



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI
MESTRADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**



JULIANA LIVIAN LIMA DE ABREU

**Estudos anatômicos em *Aspidosperma* Mart. (Apocynaceae Juss.) com ênfase na
seção *Nobilia* (Woodson) Marcondes-Ferreira**

**Belém
2016**

JULIANA LIVIAN LIMA DE ABREU

**Estudos anatômicos em *Aspidosperma* Mart. (Apocynaceae Juss.) com ênfase na seção
Nobilia (Woodson) Marcondes-Ferreira**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia e ao Museu Paraense Emílio Goeldi como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas: área de concentração Botânica Tropical, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Dr. André Olmos Simões
Coorientador: Dr. Pedro Lage Viana

Belém
2016



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI
MESTRADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**



JULIANA LIVIAN LIMA DE ABREU

**Estudos anatômicos em *Aspidosperma* Mart. (Apocynaceae Juss.) com ênfase na seção
Nobilia (Woodson) Marcondes-Ferreira**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia e ao Museu Paraense Emílio Goeldi, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas: área de concentração Botânica Tropical, para obtenção do título de Mestre.

Aprovado em 30 de Junho de 2016

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. André Olmos Simões – Presidente - Orientador
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI

Prof^a. Dra. Marcela Gomes da Silva – 1º examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

Prof^a. Dra. Alba Lúcia Ferreira de Almeida Lins – 2º examinador
MUSEU PARAENSE EMILIO GOELDI

Prof.. Dra. Clarisse Beltrão Smith – 3º examinador
UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ

Prof. Dra. Gracialda Costa Ferreira – Suplente
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

AGRADECIMENTOS

A DEUS, Pai, meu Criador;

À Nossa Senhora das Graças, minha mãe desde que me entendo por gente;

Ao Museu Paraense Emilio Goeldi e a Universidade Federal Rural da Amazônia, minha segunda casa desde a época de Graduação;

Ao CNPq, pela bolsa concedida;

Aos meus pais Francisco Monteiro de Abreu (*in memoriam*) e Dulcirene Lima de Abreu (*in memoriam*) por me educarem e me ensinarem de uma forma muito particular a concretizar meus objetivos com esforço, dedicação e persistência;

Ao Ajomilson Pires Barbosa, por tudo o que representa na minha vida;

Ao Erisvaldo Santos, por toda paciência durante este período;

À Ana Paula Santos por toda dedicação e por cuidar de mim e dos meus quando eu não podia estar em dois lugares ao mesmo tempo;

À Evanilde Lima de Abreu por todo carinho, cuidado e atenção dispensados aos meus tesouros para que eu pudesse me dedicar a este trabalho;

Aos meus orientadores André Olmos Simões e Pedro Lage Viana, sempre solícitos e abertos ao diálogo;

A então coordenadora do curso de Pós Graduação, Dra. Anna Luiza Ilkiu-Borges Berkendof;

A Ana Kelly Koch, pela amizade e incentivo ao longo destes anos de convivência;

Aos Professores do curso de Pós-graduação pelo conhecimento transmitido;

Ao amigo Anderson Alves sempre solícito, prestativo e eficaz;

Aos meus colegas de classe, em especial aos mestres Elayne Braga (minha gêmea), Isaías da Conceição (meu amigo do peito) e Talita Praia, minha amiga e “cumadi”, obrigada por tudo!

Aos meus colegas de laboratório Msc. Valéria Casique, Breno Serrão e Cyntia Dias, trocas de álcool, leituras de protocolos e inserção de escalas em fotos foram mais divertidas com vocês;

À Msc. Andreza Pereira pela confirmação e identificação do material e disponibilidade sempre que solicitada;

A Dra. Carla Feio, muito obrigada por clarear minhas ideias e me ajudar com as fotos;

Ao Dr. Alisson Reis por me incentivar no caminho da Anatomia da Madeira desde os tempos de Pibic, pelas dicas de literaturas e pela amizade ao longo destes anos;

A Dra. Marcela Gomes, pelo apoio, pela amizade e valiosos ensinamentos em sala de aula;

Ao professor Dr. Alcir Tadeu Brandão, por gentilmente abrir as portas do Laboratório de Tecnologia de Produtos Florestais – LTPF (UFRA) para que eu pudesse desenvolver parte do trabalho e a todos os estagiários que muito bem me receberam;

A Marta Freire, Fernanda Ilkiu-Borges e Josiane Tavares do departamento de Botânica da EMBRAPA Amazônia Oriental, pelo empréstimo de amostras de madeira e pecíolo e pela receptividade;

Ao Dr. Raphael Jaquier Bossler Pigozzo da Xiloteca Calvino Mainieri do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo – IPT pelo envio de amostras de madeira;

Ao Instituto Nacional de pesquisas da Amazônia- INPA na pessoa do Dr. Francisco Vasconcelos, pelo empréstimo de lâmina permanente;

Ao Joe e o “seu Sebastião” pelos cumprimentos matinais todos os dias logo na chegada ao Goeldi, ensinando para muitos a ter e usar a educação independente do nível de escolaridade;

À André Luiz de Rezende Cardoso por tudo que representa na minha vida, por todos os ensinamentos, pela amizade e pelas conversas prazerosas que me renderam muitos sorrisos e assim pude por diversas recomeçar.

DEDICO

Querida academia “Do alto dos seus títulos daí de onde você vê, a universidade é pra quê? Pra caber quem? Dentro da sua sala você se esconde pra não ver lá fora ou pra quem tá lá fora não te ver? O conhecimento que você produz é pro povo ou pro Cnpq? Pra sociedade ou só pra enfeitar lattes?”

Parte do discurso de formatura
(Marcelo Caetano Zorby)

Lista de figuras

- Figura 1: *Aspidosperma album* (Vahl) Benoist ex Pichon – A- vista macroscópica da seção transversal; B- vista microscópica da seção transversal; C- detalhe das pontoações nos vasos; D- raios trisseriados; E- células procumbentes do raio; F- placa de perfuração simples do elemento de vaso.34
- Figura 2: *Aspidosperma araracanga* Marcondes-Ferreira – A- vista macroscópica da seção transversal; B- vista microscópica da seção transversal; C- detalhe do contorno angular no poro; D- pontoações alternas nos elementos de vaso; E- células procumbentes do raio; F- seção tangencial evidenciando raios e agrupamento de cristais.....36
- Figura 3: *Aspidosperma desmanthum* Benth. ex Müll.Arg.– A- vista macroscópica da seção transversal; B- detalhe do parênquima axial unilateral; C- cristal prismático em fibra; D- pontoações em elemento de vaso; E- pontoações no lúmen das fibras; F- espessamento anelar na parede da fibra.....38
- Figura 4: *Aspidosperma nobile* Müll.Ar.– A- vista macroscópica da seção transversal; B- vista microscópica da seção transversal; C- detalhe dos cristais associado aos raios D- pontoações em elemento de vaso; E- pontoações no lúmen das fibras; F- raios em seção longitudinal tangencial.....40
- Figura 5: *Aspidosperma pachypterum* Müll.Arg. A- vista macroscópica da seção transversal; B- raios unisseriados em seção tangencial; C- cristal prismático em célula do raio; D- cristal prismático em célula de parênquima; E- composição celular dos raios; F- raios com cristais prismáticos.....42
- Figura 6: *Aspidosperma spruceanum* Benth. ex Müll.Arg. – A- vista macroscópica da seção transversal; B- vista microscópica da seção transversal evidenciando arranjo dos vasos; C- detalhe do parênquima unilateral; D- cristais prismáticos em células do raio; E- pontoações raio vasculares; F- composição celular do raio.....44
- Figura 7: *Aspidosperma album* (Vahl) Benoist ex Pichon – A- Corte transversal do pecíolo evidenciando tricomas tectores; B- células esclerificadas dispersas pelo parênquima cortical; C- idioblasto com conteúdo fenólico; D- detalhe do feixe vascular.....55
- Figura 8: *Aspidosperma araracanga* Marcondes-Ferreira – A- detalhe da cutícula entre as paredes anticlinais da epiderme; B- células esclerificadas dispersas pelo parênquima cortical; C- série de cristais prismáticos vistos em seção longitudinal; D- detalhe do feixe vascular....56
- Figura 9: *Aspidosperma australe* Müll.Arg.– A- contorno do pecíolo em seção transversal; B- células esclerificadas no parênquima cortical; C- cristais prismáticos em seção longitudinal;

D- detalhe das papilas epidérmicas; E- detalhe do feixe vascular.....	57
Figura 10: <i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> Müll.Arg.– A- epiderme do pecíolo em seção transversal; agrupamento de cristais prismáticos aderidos a parede de célula esclerificada; C- idioblastos na região cortical ; D- detalhe do feixe vascular.....	58
Figura 11: <i>Aspidosperma desmanthum</i> Benth. ex Müll.Arg.– A- papilas na epiderme do pecíolo em seção transversal; B- células esclerificadas dispersas pelo parênquima cortical; C- detalhe de agrupamento de cristais prismáticos na região cortical; D- detalhe do formato do feixe vascular.....	59
Figura 12: <i>Aspidosperma olivaceum</i> Müll.Arg.– A- Contorno do pecíolo; B- membrana cuticular espessada; C- epiderme levemente papilosa; D- cristais associados a fibras esclerenquimáticas; E- detalhe dos cristais aderidos a parede da fibra; F- feixe vascular.....	60
Figura 13: <i>Aspidosperma pachypterum</i> Müll.Arg.– A- contorno do pecíolo apresentando projeções laterais; B- papilas epidérmicas abundantes na epiderme em seção longitudinal; C- detalhe da parede de célula esclerificada; D- detalhe do formato do feixe vascular.....	61
Figura 14: <i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.– A- Epiderme do pecíolo sem ornamentações; B- células esclerificadas na região do parênquima cortical; C- feixe vascular com dois feixes acessórios; D- detalhe do formato do feixe vascular.....	62
Figura 15: <i>Aspidosperma spruceanum</i> Benth. ex Müll.Arg. – A- contorno do pecíolo; B- Papilas alongadas na epiderme; C- esclereídeo com formato circular e parede espessada; D- detalhe do formato do feixe vascular.....	63

Lista de tabelas

Tabela 1 — Lista de espécies amostradas de <i>Aspidosperma</i>	32
Tabela 2 – Dados quantitativos dos vasos/poros das espécies estudadas.....	48
Tabela 3 – Dados quantitativos dos raios das espécies estudadas.....	48
Tabela 4 – Dados quantitativos das fibras das espécies estudadas.....	48
Tabela 5 – Caracteres anatômicos na madeira úteis na delimitação dos táxons.....	49
Tabela 6 – Caracteres anatômicos no pecíolo úteis na delimitação dos táxons.....	50

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT	12
1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	13
1.1 Revisão de Literatura	17
2.1 Aspectos taxonômicos	17
2.2 Aspectos anatômicos.....	18
REFERÊNCIAS	20
3 Anatomia de espécies de <i>Aspidosperma</i> Mart.....	25
RESUMO	25
ABSTRACT	26
2.1 INTRODUÇÃO	27
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	29
2.2.1 Madeira.....	29
2.2.2 Pecíolo.....	30
Análise anatômica da madeira	33
2.3.1 <i>Aspidosperma album</i> (Vahl) Benoist ex Pichon	33
2.3.2 <i>Aspidosperma araracanga</i> Marcondes-Ferreira	35
2.3.3 <i>Aspidosperma desmanthum</i> Benth. ex Müll.Arg.	37
2.3.4 <i>Aspidosperma nobile</i> Müll.Arg.	39
2.3.5 <i>Aspidosperma pachypterum</i> Müll.Arg.	41
2.3.6 <i>Aspidosperma spruceanum</i> Benth. ex Müll.Arg.	43
Análise anatômica do pecíolo.....	51
2.4- CONCLUSÕES.....	62
REFERÊNCIAS	63

RESUMO

Apocynaceae *s.l* atualmente está subdividida em cinco subfamílias. Inserido em Rauvolfioideae temos o gênero *Aspidosperma*. Este encontra-se subdividido em dois subgêneros, *Aspidosperma* subgen. *Coutinia* (Vell.) Marc.-Ferr. e - *Aspidosperma* subgen. *Aspidosperma*, sendo este último constituído de nove seções. A madeira produzida por representantes deste gênero é conhecida como nobre possuindo grande valor no mercado. Na Amazônia o setor madeireiro impulsiona direta e indiretamente a economia de dezenas de municípios gerando emprego e renda para os moradores locais. *Nobilia* é uma das nove seções de *Aspidosperma*, abrangendo espécies de ocorrência predominantemente amazônica que apresentam semelhanças morfológicas dificultando a distinção entre si, gerando uma série de equívocos na identificação e comercialização. Neste sentido a identificação correta das espécies é de grande importância, nos permitindo conhecer os possíveis empregos, a partir de indicadores técnicos de suas reais possibilidades de uso, gerando automática agregação de valor aos seus produtos e consequentemente diminuindo os equívocos cometidos na identificação das mesmas, bem como auxiliando o entendimento das relações sistemáticas. O presente trabalho teve por objetivo realizar estudos anatômicos em *Aspidosperma* com ênfase na seção *Nobilia*, realizando anatomia destas espécies por meio da caracterização macroscópica e microscópica da madeira e anatomia do pecíolo. Para o estudo do xilema secundário e do pecíolo foram selecionadas seis espécies, adicionalmente foram analisadas três espécies da seção *Aspidosperma* e uma espécie da seção *Polyneura* para o estudo do pecíolo como comparativo. Amostras de madeiras foram retiradas de xiloteca e manipuladas de acordo com a metodologia tradicional usada em anatomia de madeira, os pecíolos foram obtidos das exsiccatas depositadas nos herbários, submetidos ao processo de reversão de herborização e incluídos em hidroxietilmetacrilato. Na madeira, a nível microscópico o parênquima axial mostrou ser um caráter útil na distinção entre as espécies separando-as em dois grupos: espécies com parênquima do tipo paratraqueal - *A. album*, *A. araracanga*, *A. desmanthum* e *A. spruceanum* e espécies com parênquima do tipo apotraqueal - *A. nobile* e *A. pachypteron*, já no pecíolo, a epiderme de todas as espécies apresentaram papilas epidérmicas com variações entre: papilas abundantes, levemente papilosa e com papilas alongadas, com exceção de *A. album*, que apresentou tricomas tectores e *A. pyrifolium* que apresentou epiderme sem ornamentações.

Palavras-chave: *Aspidosperma* subgen. *Aspidosperma*. Anatomia. Madeira. Pecíolo.

ABSTRACT

Apocynaceae *s.l* is currently divided into five subfamilies. *Aspidosperma* is inserted in Rauvolfioideae and is subdivided into two subgenus *Aspidosperma* subgen. *Coutinia* (Vell.) Marc.-Ferr. and *Aspidosperma* subgen. *Aspidosperma*, the latter being constituted by nine sections. Species of this genus occur in several phytogeographical areas in Brazil. Many species widely used in construction, medicine by traditional communities and also in therapeutic applications for producing bioactive substances such as indole alkaloids. The wood produced by species of this genus is known as noble with great market value. The timber industry in the Amazon drives the economy of dozens of municipalities generating jobs and income for local residents. *Nobilia* is one of the nine sections of *Aspidosperma* with predominantly Amazonian species with morphological similarities that make it difficult to distinguish between them, creating a series of misidentifications and losses in trading. In this sense the correct identification of the species through its structures is of great importance, allowing us to know the possible employment, from technical indicators and indication of their real possibilities of use, generating automatic adding value to their products and consequently decreasing the mistakes made in the identification of the same. The present study aimed to perform anatomical studies in *Aspidosperma* with emphasis on species from *Nobilia* section, performing anatomy of these species by macroscopic and microscopic characterization of wood and anatomy of the petiole. In wood, at microscopic level, the axial parenchyma proved to be a useful character to distinguish species, separating them into two groups: species with paratracheal parenchyma type - *A. album*, *A. araracanga*, *A. desmanthum*, and *A. spruceanum* and species with apotracheal parenchyma type - *A. nobile* and *A. pachypteron*. In petiole, the epidermis of all species showed epidermal papillae with variations of: papillae abundant, slightly papillose and with elongated buds, except for *A. album*, which featured tector trichomes and *A. pyrifolium* who presented epidermis unornamented.

Keywords: *Aspidosperma* subgen. *Aspidosperma* . Anatomy. Wood. Petiole.

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Apocynaceae é considerada uma das famílias de Angiospermas mais ricas e representativas, sendo reconhecidos 366 gêneros, distribuídos em cinco subfamílias, 25 tribos e 49 subtribos (ENDRESS et al., 2014). As espécies são mais diversificadas nas regiões tropicais e subtropicais, mas também ocorrem em áreas temperadas (NAZAR et al., 2013; SOUZA; LORENZI, 2008). No Brasil, a família encontra-se representada por 77 gêneros e 754 espécies, ocorrendo em todos os seis domínios fitogeográficos do país: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal (KOCH et al., 2016). Apocynaceae é um grupo interessante do ponto de vista fitoquímico e sistemático, podendo ser considerada uma das mais importantes fontes vegetais de constituintes químicos de utilidade na medicina moderna (KOCH; KINOSHITA, 1999; OLIVEIRA, 2008).

Dentre os gêneros, destaca-se *Aspidosperma* Mart., que atualmente encontra-se dividido em dois subgêneros: *Aspidosperma* subgen. *Coutinia* (Vell.) Marc.-Ferr. e *Aspidosperma* subgen. *Aspidosperma*, separação esta sustentada principalmente pelo número de lacínios do cálice. O subgênero *Aspidosperma* é constituído de nove seções, baseadas principalmente em características dos ramos, folhas, inflorescências, flores e frutos (MARCONDES-FERREIRA; KINOSHITA, 1996) : I-*Pungentia* (Pichon) Marc.-Ferr., é distinta das demais seções por reunir espécies que possuem as folhas com os ápices pungentes, únicas no gênero; II-*Aspidosperma*, seção que é predominantemente extra-amazônica e reúne espécies que apresentam frutos dolabriformes e folhas com o mesmo tipo de venação; III-*Ramiflora* (Woodson) Marc.-Ferr., seção distinta das demais por apresentar inflorescências ramifloras e frutos piriformes quase plano-convexo, sésseis; IV-*Nobilia* (Woodson) Marc.-Ferr., cujas espécies apresentam lobos da corola lineares e frutos sulcados longitudinalmente; V-*Polyneura* (Woodson) Marc.-Ferr., engloba espécies que apresentam nas folhas uma nervura coletora intra-marginal conspícuia e por apresentar frutos alongados; VI-*Inundata* Marc.-Ferr., cujas espécies possuem folhas coriáceas com nervuras impressas em ambos os lados e flores consideradas grandes para o gênero, além de frutos plano-convexos castanho-escuros, sésseis e mucronados; VII- *Schultesia* Marc.-Ferr., seção reconhecida pelas folhas e ápice dos ramos com aspecto envernizado; VIII-*Rigida* (Woodson) Marc.-Ferr., cujas apresentam frutos fortemente dolabriformes, quase circulares, pouco lenhosos e sem lenticelas e; IX-*Excelsa* Marc.-Ferr., têm como característica distintiva lobos da corola oblongos e não lineares, eretos e frutos com superfície muricada ou verrucosa.

Para o Brasil são aceitas 39 espécies, ocorrendo nos domínios fitogeográficos – Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (KOCH et al., 2016).

