

**PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS EM MADEIRA DE *Dipteryx alata*, *Astronium graveolens*,  
*Bowdichia virgilioides* e *Eucalyptus grandis*<sup>1</sup>**

**PHYSICAL-MECHANICAL PROPERTIES OF THE WOOD OF *Dipteryx alata*, *Astronium graveolens*,  
*Bowdichia virgilioides* and *Eucalyptus grandis*<sup>1</sup>**

Augusto Jorge LATREILLE<sup>2</sup>; Danrlei Gabriel WÜNSCH<sup>2</sup>; Joel Telles de SOUZA<sup>2</sup>, Maiara TALGATTI<sup>2</sup>;  
Amanda Grassmann da SILVEIRA<sup>2</sup>; Laura Hoffmann de OLIVEIRA<sup>2,3</sup>; Elio José SANTINI<sup>2</sup>

**RESUMO** - O conhecimento das propriedades da madeira é essencial para sua utilização industrial, tanto na construção civil como na confecção de móveis. Desse modo, realizou-se um estudo objetivando determinar as propriedades da madeira de *Dipteryx alata* Vogel, *Astronium graveolens* Jacq., *Bowdichia virgilioides* Kunth e *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. Na caracterização física foram aferidas as massas específicas básicas e aparentes, retratilidade e anisotropia. Já na caracterização mecânica das espécies foram empregados os testes de flexão estática, compressão paralela às fibras e dureza Janka. A análise estatística dos dados apresentou variações significativas para a maioria das propriedades mecânicas e físicas. Apenas para o coeficiente anisotrópico não foram observadas diferenças significativas entre as espécies de acordo com o teste de médias. Em geral, a madeira do guaritá apresentou maior resistência mecânica em todos os testes, exceto no teste de compressão paralela. A massa específica básica e aparente influenciou nas propriedades mecânicas da madeira. A análise dos dados permitiu classificar as madeiras em estudo e sugerir algumas finalidades específicas como usos na construção civil e indústria moveleira.

Palavras-chave: Massa específica; Retratabilidade; Flexão; Compressão paralela.

**ABSTRACT** – Knowledge of the properties of wood is essential for its industrial use, both in construction and in the manufacture of furniture. Thus, a study was carried out to determine the wood properties of *Dipteryx alata* Vogel, *Astronium graveolens* Jacq., *Bowdichia virgilioides* Kunth and *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. In the physical characterization, the specific basic masses and apparent, retratillation and anisotropy were verified. In the mechanical characterization of the species the tests of static flexion, parallel compression to the fibers and Janka hardness were used. Statistical analysis of the data presented significant variations for most of the mechanical and physical properties. Only for the anisotropic coefficient no significant differences were observed among the species according to the means test. In general, guaritá wood presented higher mechanical strength in all tests except the parallel compression test. The basic and apparent specific mass influenced the mechanical properties of the wood. The analysis of the data allowed to classify the wood in study and to suggest some specific purposes as uses in the civil construction and furniture industry.

Keywords: Specific mass; Shrinkage; Flexure; Parallel compression.

<sup>1</sup> Recebido para análise em 08.01.2018. Aceito para publicação em 12.11.2018.

<sup>2</sup> Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Ciências, Av. Roraima 1000, Camobi, CEP 97105-900, Santa Maria, RS.

<sup>3</sup> Autor para correspondência: Laura Hoffmann de Oliveira, e-mail: laura-hoff@hotmail.com

## 1 INTRODUÇÃO

A madeira é um material heterogêneo, orgânico, que sofre diversas alterações de suas propriedades físicas e mecânicas quando exposta ao ambiente. Torna-se, portanto, de extrema importância os estudos do comportamento e das variações dimensionais, para que se possa obter uma melhor qualidade na industrialização da madeira. A fim de obter-se produtos de qualidade tendo a madeira como matéria-prima, torna-se imperativo o conhecimento das propriedades, físicas, químicas, anatômicas e mecânicas. Essas propriedades são de suma importância na definição do uso da madeira para os mais diversos fins. Gonçalves et al. (2009) assinalam, que a intensificação no uso da madeira como matéria prima para fins industriais e construtivos só pode ocorrer a partir do conhecimento adequado de suas propriedades, sejam elas físicas ou mecânicas.

