



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA**  
**CAMPUS I CAMPINA GRANDE PB**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO LICENCIATURA E BACHARELADO EM CIÊNCIAS**  
**BIOLÓGICAS**

**LEONARDO ALVES PORTO VITORIO**

**DENSIDADE DA MADEIRA DE ESPÉCIES DA CAATINGA**

**CAMPINA GRANDE – PB**

**2013**

**LEONARDO ALVES PORTO VITORIO**

**DENSIDADE DA MADEIRA DE ESPÉCIES DA CAATINGA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do curso de Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, no formato de artigo científico, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Licenciado/Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador (a): Dr.<sup>a</sup> Dilma Maria de Brito Melo Trovão  
Coorientador: MSc. Álvaro Manassés de Lima e Silva

**CAMPINA GRANDE – PB  
2013**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL – UEPB

V845d Vitorio, Leonardo Alves Porto.  
Densidade da madeira de espécies da Caatinga  
[manuscrito] / Leonardo Alves Porto Vitorio. – 2013.  
20 f. : il. color.

Digitado.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências  
Biológicas) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de  
Ciências Biológicas e da Saúde, 2013.  
“Orientação: Profa. Dra. Dilma Maria de Brito Melo  
Trovão, Departamento de Ciências Biológicas.”  
“Co-Orientação: Prof. Me. Álvaro Manasses de Lima e  
Silva, Departamento de Ciências Biológicas.”

1. Densidade da Madeira. 2. Recursos Hídricos. 3.  
Sazonalidade. 4. Caatinga. I. Título.

CDD 21. ed. 582.16

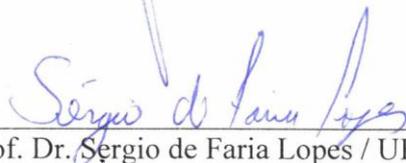
LEONARDO ALVES PORTO VITORIO

DENSIDADE DA MADEIRA DE ESPÉCIES DA CAATINGA

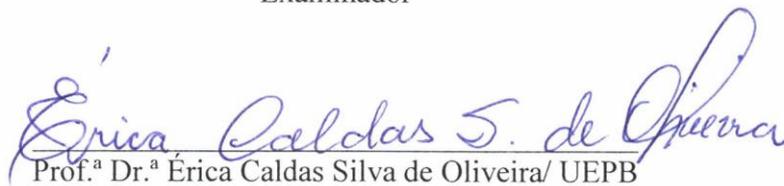
Aprovado em 27 / 08 / 2013.



Prof.ª Dr.ª Dilma Maria de Brito Melo Trovão / UEPB  
Orientadora



Prof. Dr. Sergio de Faria Lopes / UEPB  
Examinador



Prof.ª Dr.ª Érica Caldas Silva de Oliveira / UEPB  
Examinadora

# DENSIDADE DA MADEIRA DE ESPÉCIES DA CAATINGA

VITORIO, Leonardo Alves Porto<sup>1</sup>; TROVÃO, Dilma Maria de Brito Melo

## RESUMO

A densidade da madeira (DM) é um dos parâmetros importantes para se avaliar o comportamento fisiológico das espécies, sendo influenciada diretamente pela quantidade de recursos, principalmente hídrico. O objetivo deste trabalho foi determinar a DM de espécies da Caatinga. O estudo foi realizado no período de setembro de 2011 a abril de 2012, sendo selecionadas 22 espécies vegetais (*Allophylus* sp., *Anadenanthera colubrina*, *Aspidosperma pyriforme*, *Bauhinia cheilantha*, *Commiphora leptophloeos*, *Croton blanchetianus*, *Cynophalla flexuosa*, *Jatropha molissima*, *Libidibia ferrea*, *Manihot glaziovii*, *Mimosa tenuiflora*, *Mimosa ophthalmocentra*, *Myracrodruon urundeuva*, *Piptadenia stipulacea*, *Poincianella pyramidalis*, *Pseudobombax marginatum*, *Sapium glandulosum*, *Schinopsis brasiliensis*, *Sideroxylon obtusifolium*, *Spondias tuberosa*, *Tabebuia aurea* e *Ziziphus joazeiro*) das quais foram coletados 10 segmentos de caule com aproximadamente 2 cm de diâmetro e exatos 10 cm de comprimento, em 10 indivíduos por espécie, nas fazendas Vereda Grande (7° 31,613' S, 36° 2,991' W) e Pocinho (07° 29,929' S, 35° 58,237' W) - PB e analisadas no Laboratório de Botânica da Universidade Estadual da Paraíba. A DM foi obtida pela razão entre massa seca e volume imerso. Com base nos resultados *Allophylus* sp. apresentou o maior valor em densidade (0,807g/cm<sup>3</sup>) e menor taxa de crescimento. *J. molissima* e *S. glandulosum* apresentaram os menores valores. Conclui-se que as espécies que apresentam alta DM, possuem estratégia de sobrevivência mais conservativa de recursos que aquisitiva, devido às pressões seletivas em relação à sazonalidade hídrica e a restrição de nutrientes disponíveis no solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Allophylus* sp. Recursos hídricos. Sazonalidade. Caatinga

---

<sup>1</sup>VITORIO, L. A. P. Densidade da madeira de espécies da caatinga. Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). [leoalvesbiologo@gmail.com](mailto:leoalvesbiologo@gmail.com)