Algumas espécies de *Aspidosperma* apresentam grande importância tanto do ponto de vista econômico quanto científico, pois além de fornecedoras de madeira nobre, com larga aplicação na carpintaria, construção civil, naval e na marcenaria de luxo (JOLY, 1991; LORENZI, 2008; LORENZI, 2009), são espécies que se destacam especialmente por produzirem substâncias bioativas como iridóides, glicosídeos cardioativos e alcaloides, especialmente alcaloides indólicos – conhecidos pela acentuada ação sobre o sistema nervoso central (OLIVEIRA, 2009; SOUZA; LORENZI, 2012). É atribuído também aos alcaloides indólicos encontrados em espécies do gênero *Aspidosperma* uma larga aplicação terapêutica, conferindo-lhes também o uso pela população local, indígena e cabocla devido às propriedades medicinais (RIBEIRO et al., 1999).

A região amazônica é detentora de uma rica biodiversidade de espécies vegetais, que é utilizada nas mais diversas finalidades como: moradia, alimentação, fitoterápica e extração de produtos comercializáveis. De acordo com Hummel et al. (2010) o setor madeireiro impulsiona de forma direta a economia de dezenas de municípios da Amazônia. Em 2009, as madeireiras localizadas na Amazônia legal extraíram em torno de 14,2 milhões de metros cúbicos de madeira em tora nativa; Aproximadamente 47% dessa matéria-prima foi extraída no Estado do Pará, fato este que ratifica a importância da preocupação com o uso racional e sustentável da madeira, uma vez que para o ano de 2015, o Sistema de Alerta de Desmatamento (SAD) do Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON) detectou 99 Km² de desmatamento na Amazônia legal, destes, 24% concentrado no Estado do Pará (FONSECA et al., 2015).

A madeira, por ser um conjunto heterogêneo de diferentes tipos de células, com propriedades específicas e variabilidade anatômica, apresenta diferenças significativas em suas estruturas (BURGER, 1991). A identificação correta destas espécies através de suas estruturas é de grande importância, visto que é frequente a semelhança externa entre estas. O estudo das estruturas nos permite conhecer os possíveis empregos das espécies, a partir de indicadores técnicos e do conhecimento de suas reais possibilidades de uso, proporcionando a automática agregação de valor aos seus produtos e consequentemente diminuindo os equívocos cometidos na identificação das espécies. Bailey; Tupper (1918), Frost (1930a, 1930b, 1931), e Bailey (1944), propuseram tendências evolutivas para a anatomia da madeira, analisando elementos traqueais e sua especialização de traqueídeos (que possuem função de condução e sustentação) para elementos mais especializados para cada uma destas funções,

vasos para a condução e fibras para a sustentação; evolução de elementos de vaso com placa de perfuração escalariforme para simples; evolução de vasos solitários para vasos agrupados, de fibras com pontoações distintas para fibras com pontoações reduzidas a até aparentemente simples e de vasos longos para vasos curtos, auxiliando deste modo, o entendimento das relações sistemáticas e contribuindo para os estudos filogenéticos, permitindo-nos um melhor entendimento dos caminhos evolutivos no reino vegetal.

Trabalhos existentes sobre o xilema secundário de Apocynaceae e de *Aspidosperma* ainda são incipientes, sendo as espécies comerciais as que detêm maiores informações. Como exemplo podemos citar Hernández (2001), em estudo da anatomia da madeira de 26 espécies do gênero; Reis (2008) em estudo da anatomia foliar e do xilema secundário de quatro espécies do gênero; Lens *et al* (2008), em amplo estudo da anatomia de madeira de Rauvolfioideae buscando caracteres significativos a nível tribal; Lens *et al* (2009) que baseou-se no padrão de agrupamento dos vasos nas subfamílias Apocynoideae e Periplocoideae para testar o valor filogenético das estruturas de madeira em Apocynaceae; e Moglia (2012) que estudou a anatomia do lenho e dendrologia de *Aspidosperma triternatum* Rojas Acosta.

No presente trabalho foi dado enfoque ao subgênero *Aspidosperma* seção *Nobilia*, que é caracterizada por apresentar os lobos da corola lineares, frutos sulcados longitudinalmente, látex de coloração avermelhada ou acastanhada e folhas com nervação do tipo craspedódroma (MARCONDES-FERREIRA; KINOSHITA, 1996). Esta seção compreende dez espécies: 1- *Aspidosperma album* (Vahl) Benoist ex Pichon, 2-*Aspidosperma araracanga* Marcondes-Ferreira, 3-*Aspidosperma capitatum* L.O. Williams, 4- *Aspidosperma decussatum* Woodson, 5-*Aspidosperma desmanthum* Benth. ex Müll. Arg., 6-*Aspidosperma fendleri* Woodson, 7-*Aspidosperma nobile* Müll. Arg., 8-*Aspidosperma pachypterum* Müll. Arg., 9-*Aspidosperma spruceanum* Benth. ex Müll. Arg. e 10- *Aspidosperma steyermarkii* Woodson. Estas espécies são semelhantes morfologicamente, apresentando-se como árvores de tronco não sulcado, ramos cilíndricos, suberosos ou não, folhas alternas dispostas ao longo dos ramos, pecíolo plano, tomentoso, glabro ou pubescente, inflorescência terminal, dicásio ou corimbiforme, botão floral com o lobo da corola torcido e folículos biconvexo, plano-convexo, dolabriliforme, sulcado e não lenticulado. (WOODSON, 1951; PEREIRA, 2015)

Tal uniformidade dificulta a distinção entre espécies desta seção, impossibilitando o emprego correto, gerando uma série de equívocos no uso e empregabilidade das mesmas.

Estudos anatômicos podem facilitar a compreensão de estruturas internas do corpo vegetal com potencial valor diagnóstico, auxiliando estudos taxonômicos, químicos e farmacológicos. Segundo Reis (2008), o estudo das estruturas anatômicas pode contribuir

com informações sobre o comportamento das plantas, maximizando a utilização dos vegetais, fornecendo prognose para o manejo.

Diante do exposto, a uniformidade de espécies da seção *Nobilia* gera um problema taxonômico, que merece ser estudado a partir de novas fontes de caracteres.

Desta maneira, este trabalho teve por objetivo realizar estudos anatômicos em *Aspidosperma* com ênfase na seção *Nobilia*, com foco na anatomia de madeira e de pecíolo destas espécies.

Os resultados aqui obtidos são relatados no capítulo único “Estudos anatômicos em *Aspidosperma* Mart. (Apocynaceae) com ênfase na seção *Nobilia* (Woodson) Marcondes-Ferreira”. Este capítulo segue as normas de apresentação de dissertação do Programa de Pós Graduação.

1.1 Revisão de Literatura

2.1 Aspectos taxonômicos

Apocynaceae s.l foi primeiramente reconhecida por Adanson (1763), com o nome “Apocyna”, na obra “Familles des Plantes”; entretanto de acordo com o “Princípio da prioridade” esta só foi considerada válida após ser publicada por Jussieu (1789) (PEREIRA, 2015). Devido ao aumento do número de gêneros reconhecidos, a família foi posteriormente desmembrada em duas por Brown (1810). Este autor reuniu as plantas com pólen agregados em polinários em uma nova família, Asclepiadaceae e aquelas com pólen em mônades ou tétrades permaneceram em Apocynaceae. Cronquist (1981) conservou a divisão nas duas famílias, embora reconhecendo a proximidade entre ambas. Endress e Bruyns (2000) propuseram reunificá-las, baseando-se em estudos filogenéticos realizados com caracteres morfológicos e macromoleculares, reconhecendo cinco subfamílias: Rauvolfioideae Kostel, Apocynoideae Burnett, Periplocoideae R.Br. ex Endl., Secamonoideae Endl. e Asclepiadoideae R.Br. ex Burnett. Esta divisão foi seguida em classificações posteriores (ENDRESS; BRYUNS, 2000; ENDRESS *et al.* 2007, 2014).

Atualmente a família está circunscrita no clado Lamiídeas, ordem Gentianales juntamente com as famílias Gelsemiaceae Struwe & V.A. Albert, Gentianaceae Juss., Loganiaceae R.Br. ex Mart. e Rubiaceae Juss. (ENDRESS; BRYUNS, 2000; APG IV, 2016). *Aspidosperma* Mart. está circunscrito na tribo Aspidospermeae Miers, Rauvoufioideae Kostel, Apocynaceae *s.l* (ENDRESS *et al.*, 2014).

A família está entre as dez mais ricas dentre as angiospermas em número de espécies e pode ser reconhecida principalmente pela presença de látex, o qual tem função de proteção e propicia o sucesso das espécies desta família em diferentes ambientes (DEMARCO, 2006), ovário súpero ou quase, com dois carpelos livres no nível do ovário e fundidos no ápice em uma cabeça estigmática, frutos em folículos e sementes comosas – há exceções, porém, em grupos que divergiram no início da diversificação da família (RAPINI, 2000).

Árvores pertencentes a esta família são utilizadas na indústria moveleira e de ferramentas visto que são fornecedoras de madeira de boa qualidade para este fim (MANIERI; CHIMELO, 1989; SOUZA; LORENZI, 2008). Espécies do gênero *Aspidosperma* são conhecidas principalmente por serem fonte de madeira nobre para aplicação na construção de móveis (OLIVEIRA *et al.*, 2009), sendo *Aspidosperma pyrifolium* Mart. resistente ao ataque de fungos e xilófagos, conferindo a madeira vasta utilização na construção civil, como vigas, caibros e ripas para pisos, e na indústria de carpete de madeira,

como lâmina de capa, na fabricação de móveis de qualidade superior, em acabamento de interiores e para fabricação de portas e batentes. (LOGSDON *et al.*, 2008).

Espécies de *Aspidosperma* podem apresentar-se na forma de árvores ou arvoretas, com látex branco, avermelhado ou incolor. O tronco varia de liso a sulcado longitudinalmente, e os ramos são geralmente lenticelados, suberosos ou não. As folhas são alternas, raro opostas ou verticiladas, com nervação variada. As inflorescências são axilares ou subterminais, geralmente multifloras. As flores são pequenas, actinomorfas, brancas, amarelas ou esverdeadas. O cálice possui 5 lacínias iguais a subiguais, raro 4, enquanto a corola é sinistrorsa, tubular ou hipocrateriforme. Os estames inseridos na metade superior do tubo e as anteras são totalmente férteis, sem reforço esclerenquimático no dorso. O ovário é súpero. O fruto é do tipo folículo, lenhoso a coriáceo, com formas variadas. As sementes são aladas, com alas concêntricas até fortemente excêntricas, membranáceas, raramente cartáceas, e neste caso, bem reduzidas. (KINOSHITA; SIMÕES, 2005; QUINET; ANDREATA, 2005; MOROKAWA *et al.*, 2013).

O gênero apresenta 44 espécies com distribuição neotropical, desde o México até a Argentina (exceto no Chile), com a maioria ocorrendo no Brasil (MARCONDES-FERREIRA, 1999). Este gênero foi objeto de vários estudos do ponto de vista taxonômico (De CANDOLLE, 1844; MÜELLER, 1860; MARKGRAF, 1968; WOODSON, 1951), tendo sido investigado também por Ezcurra (1981) em levantamento taxonômico de Apocynaceae na Argentina e por Morales (2005, 2006, 2009 e 2010) em estudo das Apocynaceae da Costa Rica, El Salvador, Guatemala e Uruguai respectivamente. Além disso, revisões foram realizadas por Woodson Jr. (1951), Duarte (1970) e Marcondes-Ferreira (1988).

2.2 Aspectos anatômicos

O estudo científico da estrutura das plantas começou com pesquisas feitas por Marcelo Malpighi (1628-1694) e Nehemiah Grew (1641-1712), que são considerados os pioneiros da anatomia da madeira. Nehemiah Grew publicou “The Anatomy of Plants” em 1672, onde pela primeira vez é relatada a existência de vasos, fibras e parênquima em madeira. No Brasil, Arthur de Miranda Bastos é considerado o pioneiro da utilização de caracteres da estrutura do lenho para a identificação da madeira, utilizando a técnica de cortes histológicos, antes usada apenas para estudos em tecidos animais, sendo adaptada ao tecido lenhoso. (FONSECA *et al.*, 2005).

Estudos anatômicos em Apocynaceae foram realizados por Woodson; Moore (1938) com foco na anatomia vascular e morfologia comparativa de flores da família. Metcalfe; Chalk (1950), por sua vez, apresentaram informações básicas sobre a anatomia de folha e caule de espécies da família. Já Bernardello; Lin (1999) estudaram a estrutura da flor e biologia reprodutiva em *Aspidosperma quebracho-blanco* Schltdl. Thomas; Dave (1991, 1994) estudaram as estruturas e desenvolvimento das folhas de *Nerium indicum* Mill. e a importância da anatomia de folhas em Apocynaceae. Gomes; Cavalcanti (2001) estudaram a morfologia floral de *Aspidosperma*, enquanto Rio *et al.* (2005) utilizaram anatomia foliar como subsídio para a taxonomia de espécies de *Fosteronia* G. Mey. e Demarco *et al.* (2006) observaram os laticíferos, apresentando um laticífero diferente dos tipos descritos em obras clássicas de revisão para a família. Simões *et al.* (2006) estudaram a morfologia e anatomia de coleteros calicinais de sete espécies de Apocynaceae, Larrosa e Duarte (2006) abordaram aspectos anatômicos de folha de caule de *Forsteronia glabrescens* Müll. Arg. Gomes (2008) pesquisou a morfoanatomia de frutos secos em Apocynaceae observando seu significado ecológico e evolutivo, enquanto Reis (2008) utilizou a anatomia foliar e do xilema secundário de espécies de Apocynaceae como subsídio para a taxonomia das espécies, Hernández (2011) estudou a anatomia da madeira de 26 espécies do gênero *Aspidosperma*, Lens *et al.* (2008) descreveu a anatomia de madeira de Rauvolfioideae buscando caracteres significativos a nível tribal e Moglia (2012) realizou anatomia do lenho e dendrologia de *Aspidosperma triternatum* Rojas Acosta.

REFERÊNCIAS

- ADANSON, M. **Familles des Plantes**. v.2. Paris: Mgrle Comte de Provence, 1763. 640p.
- APG IV. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.161, p.105–121.
- BAILEY, I.W.; TUPPER, W.W. Size variation in tracheal cells. I. A comparison between the secondary xylems of vascular cryptograms, gymnosperms and angiosperms. **Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences**, v.54, p.149–204. 1918.
- BAILEY, I.W. The development of vessel in angiosperms and its significance in morphological research. **American Journal of Botany**, v31, p.421–428. 1944.
- BERNARDELLO, G.; LIN, S. Flower Structure and Reproductive Biology in *Aspidosperma quebracho-blanco* (Apocynaceae), a Tree Pollinated by Deceit. **International Journal of Plant Sciences**, v.160, n.05, p. 869–878. 1999.
- BURGER, L. M.; RICHTER, H. G. **Anatomia da madeira**. São Paulo. Nobel. 1991.
- BROWN, R. On the Asclepiadeae, a natural order of plants separated from the Apocyneae of Jussieu. **Memoirs of the Wernerian Natural History Society**, v.01, p.12–78. 1810.
- CRONQUIST, A. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia Univ. Press., New York. 1981.
- DE CANDOLLE, A. P. Apocynaceae. **Prodromus**, v.08 p.317–489. 1844.
- DEMARCO, D.; KINOSHITA, L. S.; CASTRO, M. M. Laticíferos articulados anastomosados – novos registros para Apocynaceae. **Revista Brasileira de Botânica**, v.29, n.01. 2006.
- DUARTE, A.P. Contribuição para uma revisão do gênero *Aspidosperma*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.42 (suplemento), p.289-327, 1970.
- ENDRESS, M. E.; Bruyns, P.V. A revised classification of Apocynaceae *s.l.* **The Botanical Review**, v.66, n.01, p.1–56. 2000.
- ENDRESS, M.E.; LIEDE-SCHUMANN, S.; MEVE, U. Advances in Apocynaceae: the enlightenment, an introduction. **Ann. Missouri Bot. Gard.** v.94, n.02, p.259–267. 2007.
- ENDRESS, M. E.; SCHUMANN, S. L.; MEVE, U. An updated classification for Apocynaceae. **Phytotaxa**, v.159, n.03, p.175–194. 2014.
- EZCURRA, C. Revisión de las apocináceas de la Argentina. **Darwiniana**, v.23, n.2-4, p.367–474. 1981.
- 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, v.01, n.01, p.65-140, 2005.

FONSECA, A., SOUZA Jr., C., VERÍSSIMO, A. Boletim do Desmatamento da Amazônia Legal (Dezembro de 2015) SAD (10 p.) Belém: AMAZON. 2015.

FROST, F.H. Specialization in secondary xylem in dicotyledons. I. Origin of vessel. **Botanical Gazette**, v.89, p.67–94. 1930a.

FROST, F.H. Specialization in secondary xylem in dicotyledons. II. Evolution of end wall of vessel segment. **Botanical Gazette**, v.89, p.198–212. 1930b.

FROST, F.H. Specialization in secondary xylem in dicotyledons. III. Specialization of lateral wall of vessel segments. **Botanical Gazette**, v.90, p.88–96. 1931.

GOMES, S. M.; CAVALCANTI, T. B. Morfologia Floral de *Aspidosperma* Mart. & Zucc. (APOCYNACEAE). **Acta botânica brasílica**, v.15; n.01, p.73–88. 2001.

GOMES, S. M. Morfo-anatomia de frutos secos em espécies de Apocynaceae: significado ecológico e evolutivo. **Acta botânica brasílica**, v.22, n.02, p.521–534. 2008.

HERNÁNDEZ, W. J. L. Anatomía de La madera de 26 especies del género *Aspidosperma* Mart. (Apocynaceae). **Acta botanica Venezuela**, v.34, n.01, p.127–151. 2011.

HUMMEL, A. C. et al. **Atividade madeireira na Amazônia Brasileira**: produção, receita e mercado. Belém,PA. 2010.

JOLY, A. B. **Botânica: Introdução à taxonomia vegetal**. 10 ed, v.4. São Paulo.1991.

JUSSIEU, A.L. 1789. *Genera plantarum*. Viduam Herissant, Paris. 498p.

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**, v.23, n.02, p.235–256. 2005.

KOCH, I.; KINOSHITA L. S. As Apocynaceae s. str. da região de Baurú, São Paulo, Brasil. **Acta botânica brasílica**, v.13, n.01, p. 61–86. 1999.

KOCH, I.;Rapini, A.; Simões, A.O.; Kinoshita, L.S.; Spina, A.P.; Castello, A.C.D. *Apocynaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB48>>. Acesso em: 06 Jan. 2016

LAROSSA. C. R. R.;DUARTE. M. do R. Anatomia foliar e caulinar de *Forsteronia glabrescens*, Apocynaceae. **Acta Farm. Bonaerense**. v.25, n.01, p.28–34. 2006.

LENS, F.; ENDRESS, M. E., BAAS, P., JANSEN, S.; SMETS, E. Wood anatomy of Rauvolfioideae (Apocynaceae): A search for meaningful non-DNA characters at the trival level. **American Journal of Botany**. v.95, n.10, p.1199-1215. 2008.

LENS, F.; ENDRESS, M. E., BAAS, P., JANSEN, S.; SMETS, E. Vessel grouping patterns in subfamilies Apocynoideae and Periplocoideae confirm phylogenetic value of wood structure within Apocynaceae. **American Journal of Botany**. v.96, n.12, p.2168-2183. 2009.

