

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Anatomia Ecológica do Lenho de *Aspidosperma pyrifolium* Mart. (Apocynaceae) ocorrente na
Caatinga paraibana

Noêmia Suely Lacerda Pellegrino

Prof. Dr. Rivete Silva de Lima

João Pessoa - 2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Anatomia Ecológica do Lenho de *Aspidosperma pyrifolium* Mart. (Apocynaceae) ocorrente na
Caatinga paraibana

Noêmia Suely Lacerda Pellegrino

Prof. Dr. Rivete Silva de Lima

Monografia apresentada ao Curso de
Ciências Biológicas, como requisito parcial
à obtenção do grau de Bacharel em
Ciências Biológicas.

João Pessoa, 2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Noêmia Suely Lacerda Pellegrino

Anatomia Ecológica do Lenho de *Aspidosperma pyrifolium* Mart. (Apocynaceae) ocorrente na
Caatinga paraibana

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Biológicas, como requisito parcial à obtenção
do grau de Bacharel em Ciências Biológicas

.

Data: _____

Resultado: _____

BANCA EXAMINADORA:

Profº Drº Rivete Silva de Lima – UFPB / Orientador

Profª Drª Denise Dias da Cruz – UFPB

Ms. Maria do Ceo Rodrigues Pessoa – UFPB

Dedico a minha família, que sempre esteve ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

A minha família e a Deus;

Aos meus pais e irmãos, que sempre me deram força para continuar, mesmo quando eu queria desistir de fazer o curso de Biologia;

Ao meu marido Daniel, pelo constante apoio e conselhos bons nos momentos que mais precisei;

Aos meus colegas de curso por todos esses anos bons que passamos juntos;

Ao meu orientador, professor Rivete Silva de Lima, pela paciência e dedicação ao meu trabalho, mostrando que devemos ter sempre responsabilidade e honestidade na vida profissional e também realização profissional;

À professora Denise Cruz, pela orientação na parte estatística deste trabalho;

À professora Eliete Lima, que sempre foi muito competente nos trabalhos da coordenação de Biologia, e sempre que eu precisava, ela me atendia;

Muito obrigada a todas as pessoas que me apoiaram e torceram por mim.

RESUMO

Dentre os vários ramos em que a anatomia vegetal pode atuar, pode-se destacar a anatomia ecológica, que avalia a influência de fatores ambientais expressos nas características anatômicas e morfológicas das plantas. O presente trabalho tem por objetivo, verificar o grau de influência das condições ambientais da caatinga sobre os parâmetros anatômicos do lenho de indivíduos de *Aspidosperma pyrifolium* Mart. ocorrentes na caatinga Paraibana. Para tal, amostras do lenho de indivíduos de *A. pyrifolium* foram coletadas na estação experimental da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA), no município de Soledade. Amostras do lenho foram processadas segundo as técnicas usuais em anatomia da madeira para confecção de lâminas permanentes e de material macerado. O lenho apresenta vasos com distribuição difusa, solitários e múltiplos, pontoações simples, placa de perfuração simples e parênquima axial escasso. Análise de parâmetros celulares revelaram vasos com frequência média de 153,8/ mm², comprimento médio de 568,1 µm e 47,9 µm de diâmetro. As fibras libriformes, medem 979,1 µm de comprimento, 20,7 µm de diâmetro e 6,2 µm de espessura de parede. Os raios são estreitos com 17,8 µm de largura e curtos com 175,9 µm de altura, apresentam frequência 20,2 raios/ mm. Foi mensurado o índice de vulnerabilidade, visando entender a conexão do ambiente e a estrutura do lenho, apresentando o valor de 0,32. As características anatômicas do lenho como alta frequência de vasos, placa de perfuração simples, vasos curtos e o baixo valor do índice de vulnerabilidade comprovam a adaptação da planta ao ambiente Caatinga.

Palavras-chave: Anatomia ecológica, lenho, Caatinga

ABSTRACT

Among the several fields in which the vegetal anatomy can act, the ecological anatomy can be detached, evaluating the influence of environmental factors expressed in the anatomical and morphological characteristic of the plants. The goal of the present work is to verify the degree of influence of the environmental conditions from the Caatinga on the anatomical parameters of the wood of individuals *Aspidosperma pyriforme* Mart. which occur in the Caatinga of Paraíba. For this task, samples of the wood of individuals *A. pyriforme* were collected in the experimental station of State Company of Agricultural Research of Paraíba (EMEPA), in the city of Soledade. Samples of the wood were processed according usual techniques in anatomy of wood for the confection of permanent blades and macerated material. The wood presents vessels with diffuse distribution, solitary and multiple, simple pontoações, plate drilling simple and parênquima axial scarce. The analysis of the cellular parameters revealed vessels with average frequency of 153,8/ mm², average length of 568,1 µm and 47,9 µm of diameter. The libriformes fibers measure 979,1 µm of length, 20,7 µm of diameter and 6,2 µm of wall thickness. The radius are narrow, with 17,8 µm of width and short with 175,9 µm of height, present 20,2 radius/ mm of frequency. The index of vulnerability, order to understand the connection of the environment and the structure of the wood, presenting the value of 0,32. The anatomical characteristics of the wood, such as high frequency of vessels, plate drilling simple, short vessels and low index of vulnerability prove the adaptation of the plant to the environment of Caatinga.

Palavras-chave: Ecological Anatomy, lenho, Caatinga

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Local de Coleta da espécie <i>A. pyrifolium</i>	17
Figura 2 - <i>A. pyrifolium</i>	17
Figura 3 - Detalhe da Folha e flor de <i>A. pyrofolium</i>	18
Figura 4 - Material dissociado de <i>Aspidosperma pyrifolium</i>	29
Figura 5 - Secção transversal do lenho de <i>Aspidosperma pyrifolium</i>	29
Figura 6 - Secção transversal do lenho de <i>Aspidosperma pyrifolium</i>	29
Figura 7 - Secção longitudinal do lenho de <i>Aspidosperma pyrifolium</i>	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados quantitativos do lenho de <i>A. pyrifolium</i>	30
Tabela 2 - Índices de Vulnerabilidade e Mesomorfia de <i>A. pyrifolium</i>	30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IAWA Committee: Associação Internacional dos Anatomistas da Madeira

EMEPA: Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba

LAVEG: Laboratório de Anatomia Vegetal

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	12
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1. ASPECTOS GERAIS DA FAMÍLIA E DO GÊNERO	15
2.2. DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE	16
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
4. ARTIGO CIENTÍFICO	22
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	39

1. INTRODUÇÃO

A Botânica possui várias linhas de pesquisa, dentre os quais podemos destacar a anatomia da madeira. Segundo Burger e Richter (1991), a madeira é um conjunto heterogêneo de diferentes tipos de células com propriedades específicas para desempenharem funções vitais como a condução de líquidos, o armazenamento e o transporte de substâncias nutritivas, a transformação e a sustentação do vegetal.

Na anatomia vegetal define-se anatomia da madeira como a área que se preocupa com o estudo dos diversos tipos de células que constituem o lenho (xilema secundário), suas funções, organização e peculiaridades estruturais, com o objetivo de identificar espécies e conhecer as utilizações adequadas da madeira de acordo com as suas características.

A anatomia da madeira pode ser aplicada em vários ramos, dos quais podemos destacar: a anatomia sistemática, a anatomia filogenética e a anatomia ecológica.

A anatomia sistemática se dedica a identificação da madeira. Nesta área, destaca-se o trabalho de Metcalfe e Chalk (1950), trabalhando com Eudicotiledôneas, eles fizeram uma comparação dos aspectos anatômicos de algumas partes da planta. Este ramo da anatomia contribui não apenas para efeitos de classificação, mas para definir os potenciais econômicos de cada madeira. Ferreira *et al* (2004) afirmam que é preciso conhecer a identidade da árvore a fim de se obter dados tecnológicos seguros.

A anatomia filogenética indica as tendências evolutivas do lenho. Nesta área o trabalho de Carlquist (2001) é um dos mais citados, onde o autor define, entre outras características, que as placas de perfuração escalariforme são mais basais que as placas simples.

O estudo da anatomia ecológica identifica a influência dos fatores ambientais expressos nas características anatômicas e morfológicas das plantas, visando entender os aspectos anatômicos que permitem às plantas sobreviverem sob determinadas condições ambientais.

Cada ambiente gera uma pressão seletiva diferente e assim observam-se padrões no que diz respeito às características da planta em relação ao tipo de ambiente em que são encontradas. A água é o fator mais importante na modificação da planta para se adaptar ao ambiente em que se encontra, uma vez que além de fazer parte da composição orgânica da

planta é também o agente transportador de nutrientes do solo e necessária para os processos fisiológicos da planta (FERNANDES, 1998).