## DENSITY OF WOOD SPECIES CAATINGA

### ABSTRACT

Wood density (WD) is one of the most important traits on evaluation of species behavior on a wide kind of environments. It's directly affected by resources availability. The objective of this work is to measure WD of caatinga species *in situ*. The study was conducted between october 2011 and april 2012. Twenty two plant species were selected (*Allophylus* sp., *Anadenanthera colubrina*, *Aspidosperma pyriformis*, *Bauhinia cheilantha*, *Commiphora leptophloeos*, *Croton blanchetianus*, *Cynophalla flexuosa*, *Jatropha molissima*, *Libidibia ferrea*, *Manihot glaziovii*, *Mimosa tenuiflora*, *Mimosa ophthalmocentra*, *Myracrodruon urundeuva*, *Piptadenia stipulacea*, *Poincianella pyramidalis*, *Pseudobombax marginatum*, *Sapium glandulosum*, *Schinopsis brasiliensis*, *Sideroxylon obtusifolium*, *Spondias tuberosa*, *Tabebuia aurea* e *Ziziphus joazeiro*). Five segments of stem approximately 2 cm in diameter and 10 cm long were collected from 10 individuals of each species on Vereda Grande (7° 31,613' S, 36° 2,991' W) and Pocinho (07° 29,929' S, 35° 58,237' W) farm and analysed on Botanical Laboratory of State University of Paraíba. WD was calculated as ratio of dry weight to immersed volume. The highest WD value was measured in *Allophylus* sp. (0,807g/cm<sup>3</sup>), with low growth rate and mortality. The lowest WD value was found in *J. molissima*, which is an pioneer specie, and *S. glandulosum*. We conclude that high WD species have a more conservative strategy of survival than acquisitive, due selective pressure caused by seasonal water availability and the restriction of nutrients available in the soil.

**KEYWORDS:** *Allophylus* sp..Water resources. Seasonality. Caatinga

## 1 INTRODUÇÃO

A Caatinga é um tipo de vegetação estacional decidual que cobre a maior parte do semiárido da região nordeste do Brasil, se distribuindo por uma área de cerca de 800 mil km<sup>2</sup> (PRADO, 2003). De acordo com Rodal et al (2008), a vegetação de caatinga apresenta diversas fisionomias e conjuntos florísticos, cuja distribuição é determinada, em grande parte, pelo clima, relevo e embasamento geológico que, em suas múltiplas interrelações, resultam em ambientes ecológicos bastante distintos.

Os estudos ecofisiológicos de árvores de florestas tropicais sazonais têm recebido especial atenção (BORCHERT, 1980; REICH; BORCHERT, 1982; BORCHERT, 1994b; EAMUS, 1999; BAKER et al, 2002; CHAPOTIN et al, 2006), dada à importância do entendimento do uso da água pelas plantas nestas florestas (BAKER et al, 2002). Estes trabalhos estão focando principalmente nas semelhanças de características morfológicas, fisiológicas e fenológicas, buscando formar grupos que podem apresentar funções similares no ecossistema (GITAY; NOBLE, 1997).

Estudos realizados por Larcher (2000) mostram que por estarem sob severo déficit hídrico sazonal, plantas presentes nas florestas estacionais dependem de controles fisiológicos para balanço hídrico, que influenciam na sua capacidade de crescimento, reprodução, competição e sobrevivência. Os traços funcionais utilizados para agrupar espécies em vegetação estacional podem ser baseados em aspectos ecofisiológicos que denotam sua adaptação ao déficit hídrico, ao contrário dos traços aplicáveis para florestas úmidas (MURPHY; LUGO, 1986).

A disponibilidade de recursos locais influencia a manifestação de respostas morfológicas e fisiológicas das espécies (CAVENDER-BARES; KEEN; MILES, 2006). Dentre estas características está a densidade da madeira (DM), parâmetro importante, estudado para se conhecer o comportamento das espécies nos mais variados ambientes em que estão submetidas, sendo influenciada diretamente pela quantidade de recursos.

Estudos ecofisiológicos de espécies lenhosas da Caatinga são limitados (SILVA et al, 2004; TROVÃO et al, 2007), sendo a maioria realizados em casa de vegetação (NOGUEIRA et al, 1998a; NOGUEIRA; SILVA, 2002). Dentre os parâmetros avaliados nesses estudos, o potencial hídrico se revelou bastante relevante uma vez que reflete o estado fisiológico dos vegetais, sua estabilidade ou eficiência no uso da água (TROVÃO et al, 2007), possibilitando explicar os padrões fenológicos (BORCHERT, 1994a) e até mesmo o desenvolvimento das plantas (SILVA; NOGUEIRA, 2003).

Portanto, esse trabalho teve como objetivo determinar a densidade da madeira de algumas espécies da Caatinga, no intuito de aumentar o conhecimento de aspectos ecofisiológicos de plantas nesta vegetação.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Caatinga**

A distribuição da vegetação no Nordeste do Brasil é influenciada pelo gradiente climático, seguindo-se da diminuição na média pluviométrica do litoral em direção ao interior do continente, onde a vegetação perde em altura e ganha em espécies decíduas e sua fisionomia toma contornos de floresta seca, conhecida regionalmente como caatinga (VICENTE et al, 2005).

De acordo com Fernandes (2000), é mais prático e acertado considerar basicamente duas fitofisionomias: caatinga arbórea e caatinga arbustiva. Segundo esse autor, as descrições pormenorizadas e cuidadosas devem ficar a cargo de cada pesquisador, quando as peculiaridades dos locais estudados, assim, o exigirem. Segundo dados do IBGE (2011), a vegetação predominante é campestre, do tipo savana estépica-TP.

