



PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA DE *Copaifera arenicola* (Ducke) J. Costa & L. P. Queiroz (CAESALPINIOIDEAE-FABACEAE)

GAMA, Dráuzio Correia¹; TAKESHITA, Saly²; NASCIMENTO JÚNIOR, José Monteiro³;
AMARAL, Deise⁴

RESUMO (PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA DE *Copaifera arenicola* (Ducke) J. Costa & L. P. Queiroz (CAESALPINIOIDEAE-FABACEAE)) - O gênero *Copaifera* L. compreende espécies arbóreas de grande importância econômica, reconhecidas por seus óleos-resinas para fins medicinais, entretanto poucos são os estudos relacionados ao uso da madeira, como no caso da espécie *Copaifera arenicola*, ainda desconhecida na literatura sobre esse aspecto. O presente estudo teve como objetivo determinar propriedades físicas da madeira de *Copaifera arenicola*. Os ensaios foram realizados conforme recomendações da norma NBR7190, utilizando amostras retiradas de seis discos nas posições correspondentes a base, DAP, 25%, 50%, 75% e 100% (da base à altura máxima) do fuste de uma árvore de aproximadamente 20 anos de idade, possuindo um DAP de 28 cm e uma altura total de 6,8m. Os resultados apresentaram a madeira com densidade básica de 0,614g/cm³, retratibilidade média de 9,03% no eixo tangencial e 4,88% no radial; variação volumétrica de 13,41% e coeficiente anisotrópico normal (T/R=1,85).

Palavras chave: Ensaios. Densidade básica. Coeficiente anisotrópico.

ABSTRACT (PHYSICAL PROPERTIES IN WOOD OF *Copaifera arenicola* (Ducke) J. Costa & L. P. Queiroz (CAESALPINIOIDEAE-FABACEAE)) The *Copaifera* L. genus comprises arboreal species of great economic importance recognized by its oil for medicinal purposes. However, there are few studies related to the use of wood, as in the case of *Copaifera arenicola*, still unknown in the literature. The present study aims to determine the physical properties of *Copaifera arenicola* wood. The tests were made according to the NBR7190. Samples of six discs were used at the positions corresponding to base, DAP, 25%, 50%, 1,30 cm, 75% and 100% of the base the maximum height of a tree approximately 20 years old and 6.8 m high. The results showed a wood with a basic density of 0.614 g cm⁻³, average retratibility of 9.03% into the tangential axis, 4.88% into radial axis, volumetric variation of 13.41% and anisotropic coefficient normal (T / R = 1.85).

Keywords: Tests. Basic density. Anisotropic coefficient.

¹ Mestrando em Ciências Florestais; Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia- UESB, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil, drauziogama@hotmail.com. ² Professora Dra. Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Sergipe- UFS, São Cristóvão, Sergipe, Brasil. ³ Mestrando em Diversidade Vegetal, Universidade Estadual da Bahia- UNEB, Paulo Afonso, Bahia, Brasil. ⁴ Professora Dra. Adjunta da Universidade Federal Rural da Amazônia- UFRA, Capitão Poço, Pará, Brasil.



1. INTRODUÇÃO

As propriedades físicas da madeira são características quantitativas em que o seu comportamento se dá basicamente por influências externas do ambiente, idade, taxa de crescimento bem como associadas diretamente aos constituintes anatômicos e extrativos presentes em seu lenho (KOLLMANN; CÔTÉ, 1968; BURGER; RICHTER, 1991; WINANDY, 1994; LONGUI et al., 2012; MIRANDA et al., 2012), levando em consideração que as variações que ocorre no comportamento físico da madeira se diferencia entre espécies, entre indivíduos da mesma espécie e até dentro de um único fuste no sentido medula-casca e base-topo (COUTO et al., 2012; MELO et al., 2014).

Nas árvores vivas, sabe-se que a água é necessária ao seu crescimento e dependendo da espécie e do tipo de madeira, o teor de umidade varia de aproximadamente 25% a mais de 250% (WINANDY, 1994). Assim, definido como o peso de água em madeira, o teor de umidade é dado em percentagem dependendo da umidade relativa e

temperatura do ar circundante onde em condições constantes, a madeira tende a ganhar umidade em ambiente úmido e perder em seco até entrar em equilíbrio (WINANDY, 1994; GLASS; ZELINKA, 2010).

