

Propriedades físicas da madeira de *bowdichia* sp.

Carlos Henrique Souto Azevedo¹, Aparecida Sardinha dos Santos¹, Luilla Lemes Alves¹, Sabrina Guedes Rodrigues¹, Rosiane Fátima de Almeida¹ e Caroline Junqueira Sartori²

1 Discentes: Instituto Federal de Minas Gerais, Campus São João Evangelista, São João Evangelista – MG

2 Orientador: Pesquisador do IFMG, Campus São João Evangelista; caroline.sartori@ifmg.edu.br

RESUMO

Conhecer as propriedades da madeira de espécies de interesse comercial possibilita indicar os melhores usos conforme suas características físicas, favorecendo as peças desempenharem a qualidade esperada. As propriedades físicas das madeiras estão entre as de maior importância, e seu conhecimento é fundamental, pois está associado às diversas formas de transformação industrial, bem como às variadas formas de utilização deste material em diferentes produtos. Objetivou-se por meio do presente estudo caracterizar as propriedades físicas da espécie *Bowdichia* sp. (sucupira), através da determinação da densidade básica, do teor de umidade e da retratibilidade. O estudo foi conduzido no Laboratório de Física e Mecânica da madeira do Instituto Federal de Minas Gerais, Campus São João Evangelista – MG (IFMG-SJE) em setembro de 2018. Os corpos de provas foram produzidos em triplicata com dimensões de 2,5 x 2,5 x 2,5 cm. As propriedades físicas determinadas foram: umidade de equilíbrio, densidade básica, contração volumétrica e linear e coeficiente de anisotropia. A espécie apresentou densidade básica na faixa de transição entre média à alta de 0,73 e 0,76 g.cm⁻³ quando determinada pelos métodos de imersão e do máximo teor de umidade respectivamente. Os resultados de contrações transversais mostram que *Bowdichia* sp. possui excelente estabilidade dimensional, uma vez que os valores para retração tangencial e radial foram baixos, porém o coeficiente anisotrópico foi de 1,95, considerando-se a madeira como normal. A sucupira demonstrou excelente estabilidade dimensional. Por ser pesada, de excelente estabilidade dimensional, pode ser melhor utilizada para construções de estruturas em geral onde estas características são exigidas.

INTRODUÇÃO:

A madeira deve ser considerada um material de uso diverso, por ser um material orgânico, poroso, higroscópico e anisotrópico, essa heterogeneidade fez com que fosse abundantemente utilizado pelas sociedades ao longo dos anos, se mostrando um componente essencial para manufatura e sendo matéria prima para as indústrias (LORENZI, 2009).

A tecnologia aplicada ao uso da madeira vem acendendo nos últimos anos e ampliando ainda mais a sua utilização, o que viabiliza criar novos produtos provenientes dessa matéria prima (BELTRAME et al., 2010).

De acordo Bonduelle et al., 2015, os produtos gerados a partir da madeira exigem um padrão de qualidade cada vez mais elevado, e para que se tenha um produto final adequado, são estudadas as propriedades físicas da madeira que são fundamentais para destiná-la as diversas finalidades, dentre essas propriedades podemos citar a umidade, densidade e retratibilidade da madeira.

A densidade básica da madeira é um dos principais parâmetros de qualidade da madeira, porque além de ser determinada com facilidade afeta diretamente a produtividade energética, a retratibilidade, as propriedades térmicas e as resistências mecânicas da madeira (GUIMARÃES JUNIOR et al., 2016).

Ao levarmos em consideração outros fatores que tem importância tecnológica junto a massa específica da madeira, a umidade se destaca por interferir nas propriedades da madeira de acordo com sua redução, pois ao se apresentar abaixo do ponto de saturação das fibras (PSF) que é em torno de 30 % altera o comportamento mecânico da madeira (TOMASELLI, 1974). A retratibilidade é a variação dimensional da madeira, que ocorre devido a troca de umidade do material com o meio que o envolve, variando de contrações ao inchamento da madeira até que seja atingida uma condição de equilíbrio, e esta característica também ocorre dentro do intervalo de umidade do PSF a absolutamente seca (OLIVEIRA; SILVA, 2003).

