

Recebido: 10-05-2014 Aceito: 28-10-2014

Anatomia da madeira de quatro espécies de *Aspidosperma* Mart. & Zucc. Comercializadas no estado do Pará, Brasil

Alisson Rodrigo Souza Reis^{1*}¹ Doutor em Ciências Agrárias, Professor adjunto, Universidade Federal do Pará, Altamira, PA.

RESUMO A madeira do gênero *Aspidosperma* é usada com frequência no mercado madeireiro amazônico, ocasionando pressão sobre as suas espécies. O objetivo do presente trabalho foi caracterizar anatomicamente o lenho de *A. carapanauba*, *A. desmanthum*, *A. excelsum* e *A. spruceanum*, visando contribuir com a identificação e a distinção das espécies. Todas as espécies apresentaram vasos solitários, difusos, com placa de perfuração simples e pontoações parênquimo-vascular e raio-vasculares alternas. Em nível macroscópico, as espécies são semelhantes devido à textura fina, enquanto que microscopicamente, a principal diferença é o parênquima axial: (i) apotraqueal difuso em agregados em *A. carapanauba*, *A. excelsum* e *A. spruceanum*; (ii) paratraqueal aliforme losangular curto em *A. desmanthum*. Os raios são unisseriados a trisseriados em *A. spruceanum* e *A. carapanauba*; corpo formado por todas as células procumbentes, enquanto que em *A. excelsum* e *A. desmanthum*, o corpo é formado por células procumbentes e uma camada marginal de células quadradas ou eretas.

Palavras-chave: Amazônia, Apocynaceae; peroba; xilema secundário.

Wood anatomy of four *Aspidosperma* Mart. & Zucc species commercialized in the state of Pará, Brazil

ABSTRACT Wood of the genus *Aspidosperma* is frequently used in the Amazonian wood-based industries, causing anthropogenic pressure on the species. The aim of this study was to characterize anatomically wood of *A. carapanauba*, *A. desmanthum*, *A. excelsum*, and *A. spruceanum*, contributing to the identification and distinction of the species. All the species presented solitary, diffuse vessels, simple perforation plates, and alternate vascular parenchyma and vascular ray cells. At the macroscopic level, all the species were similar because of their thin wood texture, while microscopically the main difference involved the axial parenchyma: (i) apotracheal parenchyma diffuse-in-aggregates in *A. carapanauba*, *A. excelsum* and *A. spruceanum* and (ii) paratracheal parenchyma short lozenge-aliform in *A. desmanthum*. The rays are uniseriate and triseriate in *A. spruceanum* and *A. carapanauba*, and the body is formed by procumbent cells, whereas in *A. excelsum* and *A. desmanthum* the body is formed by a layer of procumbent cells as well as a layer of marginal square or erect cells.

Keywords: Amazon, Apocynaceae, peroba, secondary xylem.

Introdução

O Brasil detém um terço das florestas tropicais do mundo, sendo o principal produtor de madeiras duras para o mercado internacional em vista do esgotamento dos estoques asiáticos (LISBOA et al. 1991; SILVA et al. 2001; SCHOLZ 2002). A cobertura florestal brasileira representa 2/3 do território nacional, a qual é composta por florestas naturais e plantadas. As florestas naturais estão localizadas predominantemente na Amazônia, as quais cobrem 539 milhões de há. (ABIMCI, 2009).

Contudo, segundo INPE (2014), que monitora a redução do desmatamento desde 2004, a taxa de desmatamento teve aumento de 28% em relação ao ano de 2012 e, até 2010, aproximadamente 71 milhões de hectares de floresta Amazônica brasileira foram desmatadas. Somente três estados da Amazônia legal reduziram essa taxa: Amapá, Acre e Tocantins.

No ano de 1998, a região Amazônica produziu 42.000.000 m³ de madeira em toras e, em 2004, essa produção foi reduzida para 31.000.000 m³, sendo que neste ano, a Amazônia brasileira respondeu por 79% da produção total dos países amazônicos (LENTINI et al., 2005). Já em 2009, extraiu-se em torno de 14,2.000.000m³ de madeira em tora nativa, o equivalente a 3,5 milhões de árvores (SFB; IMAZON, 2010).

Ainda segundo o serviço florestal brasileiro - SFB e Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia- IMAZON (2010) aproximadamente 47% dessa matéria-prima foi extraída no estado do Pará. O volume de madeira em tora extraída em Mato Grosso correspondeu a 28% do total, enquanto que em Rondônia, representou 16%. O restante (9%) ocorreu nos estados do Acre e Amazonas (3% cada), seguido do Amapá, Maranhão e Roraima (com cerca de 1% cada um). Não houve produção madeireira estatisticamente significativa no estado do Tocantins.

Entre 2006 e o primeiro semestre de 2014, somente o estado do Pará comercializou cerca de 23 bilhões de m³ de madeira tropical, cujo o valor econômico correspondeu em cerca de três trilhões de reais (SEMA, 2014), tornando-se o principal estado brasileiro na comercialização desse produto. Em 2004, o estado do Pará possuía 33 polos distribuídos em cinco zonas madeireiras: central, estuarina, leste, oeste e sul. A indústria madeireira está concentrada nas zonas leste e no estuário, os quais representam conjuntamente 74% da produção madeireira do estado; e os outros 26% nas demais zonas (LENTINI et al. 2005).

No estado do Pará, os principais municípios exportadores de madeira são: Belém, Ananindeua e Paragominas que representaram aproximadamente 39% das exportações. Apesar de todo este potencial, o setor florestal paraense encontra-se em crise devido à baixa cotação do dólar e, principalmente a escassez de matéria-prima (madeira).

Um dos motivos para esta escassez é o desconhecimento técnico e científico das espécies amazônicas. Outro é a troca involuntária ocasionada pela semelhança externa das madeiras comercializadas, o que tem comprometido o mercado madeireiro (LOUREIRO et al. 2000).

Devido à troca involuntária das madeiras amazônicas, vários trabalhos têm sido desenvolvidos, auxiliando órgãos de fiscalização, tais como o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA e alfândega, na fiscalização e reconhecimento dessas madeiras.

Nesse contexto, encontram-se as madeiras de Apocynaceae que apresentam boa qualidade, com várias espécies do gênero *Aspidosperma* consideradas nobres e com uso indiscriminado.

Na Amazônia, é comum espécies diferentes serem tratadas com o mesmo nome popular devido à semelhança externa das propriedades organolépticas, principalmente a

cor, o cheiro, textura e durabilidade. Essas características, aliadas ao difícil reconhecimento empírico das estruturas a olho nu, tem ocasionado trocas involuntárias no comércio madeireiro amazônico.

Os trabalhos clássicos sobre o xilema secundário da família são: Paula; Alves (1997), Record; Hess (1945), os quais descreveram a madeira da família de modo geral.

Quanto ao gênero *Aspidosperma* Mart. & Zucc., o primeiro trabalho foi realizado por Milanez (1939), que descreveu a madeira de 30 espécies, contribuindo imensamente com pesquisas anatômicas do gênero. Contudo, por se tratar de um clássico, a terminologia necessitava de atualização, uma vez que este trabalho foi realizado 50 anos antes da terminologia ter sido definida no meio científico. O segundo trabalho foi realizado por Record; Hess (1945) que compilou relatos científicos do xilema secundário da família. Rizzini (1971) estudou o lenho de 10 espécies, incluindo *A. desmanthum* Benth. ex. Mull. Arg.. Mainieri; Chimelo (1989) descreveram três espécies ocorrentes no sul e sudeste do país e Loureiro et al. (1979a, 1979b e 2000) também estudaram a madeiras de três espécies.

