

## VARIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA E DA UMIDADE DA MADEIRA ENTRE ÁRVORES DE MOGNO AFRICANO

Lucas Geovane de Medeiros SANTANA<sup>1</sup> e Victor Hugo Pereira MOUTINHO<sup>1</sup>

1 – Instituto de Biodiversidade e Floresta, Universidade Federal do Oeste do Pará

**Resumo:** Altamente heterogênea, a madeira apresenta variação das suas propriedades entre espécies, indivíduos de uma mesma espécie ou mesmo dentro de uma árvore. A identificação e determinação dessas propriedades possibilitam um melhor uso do material madeira. Assim, esse trabalho tem por objetivo determinar a variação da densidade básica e do teor de umidade entre indivíduos de *Khaya ivorensis* A. Chev. Para tal, foram estudadas quatro árvores provenientes de plantio em Paragominas-PA e as análises foram desenvolvidas sob as diretrizes na NBR 7190. A madeira apresentou densidade básica média de 0,54 g/cm<sup>3</sup> similar ao mogno brasileiro e umidade de 113%. O teste de correlação ainda apontou relações inversamente proporcionais para teor de umidade e densidade básica.

**Palavras-chave:** Propriedades físicas; massa específica; *Khaya*.

**Abstract:** Highly heterogeneous, wood presents variations in its properties between species, individuals of the same species or even within a tree. The identification and determination of these properties enable a better use of wood material. Thus, this study aims to determine the variation of basic density and moisture content between individuals of *Khaya ivorensis* A. Chev. To this end, four trees were studied from planting in Paragominas-PA and analyzes were developed under the guidelines in NBR 7190. Wood had an average specific gravity of 0.54 g / cm<sup>3</sup> similar to Brazilian mahogany and humidity of 113%. The correlation test also showed inversely proportional relationships to moisture content and specific gravity.

**Keywords:** physical properties; density; *Khaya*.

### 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, os plantios de reflorestamento tiveram início com o plantio de *Eucalyptus* spp. visando a produção de madeira para dormentes para a estrada de ferro, em 1903, já na década de 1940, foi introduzido o gênero *Pinus* spp. na região sul do país. Com resultados positivos no estabelecimento das espécies, possibilitou-se o uso como alternativa para suprir a demanda de madeira, tendo em vista que os recursos naturais da Mata Atlântica vinham sendo explorados de forma não sustentável (SFB, 2015).

Outra espécie exótica usada em plantações no Brasil é o mogno africano (*Khaya* spp.), espécie que ganhou importância em virtude do seu alto valor econômico, rápido crescimento e propriedades de recuperação de áreas degradadas. Segundo Falesi e Baena (1999), um árvore de pode atingir o ponto de corte com idade entre 15 e 20 anos, atualmente sendo uma das espécies preferidas em reflorestamentos no estado do Pará.

A madeira é um recurso natural renovável, com características tecnológicas como a alta resistência mecânica em função da densidade, isolamento termo elétrico, boa trabalhabilidade,

que permitem o seu uso de diversas formas. Devido às variadas qualidades da madeira, esse material tem sido empregado em inúmeros setores como a produção de energia, indústria de papel e celulose, construção civil e movelaria.

No entanto, para um uso correto e eficiente, deve-se considerar na escolha da madeira quais as propriedades e qualidades requeridas pelo processo em ela será submetida, a fim de obter desempenhos satisfatórios. Esse procedimento é de suma importância em países tropicais onde a variedade de espécies de madeira é proporcional à riqueza da biodiversidade (ZENID, 2009).

A heterogeneidade natural da madeira é caracterizada pela variação na sua composição, seja anatômica, física ou química. A variabilidade interespecífica existente entre as composições químicas, físicas e anatômicas da madeira é grande, embora dentro de uma mesma espécie também seja ocorrente, em função principalmente da idade, carga genética e interação com o ambiente (TRUGILHO *et al.*, 1996).

A variação das características tecnológicas é proporcionada por diferenças estruturais, desde a estrutura da parede celular até as geográficas, sendo a variação no sentido medula-casca a mais importante fonte de variação. A extensão desta variação é, principalmente, determinada pela presença da madeira juvenil, sua proporção no tronco, suas características físico-químicas e anatômicas (LEONELLO *et al.*, 2008).