Para as demais propriedades físicas da madeira, a umidade tem influência direta em especial na densidade básica que é a quantificação direta do material lenhoso por unidade de volume seco relacionado a muitas propriedades e características tecnológicas da madeira fundamentais à sua utilização em diferentes produtos (SIMPSON; TENWOLDE, 1999; COUTO; BARCELLOS, 2011).

A variação dimensional da madeira é outra propriedade física afeita a um estado de variação limite nas dimensões pela retração das fibras ao longo dos eixos longitudinal, radial e tangencial (BURGER; RICHTER, 1991; WINANDY, 1994), quando o teor de umidade da madeira encontra-se abaixo do Ponto de Saturação das Fibras, entre 28% - 30% (HUSSON, 2009) onde, dependendo da espécie, o encolhimento tangencial

geralmente é duas vezes o do radial (WINANDY, 1994; SIMPSON; TENWOLDE, 1999; GLASS; ZELINKA, 2010).

Esta variação dimensional torna a madeira um material de característica indesejável, limitados a certos usos e finalidades (DURLO; MARCHIORI, 1992). Por outro lado, um importante índice para avaliar a sua estabilidade dimensional é o coeficiente ou fator anisotrópico, definido pela relação entre a contração tangencial e radial (T/R) onde abaixo de 1,5 é considerado excelente; entre 1,5 e 2,00 normal e acima de 2,00 considera-se a madeira anisotropicamente ruim (DURLO; MARCHIORI, 1992).

A despeito disso, é sabido que um número considerável de madeiras de espécies brasileiras permanece sem estudos, sejam das propriedades físicas, mecânicas ou composição química e anatômica (MOREIRA, 1999; ARAUJO, 2007; MIRANDA *et al.*, 2012), como é o caso da espécie *Copaifera arenicola* ((Ducke) J. Costa & L. P. Queiroz) endêmica do Nordeste brasileiro exclusiva da Bahia, Ceará, Pernambuco e Rio Grande do Norte no Domínio Fitogeográfico da Caatinga (COSTA, 2016), sendo uma das 17 espécies do complexo extra-amazônica

morfologicamente relacionada (COSTA; QUEIROZ, 2010).

Seletiva heliófita, a espécie prefere solos profundos arenosos (CARDOSO; QUEIROZ, 2007), atingindo até 10m de altura; com folhas glabras em folíolo entre 2-3 pares, coriácea, de forma laminar oval, ápice agudo e pontuações presentes; inflorescência em panícula; fruto tipo legume levemente falcado e contendo apenas uma semente ovoide (COSTA, 2016).

No município de Ribeira do Pombal na Bahia, a espécie é reconhecida popularmente por miroró ou pau-preto, tendo sido utilizado por muito tempo, de maneira empírica, para fins energéticos na indústria, comércio e uso residencial na região na forma de lenha obtida de remanescentes da caatinga. Atualmente, está reduzida a poucas populações em pequenos fragmentos na região e apesar de ser bastante utilizada, são poucas as informações tecnológicas relacionadas à madeira desta espécie. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar as propriedades físicas da madeira de *Copaifera arenicola*.

2. CONTEÚDO

2.1 Material e métodos

2.1.1 Procedência e coleta da árvore

A árvore de *C. arenicola* foi coletada, em novembro de 2016, na Fazenda Juliana, localizada no município de Ribeira do Pombal-BA (Lat 10°51'47.71" S e Long 38°33'26.57" O), incluído no Domínio Morfoclimático da Caatinga (LEAL *et al.* 2008).

O município com área de 762,212 km² faz parte da ecorregião do Raso da Catarina, caracterizado em solo arenoso, profundo, pouco fértil e relevo muito plano, de clima semiárido e índice pluviométrico médio anual de 711 mm, possuindo uma composição vegetal arbustiva-arbórea (VELLOSO *et al.*, 2002).

A árvore procedente, com 28 cm de DAP (Diâmetro a Altura do Peito) medido a 1,30 m do nível do solo e 6,8 m de altura total, sendo 4,8m utilizável (até a incidência do primeiro ramo), tinha aproximadamente 20 anos de idade. Com o auxílio de motosserra, após o corte, retirou-se do tronco seis (06) discos seccionados com 05 cm de espessura, nas posições correspondentes a base, DAP, 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial, que foram identificados e armazenados em sacos plásticos.