Analisando os relatórios da secretaria do meio ambiente do Estado do Pará (SEMA), verifica-se a presença de espécies diferentes classificadas com nomes vernacular e também diversos nomes vernaculares para uma mesma espécie.

Dessa maneira, a anatomia é uma ferramenta indispensável, uma vez que, a SEMA não obriga o registro e depósito do material botânico em herbários de referência. Aliado a isso, as espécies são de difícil reconhecimento em campo, dificultando o reconhecimento taxonômico a nível de gênero. Buscando contribuir com esta lacuna, este trabalho tem como objetivo descrever o xilema secundário de quatro espécies de *Aspidosperma*, fornecendo dados científicos que

permitam a identificação macro e microscópica para auxiliar os órgãos de fiscalização e o comércio legal.

Material e Métodos

Amostragem e preparo do material

As amostras foram obtidas na xiloteca Walter A. Egler, do Museu Paraense Emílio Goeldi e na EMBRAPA Amazônia Oriental (Tabela 1). Estas amostras possuem material botânico devidamente identificado e incorporado aos herbários das respectivas instituições.

Em laboratório, foram confeccionados corpos de prova (2x2x3 cm) conforme orientações para estudos em anatomia de madeira, visando uma melhor visualização das estruturas celulares.

Análise macroscópica e microscópica do lenho

Para essas avaliações, seguiu-se a metodologia empregada por Reis et al. (2011).

Os corpos de prova foram aplainados em micrótomo de deslize para melhor visualização das estruturas celulares. Estas estruturas foram visualizadas com o auxílio de lupa conta-fio com aumento de 10 vezes e estereomicroscópio, marca MOTIC. As imagens da superfície transversal das amostras foram feitas com o *Software Motiplus 2.0*. As descrições atenderam às normas de Coradin; Muniz (1992).

Análise da estrutura microscópica do lenho

Microscopia óptica: Os corpos de prova foram imersos e fervidos em água e etilenodiamida (1%) para amolecimento e, em seguida, seccionados em micrótomo de deslize *reitch* na espessura de 15-20 μm , nos três planos. Estas seções foram clarificadas com hipoclorito de sódio à 10%, lavadas em água destilada, desidratadas até etanol 50%, coradas com safranina

Tabela 1: Espécies estudadas de *Aspidosperma* Mart. & Zucc. (Apocynaceae) e suas respectivas coleções.**Table 1:** *Aspidosperma* Mart. & Zucc. (Apocynaceae) species and their collection.

| Nome científico | Nº de referência | Herbário | Procedência | Coletor, nº da coleta, data da coleta |
|--|------------------|-----------------------|---|--|
| <i>Aspidosperma carapanauba</i> Pichon. | 2081 | 64631-MG | Km 238 da estrada BR -174 Núcleo Juína, área urbana, MT | Silva, M. G. 4300 17/01/1979 |
| | 5452 | 150265- MG | Companhia Florestal Monte Dourado, Jari, PA | Silva, N. T. 5183 02/10/1979 |
| <i>Aspidosperma desmanthum</i> Benth. Ex Müll. Arg. | 1511 | 55027-MG | Rio Juruema, margem do rio, MT | |
| | 274 | 115396-IAN 136839- | PA | Silva, M. G. & Maria, J. 3375 |
| | 278 | IAN140476- | PA | 18/07/1977 |
| | 279 | IAN | PA | |
| <i>Aspidosperma excelsum</i> Benth. | 2203 | 63246 - MG | Campo base do RADAM Brasil, rod. BR 41, entre ponte Lacerda e MT. | Pires, J. M. 16347 02/08/1978 |
| | 3565 | 82422 - MG | Reserva Florestal do Mocambo (EMBRAPA) ár. 8-26-73, PA | Lima, M. R. & Bahia, R. P. 3 11/01/1983 |
| <i>Aspidosperma spruceanum</i> Benth. Ex Müll. Arg. | 3520 | 54976 - MG | Rio Juruena, MT | Silva, M. G. & Maria, J. 3323 11/07/1977 |
| | 3564 | 82421 - MG | Reserva Florestal do Mocambo (EMBRAPA) ár. 8-20-40, PA | Lima, M. R. & Bahia, R. P. 2 11/01/1983 |

hidro-alcóolica à 1%, desidratadas em série alcoólica etílica e butílica, selecionadas e montadas em lâmina de vidro com bálsamo do Canadá (KRAUS; ARDUIN, 1997).

Para o processo de maceração, pedaços do lenho nos planos longitudinais foram transferidos para pequenos recipientes de vidro com solução macerante (ácido acético glacial e água oxigenada 120 vol), levados a estufa à 60°C por 24 horas, e posteriormente lavados com água corrente (FRANKLIN, 1945).

Para as descrições morfológicas, contagens e mensurações, foram montadas lâminas temporárias com glicerina, sendo as células dissociadas e coradas com safranina à 1% e, visualizadas sob microscópio LEICA,

acoplado a câmera de vídeo SONY e sistema de análise de imagens, com auxílio do *Software Visilog 5.1*.

A descrição microscópica do lenho das espécies foi realizada de acordo com as normas da Associação Internacional de Anatomistas da Madeira (IAWA, 1989) e as imagens, nos três planos de cortes, foram obtidas através do *Software Avertv*, pelo qual o microscópio LEICA está acoplado ao microcomputador.

Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV): Para este procedimento seguiram-se as recomendações de Silveira (1989) com modificações, descritas a seguir. Foram selecionados cortes histológicos com espessura entre 20-25

µm, os quais foram desidratados em série etílica e butílica e então aderidas às lâminas de vidro com auxílio de fita dupla face, e cobertas com 20 nm de ouro, observadas e documentadas em microscópio eletrônico LEO modelo 1450 VP em aceleração de 10 a 15 Kv e°. Para a identificação dos elementos químicos constituintes dos cristais e sílica, foi utilizado detector de raio-X de Si-li, com janela Be, acoplado ao MEV.

Resultados

Aspidosperma carapanauba Pichon.

Nome vulgar: carapanauba e araracanga.

Características gerais: Madeira pesada e dura ao corte na secção transversal, cerne e alburno indistintos de coloração castanho rosados, o que evidencia cor rósea quando em contato em meio aquoso, aspecto fibroso atenuado, grã irregular e textura fina.

Camadas de crescimento pouco distintas, delimitadas pelo espessamento da parede das fibras (Figura 1A); **Vasos** visíveis somente com o auxílio de lente; difusos; arranjo tendendo ao diagonal; exclusivamente solitários (99,92 %) (Figura 1B), raros múltiplos de dois (0,08 %) contorno circular; diâmetro tangencial médio de 124,46µm; frequência média de 28,22 vasos/mm²; elementos vasculares com comprimento médio de 701,93µm (Tabela 2); placas de perfuração simples; pontoações parênquimo-vasculares alternas e guarnecidas (Figura 1F); pontoações raio-vasculares com aréolas distintas, semelhantes às parênquimo-vasculares, linhas vasculares estão dispostas de forma irregular em secção tangencial; **Fibras** com pontoações areoladas distintas, não septadas, comprimento médio de 1559,69 µm, (Tabela3); espessura média da parede de 10,73 µm; largura média do lume de 5,33 µm; **Parênquima axial** visível somente sob lente; apotraqueal difuso, difuso em

agregados tendendo a formar linhas (Figura 1B); três a quatro células por série de parênquima; (Figura1E); **Raios** visíveis sob lente de aumento nas secções transversal e tangencial; não estratificados; corpo constituído somente por células procumbentes (Figura 1D); predominantemente bisseriados (86%) (Figura 1C), unisseriados (8%) e trisseriados (6%), largura média de 21,05 µm; altura média de 351,05 µm e 24 células; frequência média de 12,12 raios/mm (Tabela4); o brilho dos raios pouco contrastado em secção radial; **Cristais prismáticos** em câmaras foram observados nas células do parênquima axial(Figura1E), nas fibras e nos raios.

