



INFLUÊNCIA DO ALAGAMENTO DO SOLO NA ANATOMIA DA MADEIRA DE *Mora paraensis* (DUCKE) DUCKE (PRACUÚBA) NO ESTUÁRIO AMAZÔNICO

Madson Alan Rocha de SOUSA¹, Marcelino Carneiro GUEDES², Osmar José Romeiro de AGUIAR¹, Márcio Franck de FIGUEIREDO¹.

1- Departamento de Tecnologia da Madeira, Universidade do Estado do Pará. 2 – Embrapa Amapá.

Resumo: *Mora paraensis* (Ducke) Ducke, pertence à família Fabaceae, subfamília Caesalpinioideae. É uma espécie com ampla ocorrência na região do estuário amazônico e, no entanto, informações sobre os mecanismos de adaptação de suas árvores para sobreviver nesse ambiente ainda são escassas, apesar de necessárias para assegurar o uso racional de sua madeira. Foram analisadas mudanças na estrutura do lenho de árvores de *Mora paraensis* em função do alagamento dos solos em 2 ha de florestas de várzea no Estado do Amapá, como parte do projeto Florestam (Florestas do estuário amazônico). Foram selecionadas dezesseis árvores de diferentes diâmetros, em duas condições de drenagem (boa e ruim). Amostras de lenho foram retiradas de cada árvore para estudo anatômico ecológico. A frequência total de poros, índice de vulnerabilidade, índice de mesomorfia, largura de raios, frequência de vasos múltiplos de 2, frequência de vasos múltiplos de 4 e a altura dos raios diferiram significativamente entre as condições de drenagem. As árvores presentes em solos de drenagem ruim, produzem maior frequência total de vasos, com médias de 14,57 vasos.mm⁻², enquanto para drenagem boa a média foi de 13,07 vasos.mm⁻², com isso a planta busca maior segurança no fluxo de seiva do lenho durante o período de alagamento, para sobreviver à seca fisiológica. A ocorrência de raios mais compridos em solos de drenagem ruim indica também uma estratégia diferenciada para armazenamento de material de reserva quando em condições de estresse hídrico.

Palavras-chave: seca fisiológica; frequência de vasos; altura de raios, Florestam.

Abstract: *Mora paraensis* (Ducke) Ducke, belongs to the family Fabaceae, subfamily Caesalpinioideae. It is a species with large occurrence in the Amazon estuary region, however, information on the mechanisms of trees adaptation to survive in this environment are still scarce, though necessary to ensure the rational use of its wood. We analyzed changes in the structure of wood *Mora paraensis* trees due to the flooding of the soil in 2 ha of lowland forests in the state of Amapá, as part of Florestam project (Forests of the Amazon estuary). Sixteen trees of different diameters were selected in two drainage conditions (well and poor). Wood samples were taken from each tree to ecological anatomical study. The total frequency pores vulnerability index mesomorphic index, rays width, frequency multiple vessel 2, multiple frequency vessel 4 and the height of rays differ significantly between the drainage conditions. The trees present in poor drained soils, produce greater overall frequency of vessels, averaging 14.57 vessel.mm⁻², while for well drained the average was 13.07 vessel.mm⁻², thus the search plan greater security in the wood sap flow during the flooding period, to survive the physiological drought. The occurrence of longer-spoke poor drained soils also indicates a differentiated strategy for reserve material storage when in water stress conditions.

Key word: physiological drought; vessel frequency; rays height; Florestam.



1. Introdução

As áreas de várzeas estuarinas são representadas pelo trecho do rio Amazonas a jusante de sua confluência com o rio Xingú, região que mantém uma estreita relação com o mar e com a influência das marés oceânicas (LIMA et al., 2001). Tal regime hidrológico peculiar, marcado por períodos de alto e baixo nível das águas dos rios é sua característica marcante, causando constantes modificações em sua forma e tamanho devido à oscilação diária do nível dessas marés (FERREIRA et al., 1999).

Esse ecossistema é um dos mais ricos da bacia amazônica em termos de produtividade biológica, biodiversidade e recursos naturais. Estudos indicam que a floresta de várzea é capaz de produzir mais biomassa do que a floresta de terra-firme, apesar do “estresse” resultante das grandes inundações (PIEPALE et al., 2006). Provavelmente, isto é devido ao aporte constante de nutrientes, por meio dos sedimentos, que são arrastados milhares de quilômetros de distância, desde as nascentes andinas até o delta do rio Amazonas (ALMEIDA et al., 2004).