2.1.2 Confeção dos corpos de prova

Os discos foram levados ao Laboratório de Botânica da Faculdade Dom Luiz de Bragança no município de Ribeira do Pombal onde foram destinados à retirada dos corpos de prova para os ensaios físicos com dimensões de 2cm x 3cm x 5cm (tangencial x radial x longitudinal, respectivamente), sendo dois corpos de provas de lados opostos em cada um dos seis discos, na região compreendida entre a medula e a casca conforme Figura 1, num total de 12 corpos de prova, seguindo a norma NBR 7190 (ABNT, 1997).

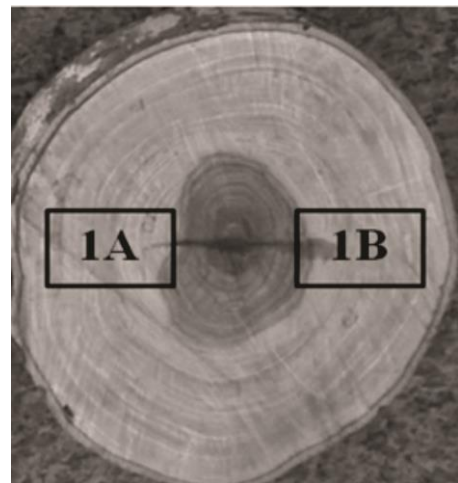


Figura 1: Posições de onde foram retiradas as amostras da madeira de *Copaifera arenicola* para realização dos ensaios físicos

2.1.3 Determinação das propriedades físicas

Para os ensaios de propriedades físicas foram realizados a determinação do teor de umidade das amostras após o corte

das árvores, densidade básica, retratibilidade radial, tangencial e volumétrica e determinação do coeficiente anisotrópico (relação T/R).

Na realização das medidas dimensionais, empregou-se o método estereométrico com auxílio de um paquímetro digital de precisão (0,001 mm) o qual se mediu as dimensões (comprimento, largura e espessura) de

todos os 12 corpos de provas aferido em duas posições em cada uma das dimensões dos corpos de provas. Uma balança de precisão (0,01 g) foi utilizada para determinação das massas (seca e úmida) dos mesmos. A partir destes dados e com auxílio das equações apresentadas na tabela 1 obteve-se os valores de umidade, densidade e retratibilidade.

Tabela 1: Equações utilizadas para determinação de parâmetros das propriedades físicas da madeira de *Copaifera arenicola*.

*Densidade	$\rho = m_s / v_{sat}$	Equação 1
*Retratibilidade	$\epsilon_{(r)1,2,3} = [(L_{1,2,3sat} - L_{1,2,3seca}) / L_{1,2,3sat}] \times 100$	Equação 2
*Variação volumétrica	$VV = [(V_{sat} - V_{seca}) / V_{sat}] \times 100$	Equação 3
Coeficiente anisotrópico	$(\Theta) = T / R$	Equação 4
*Teor de umidade	$U(\%) = (m_i - m_s / m_s) \times 100$	Equação 5

(*) Em que: ρ = densidade básica; $\epsilon_{(r)}$ = estabilidade dimensional de retração; VV = retratibilidade volumétrica; V_{sat} = volume saturado; V_{seca} = volume seco (103°C±2°C); $L_{1,2,3sat}$ = medida das dimensões de 1 comprimento, 2 largura, 3 espessura saturada; $L_{1,2,3seca}$ = medida das dimensões de 1 comprimento, 2 largura, 3 espessura seca (103°C±2°C); (Θ) = coeficiente anisotrópico; T = tangencial; R = radial; U(%) = teor de umidade em porcentagem; m_i = massa inicial da madeira em gramas; m_s = massa da madeira seca (103°C±2°C) em gramas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A madeira de *C. arenicola* apresentou densidade básica média de 0,614 g cm⁻³, enquadrada como de densidade média (0,500 a 0,720 g cm⁻³) conforme o IBDF/DPq-LPF (1988) e massa específica aparente média de 0,712 g cm⁻³. A retratibilidade média observada foi 9,03% no eixo tangencial e 4,88% no radial. Na longitudinal a alteração dimensional foi de 0,23% que, segundo

Winandy (1994), não têm significado prático.

