

## CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-MECÂNICA DA MADEIRA DE *Dodonaea viscosa* Jacq.

### PHYSICAL-MECHANICAL CHARACTERIZATION OF THE WOOD OF *Dodonaea viscosa* Jacq.

Rodrigo Otávio Schneider Souza<sup>1</sup>, Laura Hoffmann de Oliveira<sup>2</sup>, Luciane Gorski<sup>3</sup>,  
Guilherme Valcorte<sup>4</sup>, Roberta Rodrigues Roubuste<sup>5</sup>, Clóvis Roberto Haselein<sup>6</sup>

<sup>1, 3, 4, 5, 6</sup> Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil –  
[rodrigobioschneider@gmail.com](mailto:rodrigobioschneider@gmail.com), [lu.gorski@hotmail.com](mailto:lu.gorski@hotmail.com), [g.valcorte@gmail.com](mailto:g.valcorte@gmail.com),  
[roberta.roubuste@hotmail.com](mailto:roberta.roubuste@hotmail.com) & [clovis.haselen@ufsm.br](mailto:clovis.haselen@ufsm.br)

<sup>2</sup> Universidade Federal do Paraná, UFPR, Curitiba, PR, Brasil – [laura-hoff@hotmail.com](mailto:laura-hoff@hotmail.com)

#### RESUMO

O uso da madeira de espécies nativas pode ser visto como alternativa de renda para produtores rurais, no entanto, poucas pesquisas exploratórias foram realizadas pelas instituições de pesquisa e desenvolvimento com relação à caracterização tecnológica destas espécies florestais. Neste sentido, o presente estudo objetivou caracterizar as propriedades físico-mecânicas da madeira de *Dodonaea viscosa* Jacq. Para tanto, foram utilizadas neste estudo exemplares da espécie *Dodonaea viscosa*, conhecida popularmente como faxina vermelha ou vassoura-vermelha, com aproximadamente quinze anos de idade. Os corpos de prova foram confeccionados seguindo as dimensões descritas nas respectivas normas de cada ensaio. Após a confecção as amostras foram acondicionadas em câmara climatizada a uma temperatura de 20°C e 65% de umidade relativa, onde permaneceram até atingirem umidade de equilíbrio de 12%. Posteriormente, foram avaliados amassa específica aparente, flexão estática, flexão dinâmica e dureza Janka. A partir dos resultados obtidos neste estudo, pode-se perceber que a madeira de *Dodonaea viscosa* pode ser classificada como de alta massa específica, possui bom desempenho nas propriedades mecânicas, como módulo de ruptura, módulo de elasticidade, dureza Janka e resistência ao impacto. Além disso, apresenta alto valor de cota dinâmica, caracterizando-a como uma madeira resiliente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Flexão dinâmica, Massa específica, Propriedades da madeira, Qualidade, Vassoura-vermelha,

#### ABSTRACT

The use of wood from native species can be seen as an income alternative for rural producers, however there is still a great gap to be filled by research institutions regarding its characteristics to support its use. In this sense, the present study aimed to characterize the physical-mechanical properties of the wood of *Dodonaea viscosa* Jacq. For this purpose, specimens of the species *Dodonaea viscosa*, popularly known as red faxina or red broom, with approximately fifteen years of age, were used in this study. The specimens were made following the norms in the norms of each test. After confection, they were stored in an acclimatized chamber at a temperature of 20 ° C and 65% relative humidity, where they remained until reaching an equilibrium humidity of 12%. Subsequently, the following were taken: apparent specific mass, static bending, dynamic bending and Janka hardness. From the results obtained in this study, it can be seen that a *Dodonaea viscosa* wood can be considered as having high specific mass, it has good performance in mechanical properties, such as modulus of rupture, modulus of elasticity, Janka hardness and impact resistance. In addition, it has a high dynamic quota value, characterizing it as a resilient wood.