LOGSDON, N. B.; FINGER, Z.; BORGES, C. G. A. Caracterização físico-mecânica da madeira de peroba-mica, *Aspidosperma populifolium* A. DC. (APOCYNACEAE). **Floresta**, v.38, n.01. 2008.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. v.01, 5. ed. São Paulo: Instituto Plantarum, 2008.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. v.02, 3. ed. São Paulo: Instituto Plantarum, 2009.

MANIERI, C.; CHIMELO, J.P. **Fichas de características das madeiras Brasileiras**. 2^aed. (IPT nº1791) São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1989. 420p.

MARCONDES-FERREIRA Neto, W. **Aspidosperma Mart., nom. cons. (Apocynaceae): estudos taxonômicos**. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 453p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal). 1988.

MARCONDES-FERREIRA, W.; KINOSHITA, L. S. Uma Nova divisão infragenérica para *Aspidosperma* Mart. (Apocynaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v.19, n.02, p.203–214. 1996.

MARCONDES-FERREIRA, W. A new species of *Aspidosperma* Mart. (Apocynaceae) from Bahia, Brazil. **Brittonia**. v.51, n.01, p.74–76. 1999

MARKGRAF, F.. Apocináceas. p.01–112. In: P. R. Reitz (Ed.), **Flora Ilustrada Catarinense**. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí. 1968.

METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons**. Oxford, Clarendon Press, v.02, 1950.

MOGLIA, J. G., GONZÁLEZ, D.; SÁNCHEZ, V. Anatomía del leño y dendrología del quebracho lagunero *Aspidosperma triternatum* (Apocynaceae). **Boletim da Sociedade Argentina de Botânica**. n.47, v.1-2, p.15-22. 2012.

MORALES, J. F. Estudios em lás Apocynaceae neotropicales XIX: La familia Apocynaceae s. str. (Apocynoideae, Rauvolfioideae) de Costa Rica. **Darwiniana**, v.43, n.1–4, p.90–191. 2005.

MORALES, J. F. Estudios em lás Apocynaceae neotropicales XXVIII: La familia Apocynaceae (Apocynoideae, Rauvolfioideae) de El Salvador, Centroamérica. **Darwiniana**, n.44, n.02, p.453–489. 2006.

MORALES, J. F. La familia Apocynaceae (Apocynoideae, Rauvolfioideae) em Guatemala. **Darwiniana**, v.47, n.01, p.140–184. 2009.

MORALES, J. F. La familia Apocynaceae (Apocynoideae, Rauvolfioideae) em Uruguay.

Darwiniana, v.48, n.01, p.68–86. 2010.

MOROKAWA, R., SIMÕES, A.O. & KINOSHITA, L.S.. Apocynaceae *s.str.* do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia** v.64,n.01,p.179–199. 2013

MÜELLER, A. J. Apocynaceae. In: K. P. Von Martius (Ed.), **Flora Brasiliensis**, v.06, n.01, p.1–196.1860.

NAZAR, N., GOYDER, D.J., CLARKSON, J.J., MAHMOOD, T. & CHASE, M.W. The taxonomy and systematics of Apocynaceae: where we stand in 2012. *Bot. J. Linn. Soc.* v.171,n.03,p.482–490. 2013.

OLIVEIRA, V. B. de. **Alcalóides indólicos de *Aspidosperma spruceanum* (Apocynaceae)**. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goyatacazes.124p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal).2008.

OLIVEIRA, V.B.; FREITAS, M.S.M.; MATHIAS, L.; BRAZ-FILHO, R.; VIEIRA, I.J.C. Atividade biológica e alcalóides indólicos do gênero *Aspidosperma* (Apocynaceae): uma revisão. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.11, n. 01, p.92-99. 2009.

PEREIRA, A. S. de S. Taxonomia de *Aspidosperma* Mart. (Apocynaceae, Rauvolfioideae) no Estado do Pará, Brasil. 2015. 149f. Dissertação. (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2015.

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**. N.56, p.13–74. 2005.

RAPINI, A. Asclepiadaceae ou Asclepiadoideae (Apocynaceae)? Conceitos distintos de agrupamento taxonômico. **Hoehnea**. v. 27 p. 121–130, 2000.

REIS, A. R. S. Anatomia foliar e do xilema secundário de espécies de *Aspidosperma* Mart. & Zucc. (Apocynaceae). 2008 93f. Dissertação. (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém. 2008.

RIBEIRO, J.E.L.S., HOPKINS, M.J.G., VICENTINI, A., SOTHERS, C.A., COSTA, M.A.S., BRITO, J.M., SOUZA, M.A.D., MARTINS, L.H.P., LOHMANN, L.G., ASSUNÇÃO, P.A.C.L., PEREIRA, E., 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. INPA/DFID, Manaus. 1999.

RIO, M. C. S.; KINOSHITA, L. S.; CASTRO, M. M. Anatomia foliar como subsídio para a taxonomia de espécies de *Forsteronia* G. Mey. (Apocynaceae) dos cerrados paulistas. **Revista Brasileira de Botânica**, v.28, n.04, p.713–726, 2005.

SIMÕES, A. O.;CASTRO, M. M.; KINOSHITA, L. S.; Calycine colleters of seven species of Apocynaceae (Apocynoideae) from Brazil. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.152. 2006.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II.** 3^a ed., Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008.

SOUZA, V. C; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II.** 2^a ed., Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2012.

THOMAS, V.; DAVE, Y. Structure and development of follicles of *Nerium indicum* Mill.(Apocynaceae). **Feeds repertorium**, v.102, p.399–407. 1991.

THOMAS, V.; DAVE, Y. Significance of follicle anatomy of Apocynaceae. **Acta Societatis Botanicorum Poloniae**, v.63, n.01, p.9–20. 1994.

WOODSON JR., R. An interim revision of the genus *Aspidosperma*. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v.38, n.02, p.119–206. 1951.

WOODSON, R. E., Jr.; MOORE, J. A. The vascular anatomy and comparative morphology of apocynaceousflowers. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, v.65, n.03, p.135–166. 1938.

3 Anatomia de espécies de *Aspidosperma* Mart.

RESUMO

Pertencente à subfamília Rauvolfioideae, o gênero *Aspidosperma* Mart. está subdividido em dois subgêneros: *Aspidosperma* subgen. *Coutinia*. e *Aspidosperma* subgen. *Aspidosperma*, sendo este último dividido em nove seções. *Nobilia* é uma destas seções, que engloba espécies consideradas morfologicamente semelhantes entre si. Esta uniformidade dificulta a distinção entre espécies impossibilitando o emprego correto, gerando uma série de equívocos na identificação das mesmas. No intuito de contribuir para o conhecimento anatômico da madeira e do pecíolo e apontar caracteres úteis na delimitação dos táxons este trabalho teve como objetivo realizar a caracterização macroscópica e microscópica da madeira e anatomia do pecíolo de espécies pertencentes a seção *Nobilia*. Foram selecionadas seis espécies para o estudo do xilema secundário e do pecíolo e como comparativo foram incluídas quatro espécies não pertencentes a seção. Para o estudo anatômico do xilema secundário, utilizou-se técnicas usuais em anatomia de madeira, para o estudo do pecíolo as amostras foram submetidas ao processo de reversão de herborização e incluídas em hidroxietilmetacrilato. Na madeira, o parênquima axial mostrou-se como um caráter distintivo na identificação das espécies, apresentando-se do tipo paratraqueal e apotraqueal, sendo classificado como aliforme de extensão losangular com aletas finas em *A. album*, aliforme losangular em *A. araracanga*, difuso em *A. nobile*, difuso em agregado em *A. pachypterum* e unilateral em *A. desmanthum* e *A. spruceanum*. No entanto as fibras de *A. desmanthum* apresentam pontoações areoladas e já as de *A. spruceanum* apresentam pontoações simples. Na análise anatômica do pecíolo, em todas as espécies da seção da *Nobilia* foi observado maior número de células esclerificadas, também constatou-se a presença de papilas epidérmicas diferentes entre si em todas as espécies da seção, com exceção de *A. album* diferenciando-se por apresentar tricomas tectores. O feixe vascular em todas as espécies é do tipo bicolateral apresentando-se de diferentes formatos, este formato associado às características da epiderme nos permite distinguir as espécies.

Palavras-chave- Apocynaceae. Rauvoufioideae. Xilema.

ABSTRACT

Belonging to the subfamily Rauvolfioideae Aspidosperma is divided into two subgenus: Aspidosperma subgen. *Coutinia*. and Aspidosperma subgen. *Aspidosperma*, the latter being divided into nine sections. *Nobilia* is one of these sections, which includes species considered morphologically similar to each other. This uniformity makes it difficult to distinguish between species making it impossible to correct employment, generating a series of mistakes in the use and employment of the same. In order to contribute to the anatomical knowledge of wood and petiole point characters useful in the delimitation of taxa this study aimed to perform the macroscopic and microscopic characterization of wood and petiole anatomy of species belonging to *Nobilia* section. In wood, axial parenchyma proved as a useful character in species identification presenting the paratracheal and apotracheal type, being classified as aliforme with rhomboid extension and thin fins, in *A. album*; aliform rhomboid in *A. araracanga*; diffuse in *A. nobile*; diffuse in aggregates in *A. pachypteron* and unilateral in *A. desmanthum* and *A. spruceanum*, however the fiber *A. desmanthum* have bordered pits and *A. spruceanum* offers simple pits. At the anatomical analysis of the petiole, all species of *Nobilia* section were observed higher number of sclerified cells, and also the presence of epidermal papillae in all species of the section, except for *A. album* differing by presenting tector trichomes.

Keywords- Apocynaceae. Rauvoufioideae. Xilem.

2.1 INTRODUÇÃO

Apocynaceae *s.l* é uma das famílias de Angiospermas mais ricas em número de espécies e pode ser reconhecida principalmente pela presença de látex, o qual tem o provável papel de proteção e propicia o sucesso das espécies desta família em diferentes ambientes (DEMARCO 2006). Atualmente inserida na ordem Gentianales, encontra-se dividida em cinco subfamílias (APG IV, 2016, ENDRESS *et al.*, 2000, 2014), Rauvoufioideae é uma destas subfamílias que tem como um dos gêneros *Aspidosperma*. Este se encontra dividido em dois subgêneros: *Aspidosperma* subgen. *Aspidosperma* e *Aspidosperma* subgen. *Coutinia*, separação baseada principalmente pelo número de lacínios do cálice. Marcondes-Ferreira; Kinoshita, 1996 dividiram *Aspidosperma* subgen. *Aspidosperma* em nove seções, baseando-se principalmente em características dos ramos, folhas, inflorescências, flores e frutos.

Nobilia é uma das nove seções propostas por Marcondes-Ferreira; Kinoshita, 1996, e caracteriza-se por apresentar os lobos da corola linear e frutos sulcados longitudinalmente, e abrange dez espécies: 1-*Aspidosperma album* (Vahl) Benoit ex Pichon, 2-*Aspidosperma araracanga* Marcondes-Ferreira, 3-*Aspidosperma capitatum* L.O. Williams, 4- *Aspidosperma decussatum* Woodson, 5-*Aspidosperma desmanthum* Benth. ex Müll.Arg., 6-*Aspidosperma fendleri* Woodson, 7-*Aspidosperma nobile* Müll.Arg., 8-*Aspidosperma pachypterum* Müll.Arg., 9-*Aspidosperma spruceanum* Benth. ex Müll.Arg. e 10- *Aspidosperma steyermarkii* Woodson. que ocorrem predominantemente na Amazônia.

Estas espécies são morfologicamente semelhantes, apresentando-se como árvores de tronco não sulcado, ramos cilíndricos, suberosos ou não, folhas alternas dispostas ao longo dos ramos, pecíolo plano, tomentoso, glabro ou pubescente, inflorescência terminal, dicásio ou corimbiforme, botão floral com o lobo da corola torcido e folículos biconvexo, plano-convexo, dolabriliforme, sulcado e não lenticulado. (WOODSON, 1951; PEREIRA, 2015).

Tal uniformidade dificulta a distinção entre espécies desta seção, impossibilitando o emprego correto, gerando uma série de equívocos no uso e empregabilidade das mesmas.

Espécies do gênero *Aspidosperma* são utilizadas com ampla finalidade, retiradas de florestas, que são geradoras de produtos e serviços para a sociedade que demanda anualmente para os mais diversos fins cerca de 5,8 bilhões de m³ de madeira (ZANI, 2014); A madeira de *Aspidosperma* é usada na construção civil, naval, marcenaria de luxo e carpintaria, cascas e folhas são utilizadas para fins medicinais em comunidades tradicionais (JOLY, 1991; LORENZI, 2008; RIBEIRO *et al.*, 1999). O gênero também é interessante do ponto de vista fitoquímico, por apresentar espécies produtoras de substâncias bioativas como iridóides, glicosídeos cardioativos e alcalóides, especialmente alcaloides indólicos – conhecidos pela

acentuada ação sobre o sistema nervoso central. (OLIVEIRA, 2008; SOUZA; LORENZI, 2012).

Na região Amazônica, as atividades do setor florestal madeireiro, como toda atividade que tem seus recursos oriundos da floresta, criam impactos diretamente ao homem e a natureza. Do ponto de vista econômico é uma atividade representativa para o desenvolvimento da economia local e do país, pois de acordo com dados da SEMA de 2016, foram comercializados entre o período de janeiro de 2014 à fevereiro de 2016 um volume total de 2.354.162,63 m³, cujo valor econômico correspondendo cerca de R\$ 456.162.053,87 somente no estado do Pará.

A pluralidade de nomes vulgares e a falta de conhecimento das espécies é outro fator que leva a comercialização equivocada, prejudicando ao comprador e ao vendedor, que tem sua imagem denegrida. Para Reis (2013) esse fato deve-se a semelhança externa das madeiras comercializadas, resultando em um descrédito desse mercado.

Diante do exposto o presente estudo visou contribuir para o conhecimento anatômico da madeira e de pecíolo de espécies de *Aspidosperma* pertencentes a seção *Nobilia* afim de amenizar os equívocos que ocorrem na identificação e comercialização das espécies. Realizando-se a caracterização macroscópica e microscópica na madeira e anatômica do pecíolo de forma a detectar caracteres úteis na delimitação dos táxons. Para isto, foram selecionadas amostras de seis espécies pertencentes a seção *Nobilia*: *A. album*, *A. araraganga*, *A. desmanthum*, *A. nobile*, *A. pachypterum* e *A. spruceanum*. Além das espécies desta seção, foram realizados estudos adicionais em *A. australe* Müll.Arg., *A. olivaceum* Müll.Arg. e *A. pyrifolium* Mart. pertencentes a seção *Aspidosperma* e *A. cylindrocarpon* Müll.Arg. pertencente a seção *Polyneura*.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Madeira

Amostras de madeira foram obtidas a partir das coleções da Xiloteca “Walter Egler” pertencente ao Museu Paraense Emílio Goeldi - MPEG, da Xiloteca da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA Amazônia Oriental e da Xiloteca “Dr. Calvino Mainieri” do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo – IPT.

Para uma identificação segura e precisa, foram utilizadas amostras de madeira que possuam material testemunho, depositado nos respectivos herbários devidamente identificadas por especialistas (Tabela 1). O trabalho desenvolveu-se no laboratório de Anatomia de Vegetal – LAVEG do Museu Paraense Emílio Goeldi e no Laboratório de Tecnologia de Produtos Florestais – LTPF da Universidade Federal Rural da Amazônia.

Dois corpos de prova foram obtidos de cada amostra, com tamanho aproximado de 2 x 2 x 2 cm, nos planos transversal, longitudinal tangencial e longitudinal radial.

A caracterização macroscópica foi realizada com o auxílio de um micrótomo de deslize Reichit, na qual os planos transversal, tangencial e radial foram aplinados, para melhor visualização das estruturas anatômicas e uma lupa conta - fios de 10x de aumento. As propriedades organolépticas, como: cor, cheiro, gosto não foram levadas em consideração por serem material oriundos de coleção, as quais, por sua vez, já perderam essas características. Para esta descrição seguiu-se as normas do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis/IBAMA (1992).

Para a obtenção do material macerado, foi utilizado o método de Franklin (1945), no qual lascas longitudinais de madeira foram inseridas em uma solução de partes iguais de ácido acético glacial e peróxido de hidrogênio (120 volumes) e levadas à estufa, a 60°C por 24 horas. Em seguida, o material dissociado foi lavado em água corrente, por várias vezes, processo no qual a solução macerante foi completamente removida. Por fim, o material foi corado com safraninahidro-alcoólica e conservado em água com algumas gotas de formol. Para a observação dos elementos celulares dissociados, foram confeccionadas cinco lâminas temporárias, misturando-se uma pequena quantidade do material macerado em gotas de glicerina.

Para a obtenção dos cortes histológicos, os corpos de prova foram fervidos em água e glicerina na proporção de 1:4, por várias horas, para amolecimento e aparos. Com o auxílio de um micrótomo de deslize, foram obtidos os cortes histológicos. Estes foram divididos em dois grupos, um deles submetido à clarificação e coloração e o outro permaneceu ao natural para a observação de inclusões celulares. Para a coloração do tecido, foi usada a técnica de Johansen

(1940), na qual se usa safraninahidro-alcoólica. 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. Prosseguindo, os cortes passaram pela seguinte série butílica progressiva: álcool 50% (5 min), coloração com safraninahidro-alcoólica (5 min), álcool 70% (10 min), álcool absoluto (5min), 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. Foram montadas três lâminas permanentes para cada amostra. Estas, foram inseridas nos acervos de lâminas da Xiloteca do Museu Paraense Emílio Goeldi e da Xiloteca da EMBRAPA Amazônia Oriental

Foram realizadas, na porção central do corpo de prova, as contagens e mensurações dos vasos (nº / mm²) e tipo de agrupamento (%), de raios (largura e altura em número de células, altura em micrômetro, frequência por mm linear e percentual de raios simples e fusionados) em cortes histológicos nas seções transversal e longitudinal tangencial, utilizando-se um sistema de análise digital, com microscópio acoplado ao computador. As medidas da espessura da parede, da largura do lume e do comprimento das fibras, bem como do comprimento dos elementos de vaso foram realizadas em material macerado. Para a descrição microscópica do lenho das espécies, foram feitas análises dos valores médio, máximo, mínimo e, desvio-padrão, no Programa Assistat 7.7 sendo realizadas para cada parâmetro 50 contagens e medições.

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 de análise digital através do programa Visilog 6.5.

2.2.2 Pecíolo

Três amostras de cada pecíolo foram obtidas através de exsicatas provenientes dos herbários das instituições citadas anteriormente e de coletas realizadas no Campus da Universidade de Campinas - UNICAMP

O material foi submetido ao processo de reversão de herborização (Smith; Smith, 1942), no qual foi fervido em água destilada até a submersão das estruturas. Após o resfriamento em temperatura ambiente, a água destilada foi retirada e adicionado hidróxido de potássio (KOH) 2% p/v por aproximadamente duas horas. Posteriormente foi retirado o KOH 2% e lavado com água destilada três vezes. Em seguida o material foi desidratado em série

etílica: 10%, 30%, 50% e 70%, por 30 minutos cada. Por fim, as amostras foram armazenadas em álcool 70% em frascos individuais com tampa devidamente identificados.

O material foi submetido ao processo de desidratação etílica (70%, 80%, 90% e 100% GL) e ao vácuo. As amostras foram incluídas em hidroxietilmetacrilato (historesin *Leica®*; Gerrits; Smid, 1983).