As variadas respostas fisiológicas das espécies a estes fatores ambientais podem ser refletidas também na anatomia do lenho. O xilema tem relevante importância nos processos fisiológicos, em especial na interação da planta com o solo. Além disso, o desenho ou arquitetura hidráulica de plantas e arbustos controla os movimentos da seiva dentro da planta, sendo talvez, o fator individual mais importante na determinação do seu tamanho, da vulnerabilidade do caule a períodos de seca, da capacidade de armazenar água nos tecidos, bem como da distribuição geográfica de espécies lenhosas (DICKISON, 2000).

A peculiaridade das várzeas no estuário do rio Amazonas, regidas primariamente pelo padrão sazonal e/ou diário de variação do nível da água, que controla e modela a estrutura e dinâmica de comunidades vegetais (JUNK, 1997; JUNK et al., 1989 *apud* DUQUE-ESTRADA, 2007), é um grande atrativo para pesquisas em anatomia ecológica de espécies lenhosas. A ocupação desse ambiente se dá por espécies que tenham desenvolvido adaptações específicas suportar o alagamento ligado a esses padrões dinâmicos fluviais, que influenciam também na formação e diferenciação dos solos da região.

Por isso, esta pesquisa selecionou árvores de *Mora paraensis* (Ducke) Ducke (da família Fabaceae, subfamília Caesalpinioideae) conhecida vulgarmente como pracuúba, em várzea estuarina do rio Amazonas no estado do Amapá, com o objetivo de estudar e compreender a constituição anatômica do lenho, buscando identificar neste algum padrão que caracterize a adaptação da espécie para a perturbação gerada pelo alagamento. *Mora paraensis* é a principal espécie arbórea desse ambiente, com quase 40 m³ ha⁻¹ de volume comercial na região do estudo (Lima et al. 2014), sendo também a madeira da floresta de várzea mais comercializada (CASTILHO, 2013).

A hipótese da pesquisa é de que ocorre variação anatômica no lenho de *Mora paraensis* em função da condição de drenagem do solo.

2. Material e métodos

Área de estudo

O trabalho foi desenvolvido em florestas de várzeas estuarinas na foz do rio Amazonas, no município de Mazagão, no Estado do Amapá, situado sob as coordenadas geográficas 00° 06' 54" S e 51° 17' 20" W. O clima da região é do tipo Am, com temperatura mínima de 23° C e máxima de 33° C, média anual de 27° C, umidade relativa acima de 80 % e



elevado índice pluviométrico, de 2.000 a 2.500 mm.ano⁻¹ (SANTOS e TARDIN, 2010), com solo classificado como tipo Gleissolo Háptico (QUEIROZ, 2004).

A pesquisa foi realizada como parte integrante do Projeto Florestam - Ecologia e manejo florestal para uso múltiplo de várzeas do estuário amazônico, liderado pela Embrapa Amapá.

Para tal, foram instalados quatro transectos de 1 km cada, perpendiculares ao rio Amazonas (Transecto 1) e a um de seus tributários, o Igarapé Grande (Transectos 2, 3 e 4).

Seleção das árvores para coleta de lenho

O delineamento do experimento foi inteiramente casualizado, com dois tratamentos (drenagem) e oito repetições (árvores). Em cada transecto foram selecionadas e identificadas quatro árvores de diferentes diâmetros, com duas árvores selecionadas em parcelas que apresentaram solo com drenagem ruim, ou seja, solo encharcado com água represada, em áreas de cota mais baixas, e outras duas árvores em parcelas com solo de drenagem boa, sem encharcamento ou acúmulo de água, áreas topográficas mais altas, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Características das árvores de *Mora paraensis* amostradas em florestas de várzea estuarina, no município de Mazagão, Amapá

Transecto	Árvore	Condição de drenagem	DAP*
T1	A	BOA	10,98
	B	RUIM	10,98
	C	BOA	61,43
	D	RUIM	61,75
T2	E	BOA	11,3
	F	RUIM	18,78
	G	BOA	60,16
	H	RUIM	60,16
T3	I	RUIM	15,6
	J	RUIM	16,55
	K	BOA	45,2
	L	BOA	54,11
T4	M	BOA	15,92
	N	BOA	23,55
	O	RUIM	54,11
	P	RUIM	57,3

* Diâmetro a 1,30 m do solo.

Coleta do lenho

A coleta do material lenhoso foi realizada por meio de método não destrutivo, utilizando-se martelo e formão, para retirada de uma amostra de lenho na forma de um cubo, com pelo menos 30 mm de aresta. A coleta foi realizada próxima da região cambial, onde se



encontram as camadas de lenho mais recentes, formadas nos últimos períodos de crescimento, conforme Norma COPANT (C30: 1-19/74), citada por Montefusco (2005).