A massa específica básica é considerada um parâmetro de extrema importância para determinar a qualidade da madeira. Além disso, pode ser determinada pela relação que existe entre o volume saturado da madeira e o seu peso seco (Silveira, Rezende e Vale, 2013). Já as propriedades mecânicas deliberam sobre o comportamento da madeira quando submetida a esforços, permitindo compará-la com outras de propriedades previamente conhecidas (Stangerlin et al., 2008). A falta deste conhecimento, faz com que a madeira venha a ser empregada de modo errôneo e muitas vezes causando prejuízos às indústrias.

Ainda, informações acerca das propriedades mecânicas de qualquer material são de suma importância no que tange à qualidade do mesmo. Por meio da aferição das propriedades mecânicas de determinado material direciona-se seu uso e, assim, o melhor aproveitamento do mesmo. No caso da madeira, de posse destas informações é possível vislumbrar suas aplicações dentro do limite de sua resistência, direcionando a madeira para determinados fins, principalmente o estrutural.

O presente estudo teve como objetivo avaliar as características físico-mecânicas da madeira de *Dipteryx alata* Vogel, *Astronium graveolens* Jacq., *Bowdichia virgilioides* Kunth e *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e sua importância comercial.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

As espécies nativas *Dipteryx alata* Vogel (baru), *Astronium graveolens* Jacq. (guaritá),

*Bowdichia virgilioides* Kunth (sucupira preta) estavam localizadas no município de Nova Alvorada do Sul – MS, situada a latitude 21°27'57" sul e longitude 54°23'02" oeste, localizada ao sul da região Centro-Oeste do Brasil, no sudoeste de Mato Grosso do Sul. Já o *Eucalyptus grandis* foi retirado no município de Faxinal dos Guedes – SC a latitude 26°51'10" sul e a longitude 52°15'37" oeste. Todas as espécies encontravam-se em plantio comercial com 10 anos de idade.

Foram abatidas 5 árvores de cada espécie sadias, evitando-se indivíduos de bordadura, após as mesmas foram seccionadas em toras, sendo que as toras utilizadas no trabalho foram retiradas a partir de 10 centímetros do solo. Estas toras foram desdobradas em pranchões centrais de oito centímetros de espessura e posteriormente divididas em corpos de provas separadamente para cada teste mecânico. Para os testes mecânicos foram realizados o de flexão estática, compressão paralela e dureza Janka, de acordo com a norma ASTM D143-94 (1995). Para cada teste mecânico, utilizou-se 30 corpos de prova para cada espécie, os mesmos foram realizados em máquina universal de ensaios, modelo EMIC, na Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC).

### 2.1 Propriedades Físicas

Para a análise das propriedades físicas, foram retirados dois discos de madeira por árvore, um localizado na base da tora e outro no topo. Posteriormente realizou-se a confecção das amostras com dimensões de 3,0 x 3,0 x 2,0 cm (radial, tangencial e longitudinal) no sentido medula-casca.

Primeiramente, para a análise da retratibilidade das madeiras foram identificados e marcados os três planos dimensionais (radial, tangencial e longitudinal) e medidos as respectivas dimensões com paquímetro digital. Estas medições foram coletadas primeiramente ao teor de umidade ambiente.

Concluída essa etapa, os corpos de prova foram imersos em água, onde permaneceram por um período de 30 dias, até seu completo inchamento. A segunda medição (da madeira encharcada) foi realizada da mesma forma e nos mesmos locais onde ocorreram as primeiras medições. Depois de obtidos os valores de volume seco e volume verde (saturado) das espécies, foram realizados os cálculos para o inchamento da madeira e coeficiente de anisotropia.

A Massa Específica Básica (MEB) foi determinada por meio do volume verde e do peso seco (0% de umidade). O peso seco foi obtido posteriormente com as amostras acondicionadas em estufa durante um período de 48 horas com temperatura de  $105 \pm 2^\circ\text{C}$  e em seguida pesadas em balança analítica.