Aspidosperma desmanthum Benth. ex Müll. Arg.

Nome vulgar: araracanga

Características gerais: Madeira pesada e dura ao corte na secção transversal, cerne e alburno indistintos de coloração castanho rosados, o que evidencia cor rósea quando em contato em meio aquoso, aspecto fibroso atenuado, grã direita e textura fina.

Camadas de crescimento indistintas; **Vasos** visíveis a olho nu; difusos; arranjos com padrões indefinidos; exclusivamente solitários (98,26%) (Figura 2B) seguidos de múltiplo de dois (1,50%) e múltiplos de três (0,24%), com contorno circular, diâmetro médio de 116,92 µm, em média de 27,12 vasos/mm²; elementos vasculares com comprimento médio de 667,73 µm (Tabela 2); placas de perfuração simples; pontoações parênquimo-vasculares alternas (Figura 2E); pontoações raio-vasculares com aréolas distintas; semelhantes às parênquimo-vasculares; linhas vasculares retilíneas em secção tangencial; **Fibras** com pontoações areoladas distintas; não septada; com comprimento médio de 1548,54 µm, espessura média da parede de 9,86 µm e largura média do lume de 5,48 µm (Tabela3); **Parênquima axial** visível somente sob lente (Figura2A), predominantemente paratraqueal aliforme losangular, ocorrendo também difuso

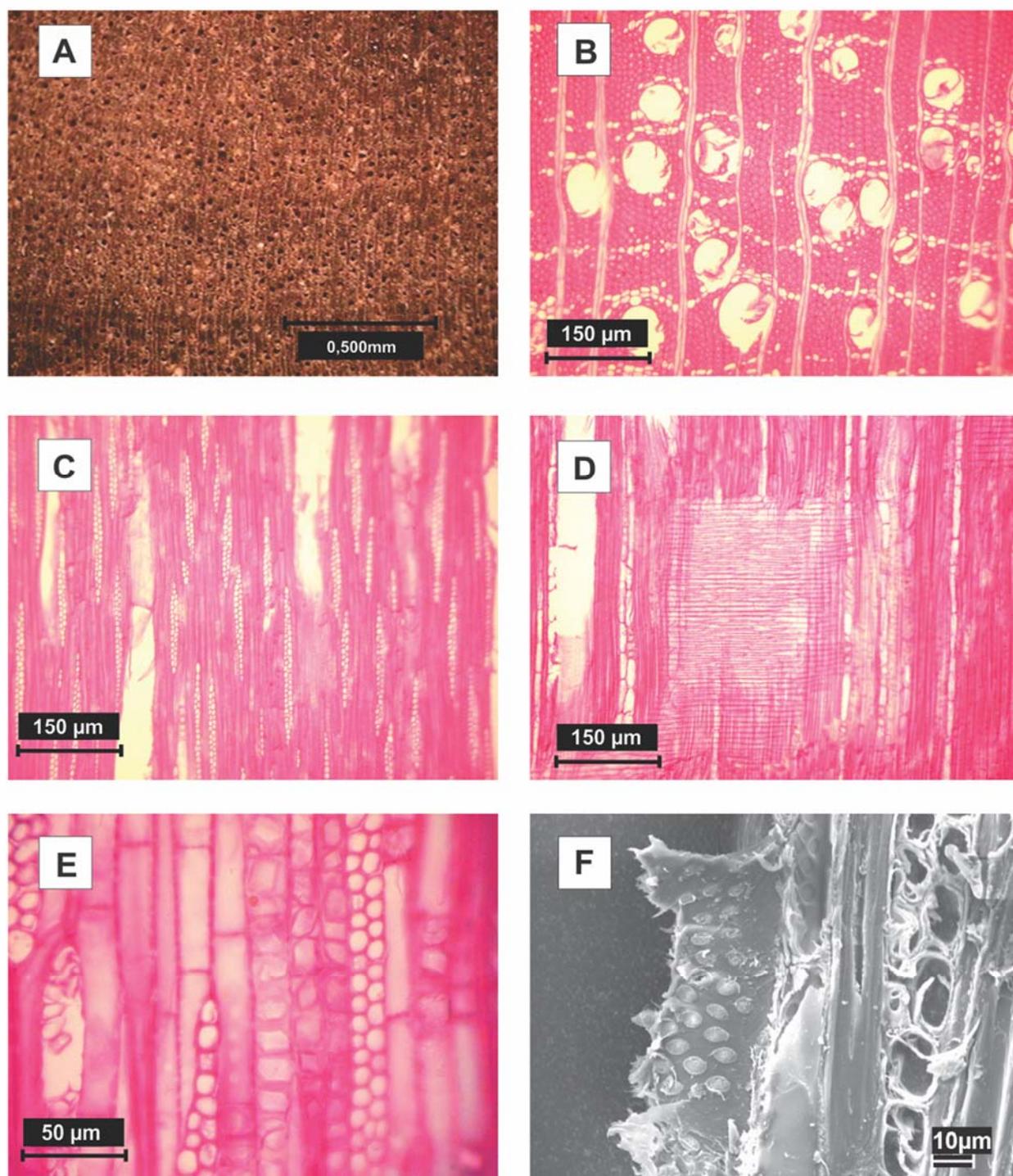


Figura 1. *Aspidosperma carapanauba*. A - vista macroscópica da seção transversal; B - vista microscópica da seção transversal; C - seção tangencial; D - seção radial; E - detalhe dos raios e cristais prismáticos de oxalato de cálcio; F - eletromicrografia das pontoações.

Figure 1. *Aspidosperma carapanauba*. A - macroscopic cross-sectional view; B - microscopic cross-sectional view; C-tangential section; D-radial section; E- Detail of rays and prismatic crystals of calcium oxalate; F- micrograph of the pits.