Guedes et al (2012), afirmam que estudos sobre a composição florística e a estrutura dos remanescentes de caatinga que apresentam boas condições de conservação são importantes para a caracterização das diferentes fácies, constituindo ferramenta para o entendimento de aspectos da ecologia regional, fornecendo bases para a sua conservação ou exploração sustentável.

### **2.2 Densidade da madeira (DM)**

Evolutivamente, a forma arborescente surgiu da competição por luz (CHAVE et al, 2009). O mesmo autor diz ainda que direcionar uma grande quantidade de recursos para a madeira com o objetivo de posicionar as folhas numa situação mais alta foi de grande importância para a evolução das árvores que atualmente dominam alguns biomas terrestres. Estudos realizados por Falster e Westoby (2005) e também por Pooter et al (2008), afirmaram que o posicionamento das folhas acima daquelas dos indivíduos vizinhos permite a árvore interceptar uma grande proporção de radiação solar, dando a ela uma forte vantagem seletiva.

Segundo Santos (2008), uma madeira possui maior ou menor densidade, devido a quatro fatores: tamanho da célula, espessura da parede celular, interação entre esses dois fatores e a presença de extrativos. Vários atributos estão relacionados à capacidade da planta

em adquirir, usar e conservar os recursos disponíveis no ambiente (WEIHER et al, 1999; CORNELISSEN et al, 2003), havendo um consenso sobre a formação de uma lista básica de características para sua classificação funcional.

Nesta lista, (CORNELESSEN et al, 2003; LIAO; WANG, 2010) foram consideradas como atributos funcionais, características foliares (massa foliar por área, longevidade foliar, área foliar, espessura foliar), características do caule (densidade da madeira, relação entre tamanho de folha / tamanho de ramo), características da semente (massa seca, síndrome de dispersão, tempo de germinação e produção de semente), e características de resistência a distúrbios ambientais (capacidade de rebrota).

Dentre os atributos acima mencionados, destacam-se a densidade da madeira e a longevidade foliar. Focando na DM, (BORCHERT, 1994a; HOLBROOK et al, 1995; CHAPOTIN et al, 2006) afirmam que tem sido verificada uma relação direta com o armazenamento de água no caule e indiretamente com diversas características fisiológicas e estruturais da planta.

No geral, plantas possuem duas estratégias de aquisição e uso de recursos: a conservativa e a aquisitiva (DONOVAN et al, 2011). A primeira prevalece em locais com baixa disponibilidade de recursos e caracteriza-se por crescimento lento, proteção dos tecidos e órgãos de reserva, possuem folhas de vida longa, baixas concentrações de nutrientes e de taxa fotossintética e respiração. A segunda prevalece em locais com alta disponibilidade de recursos, caracterizada por crescimento rápido, folhas com tempo de vida curto, alta concentração de nutrientes e taxa fotossintética e de respiração (WRIGHT et al, 2004; DONOVAN et al, 2011).

A DM é um parâmetro relacionado a alguns aspectos das estratégias ecológicas, como sustentação, resistência a patógenos (TURNER, 2001 apud WRIGHT et al, 2004), proteção contra danos mecânicos e propriedades hidráulicas diversas (WRIGHT et al., 2004). Florestas submetidas a um severo déficit hídrico possuem um traço funcional muito útil e informativo aplicável baseado na DM, onde madeiras leves e pesadas refletem estratégias de adaptação da planta ao déficit hídrico é o que afirma Larcher (2000), em seus estudos.

Os grupos funcionais fenológicos de espécies arbóreas de regiões sazonalmente secas são baseados nas respostas fenológicas das plantas aos fatores ambientais e suas características fisiológicas e estruturais (HOLBROOK et al, 1995), como densidade da madeira, capacidade de armazenamento de água no caule, potencial hídrico, longevidade foliar, época de brotamento e floração (PAVÓN; BRIONES, 2001; HACKE et al, 2001;

RIVERA et al, 2002) duração do período sem folhas (SINGH, KUSHWAHA, 2005) e profundidade do sistema radicular (HOLBROOK et al, 1995).

De acordo com Rodrigues et al (2003), a diversidade de fatores ambientais que interagem, afetam a comunidade vegetal e induzem respostas das espécies a esses fatores, fazendo com que cada local tenha características próprias, possibilitando observar tendências. Estes fatores também influenciam a variabilidade da madeira, uma vez que afetam a taxa de crescimento das espécies florestais (RIGATTO et al, 2004). O efeito no crescimento está relacionado ao impacto sobre o período vegetativo e aos processos fisiológicos das plantas (ANTONOVA; STASOVA, 1997), onde as árvores como resposta adaptam seus processos fisiológicos de acordo com as condições ambientais (VILLAR et al, 1997) com reflexo na atividade cambial e na anatomia do lenho.