Cortes transversais e longitudinais foram realizados em micrótomo rotativo e corados em azul de toluidina (O'Brien et al., 1965). Posteriormente, foram montadas lâminas semi-permanentes em gelatina glicerinada (Kaiser, 1880).

As fotomicrografias foram realizadas na superfície transversal do corpo de prova da madeira, 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 Honestech TVR 2*.

Tabela 1. Lista das espécies amostradas de *Aspidosperma*. RX= Registro de Xiloteca;

Espécie	RX	Procedência	Coletor
<i>Aspidosperma album</i> (Vahl) Benoist ex Pichon	X 269	PA, Região do Jari	Nilo T. Silva 2569
<i>Aspidosperma araracanga</i> Marcondes-Ferreira	X 3664	PA, Belém, Reserva do Mocambo	R. Lima e R. P. Bahia 2
<i>Aspidosperma australe</i> Müll.Arg.	–	SP, Campus de pesquisa- Unicamp	A. O. Simões 1612
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> Müll.Arg.	–	SP, Campus de pesquisa- Unicamp	A. O. Simões 1614
<i>Aspidosperma desmanthum</i> Benth. ex Müll.Arg.	X 1511	MT, Rio Juruena, Aripuanã, Fontanilha	M. G. Silva 3375
<i>Aspidosperma nobile</i> Müll.Arg.	BCTw 19517	–	–
<i>Aspidosperma olivaceum</i> Müll.Arg.	–	SP, Campus de pesquisa- Unicamp	A. O. Simões 1615
<i>Aspidosperma pachypteron</i> Müll.Arg.	X 295	AM, Igarapé Toury, afl. do Rio Negro	R. L. Froés 27899
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	–	SP, Campus de pesquisa- Unicamp	A. O. Simões 1611
<i>Aspidosperma spruceanum</i> Benth. ex Müll.Arg.	X 301	PA, Região do Jari	Nilo T. Silva

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise anatômica da madeira

2.3.1 *Aspidosperma album* (Vahl) Benoist ex Pichon

Camadas de crescimento indistintas. **Poros** visíveis a olho nu em observação macroscópica, difusos, arranjo tangencial, predominantemente solitário (100%), com contorno angular (Fig.1B), diâmetro médio de 123,24 μm , em média com 4,96 vasos/ mm^2 com comprimento médio de 436,57 μm . (tabela 2), placa de perfuração simples (Fig.1F), pontoações intervasculares alternas (Fig.1C), pontoações raio vasculares com aréolas distintas semelhantes às intervasculares, em observação macroscópica as linhas vasculares apresentaram-se de forma irregular em seção tangencial. **Fibras** com pontoações simples ou areoladas diminutas, com comprimento médio de 1578,47 μm (tabela 4), espessura média do lúmen de 4,42 μm e espessura média da parede de 11,32 μm , não septada. **Parênquima axial** visível a olho nu macroscopicamente (Fig.1A), paratraqueal aliforme de extensão losangular com aletas muito finas, com três a quatro células por strand de parênquima. **Raios** visíveis a olho nu na seção transversal e visível somente sob lente de 10x na seção tangencial, não estratificado, constituído de células procumbentes (Fig.1E), predominantemente trisseriado (56%) (Fig.1D), bisseriado (34%) e unisseriado (10%), com largura média de 25,79 μm , altura média de 389,25 μm e 18,72 células, com freqüência de 5,34 raios/ mm linear (tabela 3), em observação macroscópica o espelhado dos raios foi considerado contrastado em seção radial. **Canais secretores axiais, máculas medulares e floema inclusos** ausentes.

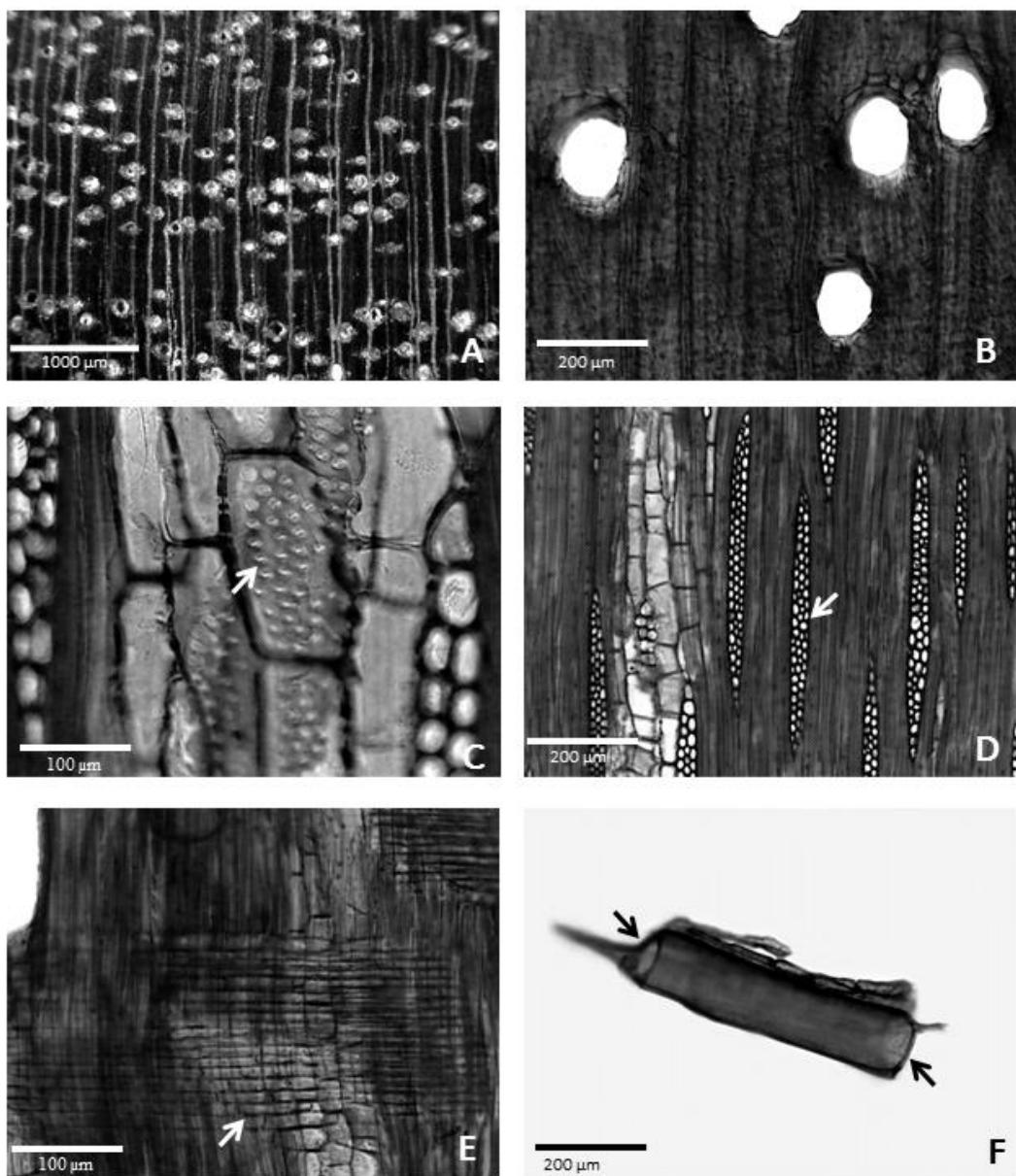


Figura 1: *Aspidosperma album* (Vahl) Benoist ex Pichon – A- vista macroscópica da seção transversal; B- vista microscópica da seção transversal; C- detalhe das pontoações nos vasos; D- raios trisseriados; E- células procumbentes do raio; F- placa de perfuração simples do elemento de vaso.

2.3.2 *Aspidosperma araracanga* Marcondes-Ferreira

Camadas de crescimento indistintas. **Poros** visíveis a olho nu em observação macroscópica (Fig.2A), difusos, arranjo diagonal, predominantemente solitário (%), com contorno angular (Fig.2C), diâmetro médio de 106,65 μm , em média 7,56 vasos/ mm^2 , com comprimento médio de 449,46 μm . (tabela 2), placa de perfuração simples, pontoações intervaginares alternas (Fig.2D), pontoações raio vasculares com aréolas distintas semelhantes às intervaginares, em observação macroscópica as linhas vasculares apresentaram-se de forma irregular em seção tangencial. **Fibras** com pontoações areoladas distintas, com comprimento médio de 633,22 μm (tabela 4), espessura média do lúmen de 4,66 μm e espessura média da parede de 8,03 μm , não septada. Observou-se eventualmente cristais próximo às fibras. **Parênquima axial** visível a olho nu macroscopicamente, paratraqueal vasicêntrico e aliforme de extensão losangular (predominantemente), com três a quatro células por strand de parênquima. **Raios** visíveis a olho nu nas seções transversal e tangencial, não estratificado, constituído somente de células procumbentes (Fig.2E), predominantemente bisseriado (Fig.2F) (84%), seguido de unisseriado (16%), com largura média de 26,69 μm , altura média de 303,34 e 13,30 células, com frequência de 4,74 raios/ mm linear (tabela 3), em observação macroscópica espelhado dos raios foi considerado pouco contrastado em seção radial. **Canais secretores axiais, máculas medulares e floema inclusivo ausentes.**

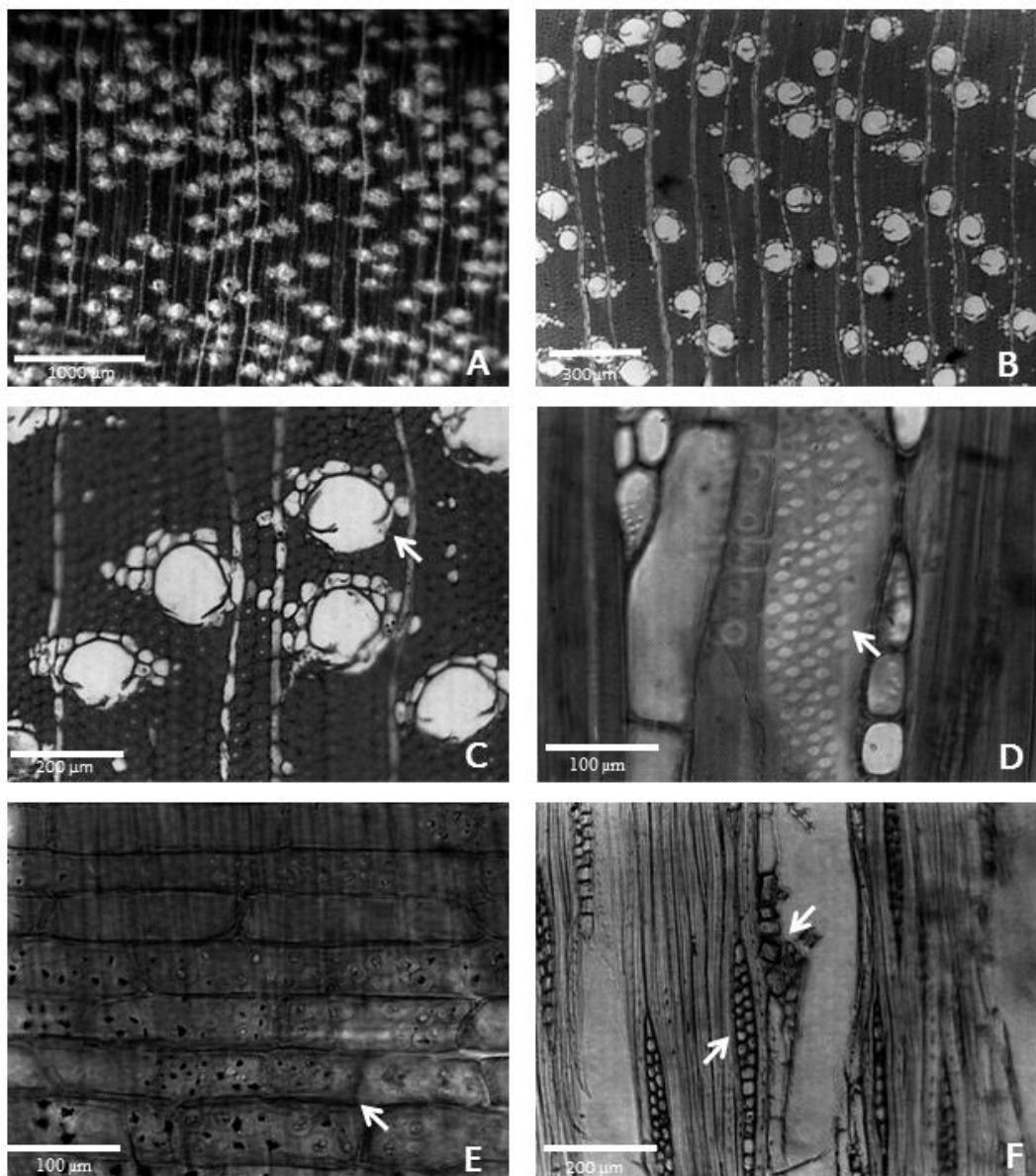


Figura 2: *Aspidosperma araracanga* Marcondes-Ferreira – A- vista macroscópica da seção transversal; B- vista microscópica da seção transversal; C- detalhe do contorno angular no poro; D- pontoações alternas nos elementos de vaso; E- células procumbentes do raio; F- seção tangencial evidenciando raios e agrupamento de cristais.

2.3.3 *Aspidosperma desmanthum* Benth. ex Müll.Arg.

Camadas de crescimento indistintas. **Poros** visíveis a olho nu em observação macroscópica (Fig.3A), difusos, arranjo diagonal, predominantemente solitário (95,85%) seguido de múltiplo de dois (4,15%), com contorno angular (Fig.3B), diâmetro médio de 144,80 μm , em média com 9,64 vasos/ mm^2 , com comprimento médio de 456,35 μm . (tabela 2), placa de perfuração simples, pontoações intervaginares alternas (Fig.3D), pontoações raio-vasculares com aréolas distintas semelhantes às intervaginares, em observação macroscópica as linhas vasculares apresentaram-se de forma irregular em seção tangencial. **Fibras** com pontoações areoladas distintas (Fig.3E), espessamento anelar na parede da fibra (Fig.3F), com comprimento médio de 1504,31 μm (tabela 4), espessura média do lúmen de 5,53 μm e espessura média da parede de 9,41 μm , não septada. Observou-se eventualmente cristais prismáticos nas fibras (Fig.3C). **Parênquima axial** visível a olho nu macroscopicamente, paratraqueal unilateral, com três a quatro células por stand de parênquima. **Raios** visíveis a olho nu nas seções transversal e tangencial, não estratificados, constituído de células procumbentes, com uma fila de células marginais quadradas ou eretas, predominantemente trisseriado (52%), unisseriado (26%), bisseriado (6%) e tetrasseriado (10%), com largura média de 27,40 μm , altura média de 301,14 μm e 15,54 células, com frequência de 4,06 raios/ mm linear (tabela 3), em observação macroscópica o espelhado dos raios foi considerado contrastado em seção radial.

Canais secretores axiais, máculas medulares e floema inclusos ausentes.

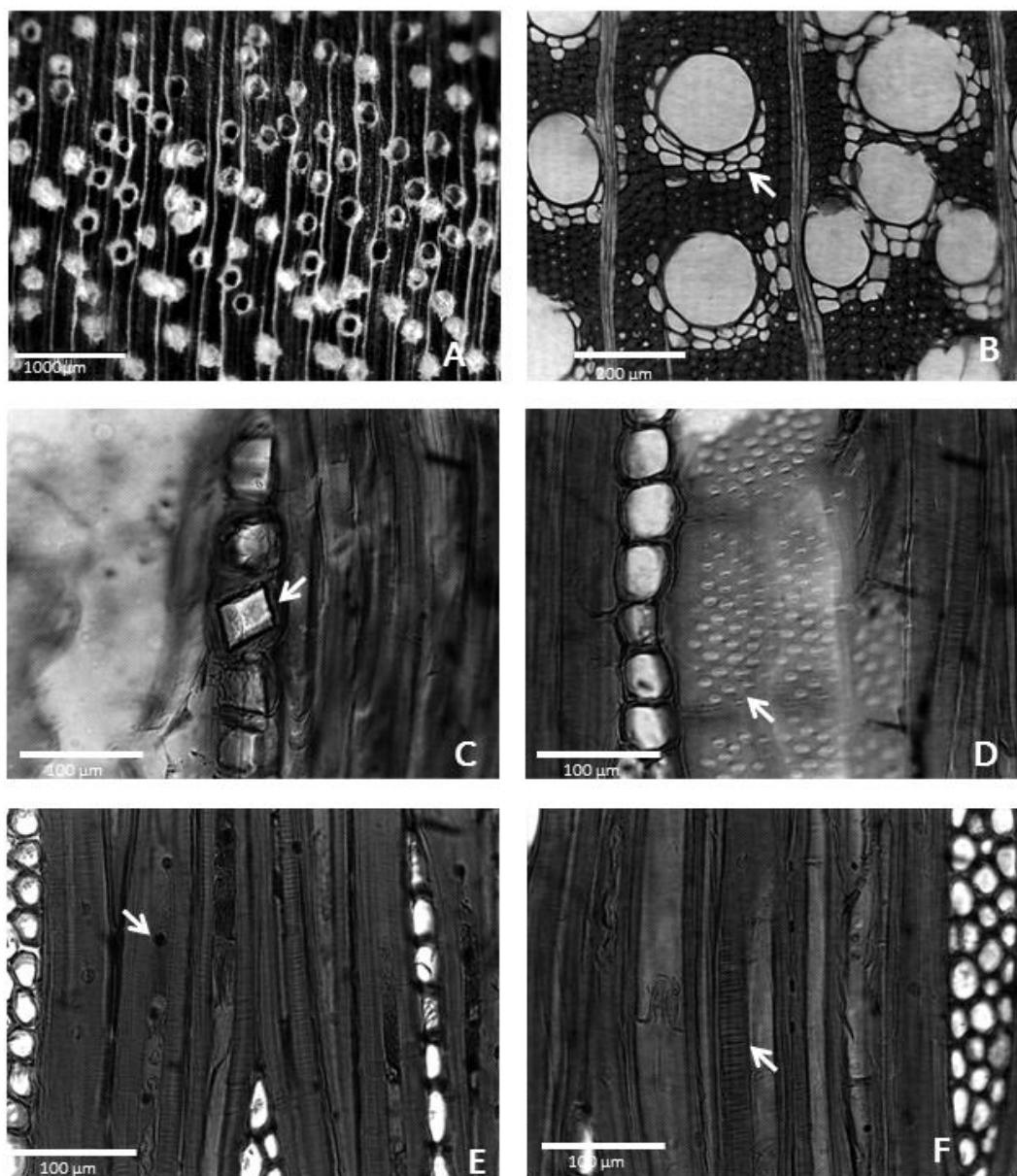


Figura 3: *Aspidosperma desmanthum* Benth. ex Müll.Arg. – A- vista macroscópica da seção transversal; B- detalhe do parênquima axial unilateral; C- cristal prismático em fibra; D- pontuações alternas em elemento de vaso; E- pontuações no lume das fibras; F- espessamento anelar na parede da fibra.

2.3.4 *Aspidosperma nobile* Müll.Arg.