Para obtenção da Massa Específica Aparente (MEA) foram realizadas as medições das dimensões das amostras com paquímetro digital, nos sentidos radial, tangencial e longitudinal com teor de umidade de equilíbrio (15 %) e posteriormente realizado o cálculo para obtenção do volume aparente das amostras.

## 2.2 Propriedades Mecânicas

Para o teste de flexão estática foram utilizados 30 corpos de provas com dimensões de  $2,5 \times 2,5 \times 41\text{cm}$  (radial, tangencial e longitudinal). Os corpos de prova foram alocados em vão de 36 cm a uma velocidade controlada de 1,3 mm/min, conforme as normas para madeiras maciças (ASTM, 1995). Para avaliar as propriedades dos corpos de prova, determinaram-se o Módulo de Elasticidade (MOE) e de Ruptura (MOR) à flexão estática.

Para o teste, foram utilizados 30 corpos de prova para cada espécie, com dimensões de  $5 \times 5$

$\times 15\text{ cm}$  (radial, tangencial e longitudinal). Foram realizadas duas penetrações na face tangencial, duas na face radial e uma em cada extremidade. Posteriormente, realizou-se uma média para as seis penetrações. O esforço é medido em quilogramas devido à área da esfera ser de  $1\text{ cm}^2$ . Sendo assim, obtém-se diretamente o valor do teste em  $\text{kgf.cm}^{-2}$ .

## 2.3 Análise estatística

Para o estudo das propriedades físicas e mecânicas, foram realizadas análises de variância com posterior comparação de médias por teste LSD – Fischer,  $P > 0,05$ . Utilizou-se também como auxílio nas análises e principalmente na tabulação dos dados o software Excel.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 Massa Específica Básica e Aparente

Os resultados encontrados na análise de variância para massa específica básica e aparente evidenciaram diferença significativa em nível de 5% de probabilidade de erro entre as quatro espécies estudadas. De posse desta informação, realizou-se o teste de médias para verificação da diferença entre as espécies, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Comparação das médias de Massa Específica Básica (MEB) e Massa Específica Aparente (MEA) das espécies em estudo.

Table 1. Comparison of MEB and MEA means of the species under study.

Espécie	MEB ( $\text{g.cm}^{-3}$ )	MEA ( $\text{g.cm}^{-3}$ )
<i>Dipteryx alata</i> (baru)	0,78 bc	0,95 b
<i>Bowdichia virgilioides</i> (sucupira)	0,73 b	0,96 b
<i>Astronium graveolens</i> (guaritá)	0,83 c	0,98 b
<i>Eucalyptus grandis</i>	0,59 a	0,73 a

\*Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não diferem significativamente entre si em nível de 5% de probabilidade de erro; teste das médias (LSD = Least Significant Difference).

A maior média para a MEB foi observada para o guaritá, com  $0,83\text{ g.cm}^{-3}$  e menor para o eucalipto, com  $0,59\text{ g.cm}^{-3}$ . As espécies que não apresentaram diferenças significativas entre si foram o baru e sucupira preta e o guaritá com o baru, sendo que, o eucalipto não se assemelhou estatisticamente com nenhuma das espécies.

De acordo com Carvalho (2008), a madeira do Cumaru (*Dipteryx odorata*) pertencente

ao mesmo gênero do baru, apresentou MEB de  $0,75$  a  $0,95\text{ g.cm}^{-3}$ , estando o valor de MEB para *Dipteryx alata*, verificada neste estudo dentro do intervalo relatado pelo autor supracitado. Segundo Mainieri e Chimelo (1989) para a madeira de Muiracatiara (*Astronium lecointei* Ducke) que pertence ao mesmo gênero do guaritá (*Astronium graveolens*), obteve-se para a MEB o valor de

0,81 g.cm<sup>-3</sup> sendo este valor semelhante ao encontrado para o *Astronium graveolens* neste estudo com 0,83 g.cm<sup>-3</sup>.