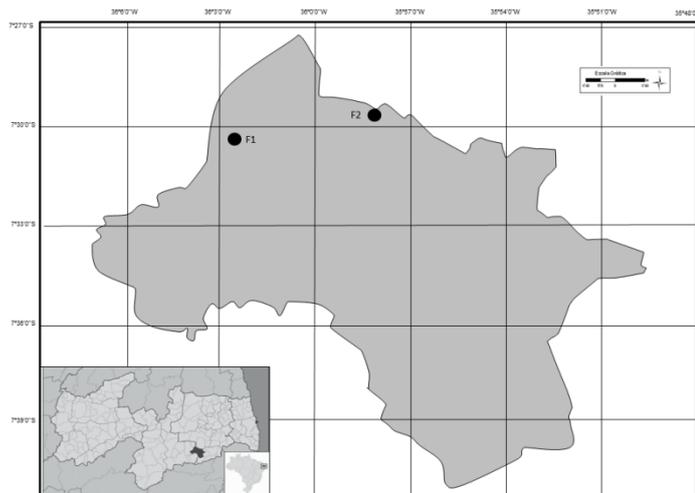
Como a densidade da madeira é resultado da combinação da quantidade e da distribuição dos diferentes elementos anatômicos (ROQUE; TOMAZELLO FILHO, 2009), as variações edafoclimáticas, certamente, irão afetá-la de alguma maneira. Neste sentido, Holbrook et al (1995) afirmam que, vários estudos têm sido realizados no intuito de avaliar os mecanismos morfofuncionais das plantas e sua relação com as condições ambientais, onde tem sido verificado a existência de uma relação entre os diferentes atributos das plantas, como densidade de madeira, fenologia e caracteres foliares.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Área de estudo**

A coleta do material para determinação dos dados de densidade da madeira de espécies da Caatinga foi realizada no período de outubro de 2011 a abril de 2012 na Fazenda Vereda Grande (7° 31,613' S, 36° 2,991' W) com altitude de 514 m, e na Fazenda Pocinho (07° 29,929' S, 35° 58,237' W) com altitude de 391 m, ambas situadas no município de Barra de Santana, estado da Paraíba (Figura 1). As áreas estão inseridas na microrregião do Cariri Oriental, mesorregião Borborema (AESAs, 2011).

As variações de temperatura atingem mínimas mensais de 18 a 22 °C entre os meses de julho e agosto, e máximas mensais de 28 a 31 °C entre os meses de novembro e dezembro. A umidade relativa do ar alcança uma média mensal de 60 a 75%, observando-se que os valores máximos ocorrem, geralmente, no mês de junho e os mínimos no mês de dezembro (BIOCLIM, 2011).



**Figura 1:** Mapa do município de Barra de Santana-PB destacando-se os pontos de coleta de material vegetal. **F1** = Fazenda Vereda Grande; **F2** = Fazenda Pocinho.  
 Fonte: SILVA, A. M. L., (2012).

Na figura 2, observa-se a fitofisionomia geral das áreas de coleta das referidas fazendas, onde verifica-se que a vegetação predominante é a Caatinga, do tipo savana estépica-TP (IBGE, 2011). As áreas são desmatadas e utilizadas para a pecuária (bovina e caprina) e agricultura, sendo as culturas de palma forrageira, milho e feijão as mais frequentes. O relevo da região encontra-se inserida na escarpa sudoeste do Planalto da Borborema, apresenta-se com os níveis mais altos superiores a 600 metros em um relevo ondulado, forte ondulado e em algumas áreas também montanhoso (PARAÍBA, 2007).

A área da Fazenda Pocinho é dividida em diferentes usos, onde pecuária e cultura de palma dividem espaço com um fragmento de caatinga conservado por pelo menos 30 anos. Já na Fazenda Vereda Grande, os impactos antrópicos são mais recentes, incluindo bananicultura, há cerca de três anos e até recentemente. Atividades incipientes de caprinocultura e bovinocultura, com o número de reses sempre menor que vinte cabeças foram praticadas até o início do experimento.

### 3.2 Objeto de estudo

As espécies estudadas de porte arbustivo e arbóreo, já constatadas como de relevantes Valores de Importância em estudos de ecologia vegetal (BARBOSA et al, 2007; TROVÃO et al, 2004, 2007; ANDRADE et al, 2005). Baseado nesses trabalhos foram selecionadas 22 espécies: *Myracrodruon urundeuva* Allemão, *Schinopsis brasiliensis* Engl., *Spondias tuberosa* Arruda., *Aspidosperma pyrifolium* Mart, *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. e

Hook.f. ex S.Moore, *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B. Gillett, *Cynophalla flexuosa* (L.) J. Presl, *Croton blanchetianus* Baill., *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill., *Manihot glaziovii* Muell. Arg., *Sapium glandulosum* (L.) Morong, *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud., *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz, *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir., *Mimosa ophthalmocentra* Mart. ex Benth., *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke, *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz, *Pseudobombax marginatum* (A.St.-Hil.) A. Robyns, *Ziziphus joazeiro* Mart, *Allophylus* sp, *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. e Schult.) T. D. Penn.



**Figura 2.** Fitofisionomia geral das áreas de coleta. **A.** Fazenda Vereda Grande; **B.** Fazenda Pocinho. Fotos: SILVA, A. M. L., (2012).

### 3.3 Volume, massa seca e densidade da madeira

Foram coletados dez segmentos de caule de aproximadamente dois centímetros de diâmetro e exatos dez centímetros de comprimento em dez indivíduos de cada espécie, onde foram retirados o cambio da casca, feloderme e o felogênio. Para obtenção do volume da madeira, todos os segmentos de caule foram imersos em água durante um período de 30 minutos. Logo após rápida secagem com papel-toalha para retirada do excesso de água, os seguimentos foram imersos em água em um recipiente colocado sobre uma balança digital. A medida de massa da água deslocada é igual ao volume do corpo imerso. A densidade da água é igual a  $1000 \text{ kg}^1.\text{m}^{-3}$ , por proporção, os valores em gramas na balança foram convertidos em centímetros cúbicos, dando um valor mais próximo do real que se medido pela fórmula matemática do volume do cilindro. Posteriormente, as amostras ficaram em estufa por pelo menos cinco dias à  $65^\circ\text{C}$  até a estabilização da massa seca. A densidade da madeira foi obtida pela razão entre massa seca e volume imerso (ILIC et al, 2000; CHAVE et al, 2006).