Considerou-se cada árvore como uma repetição para o estudo da espécie, retirando-se uma amostra de cada indivíduo na face que estava perpendicular aos rios. As amostras foram acondicionadas em sacos de papel e seguiram para análise anatômica nas Xilotecas IAN, da Embrapa Amazônia Oriental, e Walter Alberto Egler do Museu Paraense Emílio Goeldi, em Belém do Pará.

O material foi preparado e analisado conforme metodologias prescritas por Franklin (1945), Johansen (1940) e Associação Internacional de Anatomistas da Madeira (IAWA, 1989). Para cada árvore foram medidas as seguintes variáveis, com 30 observações cada: comprimento dos vasos-CV (μm), diâmetro dos vasos-DV (μm), frequência de vasos (vasos/ mm^2) - solitários (FS), múltiplos de 2 (F2), 3 (F3), de 4 (F4) e frequência total de vasos (FT), comprimento de fibra-CF (μm), espessura da parede da fibra-EF (μm), altura dos raios em μm (AR1) e em número de células (AR2), largura dos raios em μm (LR1) e em número de células (LR2), e frequência linear de raios-FR (raios/ mm).

Também foi calculado o índice de vulnerabilidade-IV (razão do diâmetro do elemento de vaso pelo número de vasos por mm^2) e de mesomorfia-IM (índice de vulnerabilidade x comprimento do elemento de vaso), conforme proposto por Carlquist (1977).

As variáveis foram descritas com o auxílio de um microscópio de luz Leitz modelo Laboulux S, com aumento de 2,5 a 100 x, associado a um monitor de TV 20 polegadas.

Análise estatística

Análise de Componentes Principais (ACP) foi realizada para identificar padrões gerais de ordenamento nos dados de anatomia. Na ACP, o procedimento de redução das variáveis é realizado com o objetivo de transformar as variáveis em um pequeno número de componentes principais que irão contabilizar pela maior parte da variância das variáveis observadas (MANLY, 2008).

Após essa análise foi realizado Teste t de Student a 5% de probabilidade, para comparação das médias das características da anatomia do lenho entre as duas condições de drenagem, utilizando-se apenas as que apresentaram maiores correlações na composição de seus respectivos componentes principais. As análises foram realizadas na versão trial do software Statistica 7.

3. Resultados e discussão

A anatomia do lenho das árvores analisadas pode ser considerada em acordo com a descrição abaixo para análises macro e microscópica do lenho de *M. paraensis* em áreas de várzea estuarina.

Características macroscópicas: **parênquima axial** visível a olho nu, paratraqueal aliforme confluyente vasicêntrico confluyente e marginal. **Poros** bem visíveis sob lente de 10x, médios, solitários com frequente presença de múltiplos, linhas vasculares aparecem de forma regular no plano longitudinal tangencial. **Raios** visíveis sob lente de 10x na face transversal e na tangencial, não estratificado, espelhado pouco contrastado. **Camadas de crescimento** distintas, individualizadas por zonas fibrosas tangencias mais escuras, e presença de parênquima marginal.



Características microscópicas: **vasos/poros** com porosidade difusa, arranjo com tendência a padrão diagonal e/ou radial, agrupamento solitários (69,91%) e múltiplos (30,09%), com múltiplos de 2 e 3 bem representados, ocorrendo raramente múltiplos de 4 e maiores que 4, com contorno oval a circular, diâmetro médio de 146,56 μm , em média 13,83 poros. mm^{-2} , obstruídos por depósitos amarelos e com tilos; elementos vasculares com comprimento médio de 392,19 μm , placa de perfuração simples, presença de apêndices; pontoações intervasculares alternas guarnecidas, pontoações raiovasculares com aréolas distintas semelhantes às intervasculares em forma e tamanho no raio da célula,. **Fibras** libriformes, curtas, comprimento médio de 1.267,85 μm , espessura da parede com média de 5,5 μm e diâmetro médio do lume de 2,3 μm , com pontoações simples, fibras septadas, presença de cristais prismáticos em cadeias longas. **Parênquima axial** paratraqueal aliforme losangular de aletas longas, confluyente, ocasionalmente vasicêntrico confluyente, ainda em linhas finas mais próximas a casca; com 3-4 células estratificadas, ocorrendo raramente com 4, 5 e 6 células por série, presença de cristais prismáticos em câmaras. **Raios** heterogêneos, formado por células procumbentes, com uma fila de células marginais quadradas ou eretas, bisseriados em predominância (56,49%), podendo-se observar trisseriados (22,80%), unisseriados (16,53%) e com até 4 células (4,18%), altura média de 17,07 células e 319,20 μm , largura média de 2,15 60 células e 27,95 μm , frequência de 11,21 raios. mm^{-1} linear, com presença rara de alguns raios fusionados.