O coeficiente anisotrópico foi de 1,85 considerado normal (1,5 ≤ Θ ≤ 2,0) conforme Durlo e Marchiori (1992) com boa relação entre o efeito combinado de retração nos eixos tangencial e radial o que torna significativo a não distorcer a forma das peças devido à diferença de encolhimento e curvatura dos anéis anuais.

Na sua variação volumétrica, a madeira comportou-se com 13,41% de modificação, com forte influência do eixo

tangencial onde foi maior na posição da altura máxima da árvore, dentre os corpos de provas estudados (Tabela 02).

Tabela 2: Valores médios, Desvio Padrão (DP) e Coeficiente de Variação (CV) dos parâmetros físicos da madeira de *Copaifera arenicola*.

	UI	ρ_{bas} (g cm ⁻³)	ρ_{ap} (g cm ⁻³)	$\epsilon_{(r).Tg}$.	$\epsilon_{(r).Rd}$.	$\epsilon_{(r).Lg}$.	V.V.	(Θ)
Média	87,50%	0,614	0,712	9,03%	4,88%	0,23%	13,41%	1,85
DP (\pm)	6,57%	0,023	0,011	0,47%	0,21%	0,09%	1,43%	0,04
CV	7,51%	3,75%	1,54%	5,21%	4,30%	39,13%	10,66%	2,02%

Em que: TU=teor de umidade inicial; ρ_{bas} =densidade básica; $\epsilon_{(r).Tg}$ =estabilidade dimensional de retração tangencia; $\epsilon_{(r).Rd}$ =estabilidade dimensional de retração radial; $\epsilon_{(r).Lg}$ = estabilidade dimensional de retração longitudinal; V.V.=variação volumétrica; (Θ)=Coeficiente anisotrópico.

Como esperado, a densidade básica e os valores de variação dimensional (volumétrico, tangencial, radial e longitudinal) decrescem no sentido base-topo, como visto nas figuras 2 e 3. Fato este comprova a tendência da posição

interferir diretamente nas propriedades físicas da madeira como já observado em trabalhos de Souza et al. (1986), Valério et al. (2008), Stangerlin et al. (2011), Gonçalves e Lelis (2012), Trautenmüller et al. (2014) e Bonduelle et al. (2015).

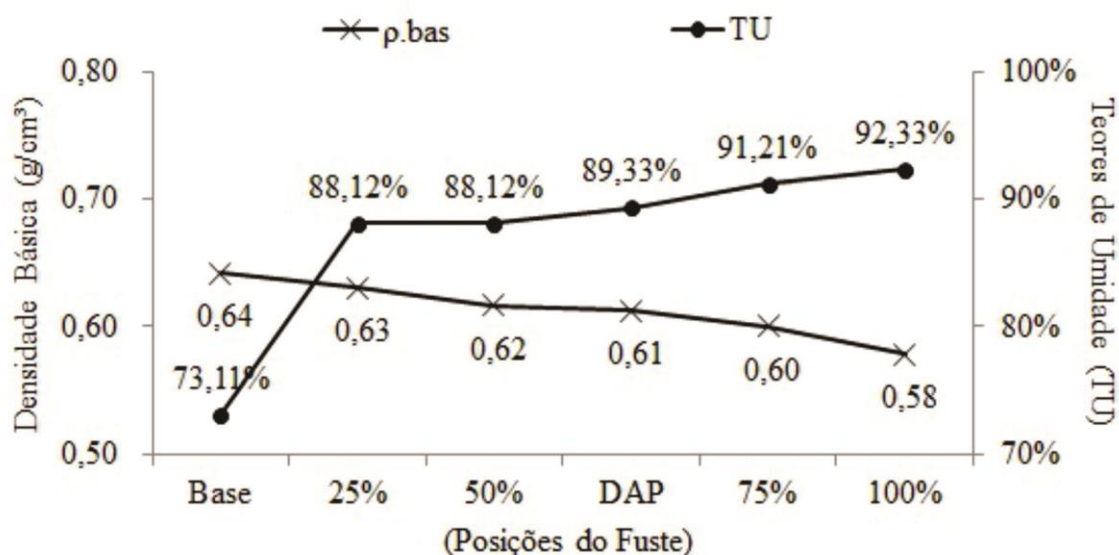


Figura 2: Teor de umidade inicial (TU) e Densidade básica (*bas*) da madeira correspondente à posição do fuste a base, DAP, 25%, 50%, 75% e 100% da árvore de *Copaifera arenicola*.