Segundo Dickison (2000), são as adaptações que permitem à planta sobreviver em um determinado ambiente, sejam elas generalizadas, possibilitando à planta sobreviver em uma gama de diferentes ambientes, ou especializadas, oferecendo à planta condições para sobreviver em um ambiente específico. As adaptações incluem modificações morfológicas, histológicas, celulares e fisiológicas. Para o estudo da ecologia de uma planta é importante conhecer as condições ambientais em que ela se encontra assim como as adaptações que elas possuem para este determinado ambiente.

De acordo com o ambiente onde as plantas se desenvolvem, são diferentes as estratégias para otimizar e assegurar as suas condições de sobrevivência (MOGLIA; GIMENEZ, 1998). As espécies arbóreas que habitam zonas tropicais úmidas e necessitam conduzir grandes volumes de água em pouco tempo, apresentam em geral elementos vasculares longos, poros medianos ou grandes e pouco numerosos. Por outro lado, as espécies típicas de ambientes áridos e semiáridos devem estar estruturadas para conduzir a escassa quantidade de água, restrita a um período anual determinado. Para assegurar a condução e diminuir o risco de embolia, tais espécies apresentam poros pequenos, muito numerosos e agrupados.

Para o entendimento da relação entre a organização do sistema condutor e os fatores ambientais, dois conceitos são correntemente aplicados: eficiência e segurança. Entende-se que o sistema condutor é condicionado pela disponibilidade hídrica do ambiente de forma a possuir a melhor condutibilidade possível (eficiência), mas sem risco de ocorrência de embolia (segurança).

Assim, plantas que vivem sob ou na superfície da água e conseqüentemente não se expõem à falta d'água são denominadas hidrófitas. Já as plantas que vivem em solo com alta disponibilidade de água são denominadas higrófitas. Plantas de áreas que apresentam disponibilidade de água intermediária são conhecidas como mesófitas e as plantas que vivem em ambientes secos e necessitam de uma quantidade reduzida de água para sobreviver são as chamadas xerófitas (BRAUN-BLANQUET, 1950).

Segundo Carlquist (1975), em ambientes com baixa disponibilidade hídrica, os elementos de vaso tendem a apresentar menor comprimento e diâmetro, bem como paredes

mais espessas. Estes fatores aumentam a resistência dos elementos de vaso a pressões negativas da coluna d'água. Outra importante característica observada em elementos de vaso mais curtos é a presença de pontoações laterais alternas, que proporcionam maior resistência, pois aumentam a espessura da parede lateralmente.

Em relação às pesquisas em anatomia ecológica, vários são os estudos realizados que visam entender a relação existente entre a estrutura anatômica e os diversos fatores ambientais.

No Brasil, apesar de sua megadiversidade, são poucos os trabalhos com o objetivo de caracterizar as relações entre a estrutura anatômica do lenho de plantas com as condições ambientais. Entre eles destacam-se os estudos de Mazzoni-Viveiros e Luchi (1989), Luchi (1990), Alves e Angyalossy-Alfonso (2000 e 2002) e Marcati *et al.* (2006), Lima *et al.* (2006 e 2009) Silva *et al.* (2004 e 2006).

Mazzoni-Viveiros e Luchi (1989) fizeram um estudo das características anatômicas de espécies de mata ciliares e constataram que suas características são as esperadas para espécies de ambientes secos.

Luchi (1990) analisou as características anatômicas do lenho de 21 espécies arbóreas de mata ciliar na região dos campos rupestres, constatando a ocorrência de características que indicavam uma maior tendência das espécies a se adaptarem a condições hídricas desfavoráveis do meio, reforçando a ideia de que as matas ciliares não são ambientes com suprimento hídrico constante.

Alves e Angyalossy-Alfonso (2000 e 2002) analisaram as características do lenho de 490 espécies tropicais buscando possíveis tendências frente às variáveis ambientais, como clima, temperatura, umidade, vegetação, altitude e latitude. O resultado final do trabalho descreveu o perfil das tendências ecológicas do lenho de espécies da flora brasileira.

Marcatti *et al.* (2006), ao estudar o lenho de 48 espécies representativas do Cerrado, encontrou camadas de crescimento distintas em 94% das espécies, sendo que 61% apresentaram camadas de crescimento bem marcadas e em 33% das espécies estas camadas não se apresentavam desta forma. Os autores consideraram que esta é uma característica marcante no lenho de espécies do Cerrado.

Outros trabalhos de importância na linha ecológica são os de Bass (1973), Graaf e Baas (1974), Baas *et al.* (1983), Schmid e Baas (1984), Carlquist (1977, 1988), Carlquist e Hoeckman (1985), entre outros e desenvolvidos com a flora de diferentes países.

Alguns trabalhos mostram a influência dos fatores ambientais em algumas características do lenho. Por exemplo, Baas (1976) estudou a diversidade funcionalmente adaptativa da estrutura do lenho, constatando que algumas das espécies estudadas apresentavam uma redução do número de barras das placas de perfuração escalariforme dos elementos de vaso com o declínio da umidade do solo. Schmid e Baas (1984), mediante estudos com espécies de Myrtaceae, concluíram que espécies com placa de perfuração exclusivamente escalariforme ocorrem, principalmente, em ambientes méxicos frios; aquelas com placa de perfuração mista (simples e múltiplas ocorrendo juntas), embora ocorram amplamente em ambientes méxicos frios, mostram grande variedade de habitat; espécies com placa de perfuração simples predominam em todos os ambientes.

O presente trabalho teve como objetivo estudar a anatomia ecológica do lenho de indivíduos de *Aspidosperma pyrifolium* (Mart.) ocorrentes na caatinga paraibana para caracterizar as adaptações ecológicas do lenho da espécie, evidenciar as tendências de adaptação do lenho em relação à baixa disponibilidade hídrica da caatinga e contribuir para o conhecimento das espécies vegetais do semiárido brasileiro.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. ASPECTOS GERAIS DA FAMÍLIA E DO GÊNERO

A família Apocynaceae possui distribuição predominantemente pantropical, mas com representantes também na região temperada. A família inclui aproximadamente 400 gêneros e 3700 espécies. No Brasil ocorrem cerca de 100 gêneros e 850 espécies (LORENZI; SOUZA, 2005) que ocorrem em diversas formações, como as Florestas Pluviais Amazônica, Atlântica e de Tabuleiro, Floresta Seca, Restinga, Cerrado e Caatinga.

Nesta família estão incluídas espécies de importância econômica, tanto na produção de madeira, quanto na medicina popular, entretanto, os trabalhos com enfoque anatômico a respeito das espécies da família Apocynaceae são poucos. A anatomia pode facilitar a compreensão de suas estruturas, principalmente secretoras, auxiliando estudos taxonômicos, químicos e farmacológicos.

Os trabalhos mais importantes, porém incompletos, relacionados à anatomia ecológica dessa família são de Solereder (1908) e Metcalfe e Chalk (1950), que citam informações sobre a organização dos tecidos nas folhas e caule de espécies da família, com poucas informações sobre *Aspidosperma* e Woodson e Moore (1938), que estudaram anatomia sistemática das flores da família, entretanto não incluíram nenhuma espécie do gênero *Aspidosperma*.

Aspidosperma Mart. e Zucc. é um gênero de cerca de 43 espécies de distribuição neotropical (Marcondes-Ferreira e Kinoshita 1996), cujas espécies apresentam importância como fornecedoras de madeira nobre e como detentoras de alcalóides (Raffauf 1964; Gilbert 1966; Robert *et al.* 1983; Lopes *et al.* 1989).

Dentre os estudos encontrados a respeito do gênero *Aspidosperma*, destacamos os trabalhos de Pacheco (1979), envolvendo estudos anatômicos e farmacognósticos em *Aspidosperma pyrifulum*; Jácome *et al.* (2003), contendo uma comparação cromatográfica entre extratos de espécies conhecidas como pau-pereira (*Aspidosperma parifolium*); e Barbosa *et al.* (2003), analisando os alcalóides presentes em *Aspidosperma auriculatum*.

Poucos trabalhos existem sobre a anatomia do lenho da família e do gênero, sendo as espécies comerciais as que detêm mais informações. Destacamos Milanez (1939), que descreveu a madeira de 30 espécies do gênero *Aspidosperma*; Rizzini (1971) estudou o lenho de 10 espécies do mesmo gênero, incluindo *A. desmanthum*; Paula e Alves (1980) estudaram as estruturas anatômicas da madeira de 14 espécies ocorrentes em área de Caatinga, dentre estas *Aspidosperma pyrifulum*.