Neste trabalho, foi gerada uma categorização onde a letra (A) representa as espécies com alta densidade da madeira e a letra (B) representa as que possuem baixa DM. Para determinar os valores de densidade da madeira em alto ou baixo, considerou-se ( $0,5\text{g/cm}^{-3}$ ) como valor intermediário, servindo, portanto de referência para a categorização.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao observar a tabela 1, verifica-se que as 22 espécies foram categorizadas em A e B, com base na densidade da madeira, a qual variou de  $0,807 - 0,290 \text{ g/cm}^3$ . Dentro da categoria A, *Allophylus* sp. e *Libidibia ferrea* apresentaram os maiores valores absolutos, enquanto que, *Sapium glandulosum* e *Jatropha mollissima*, na categoria B, os menores valores. Poorter et al (2008), dizem que plantas que apresentam alta densidade da madeira apresentam, relativamente, menor taxa de crescimento, sendo estas plantas mais longevas e alcançam grandes alturas vindo a investir num caule forte para suportar a planta como um todo, além de resistir aos riscos ambientais.

**Tabela 1:** Lista das 22 espécies estudadas em ordem decrescente de valores de DM, onde as categorias: (A) representa as espécies com alta DM ( $> 0,5\text{g/cm}^3$ ) e (B) representando as espécies com baixa DM ( $< 0,5\text{g/cm}^3$ ).

<b>Espécie</b>	<b>DM (<math>\text{g/cm}^{-3}</math>)</b>	<b>Categoria</b>
<i>Allophylus</i> sp.	0,807	A
<i>Libidibia ferrea</i>	0,804	A
<i>Bauhinia cheilantha</i>	0,790	A
<i>Anadenanthera colubrina</i>	0,787	A
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	0,756	A
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	0,737	A
<i>Piptadenia stipulacea</i>	0,737	A
<i>Mimosa tenuiflora</i>	0,735	A
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	0,725	A
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	0,712	A
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	0,710	A
<i>Cynophalla flexuosa</i>	0,687	A
<i>Croton blanchetianus</i>	0,673	A
<i>Ziziphus joazeiro</i>	0,672	A
<i>Poincianella pyramidalis</i>	0,647	A
<i>Spondias tuberosa</i>	0,607	A
<i>Tabebuia aurea</i>	0,527	A
<i>Pseudobombax marginatum</i>	0,518	A
<i>Commiphora leptophloeos</i>	0,385	B
<i>Manihot glaziovii</i>	0,378	B
<i>Sapium glandulosum</i>	0,364	B
<i>Jatropha mollissima</i>	0,290	B

Whight et al (2004) e Donovan et al (2011) comentam que o comportamento fisiológico apresentado por espécies de alta densidade é típico de locais com baixa disponibilidade de recursos, onde normalmente prevalece o uso de estratégia conservativa. Plantas que apresentam alta DM detêm um forte suporte mecânico para suportar a planta como um todo (TER STEEGE; HAMMOND, 2011), ocasionando uma resistência à quebra do caule o que vem a contribuir para diminuição da mortalidade devido à forças extrínsecas como o vento, que em última análise também influencia a dinâmica e estrutura da comunidade. Assim, percebe-se que as plantas analisadas neste estudo, características da vegetação de caatinga e, portanto, submetidas a restrições hídricas sazonais, confirmam a informação dada pelos autores.

Madeiras densas também são mais resistentes à implosão ou ruptura dos vasos do xilema, sendo, portanto, menos vulneráveis a cavitação desses vasos, é o que afirmam, Hacke et al (2001), Markesteijn e Poorter (2009). O aumento na resistência do caule para garantir condutividade hidráulica e evitar a cavitação resulta no aumento do custo energético para a construção de paredes de vasos mais espessas, tendo como consequência um maior uso de carbono, diminuindo assim, a quantidade da produção metabólica alocada para o crescimento vertical (SWENSON; ENQUIST, 2007), sacrificando carbono e energia que poderiam ser usados para crescimento e reprodução.

A resistência à cavitação e adaptabilidade ao estresse hídrico é um dos principais mecanismos que as plantas lenhosas presentes em ambientes de Caatinga e Cerrado estão sujeitas visto que, a forte pressão negativa para retirar água do solo poderá romper os vasos e causar a embolia (SOBRADO, 1993; CHAVE et al, 2009).

A variação na DM também reflete na alocação diferencial de produtos metabólicos, onde madeiras densas, por definição, contêm mais carbono e energia por unidade de volume do que madeiras menos densas (ENQUIST et al, 1999). Estudos em escala global observaram que a densidade de madeira está negativamente relacionada com o potencial hídrico (CHAVE et al, 2009; DOMBROSKI et al, 2011). Variações sazonais e diurnas neste potencial foram associadas a diferenças entre espécies na quantidade de água armazenada na madeira e densidade de madeira (STRATTON et al, 2000).

Plantas com grande quantidade de água armazenada na madeira, característica típica de espécies detentoras de baixa DM, exibem pequenas variações no potencial hídrico (BUCCI et al, 2008). A explicação para isso está mais uma vez relacionada à disponibilidade de recursos, haja visto que espécies de crescimento rápido possuem folhas com tempo de vida

curto (WHIGHT et al, 2004), necessitando, para reposição dessas folhas, de altas concentrações de nutrientes, alta taxa fotossintética e de respiração, demonstrando um comportamento tendenciado ao uso aquisitivo de recursos (DONOVAN et al, 2011).