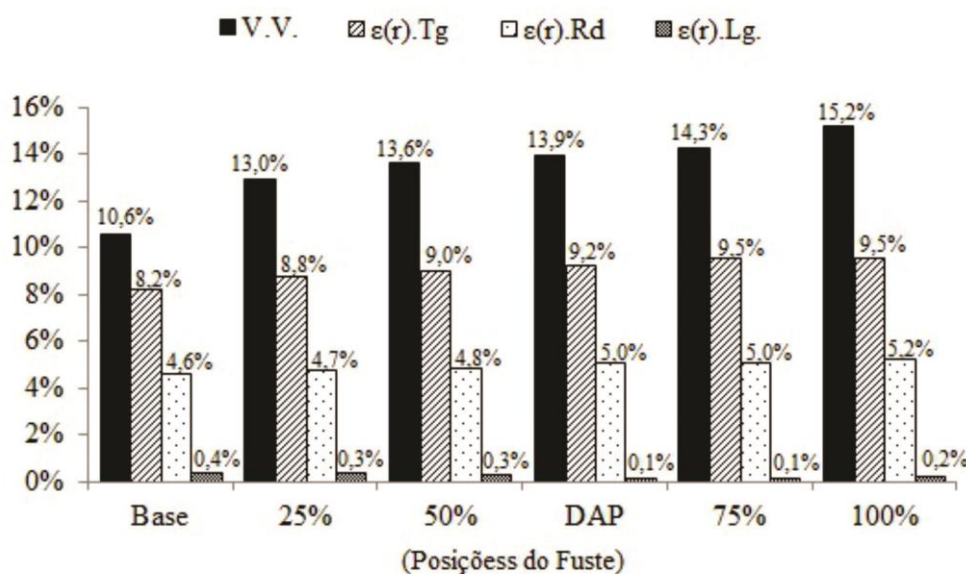


Figura 3: Estabilidade dimensional de retração tangencial (Tg), radial (Rd), longitudinal (Lg) e variação volumétrica (V.V) da madeira correspondente à posição do fuste a base, DAP, 25%, 50%, 75% e 100% da árvore de *Copaifera arenicola*.

Observa-se ainda que as diferenças de contrações entre os sentidos tangencial, radial e longitudinal para Winandy (1994) é um comportamento esperado uma vez que madeiras sempre diferem nestas três direções de eixo.

Em estudo realizado comparando madeiras de 161 espécies de árvores nativas, Araújo (2007) constatou uma densidade média entre elas de $0,63 \text{ g cm}^{-3}$ com valor mínimo de $0,29 \text{ g cm}^{-3}$ à

máxima densidade de $1,01 \text{ g cm}^{-3}$, apresentando-se como uma possível característica para as madeiras brasileiras, de densidade moderada, como é o caso da *Copaifera arenicola*.

Entretanto, existem variados valores de densidades básicas para o gênero *Copaifera* L. tanto entre diferentes espécies como dentro das mesmas espécies (Tabela 3).

Tabela 3: Diferentes espécies de *Copaiferas* L. com suas respectivas densidades básicas.