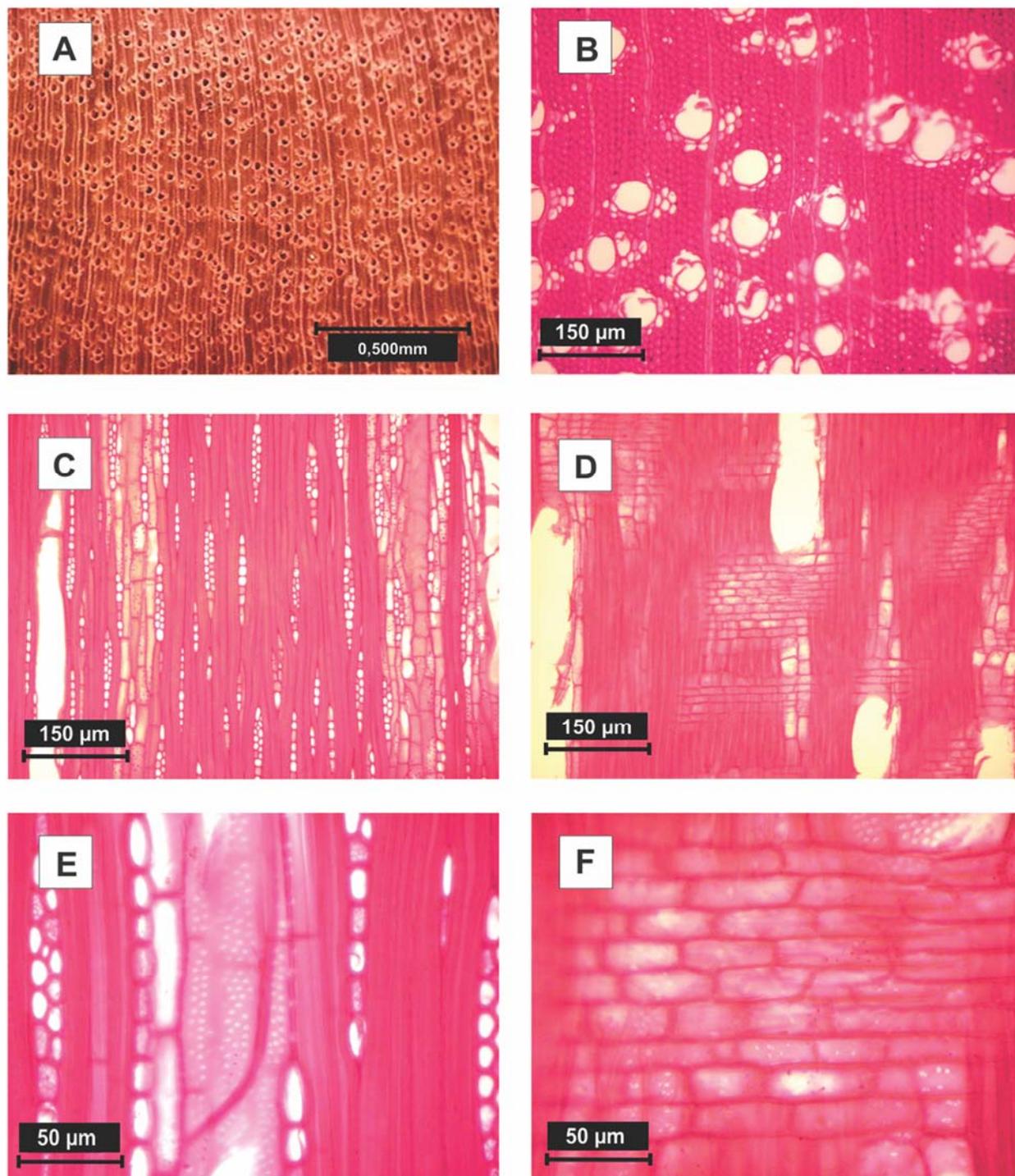


Figura 2. *Aspidosperma desmanthum*. A - vista macroscópica da seção transversal; B - vista microscópica da seção transversal; C - seção tangencial; D - seção radial; E - detalhe dos raios e das pontoações do elemento de vaso; F - detalhe das células procumbentes do corpo do raio.

Figure 2. *Aspidosperma desmanthum*. A –macroscopic cross-sectional view; B –microscopic cross-sectional view; C-tangential section; D-radial section; E- Detail of rays and pits vessel element; F-detail of procumbent body ray cells.

e unilateral, com cinco a oito células por série de parênquima; **Raios** visíveis a olho nu nas seções transversal e tangencial; não estratificados; corpo constituídos de células procumbentes no (Figura 2D, 2F) com uma camada de células marginais quadradas ou eretas; predominantemente unisseriados (66%) e bisseriados (34%) (Figura 2C), largura média de 26,77 µm, altura média de 268,55 µm e 8,26 células; frequência de 10,16 raios/mm linear (Tabela 4), espelhado dos raios pouco contrastados em secção radial; **Cristais prismáticos** foram observados nas células do parênquima axial.

Aspidosperma excelsum Benth.

Nome vulgar: carapanauba

Características gerais: Madeira pesada e dura ao corte na secção transversal, cerne e alburno indistintos de coloração castanho rosados, o que evidencia cor rósea quando em contato em meio aquoso, aspecto fibroso atenuado, grã irregular e textura fina.

Camadas de crescimento delimitadas pela distribuição dos vasos em anéis semi-porosos; **Vasos** visíveis somente sob lente (Figura 3A); Porosidade em anéis semi-porosos, exclusivamente solitários (98,49%) (Figura 3B) seguidos por múltiplos de dois (1,51%), com contorno circular, diâmetro médio de 84,31 µm, em média de 59,26 vasos/mm²; elementos vasculares com comprimento médio de 324,52 µm (Tabela 2); obstruídos por depósitos de coloração esbranquiçada; placas de perfuração simples; pontoações parenquimo-vascular opostas; pontoações raio-vasculares com aréolas distintas semelhantes às parenquimo-vasculares; as linhas vasculares são irregulares em secção tangencial; **Fibras** com pontoações areoladas distintas; não septadas com comprimento médio de 782,89 µm, espessura média da parede com 6,49 µm e largura média do lume com 9,99 µm (Tabela 3); **Parênquima axial** visível mesmo sob lente, apotraqueal difuso em agregados e paratraqueal

escasso (Figura 3B), com três a quatro células por série de parênquima (Figuras 3E-F); **Raios** visíveis somente sob lente nas seções transversal e tangencial, não estratificados (Figura 3C), corpo constituído por células procumbentes com duas a quatro camadas de células marginais eretas (Figura 3D), predominantemente bisseriados (78%) (Figuras 3B-C), unisseriados (20%), trisseriados (2%), largura média de 28,24 µm, altura média de 351,05 µm e 6,96 células, frequência média de 14,64 raios/mm linear (Tabela 4), eventualmente em agregados, raios pouco contrastado em secção radial; **Cristais prismáticos** foram observados nas células do parênquima axial (Figuras 3E, 3F).

Aspidosperma spruceanum Benth. ex Müll.Arg.

Nome vulgar: peroba e pitomba

Características gerais: Madeira pesada e dura ao corte na secção transversal, cerne e alburno indistintos de coloração castanho rosados, o que evidencia cor rósea quando em contato em meio aquoso, aspecto fibroso atenuado, grã irregular e textura fina.

Camadas de crescimento pouco distintas; delimitadas pelo espessamento da parede das fibras (Figura 4A); **Vasos** visíveis somente sob lente; difusos; exclusivamente solitários (99,51%) (Figura 4B) seguidos de múltiplos de três (0,49%), com contorno circular; diâmetro médio de 155,53 µm, em média de 12,46 vasos/mm²; elementos vasculares com comprimento médio de 524,62 µm (Tabela 2); placas de perfuração simples (Figura 5E); pontoações parenquimo-vasculares opostas (Figura 4E-F); pontoações raio-vasculares (Figura 5D) com aréolas distintas; semelhantes às parenquimo-vasculares; as linhas vasculares aparecem irregulares em secção tangencial; **Fibras** com pontoações areoladas distintas; não septadas; com o comprimento médio de 1672,64 µm, espessura média da parede de 11,42 µm e largura média do lume 6,24 µm (Tabela 3); **Parênquima axial**