De acordo com Lorenzi (2009), o gênero *Bowdichia* sp., vulgarmente conhecida como sucupira pertence à família Leguminosae, subfamília Papilioideae, e ocorre naturalmente em grande parte do Brasil, são árvores de madeira fibrosa, com durabilidade elevada, sendo bastante empregada para acabamentos internos, como assoalhos, lambris, molduras, painéis e portas (LORENZI, 2009), abrange cerca 20 espécies (SOARES, MELO, LISBOA, 2014).

Objetivou-se por meio deste trabalho caracterizar as propriedades físicas da espécie *Bowdichia* sp. (sucupira), através da determinação da densidade básica, do teor de umidade de equilíbrio higroscópico e da retratibilidade.

METODOLOGIA:

O estudo foi conduzido no Laboratório de Física e Mecânica da madeira do Instituto Federal de Minas Gerais, Campus São João Evangelista – MG (IFMG/SJE) em setembro de 2018. Para realização das análises utilizou-se amostras em triplicada de *Bowdichia* sp. obtidas na xiloteca do IFMG/SJE, as amostras encontravam-se perfeitamente orientadas nos planos transversal, longitudinal, tangencial e radial nas dimensões de 2,5 x 2,5 x 2,5 cm.

Determinou-se em setembro de 2018, o teor de umidade de equilíbrio em base úmida (Equação 1) e em base seca (Equação 2) em conformidade com a NBR 14929 (ABNT, 2003), denominado de método tradicional, gravimétrico. Desta forma, foi feita através da diferença de massa de amostras, antes e após serem submetidas a secagem à $103 \pm 2^\circ\text{C}$ em estufa com circulação forçada de ar a até massa constante.

$$U_{bu} = \frac{M_u - M_s}{M_u} * 100 \quad (1)$$

$$U_{bs} = \frac{M_u - M_s}{M_s} * 100 \quad (2)$$

Em que:

U_{bu} = umidade em base úmida (%);

U_{bs} = umidade em base seca (%);

M_u = massa úmida da madeira (g); e

M_s = massa seca da madeira (g).

Para a determinação da densidade básica, utilizou-se dois métodos: Um que consiste na relação entre a massa seca e o volume saturado, chamado de método de imersão e deslocamento (Equação 3) e pelo método do Máximo Teor de Umidade (Equação 4) (SMITH, 1954).

Para o método de imersão e deslocamento, as amostras foram armazenadas em um dessecador com água, onde se realizou de forma intermitente a aplicação de vácuo, para que ocorresse a saturação da madeira com água, atingindo assim o seu máximo volume. Assim, o volume saturado foi obtido através da imersão das amostras saturadas em um Becker contendo água sob uma balança de precisão, onde o volume de líquido deslocado correspondia ao volume da amostra. Estas amostras seguiram para secagem ao ar livre por cerca de cinco dias, e posteriormente foram levadas a estufa de circulação de ar a $103 \pm 2^\circ\text{C}$ até a massa constante. A massa seca foi obtida em balança de precisão.

O método do máximo teor de umidade consiste na relação da massa saturada e a massa seca, os quais foram obtidos em balança de precisão.

$$D_b = \frac{M_s}{V_{sat}} \quad (3)$$

$$D_b = \frac{1}{\frac{M_{sat}}{M_s} - 0,346} \quad (4)$$

Em que:

D_b = densidade básica da madeira (g cm^{-3});

M_s = massa seca da madeira (g);

V_{sat} = volume da madeira saturada (cm^3); e

M_{sat} = massa da madeira saturada (g).

Foi aplicado o teste de média entre os dois métodos de determinação da densidade, com 5% de significância, com o emprego do *software* estatístico SISVAR.