**KEYWORDS:** Dynamic flexion, Density, Wood properties, Quality, Red broom.

## INTRODUÇÃO

O estudo de espécies florestais nativas no Brasil ainda é muito incipiente, em função da dimensão territorial, diversidade edafoclimáticas, o que resulta em uma elevada heterogeneidade de espécies florestais. O grande desafio enfrentado pela ciência florestal é catalogar as espécies nativas com potencial para suprimento de matéria-prima para a indústria de base florestal de produtos sólidos de madeira.

A madeira é considerada um material de natureza biológica, anisotrópico e heterogêneo. A sua elevada variabilidade, tanto das propriedades físicas, anatômicas como também mecânicas, possuem influência direta pela idade e qualidade de sítio (LIMA et al., 2011). Desse modo, o estudo sobre propriedades físico-mecânicas através da comparação com outras espécies que já tem suas propriedades determinadas e conhecidas e usos bem definidos, podem se tornar parâmetros para gerar informações importantes.

Dentre as informações necessárias para caracterizar espécies florestais nativas, as propriedades tecnológicas são consideradas como bons indicativos para se determinar o comportamento da madeira em sua utilização de serviço. Dentre elas, destacam-se as propriedades físicas, mecânicas e anatômicas, que determinam o conhecimento sobre a espécie e permitem informações quanto ao seu comportamento quando submetida a intempéries (MIRANDA et al., 2012).

Tais características são determinadas por meio de ensaios que possibilitam determinar e conhecer informações como características de durabilidade e trabalhabilidade, o que permite gerar informações fundamentais para o melhor direcionamento da matéria-prima à etapa de manufatura.

A vassoura vermelha ou faxina vermelha (*Dodonaea viscosa* Jacq.) possui diversas aplicabilidades no estado do Rio Grande do Sul. A vassoura vermelha é uma arvoreta de pequeno porte podendo chegar a 8 metros de altura e DAP próximo de 18 cm (LORENZI, 1992). Essa arvoreta quando em região com muita incidência de vento, apresenta certa tortuosidade no tronco com ramificações nos galhos acima de 2 metros de altura com copa rala. Em regiões mais protegidas dos ventos ela se apresenta com o tronco mais reto não notando alteração na sua altura. A sua formação geralmente é em maciços de vassoura vermelha na sua forma natural (LORENZI, 1992). Esta espécie tem um rápido crescimento, principalmente por ser classificada como uma espécie pioneira (PAOLI; SARTI, 2008).

As principais características são de uma madeira moderadamente pesada. A dureza, resistência e seu poder calorífico, concedem suas principais utilidades: Lenha, trama, moirão e carvão. O seu uso na maioria das vezes se dá na utilização no uso de moirão e trama para cercas em cidades do interior, em função da sua durabilidade natural. A espécie também é utilizada para a confecção de pequenos utensílios, ferramentas e em cabos na indústria de cutelaria.

A espécie também apresenta potencial para ser empregada para recuperação e estabilização de encostas arenosas, desnudas e rochosas, especialmente, após a ocorrência de incêndio (SCHNEIDER et al., 1999). Com base no exposto, a utilização de espécies florestais nativas do Brasil, pode auxiliar como fonte de renda para produtores e contribuir para a recomposição de ecossistemas. Entretanto, estudos de caracterização das propriedades da madeira de *Dodonaea viscosa* são escassos ou inexistentes. Desse modo, estudos que contribuam para descrever com maiores detalhes as propriedades físico-mecânicas da espécie são de suma importância. Dessa maneira, o objetivo dessa pesquisa foi caracterizar as propriedades físico-mecânicas da madeira de *Dodonaea viscosa* Jacq.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para realização deste estudo foi utilizada madeira de *Dodonaea viscosa*, com aproximadamente 15 anos de idade verificada com a análise de tronco, provenientes do município de Santana da Boa Vista, RS. Localizado no centro sul do Rio Grande do Sul, na região denominada de Serra do Sudeste, Santana da Boa Vista, situa-se em área circunscrita às latitudes 30° 00' e 31° 30'S e às longitudes 53° 00' e 53° 30'W, ocupando aproximadamente 1.446 km<sup>2</sup> (CUNHA; SILVEIRA, 2002).