Segundo Da Silva Oliveira e De Castro Silva (2003) a variação encontrada em uma mesma árvore, seja no sentido medula-casca ou base-topo, geralmente deve-se às mudanças ocorridas no câmbio pelo processo de maturação e modificações impostas pelas condições ambientais.

De acordo com Moreschi (2009) a densidade constitui uma das propriedades mais importantes da madeira, principalmente quando é mencionada que dela depende a maior parte das suas outras características tecnológicas, servindo na prática como uma referência para a classificação da madeira. Desconsiderando-se o teor de extrativos e de material estranho à madeira, a densidade é um parâmetro da quantidade de material lenhoso por unidade de volume.

Oliveira *et al.* (2005) explicam que a compreensão da existência de gradientes de umidade no tronco das árvores ou de peças de madeira é de extrema importância no seu desempenho e utilização. A variação do teor de umidade elevados gradientes de umidade da madeira constituem-se em uma das causas de defeitos encontrados nos processos de secagem. As informações referentes à distribuição da umidade no interior da madeira tornam-se importantes para a segregação de peças em teores de umidade mais homogêneos, de modo a minimizar prejuízos durante a secagem. Assim esse trabalho tem por objetivo determinar a densidade básica e a umidade, bem como a variação destas propriedades entre indivíduos de *Khaya ivorensis* A. Chev..

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Coleta de material e confecção das amostras**

O material do estudo é proveniente de quatro árvores de uma plantação em Paragominas, município localizado no sudeste do estado do Pará. O povoamento possui idade aproximada de 18 anos, com espaçamento de 7 x 15 metros. Atualmente o plantio encontra-se

com diâmetro médio de 65 cm, e é promovido um consórcio com a cultura de pimenta do reino. Quanto às condições edafoclimáticas, o solo é dado como de baixa fertilidade, de textura caracterizada como argilosa, e a região é de alta pluviosidade.

Foram disponibilizadas 10 peças de 6 x 6 x 120 cm para a confecção das amostras (Tabela 1). Para o desdobro do material e posterior identificação das amostras usou-se como base a orientação a partir dos anéis de crescimento e as dimensões segundo as recomendações normativas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, da NBR 7190 para testes físicos em madeira.

**Tabela 1.** Relação de amostras, dimensões e testes realizados.

Testes	Dimensões (cm)	Nº de amostras
Umidade	3 x 2 x 5	39
Densidade básica	3 x 2 x 5	39

## 2.2 Determinação da densidade básica e umidade

Para determinação das propriedades físicas as amostras ficaram imersas em um dessecador com água com o objetivo das amostras alcançarem o teor máximo de umidade, indicado pela massa constante das amostras. Para tal constatação, a massa destes foi conferida diariamente até que apresentassem, por três medições seguidas, variação inferior a 5%. Na obtenção do seu valor de volume utilizou-se o método de submersão em água mencionado na NBR 7190. O valor de massa foi obtido com uma balança semi-analítica de precisão de 0,01 g.

Após mensuradas em condição saturada, as amostras foram encaminhadas para uma estufa com temperatura ajustada em  $103^{\circ} \pm 3$  até que atingissem valores de massa constantes. A partir disto, obteve-se novamente o valor de massa dos corpos, a fim de determinar a massa específica da madeira pela razão de massa seca e volume úmido. A umidade da madeira foi determinada pela equação a seguir:

$$U = \left( \frac{Mu - Ms}{Ms} \right) \times 100$$

**Figura 1.** Fórmula para determinação da umidade (U). Mu – Massa úmida, Ms – Massa seca

## 2.3 Análise estatística

Na análise estatística foi utilizado, por meio do software Sisvar 5.0, o teste de comparação de médias Scott-Knott ( $p < 0,05$ ) na avaliação e comparação dos resultados. Para analisar o grau de associação entre a densidade básica e a umidade da madeira, aplicou-se o coeficiente de correlação de Pearson, com auxílio do software Excel 2010.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade e o teor de umidade da madeira têm seus resultados apresentados na tabela 2.