A composição da estrutura do lenho de *M. paraensis* foi compatível com as características da família Fabaceae (MARTINS-DA-SILVA, 2006; SILVA et al., 2009; BRANDES e BARROS, 2008) que apresentam camadas de crescimento distintas, vasos solitários predominantes, com arranjo difuso, elementos de vasos de muito curto a médio, não ultrapassando 800 μm , raramente ultrapassam 200 μm de diâmetro tangencial, presença de cristais de oxalato de cálcio, placas de perfuração simples, pontoações inter e raiovasculares alternas guarnecidas e parênquima axial paratraqueal.

Apresentaram também tendências ecológicas dominantes em espécies de planícies tropicais como frequência de vasos de 5 a 20 mm^{-2} , comprimento de elemento de vaso maior que 100 μm , elementos de vasos largos e placa de perfuração simples, que propiciam, a tais, o transporte de grandes volumes de água por unidade de tempo e área transversal da madeira (WHEELER et al., 2007).

A análise de componentes principais para o lenho de *M. paraensis* apresentou a distribuição da variância, de certa forma ampla, entre os seis primeiros componentes, que juntos representaram 67,10% da variância total. No entanto, é a partir da retenção do segundo componente que a representatividade percentual da variância se tornou muito baixa, com o terceiro componente respondendo por apenas 9,71%, enquanto os dois primeiros juntos representaram 35,42% da variância total.

Esta relativamente baixa representatividade dos dois primeiros componentes principais da estatística multivariada, pode estar associada à pequena variação encontrada nas 16 variáveis originais da anatomia do lenho, o que segundo Carlquist (1975) é um resultado esperado quando se analisa características anatômicas de espécies do mesmo gênero. Logo, para lenho de árvores de uma mesma população a resposta deve ser também similar. No entanto, é importante salientar que a ocorrência de todos os indivíduos arbóreos na mesma condição climática permite uma observação mais fiel sobre o impacto do habitat e suas relações com a anatomia do lenho da espécie, como bem relatado por Machado et al. (2007).

O primeiro componente relacionou as variáveis frequência total de vasos (FT), o índice de vulnerabilidade (IV) e o índice de mesomorfia (IM), as quais são correlacionadas



com a condução de líquidos no xilema, sugerindo que esse componente está associado à influência da condição hídrica das áreas onde as árvores habitam (Figura 1).

As variáveis IV e IM são relacionadas negativamente com a frequência total de vasos (FT), o que torna claro que o fator causador da variação sobre o componente diminui os valores das duas primeiras e aumenta o valor de FT. Portanto, como o índice de vulnerabilidade é expresso pela razão entre o diâmetro do elemento de vaso e a frequência total dos vasos, a relação inversa dessas variáveis no componente parece muito mais afetada pela frequência do que pelo diâmetro, indicando que a frequência de vasos tem maior plasticidade fenotípica.