Camadas de crescimento distintas, individualizadas por zonas fibrosas mais escuras (Fig.4A). **Poros** visíveis a olho nu em observação macroscópica, difusos, arranjo diagonal, predominantemente solitário (99,30%), seguido de múltiplo de dois (0,70%), com contorno angular (Fig.4B), diâmetro médio de 81,95 μm , em média de 11,48 vasos/ mm^2 , com comprimento médio de 493,58 μm . (tabela 2), placa de perfuração simples, pontoações intervasculares alternas (Fig.4D), pontoações raio vasculares com aréolas distintas semelhantes às intervasculares, em observação macroscópica as linhas vasculares apresentaram-se de forma irregular em seção tangencial. **Fibras** com pontoações simples concentradas principalmente no lúmen (Fig.4E), com comprimento médio de 1239,58 μm (tabela 4), espessura média do lúmen de 4,63 μm e espessura média da parede de 7,14 μm , não septada. **Parênquima axial** visível somente sob lente de 10x de aumento, apotraqueal difuso, com três a quatro células por strand de parênquima. **Raios** visíveis a olho nu nas seções transversal e tangencial, não estratificado, com o corpo das células procumbentes, com uma fila de células marginais quadradas ou eretas, predominantemente bisseriado (Fig.4F) (86%), trisseriado (6%) e unisseriado (4%), com largura média de 30,32 μm , altura média de 241,54 μm e 13,10 células, com frequência de 6,08 raios/ mm linear (tabela 3), em observação macroscópica o espelhado dos raios foi considerado pouco contrastado em seção radial. Observou-se presença abundante de cristais prismáticos nas células do raio (Fig.4C). **Canais secretores axiais, máculas medulares e floema inclusos ausentes.**

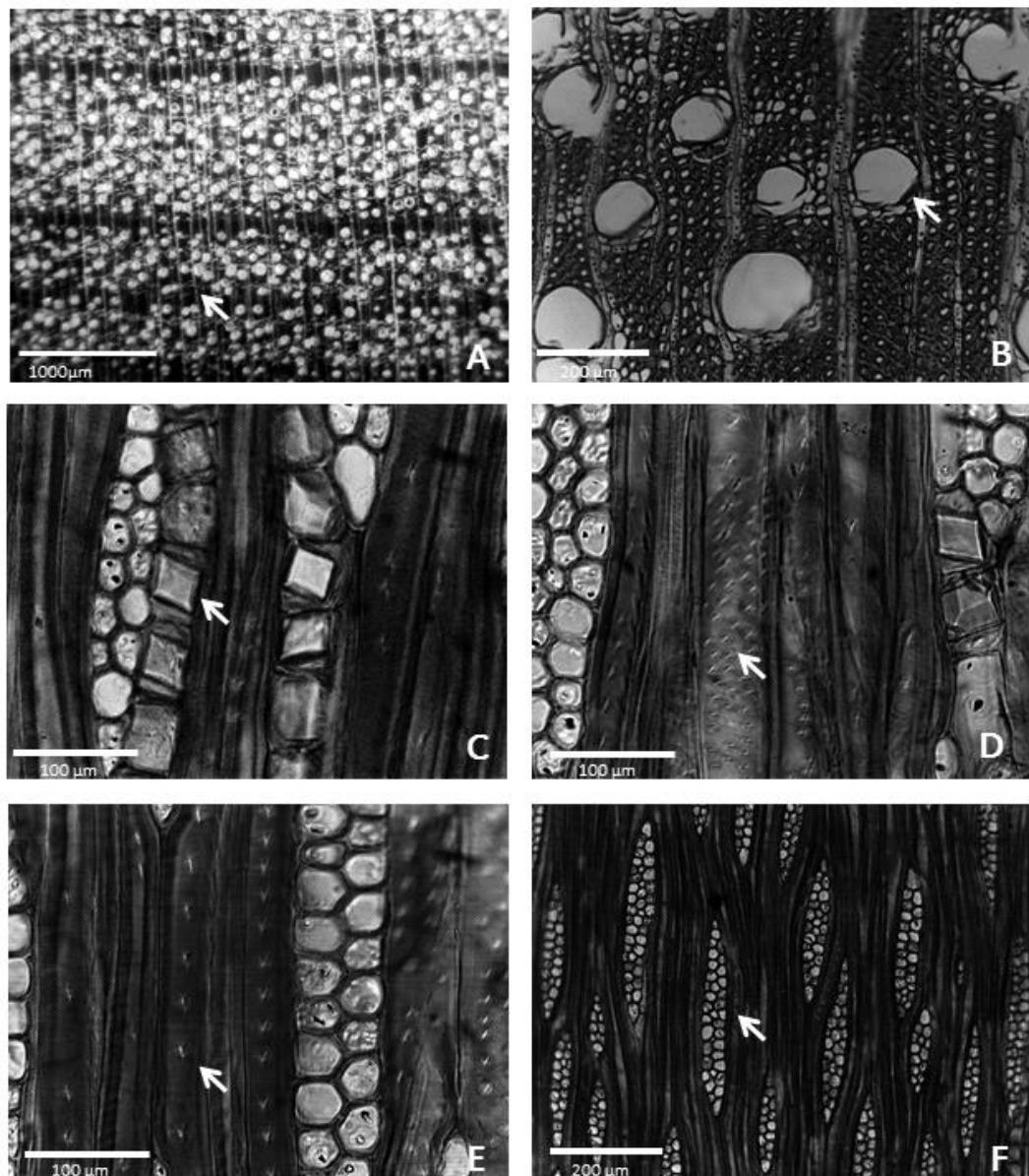


Figura 4: *Aspidosperma nobile* Müll.Arg. – A- vista macroscópica da seção transversal evidenciando camadas de crescimento distintas; B- poro com contorno angular; C- detalhe dos cristais associado aos raios D- pontoações alternas em elemento de vaso; E- pontoações no lúmen das fibras; F- raios bisseriados em seção longitudinal tangencial.

2.3.5 *Aspidosperma pachypterum* Müll.Arg.

Camadas de crescimento indistintas. **Poros** visíveis somente sob lente de 10x de aumento, difusos, arranjo tangencial, predominantemente solitários (%), com contorno circular, com diâmetro médio de 62,24 μm , em média com 5,86 vasos/ mm^2 , com comprimento médio de 353,22 μm . (tabela 2), placa de perfuração simples (Fig.5C), pontoações intervasculares alternas, pontoações raio vasculares com aréolas bem reduzidas até aparentemente simples, em observação macroscópica as linhas vasculares apresentaram-se de forma irregular em seção tangencial. **Fibras** com pontoações simples ou areoladas diminutas, com comprimento médio de 1092,66 μm (tabela 3), espessura média do lúmen de 3,83 μm e espessura média da parede de 7,40 μm , não septada. **Parênquima axial** visível somente sob lente de 10x de aumento (Fig.5A), paratraqueal difuso em agregado com três a quatro células por strand de parênquima. Foram observados cristais prismáticos em células do parênquima (Fig.5D). **Raios** visíveis a olho nu nas seções transversal e tangencial, não estratificado, constituído de células procumbentes, com uma fila de células marginais quadradas ou eretas (Fig.5E), predominantemente bisseriado (Fig.5B) (78%), unisseriado (20%) e trisseriado (2%), com largura média de 18,90 μm , altura média de 340,32 μm e 22,06 células, com frequência de 5,68 raios/ mm linear (tabela 3), em observação macroscópica o espelhado dos raios foi considerado pouco contrastado em seção radial. Observou-se cristais prismáticos associado aos raios (Fig.F). **Canais secretores axiais, Máculas medulares e Floema inclusos ausentes.**

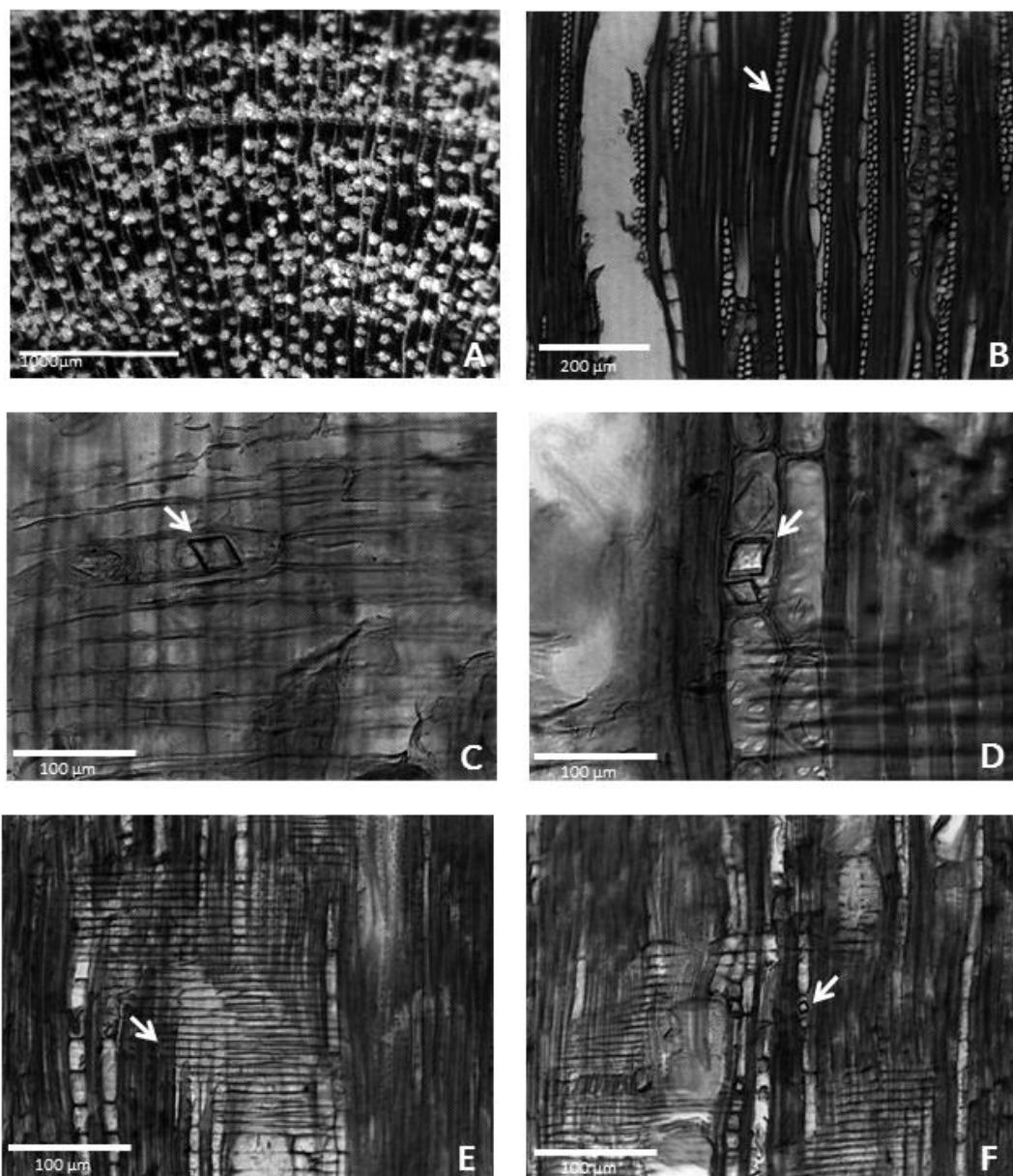


Figura 5: *Aspidosperma pachypteron* Müll.Arg.— A- vista macroscópica da seção transversal; B- raios unisseriados em seção tangencial; C- cristal prismático em células do raio; D- cristal prismático em célula de parênquima; E- composição celular radial; F- sequencia de cristais prismáticos.

2.3.6 *Aspidosperma spruceanum* Benth. ex Müll.Arg.

Camadas de crescimento indistintas. **Poros** visíveis a olho nu em observação macroscópica (Fig.6A), difusos, arranjo diagonal (Fig.6B), predominantemente solitário (98,80%) seguido de múltiplo de dois (1,20%), com contorno circular, com diâmetro médio de 170,68 μ m, em média de 6,72 vasos/mm², com comprimento médio de 564,98 μ m. (tabela 2), placa de perfuração simples, pontoações intervaginares alternas, pontoações raio vasculares com aréolas distintas semelhantes as intervaginares (Fig.6E), em observação macroscópica as linhas vasculares apresentaram-se de forma irregular em seção tangencial. **Fibras** com pontoações simples ou areoladas diminutas, com comprimento médio de 1778,83 μ m (tabela 4), espessura média do lúmen de 4,36 μ m e espessura média da parede de 12,88 μ m, não septada. **Parênquima axial** visível a olho nu em observação macroscópica, paratraqueal unilateral (Fig.6C), com três a quatro células por strand de parênquima. **Raios** visíveis a olho nu nas seções transversal e tangencial, não estratificado, com o corpo das células procumbentes principalmente com duas filas de células marginais quadradas ou eretas (Fig.6F), predominantemente trisseriado (74%), bisseriado (14%), unisseriado (10%) e tetrasseriado (2%), com largura média de 27,55 μ m, altura média de 297,31 μ m e 16,02 células, com frequência de 6,02 raios/mm linear (tabela 3), em observação macroscópica o espelhado dos raios foram considerados contrastado em seção radial. Observou-se presença abundante de cristais prismáticos nas células do raio (Fig.6D). **Canais secretores axiais, máculas medulares e floema inclusos** ausentes.

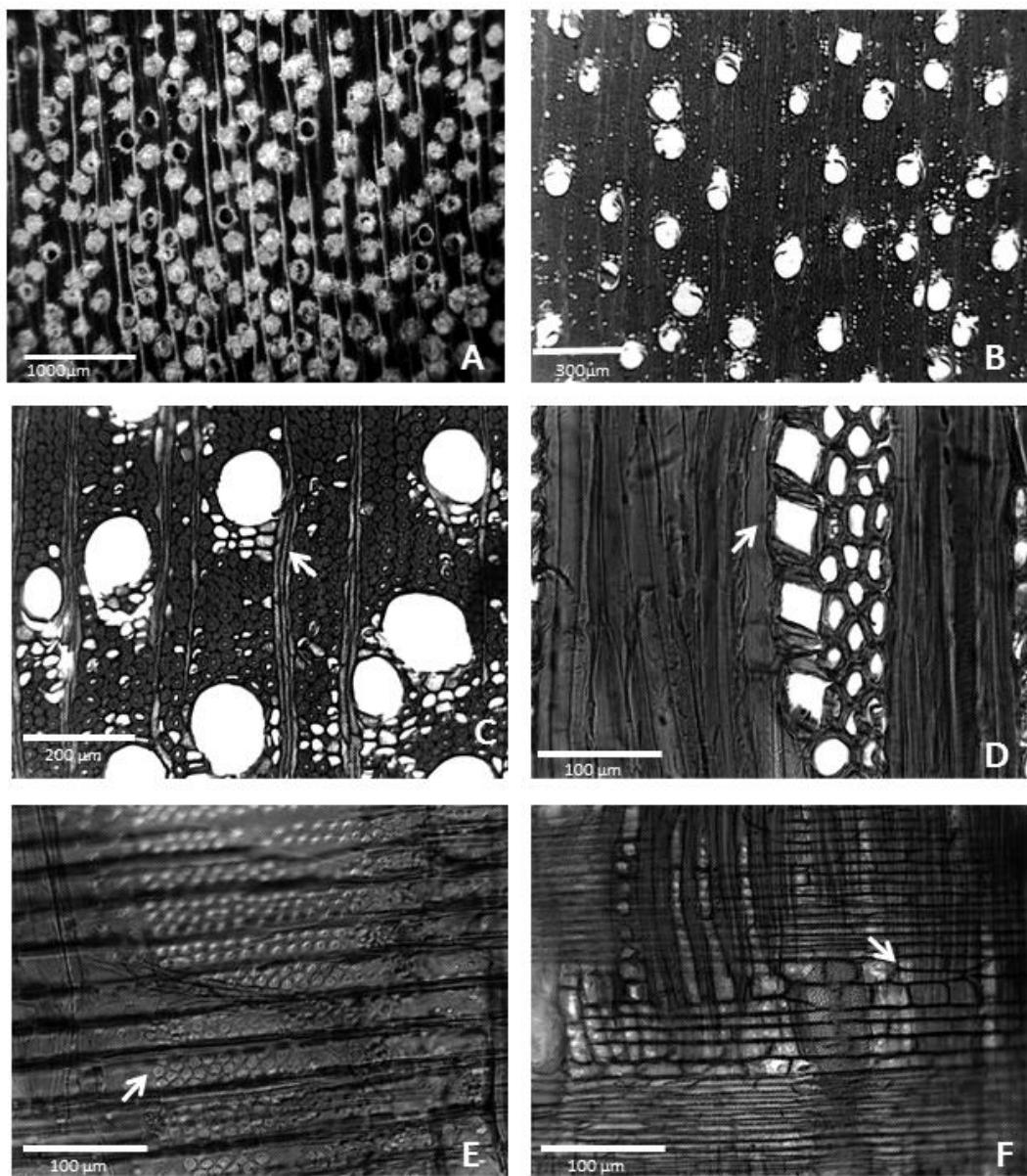


Figura 6: *Aspidosperma spruceanum* Benth. ex Müll.Arg. – A- vista macroscópica da seção transversal; B- vista microscópica da seção transversal ; C- detalhe do parênquima unilateral D- cristal prismático associado ao raio; E- pontoações raio vasculares; F- Composição celular do raio.

O xilema secundário de todas as espécies da seção *Nobilia* estudadas apresentou semelhanças entre si e concordam, em linhas gerais com o descrito por Record; Hess (1945) para a família. Para Paula; Alves (1997), 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.

No presente estudo, as espécies estudadas apresentaram peculiaridades que permitem distingui-las uma das outras.

O caracter “camadas de crescimento” foi observado apenas em *A. nobile*, apresentando-se destacada por zonas fibrosas mais escuras. No entanto, essas camadas não podem ser utilizadas para separação das espécies, tendo em vista que são respostas à alternância de condições ambientais com períodos favoráveis e/ou desfavoráveis, associada às condições ecológicas de crescimento dessas árvores (BOTOSO, 2011).

Todas as espécies apresentaram porosidade difusa, e Burger; Richter (1991) consideram o tipo de porosidade da madeira como uma característica anatômica suscetível a variações provocadas pela adaptação da planta às condições ecológicas, conferindo à madeira que apresenta este tipo de porosidade, maior resistência a esforços mecânicos; A presença de poros predominantemente solitários é também referida para numerosas espécies da família como em *Aspidosperma spruceanum*, *A. desmanthum* (REIS, 2015), *Aspidosperma album* (HERNÁNDEZ, 2011).

A placa de perfuração dos elementos vasculares é considerada por Lisboa (1989) como um caráter importante na distinção entre espécies. No entanto este apresentou-se comum a todas as espécies, sendo classificada como do tipo simples, concordando com Moglia *et al*, 2012 que observou o mesmo tipo de placa de perfuração em *Aspidosperma triternatum*. Lens *et al*, (2009), observou este tipo de placa de perfuração em exemplares das subfamílias *Apocynoideae* e *Periplocoideae* apresentando-se como uma característica comum às três subfamílias.

Para Carlquist (2013), o tipo de placa de perfuração é uma pista para o entendimento do grau de evolução das madeiras de Angiospermas, conferindo à madeira que apresenta placa de perfuração do tipo simples uma maior eficiência na condução de líquidos.

Na seção tangencial, todas as espécies apresentaram linhas vasculares irregular. De acordo com Reis (2008) esta irregularidade é influenciada pela grã, que faz referência às dimensões relativas e distribuições de células. Esta também é utilizada para indicar a

orientação das células do sistema axial, sendo sinônimo de direção de fibras, muitas vezes limitando o uso madeira para determinados fins.