2.2 DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE

Aspidosperma pyrifulum é uma planta, muito conhecida na região Nordeste como pereiro, pau-pereiro, pereiro-vermelho, pau-de-coaru (Correa, 1978). É uma planta que ocorre no Nordeste (Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Bahia, Alagoas, Sergipe), Centro-Oeste (Mato Grosso, Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso do Sul), Sudeste (Minas Gerais). É considerada espécie endêmica na caatinga (Maia, 2004).

A sua madeira é amplamente empregada na carpintaria por apresentar madeira de boa qualidade para estes fins (Tigre, 1968).

É uma árvore de porte regular, podendo atingir em média 5m de altura (BRAGA, 1976 e TIGRE, 1968), tronco bem desenvolvido, ereto, podendo chegar de 15 a 20 cm de diâmetro (Figura 2). A casca é lisa e acinzentada, com lenticelas brancas quando a planta é jovem, e

torna-se rugosa quando mais velha; as folhas são ovais, simples, amargosas, glabras ou pilosas; suas flores são pequenas, de cor clara e possuem um perfume característico (Figura 3); o fruto é geralmente achatado (também conhecido popularmente como “galinha”), de cor castanho-claro, que comporta cerca de 5 sementes, aladas e planas; a dispersão dessas sementes é feita através do vento. A madeira do Pereiro é de cor clara, moderadamente pesada, macia e de fácil trabalho, resistente e muito durável, de textura fina e uniforme (MAIA, 2004).

O Pereiro possui várias utilizações, dentre elas a sua madeira é bastante utilizada para serviços de carpintaria (TIGRE, 1968), para fazer carvão, cerca e lenha. Como planta ornamental, por ser uma árvore de pequeno porte e pela beleza da sua copa, pode ser empregada no paisagismo de lugares em geral. Também é utilizada na recuperação de áreas degradadas, inclusive em matas ciliares. É uma das poucas espécies indicadas para a recuperação de áreas em processo de desertificação, por sua importância ecológica e adaptação às mais severas condições de seca e solos rasos ou pedregosos.

Os sistemas agroflorestais empregam o Pereiro para compor faixas arbóreas (corredores) entre as plantações, fornecendo alimento para abelhas e produzindo madeira.

Na medicina popular, é utilizado no tratamento de distúrbios respiratórios e febres. A casca é utilizada como remédio para o estômago e como antiemético. Na medicina veterinária popular é utilizado no tratamento de ectoparasitoses dos animais domésticos (sarnas, piolhos e carrapatos).



1.



2.

Figura 1. Local de Coleta da espécie *A. pyrifolium*.

Figura 2. *A. pyrifolium*



3. Figura 3. Detalhe da Folha e flor de *A. pyrofolium*

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E. S.; ANGYALOSSY, A. V. **Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 1. Growth rings and vessels.** IAWA Journal. 21(4): 3-30. 2000.

ALVES, E. S.; ANGYALOSSY, A. V. **Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 2. Axial parenchyma, rays and fibers Growth rings and vessels.** IAWA Journal 23(4): 391-418. 2002.

BAAS, P. **The wood anatomical range in *Ilex* (Aquifoliaceae) and its ecological and phylogenetic significance.** Blumea 21: 193-258. 1973.

BAAS, P.; WERKER, E. E.; FAHN, A. **Some ecological trends in vessel characters.** IAWA Bull n. s. 4(2): 141-159. 1983.

BARBOSA, W. L. R.; TAVARES, I. C. C.; SOARES, D. C. **Alcalóides de *Aspidosperma auriculatum* Standl.** Revista Brasileira de Farmacognosia, vol. 13, supl. 2003.

BRAGA, R. **Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará.** 3.ed. Fortaleza: ESAM, 1976. 510p.

BRAUN, B. J. **Sociología vegetal: estudios de las comunidades vegetales.** Buenos Aires: Acme Agency, 1950. 444 p.

BURGERr, L.M.; Richter, H.G. **Anatomia da Madeira.** São Paulo: Nobel. 1991.

CARLQUIST, S. **Ecological strategies in xylem evolution.** Los Angeles/London: Univer. Calif. Press, Berkeley. 1975.

CARLQUIST, S. **Ecological factors in wood evolution, a floristic approach.** American Journal of Botany. 6: 887-896. 1977.

- CARLQUIST, S. **Comparative Wood anatomy** – systematic, ecological and evolutionary aspects of dicotyledon Wood, Springer-Verlag, New York. 1988.
- CARLQUIST, S. **Comparative Wood Anatomy: Systematic, Ecological and Evolutionary aspects of Dicotyledons Wood**. Springer Verlag. Berlin / Heidelberg / New York / London / Paris / Tokyo. 436p. 2001.
- CARLQUIST, S.; HOEKMAN, D.A. **Ecological wood anatomy of the woody southern Californian flora**. IAWA Bulletin, Netherlands, (6)4: 319-348. 1985.
- CORREA, M.P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil**. Rio de Janeiro: IBDF, 1978. v.5, 687p.
- DICKISON, W. C. **Integrative Plant Anatomy**. San Diego: Harcourt Academic Press, 533p. 2000.
- FERNANDES, A. **Fitogeografia brasileira**. Fortaleza: Multigraf, 340p. 1998.
- FERREIRA, G.C. et al. **Estudo anatômico das espécies de Leguminosae comercializadas no estado do Pará como “angelim”**. Revista Acta amazonica 34 (3): 387-398. 2004.
- GILBERT, B. **Um estudo fitoquímico do gênero *Aspidosperma***. Anais da Academia Brasileira de Ciências 38(supl.): 315-319. 1966.
- GRAAFF, N. A. Van der e P. BAAS. **Wood anatomical variation in relation to latitude and altitude**. Blumea 22: 101-121. 1974.
- JACOME, A. G. et al. **Comportamento produtivo de genótipos de algodão sob condições salinas**. Acta Scientiarum Agronomy, Maringá, v. 25, n. 1, p. 187- 194, 2003.
- LIMA. R. S. **Anatomia Comparada do Lenho de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Leguminosae-Mimosoideae) sob Diferentes Condições Latitudinais**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 112p. 2006.
- LIMA, R.S.; OLIVEIRA, P.L.; RODRIGUES, L.R. **Anatomia do lenho de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Leguminosae-Mimosoideae) ocorrente em dois ambientes**. Revista Brasileira de Botânica. (32)2: 361-374. 2009.
- LINDORF, H. **Eco-anatomical Wood features of species from a very dry tropical forest**. IAWA Journal 15(4): 361-376. 1994.

- LOPES, J. N. C. et al. **Preliminary screening of brasilian plant extracts for molluscicidal activity**. *Planta Medica* **55**(4): 388. 1989.
- LORENZI, H.; SOUZA, V. C. **Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. Instituto Plantarum, 2005.
- LUCHI, A. E. **Estudo anatômico em espécies de mata ciliar da Serra do Cipó (MG)**. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1990.
- MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. São Paulo: D&Z Computação, 413 p. 2004.
- MARCATI, C.R.; OLIVEIRA, J.S.; MACHADO, S.R. **Growth rings in cerrado woody species: occurrence and anatomical markers**. *Biota Neotrop.* (6) 3. – <http://www.biotaneotropica.org.br/v6n3/pt/abstract?article+bn00206032006>. 2006.
- MARCONDES, F. W.; KINOSHITA, L. S. **Uma nova divisão infragenérica para *Aspidosperma* Mart.(Apocynaceae)**. *Revista Brasileira de Botânica* 19(2): 203-214. 1996.
- MAZZONI, V. S. C.; LUCHI, A. E. Adaptações anatômicas. **Anais do simpósio sobre mata ciliar, Fundação Cargill, São Paulo**, p.71-98. 1989.
- METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons**. Oxford, Clarendon Press, vol. II. 1950.
- MILANEZ, F. R. **Estudo do lenho de trinta espécies do gênero *Aspidosperma***. *Revista de la Sociedad Argentina de Ciências naturales - Physis*, Vol. XV, nº 37. 1939.
- MOGLIA, G.; GIMENEZ, A.M. **Rasgos anatómicos característicos del hidrosistema de las principales especies arbóreas de la región chaqueña Argentina**. *Revista de Investigaciones Agrarias – Sistemas y Recursos Florestales*. 7(1e2): 53-71. 1998.
- PACHECO, J. M. **Estudo farmacognóstico do *Aspidosperma pyrifolium* Mart. Popularmente conhecido por pereiro-preto**. *Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro*, vol. XXIV. 1979.
- PAULA, J.E.; ALVES, J.L.H. **Estudo das estruturas anatômicas e de algumas propriedades físicas da madeira de 14 espécies ocorrentes em áreas de caatinga**. *Brasil Florestal*, Brasília, v.10, n.43, p.47-48. 1980.