Conforme Mainieri e Chimelo (1989) a sucupira (*Bowdichia* spp.) obteve um valor de 0,78 g.cm<sup>-3</sup> para MEB. Segundo Vale et al (2000) analisando a sucupira branca (*Pterodon pubescens*), pertencente à mesma família que a sucupira preta (*Bowdichia virgilioides*), obteve-se 0,72 g.cm<sup>-3</sup>, sendo semelhante ao encontrado neste estudo para a sucupira preta, 0,73 g.cm<sup>-3</sup>.

De acordo com Zenid (2009), o *Eucalyptus grandis* apresentou 0,42 g.cm<sup>-3</sup> para a MEB, sendo semelhante ao encontrado por Eleotério et al. (2015) para a mesma espécie com 0,46 g.cm<sup>-3</sup>. Assim, para o presente estudo, o valor de MEB para o eucalipto mostrou-se superior aos valores encontrados pelos autores citados acima.

A maior média para a MEA observada foi para madeira de guaritá, com 0,98 g.cm<sup>-3</sup> e menor para o eucalipto, com 0,73 g.cm<sup>-3</sup>. As espécies que não apresentaram diferenças significativas entre si foram o baru, a sucupira preta e o guaritá, sendo que o eucalipto não se assemelhou estatisticamente com nenhuma das espécies.

De acordo com Carvalho (2008) a madeira do t (*Dipteryx odorata*) é classificada como densa a muito densa com 0,95 g.cm<sup>-3</sup> a 1,19 g.cm<sup>-3</sup> sendo semelhante ao exposto por Mainieri e Chimelo (1989) onde cita para a mesma espécie um valor de 1,09 g.cm<sup>-3</sup>. Sendo assim, muito semelhante ao encontrado para o baru neste estudo com 0,95 g.cm<sup>-3</sup>. Corroborando, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT (2011) relata massa específica aparente a 15% de umidade de 1,09 g.cm<sup>-3</sup> (IPT, 2011) para o cumaru, estando o valor de massa específica aparente para o baru, dentro do intervalo esperado para o gênero.

Segundo Mainieri & Chimelo (1989) a madeira do guaritá é densa, com 0,97 g.cm<sup>-3</sup> a 15% de umidade, o mesmo encontrado por Mainieri e Chimelo (1989) para a madeira de muiracatiara (*Astronium lecointei* Ducke) pertencente ao mesmo gênero do guaritá, onde obteve para a MEA o valor de 0,97 g.cm<sup>-3</sup>. O guaritá, na presente pesquisa, mostrou-se semelhante às espécies em comparação, com MEA de 0,98 g.cm<sup>-3</sup>.

Conforme Remade (2016), para a Sucupira (*Bowdichia nitida* Spruce) observou um valor para MEA de 0,78 g.cm<sup>-3</sup>. Zenid (2009), analisando a sucupira (*Bowdichia* sp) obteve 0,94 g.cm<sup>-3</sup>, sendo assim, semelhante ao encontrado no presente estudo para a sucupira preta com 0,96 g.cm<sup>-3</sup>.

De acordo com Zenid (2009), para o *Eucalyptus grandis* observou-se 0,50 g.cm<sup>-3</sup> para a MEA a 15% de umidade, semelhante ao encontrado para a mesma espécie também a 15% de umidade por Eleotério et al. (2015) com 0,501 g.cm<sup>-3</sup>. Segundo o mesmo autor, para a espécie *Eucalyptus cloeziana* observou-se 0,62 g.cm<sup>-3</sup>. Assim, para este estudo, o eucalipto mostrou-se superior aos valores encontrados na literatura com 0,73 g.cm<sup>-3</sup>.

### 3.2 Retratibilidade e Coeficiente de Anisotropia

Os resultados encontrados na análise de variância para o inchamento radial e tangencial, evidenciou diferença significativa em nível de 5% de probabilidade de erro entre as quatro espécies estudadas. Conforme a Tabela 2 pode-se observar uma diferença significativa entre as espécies em estudo. A maior média para o inchamento RD foi observada para a sucupira preta com 1,72% e menor para o eucalipto, com 1,27%. as espécies que não apresentaram diferenças significativas entre si foram o baru e guaritá.

Tabela 2. Comparação das médias do inchamento radial - RD e tangencial - TG das espécies em estudo.