No que diz respeito às fibras, de modo geral, estas se apresentaram curtas e com paredes de espessura média, não septada, com pontoações simples em *A. pachypterum*, *A. album*, *A. spruceanum* e *A. nobile*, destacando numerosas pontoações no lúmen desta última e pontoações areoladas em *A. araracanga* e *A. desmanthum*, apresentando em *A. desmanthum* espessamento anelar na parede e numerosos cristais. Cury (2002) observou cristais em células do parênquima axial em *A. polyneuron* concordando com Metcalfe; Chalk (1950) quando citam como característica comum a presença de cristais em Apocynaceae, sendo os de oxalato de cálcio mais frequentemente encontrados.

Quanto ao parênquima axial, para Alves; Angyalossy-Alfonso (2002) sua principal função é estocagem e mobilização de metabolitos, o que pode ser desempenhado também pelas fibras septadas. Metcalf; Chalk (1950) comentam que estes formam padrões úteis para a identificação de gêneros dentro de famílias. Neste sentido, o parênquima axial é a estrutura mais utilizada pelos anatomicistas para distinção de madeiras a nível macroscópico (REIS, 2008), bem como o arranjo dos vasos, porosidade entre outros. Este caractere apresentou-se útil na delimitação dos táxons, caracterizando-se do tipo paratraqueal aliforme de extensão losangular em *A. araracanga* e *A. album*, neste último sendo observado aletas muito finas, apotraqueal difuso em *A. nobile*, apotraqueal difuso em agregado para *A. pachypterum* e paratraqueal unilateral em *A. desmanthum* e *A. spruceanum*.

Para Kribs (1935, 1937) a especialização evolutiva do parênquima axial teria ocorrido de apotraqueal (difuso e difuso em agregados) para paratraqueal ou em faixas, a ausência ou raridade foi considerada primitiva, embora derivado do padrão difuso, sendo considerado por este o tipo primitivo. Enquanto que o parênquima radial (raios) teria evoluído de um padrão heterocelular para um homocelular.

Em relação aos raios, estes variaram quanto à composição nas espécies estudadas, apresentando-se somente com células procumbentes em *A. araracanga* e *A. album*, corpo das células procumbentes principalmente com duas a quatro filas de células marginais quadradas e/ou eretas em *A. spruceanum* e corpo das células procumbentes com uma fila de células marginais quadradas e/ou eretas nas demais espécies.

Todas as espécies estudadas apresentaram fibras não septadas, pontoações intervasculares alternas e pontoações raio vasculares semelhantes às intervasculares, estes, são

aspectos citados para representantes de *Aspidosperma* por Hernández (2011) e por Silva (2013) que descreveu anatomia de *A. discolor*.

Para Carlquist (1988), as vantagens evolutivas das pontoações alternas, estariam na aquisição de um vaso com paredes mais fortes, levando a possibilidade de aumento no tamanho da estatura das “eudicotiledôneas”, de desenvolvimento de elementos de vaso mais largos e no aumento da tensão do fluxo de transpiração.

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

Espécie	Comprimento (μm)				Diâmetro (μm)				Número de poros/mm ²			
	min	med	máx	DP	Min	med	máx	DP	min	med	máx	DP
<i>A. album</i>	178,31	436,59	764,19	144,22	68,63	123,24	191,22	28,13	3	4,96	8	1,39
<i>A. araracanga</i>	198,14	449,46	729,81	127,97	59,36	106,65	161,35	21,81	4	7,56	9	1,42
<i>A. desmanthum</i>	185,98	456,34	751,57	140,99	63,67	144,8	230,44	34,28	5	9,64	14	2,21
<i>A. nobile</i>	223,70	493,57	735,85	134,23	45,09	81,95	110,87	15,85	8	11,48	16	2,16
<i>A. pachypteronum</i>	208,77	353,22	583,19	89,61	45,48	62,23	77,15	8,65	5	5,86	12	1,90
<i>A. spruceanum</i>	295,07	564,98	910,96	136,38	77,33	170,68	246,6	42,43	4	6,72	11	1,90

Tabela 03: Dados quantitativos dos raios das espécies estudadas.

Espécie	Altura (μm)				Altura (nº células)				Largura (μm)				Largura (nº células)				Raios/mm linear			
	min	Med	máx	DP	min	med	máx	DP	min	med	máx	DP	min	med	max	DP	min	med	max	DP
<i>A. album</i>	163,56	369,25	561,85	93,63	10	18,72	30	5,17	14,24	25,79	36,75	5,37	1	2,46	3	0,67	3	5,34	7	0,91
<i>A. araracanga</i>	207,192	303,34	469,659	57,15	7	13,30	20	2,86	14,39	26,69	36,7	5,20	1	1,84	2	0,37	3	4,74	7	0,77
<i>A. desmanthum</i>	139,84	301,14	490,31	79,56	6	15,54	25	5,50	13,01	27,39	44,96	8,10	1	2,46	4	0,99	3	4,06	6	0,97
<i>A. nobile</i>	140,74	241,54	421,35	55,99	6	13,10	24	3,62	21,29	30,32	43,79	5,56	1	2,06	3	0,37	5	6,08	8	0,87
<i>A. pachypteronum</i>	202,24	340,32	512,32	67,50	13	22,06	34	5,57	5,91	18,90	32,03	5,04	1	1,82	3	0,43	4	5,68	8	1,30
<i>A. spruceanum</i>	169,14	297,31	487,30	78,14	9	16,02	25	3,84	9,53	27,55	38,03	5,74	1	2,68	4	0,68	4	6,02	8	1

Tabela 04: Dados quantitativos das fibras das espécies estudadas.

Espécie	Comprimento (μm)				Espessura lúmen (μm)				Espessura da parede (μm)			
	min	med	máx	DP	min	med	máx	DP	min	med	máx	DP
<i>A. album</i>	1228,62	1578,46	2120,25	198,98	2,19	4,42	8,74	1,46	7,50	11,31	15,41	1,68
<i>A. araracanga</i>	81,00	633,22	1971,83	580,65	2,51	4,66	7,96	1,22	4,89	8,03	10,39	1,32
<i>A. desmanthum</i>	1140,47	1504,31	2110,55	239,94	1,72	5,53	15,50	2,75	5,31	9,40	15,51	2,20
<i>A. nobile</i>	671,46	1239,58	1757,34	270,23	1,35	4,63	8,57	1,27	4,91	7,13	10,72	1,24
<i>A. pachypteronum</i>	739,29	1092,63	1427,14	168,44	0,60	3,80	8,44	1,72	4,47	7,40	11,06	1,65
<i>A. spruceanum</i>	1258,32	1778,82	2194,79	237,83	1,95	4,35	9,40	1,60	7,85	12,88	18,10	2,39

Tabela 05: Caracteres anatômicos na madeira úteis na delimitação dos táxons.

Espécie	Camada de crescimento	Tipo de parênquima	Composição celular radial	Tecido fibroso
<i>A. album</i>	Indistintas	Aliforme losangular de aleta finas	Somente células procumbentes	Simples
<i>A. araracanga</i>	Indistintas	Aliforme losangular	Somente células procumbentes	Areolada
<i>A. desmanthum</i>	Indistintas	Unilateral	Corpo com células procumbentes com uma fila de células marginais quadradas ou eretas	Areolada
<i>A. nobile</i>	Distintas	Difuso	Corpo com células procumbentes com uma fila de células marginais quadradas ou eretas	Simples
<i>A. pachypterum</i>	Indistintas	Difuso em agregado	Corpo com células procumbentes com uma fila de células marginais quadradas ou eretas	Simples
<i>A. spruceanum</i>	Indistintas	Unilateral	Corpo com células procumbentes com duas filas de células marginais quadradas ou eretas	Simples

Tabela 06: Caracteres anatômicos no pecíolo úteis na delimitação dos táxons.

Espécie	Epiderme	Formato do feixe vascular
<i>A. album</i>	Tricomas tectores	Arco aberto com extremidades introrsas (feixe acessório na porção central)
<i>A. araracanga</i>	Papilosa	Arco aberto com extremidades plana
<i>A. australe</i>	Papilosa	Arco semi aberto
<i>A. cylindrocarpon</i>	Papilosa	Arco aberto com extremidades eretas
<i>A. desmanthum</i>	Papilosa	Arco fechado com a superfície superior levemente côncava
<i>A. olivaceum</i>	Levemente papilosa	Arco fechado com superfície superior plana
<i>A. pachypterum</i>	Papilas epidérmicas abundantes	Arco aberto com extremidades introrsas
<i>A. pyrifolium</i>	Sem ornamentações	Arco aberto com dois feixes acessórios nas laterais superiores
<i>A. spruceanum</i>	Papilas alongadas	Arco fechado com superfície plana

Análise anatômica do pecíolo

No pecíolo em corte transversal, constata-se contorno dos seguintes tipos: 1) cilíndrico em *A. araracanga*, *A. album*, *A. desmanthum* e *A. australe*; 2) biconvexo em *A. pachypterus* e *A. pyrifolium*, sendo observado em *A. pachypterus* projeções laterais (Fig.13A); 3) convexo na face inferior e ligeiramente côncavo na face superior em *A. olivaceum* (Fig.12A); 4) plano convexo, com duas pequenas projeções nas extremidades laterais da face superior em *A. cylindrocarpon*; e 5) acanalado em *A. spruceanum* (Fig.15A).

A epiderme em todas as espécies estudadas é uniestratificada, recoberta por cutícula espessada em *A. olivaceum* (Fig.12B), ocorrendo invaginações da cutícula entre as paredes anticlinais das células em *A. araracanga* (Fig.8A). Não foram observadas ornamentações em *A. pyrifolium* (Fig.14A), enquanto que tricomas tectores foram observados em *A. album* (Fig.7A) e nas demais espécies papilas epidérmicas (Fig.10A), (Fig.11A), sendo abundantes em *A. pachypterus* (Fig.13B), levemente papilosa em *A. olivaceum* (Fig.12C) e alongadas em *A. spruceanum* (Fig.15B). A epiderme uniestratificada em *A. pyrifolium* também foi observada por Pacheco (1979) no estudo farmacognóstico desta espécie. Krentkowski; Duarte (2012) também observaram este padrão de epiderme para *A. olivaceum*. Tricomas tectores também foram descritos em *Forsteronia glabrescens* (Apocynoideae) por Larossa; Duarte (2006).

Subsequente a epiderme observamos a presença de cinco a sete camadas de células de colênquima lamelar em *A. album*, *A. australe*, *A. desmanthum*, *A. pachypterus* e *A. spruceanum* e sete a oito camadas em *A. araracanga*, *A. cylindrocarpon*, *A. pyrifolium* e *A. olivaceum*.

Abaixo das camadas de tecido colenquimático observamos o parênquima cortical com a presença de células aproximadamente isodiamétricas. Nesta região observa-se também presença de células esclerificadas dispersas (Fig.14B [seta]), sendo mais numerosas em espécies da seção *Nobilia*: *A. album* (Fig.7B), *A. araracanga* (Fig.8B), *A. desmanthum* (Fig.11B), *A. pachypterus* (Fig.13C) e *A. spruceanum*. Estas células possuem formato circular e parede espessada (Fig.15C); Reis *et al* (2013) também constatou a presença de células esclerificadas em *A. desmanthum* e *A. spruceanum* e comenta que é comum ocorrer este tipo de células nesta região cortical. Fibras esclerenquimáticas foram descritas em *Aspidosperma olivaceum* e *A. polyneuron* (KRENTKOWSKI; DUARTE, 2012).

Cristais prismáticos (Fig.11C), são observados nesta mesma região, estes podem estar dispersos pelo parênquima ou associado as células esclerificadas (Fig.10B), (Fig.12D), (Fig.12E); Franceschi; Horner Jr. (1980), comentam que os depósitos de cristais nos seus diferentes formatos e localização na planta, são formados pelo ácido oxálico, e a sua presença,

pode ser uma resposta à remoção do excesso do oxalato do sistema metabólico, armazenamento de cálcio e proteção contra o ataque de animais herbívoros; Estes cristais também foram observados ao longo de todo o tecido parenquimático (Fig.8C). Para Metcalfe; Chalk (1950), cristais de oxalato de cálcio ocorrem em Apocynaceae agrupados ou isolados.

Estruturas secretoras como: idioblastos, laticíferos, canais e cavidades são citadas como de comum ocorrência em Apocynaceae (SOLEREDER, 1908; METCALFE; CHALK, 1950). De acordo com Fahn (1979), os laticíferos estão agrupados em dois tipos principais: os laticíferos articulados e não-articulados; Demarco *et al* (2006) encontraram laticíferos articulados e ramificados em *Aspidosperma australe* Müll. Arg. (Rauvolfioideae) e *Blepharodon bicuspidatum* Fourn. (Asclepiadoideae) contrapondo Metcalfe; Chalk (1983) que descreveram laticíferos não-articulados e ramificados para a maioria das Apocynaceae.

Nas espécies estudadas observamos idioblastos (Fig.10C) e eventualmente estes apresentam conteúdo fenólico (Fig.7C). Estas estruturas também foram encontradas por Santos *et al.* (2013) analisando estruturas secretoras da lâmina foliar de *Parahancornia fasciculata*, concordando com Santos *et al.* (2009), quando citam que idioblastos são comuns tanto nos órgãos vegetativos como nos reprodutivos em representantes de Apocynaceae. Idioblastos com conteúdo fenólico também foram observados no pecíolo em outros representantes da família como por Baratto *et al.* (2009) realizando estudo farmacobotânico em *Himatanthus lancifolius* (Müll. Arg.) Woodson.

O sistema vascular é do tipo bicolateral, apresentando-se de diferentes formas: 1- arco fechado com superfície superior plana em *A. spruceanum* (Fig.15D) e *A. olivaceum* (Fig.12F); 2- arco aberto com extremidades introrsas em *A. album* (Fig.7D) e *A. pachypterum* (Fig.13D), sendo em *A. album* observado um feixe acessório na porção central; 3- arco aberto com extremidade plana em *A. araracanga* (Fig.8D); 4- arco semi aberto em *A. australe*; 5- arco aberto com extremidades eretas em *A. cylindrocarpon* (Fig.10D); 6- arco aberto com dois feixes acessórios nas laterais superiores em *A. pyrifolium* e 7- arco fechado com a face superior levemente côncava em *A. desmanthum* (Fig.11D). Esse padrão de arranjo bicolateral é uma característica típica da família (METCALFE; CHALK, 1950).

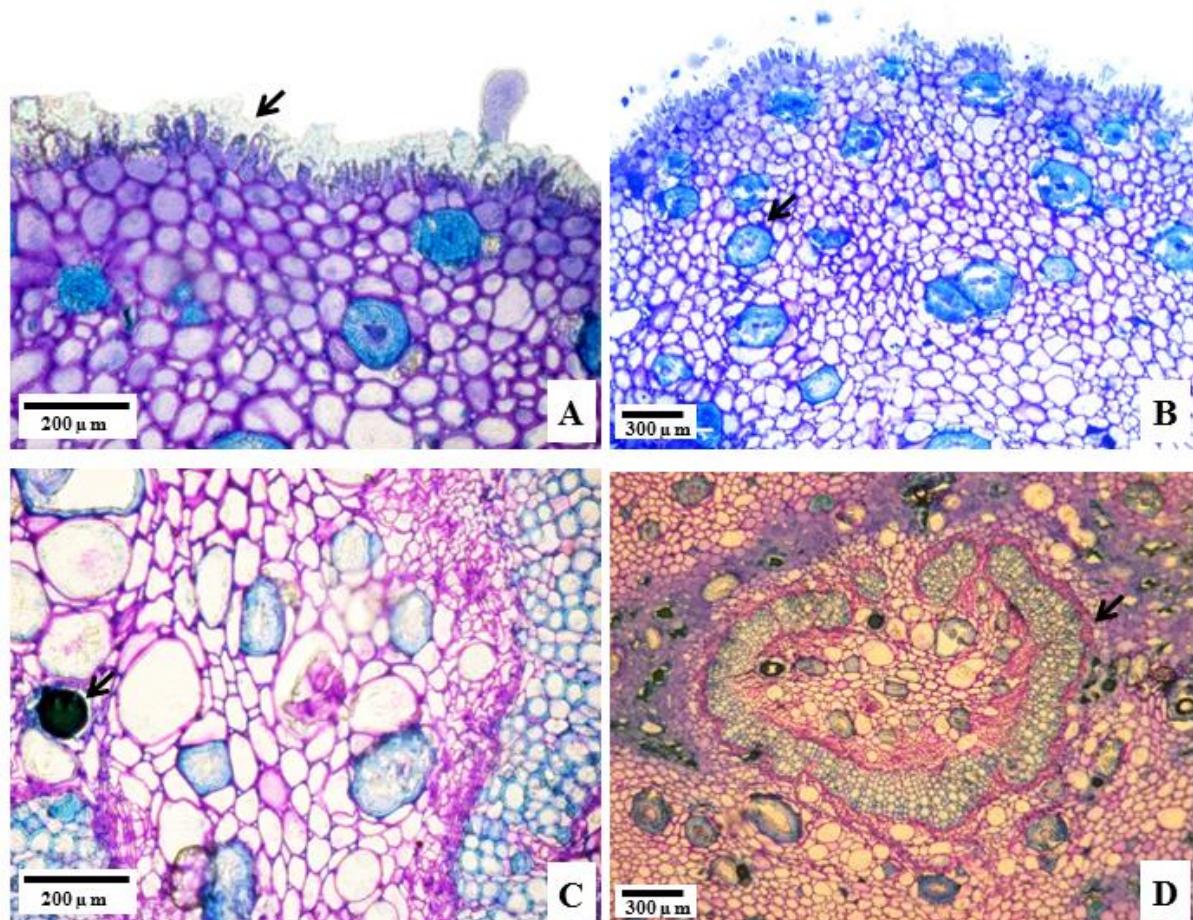


Figura 7: *Aspidosperma album* (Vahl) Benoist ex Pichon – A- Corte transversal do pecíolo evidenciando tricomas tectores; B- Células esclerificadas dispersas pelo parênquima cortical; C- idioblasto com conteúdo fenólico; D- Detalhe do feixe vascular.