Após o abate, as madeiras foram desdobradas em serra de fita e posteriormente aplainadas. Foram confeccionados corpos de prova de diferentes dimensões de acordo com as respectivas normas de ensaio. A massa específica aparente foi determinada de acordo com a norma NBR 7190/97 – Projeto de Estruturas de Madeira da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1997).

As amostras foram pesadas em balança analítica e medidas suas dimensões nos três sentidos anatômicos com auxílio de paquímetro digital. Para os testes de flexão estática, foram confeccionadas amostras de acordo com as recomendações da norma ASTM D 143 - 94 (2005),

com dimensões de 2,5 x 2,5 x 41,0 cm (L x E x C) e o teste de flexão dinâmica, seguiram os padrões da norma NF B51009 da Association Francaise de Normalization (AFN, 1942) (2 x 2 x 30 cm). Totalizando 10 amostras para cada propriedade analisada.

Após a obtenção dos corpos de prova, estes foram armazenados em câmara climatizada na condição de 20°C de temperatura e 65% de umidade relativa, onde permaneceram até atingirem o equilíbrio higroscópico a um teor de umidade correspondente a 12% e posteriormente utilizados para avaliação.

O ensaio de flexão dinâmica foi realizado com auxílio do pêndulo de Charpy, e para o de flexão estática utilizou-se Máquina Universal de ensaios mecânicos (Figura 1).



**Figura 1.** Equipamentos para realização dos testes mecânicos: A. Pêndulo de Charpy; B. Máquina de Ensaio Universal.

Após a queda do pêndulo, ocorre o impacto com a amostra, obtendo-se o trabalho absorvido (W) em Joule, na escala graduada da máquina. Os dados obtidos no ensaio de flexão dinâmica foram convertidos de joule para kgm utilizando a relação 1 joule = 0,101972 kgm. Em seguida, de acordo com a L'A Association Francaise de Normalization (AFN, 1942), estimou-se o coeficiente de resiliência (K) e a cota dinâmica (CD). Adicionalmente aferiu-se a resistência da madeira a flexão dinâmica (Fbw) de acordo com a NBR 7190 (ABNT, 1997).

O ensaio de dureza Janka foi realizado em uma Máquina Universal de Ensaios com capacidade de 20.000 Kgf. Em cada amostra foram feitas seis aplicações, duas paralelas às fibras e quatro perpendiculares às mesmas, sendo a dureza determinada pela média das cargas máxima suportada por cada face da amostra. Para determinação da dureza Janka, considerou-se as médias das cargas máximas correspondentes aos extremos e faces.

Para cada teste das propriedades físico-mecânicas, utilizou-se seu respectivo conjunto de dados e, foi

submetido à análise estatística descritiva, calculando-se os valores médios, seus respectivos desvios padrões, com as correspondentes medidas de variação dos dados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor médio de massa específica aparente a 12% de umidade para espécie foi de 1,015 g.cm<sup>-3</sup>, (Tabela 1). Carvalho (1996) sugere a classificação da madeira quanto a sua massa específica desde leve (0,40 a 0,49 g.cm<sup>-3</sup>) até pesada (0,80 a 0,95 g.cm<sup>-3</sup>), dessa maneira, a madeira de *Dodonaea viscosa* classifica-se como de alta massa específica. Resultado que corrobora com estudos desenvolvidos por outros autores, como Eleotério e Silva (2012), onde as madeiras de muiracatiara e de cumaru apresentaram valores de massa específica na faixa de 0,84 g.cm<sup>-3</sup> e 0,93, g. cm<sup>-3</sup>, respectivamente, sendo estas classificadas de massa específica.