As variações dimensionais da madeira a partir das contrações lineares, nos diferentes planos estruturais (longitudinal, tangencial e radial), foram determinadas de acordo com a norma, onde se obteve o coeficiente de contração linear (Equação 5), coeficiente de volumétrica (Equação 6) e coeficiente de anisotropia (θ) (Equação 7), onde os mesmos foram medidos em seu estado saturado obtendo-se o volume úmido, com umidade superior a 30% após imersão em água até massa constante, até o volume seco a 0% de umidade após a climatização dos corpos de prova em estufa com circulação forçada de ar a $103 \pm 2^\circ\text{C}$.

$$Ca, r, t = \frac{Du - Ds}{Du} * 100 \quad (5)$$

Em que:

Ca, r, t = coeficiente linear máximo, nas direções axial, radial e tangencial (%);

Du = dimensão do corpo-de-prova no estado saturado, nas direções axial, radial e tangencial (cm^3); e

Ds = dimensão do corpo-de-prova no estado seco, nas direções axial, radial e tangencial (cm^3).

$$Cv = \frac{Vu - Vs}{Vu} * 100 \quad (6)$$

Em que:

Cv = coeficiente volumétrico máximo (%);

Vu = volume do corpo-de-prova no estado saturado de umidade (cm^3); e

Vs = volume do corpo-de-prova no estado seco em estufa (cm^3).

$$\theta = \frac{\beta t}{\beta r} \quad (7)$$

Em que:

βt = contração linear tangencial (%); e

βr = contração linear radial (%)

O experimento foi instalado em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com 3 repetições. Os resultados foram submetidos à análise estatística descritiva utilizando o *software* estatístico SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Na Tabela 1 são apresentados os valores obtidos com a estatística descritiva das propriedades físicas da madeira de *Bowdichia* sp., de acordo com essa tabela verifica-se que o teor de umidade dos corpos de prova se encontrava abaixo do ponto de saturação das fibras (PSF), ou seja, menor que 30%, a umidade encontrada corresponde à umidade de Equilíbrio higroscópico desta madeira, na cidade de São João Evangelista em setembro de 2018, que foi de 9,95% em base úmida e 11,05 em base seca. Em tecnologia da madeira, a umidade em base seca é mais empregada, pelo fato de que a massa seca sempre será a mesma, independente da época e local de determinação desta característica. Já a umidade em base úmida é empregada no processo de produção de celulose.

Tabela 1. Estatística descritiva das propriedades físicas avaliadas da madeira de *Bowdichia* sp. DP: desvio padrão; CV (%): coeficiente de variação; βv : contração volumétrica; βr : contração radial; βt : contração tangencial; e θ : coeficiente de anisotropia.

| | Umidade (%) | | Densidade básica (g.cm^{-3}) | | Contrações (%) | | | |
|--------|-------------|-------|---|----------------------|----------------|-----------|-----------|----------|
| | Ubu | Ubs | Imersão | Máx. teor de Umidade | βv | βr | βt | θ |
| Média | 9,95 | 11,05 | 0,73 | 0,76 | 10,30 | 3,57 | 6,98 | 1,95 |
| DP | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,14 | 0,00 | 0,14 | 0,04 |
| CV (%) | 0,10 | 0,11 | 0,97 | 1,36 | 1,33 | 0,00 | 2,03 | 2,04 |

A partir da análise dos dados, observou-se que a espécie apresentou densidade básica na faixa de transição entre média à alta de 0,73 e 0,76 g.cm^{-3} quando determinada pelos métodos de imersão e do máximo teor de umidade respectivamente, onde as diferenças entre os tratamentos não foi significativa a

5% de significância. Segundo a International Association of Wood Anatomists - IAWA (1989) considerada uma madeira de média densidade ($0,40 - 0,75 \text{ g.cm}^{-3}$).

Os valores encontrados foram semelhantes aos obtidos no trabalho de Santos et al. (2017a), que também encontraram valores de densidade básica de $0,73 \text{ g.cm}^{-3}$ para madeira de *Bowdichia* sp., sucupira, valor levemente superior foi obtido por Santos et al. (2017b), que encontraram $0,86 \text{ g.cm}^{-3}$ para o mesmo gênero.

Mainieri e Chimelo (1989) obtiveram densidade básica média de $0,94 \text{ g cm}^{-3}$, baseando na amplitude de $0,13$ a $1,90 \text{ g cm}^{-3}$, considerada no trabalho de classificação de densidade do IBAMA (1991), pode-se afirmar que a espécie é constituída de madeira dura (densidade acima de $0,72 \text{ g cm}^{-3}$).