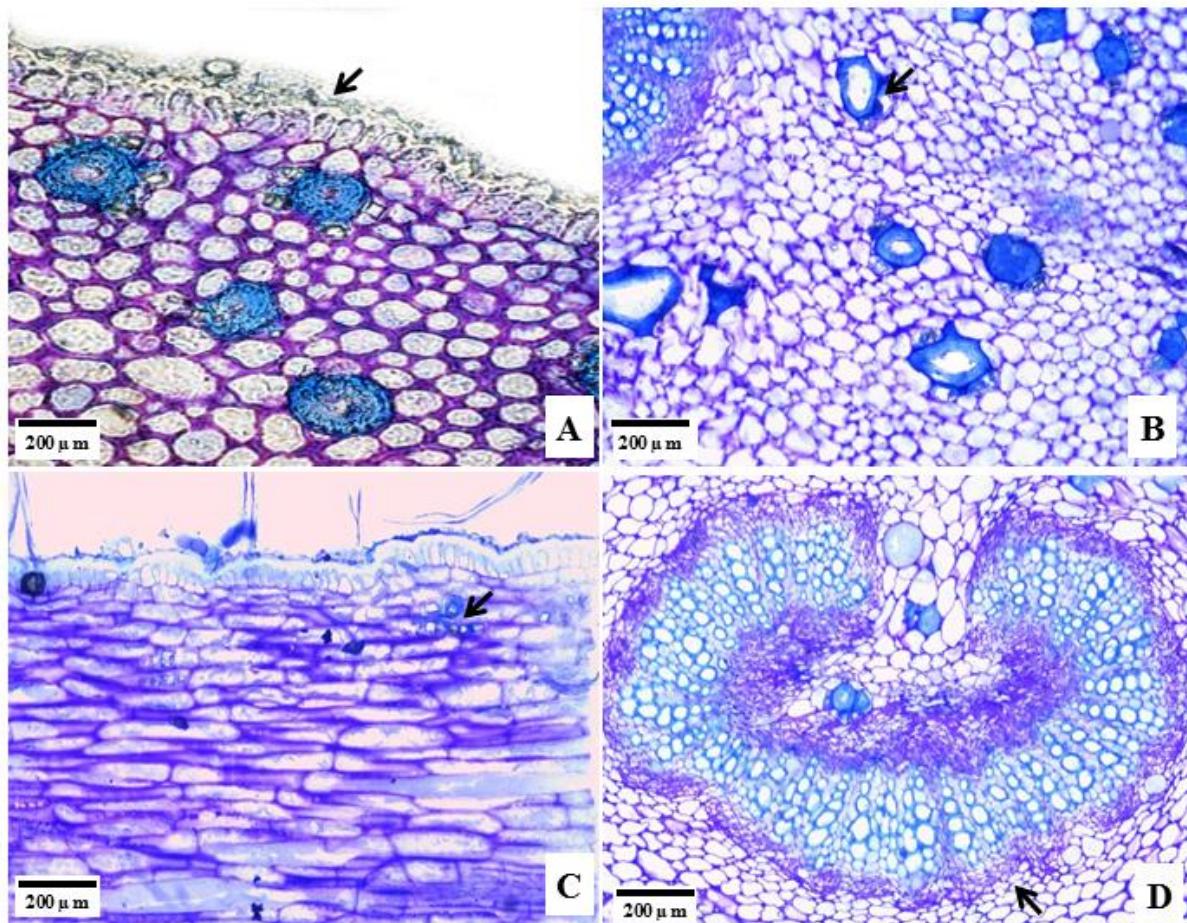


Figura 8: *Aspidosperma araracanga* Marcondes-Ferreira – A- Detalhe da cutícula entre as paredes anticlinais da epiderme ; B- Células esclerificadas dispersas pelo parênquima cortical; C- Série de cristais prismáticos vistos em seção longitudinal; D- Detalhe do feixe vascular.

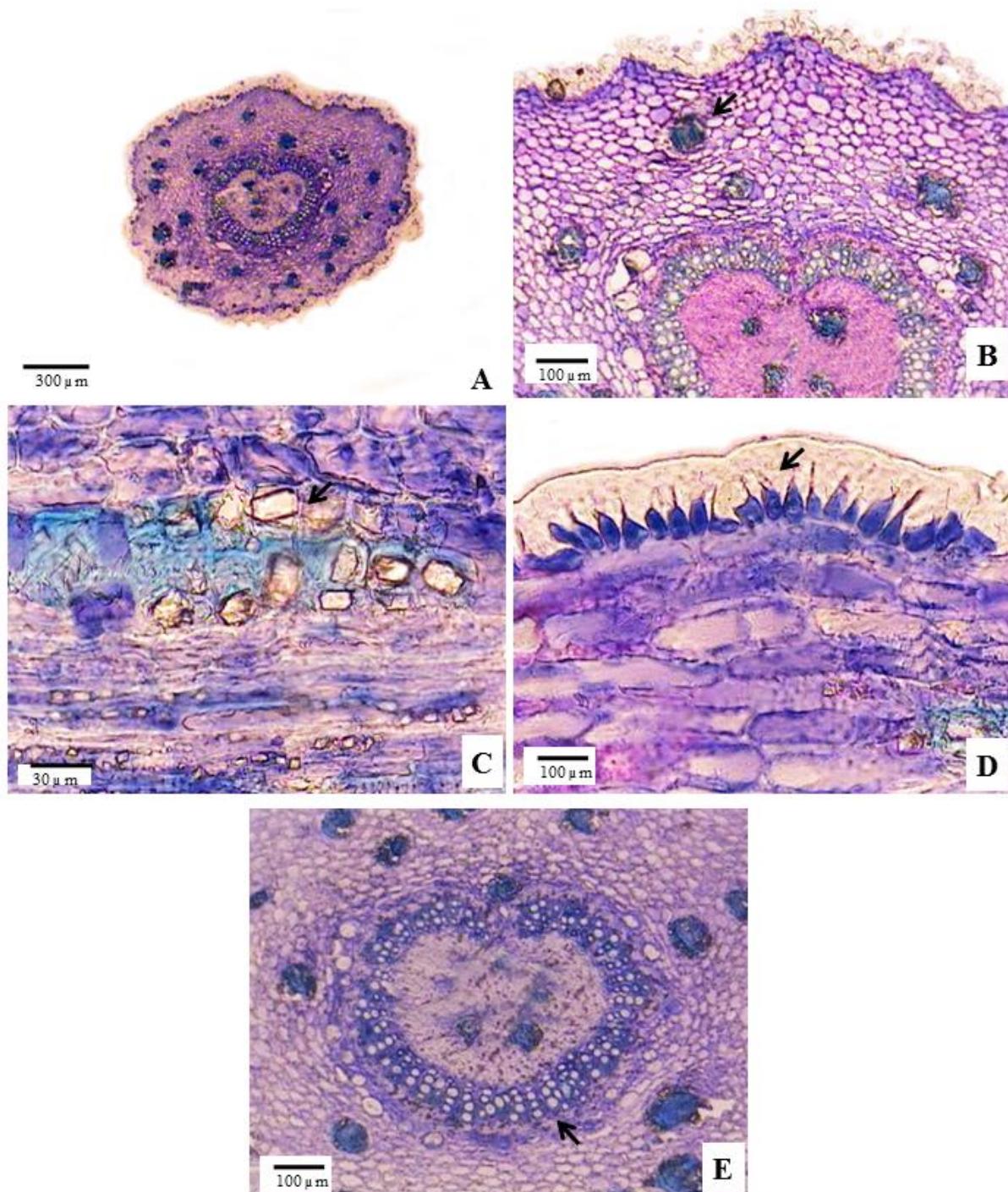


Figura 9: *Aspidosperma australe* Müll.Arg. – A- Contorno do pecíolo em seção transversal; B- Células esclerificadas no parênquima cortical; C- Cristais prismáticos em seção longitudinal; D- Detalhe das papilas epidérmicas; E- Detalhe do feixe vascular.

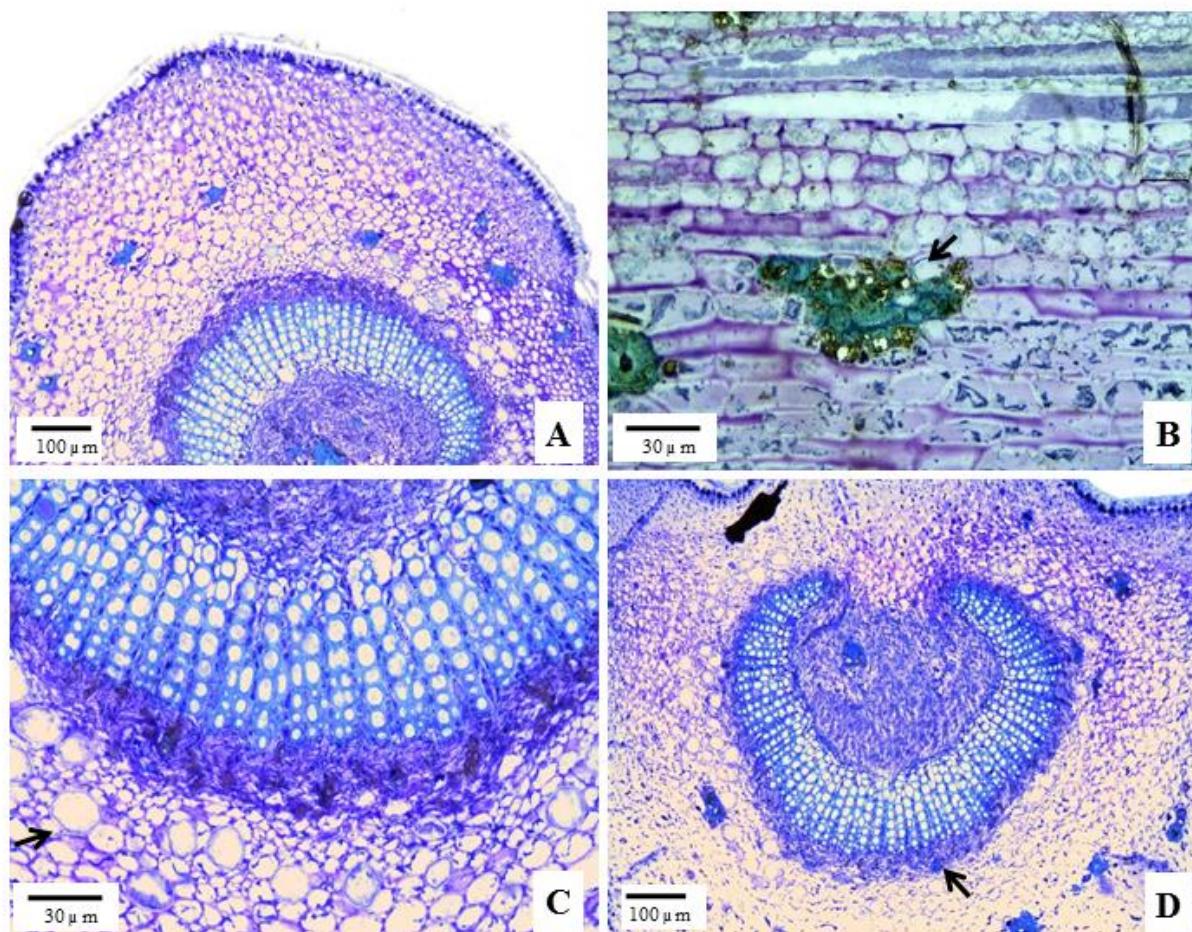


Figura 10: *Aspidosperma cylindrocarpon* Müll.Arg.- A- Epiderme do pecíolo em seção transversal; B- Agrupamento de cristais prismáticos aderidos a parede de célula esclerificada; C- Idioblastos próximo ao feixe vascular; D- Detalhe do feixe vascular.

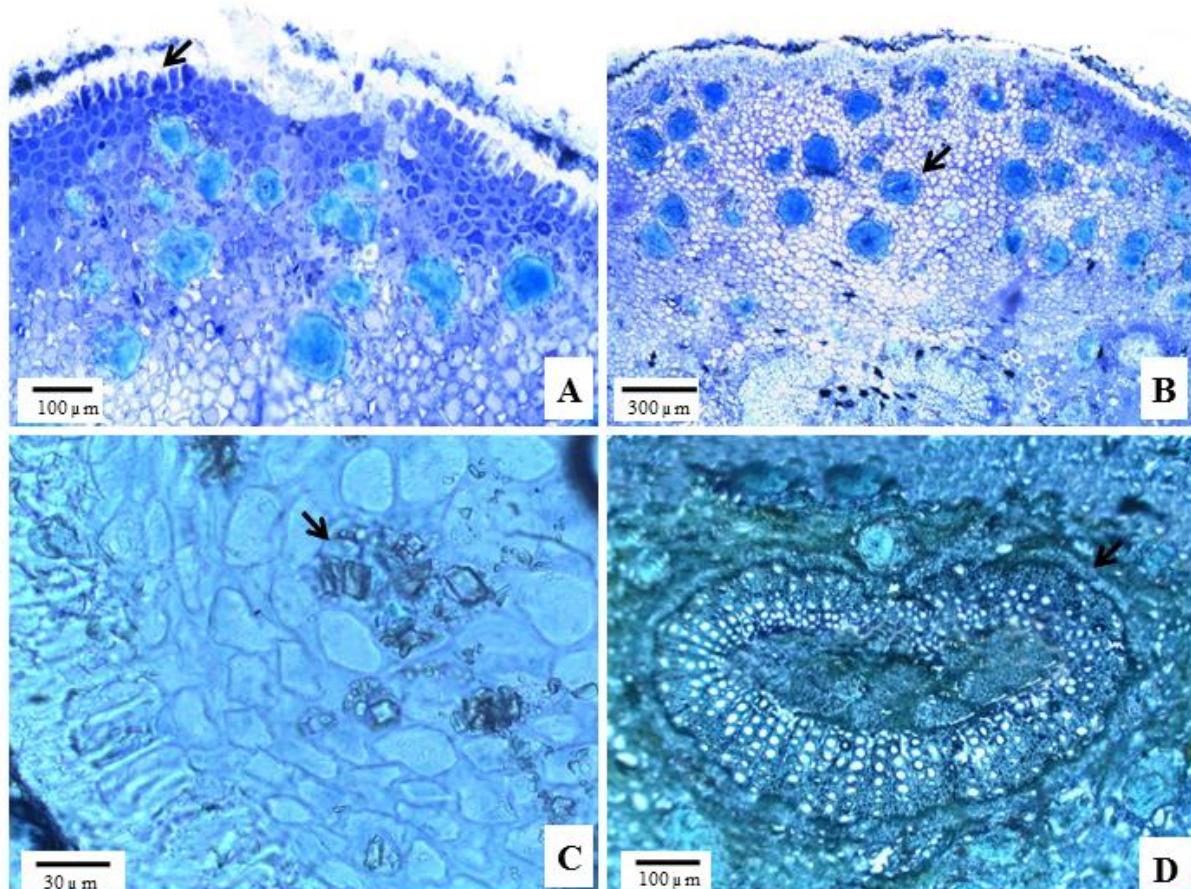


Figura 11: *Aspidosperma desmanthum* Benth. ex Müll.Arg. – A- Papilas na epiderme do peciolo em seção transversal; B- Células esclerificadas; C- Detalhe de agrupamento de cristais prismáticos na região cortical; D- Detalhe do formato do feixe vascular.

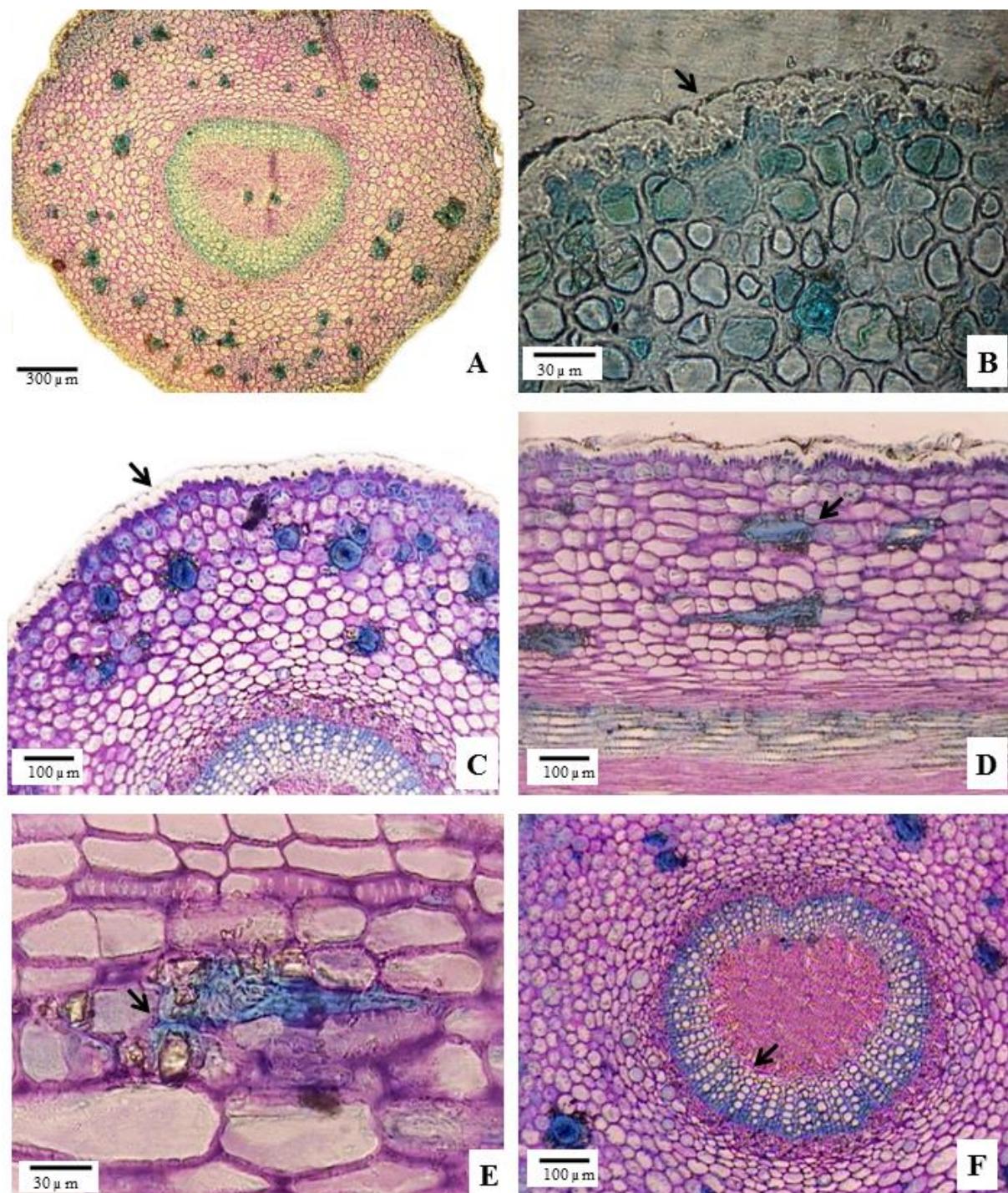


Figura 12: *Aspidosperma olivaceum* Müll.Arg. – A- Contorno do pecíolo; B- membrana cuticular espessada; C- epiderme levemente papilosa; D- cristais associados a fibras esclerenquimáticas; E- detalhe dos cristais aderidos a parede da fibra; F- feixe vascular.