De acordo com a norma 7190 (ABNT, 1997) a madeira pode ser classificada em classes de resistência, de acordo com a sua massa específica e com a finalidade da escolha do material com propriedades padrões para projetos estruturais. A madeira de *Dodonaea viscosa* por tratar-se de uma espécie com elevada massa específica, enquadra-se na classe C60, a qual é a classe de maiores propriedades de resistência do material.

**Tabela 1.** Valores médios de massa específica aparente (Mea), dureza Janka, módulo de elasticidade (MOE), módulo de ruptura (MOR) para ensaio de flexão.

Espécie	Me ap. (g. cm <sup>-3</sup> )	Dureza Janka (Mpa)	MOE (MPa)	MOR (MPa)
<i>Dodonaea viscosa</i>	1,015	132,29	6539,00	146,37

Segundo Alves et al. (2011) a massa específica básica da madeira é a quantificação direta do material lenhoso por unidade de volume, estando relacionada com as propriedades e características tecnológicas para a produção e utilização de produtos florestais. A massa específica depende em maior parte das propriedades físicas e anatômicas, além de ser considerado um parâmetro que serve de referência para a classificação e qualidade da madeira (MORESCHI, 2010). Conforme Paes et al. (2013), a massa específica deve ser avaliada concomitantemente com outras variáveis, desde a composição química e as demais características anatômicas.

O valor médio para módulo de elasticidade da espécie em estudo pode ser verificado na Tabela 2 (6539,0 MPa),

Estudos desenvolvidos por Haselein et al. (2002) com madeira de *Eucalyptus saligna*, aos 8 anos de idade, obtiveram valores médios para o MOE de 9450 Mpa valor maior que o encontrado no presente estudo e para o MOR de 73,57 MPa, valor menor que o encontrado para *Dodonaea viscosa* que foi de 146,37 MPa. Quanto mais alto o valor do MOE, mais alta é a resistência da madeira.

De acordo com Moreschi (2012), elasticidade é a propriedade da madeira sólida que a possibilita retomar à sua forma original após a remoção da carga aplicada que causou certa deformação.

A dureza Janka encontrada para madeira de *Dodonaea viscosa* na presente caracterização tecnológica, apresentou valor médio paralelo às fibras 132,29 MPa.

De acordo com Nahuz et al. (2013), estudando a espécie *Astronium lecointei* Ducke, conhecida popularmente por muiracatiara, obteve para a dureza Janka o valor de 78,9 MPa, sendo semelhante ao encontrado por Viegas et al. (2014), estudando a espécie *Astronium macrocalyx* Engl, que encontraram 93,3 MPa. Estes autores, também observaram para a espécie *Astronium urundeuva*, o valor de 112,6 MPa sendo a espécie que mais se assemelhou a *Dodonaea viscosa*. Nahuz et al. (2013), salienta ainda que para a madeira de Jatobá (*Hymenaea courbaril*), o valor encontrado para a dureza Janka foi de 114 MPa.

Comparativamente a algumas espécies já consagradas por apresentarem madeira de boa qualidade, os resultados obtidos nesse estudo para a madeira de *Dodonaea viscosa* são considerados superiores, ainda que seja uma espécie classificada como de alta massa específica. Segundo França et. al. (2015), o Mogno africano (*Khaya senegalensis*) apresentou massa específica básica de 0,588 g.cm<sup>-3</sup>, médias de flexão estática para MOE e MOR de 10,169 MPa e 83,2 MPa, respectivamente, e para Dureza Janka o resultado apresentado foi de 62,1 MPa para o sentido tangencial. De acordo com o Laboratório de produtos Florestais do Serviço Florestal Brasileiro, a madeira de Grápia (*Apuleia leiocarpa*) apresenta 0,88 g/cm<sup>3</sup> de massa específica aparente, 124 Mpa para o MOR e Dureza Janka igual a 82 MPa.