Espécies de <i>Copaifera</i> L.	Densidade básica (g cm ⁻³)	Fonte
<i>C. multijuga</i> HAYNE	0,850	(TOMAZELLO FILHO et al., 1983)
<i>C. multijuga</i> HAYNE	0,750	(TOMAZELLO FILHO et al., 1983)
<i>C. multijuga</i> HAYNE	0,75/0,85	(FERRAZ et al., 2004)
<i>C. multijuga</i> HAYNE	0,800	(PAULA; ALVES, 1997)
<i>C. langsdorffii</i> Desf.	0,782	(PAULA; ALVES, 1997)
<i>C. langsdorffii</i> Desf.	0,780	(PAULA; ALVES, 1997)
<i>C. langsdorffii</i> Desf.	0,734	(PAULA; ALVES, 1997)
<i>C. langsdorffii</i> Desf.	0,700	(LORENZI, 2009)
<i>C. langsdorffii</i> Desf.	0,660	(SILVA et al., 2015)
<i>C. langsdorffii</i> Desf.	0,781	(CARMO et al., 2016)
<i>C. langsdorffii</i> Desf.	0,840 ^(*)	(FARIA, 2016)
<i>C. cariocea</i> Mart.	0,898	(PAULA; ALVES, 1997)
<i>C. cariocea</i> Mart.	0,720	(PAULA; ALVES, 1997)
<i>C. duckei</i> Ducke.	0,718	(PAULA; ALVES, 1997)
<i>C. duckei</i> Ducke.	0,620	(ARAÚJO, 2007)
<i>C. duckei</i> Ducke.	0,600	(LIMA et al., 2011)
<i>C. duckei</i> Ducke.	0,600	(LIMA; PIO, 2007)
<i>C. martii</i> Mart.	0,890	(PAULA; ALVES, 1997)
<i>C. hymenifolia</i> Moric.	1,000	(LORENZI, 2009)
<i>C. reticulata</i> Ducke.	0,540	(NASCIMENTO et al., 1997)
<i>Copaifera</i> sp.	0,250 ^(**)	(FEITOSA NETTO et al., 2006)

^(*)Densidade aparente; ^(**)Densidade básica à granel.

A partir deste levantamento, ressalta-se durante o estudo de caracterização tecnológica da madeira, a importância de maior detalhamento possível sobre o local de origem da madeira, tipo de solo, idade, posição no tronco, além de fatores como composição anatômica e química da madeira. Pois são variáveis que afetam diretamente os valores de densidade básica variação dimensional da madeira.

Assim, observando as sete espécies diferentes de *Copaifera* L., notam-se o quanto diverso é a densidade básica entre algumas espécies do gênero como intrínseca característica das próprias madeiras. Isso pode ser observado também em outros gêneros e entre espécies como *Eucalyptus* spp. por exemplo, onde em um

clone obteve-se 0,442 g cm⁻³ de densidade básica (MORO, 2004) e noutro clone com 0,338 g cm⁻³ em Braz et al. (2015). Já em *E. urophylla* foi observado 0,450 g cm⁻³ (EVANGELISTA et al., 2010), em *E. pellita* (0,652 g cm⁻³), em *E. urophylla* (0,490 g cm⁻³), em *E. citriodora* (0,809 g cm⁻³) e no híbrido *E. grandis* x *E. urophylla* com 0,808 g cm⁻³, conforme Dias Júnior et al. (2013).

De outro modo, nota-se que a densidade básica da *C. arenicola* está abaixo da densidade de algumas espécies do gênero o que não implica necessariamente baixa qualidade dessa madeira, como é o caso da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) que com densidade básica de 0,578 g cm⁻³ é

requerida para a produção de energia (FRIEDERICHS *et al.*, 2015) e *Parkia gigantocarpa* Ducke. com $0,480 \text{ g cm}^{-3}$ é utilizada para laminação (MIRANDA *et al.*, 2012). Assim, a decisão de qual uso será empregada a madeira, não depende unicamente da densidade básica, mas também pela presença de outros atributos, como de lignina e resistência mecânica, associada à densidade.

4. CONCLUSÃO

A madeira de *Copaifera arenicola* apresentou propriedades físicas com variações de valores distintos ao longo do fuste. Sua densidade básica média foi de $0,614 \text{ g cm}^{-3}$, sendo considerada de média densidade, enquadra-se nos limites das densidades básicas do seu gênero em que somado ao coeficiente anisotrópico de 1,85 é condição favorável a indicar para usos diversos.

5. AGRADECIMENTOS

A Faculdade Dom Luiz de Orleans e Bragança por disponibilizar o acesso às dependências do Laboratório de Botânica e o uso dos equipamentos.

6. REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR7190**: determinação das propriedades das

madeiras para projeto de estruturas. Rio de Janeiro, 1997. 27 p.

ARAUJO, H. J. B. DE. Relações funcionais entre propriedades físicas e Mecânicas de madeiras tropicais brasileiras. **Floresta**, v. 37, n. 3, p. 395-416, 2007.

BONDUELLE, G. M.; IWAKIRI S.; TRIANOSKI R.; PRATA J. G.; ROCHA, V. Y. D. Análise da massa específica e da retratibilidade da madeira de *Tectona grandis* nos sentidos axial e radial do tronco. **Floresta**, v. 45, n. 4, p. 671-680, 2015.