- RAFFAUF, R. F. **Some chemotaxonomic considerations.** *Lloydia* 27(4): 286-298. 1964.
- RIZZINI, C. T. **Árvores e Madeiras Úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira,** Ed. Edgard Blücher, 294 p. 1971.
- ROBERT, G. M. T. et al. ***Aspidosperma* de Guyane: alcaloides d'*Aspidosperma markgravianum*.** *Journal of Natural Products* 46(5): 694-707. 1983.
- SILVA, L.B. **Variação na estrutura da madeira de quatro espécies da caatinga nordestina e seu potencial para o desenvolvimento sustentável.** Tese de Doutorado. Universidade Federal de Feira de Santana. 131p. 2006.
- SILVA, L. B. et al. **Wood Anatomy from Species Occuring in the Caatinga of Pernambuco-Brazil.** In: International Symposium on Wood Sciences, Montpellier. International Symposium on Wood Sciences. 2004.
- SOLEREDER, H. **Systematics anatomy of the dicotyledons.** Vol 1, Oxford, Clarendon Press. 1908.
- TIGRE, C.B. **Silvicultura para as matas xerófilas.** Fortaleza: DNOCS, 175p. 1968.
- WOODSON Jr., R. An interim revision of the genus *Aspidosperma*. ***Annals of the Missouri Botanical Garden* 38: 119-206. 1951.**

4. ARTIGO CIENTÍFICO

Anatomia Ecológica do Lenho de *Aspidosperma pyrifolium* Mart. (Apocynaceae) ocorrente na Caatinga paraibana

Noêmia Suely Lacerda Pellegrino¹; Rivete Silva de Lima²

1. Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Departamento de Sistemática e Ecologia, Laboratório de Anatomia Vegetal, João Pessoa, PB, Brasil. noemiapellegrino@gmail.com

2. Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Departamento de Sistemática e Ecologia, Laboratório de Anatomia Vegetal, João Pessoa, PB, Brasil. rivete@terra.com.br

(Anatomia Ecológica do Lenho de *Aspidosperma pyrifolium* Mart. (Apocynaceae) ocorrente na Caatinga paraibana)

RESUMO

Os estudos em anatomia ecológica do lenho, basicamente, enfocam a influência dos fatores ambientais sobre as características do lenho, visando entender os aspectos anatômicos que permitem às plantas sobreviverem no ambiente em que se encontram. Esse trabalho tem por objetivo verificar o grau de influência das condições ambientais da caatinga sobre os parâmetros anatômicos do lenho de indivíduos de *Aspidosperma pyrifolium* Mart. ocorrentes na caatinga Paraibana. Para tal, amostras do lenho de indivíduos de *A. pyrifolium* foram coletadas na estação experimental da EMEPA-PB, no município de Soledade. O preparo do material seguiu os procedimentos usuais em anatomia vegetal, tendo sido preparadas lâminas de material macerado e Lâminas permanentes. Foram calculados também os índices de vulnerabilidade e mesomorfia. O lenho apresenta vasos com distribuição difusa, solitários e múltiplos, pontoações simples, placa de perfuração simples e parênquima axial escasso. Análise de parâmetros celulares revelaram vasos com frequência média de 153,8/ mm², comprimento médio de 568,1 µm e 47,9 µm de diâmetro. As fibras libriformes, medem 979,1 µm de comprimento, 20,7 µm de diâmetro e 6,2 µm de espessura de parede. Os raios medem 17,8 µm de largura e 175,9 µm de altura, apresentam frequência 20,2 raios/ mm. Foi mensurado o índice de vulnerabilidade que ficou em 0,32. As características anatômicas do lenho como alta frequência de vasos, placa de perfuração simples, vasos curtos e o baixo valor do índice de vulnerabilidade comprovam a adaptação da planta ao ambiente Caatinga.

Palavras-chave: Madeira, Ambiente

(Ecological wood anatomy of *Aspidosperma pyriforme* Mart. (Apocynaceae) occurring in Caatinga paraibana)

ABSTRACT

The investigation of the ecological anatomy of the wood is focused on the influence of environmental factors on the characteristics of the wood, aiming to understand the anatomical aspects which allow the plants to survive in their environment. The goal of this work is to verify the degree of influence of Caatinga's environmental conditions over the anatomical parameters of the wood of individuals *Aspidosperma pyriforme* Mart. From the Caatinga of Paraiba. For this task, samples of the wood of individuals *A. pyriforme* were collected in the experimental station of EMEPA-PB, in the city of Soledade. The preparation of the material followed the usual procedure in vegetal anatomy, having been prepared blades of macerated material and permanent blades. The vulnerability and mesomorphy indexes were also calculated. The wood presents vessels with diffuse distribution, solitary and multiple, simple perforations, simple plate drilling and scarce axial parenchyma. The analysis of cellular parameters revealed vessels with average frequency of 153,8/ mm², average length of 568,1 µm and 47,9 µm of diameter. The fibers libriformes measured 979,1 µm of length, 20,7 µm of diameter and 6,2 µm of wall thickness. The radius measure 17,8 µm of width and 175,9 µm of high, present frequency of 20,2 radius/ mm. The vulnerability index was measured and estimated in 0,32. The anatomic characteristics of the wood such as high frequency of vessels, simple plate drilling, small vessels and low value of the vulnerability index prove the adaptation of the plant to the environment of Caatinga.

Key-words: Wood, Environment

Introdução

A anatomia ecológica tem como objetivo identificar a influência de fatores ambientais expressos nas características fenotípicas. Segundo Baas (1973), os fatores ambientais influenciam diretamente na estrutura anatômica e morfológica das plantas. Essa interferência pode ocorrer em um curto espaço de tempo, atuando na variação fenotípica, e também, a longo prazo, atuando durante o período evolutivo de seleção natural das espécies, onde geneticamente as espécies mais bem adaptadas anatomicamente são favorecidas.

Apesar dos fatores ecológicos já serem, há algum tempo, reconhecidos como atuantes na determinação da diversidade e especialização anatômica da madeira, só com os estudos relativos à anatomia ecológica é que tornaram-se mais amplos e comparativos (Baas, 1982).

A espécie *Aspidosperma pyrifolium* Mart. é pertencente a família Apocynaceae que possui distribuição predominantemente pantropical, mas com representantes também na região temperada. *A. pyrifolium* é uma planta, muito conhecida na região Nordeste como pereiro, pau-pereiro, pereiro-vermelho, pau-de-coaru (Correa, 1978). É uma planta que ocorre no Nordeste (Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Bahia, Alagoas, Sergipe), Centro-Oeste (Mato Grosso, Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso do Sul), Sudeste (Minas Gerais).

O Pereiro possui várias utilizações, dentre elas a sua madeira é bastante utilizada para serviços de carpintaria (Tigre, 1968), para fazer carvão, cerca e lenha. É uma das poucas espécies indicadas para a recuperação de áreas em processo de desertificação, por sua importância ecológica e adaptação às mais severas condições de seca e solos rasos ou pedregosos.

A Caatinga tem como traço comum a deficiência hídrica durante a maior parte do ano decorrente da baixa pluviosidade, da elevada taxa de evapotranspiração, da irregular distribuição das chuvas ao longo do ano e da baixa capacidade de retenção de água dos solos, normalmente rasos e pedregosos. De acordo com Andrade-Lima (1960, 1981), a vegetação da Caatinga caracteriza-se pelo seu porte, variando de médio a baixo, tipicamente decídua e rica de espinhos.

Estudos anatômicos com a espécie *A. pyrifolium* têm se mostrado úteis na identificação dos fatores ambientais que influenciam diretamente a estrutura da planta, mostrando como essas espécies são bem adaptadas anatomicamente a grande escassez de água do ambiente Caatinga.

Moglia e López (2001) estudaram o lenho de *Aspidosperma quebracho-blanco* para tentar entender quais características podem ser consideradas adaptativas que permitem o sucesso dessa espécie em regiões áridas.

Não foram encontrados estudos relacionados com a anatomia ecológica do lenho de *Aspidosperma pyriformium* Mart. ocorrente na caatinga. Sendo assim, com o presente trabalho objetivou-se principalmente caracterizar as adaptações ecológicas do lenho da espécie estudada, verificar as adaptações que essa espécie desenvolve para sobreviver no ambiente caatinga e ampliar o conhecimento sobre a espécie.

Material e métodos

Área de coleta

A espécie *Aspidosperma pyriformium* Mart. foi coletada na estação experimental da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária no município de Soledade – PB (EMEPA-PB), posicionado à 07° 03' 26" S e 36° 21' 46" W, a uma altitude de aproximadamente 521 m. O clima da região é semiárido quente, com precipitações médias anuais baixas e uma estação seca que pode atingir 11 meses. A média de temperatura máxima anual é de 24,5 °C e a mínima de 16,5 °C. Apresenta precipitação pluvial com média de 400 mm/ano (dados meteorológicos obtidos na própria Estação Experimental) e umidade relativa do ar em torno de 50%.