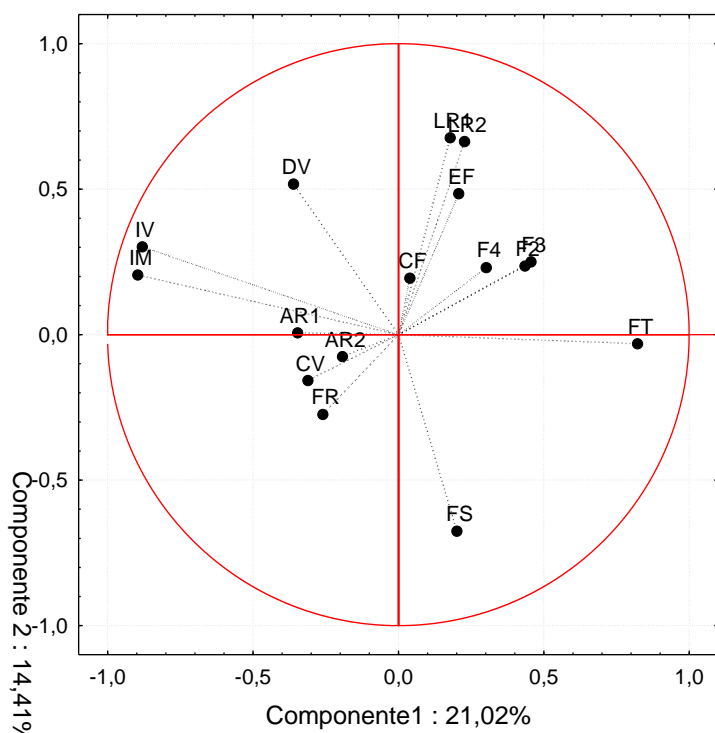


Figura 1. Projeção dos dois primeiros componentes principais retidos na análise de dezesseis características anatômicas do lenho de *Mora paraensis*. As letras sobre os pontos indicam a característica anatômica observada: CV- comprimento dos vasos (μm), DV- diâmetro dos vasos (μm), frequência de vasos (vasos/ mm^2): - solitários (FS), múltiplos de 2 (F2), de 3 (F3), de 4 (F4) e frequência total de vasos (FT), CF- comprimento de fibra (μm), EF- espessura da parede da fibra (μm), AR1-altura dos raios em μm e em número de células (AR2), LR1- largura dos raios em μm e em número de células (LR2), e FR- frequência linear de raios- (raios/ mm), IV- índice de vulnerabilidade e IM- índice de mesormfia.

No entanto, apesar dos dois índices se encontrarem dentro do limite característico para regiões tropicais úmidas/mésicas, $IV > 1$ e $IM > 800$ (PSARAS e SOFRONIOU, 1999), a participação deles na formação do primeiro componente indica uma marcante variação na magnitude de seus valores entre as árvores e consequentemente entre as duas condições de drenagem.

Já o segundo componente, foi representado pela largura do raio em μm e em número de células, sendo mais associado a características de armazenagem de nutrientes (BOSIO et al., 2010).



Os raios geralmente apresentam fraca correlação com as condições ambientais (WHEELER et al., 2007). No ambiente de várzea pesquisado no município de Mazagão, os menores valores de raios, em maioria, ocorreram em ambiente de drenagem ruim, ou seja, em ambiente com estresse hídrico, condizente com a literatura em geral, uma vez que, até então, raios mais largos são tidos como características de ambientes secos (CARLQUIST, 1975).

As características que apresentaram maior variância nos dois primeiros componentes principais foram: a frequência total de vasos (FT), frequência de vasos solitários (FS), índice de vulnerabilidade (IV), índice de mesomorfia (IM) e largura dos raios (LR1, LR2, em micrômetros e em número de células, respectivamente). Isso indica que essas são as variáveis mais importantes dentro do conjunto total de variáveis da anatomia analisadas.

O teste de comparação de médias para essas variáveis é apresentado na Tabela 2, na qual à exceção da frequência de vasos solitários, todas as demais se diferenciaram significativamente.

Tabela 2. Teste t de Student aplicado às características anatômicas da madeira de *Mora paraensis*, para duas condições de drenagem no estuário amazônico.

Variável Anatomia	Médias		Desvio Padrão		P
	DRG BOA	DRG RUIM	DRG BOA	DRG RUIM	
FT	13,07	14,57	4,98	4,45	0,000
IV	12,88	11,31	6,22	6,58	0,007
IM	5.178,80	4.416,73	3.069,60	2.899,35	0,005
LR1	29,92	25,97	11,06	10,08	0,000
LR2	2,24	2,06	0,81	0,66	0,010
F2	1,57	1,82	1,33	1,40	0,046
F4	0,108	0,213	0,32	0,47	0,005
AR1	307,73	330,66	72,59	98,83	0,003
AR2	16,06	18,07	4,48	5,39	0,000

DRG – drenagem; CV- comprimento dos vasos (μm); FT- frequência total de vasos (vasos/ mm^2); IV- índice de vulnerabilidade; IM- índice de mesomorfia; LR1-largura dos raios em μm ; LR2- largura dos raios em número de células; frequência de vasos múltiplos de 2 (F2) e de 4 (F4); AR1-altura dos raios em μm e em número de células (AR2).

A baixa frequência dos vasos, típico para espécies de terras baixas dos trópicos (BARROS et al., 2006), contribuiu para os altos índices IV e IM em todas as árvores.

Sidiyasa e Baas (1998) também relataram diferenças na anatomia do lenho do gênero *Alstonia*, quando compararam solos alagados com solos bem drenados. Os autores sugeriram a existência de uma seca fisiológica para condição de solos alagados ou mal drenados, embora com dados não diferindo estatisticamente para o diâmetro e frequência de vasos.