A categoria (B) representou um menor número de espécies, onde *J. mollissima* apresentou a menor DM (0,29 g/cm<sup>3</sup>), sendo ela, uma espécie pioneira em áreas de caatinga (CARVALHO et al, 2011). A DM e a capacidade de armazenar água no caule são características inversamente proporcionais, permitindo a plantas com baixa densidade acumular um maior volume de água no caule, a qual poderá utilizar-se dessa reserva para a produção de novas folhas, flores e frutos mesmo na estação seca (BORCHERT; RIVERA; HAGNAUER, 2002).

Lima e Rodal (2010) apontam em seus estudos que plantas com baixa densidade perdem as folhas antes que as espécies com alta DM. A explicação para isso está na disponibilidade de recursos, onde espécies que apresentam crescimento rápido possuem folhas com tempo de vida curto, necessitando de altas concentrações de nutrientes e maior taxa de respiração, (WHIGHT et al, 2004; DONOVAN et al, 2011), caracterizando uma tendência ao uso aquisitivo de recursos. Isso é confirmado pela classificação fenológica das espécies, que nesse estudo apresentaram baixa densidade da madeira, realizada por Barbosa et al (2003) que as categorizam como espécies decíduas.

Espécies vegetais, que apresentam baixa densidade são mais susceptíveis a implosão ou ruptura dos vasos do xilema (HACKE; SPERRY, 2001; CHAVE et al, 2009), os quais tornam-se mais vulneráveis à cavitação, onde para obtenção de maior velocidade de bombeamento de água essas espécies perdem em capacidade de manutenção dos ductos xilemáticos.

Desta forma, a variação na densidade da madeira observada nas categorias (A) e (B) denotam particularidades entre as características da planta, uma vez que ela reflete um *trade-off* (demanda conflitante) entre todas as funções envolvidas na alocação de produtos metabólicos, como defesa, manutenção, reprodução, biomecânica (WESTOBY, 1998) e funcionamento hidráulico (BORCHERT, 1994a). Ambas as categorias, estão inseridas numa área de grande incidência luminosa e sazonalidade hídrica, onde os solos são rasos e sofrem rápida dessecação, ocasionando uma alta demanda evaporativa, agravada pelas altas temperaturas. Sendo assim, as espécies deste estudo parecem estar bem adaptadas às condições estressantes onde se encontram, cada uma delas usufrui de ajustes anatomorfofisiológicos característicos para sua persistência, o que nos permite observar uma

variabilidade significativa no uso de atributos por estas plantas, em que a DM se mostrou como um importante parâmetro frente à escassez de recursos.

## **5. CONCLUSÃO**

Das espécies vegetais avaliadas nesse estudo a maioria apresentou alta densidade da madeira, demonstrando que na Caatinga, devido às pressões seletivas em relação à sazonalidade hídrica e a restrição de nutrientes disponíveis no solo, são selecionadas espécies que tenham uma estratégia de sobrevivência mais conservativa de recursos que aquisitiva. Devido a isso, observa-se a grande proporção entre espécies de alta densidade da madeira em relação às espécies com baixa densidade da madeira.

## 6. REFERÊNCIAS

AESA, Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Disponível em: <[www.aesa.pb.gov.br](http://www.aesa.pb.gov.br)> Acesso em: 20 de jul, 2011.

ALBUQUERQUE, U. P. et al. Caatinga Revisited: Ecology and Conservation of an Important Seasonal Dry Forest, **The Scientific World Journal**, v. 2012, p. 1-18, 2012.

ANDRADE, L. A. et al. Análise da cobertura de duas fitofisionomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, Estado da Paraíba. **Revista Cerne**, v.11, n.3, p. 253-26, 2005.

ANTONOVA, G. F.; STASOVA, V. V. Effects of environmental factors on wood formation in larch (*Larix sibirica* Ldb.) stems. **Trees - Structure and Functional**, San Diego, v. 11, n. 8, p. 462-468, 1997.

BARBOSA, D. C. A.; BARBOSA, M. C. A.; LIMA, L. C. M. Fenologia de espécies lenhosas da caatinga. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Eds.). **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Universitária UFPE. p.657-693, 2003

BARBOSA, M.R.V. et al. Vegetação e flora no cariri paraibano. **Oecol. Bras.**, v.3, n. 11, p. 313-322, 2007.

BAKER, T.R.; AFFUM et al. Phenological differences in tree water use and the timing of tropical inventories: conclusions from patterns of dry season diameter change. **Forest Ecology and Management** p. 171: 261-274, 2002.

BIOCLIM. Bioclimatic variables. Disponível em:<<http://geospatialdatawiki.wikidot.com/bioclim-data-sets>> Acesso em: 25 de nov, 2011.

BORCHERT, R. Phenology and ecophysiology of tropical trees: *Erythrina poeppigiana* O. F. Cook. **Ecology** 65: p. 1065-1074, 1980.

\_\_\_\_\_. Soil and stem water storage determine phenology and distribution of tropical dry forest trees. **Ecology** 75: p. 1437-1449, 1994a.

\_\_\_\_\_. Water status and development of tropical trees during seasonal drought. **Trees** 8: p. 115-125, 1994b.