Segundo o Teste Scott-Knott não houve diferença significativa da densidade básica entre as árvores 2 e 3, estas que por suas vez diferiram dos indivíduos 1 e 4, formando um total de três grupos com variação entre 0,49 e 0,59 g/cm<sup>3</sup>. Observando os valores médios de umidade de cada indivíduo, apontados entre 101 e 121%, percebe-se que apenas um mostrou-se diferente significativamente, com média de 101%.

**Tabela 2.** Valores médios, coeficiente de variação (CV) e erro padrão para a densidade e umidade da madeira de *Khaya ivorensis*

Árvore	Densidade Básica (g/cm <sup>3</sup> )	Umidade (%)
1	0,49c	101b
2	0,52b	111 <sup>a</sup>
3	0,55b	117 <sup>a</sup>
4	0,59a	121 <sup>a</sup>
<b>Média Geral</b>	0,54	113
<b>CV (%)</b>	4,56	8,17
<b>Erro Padrão</b>	0,0079	2,9685

Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem estatisticamente segundo o teste Scott-Knott (p<0,05).

De Castro Silva (2004), avaliando a variação da massa específica da madeira entre árvores de *Eucalyptus grandis* conclui que a diferença entre elas pode ser motivada por condições de locais de crescimento, tratos culturais e material genético. Uma vez que o material desse estudo é proveniente de uma plantação, pode-se atribuir tal diferença à variação genética.

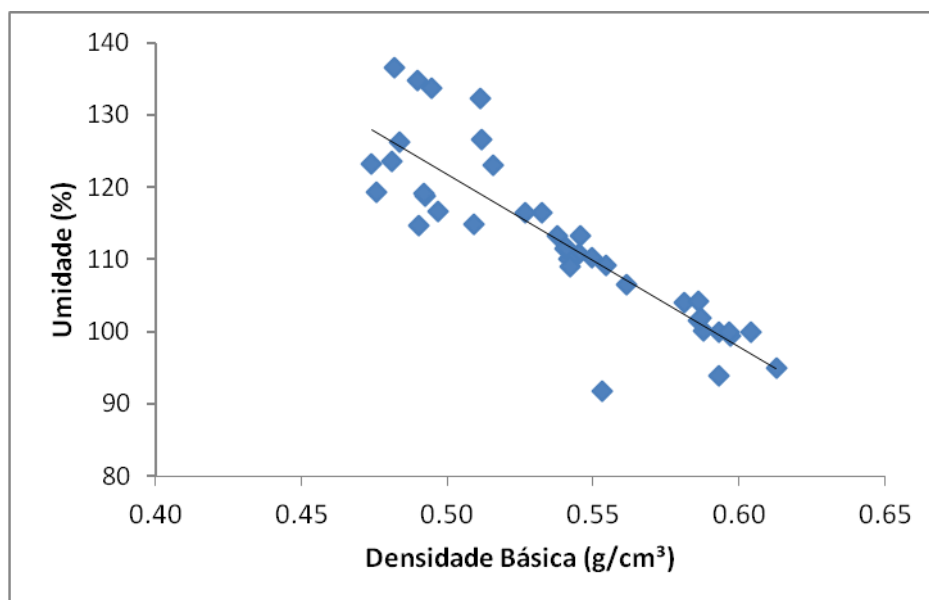
Para a densidade básica a espécie em estudo apresentou média de 0,54g/cm<sup>3</sup>, valor semelhante ao do mogno brasileiro (*Switenia Macrophylla* King.), de 0,52g/cm<sup>3</sup>, segundo dados de Coradin *et al.* (2009); SFB (2014), abaixo dos valores deparados por Silva L. (2013), 0,63g/cm<sup>3</sup> que estudou árvores de *K. ivorensis* de 30 anos de idade e de superior ao de Silva B. (2009), com indivíduos de 10 anos que apresentaram densidade de 0,47g/cm<sup>3</sup>. Baseando-se na classificação proposta por Melo *et. al.* (1990), a madeira de *K. ivorensis* pode ser classificada como de densidade média.

Trugilho *et al.* (1996), avaliando a influência da idade nas propriedades tecnológicas da madeira de *Eucalyptus saligna* notou uma relação positiva entre a densidade básica e a umidade da madeira, com uma redução na taxa de incremento com o avançar da idade. Segundo Tomazello Filho (1987) e Malan (1995) após a maturação, o câmbio passa a produzir fibras de maior comprimento e com a parede mais espessa que está intimamente relacionada com a densidade da madeira, e as variações na espessura da parede entre e dentro das árvores são similares ao padrão de variação da densidade.