Quanto a essa possível seca fisiológica, Parolin (2010) explica que na fase alagada a captura de água é inibida no ambiente anaeróbico criado em torno da raiz, sendo que a captura de água nos vegetais durante a fase de alagamento, ambiente de anoxia, é mediada por proteínas conhecidas como aquaporinas. Essas proteínas são bloqueadas devido à deficiência de oxigênio nos tecidos das células, e assim não conseguem capturar a água demandada pelo vegetal (TOURNAIRE-ROUX et al., 2003).

Por isso, uma das adaptações bastante conhecida para as árvores de várzeas é a senescência das folhas, que durante o alagamento pode atuar como ferramenta capaz de



reduzir a transpiração e manter o status de água no vegetal (PAROLIN, 2010). No entanto, estudos sobre tais adaptações ainda são inexistentes para *M. paraensis*.

A prevenção da cavitação, que é a formação de bolhas gasosas na coluna de água dentro do xilema, pode ser tão importante quanto a queda das folhas. Em se tratando de adaptação da anatomia do lenho, esse fenômeno é impedido pela diminuição do diâmetro do elemento de vaso ou aumento na frequência desses elementos, o que aumenta a segurança de condução dentro do xilema (LUCHI et al., 2005), além de proporcionarem uma rota alternativa em casos de cavitação (VOIGT et al, 2010).

Vários autores (CARLQUIST, 1977; LINDORF, 1997; PSARAS e SOFRONIQU, 1999; MACHADO et al., 2007) relacionaram as características dimensionais dos vasos com as condições de disponibilidade hídrica do ambiente. Em geral, sabe-se que elementos de vasos pequenos, agrupamento de vasos de pequeno diâmetro e pontoações intervasculares pequenas são associados a ambientes com déficit hídrico e relacionam-se com a segurança na condução de seiva no xilema.

Dessa forma, a análise dos índices IV e IM para *M. paraensis* indica que a condição de alagamento ou saturação do solo condiciona mudanças no padrão morfológico de seu lenho, sobretudo na frequência de poros da espécie, que foi relativamente maior para as árvores presentes em ambiente de drenagem ruim, ou seja, submetidas a um processo de seca fisiológica. Consequentemente, os índices IV e IM diminuem nesse ambiente, o que corroborou com os resultados de Sidiyasa e Baas (1998) e Luchi (2004).

Comparando o lenho de espécimes de *Croton urucurana* Baill. em diferentes níveis de umidade, Luchi (2004) encontrou maiores valores de diâmetro e frequência de vasos para a condição de alagamento, relatando essas características como dados novos no estudo da relação madeira-ambiente. Os dados para frequência também são corroborados na análise da população de *M. paraensis*, onde predominam os maiores valores de frequência de vasos no lenho de árvores sob condição de alagamento, com cinco delas presentes entre os oito maiores valores para essa característica (lenho das árvores B, D, J, F e P). Já para o diâmetro, tal relação não foi encontrada em *M. paraensis*. O autor relaciona, para tais fatos, que em condições de maior disponibilidade hídrica do ambiente os elementos axiais apresentam maior tamanho, em função do maior turgor celular das iniciais fusiformes (LEVITT, 1980).

Os resultados para altura de raio foram contrários aos encontrados por Sidiyasa e Baas (1998), que observaram raios menores em solos mal drenados, enquanto para *M. paraensis* os valores dos raios foram maiores para a condição de solos com drenagem ruim. Apesar do resultado, os autores são enfáticos ao afirmar que a significância funcional de raios menores em espécies de solos mal drenados permanece obscura.

Em *M. paraensis*, sugere-se existir uma melhor capacidade ou uma maior necessidade de armazenamento de nutrientes nos locais sujeitos a tais estresses (alagamento), uma vez que maiores valores de frequência e altura de raios foram encontrados para solos mal drenados. No entanto, são necessários mais estudos que comparem a estrutura dos raios com as condições ambientais para melhor compressão dessas relações (ALVES e ANGYALOSSY-ALFONSO, 2002; BOSIO et al., 2010; LUCHI et al, 2005).

Verifica-se nos resultados que as dimensões dos elementos de fibra e de vaso (comprimento e espessura de parede da fibra; comprimento e diâmetro do elemento de vaso) não variaram em função da condição de drenagem. Comparando as médias dessas características em função do diâmetro (análise não apresentada) foi observado que apenas o comprimento de fibra foi estatisticamente maior para as árvores acima de 20cm. Fato que sugere a possibilidade de presença de lenho juvenil nos menores diâmetros, mas que



necessitariam de análises de outras características (física e química) para ratificar a presença desse material lenhoso mais jovem.