BRAZ, R. L.; DUARTE, A. P. C.; OLIVEIRA, J. T. D. S.; MOTTA, J. P.; ROSADO, A. M. Curva característica de secagem da madeira de *Tectona grandis* e *Acacia mangium* ao ar livre. **Floresta e Ambiente**, v.22, n.1, p117-123, 2015.

BURGER, L. M.; RICHTER, H. G. **Anatomia da Madeira**. São Paulo: Nobel, 1991, 145p.

CARDOSO, D. B. O. S.; QUEIROZ, L. P. DE. Diversidade de leguminosae nas caatingas de Tucano, Bahia: implicações para a fitogeografia do semiárido do Nordeste do Brasil. **Rodriguésia**, v. 58, n. 2, p. 379-391, 2007.

CARMO, J. F.; MIRANDA, I.; QUILH'O, T.; SOUSA, V. B.; CARDOSO, O.; ARVALHO, A. M.; CARMO, F. H. D. J.; LATORRACA, J. V. F.; PEREIRA, H. *Copaifera langsdorffii* BARK as a source of chemicals: structural and chemical characterization. **Journal of Wood Chemistry and Technology**, v. 36, n. 5, p. 305-317, 2016.

COSTA, J. A. S. *Copaifera in flora do Brasil 2020 em construção*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2016. Disponível:

<<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB116609>>. Acesso: 18 de fevereiro de 2017.

COSTA, J. A. S.; QUEIROZ, L. P. Lectotypifications and nomenclatural notes in *Copaifera* L. (Leguminosae-Caesalpinioideae-Detarieae) **Kew Bulletin**, v.65, p. 475-478, 2010.

COUTO, A. M.; PROTÁSIO, T. P.; REIS, A. A.; TRUGILHO, P. P. F. Amostragens longitudinais alternativas para determinação da densidade básica em clones de *Eucalyptus* sp. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 2, p.184-193, 2012.

COUTO, L. C.; BARCELLOS, D. C. As relações água-madeira e sua influência nas suas propriedades físicas. **Biomassa & Energia**, v. 4, n. 2, p. 173-190, 2011.

DURLO, M. A.; MARCHIORI, J. N. C. **Tecnologia da madeira: Retratibilidade**. Santa Maria: CEPEF/FATEC, 1992. 33p.

EVANGELISTA, W. V.; SILVA, J. DE. C.; DELLA LUCIA, R. M.; LOBO, L. M.; SOUZA, M. O. A. DE. Propriedades físico-mecânicas da madeira de *Eucalyptus urophylla* S.T. BLAKE no sentido radial e longitudinal **Ciência da Madeira**. v. 01, n. 02, p. 01-19, 2010.

FARIA, M. C. G. D. **Potencial madeireiro de 22 espécies arbóreas do cerrado: caracterização anatômica, física e energética**. (Dissertação), 106p. Universidade Federal de Goiás, 2016.

FEITOSA NETTO, G. B.; OLIVEIRA, A. G. D. P.; COUTINHO, H. W. M.; NOGUEIRA, M. F. M.; RENDEIRO, G. Caracterização energética de biomassas amazônicas. **An. 6. Enc. Energ. Meio Rural**, p.1-8, 2006.

FERRAZ, I. D. K.; LEAL FILHO, N.; IMAKAWA, A. M.; VARELA, V. P.;

PIÑA-RODRIGUES, F. C. Características básicas para um agrupamento ecológico preliminar de espécies madeireiras da floresta de terra firme da Amazônia Central. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 4, p. 621-633, 2004.

TOMAZELLO FILHO, M.; CHIMELO, J. P.; GARCIA, P. V. Madeiras de Espécies Florestais do Estado do Maranhão: II - Caracterização Anatômica. **IPEF**, n. 23, p. 29-36, 1983.

GLASS, S. V.; ZELINKA, S. L. Moisture relations and physical properties of wood. Wood handbook : wood as an engineering material: **Chapter 4**, p. 1-19. 2010.

GONÇALVES, F. G.; LELIS, R. C. C. Caracterização tecnológica da madeira de *Acacia mangium* Willd em plantio consorciado com eucalipto. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 3, p. 286-295, 2012.

HUSSON, J. M. **Loi de comportement viscoelastique avec effet: application a la mecanosorption dans le bois, Thèse**. Université de Limoges, 2009, 134p.