Conforme observado na tabela, os valores médios da variação dimensional na contração para as direções radial e tangencial foram respectivamente 3,57% e 6,98%. Os resultados de contrações transversais mostram que *Bowdichia* sp. possui excelente estabilidade dimensional, uma vez que os valores para contração tangencial e radial foram baixos, corroborando com resultados obtidos por Santos et al. (2017b) que obtiveram 6,11 e 5,48% respectivamente, para os mesmos parâmetros, em contrapartida apresentou elevado valor para coeficiente anisotrópico (1,95), muito acima do que foi obtido pelos referidos autores (1,11). De acordo com o coeficiente anisotrópico considera-se a madeira normal.

Valores de coeficiente anisotrópico entre 1,2 a 1,5 indicam madeiras de excelentes estabilidades dimensionais. Segundo Durlo e Marchiori (1992), o fator anisotrópico é o mais importante índice para se avaliar a estabilidade dimensional da madeira. De acordo com os autores valores entre 1,2 e 1,5 são encontrados em madeiras consideradas excelente, como cedro, sucupira, mogno, balsa, por sua vez valores entre 1,5 e 2,0, são obtidos em madeiras consideradas normais, como o ipê, pinus, araucária, peroba-rosa e teca; e, acima de 2,0, a madeira é considerada ruim, citando-se imbuía, álamo e jatobá.

De acordo com SILVA e OLIVEIRA (2003), quanto mais próximo estiver esse valor de 1,0, maior será a estabilidade dimensional da madeira, conseqüentemente apresenta menores propensões ao fendilhamento e empenamentos durante as alterações dimensionais, provocadas pela variação dimensional durante o processo de secagem.

CONCLUSÕES:

Com base nos resultados apresentados e discutidos, verificou-se que a madeira de *Bowdichia* sp. é classificada como dura e de média a alta densidade básica, com ambas metodologias empregadas.

Por ser pesada, de excelente estabilidade dimensional, pode ser melhor utilizada para construções de estruturas em geral onde estas características são exigidas.

Devido à ausência de diferença estatística entre os métodos de densidade empregados, recomenda-se o método de imersão e deslocamento, por este ser mais utilizado mundialmente.

O coeficiente de anisotropia classificou a madeira como normal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ABNT - **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. NBR 14929: madeira: determinação da umidade da madeira. Rio de Janeiro, 2003.

BELTRAME, R. et al. Propriedades físico-mecânicas da madeira de *Araucaria angustifolia* (bertol.) em três estratos fitossociológicos. **Ciência da Madeira**, v. 1, n. 2, p. 54-69, 2010.

BONDUELLE, G. M. et al. 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.

GUIMARÃES JUNIOR, J. B. et al. Caracterização tecnológica da madeira de *Myracrodruon urundeuva* em diferentes classes diamétricas. **Enciclopédia Biosfera**, v. 13, n.24; p. 250-261, 2016.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMISTS COMMITTEE. List of microscope features for hardwood identification. **Iawa Bulletin**, Leiden, v. 10, p. 234-332, 1989.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**, v.2. Editora Nova Odesa: Instituto Plantarum, 3 ed. 2009, 384p.

MAINIERI, C.; CHIMELO, J. P. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. 2. ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1989. 419 p.

OLIVEIRA, J. T. da S.; SILVA, J. de C. Variação radial da retratibilidade e densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. **Revista Árvore**, v. 27, n. 3, p. 381 - 385, 2003.

SANTOS, V. B. dos. Características físicas da espécie *Bowdichia* sp (sucupira) comercializada em Vitória da Conquista - BA. In: SEMANA DE APERFEIÇOAMENTO EM ENGENHARIA FLORESTAL, 1., 2017, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2017a. p. 36 - 39.

SANTOS, V. B. dos. Propriedades físicas de espécies utilizadas no setor da construção civil em Vitória da Conquista – BA. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 25, n. 14, p.1084-1094, 2017b.

SMITH, D. M. Maximum moisture content method for determining specific gravity of small wood samples. **USDA Forest Products Laboratory**, n. 2014, 8 p., 1954.

SOARES, W. F.; MELO, L. E. de L.; LISBOA, P.L. B. Anatomia do Lenho de Cinco Espécies Comercializadas como 'sucupira'. **Floresta e ambiente**, v. 25, n. 1, p. 114-125, 2013.

TOMASELLI, I. **Condições da secagem artificial de madeiras serradas no Paraná e Santa Catarina**. 1974 111p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, 1974.