Coleta do material

A coleta do lenho foi padronizada, retirando-se a amostra sempre a 1,3 m do solo e de plantas com DAP (diâmetro à altura do peito, 1,30 m) acima de 30 cm.

Para auxiliar na regeneração e evitar o ataque de microrganismos, aplicou-se no local lesado uma solução aquosa saturada de sulfato de cobre. As amostras do lenho foram fixadas em FAA 70% (formaldeído, ácido acético e álcool etílico 70%) e conservadas em etanol 70%, até o início da preparação histológica. A identificação das espécies foi realizada por especialistas da Empresa Pernambucana de Pesquisas Agropecuárias - IPA.

A espécie *Aspidosperma pyriformium* foi levada ao Laboratório de Anatomia Vegetal (LAVEG) do Departamento de Sistemática e Ecologia da UFPB.

Preparação do material

Material dissociado

Fragmentos do lenho foram retirados com o auxílio de lâmina de barbear da região mais externa das amostras de um pequeno bloco de madeira, onde se tem o lenho mais recente. Esses fragmentos foram colocados em frascos com uma mistura de peróxido de hidrogênio e ácido acético glacial PA, 1:1 (v/v) e levados à estufa (60°C) por aproximadamente 48 horas. Posteriormente, esse material foi lavado com água destilada e corado com safranina aquosa 1%, por aproximadamente 24h. Por último, os fragmentos já corados foram dissociados em um vidro de relógio, com o auxílio de um pincel, contendo água destilada. Logo depois, lâminas desse material dissociado foram montadas em glicerina 50%, segundo o método de Franklin, modificado por Kraus e Arduin (1997). Outros fragmentos foram passados em etanol 10% e 30%, corados com safranina etanólica 50% e montados em lamina e lamínula com glicerina.

Lâminas permanentes

De um modo geral, o preparo do material histológico seguiu as técnicas apresentadas por Johansen (1940) e Sass (1951). Para a preparação dos corpos de prova foram confeccionados blocos com seis faces, tendo cada um, aproximadamente, 2 cm de aresta nos planos longitudinal radial e longitudinal tangencial e 1,5 cm no transversal. Os corpos de prova foram retirados da região mais externa das amostras e, portanto em contato com a região cambial, contendo assim as camadas de lenho mais recentes, formadas nas últimas estações de crescimento. Os blocos foram amolecidos por cozimento em água e glicerina em autoclave por cerca de 40 minutos.

Obtiveram-se secções histológicas nos seguintes sentidos: Transversal, Longitudinal tangencial e Longitudinal radial. Após os cortes, as amostras com cerca de 20 a 40 µm de espessura foram colocadas em vidros de relógio contendo hipoclorito de sódio 1,5% para serem clarificadas e, logo após, lavadas em água destilada em cinco lavagens de quinze minutos cada. Em seguida o material foi submetido a uma desidratação alcoólica, durante a qual as amostras foram coradas em safranina alcoólica 70%. As amostras conservadas em acetato de butila foram montadas entre lâmina e lamínula com entellan. Logo após foi levado à observação ao microscópio de luz.

Análise dos dados

Para a mensuração dos tipos celulares foram utilizados três indivíduos da espécie e feitas 30 medições para cada parâmetro anatômico. As mensurações e análise qualitativa do material foram realizadas com auxílio de microscópio de luz. Para a análise quantitativa foram feitas medidas do comprimento das fibras (CF); diâmetro tangencial das fibras (DF); espessura da parede da fibra (EPF); diâmetro tangencial do lume das fibras (DTLF); comprimento dos elementos de vaso (CV); diâmetro tangencial dos elementos de vaso (DTV); espessura da parede dos elementos de vaso (EPV); diâmetro tangencial do lume dos elementos de vaso (DTLV); altura dos raios em micrómetros (AR); largura dos raios em micrómetros (LR); altura dos raios em número de células (AR n°); largura dos raios em número de células (LR n°); abertura das pontuações (AP); frequência de vasos (FV/mm²) e frequência de raios (FR/mm).

As análises qualitativas do lenho seguiram as recomendações da Associação Internacional dos Anatomistas da Madeira (IAWA). Para as medições utilizou-se um microscópio de luz do modelo Olympus Bx41. Para contagem dos elementos celulares usou-se câmara clara acoplada ao microscópio de luz e uma ocular com escala micrométrica.

A partir dos valores absolutos, foram calculados os índices sugeridos por Carlquist (1977): Índice de Vulnerabilidade = DEV/FV e o Índice de Mesomorfia = (DEV/FV).CEV, para expressar a segurança e a eficiência condutora do xilema.

Resultados e Discussão

- Descrição anatômica do lenho

Camadas de crescimento: Distintas, marcadas pelo achatamento das fibras (Figura 6).

Vasos: Distribuídos em porosidade difusa, com arranjo não específico, predominando múltiplos radiais (2 a 3), solitários escassos (Figura 5).

Parênquima axial: Paratraqueal difuso escasso (Figura 5).

Raios: não estratificados, homogêneo, constituído por células procumbentes (Figura 7).

Fibras: do tipo libriforme (Figura 4).

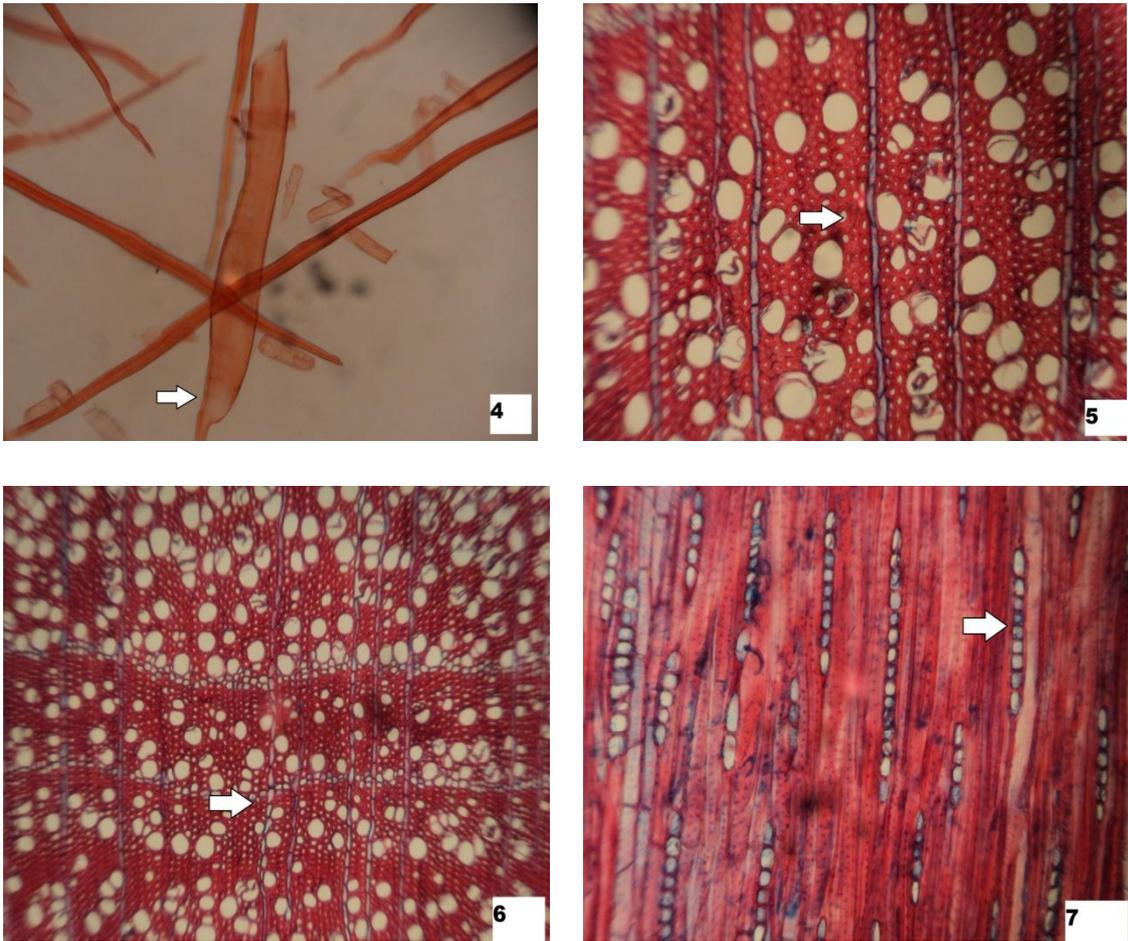


Figura 4-7. Características anatômicas da espécie *Aspidosperma pyriform*. 4. Material dissociado evidenciando elemento de vaso com placa de perfuração simples (seta) e fibras. 5. Secção transversal mostrando fibras (seta) e pouca presença de parênquima axial. 6. Secção transversal mostrando camada de crescimento (seta). 7. Secção longitudinal, mostrando os raios estreitos e curtos (seta).