4. Conclusões

O lenho da espécie *Mora paraensis* (Ducke) Ducke sofre influência do alagamento de ritmo diário nas áreas de várzea estuarina, adaptando sua estrutura anatômica quando a árvore está estabelecida em condição deficiente de drenagem.

Além de aumentar o número de poros por área transversal do lenho, a espécie também produz mais parênquima radial nas localidades onde está sujeita a um maior estresse hídrico, o que garante mais segurança na condução de líquidos pelo alburno e maior estoque de material de reserva durante as fases de alagamento das florestas de várzea.

5. Agradecimentos

Agradecemos ao Projeto Florestam – Ecologia e Manejo no Estuário Amazônico, liderado pela Embrapa Amapá, pelo financiamento e apoio operacional à pesquisa. E a FAPEMIG pela concessão de bolsa de doutorado ao primeiro autor.

6. Referências bibliográficas

ALMEIDA, S.S. de; AMARAL, D.D. do; SILVA, A.S.L. da. Análise florística e estrutura de florestas de várzea no estuário amazônico. ACTA AMAZÔNICA, v 34, n.4, p. 513 – 524, 2004.

ALVES, E.S. & ANGYALOSSY-ALFONSO. Ecological trends in the wood anatomy of some brazilian species. 2. Axial parenchyma, rays and fibres. IAWA JOURNAL, v.23, n.4, p. 391 – 418, 2002.

BARROS, C.F.; MARCON-FERREIRA, M.L.; CALLADO, C.H.; LIMA, H.R.P.; CUNHA, M.; MARQUETE, O.; COSTA, C.G. Tendências ecológicas na anatomia da madeira de espécies da comunidade arbórea da Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. RODRIGUÉSIA, v.57, n.3, p. 443-460, 2006

BOSIO, F.; SOFFIATI, P.; BOEGER, M.R.T. Ecological wood anatomy of *Miconia sellowiana* (Melastomataceae) in three vegetation types of Paraná state, Brazil. IAWA JOURNAL, v. 31, n.2, p.179-190, 2010.

BRANDES, A.F.N.; BARROS, C.F. Anatomia do lenho de oito espécies de lianas da família Leguminosae ocorrentes na Floresta Atlântica. ACTA BOTÂNICA BRASÍLICA, v.22, n.2, p. 465-480, 2008.

CARLQUIST, S. Ecological factors in wood evolution: a floristic approach. AMERICAN JOURNAL OF BOTANY, vol. 64.(7): 1977.

CARLQUIST, S. Ecological strategies of xylem evolution. Berkeley, University of California Press, 1975.



CASTILHO, N.T.F. Manejo da regeneração natural e produção de madeira de pau mulato em floresta de várzea do estuário amazônico. 2013. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) - Universidade Federal do Amapá.

DICKISON, W. Integrative plant anatomy. University of North Carolina at Chapel Hill, U.S.A. ACADEMIC PRESS, Mar-2000, 533 pages.

DUQUE-ESTRADA, C.H.E. Aporte de matéria orgânica oriunda de planície de inundação em ambiente aquático na Amazônia Central (PA). 2007. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal de Juiz de Fora.

FERREIRA, S.J.F. *et al.* Características físicas de sedimento e solos em dois lagos de várzea da Amazônia central. ACTA AMAZÔNICA, vol. 29 (2): 277-292, 1999.

FRANKLIN, G. L. Preparation of thin sections of synthetic resin and wood – resin composites, and a new macerating method for wood. NATURE, vol. 155, n. 3924, p. 5, 1945.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMISTS. List of microscope features for hardwood identification (IAWA COMMITTEE). IAWA BULLETIN New Ser. v. 10, n.3, p. 219 – 332, 1989.

JOHANSEN, D.A. Plant microtechnique. McGraw-Hill Book Company, New York, 1940.

LEVITT, J. Responses of plants to environmental stresses. Chilling, freezing and high temperature stresses. v.1. Physiological Ecology – a series of monographs, texts, and treatises. Academic Press, New York. 1980.

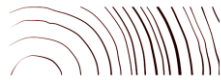
LIMA, R.R.; TOURINHO, M.M.; COSTA, J.P.C. da. Várzeas flúvio-marinhas da Amazônia brasileira: características e possibilidades agropecuárias. Belém: FCAP. Serviço de Documentação e Informação, 2001. 342 p.

LIMA, R.B.; APARÍCIO, P.S.; FERREIRA, R.L.C.; SILVA, W.C.; GUEDES, M.C.; OLIVEIRA, C.P.; SILVA, D.A.S.; BATISTA, A.P.B.. Volumetria e classificação da capacidade produtiva para *Mora paraensis* (Ducke) no estuário amapaense. SCIENTIA FORESTALIS, v. 42, n. 101, p.141-154, 2014.