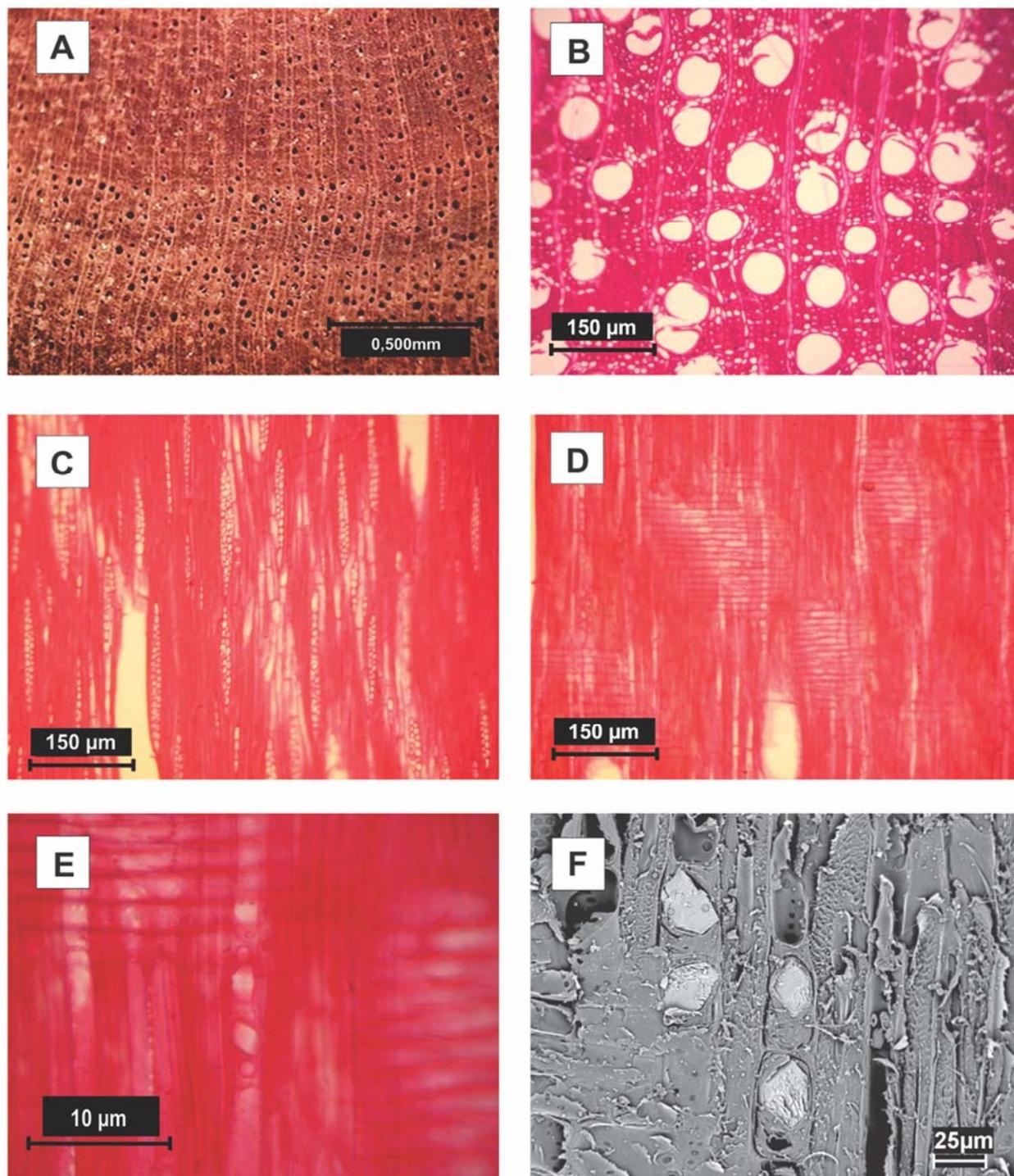


Figura 3. *Aspidosperma excelsum*. A - vista macroscópica da seção transversal; B - vista microscópica da seção transversal; C - seção tangencial; D - seção radial; E - detalhe dos cristais prismáticos em microscopia de luz; F - eletromicrografia dos cristais prismáticos.

Figure 3. *Aspidosperma excelsum*. A –macroscopic cross-sectional view; B –microscopic cross-sectional view; C-tangential section; D-radial section; E –detail of prismatic crystals in light microscopy; F-electron micrograph of prismatic crystals.

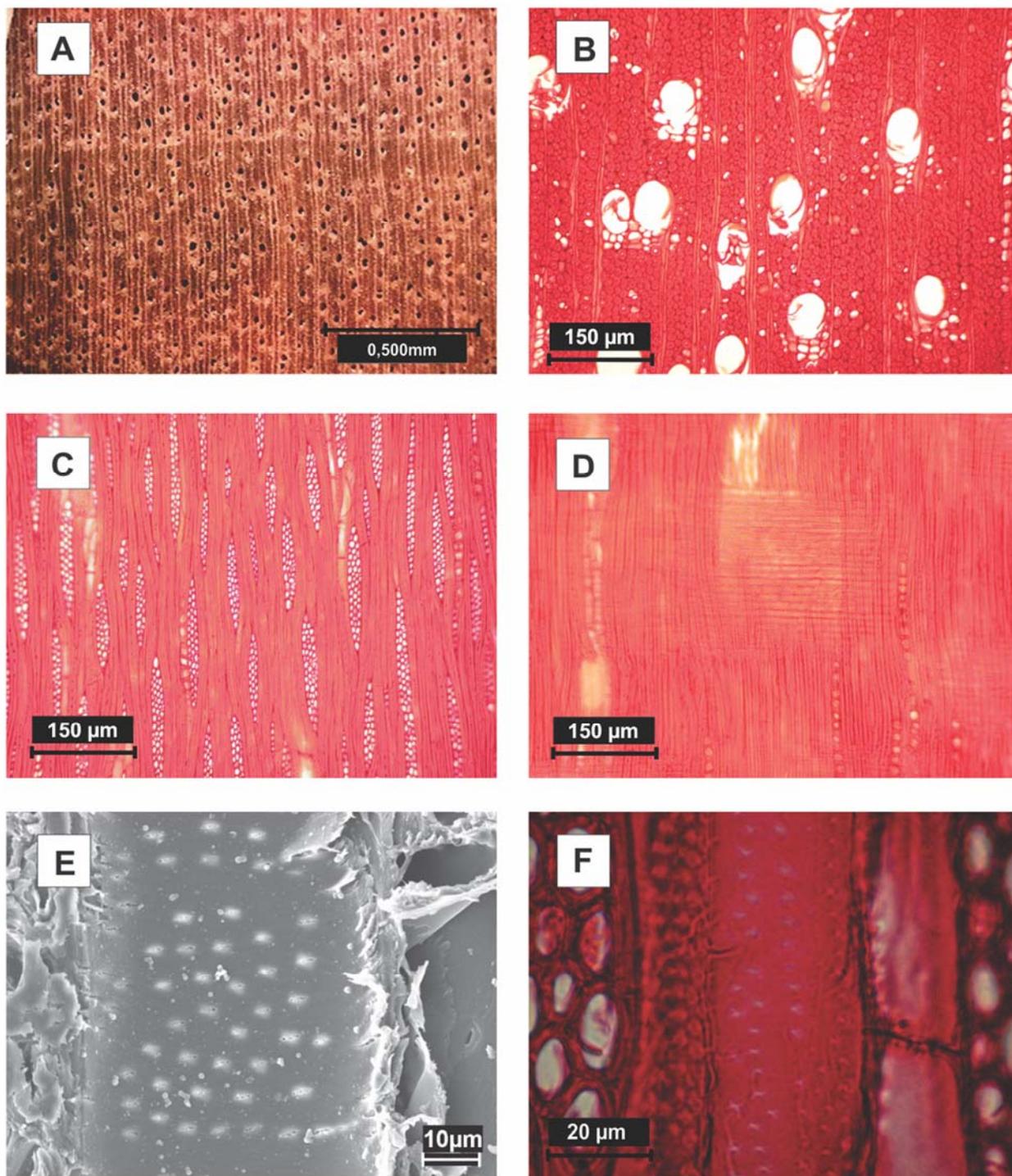


Figura 4. *Aspidosperma spruceanum*. A - vista macroscópica da seção transversal; B - vista microscópica da seção transversal; C - seção tangencial; D - seção radial; E - eletromicrografia das pontoações; F - detalhe das pontoações em microscopia de luz.
Figure 4. *Aspidosperma spruceanum*. A –macroscopic cross-sectional view; B –microscopic cross-sectional view; C-tangential section; D-radial section; E -electron micrograph of the pits; F-detail of the pits in light microscopy.