Tabela 1. Dados quantitativos dos parâmetros celulares do lenho de *Aspidosperma pyrifolium* ocorrente na Paraíba.

	N	Media	Mínimo	Máximo	desvio padrão
CV(μm)	30	568,1	371,2	684,4	76,7
DTV(μm)	30	47,9	40,6	60,9	6,4
EPV(μm)	30	3,9	2,9	5,8	1,5
DTLV(μm)	30	42,2	29,	60,9	7,2
FV(mm^2)	30	153,8	147	159	3,9
CF(μm)	30	979,1	568,4	1415,2	259,2
DTF(μm)	30	20,7	17,4	29	3,1
EPF(μm)	30	6,2	5,8	8,7	1,1
DTLF(μm)	30	8,4	5,8	11,6	2,2
AR(μm)	30	175,9	106,4	246,4	39,5
LR(μm)	30	17,8	5,6	28	4,9
AR (n°)	30	8,2	4	13	1,9
LR (n°)	30	1,2	1	2	0,3
FR(mm)	30	20,2	15	23	1,9
APL(μm)	30	1,9	1,2	2,3	0,6

N-números de indivíduos; CV-comprimento dos vasos (μm); DTV-Diâmetro tangencial dos vasos (μm); EPV-Espessura da parede dos vasos (μm); DTLV-Diâmetro tangencial do lúmen dos vasos (μm); FV-Frequência dos vasos (vasos/ mm^2); CF-Comprimento das fibras (μm); DTF-Diâmetro tangencial das fibras (μm); EPF-Espessura da parede das fibras (μm); DTLF-Diâmetro tangencial do lúmen das fibras (μm); AR-Altura dos raios (μm); LR-Largura dos raios (μm); AR-Altura do raio em número de células; LR-Largura dos raios em número de células; FR-Frequência dos raios (raios/mm); APL-Abertura das pontuações laterais (μm).

Análise dos Índices de Vulnerabilidade e Mesomorfia

Os valores dos índices de vulnerabilidade e mesomorfia obtidos encontram-se na tabela 2.

Tabela 2 – Índices de Vulnerabilidade e Mesomorfia da *Aspidosperma pyrifolium*

	Índice de Vulnerabilidade	Índice de Mesomorfia
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	0,32	177

- Lenho

Camadas de crescimento

Carlquist (2001) relaciona as camadas de crescimento à parada na atividade cambial provocadas por períodos de seca, frio ou eventos fotoperiódicos. A disponibilidade hídrica é um fator que pode influenciar a formação de camadas de crescimento, sendo as diferenças de pluviosidade e a distribuição irregular de chuvas durante o ano as causas das variações encontradas. Segundo Worbes (1995), uma estação seca por ano com duração de dois a três meses e com precipitação mensal menor que 60 mm induz a formação de uma camada de crescimento anual. A existência de duas camadas está relacionada com duas estações secas no mesmo período.

Segundo Zimmermann e Brown (1971), existem espécies arbóreas que sempre apresentam camadas de crescimento bem demarcadas, espécies que não apresentam essa demarcação e espécies que têm potencialidade de formar ou não estas camadas, dependendo das condições ambientais.

Os efeitos na atividade cambial e na estrutura do lenho de árvores de regiões tropicais devido ao déficit hídrico foram estudados por Détienne (1989) e Botosso & Vetter (1991). Os autores observaram que a diminuição da atividade cambial, causado pelo stress hídrico, reflete-se diretamente nas características anatômicas do lenho e geralmente na formação de camadas de crescimento. Carlquist (2001) mostra que há relação entre camadas de crescimento e redução na atividade cambial seja esta provocada pelo déficit hídrico (seca) ou frio.

Para espécies de clima tropical, a quantidade de água disponível está relacionada às variações encontradas nas camadas de crescimento.

Alguns trabalhos como os de Mainieri *et al.* (1983) que estudaram espécies da flora brasileira, mostram ser frequente a formação de camadas de crescimento. Botosso & Vetter (1991) ao estudarem o lenho de espécies da Amazônia também confirmaram esta tendência.

A espécie da Caatinga estudada neste trabalho apresentou camadas de crescimento distintas (Fig. 5). Confirmando o que já se espera em espécies da Caatinga, onde a duração do período seco reduz a atividade cambial e leva a formação das camadas de crescimento. Sendo, a atividade cambial, retomada com o início de período das chuvas.

Parênquima Axial

Quanto ao parênquima axial, as tendências apontam para o tipo paratraqueal em ambientes mais quentes. O parênquima axial armazena substâncias de reserva e água, como mostraram Burger & Richter (1991). A presença de concentrações de açúcares nas células de parênquima está relacionada com a manutenção da pressão dentro dos vasos e, conseqüentemente, com a condução de água na planta, como mostraram Wheeler & Baas (1991).

Para Braun (1984) o parênquima axial, estando associado aos vasos ou traqueídes também auxilia na condução, pois cria uma força osmótica dentro dos vasos através da liberação de substâncias osmoticamente ativas, agindo assim, para evitar embolia.

Braun (1984) fala que o tecido acessório, nas espécies não decíduas tropicais não armazena amido, já nas espécies temperadas ou tropicais decíduas, tais células podem armazenar amido, que será mobilizado antes daquele presente nas demais células parenquimáticas.

Assim, conclui-se que a escassez de parênquima paratraqueal em *Aspidosperma pyrifolium* (Fig.5) pode ser compensada por outras características no lenho para que possa ocorrer uma boa condução de água e a manutenção da pressão osmótica dentro dos vasos.

Elementos de vaso

Arranjo dos vasos – Carlquist (2001) afirma que o agrupamento de vasos confere maior segurança ao transporte. Plantas de ambiente seco devem conduzir a pouca água disponível em um curto período do ano, sendo assim é mais interessante possuir vasos agrupados para evitar embolias. Com isso, o agrupamento dos vasos diminui em áreas úmidas e aumenta em áreas secas (Carlquist, 1966). Alves & Angyalossy-Alfonso (2000), ao estudar 491 espécies das diferentes regiões brasileiras observaram que o agrupamento dos vasos aumenta com o aumento da latitude, estando os vasos múltiplos negativamente relacionados à região Nordeste.

No presente trabalho foram encontrados vasos solitários e múltiplos, predominando o tipo solitário (Fig.5). A ausência de arranjo, como em ambientes com pouca disponibilidade hídrica, pode ser compensada pela alta frequência e pequeno diâmetro dos vasos. Carlquist (1975) afirma que vasos com pequeno diâmetro conferem segurança na condução e evitam embolias.

Frequência dos vasos – A frequência de vasos é um aspecto anatômico importante para indicar xeromorfismo e mesomorfismo, e embora se espere que a frequência seja inversamente proporcional ao diâmetro dos elementos de vaso, de fato não estão intimamente relacionados, podendo variar independentemente em grande extensão (Carlquist, 2001).

A espécie estudada apresentou maior frequência de elementos de vaso (153,8 vasos/mm²). De acordo com Carlquist (2001) a baixa frequência de elementos de vaso é típica de florestas tropicais enquanto ambientes mais xéricos apresentam alta frequência de elementos de vaso. Carlquist (2001) considerou frequências em torno de 100 vasos/mm² como alta, o que foi observado na espécie *Aspidosperma pyriforme*.

Moglia e López (2001) estudando o lenho de *Aspidosperma quebracho-blanco* encontraram apenas 9,77 vasos por mm².

Comprimento e diâmetro dos vasos – Carlquist (1975) associou elementos de vaso mais curtos e estreitos a ambientes xéricos, enquanto ambientes méxicos apresentam elementos de vaso mais longos e largos. Tal característica foi comprovada por vários autores, como Luchi, (2004) e Barajas-Morales, (1985). O resultado encontrado neste trabalho mostrou vasos com 568,1 µm, considerados curtos e, portanto em consonância com as condições existentes em ambientes xéricos.

Moglia e López (2001) encontraram em *Aspidosperma quebracho-blanco* encontraram vasos mais curtos ainda e com apenas 317,48 µm.

A espécie estudada apresentou elementos de vaso curtos e estreitos (fig.4). De acordo com Zimmermann (1982), elementos de vaso mais largos são mais eficientes no transporte de água, sendo, porém mais vulneráveis ao risco de embolias. Já elementos de vaso mais estreitos transportam um menor volume de água, no entanto oferecendo maior segurança no transporte, sendo este um fator adaptativo importante em ambientes expostos a longos períodos de seca, como a Caatinga.