Table 2. Comparison of the means of radial and tangential swelling of the species under study.

Espécie	Inchamento RD (%)	Inchamento TG (%)
<i>Dipteryx alata</i> (baru)	1,64 b	2,80 c
<i>Bowdichia virgilioides</i> (sucupira)	1,72 c	2,92 d
<i>Astronium graveolens</i> (guaritá)	1,65 b	2,34 a
<i>Eucalyptus grandis</i>	1,27 a	2,49 b

\*Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não diferem significativamente entre si em nível de 5% de probabilidade de erro; teste das médias (LSD = Least Significant Difference).

Para o inchamento TG, a maior média observada foi para a sucupira preta, com 2,92%, e menor para o guaritá com 2,34%. Todas as espécies apresentam diferenças significativas entre si. Durlo e Marchiori (1992) afirmaram que os valores da contração tangencial oscilam em torno do dobro daquelas das contrações radiais e são cerca de 20 vezes aos detectados no sentido longitudinal, isso para a madeira de modo geral.

Conforme Moreira (1999), as contrações ocorrem mais intensamente no sentido transversal das fibras do que no longitudinal, em função de sua característica anisotrópica. Ainda para o mesmo autor, a maior alteração dimensional da madeira se manifesta no sentido tangencial aos anéis de crescimento, seguida pela dimensão radial e, praticamente, desprezível no sentido longitudinal.

A maior média para o Coeficiente de Anisotropia - CA foi observada para o eucalipto com 1,97 e a menor para o guaritá, com 1,41. De acordo com Silva (2002) estudando o CA para o *Eucalyptus grandis*, obteve 1,73. Para o eucalipto em estudo, observou-se 1,97, sendo superior ao citado pelos autores acima. É caracterizada, conforme classificação de espécies de madeira como madeira normal (Moreschi, 2005).

Vale et al. (2011) obtiveram 1,36 para a sucupira branca (*Pterodon pubescens*), pertencente à mesma família que a sucupira preta, sendo valor inferior ao encontrado pelo autor neste estudo para a sucupira preta, com 1,69. Para o baru pertencente à mesma família da sucupira preta, encontrou-se 1,70. Conforme Moreschi (2005), de acordo com a

classificação de espécies de madeira segundo o fator de anisotropia, o baru e a sucupira preta em estudo, classificam-se como madeiras normais.

Para o guaritá, observou-se nesse estudo o valor para o coeficiente de anisotropia de 1,41. Conforme Moreschi (2005), na classificação de espécies de madeira, segundo o seu fator de anisotropia, o guaritá é caracterizado como uma espécie de madeira excelente, podendo ser usada em finalidades que não permitem torções e empenamentos.

Ainda, Scanavaca e Garcia (2004) afirmaram que, quanto mais próximo de 1 melhor é a madeira para marcenaria. A importância desse índice, no entanto, é que, quanto maior for o seu distanciamento da unidade, mais propensa será a madeira a fendilhar e empenar durante as alterações dimensionais provocadas pela variação higroscópica (Oliveira et al., 2010).

### 3.3 Flexão Estática e Dureza Janka

Os resultados encontrados na análise de variância para o teste de flexão estática evidenciaram diferença significativa em nível de 5% de probabilidade de erro entre as quatro espécies estudadas. Tiveram respectivamente para MOE e MOR, Prob.>F=0,0000 e F calculado de 21,58; Prob.>F=0,0000 e F calculado de 23,45. De posse desta informação, realizou-se o teste de médias para verificação da diferença entre as espécies, conforme Tabela 3.

Tabela 3. Comparação das médias das variáveis Módulo de Elasticidade - MOE e Módulo de Ruptura - MOR para o ensaio de flexão estática.

Table 3. Comparison of the means of the Modulus of Elasticity - EOM and Modulus of Rupture (MOR) for the static bending test.

Espécie	MOE (MPa)	MOR (MPa)	Dureza (MPa)
<i>Dipteryx alata</i> (baru)	8913,88 a	79,388 b	95,836 b
<i>Bowdichi virgilioides</i> (sucupira)	10519,20 b	75,293 b	90,295 b
<i>Astronium graveolens</i> (guaritá)	12352,80 c	103,464 c	140,251 c
<i>Eucalyptus grandis</i>	9580,91 a	56,771 a	30,980 a

\*Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não diferem significativamente entre si em nível de 5% de probabilidade de erro; teste das médias (LSD = Least Significant Difference).

