio Ambiente e Competitividade: o caso da indústria madeireira do Pará**. Belém-PA. 2002.
- SILVA, A. C. Ocorrência de cristais no tecido xilemático de espécies arbóreas tropicais. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Botânica**. Vol. 17, nº 02, 2001.
- SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P. de & YARED, J. A. G. (Org.). **A silvicultura na Amazônia Oriental: contribuição do projeto EMBRAPA/DFID**. Belém-PA. 2001.
- SILVA, S. S. **Contribuição ao estudo morfo-anatômico de espécies *Micropholis* (Griseb) Pirre (Sapotaceae. Juss.) no estado do Pará**. Dissertação de mestrado em Ciências florestais da Universidade Federal Rural da Amazônia, 2004.
- 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, vol. 1, 1989.
- SOLEREDER, H. **Systematic anatomy of the dicotyledons**. Oxford, Claredon Press, vol. 01, p. 100 -104. 1908.
- VASCONCELOS, F. J. de; FREITAS, J. A. & SILVA, A. C. Observação microscópica de inclusões minerais no xilema de espécies tropicais da Amazônia. **Acta Amazônica**. V. 25 (1/2). 1995.
- VASCONCELOS, F. J. de; SILVA, A. C. & FREITAS, J. A. Deposição de sílica e cristais no xilema de espécies tropicais da família caesalpiniaceae. **Revista árvore**. Vol. 17, nº 3, 1993.
- WHEELER, E. A. & BAAS, P. A survey of the fossil record for dicotyledonous woos and significance for evolutionary and ecological wood anatomy. **IAWA Bulletin** Vol. 12, p. 275 – 332. 1991.

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

## Anexos

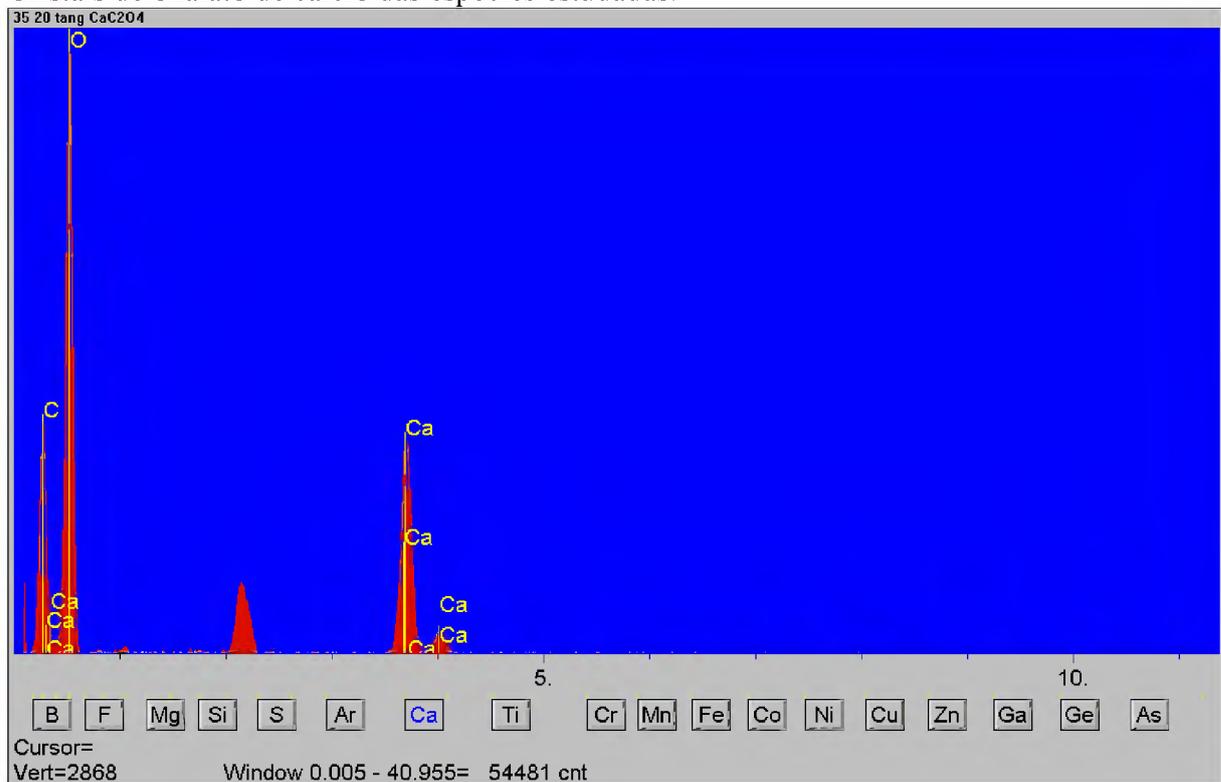
### Anexo 1

Corpos silicosos em *A. spruceanum*



### Anexo 2

Cristais de oxalato de cálcio das espécies estudadas.



## CONCLUSÃO GERAL

Conclui-se que as características anatômicas da folha e do xilema secundário, que contribuem na distinção das espécies estudadas são:

### **Na Folha**

- ↗ O padrão de nervura;
- ↗ A densidade dos tricomas tectores;
- ↗ A organização dos feixes vasculares no pecíolo;
- ↗ A emergência dos esclereídeos na superfície adaxial;

### **No xilema secundário**

- ↗ O tipo de parênquima Axial;
- ↗ A composição do parênquima radial;
- ↗ A presença de corpos silicosos em elementos de vaso

Observou-se também que:

- ↗ Os laticíferos ocorrem somente nas folhas, principalmente no pecíolo;
- ↗ Cristais prismáticos podem ser caráter diagnósticos do gênero, pois ocorrem tanto na madeira quanto na folha.