Placa de Perfuração – *Aspidosperma pyriforme* apresentou elementos de vaso com placa de perfuração simples. O mesmo foi encontrado por Moglia e López (2001) em *Aspidosperma quebracho-blanco*. Placas de perfuração simples predominam em todos os ambientes (Schmid & Baas, 1984) e de acordo com Wheeler & Baas (1991), a eliminação da placa de perfuração escalariforme em ambientes xéricos deve-se a alta taxa de transpiração,

que requer uma maior taxa de condutividade, condições para as quais as placas de perfuração simples estão adaptadas.

Todos os parâmetros relacionados a elementos de vaso demonstram a influência do ambiente sobre a planta, uma vez que são estas células que estão intimamente relacionadas à condução de água pela mesma. Características quantitativas como frequência de vasos, comprimento dos vasos e diâmetro dos vasos estão mais relacionadas às variações ambientais como mostra Carlquist (2001).

Carlquist (2001) afirma que o agrupamento de vasos confere maior segurança ao transporte. Plantas de ambiente seco devem conduzir a pouca água disponível em um curto período do ano, sendo assim é mais interessante possuir vasos agrupados para evitar embolias.

Outra característica importante é a frequência de vasos como mostra Carlquist (2001) que ao estudar o lenho de dicotiledôneas associou a alta frequência de vasos a plantas de ambientes xéricos, tendência esta também comprovada no presente trabalho, tendo a espécie estudada apresentado alta frequência de vasos por mm^2 , sendo em média $153,8/\text{mm}^2$.

Quanto ao diâmetro dos vasos, Zimmermann (1982) afirma que elementos de vaso largos são mais eficientes em condução. Porém, mais inseguros, devido ao grande risco de embolias. Carlquist (1975) associou elementos de vaso curtos e estreitos a ambientes secos, com estas características eles se tornam menos eficientes em condução, porém mais seguros, tendo em vista que eles evitam embolias. A espécie estudada apresentou essa tendência.

Raios

Poucas relações são conhecidas entre dimensões dos raios (altura e largura) e o ambiente. Os raios mostraram-se muito curtos ($175,9 \mu\text{m}$) e estreitos ($17,8 \mu\text{m}$) em *Aspidosperma pyrifolium* (fig.6). Barajas-Morales (1985) em seu trabalho encontrou raios mais curtos em ambientes mais secos. No entanto, Outer & Veenendaal (1976), ao comparar a anatomia do lenho de plantas da savana e de floresta tropical africana, observaram que os raios eram mais altos e mais largos nas espécies da savana, que é um ambiente xérico. Porém, Lima *et al.* (2009) e Alves & Angyalossy-Alfonso (2000 e 2002) afirmam que tal característica nem sempre pode ser relacionada ao ambiente.

Cristais foram encontrados nas células do parênquima radial da espécie estudada, essa característica está associada ao clima tropical e foi mostrada por Baas (1973).

Quando se considera a composição química dos cristais, verifica-se que a maioria deles é formada por oxalato de cálcio. Não há um consenso sobre a verdadeira função dos cristais, mas Mauseth (1995), Franceschi (2001), Nakata (2003) afirmam ter estes, importância na proteção da planta contra a ação de animais herbívoros e atuação na osmorregulação.

Fibras

As Fibras não possuem tanta relevância na condução quanto os vasos, suas funções são mais restritas à sustentação, devido a este fato são poucos os estudos de fibras relacionados à anatomia ecológica, quando comparados aos estudos com elementos de vaso.

A espécie estudada apresentou fibras do tipo libriforme, com 979,1 μm de comprimento médio e parede com espessura de 6,2 μm (fig.4). Moglia e López (2001) encontraram em *Aspidosperma quebracho-blanco* fibras mais longas e com 1411 μm porém, com a mesma espessura de parede.

Fibras mais curtas e paredes espessas foram encontradas na espécie estudada, sendo esta uma característica de ambientes mais secos como observado por Barajas-Morales (1985). Alves & Angyalossy-Alfonso (2002) evidenciaram tendências ecológicas que apontam para fibras com paredes espessas em espécies de ambientes xéricos.

Índice de vulnerabilidade

Carlquist (1977), visando o entendimento da conexão entre o ambiente e a estrutura do lenho propôs a criação do Índice de Vulnerabilidade, que é a razão entre Diâmetro Tangencial do Vaso e a Frequência de Vasos por mm^2 . Com o índice criado, observou-se que em ambientes com menor disponibilidade hídrica as plantas apresentavam redução no diâmetro dos vasos e um aumento da frequência de vasos e que estas variações eram diretamente associadas à segurança e à eficiência na condução de água. De acordo com o índice, valores abaixo de 1,0 indicam maior segurança oferecida pelo vaso e, conseqüentemente, menor risco de embolias.

A espécie estudada, apresentou índice de vulnerabilidade abaixo de 1, indicando que ela apresenta maior segurança oferecida pelo vaso e, conseqüentemente, menor risco de embolias.

De forma geral, *Aspidosperma pyriformium* apresenta camadas de crescimento distintas, parênquima axial escasso e do tipo paratraqueal, raios curtos. O comprimento e diâmetro dos elementos de vaso são reduzidos, a frequência de vasos muito alta e índice de vulnerabilidade abaixo de 1,0. A placa de perfuração é simples, que é predominante em espécies da Caatinga e apresentou fibras curtas. Ao fim deste trabalho pode-se afirmar que as tendências estabelecidas para espécies de ambiente xérico, foram evidenciadas no lenho de *Aspidosperma pyriformium*. Os resultados encontrados neste trabalho diferem do estudo feito por Moglia e López (2001) ao estudaram a anatomia do lenho de *Aspidosperma quebracho-blanco* e não evidenciarem as mesmas características do lenho compatíveis com plantas de ambientes áridos e semiáridos.

Agradecimentos

À Universidade Federal da Paraíba (UFPB) que me proporcionou o Laboratório de Anatomia Vegetal (LAVEG) para realização dos estudos desse trabalho.

Referências bibliográficas

- Alves, E. S. & Angyalossy-Alfonso, V. 2000. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 1. Growth rings and vessels. **IAWA Journal**. 21(4): 3-30.
- Alves, E. S. & Angyalossy-Alfonso, V. 2002. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 2. Axial parenchyma, rays and fibers Growth rings and vessels. **IAWA Journal** 23(4): 391-418.
- Andrade-Lima, D. de. 1960. Estudos fitogeográficos de Pernambuco. Revta. Arq. Inst. Pesq. Agron. Recife 5:305-341.
- Andrade-Lima, D. 1981. The caatinga dominium. **Revista Brasileira de Botânica**. v.5, n. 2. p.149-153.
- Baas, P. 1973. The wood anatomical range in *Ilex* (Aquifoliaceae) and its ecological and phylogenetic significance. **Blumea** 21: 193-258.
- Baas, P. 1982. Systematic, phylogenetic and ecological wood anatomy - History and perspectives. In Baas, P. (ed): **New perspectives in wood anatomy**. The Hague Martinus Nijhoff Publishers, p. 23-58.
- Barajas-Morales, J.. 1985. Wood structural differences between trees of two tropical forests in Mexico. **IAWA Bulletin**, Netherlands, (6)4: 355-364.

- Botosso, P.C. & Vetter, R.E.. 1991. Alguns aspectos sobre a periodicidade e taxa de crescimento em oito espécies arbóreas tropicais de floresta de terra firme (Amazônia). **Revista do Instituto florestal**. São Paulo. 3(2): 163-180.
- Braun, H. J. 1984. The significance of the accessory tissues of the hydrosystem for osmotic water shifting as the second principle of water ascent, with some thoughts concerning the evolution trees. **IAWA Bulletin** n. s.5(4): 275-294.
- Burger, L.M. & Richter, H.G. 1991. **Anatomia da Madeira**. Ed. Nobel. São Paulo. 154p.
- Carlquist, S.. 1966. Wood anatomy of Compositae: a summary, with comments on factors controlling wood evolution. **Aliso** 6:25-44.
- Carlquist, S. 1975. Ecological strategies in xylem evolution. **Los Angeles/London: Univer. Calif. Press**, Berkeley, 1975.
- Carlquist, S. 1977. Ecological factors in wood evolution, a floristic approach. **American Journal of Botany**. 6: 887-896.
- Carlquist, S. 2001. **Comparative Wood Anatomy: Systematic, Ecological and Evolutionary aspects of Dicotyledons Wood**. Springer Verlag. Berlin / Heidelberg / New York / London / Paris / Tokyo. 436p.
- Copant - Comisión Panamericana de Normas Técnicas. 1974. **Madeiras**: Descripción de características generales, macroscópicas y microscópicas de la madera Angiospermae dicotiledoneas. COPANT, C30: 1-19.
- Correa, M.P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil**. Rio de Janeiro: IBDF, 1978. v.5, 687p.
- Détienne, P.. 1989. Appearance and periodicity of growth rings in some tropical woods. **IAWA Bulletin** n.s. 10(2): 123-132.
- Franceschi, V.R. 2001. Calcium, oxalate in plant. **Trends in Plant Science**. 6(7): 331.
- Fedalto, L.C.; Mendes, I.C.A. e Coradin, V.T.R. 1989. **Madeiras da Amazônia**: Descrição do lenho de 40 espécies ocorrentes na floresta nacional do Tapajós. Brasília. IBAMA. 156 p.
- Kraus, J.E., Arduin, M.. 1997. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédica, Rio de Janeiro. EDUR, 198p.