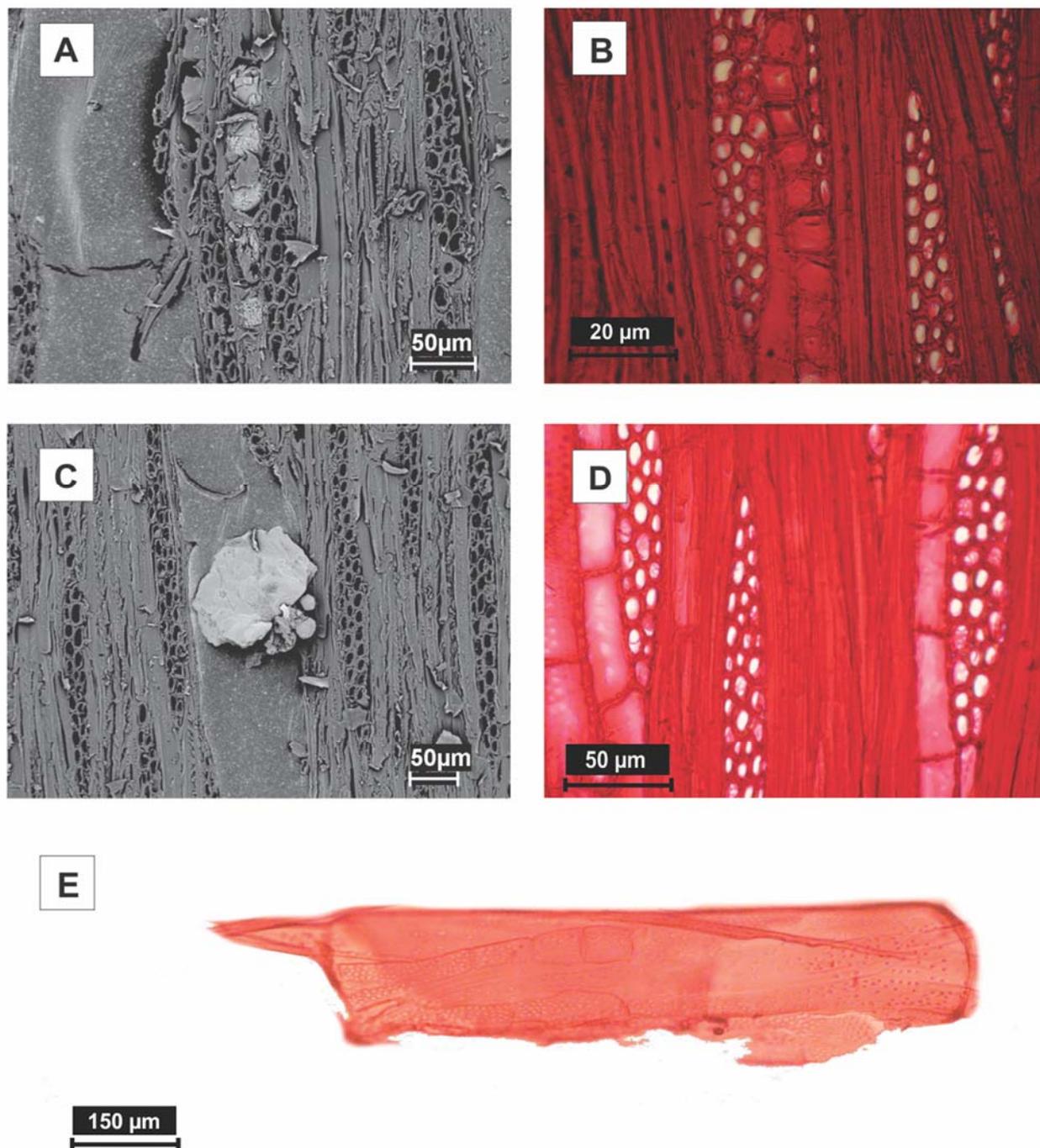


Figura 5. *Aspidosperma spruceanum*. A - eletromicrografia dos cristais de oxalato de cálcio nas fibras; B - detalhe dos cristais de oxalato de cálcio nas fibras em microscopia de luz; C - eletromicrografia do corpo silicioso; D - detalhe dos raios e cristais nas fibras; E - elemento de vaso.

Figure 5. *Aspidosperma spruceanum*. A – micrograph of calcium oxalate crystals in the fibers; B - detail of calcium oxalate crystals in the fibers under light microscopy; C - electron micrograph of siliceous body; D - Detail of rays in crystals and fibers; E – vessel element.

visível somente sob lente predominantemente apotraqueal difuso e difuso em agregados, ocorrendo também paratraqueal unilateral (Figura 4B), com três a quatro células por série de parênquima (Figuras 4C-D, 5A); **Raios** visíveis a olho nu em secção transversal e somente com o auxílio de lente em secção tangencial, não estratificados, corpo dos raios constituídos exclusivamente por células procumbentes (Figura 4D), predominantemente trisseriados (68%) (Figura 4C), unisseriados (2%), bisseriados (24%) e tetrasseriados (6%), largura média de 33,95 µm, altura média de 323,79 µm e 11,64 células, frequência de 12,08 raios/mm linear (Tabela 4), espelhado dos raios pouco contrastados em secção radial; **Cristais prismáticos** foram observados nas células do parênquima axial e eventualmente nas fibras (Figura 5A-B) e corpos silicosos (Figura 5C), o cálcio e a sílica foram detectados pelo EDS.

Discussão

O caráter homogêneo das espécies madeiras dentro de uma família já foi comentado por vários autores como Brazier; Franklin (1961), Loureiro et al. (1979a, b), Loureiro; Lisboa (1979), Mainieri; Chimelo (1989), Record; Hess, (1945) e Lisboa (1989), principalmente em nível macroscópico para o gênero. Por esta razão, os caracteres anatômicos, como parênquima axial e poros, por serem de difícil visualização, devem ser utilizados com cautela na distinção de táxons. Entretanto, no caso presente, as espécies estudadas apresentaram algumas peculiaridades que permitem distingui-las uma das outras.

As principais características anatômicas da madeira do gênero são: raios estreitos, com uma a duas células de largura, arranjo com padrão indefinido e vasos solitários. (RECORD; HESS, 1945; PAULA; ALVES 1997).

As camadas de crescimento das espécies apresentaram disparidade entre as espécies, variando, no geral, de pouco

distintas a indistintas, quando presentes foram identificadas pelo espessamento da parede das fibras e pela disposição dos anéis semi-porosos. Todavia, essas camadas não podem ser utilizadas para separação das espécies, tendo em vista que elas são influenciadas tanto pelo ambiente, quanto pela fenologia, conforme observado por Borchert (1999); Alves; Angyalossy (2000).