LINDORF, H. Wood and leaf anatomy in *Sessea corymbiflora* from an ecological perspective. IAWA JOURNAL, vol. 18 (2): 157-168. 1997.

LUCHI, A. E. Anatomia do lenho de *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae) de solos em diferentes níveis de umidade. REVISTA BRASILEIRA DE BOTÂNICA, vol. 27, n.2, p.271-280, 2004.

LUCHI, A. E., SILVA, L. C. P.; MORAES, M. A. Anatomia comparada do lenho de *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. em áreas de cerrado e de plantação de *Pinus elliottii* Engelm. REVISTA BRASILEIRA DE BOTÂNICA, vol.28, n.4, p.809-820, 2005.



MACHADO, S.R., RODELLA, R.A, ANGYALOSSY, V. & MARCATI, C.R. Structural variations in root and stemwood of *Styrax* (Styracaceae) from Brazilian forest and cerrado. IAWA JOURNAL 28: 173-188. 2007

MANLY, B. J. F. Métodos estatísticos multivariados: uma introdução. 3. ed. Tradução Sara Ianda Correa Carmona. Porto Alegre: Bookman, 2008.

MARTINS-DA-SILVA, R.C.V. Taxonomia das espécies do gênero *Copaifera* L. (Leguminosae-Caesalpinioideae) ocorrentes na Amazônia brasileira. 2006. Tese (Doutorado em Botânica) - Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

MONTEFUSCO, A.R.G. Anatomia ecológica do lenho de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Leguminosae), barbatimão, no Parque Estadual do Cerrado – Jaguariaíva-Pr. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

PAROLIN, P. Flood-tolerant trees of amazonian floodplains also tolerate drought. Instituto Anchieta de Pesquisas. PESQUISAS BOTÂNICA (61), 7-38, 2010.

PIEIDADE, M.T.F. *et al.* Influência do pulso de inundação sobre várzeas e igapós na Amazônia. In: Os avanços da Botânica no início do século XXI: morfologia, fisiologia, taxonomia, ecologia e genética. 57º Congresso Nacional de Botânica. Porto Alegre: Sociedade Botânica do Brasil, 2006. 752 p.

PSARAS, G.K.; SOFRONIOU, I. Wood anatomy of *Capparis spinosa* from an ecological perspective. IAWA JOURNAL, vol. 20 (4), 419-429, 1999.

QUEIROZ, J. A. L. de. Fitossociologia e distribuição diamétrica em floresta de várzea do estuário do rio Amazonas no Estado do Amapá. 2004. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SANTOS, V.F. dos; TARDIN, A.T. Tipologia de solos. Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá. Disponível em: http://www.iepa.ap.gov.br/estuário/arq_pdf/vol_1/cap_4_tipologia_de_solos_atual.pdf. Acesso em: 19 maio 2010.

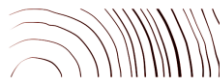
SIDIYASA, K.; BASS, P. Ecological and systematic wood anatomy of *Alstonia* (Apocynaceae). IAWA JOURNAL, vol. 19 (2): 207-229, 1998.

SILVA, L.B.; SANTOS, F.A.R.; GASSON, P.; CUTLER, D. Anatomia e densidade básica da madeira de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (Fabaceae), espécie endêmica da caatinga do Nordeste do Brasil. ACTA BOTÂNICA BRASÍLICA 23 (2): 436-445, 2009.

TOURNAIRE-ROUX, C.; SUTKA, M.; JAVOT, H.; GOUT, E.; GERBEAU, P.; LUU, D.T.; BLIGNY, R.; MAUREL, C. Cytosolic pH regulates root water transport during anoxic stress through gating of aquaporins. NATURE 425: 393–397, 2003.

II CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Belo Horizonte - 2015



II Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira
Belo Horizonte - 20 a 22 set 2015



VOIGT, A.R.; SOFFIATTI, P.; TOMAZELLO FILHO, M.; LISI, C.S.; BOEGER, M.R.
Anatomia comparada do lenho de *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) em fisionomias de
cerradão e cerrado sensu stricto. *RODRIGUÉSIA* 61(4): 603-613. 2010.

WHEELER, E.A.; BAAS, P.; RODGERS, S. Variations in dicot wood anatomy: A global
analysis based on the insidewood database. *IAWA JOURNAL*, vol. 28 (3): 229-258. 2007.