Observa-se uma diferença significativa entre as espécies em estudo. A maior média encontrada foi para o guaritá, com 12352,80 MPa e menor para o baru com 8913,88 MPa. As espécies que não apresentaram diferenças significativas entre si foram o baru e eucalipto, sendo que a sucupira preta e o guaritá não se assemelham estatisticamente com as demais espécies.

Segundo Mainieri e Chimelo (1989), a espécie *Dipteryx odorata* pertencente ao mesmo gênero do baru, para o MOE, obteve um valor de 18547 MPa. Já Nahuz (2013), para a mesma espécie, encontrou 18910 MPa. Vale et al. (2011), analisando o faveiro (*Pterodon pubescens*) espécie pertencente à mesma família botânica do baru, observou um valor médio para o MOE de 11098 MPa evidenciando assim a inferioridade do baru para as referidas espécies em comparação.

Para o eucalipto, os valores observados no estudo estão em conformidade com os apresentados por Zenid (2009), em que, para o MOE, obteve-se 9689 MPa. Haselein et al. (2002) encontraram um resultado semelhante em seus estudos com *Eucalyptus saligna*, apresentando MOE de 9450 MPa. Já Araújo et al. (2012) verificaram valores de 7495,9 MPa para MOE e de 76,44 MPa para MOR em estudos com *Eucalyptus grandis*, valores estes semelhantes aos verificados no presente estudo de 9580,91 MOE e 56,77 MOR.

Conforme Nahuz (2013) para a espécie *Astronium lecointei*, pertencente ao mesmo gênero do guaritá, o valor encontrado para o MOE foi de 12300 MPa sendo semelhante ao encontrado por Remade (2016), com 13550 MPa para o cuchi (*Astronium urundeuva*). O valor encontrado para este teste mecânico está em conformidade com o da literatura.

Para a sucupira preta, de acordo com Zenid (2009), analisando o gênero *Bowdichia* sp, observou um MOE de 16060 MPa. Já Remade (2016), cita a sucupira parda (*Bowdichia virgilioides* H.B.K.) com 14420 MPa. Sendo assim, todas as espécies utilizadas para a comparação dos resultados apresentaram-se mais resistentes do que *Bowdichia virgilioides*.

Na avaliação do MOR, o *Dipteryx alata* e *Bowdichia virgilioides* conforme o teste das médias, não apresentaram diferenças significativas entre si. O *Astronium graveolens* obteve a maior média, com 103,46 MPa enquanto o *Eucalyptus grandis* apresentou a menor, com 56,77 MPa.

De acordo com Silva (2002), em seus estudos com *Eucalyptus grandis*, encontrou 85,4 MPa, sendo superior ao encontrado pelo autor neste estudo. Haselein et al. (2002), encontraram para a espécie *Eucalyptus saligna* Smith o valor de 52,52 MPa assemelhando-se ao MOR encontrado para o *Eucalyptus grandis* em estudo.

Segundo IBAMA (1997), para a espécie *Astronium lecointei*, conhecida popularmente como muiracatiara-rajada, observou-se um valor de MOR de 104,2 MPa assemelhando-se ao *Astronium graveolens*. De acordo com o mesmo autor, para o cumaru (*Dipteryx odorata*) obteve para o MOR, um valor de 144,8 MPa superior ao encontrado para o baru no presente estudo, sendo ambos do mesmo gênero. Para Vale et al. (2011), analisando a sucupira branca (*Pterodon pubescens*), da mesma família da sucupira preta (*Bowdichia virgilioides*), observou-se um valor médio para o MOR de 129,0 MPa evidenciando a superioridade da espécie sobre a sucupira preta.

A maior média para a dureza Janka, foi observada para o *Astronium graveolens*, com 140,25 MPa e menor para o eucalipto, com 309,80 MPa. As espécies que não apresentaram diferenças significativas entre si, foram o baru e a sucupira preta, sendo que, a sucupira preta, *Astronium graveolens*, e o eucalipto não se assemelham estatisticamente.