- Luchi, A. E. 2004. Anatomia do lenho de *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae) de solos com diferentes níveis de umidade. **Revista Brasileira de Botânica**. 27(2):271-280.
- Mainieri, C., Chimelo, J.P. e Alfonso, V.A. 1983. **Manual de identificação das principais madeiras comerciais brasileiras**. São Paulo. (publicação IPT 1226) 241p.
- Mauseth, J.D. 1995. **Botany: An introduction to plant biology**. Saunders College Publishing, Philadelphia. 794p.
- Moglia, J. G. e López, C. R. 2001. Estrategia adaptativa del leño *Aspidosperma quebracho Blanco*. **Madera y Bosques**. 7(2):13-25
- Nakata, P.A., 2003. Advances in our understanding of calcium oxalate crystal formation and function in plants. **Plant Sci** 164: 901-909.
- Outer, R.W. & Veenendaal, W.L.H. 1976. Variation in wood anatomy of species with a distribution covering both rain forest and savanna areas of the Ivory Coast, West-Africa. *In*: **Wood structure in biological and technological research** (P. Baas, A.J. Bolton & D.M. Catling, eds.). Leiden Botanical Series. n. 3. Leiden University Press, Leiden, p.182-195.
- Schmid, R., Baas, P. 1984. The occurrence of scalariform perforation plates and helical vessel thickenings in Wood of Myrtaceae. **IAWA Bull. n.s.** 5(3): 197-215.
- Worbes, M. 1995. How to measure growth dynamics in tropical trees – A review. **IAWA Journal**. 16(4): 337-351.
- Wheeler, E. A., Baas, P.. 1991. A survey of the fossil record for dicotyledonous wood and its significance for evolutionary and ecological wood anatomy. **IAWA Bull.** n.s. 12:275-332.
- Zimmermann, H.M.. 1982. Functional xylem anatomy of angiosperm trees.-*In*:**New perspectives in wood anatomy**. (Ed.P.BAAS).- Uijhoff/Jung, The Hague : p.59-60.
- Zimmermann, M. H. & Brown, C.L. 1971. **Trees structure and function**. Springer Verlag, New York, 336p.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As características xeromórficas apresentadas pela espécie *Aspidosperma pyrifolium*, como camadas de crescimento distintas, elementos de vaso mais curtos e mais estreitos, alta frequência de vasos, placa de perfuração simples e fibras mais curtas, demonstram que a espécie estudada é bem adaptada ao ambiente Caatinga. Conclui-se ainda que os estudos de anatomia do lenho se apresentam como uma ferramenta útil para ajudar a entender a relação entre as características anatômicas de uma planta e o ambiente em que ela vive.

Agradeço à Universidade Federal da Paraíba (UFPB) que me proporcionou o Laboratório de Anatomia Vegetal (LAVEG) para realização dos estudos do meu trabalho de conclusão de curso.

ANEXO A – Normas da Acta Botânica Brasílica, revista para a qual o artigo será enviado.

Fonte: <http://acta.botanica.org.br>

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

O manuscrito submetido (documento principal, acrescido de documentos suplementares, como figuras e tabelas), poderá conter até 25 páginas (equivalentes a 14 páginas impressas, editadas em programa de editoração eletrônica).

Todos os manuscritos submetidos deverão ser subdivididos nas seguintes seções:

1. DOCUMENTO PRINCIPAL: 1.1. Primeira página. Deverá conter as seguintes informações: a) Título do manuscrito, conciso e informativo, com a primeira letra em maiúsculo, sem abreviações. Nomes próprios em maiúsculo. Citar nome científico completo. b) Nome(s) do(s) autor(es) com iniciais em maiúsculo, com números sobrescritos que indicarão, em rodapé, a afiliação Institucional. Créditos de financiamentos deverão vir em Agradecimentos, assim como vinculações do manuscrito a programas de pesquisa mais amplos (não no rodapé). Autores deverão fornecer os endereços completos, evitando abreviações .c) Autor para contato e respectivo e-mail. O autor para contato será sempre aquele que submeteu o manuscrito. 1.2. Segunda página. Deverá conter as seguintes informações: a) RESUMO: em maiúsculas e negrito. O texto deverá ser corrido, sem referências bibliográficas, em um único parágrafo. Deverá ser precedido pelo título do manuscrito em Português, entre parênteses. Ao final do resumo, citar até 5 (cinco) palavras-chave à escolha do(s) autor(es), em ordem alfabética, não repetindo palavras do título. b) ABSTRACT: em maiúsculas e negrito. O texto deverá ser corrido, sem referências bibliográficas, em um único parágrafo. Deverá ser precedido pelo título do manuscrito em Inglês, entre parênteses. Ao final do abstract, citar até 5 (cinco) palavras-chave à escolha do(s) autor(es), em ordem de alfabética. Resumo e abstract deverão conter cerca de 200 (duzentas) palavras, contendo a abordagem e o contexto da proposta do estudo, resultados e conclusões. 1.3. Terceira página e subsequentes. Os manuscritos deverão estar estruturados em Introdução, Material e métodos, Resultados e discussão, Agradecimentos e Referências bibliográficas.

1.3.1. Introdução. Título com a primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. O texto deverá conter: a) abordagem e contextualização do problema; b) problemas científicos que levou (aram) o (s) autor (es) a desenvolver o trabalho; c) conhecimentos atuais no campo específico do assunto tratado; d) objetivos.

1.3.2. Material e métodos. Título com a primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. O texto deverá conter descrições breves, suficientes à repetição do trabalho. Técnicas já publicadas deverão ser apenas citadas e não descritas. Indicar o nome da(s) espécie(s) completo, inclusive com o autor. Mapas poderão ser incluídos (como figuras na forma de documentos suplementares) se forem de extrema relevância e deverão apresentar qualidade adequada para impressão (ver recomendações para figuras). Todo e qualquer comentário de um procedimento utilizado para a análise de dados em Resultados deverá, obrigatoriamente, estar descrito no item Material e métodos.

1.3.3. Resultados e discussão. Título com a primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. Tabelas e figuras (gráficos, fotografias, desenhos, mapas e pranchas), se citados, deverão ser estritamente necessários à compreensão do texto. Não insira figuras ou tabelas no texto. Os mesmos deverão ser enviados como documentos suplementares. Dependendo da estrutura do trabalho, Resultados e discussão poderão ser apresentados em um mesmo item ou em itens separados.

1.3.4. Agradecimentos. Título com a primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. O texto deverá ser sucinto. Nomes de pessoas e Instituições deverão ser escritos por extenso, explicitando o motivo dos agradecimentos.

1.3.5. Referências bibliográficas. Título com primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. Se a referência bibliográfica for citada ao longo do texto, seguir o esquema autor, ano (entre parênteses). Por exemplo: Silva (1997), Silva & Santos (1997), Silva *et al.* (1997) ou Silva (1993; 1995), Santos (1995; 1997) ou (Silva 1975; Santos 1996; Oliveira 1997). Na seção Referências bibliográficas, seguir a ordem alfabética e cronológica de autor(es).

- Nomes dos periódicos e títulos de livros deverão ser grafados por extenso e em negrito. Exemplos: Santos, J.; Silva, A. & Oliveira, B. 1995. Notas palinológicas. *Amaranthaceae*. *Hoehnea* 33(2): 38-45. Santos, J. 1995. Estudos anatômicos em

Juncaceae. Pp. 5-22. In: Anais do XXVIII Congresso Nacional de Botânica. Aracaju 1992. São Paulo, HUCITEC Ed. v.I. Silva, A. & Santos, J. 1997. Rubiaceae. Pp. 27-55. In: F.C. Hoehne (ed.). Flora Brasílica. São Paulo, Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo. Endress, P.K. 1994. Diversity and evolutionary biology of tropical flowers. Oxford. Pergamon Press. Furness, C.A.; Rudall, P.J. & Sampson, F.B. 2002. Evolution of microsporogenesis in Angiosperms.