Os vasos das espécies são predominantemente solitários e difusos. Em *A. spruceanum* observou-se anéis semi-porosos, contudo esse caráter não é de relevância na identificação e separação das espécies, por ser suscetível a variações decorrentes da adaptação da planta às condições do ambiente (WHEELER et al., 2007). Todas as espécies apresentam o diâmetro considerados médios, segundo a classificação do IAWA Committee (1989) e confirmado por Moglia; López (2001).

No que diz respeito à placa de perfuração, Meylan; Butterfield (1981), Carlquist (1983) e Lisboa (1989) consideram-na como caráter importante para separação de espécies. Nas espécies estudadas é comum a placa de perfuração simples, não assegurando distinção entre elas como fez Lisboa (1989), que agrupou espécies de *Iryanthera* conforme o tipo de placa. As pontoações parênquimo-vasculares são do tipo alternas, diferindo somente em *A. excelsum*, que apresentou pontoações opostas. Segundo Miller (1977), pontoações parênquimo-vasculares não tem caráter diagnóstico devido aos diferentes tipos encontrados dentro de grupos similares e até mesmo em um único indivíduo.

Os raios são unisseriados a trisseriados em *A. spruceanum* e *A. carapanauba*; corpo formado por todas as células procumbentes, enquanto que em *A. excelsum* e *A. desmanthum*, o corpo é formado por células procumbentes e uma camada marginal de células quadradas ou eretas. Esta heterogeneidade também foi observada por Reis et al. (2014b)

em seis espécies de *Cecropia* Loefl., contudo não é um parâmetro relevante para a distinção destas espécies. Reis et al. (2011) utilizaram esta heterogeneidade para distinguir *Tachigali froesii* (Pires) L. F. Gomes da Silva & H. C. Lima Pires das outras seis espécies estudadas. Segundo Mori et al. (2010) e Reis et al. (2014a) os parâmetros quantitativos dos raios podem sofrer influência da idade e altitude.

Na secção tangencial somente *A. desmanthum* apresentou linhas vasculares retilíneas por ser a única com grã direita.

As espécies estudadas apresentam fibras curtas, com paredes espessas, não septadas e pontoações areoladas distintas. Contudo em *A. spruceanum*, essas pontoações são de difícil visualização.

O parênquima axial é a estrutura mais utilizada pelos anatomistas para distinção de madeiras na região norte do país. As espécies apresentaram predominantemente parênquima apotraqueal difuso e difuso em agregados. *A. carapanauba* tende a formar linhas e *A. desmanthum* possui parênquima paratraqueal aliforme com aleta curta. Entretanto, o parênquima axial foi suficiente para distinguir a *A. excelsum* de *A. spruceanum*. Essa semelhança também foi observada por Milanez (1939); Record; Hess (1945) e Paula; Alves (1997).

Segundo Wheeler; Baas (1991); Alves; Angyalossy (2002); Angyalossy et al. (2005) e Wheeler et al. (2007), parênquima apotraqueal ou escasso, ocorrem em ambientes secos, latitudes maiores e, em menor proporção, em regiões tropicais. Essa característica é comum na família Apocynaceae, conforme observado por Solereder (1908), Metcalfe; Chak (1950) e Mainieri (1964) estudando outras espécies da família.

Cristais de oxalato de cálcio foram observados em todas as espécies. Angyalossy et al. (2005) comentam que os cristais são comuns em espécies brasileiras, entretanto, pouco se conhece dessas incrustações em madeiras tropicais. Marcati;

Angyalossy (2005) relacionaram a presença de cristais com o estresse hídrico e verificaram que, quanto mais seco for o ambiente, mais frequente é a ocorrência de cristais, sendo essas incrustações caráter de valor diagnóstico para alguns grupos vegetais, principalmente de espécies lenhosas (IAWA Committee, 1989). Segundo IAWA (1989); Vasconcelos et al. (1993, 1995) e Silva (2001), a presença de cristais na madeira de espécies tropicais é comum, sendo utilizada na classificação e distinção de espécies de acordo com a quantidade, tamanho e distribuição.

Conclusões

As quatro espécies estudadas apresentam peculiaridades. Estas se referem principalmente a análise macroscópica, sendo o parênquima axial a principal estrutura para distingui-las.

Em nível microscópico, evidencia-se o parênquima axial, o qual facilitou a distinção, já que em *A. carapanauba*, *A. spruceanum* e *A. excelsum* são difusos em agregados. Contudo, em *A. carapanauba* esse parênquima tende a formar linhas. Em *A. spruceanum* também ocorre parênquima unilateral e em *A. excelsum* parênquima paratraqueal escasso, enquanto que *A. desmanthum* o parênquima é paratraqueal aliforme com extensão losangular com aleta curta.

O corpo dos raios é outra característica que pode ser utilizada com sucesso para a distinção das espécies. *A. spruceanum* e *A. carapanauba*, apresentam células exclusivamente procumbentes, *A. excelsum* e *A. desmanthum* apresentam células procumbentes e uma camada de células quadradas ou eretas nas margens.

Recomenda-se treinamento especializado aos agentes de fiscalização para distinção das presentes espécies, bem como a utilização deste artigo, uma vez que as estruturas anatômicas das espécies são de difícil visualização.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE (ABIMCI). **Estudo setorial: Indústria de Madeira Processada Mecanicamente 2009, ano base 2008**. Publicação avulsa. 2009.
- ALVES, E. S.; ANGYALOSSY, V. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 1. growth rings and vessels. *IAWA Journal*. v. 21, n.1, p. 3 -30. 2000.
- ALVES, E. S.; ANGYALOSSY, 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.
- ANGYALOSSY, V.; AMANO, E.; ALVES, E. S. Madeiras utilizadas na fabricação de arcos para instrumentos de corda: aspectos anatômicos. *Acta Botânica Brasileira*, v.19, n.4, p. 819-834. 2005.
- BORCHERT, R. Climatic periodicity, phenology, and cambium activity in tropical dry forest trees. *IAWA Journal*, v. 20, n. 03, p. 239 – 247. 1999.
- BRAZIER, J. D.; FRANKLIN, G. L. **Identification of hardwoods: A microscope key**. London. 96 p. 1961.
- BURGER, L. M.; RICHTER, H. G. **Anatomia da Madeira**. São Paulo, Nobel. 154p. 1991.
- CARLQUIST, S. Wood anatomy of *Bubbia* (Winteraceae), with comments on origin of vessels in dicotyledons. *American Journal of Botany* v. 70, p. 578–590. 1983.
- CORADIN, V. T. R.; MUNIZ, G. I. B. **Normas para procedimentos em estudos de anatomia de madeira: I. Angiospermae II. Gimnospermae**. Brasília: 19p. (Série Técnica, 15). 1992.
- ESAU, K. **Anatomia de plantas com sementes**. São Paulo: Edgard Blücher. 293 p. 1974.
- 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.
- IAWA COMMITTEE. List of microscope features for hardwood identification. *IAWA Bull. New Ser.*, v. 10, n. 3, p. 234-332. 1989.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Taxas de desmatamento da Amazônia**. 2014. Disponível em <http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>. Acesso julho de 2014.
- JANKOWSKY, I. P. Madeira juvenil: formação e aproveitamento industrial. **Circular técnica**, n. 81, IPEF. 1979.
- KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédia, Rio de Janeiro-RJ: EDUR. p. 125-127. 1997.
- LENTINI, M., PEREIRA, D., CELENTANO, D.; PEREIRA, R. **Fatos Florestais da Amazônia 2005**. Belém: Imazon. 140 p. 2005.
- LISBOA, P. L. B. Aspectos da anatomia sistemática do lenho de *Iryanthera* Warb. (Myristicaceae). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série botânica**. v. 05, n. 2, 1989.
- LISBOA, P. L. B.; TEREZO, E. F. M.; SILVA, J. C. A. Madeiras amazônicas: considerações sobre exploração, extinção de espécies e conservação. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série botânica**, volume 7(2), páginas: 521 – 542. 1991.
- LOUREIRO, A. A.; LISBOA, P. L. B. Madeiras do Município de Aripuanã e suas utilidades (Mato Grosso). *Acta Amazônica*. v. 09, n. 01, suplemento. 1979.
- LOUREIRO, A. A.; SILVA, M. F. DA; ALENCAR, J. C. da. **Essências madeireiras da Amazônia**. v. 01, Manaus. 241 p. 1979a.
- LOUREIRO, A. A.; SILVA, M. F. DA; ALENCAR, J. C. da. **Essências madeireiras da Amazônia**. v. 02, Manaus. 187 p. 1979b.
- LOUREIRO, A.; FREITAS, J. A. DE; RAMOS, K. B. L. **Essências Madeireiras da Amazônia**, Manaus: MCT/INPA – CPPF. 194 p. 2000.
- MAINIERI, C.; CHIMELO, J. P. **Fichas de Características das Madeiras Brasileiras**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, São Paulo. 420 p. 1989.
- MAINIERI, C. **Contribuição ao estudo anatômico do Lenho de Parahancornia da Amazônia**. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Botânica, n.19. 1964.
- MARCATI, C. R.; ANGYALOSSY, V. Seasonal presence of acircular calcuim oxalate crystals in the cambial zone of