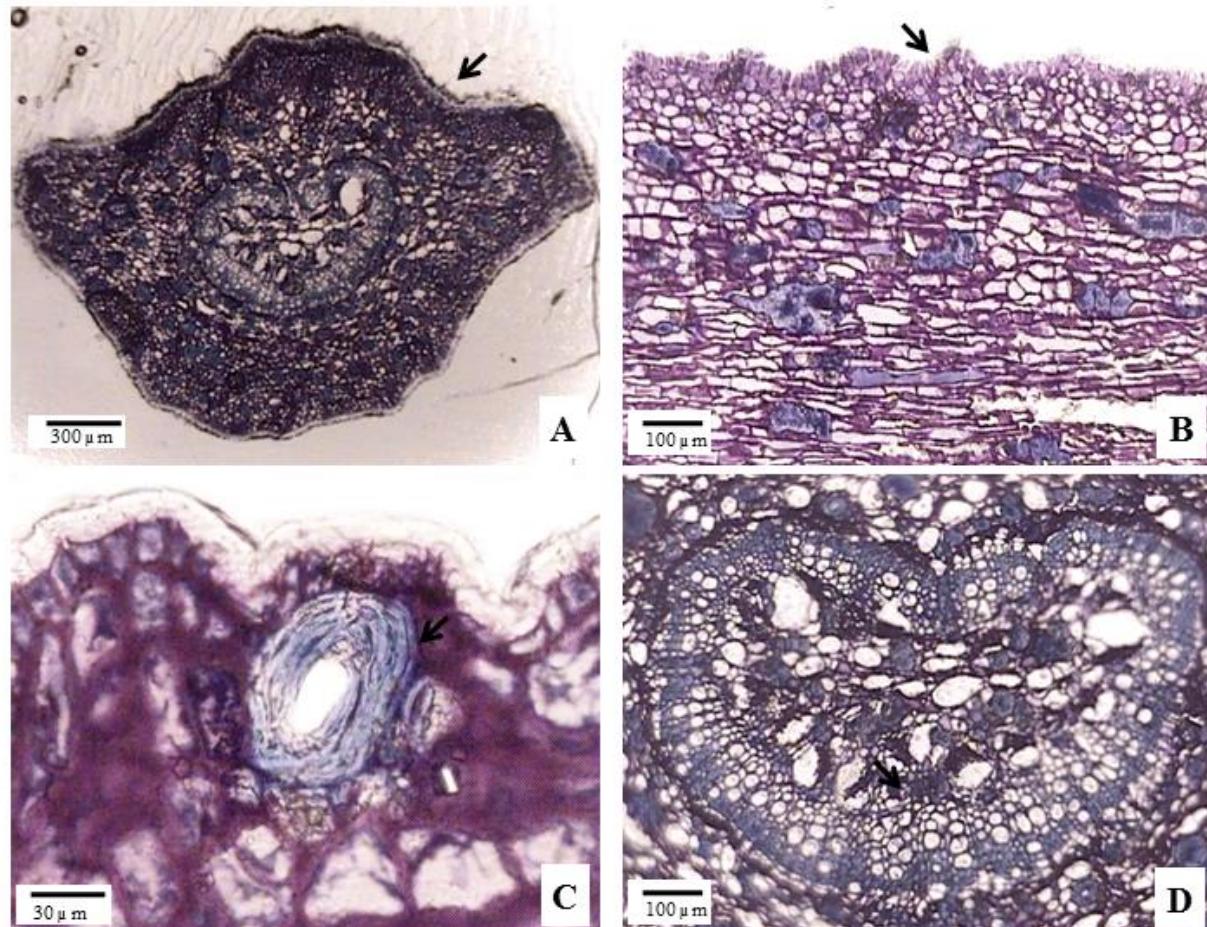


Figura 13: *Aspidosperma pachypterum* Müll.Arg. – A- Contorno do peciolo apresentando projeções laterais; B- Papilas epidérmicas abundantes na epiderme em seção longitudinal; C- Detalhe da parede de célula esclerificada; D- Detalhe do formato do feixe vascular.

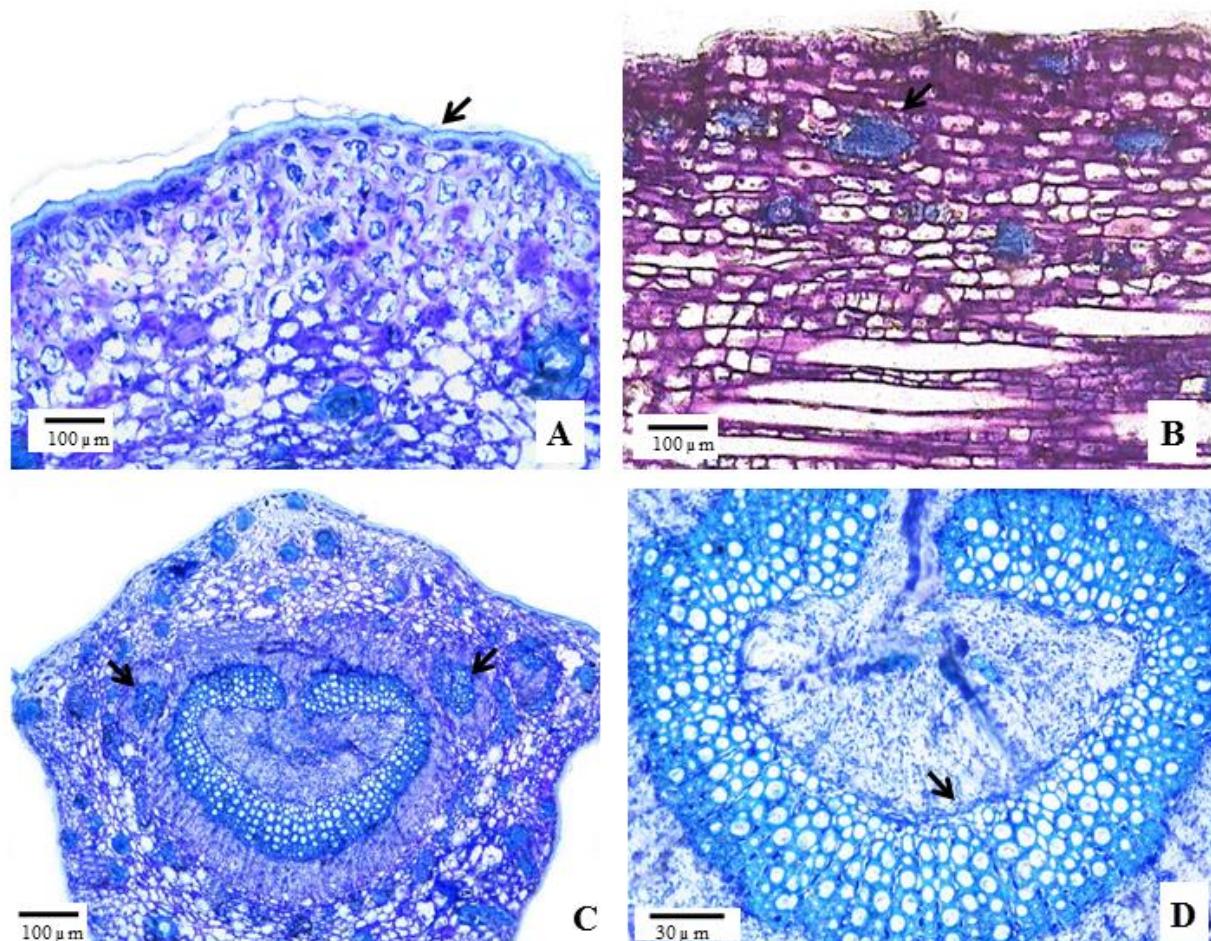


Figura 14: *Aspidosperma pyrifolium* Mart. – A- Epiderme do pecíolo sem ornamentações; B- Células esclerificadas na região do parênquima cortical; C- Feixe vascular com dois feixes acessórios; D- Detalhe do formato do feixe vascular.

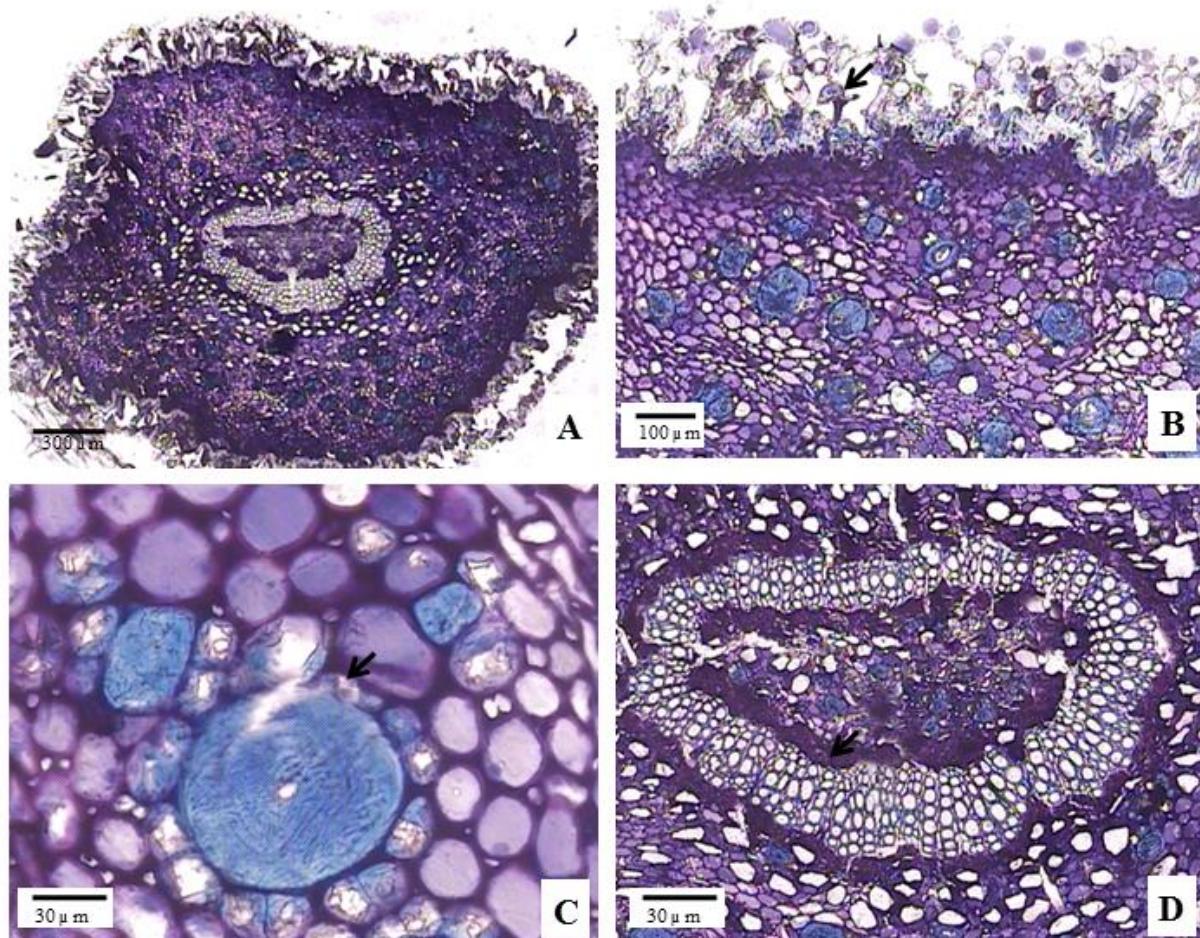


Figura 15: *Aspidosperma spruceanum* Benth. ex Müll.Arg. – A- contorno do peciolo; B- Papilas alongadas na epiderme ; C- esclereideo com formato circular e parede espessada; D- detalhe do formato do feixe vascular.

2.4- CONCLUSÕES

Não foram encontradas características diagnósticas para a seção *Nobilia*, no entanto é possível diferenciar as espécies entre si;

O parênquima axial observado microscópicamente é um caráter distintivo entre as espécies apresentando-se: Aliforme losangular com aletas finas em *A. album*, Aliforme losangular em *A. araracanga*, Unilateral em *A. desmanthum*, Apotraqueal difuso em *A. nobile*, Apotraqueal difuso em agregado em *A. pachypterus* e Unilateral em *A. spruceanum*.

No pecíolo as espécies da seção *Nobilia* apresentaram numerosas células esclarenquimáticas, a epiderme apresenta peculiaridades que nos auxiliam na delimitação dos táxons;

A organização dos feixes vasculares apresentou-se única em cada espécie.

REFERÊNCIAS

ALVES, E.S.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V. Ecological trends in the Wood anatomy of some Brazilian species. 2. Axial parenchyma, rays and fibres. **IAWA Journal** v.23 n.1 p.391-418. 2002.

APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.161, p.105–121. 2016.

BARATTO, L. C.; HOHLEMWERGER, S. V. A.; GUEDES, M. L. S.; DUARTE, M. R.; SANTOS, C. A. M. *Himatanthus lancifolius* (Müll. Arg.) Woodson, Apocynaceae: estudo farmacobotânico de uma planta medicinal da Farmacopeia Brasileira 1^a edição. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.20, n.05, p.651-658, Out./Nov. 2010

BOTOSO, Paulo César. **Identificação macroscópica de madeiras:** guia prático e noções básicas para o seu reconhecimento. Colombo: Embrapa Florestas, 2011.

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.

CARLQUIST, S. More Woodiness/Less Woodiness: Evolutionary Avenues, Ontogenetic Mechanisms. **Int. J. Plant Sci.** v.174, n.7, p.964-991. 2013.

CURY, G. Descrição da estrutura anatômica do lenho e sua aplicação na identificação de espécies arbóreas do Cerrado e da Mata Atlântica do Estado de São Paulo. 2001. 178f. Dissertação. (Mestrado em Recursos Florestais). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

DEMARCO, D.; KINOSHITA, L. S.; CASTRO, M. M. Laticíferos articulados anastomosados – novos registros para Apocynaceae. **Revista Brasileira de Botânica**, v.29, n.01. 2006.

ENDRESS, M. E.; Bruyns, P.V. A. revised classification of Apocynaceae *s.l.* **The Botanical Review**, v.66, n.01, p.1–56.2000.

ENDRESS, M. E.; SCHUMANN, S. L.; MEVE, U. An updated classification for Apocynaceae. **Phytotaxa**, v.159, n.03, p.175–194. 2014.

FRANCESCHI, V.R.; HORNER, H.T. Calcium Oxalate Crystals in Plants. *Botanical Review* n.46, v.04, p.361–427. 1980.

FRANKLIN, G. L. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood – resin composites, and a new macerating method for wood. *Nature*, v.155, n.3924, p.51. 1945.

GERRITS, P. O.; SMID, L. A. New, less toxic polymerization system for the embedding of soft tissue in glycol methacrylate and subsequent preparing of serial section. *Journal of Microscopy*, v.132, p.81–85. 1983.

IAWA COMMITTEE. List of microscope features for hardwood identification. *IAWA Bull. New Ser.*, v.10, n.03, p.234–332. 1989.

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

JOLY, A. B. **Botânica: Introdução à taxonomia vegetal.** 10 ed, v.4. São Paulo. 1991.

KAISER, E. Verfahren zur Herstellung einer tadellosen Glycerin-Gelatine. *Botanisch Zentralbl.* v.180, p.25–26. 1880

KRENTKOWSKI, F.L.; DUARTE, M.R. Morpho-anatomical analysis of *Aspidosperma olivaceum* and *A. polyneuron*, Apocynaceae. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, Curitiba, v. 22, n. 5, p. 937-945, 2012.

KRIBS, D.A. Salient lines of structural specialization in the wood rays of dicotyledons. *Bot Gaz* v.96. p.547–557. 1935

KRIBS, D.A. Salient lines of structural specialization in the wood parenchyma of dicotyledons. *Bull Torrey Bot Club* v.64, p.177–186. 1937.

LAROSSA, C. R. R.; DUARTE, M. do R. Anatomia foliar e caulinar de *Forsteronia glabrescens*, Apocynaceae. *Acta Farm. Bonaerense*. v.25, n.01, p.28–34. 2006.

LENS, F.; ENDRESS, M. E., BAAS, P., JANSEN, S.; SMETS, E. Vessel grouping patterns in subfamilies Apocynoideae and Periplocoideae confirm phylogenetic value of wood structure within Apocynaceae. *American Journal of Botany*. v.96, n.12, p.2168-2183. 2009.

LISBOA, P. L. B. Aspectos da anatomia sistemática do lenho de *Iryanthera* Warb. (Myristicaceae). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Botânica.** v.05,n02,p.83-134. 1989.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** Vol 1, 5. ed. São Paulo: Instituto Plantarum, 2008.

MARCONDES-FERREIRA, W.;KINOSHITA, L. S. Uma Nova divisão infragenérica para *Aspidosperma* Mart. (Apocynaceae). **Revista Brasileira de Botânica,** v.19, n.02, p.203–214. 1996.

METCALFE, C.R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons:** wood structure and conclusion of the general introduction. v.02. 2^a Ed. Clarendon Press, Oxford. 308 p.1983.

METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons.** Oxford, Claredon Press, v.02, 1950.

MOGLIA, J. G., GONZÁLEZ, D.; SÁNCHEZ, V. Anatomía del leño y dendrologia del quebracho lagunero *Aspidosperma triternatum* (Apocynaceae). **Boletim da Sociedade Argentina de Botânica.** n.47, v.1-2, p.15-22. 2012.

O'BRIEN, T. P.; FEDER, N.; MCCULLY, M. E. Polychromatic staining of plant cell wall by toluidine blue O. **Protoplasma,** vol. 59, n.02, p. 368-373, 1965.

OLIVEIRA, V. B. de. **Alcalóides indólicos de *Aspidosperma spruceanum* (Apocynaceae).** Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goyatacazes.124p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal).2008.

PACHECO, J. M. — Estudo farmacognóstico do *Aspidosperma pyrifolium* Mart. popularmente conhecido por pereiro-preto. **Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro,** Rio de Janeiro. v.23, p.115-125. 1979.

PAULA, J. E. de.; ALVES, J. L. H. **Madeiras Nativas - Anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso.** Brasília – DF. Editora Nacional. 1997, 777p.

PEREIRA, A. S. de S. Taxonomia de *Aspidosperma* Mart. (Apocynaceae, Rauvolfioideae) no Estado do Pará, Brasil. 2015. 149f. Dissertação. (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2015.

RECORD, S. J. & HESS, R. W. **Timbers of the New World.** Yale university Press. New

havem. p. 550 – 553. 1945.

REIS, A. R. S.; POTIGUARA, R. C. de V.; REIS, L. P. Anatomia foliar de *Aspidosperma* Mart. & Zucc. (Apocynaceae). **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.09, n.17; p.3206-3227. 2013.

REIS, A. R. S. Anatomia da madeira de quatro espécies de *Aspidosperma* Mart & Zucc. Comercializadas no estado do Pará, Brasil. **Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science)**. v.06, n.01, p. 47-62. 2015.

REIS, A. R. S. Anatomia foliar e do xilema secundário de espécies de *Aspidosperma* Mart. & Zucc. (Apocynaceae). 2008 93f. Dissertação. (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém. 2008.

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

SANTOS, A. C. F. dos; AGUIAR-DIAS, A. C A. de; AMARANTE, C. B. do; COELHO-FERREIRA, M. Estruturas secretoras da lâmina foliar de amapá amargo (*Parahancornia fasciculata*, Apocynaceae): histoquímica e doseamento de flavonoides. **Acta Amazônica**, v.43, n.04, p.407 – 414. 2013

SANTOS, M.C.A.; FREITAS, S.P.; AROUCHA, E.M.M.; SANTOS, A.L.A. Anatomia e histoquímica de folhas e raízes de vinca (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.09, p.24-30. 2009.

SILVA, M. dos S. Anatomia ecológica e potencial econômico da madeira de espécies nativas da Mata atlântica, Serra da jiboia, Bahia, Brasil. 2013. 194f. Dissertação (Mestrado em Botânica) — Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia. 2013.

SMITH, M. M.; SMITH, E. C. Anatomy of the inferior ovary of *Darbia*. **American Journal of Botany**. 1942.

SOLEREDER, H. **Systematic anatomy of the dicotyledons.** v.01. Claredon Press, Oxford. 1104 p. 1908.

SOUZA, V. C; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II.** 2^a ed., Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2012.

WOODSON JR., R. An interim revision of the genus *Aspidosperma*. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v.38, n.02, p.119–206. 1951.

ZANI, M. **Setor madeireiro – crescimento e risco.** 2014. Disponível em: <<https://www.scotconsultoria.com.br/noticias/artigos/36480/setor-madeireiro-%E2%80%93-crescimento-e-risco.htm> > Acesso em 28 mar. 2016, 10:45:12.