O coeficiente de correlação de Pearson (r) entre densidade básica e umidade foi de -0,87, indicando forte associação negativa entre as variáveis (Figura 2).

Oliveira *et. al* (2005) analisando a variação da umidade e da densidade básica em sete espécies de eucalipto encontrou altos valores negativos para a correlação entre o teor de umidade e a densidade. Sobre essa relação o autor informa que em espécies de rápido

crescimento, deve ser considerada é a idade de corte das árvores, uma vez que em idades curtas, mesmo com um diâmetro de tronco significativo, a árvore pode apresentar uma grande proporção de madeira juvenil, o que afeta suas propriedades físico-mecânicas.



**Figura 2.** Correlação entre teor de umidade e densidade básica, da madeira de *Khaya ivorensis*

#### 4. CONCLUSÕES

Quanto à determinação da densidade básica e umidade da madeira de *Khaya ivorensis*, e a relação dessas variáveis, pode-se concluir que:

- Pode ser classificada como de média densidade;
- A diferença entre os indivíduos pode ser causa por fatores genéticos;
- A idade de corte pode ter influência sobre as propriedades tecnológicas da madeira;
- São inversamente proporcionais;

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Projetos de estruturas de madeira – NBR 7190. Rio de Janeiro: 1997. 107p

CORADIN, Vera. T. Rauber. et al.. Madeiras similares ao mogno (*Swietenia macrophylla* King.): Chave ilustrativa para identificação anatômica em campo. v. 2, 28 p. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, /SBF, 2009.

DA SILVA OLIVEIRA, José Tarcísio; DE CASTRO SILVA, José. Variação radial da retratibilidade e densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. Revista Árvore, Viçosa-MG, v. 27, n. 3, p. 381-385, 2003.

DE CASTRO SILVA, José et al. Influência da idade e da posição radial na massa específica da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. Floresta, v. 34, n. 1, 2004.

FALESI, Italo Claudio; BAENA, Antonio Ronaldo Camacho. Mogno africano *Khaya ivorensis* A. Chev em sistema silvipastoril com leguminosa e revestimento natural do solo. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999, 52p. (Embrapa Amazônia Oriental, Documentos, 4).

LEONELLO, Elaine Cristina; PALMA, H. A.; BALLARIN, A. W. Delimitação da madeira juvenil e adulta de *Eucalyptus grandis* em São Paulo, Brasil. Revista Forestal Venezolana, v. 52, n. 1, p. 93-98, 2008.

MALAN, François S. *Eucalyptus* improvement for lumber production. Seminário internacional de utilização da madeira de eucalipto para serraria, v. 1, p. 1-19, 1995.

OLIVEIRA, José Tarcísio da Silva; HELLMEISTER, João Cesar; TOMAZELLO FILHO, Mário. Variação do teor de umidade e da densidade básica na madeira de sete espécies de eucalipto. Revista Árvore, v. 29, n. 1, p. 115-127, 2005.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. Florestas Plantadas. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/as-florestas-plantadas>> Acesso: 15 maio 2015.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. Brazilian Woods. Disponível em: <<http://sistemas.florestal.gov.br/madeirasdobrasil/features.php?ID=242&caracteristica=176>> Acesso: 02 dez 2014.

SILVA, Bruno Torres Braga da Silva. Avaliação da usinagem e caracterização das propriedades físicas da madeira de mogno africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.). 2010. 29p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

SILVA, Leila Vanderlei Moura Salustiano *et al.*. Propriedades físicas e mecânicas da madeira de mogno africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.). In: I CBCM e III SIMADERJ. Petrópolis, 2013.

TOMAZELLO FILHO, MARIO. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira do *Eucalyptus globulus*, *E. pellita* e *E. acmenioides*. IPEF, v. 36, 1987

TRUGILHO, Paulo Fernando; LIMA, José Tarcísio; MENDES, Lourival Marin. Influência da idade nas características físico-químicas e anatômicas da madeira de *Eucalyptus saligna*. Revista Cerne, v. 2, n. 1, p. 15p, 1996.

ZENID, Geraldo José - Coordenador. Madeira: uso sustentável na construção civil. 2009.