\_\_\_\_\_. RIVERA, G.; HAGNAUER, W. Modification of vegetative phenology in a tropical semi-deciduous forest by abnormal drought and rain. **Biotropica** 34: p. 27-39, 2002.

BUCCI, S. J.; et al. Water relations and hydraulic architecture in Cerrado trees: adjustments to seasonal changes in water availability and evaporative demand. **Braz. J. Plant Physiol**, v.20, n.3, p. 233-245, 2008.

CARVALHO, E. C. D.; SOUZA, B. C.; TROVÃO, D. M. B. M. Ecological succession in two remnants of the Caatinga in the semi-arid tropics of Brazil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 10, n. 1, p. 13-19, 2011

- CAVENDER-BARES J.; KEEN A.; MILES B. Phylogenetic structure of Floridian plant communities depends on taxonomic and spatial scale. **Ecology** 87: S109-S122, 2006.
- CHAPOTIN, S. M.; RAZANAMEHARIZAKA, J. H.; HOLBROOK, N. M. Baobab trees (*Adansonia*) in Madagascar use stored water to flush new leaves but not to support stomatal opening before the rainy season. **New Phytologist** 169: p. 549-559, 2006.
- CHAVE, J. et al. Regional and phylogenetic variation of wood density across 2456 neotropical tree species. **Ecological Applications**, New York, v. 16, n. 6, p. 2356-2367, 2006.
- CHAVE, J. et al. Towards a worldwide wood economics spectrum. **Ecology Letters** 12: p. 351–366, 2009.
- CORNELISSEN, J. H. C. et al. A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal of Botany** 51: p. 335-380, 2003.
- DOMBROSKI, J. L. D. et al.. Water relations of Caatinga trees in the dry season. **South African Journal of Botany**, v. 77, p. 430–434, 2011.
- DONOVAN, L. A. et al. The evolution of the worldwide leaf economics spectrum. **Trends in Ecology and Evolution**, 26: p. 88-95, 2011.
- EAMUS, D. Ecophysiological traits of deciduous and evergreen wood species in the seasonally dry tropics. **Trends in Ecology and Evolution** 14: p. 11-16, 1999.
- ENQUIST, B. J. et al. Allometric scaling of production and life history variation in vascular plants. **Nature** 401: p. 907–911, 1999.
- FALSTER, D. S.; WESTOBY, M. Alternative height strategies among 45 dicot rain forest species from tropical Queensland, Australia. **Journal of Ecology** 93: p. 521–535, 2005.
- FERNANDES, A. **Fitogeografia brasileira**. 2. ed. Fortaleza: Multigraf p.341, 2000.
- GUEDES, R. S. et al. Caracterização Florística-Fitossociológica do Componente Lenhoso de um trecho de caatinga no semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 2, p. 99-108, 2012.
- GITAY, H.; NOBLE, I. R. What are functional types and how should we seek them? In: T.M. Smith; H.H. Shugart & F.I. Woodward (eds.). **Plant functional types: their relevance to ecosystem properties and global change**, Cambridge University Press. Cambridge, p. 3-19. 1997.
- HACKE, U. G. et al. Trends in wood density and structure are linked to prevention of xylem implosion by negative pressure. **Oecologia** 126: Pp. 457–461, 2001.
- HOLBROOK, N. M.; WHITBECK, J. L.; MOONEY, H. A. Drought responses of neotropical dry forest trees. In: S.H. Bullock; H.A. Mooney & E. Medina (Eds.). **Seasonally dry tropical forests**. Cambridge: Cambridge University Press, p. 243-276, 1995.

ILIC, J.; BOLAND, D.; McDONALD, M.; DOWNES, G.; BLAKEMORE, P. **Woody Density Phase 1 - State of Knowledge, Australian Greenhouse Office**. p. 228, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. 2004. **Mapa da vegetação do Brasil**. Escala 1:5.000.000. Disponível em: <ftp://geofp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/mapas\_murais/vegetacao.pdf >. Acesso em: 25 de out, 2011.

KUSHWAHA, C. P.; SINGH, K. P. Diversity of leaf phenology in a tropical deciduous forest in India. **Journal of Tropical Ecology** 21: p. 47-56, 2005.

LARCHER, W.; **Ecofisiologia vegetal**. RiMa, São Carlos, 2000.

LIAO, B-H.; WANG, X-H. Plant functional group classifications and a generalized hierarchical framework of plant functional traits. **African Journal of Biotechnology**, v.9, n.54, p. 9208-9213, 2010.

LIMA, A. D. A.; RODAL, M. J. N. Phenology and wood density of plants growing in the semi-arid region of northeastern Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 74, p. 1363-1373, 2010.

MARKESTEIJN, L.; POORTER, L. Seedling root morphology and biomass allocation of 62 tropical tree species in relation to drought- and shade-tolerance. **Journal of Ecology** 97: p. 311–325, 2009.

MEDAIL, F.; ROCHE, P.; TATONE, T. Functional groups in phytoecology: an application to the study of isolated plant communities in Mediterranean France. **Acta Oecologica** 19(3): p. 263-274, 1998.

MURPHY, P. G.; LUGO, A. E. Ecology of tropical dry forest. **Annual Review of Ecology and Systematics** 17: p. 67 – 88, 1986.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; BARBOSA, D.C.A.; MORAES, J.A.P.V. Trocas gasosas e relações hídricas em plantas jovens envasadas de três espécies da caatinga, submetidas a deficiência de água. **Phyton** 62: p. 37-46, 1998a.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; SILVA, E. C. Comportamento estomático em plantas jovens de *Schinopsis brasiliensis* Engl. Cultivadas sob estresse hídrico. **Iheringia, Série Botânica** 57: p. 31-38, 2002.