A madeira de *Dodonaea viscosa*, apresentou resistência ao impacto de 144,12 KJ/m<sup>2</sup>, e massa específica aparente de 1,015 g.cm<sup>-3</sup>. Souza et al. (2013), ao estudar a resistência ao choque de *Patagonula americana*, observou que a madeira apresentou massa específica aparente de 0,6416 g.cm<sup>-3</sup>, e valores para W de 4,74 Kgm. Sendo assim, fica evidenciada uma maior absorção de impacto para a vassoura vermelha em

comparação com a *P. americana*. Beltrame et al. (2013), em estudos com *Platanus x acerifolia* com massa específica aparente de 0,68 g.cm<sup>-3</sup>, apresentou valor de Fbw 48,32 KJ.m<sup>-2</sup> bem menor que o encontrado no presente estudo.

**Tabela 2.** Valores médios, máximos e mínimos das propriedades de resistência ao impacto (Fbw), trabalho absorvido (W), coeficiente de resiliência (K), cota dinâmica (CD) da madeira de *Dodonaea viscosa*.

Característica	Média	Máximo	Mínimo
Resistência ao impacto (KJ/m <sup>2</sup> )	144,12 ± 27,79 <sup>(1)</sup>	184,51 ± 27,79	91,03 ± 27,79
Trabalho absorvido (kgm)	5,81 ± 1,17	7,39 ± 1,17	3,56 ± 1,17
Coeficiente de resiliência (K)	1,91 ± 0,37	2,46 ± 0,37	1,20 ± 0,37
Cota dinâmica	1,78 ± 0,47	2,63 ± 0,47	0,90 ± 0,47

<sup>(1)</sup> Valores médios das propriedades mecânicas ± desvio padrão.

De acordo com os resultados obtidos neste estudo pode-se inferir que a resistência da madeira possui estreita relação com a massa específica, sendo diretamente proporcionais.

O valor de trabalho absorvido (W) para o presente estudo foi de 5,81 Kgm. Segundo Haselein et al. (2002), salientam que há uma diversidade de aspectos que influenciam nas propriedades mecânicas da madeira, como por exemplo, a posição da árvore, o período de durabilidade da carga, a umidade da madeira -assim como, a estrutura anatômica.

Em estudos realizados pelo por Jara (1989), a madeira de Jatobá apresentou resistência ao impacto (Fbw) 131,6 MPa valores próximos ao encontrado no presente estudo.

As médias de cota dinâmica (CD) da espécie em estudo, apresentou 1,78 kgm.cm.g<sup>-1</sup>. Stangerlin et al. (2008b), em estudo com três espécies (*Eucalyptus grandis*, *Corymbia citriodora* e *Pouteria pachycarpa*), encontraram valores máximos para o parâmetro cota dinâmica de 0,557 kgm.cm.g<sup>-1</sup>, 0,460 kgm.cm.g<sup>-1</sup>, e valores mínimos de 0,492 kgm.cm.g<sup>-1</sup>, 0,394 kgm.cm.g<sup>-1</sup> nos sentidos tangencial e radial, respectivamente. Ao comparar com a madeira de *Dodonaea viscosa* usada neste estudo, fica evidente a inferioridade das espécies de eucalipto no parâmetro cota dinâmica. Segundo, Souza et al. (2013) em estudos de cota dinâmica (CD) com a espécie *Patagonula americana* encontraram valores de

1,68 kgm.cm/g, sendo equiparadas ao encontrado no presente estudo. Demonstrando uma semelhança entre as características das duas espécies.

Carvalho (1996) classificou as madeiras com cota dinâmica superior a 1,22 kgm.cm/g, como resiliente, o que permite concluir que a madeira de *Dodonaea viscosa* enquadra-se como madeira resistente ao impacto.

## CONCLUSÕES

A madeira de *Dodonaea viscosa* pode ser classificada como madeira de alta massa específica. Apresenta bom desempenho em suas propriedades mecânicas. O alto valor de cota dinâmica caracteriza a madeira como resiliente.

## REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190: Projeto de estruturas de madeira**. Rio de Janeiro, 1997.

AFN - ASSOCIATION FRANCAISE DE NORMALIZATION. **Norme Francaise, bois essai de choc ou flexion dynamique**. NF B51-009. Paris: p.3, 1942.

ALVES, I.C.N. et al. Caracterização tecnológica da madeira de *Eucalyptus benthamii* para produção de celulose Kraft. **Ciência Florestal**, v.21, n.1, p.167-174, 2011.

ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D 143-94: standard methods of testing small clear specimens of timber**. Philadelphia, 2005.

BELTRAME, R. et al. Resistência ao choque da madeira de *platanus x acerifolia* em diferentes condições de umidade. **Revista Árvore**, v.37, n.4, p.771-778, 2013.

CARVALHO, A. **Madeiras portuguesas – Estrutura anatômica, propriedades, utilizações**. v.1. Instituto Florestal, 1996.

ELEOTÉRIO, J.R.; SILVA, C.M.K. Comparação de programas de secagem para Cumaru (*Dipteryx odorata*), Jatobá (*Hymenea spp*) e Muiracatiara (*Astronium lecointei*) obtidos por diferentes métodos. **Scientia Forestalis**, v.40, n.96, p.537-545, 2012.

HASELEIN, C.R. et al. Propriedades de flexão estática da madeira úmida e a 12% de umidade de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith sob o efeito do espaçamento e da adubação. **Ciência Florestal**, v.12, n.2, p.147-152, 2002.

JARA, E.R.P. **O poder calorífico de algumas madeiras que ocorrem no Brasil**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1989.

LIMA, I.L. et al. Propriedades da madeira de *Eucalyptus umbra* R. T. Baker em função do diâmetro e da posição radial na tora. **Floresta e Ambiente**, v.18, n.3, p.289-298, 2011.

LORENZI, H. **Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil: árvores brasileiras**. Nova Odessa: Plantarium, 1992.

MIRANDA, M.C. et al. Propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Parkia gigantocarpa* Ducke. **Revista Ciência da Madeira**, v.3, n.2, p.55-65, 2012.

MORESCHI, J.C. **Propriedades tecnológicas da madeira**. 3.ed. Curitiba: FUPEF, 2010.

MORESCHI, J.C. **Propriedades Tecnológicas da madeira**. Manual Didático. 4.ed. Curitiba: UFPR, 2012.

NAHUZ, M.A.R. **Catálogo de madeiras brasileiras para construção civil**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2013.

PAES, J.B. et al. Características físico-química, energética e dimensões das fibras de três espécies florestais do semiárido brasileiro. **Floresta e Ambiente**, v.20, n.4, p.550-555, 2013.

PAOLI, A.A.S.; SARTI, J. Morphology and anatomy of the fruits and seeds in *Dodonea viscosa* (L.) Jacquin (Sapindaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.2, p.33-42, 2008.

SCHNEIDER, P.R. et al. Implantação de povoamentos de *Dodonaea viscosa* (L.) Jacq. com mudas e semeadura direta. **Ciência Florestal**, v.9, n.1, p.29-33, 1999.

SOUZA, J.T. et al. Comportamento da flexão dinâmica na madeira de *Patagonula americana* L. E *Ocotea catharinensis* Mez. **Ciência da madeira**, v.4, n.2, p.228-237, 2013.

STANGERLIN, D.M. et al. Determinação da resistência ao impacto para as madeiras de *Eucalyptus dunnii*, *Corymbia citriodora* e *Pouteria pachycarpa*. **11º Encontro Brasileiro em Madeira e Estruturas de Madeira**, 2008.

TALGATTI, M. et al. Tratamentos térmicos e secagem da madeira serrada de uva-do-Japão. **Agrária**, v.11, n.3, p.224-229, 2016.

VIEGAS, V.A. et al. Madeiras tropicais quanto à densidade e cor para uso em pavimentação. **Blucher Design Proceedings**, v.1 n.4, p.2171-2181, 2014.

Recebido em 25-07-2021

Aceito em 23-11-2021