IBDF/DPq-LPF. **Madeiras da Amazônia, características e utilização**: Estação Experimental de Curuá-Una. Brasília, 1988. 236 p.

KOLLMANN, F. F. P.; CÔTÉ, W.A. **Principles of wood science and technology**. 1st Edition. New York: Springer, 1986, 592 p.

LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C DA; **Ecologia e Conservação da Caatinga**: 3 ed. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2008. 804p.

LIMA, N. N.; SILVEIRA PIO, N. DA.; CUNHA, U. S. DA.; FILHO, F. C. L.; FILHO, J. B. Influência da gramatura na resistência da linha de cola aos esforços de

cisalhamento em painéis compensados de *Copaifera duckei* Dawyer e *Eperua oleifera* Ducke. **Acta amazônica**, v. 41, n. 1, p. 83-90, 2011.

LIMA, N. N.; PIO, N. D. S. Avaliação da gramatura de cola na propriedade de flexão estática em painéis compensados de *Copaifera duckei* Dwyer e *Eperua oleifera* Ducke. **Acta Amzonica**, v.37, n.3, p347-352, 2007.

LONGUI, E. L.; LIMA, I. L.; FLORSHEIM, S. M. B.; MELO, A. C. G.; ROMEIRO, D.; SUCKOW, I. M. S.; TESTONI, L. N. Estrutura do lenho de *Plathymenia reticulata* e algumas implicações na eficiência hidráulica e resistência mecânica. **Floresta**, v. 42, n. 2, p. 335-346, 2012.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação de plantas arbóreas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, v. 2, 3 ed. 2009, 384p.

MELO, L. E. L.; SILVA, C. J.; PROTÁSIO, T. P.; TRUGILHO, P. F.; SANTOS, I. S.; URBINATI, C. V. Influence of spacing on some physical properties of *Schizolobium parahyba* Var. amazonicum (Huber ex Ducke). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 42, n. 104, p. 483-490, 2014.

MIRANDA, M. C. DE.; CASTELO, P. A. R.; MIRANDA, D. L. C. DE.; RONDON, E. V. Propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Parkia gigantocarpa* DUCKE. **Ciência da Madeira**. 03, n. 02, p. 55-65, 2012.

MOREIRA, W. S. **Relações entre propriedades físico-mecânicas e características anatômicas e químicas da madeira** (Tese), 107p. Universidade Federal de Viçosa-MG, 1999.

PAULA, J. E. DE; ALVES, J. L. DE H. **Madeira Nativas: anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso**. Brasília: Fundação Mokiti Okata/MOA, 1997, 543p.

SILVA, H. F.; RIBEIRO, S. C.; BOTELHO, S. A.; FARIA, R. A. V. B.; TEIXEIRA, M. B. R.; MELLO, J. M. Estimativa do estoque de carbono por métodos indiretos em área de restauração florestal em Minas Gerais. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 108, p. 943-953, 2015.

SIMPSON, W.; TENWOLDE, A. Physical properties and moisture relations of wood. **Chapter 4**, v. 10, p. 463, 1999.

SOUZA, V. D.; CARPIM, M. A.; BARRICHELO, L. E. G. Densidade básica entre procedências, classes de diâmetro e posição em árvores de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*. **IPEF**, v. 3, p. 63-72, 1986.

STANGERLIN, D. M.; CALEGARI, L.; MELO, R. R. DE.; SANTINI, E. J. Variação axial da densidade básica da madeira de três espécies de gimnospermas. **Rev. Bras. Ciênc. Agrárias**, v. 6, n. 1, p. 121-126, 2011.

VALÉRIO, A. F. F.; WATZLAWICK, L. F.; SANTOS, R. T. DOS.; SILVESTRE, R.; KOEHLER, H. S. Determinação da densidade básica da madeira de peroba (*Aspidosperma polineuron* Muell. Arg.) ao longo do fuste. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 3, p. 54-58, 2008.

VELLOSO, A. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; PEREYRN, F. G. C. **Ecorregiões propostas para o Bioma Caatinga**. Recife: APN/The Nature Conservancy do Brasil, 2002. 76p.

WINANDY, J. E. Wood Properties. **Encyclopedia of Agricultural Science**, v. 4, p. 549-561, 1994.