PARAÍBA, Secretaria de Planejamento. Avaliação da infra-estrutura hídrica e do suporte para o sistema de gerenciamento de recursos hídricos do Estado da Paraíba. João Pessoa, **SEPLAN** p. 144, 2007.

PAVÓN, N. P.; BRIONES, O. Phenological patterns of nine perennial plants in an intertropical semi-arid Mexican scrub. **Journal of Arid Environments** 49: p. 265-277, 2001.

POORTER, L. et al. Are functional traits good predictors of demographic rates? Evidence from five neotropical forests. **Ecology** 87: p. 1908-1920, 2008.

PRADO, D. E. As caatingas da America do Sul. In: LEAL, I.R.; ABARELLI, M.; SILVA, J.M.C.(Org.) **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Editora Universitaria, Universidade Federal de Pernambuco, p. 1-74, 2003.

REICH, P. B.; BORCHERT, R. Phenology and ecophysiology of the tropical tree, *Tabebuia neochrysantha* (Bignoniaceae). **Ecology** 63: p. 294-299, 1982.

RIGATTO, P. A.; DEDECEK, R. A.; MATOS, J. L. M. Influência dos atributos do solo sobre a qualidade da madeira de pinus taeda para produção de celulose kraft. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 267-273, mar./abr. 2004.

RIVERA, G. et al. Increasing day-length induces spring flushing of tropical dry forest trees in the absence of rain. **Trends in Ecology and Evolution** 16: p. 445-456, 2002.

RODAL, M. J. N.; COSTA, K. C. C. C.; SILVA, A.C. B. L. Estrutura da vegetação caducifolia espinhosa (Caatinga) de uma área do sertão central de Pernambuco. **Hoehnea**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 209-217, 2008.

RODRIGUES, L. A. et al. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um fragmento florestal em Luminárias, MG. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 17, p. 71-97, 2003.

ROQUE, R. M.; TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da estrutura anatômica do lenho de árvores de *Gmelina arborea* em diferentes condições de clima e de manejo na Costa Rica. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 83, p. 273-285, set. 2009.

SANTOS, I. D. Influência de teores de lignina, holocelulose e extrativos na densidade básica e contração da madeira e nos rendimentos e densidade docarvão vegetal em cinco espécies lenhosas do cerrado. **Dissertação de mestrado em ciências florestais**. Brasília. p. 1-55, 2008.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Crescimento de quatro espécies lenhosas cultivadas sob estresse hídrico em casa-de-vegetação. **Revista Ceres** 50: p. 203-217, 2003.

SILVA, E. C. et al. Aspectos ecofisiológicos de dez espécies em uma área de caatinga no município de Cabaceiras, Paraíba, Brasil. **Iheringia**, Porto Alegre, v. 59, n. 2, p. 201-205, 2004.

SINGH, K.P.; KUSHWAHA, C. P. Emerging paradigms of tree phenology in dry tropics. **Current Science** 89: p. 964-975, 2005.

SOBRADO, M. A. Trade-off between water transport efficiency and leaf life-span in a tropical dry forest. **Oecologia** 96: p.19-23,1993.

STRATTON, L.; GOLDSTEIN, G.; MEINZER, F. C. Stem water storage capacity and efficiency of water transport: their functional significance in a Hawaiian dry forest. **Plant, Cell and Environment** 23: p. 99-106, 2000.

SWENSON, N. G.; ENQUIST, B. J. Ecological and evolutionary determinants of a key plant functional trait: wood density and its community- wide variation across latitude and elevation. **American Journal of Botany** 94: p. 451-459, 2007.

TER STEEGE, H.; HAMMOND, D. S. Character convergence, diversity, and disturbance in tropical rain forest in Guyana. **Ecology** 82: p.3197–3212, 2001.

TROVÃO, D. M. B. M. et al. Avaliação do potencial hídrico de espécies da caatinga sob diferentes níveis de umidade no solo. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p, 2004.

TROVÃO, D. M. B. M. et al. Variações sazonais de aspectos fisiológicos de espécies da Caatinga. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 3, p. 307–311, 2007.

TURNER, I. M. The Ecology of Trees in the Tropical Rain Forest. apud GELDER, H.A., POORTER, L.; STERCK, F.J. 2006. Wood mechanics, allometry, and lifehistory variation in a tropical rain forest tree community. **New Phytologist** 171: p. 367–378, 2001.

VICENTE, A.; SANTOS, M. M.; TABARELLI, M. Variação do modo de dispersão de espécies lenhosas em um gradiente de precipitação entre floresta seca e úmida no nordeste do Brasil. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Org.). **Ecologia e conservação da caatinga**. 2.ed. Recife: UFPE p.565-592, 2005.

VILLAR, P. et al. Stem xylem features in three *Quercus* (Fagaceae) species along a climatic gradient in NE Spain. **Trees -Structure and Function**, San Diego, v. 12, n. 2, p. 90-96, 1997.

WESTOBY, M. A leaf-height-seed (LHS) plant ecology strategy scheme. **Plant and Soil** 199: p. 213-227, 1998.

WEIHER, E. et al. Challenging Theophrastus: A Common Core List of Plant Traits for Functional Ecology. **Journal of Vegetation Science** 10: p. 609-620, 1999.

WRIGHT, I. J. et al. The worldwide leaf economics spectrum. **Nature**. 428: p. 822-828, 2004.