- Citharexylum myrianthum* (verbenaceae). **IAWA Journal**, v. 26, n. 1. 2005.
- METCALFE, C.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons**. Oxford, Clarendon Press, v. 01, p. 139 – 142. 1950.
- MEYLAN, B. A.; BUTTERFIELD, B. G. Perforation plate development in the vessels of hardwoods. In BARNETT, J. R.(Edi) **Xylem cell development kent**, Castle House Publications. 307 p. 1981.
- MILANEZ, F. R. Estudo do lenho de trinta espécies do gênero *Aspidosperma*. **Revista de la Sociedad Argentina de Ciências naturales - Physis**, v. XV, n. 37. 1939.
- MILLER, R. B. Vestured pits in Boraginaceae. **IAWA Bulletin**, n. 3. 1977.
- MOGLIA, J. G.; LÓPEZ, C. R. Estrategia adaptativa del lenõ *Aspidosperma* quebracho blanco. **Madera y bosques**, v. 07, n. 2. 2001.
- MORI, C. L. S. O. de; BRITO, J. O.; TOMAZELLO FILHO, M.; SCOLFORO, J. R. S.; GOMES JUNIOR, F. Influência da idade e altitude nas características anatômicas, químicas e de densidade básica da madeira de candeia – *Eremanthus erythropappus*, **Floresta**, v. 40, n. 4, p. 825-836, 2010.
- PAULA, J. E. DE; ALVES, J. L. H. de. **Madeiras Nativas: anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso**. Brasília- DF, MOA. 1997.
- RECORD, S. J.; HESS, R. W. **Timbers of the New World**. Yale university Press. New havem. p. 550 – 553. 1945.
- REIS, A. R. S.; REIS, P. C. M. dos; BRANDÃO, A. T. O. de; LISBOA, P. L. B. Anatomia do xilema secundário de sete espécies do gênero *Tachigali* Aubl. (Fabaceae), disponíveis na xiloteca Walter A. Egler, do Museu Paraense Emílio Goeldi, Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais**, v. 06, n. 03, p. 319-333. 2011.
- REIS, A. R. S.; URBINATI, C. V.; LISBOA, P. L. B.; ALMEIDA, E. F. de; FREITAS, A. D. D. de.. Caracterização anatômica da madeira de sete espécies do gênero *Erisma* Rudge, conhecidas como quarubarana, comercializadas no mercado madeireiro do Estado do Pará. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 18, p. 804-821. 2014a
- REIS, P. C. M. dos; REIS, A. R. S.; LISBOA, P. L. B.; REIS, L. P. Anatomia do lenho de seis espécies do gênero *Cecropia* Loeffl. (Urticaceae). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais**, v. 09, n. 01, p. 169-181. 2014b.
- RIZZINI, C. T. **Árvores e Madeiras Úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira**. Ed. Edgard Blücher, 294 p. 1971.
- SCHOLZ, I. **Comércio, Meio Ambiente e Competitividade: o caso da indústria madeireira do Pará**. Belém-PA. 68 p. 2002.
- SECRETÁRIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DO PARÁ (SEMA). **Relatório técnico de beneficiamento e comércio de produtos por espécie florestal**. Disponível em <http://monitoramento.sema.pa.gov.br/sisflora/index.php/relatorios>. Acesso julho de 2014. 504 p. 2014.
- SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB); INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA (IMAZOM). **A atividade madeireira da Amazônia brasileira: produção, receitas e mercados**. Belém-Pa, 20p. 2010.
- SIDIYASA, K.; BAAS, P. Ecological and systematic wood anatomy of *Alstonia* (Apocynaceae). **IAWA Journal**, v. 19, n. 2, p. 207-229. 1998.
- SILVA, A. C. Ocorrência de cristais no tecido xilemático de espécies arbóreas tropicais. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Botânica**. v. 17, n. 02. 2001.
- SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P. DE; YARED, J. A. G. (Org.). **A silvicultura na Amazônia Oriental: contribuição do projeto EMBRAPA/DFID**. Belém-PA. 457 p. 2001.
- SILVEIRA, M. O. O preparo de amostras biológicas para microscopia de varredura. In W. de Souza (ed.) **Manual sobre técnica básica em microscopia eletrônica de varredura, técnicas básicas**. Sociedade Brasileira de Microscopia Eletrônica, v. 1. p. 71-79. 1989.
- SMERALDI, R.; VERISSIMO, J. A. O de. **Acertando o alvo: Consumo de Madeira no mercado interno brasileiro e promoção da certificação florestal**. IMAZON. 38 p. 1999.
- SOLEREDER, H. **Systematic anatomy of the dicotyledons**. Oxford, Clarendon Press, v. 01, p. 100 -104. 1908.
- VASCONCELOS, F. J. DE; FREITAS, J. A.; SILVA, A. C. Observação microscópica de inclusões minerais no xilema de espécies tropicais da Amazônia. **Acta Amazônica**. v. 25 (1/2). 1995.

VASCONCELOS, F. J. DE; SILVA, A. C.; FREITAS, J. A. Deposição de sílica e cristais no xilema de espécies tropicais da família caesalpiniaceae. **Revista árvore**. v. 17, n. 3. 1993.

WHEELER, E. A.; BAAS, P. A survey of the fossil record for dicotyledonous woods and significance for evolutionary and ecological wood anatomy. **IAWA Bulletin** v. 12, p. 275 – 332. 1991.

WHEELER, E. A.; BAAS, P.; RODGERS, S. Variations in dicot wood anatomy: a global analysis based on the inside wood database. **IAWA Journal** v. 28, n. 01 p. 229 – 258. 2007.