De acordo com Mainieri e Chimelo (1989), o valor encontrado para a espécie *Dipteryx odorata* Willd, popularmente conhecida como cumbaru e pertencente ao mesmo gênero do baru (*Dipteryx alata*), foi de 99,79 MPa. Já Nahuz (2013) para *Dipteryx odorata* (Aublet.) Willd observou um valor de 99,8 MPa, sendo semelhante ao *Dipteryx alata*. Segundo Nahuz (2013), para a madeira de Jatobá (*Hymenaea courbaril*), o valor encontrado para a dureza Janka foi de 114 MPa, superior aos resultados encontrados para a sucupira preta e baru, pertencentes à mesma família. Já Remade (2016), observou para a espécie *Bowdichia* nítida, pertencente ao mesmo gênero que a sucupira preta, o valor de 85,29 MPa, sendo semelhante à espécie estudada. Conforme Zenid (2009), para a espécie *Eucalyptus grandis*, no teste para determinação da dureza Janka, encontrou o valor de 27,39 MPa. Semelhante ao encontrado por Xavier (2008), para a mesma espécie, com 25,32 MPa, sendo assim, em conformidade com o encontrado para o eucalipto neste estudo com 30,98 MPa.

De acordo com Nahuz (2013), para a espécie *Astronium lecointei* Ducke, conhecida

popularmente por muiracatiara e pertencente ao mesmo gênero que o guaritá, obteve para a dureza Janka o valor de 78,9 MPa, sendo semelhante ao encontrado por Rocha 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 ao *Astronium graveolens*. As espécies utilizadas na comparação dos resultados do *Astronium graveolens* mostraram-se todas abaixo da referida espécie.

#### 4 CONCLUSÕES

O *Astronium graveolens* (guaritá) obteve os melhores resultados para os testes de dureza Janka e flexão estática, apresentando a maior média entre as espécies. Esse resultado está correlacionado com a sua massa específica, que também foi superior para todas as espécies do presente estudo. Na compressão paralela às fibras, o *Eucalyptus grandis* foi a espécie que obteve a maior média para o MOE, proporcionando maior elasticidade que as demais, quando submetida à aplicação de uma força no sentido de suas fibras.

O *Dipteryx alata* (baru) se mostrou inferior a todas as espécies no teste de compressão paralela, evidenciando a sua baixa resistência à aplicação de uma carga no sentido das fibras, sendo inapta para uso em estruturas de suporte na construção civil. Por fim, a *Bowdichia virgilioides* (sucupira preta) apresentou a maior média para o inchamento entre todas as espécies. Sendo assim, é inapta para locais em que necessita-se uma baixa absorção de água.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. **Standard methods of testing small clear specimens of timber, D 143-94**. Philadelphia, 1995.

ARAÚJO, S.O. et al. Propriedades de madeiras termorretrificadas de *Eucalyptus grandis* e SP. **Scientia Forestalis**, v. 40, n. 95, p. 327-336, 2012.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 593 p.

DURLO, M.A.; MARCHIORI, J.N.C. **Tecnologia da madeira: retratibilidade**. Santa Maria: CEPEF/FATEC, 1992. 33p. (Série Técnica, 10).

ELEOTÉRIO, J.R.; et. al. Massa específica e retratibilidade da madeira de seis espécies de eucalipto cultivadas no litoral de Santa Catarina. **Floresta**, v. 45, n. 2, p. 329-336, 2015.

GONÇALVES, F.G. et. al. Estudo de algumas propriedades mecânicas da madeira de um híbrido clonal de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 33, n. 3, p. 501-509, 2009.

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.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. **Madeiras Tropicais Brasileiras**. Brasília: IBAMA-LPF, 1997, 152 p.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO -IPT. **Fichas de Características das Madeiras Brasileiras**. 2ed. São Paulo: IPT, 1989. 418p. (publicação IPT N° 1791).

MAINIERI, C.; CHIMELO, J.P. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. 2 ed. São Paulo: IPT, 1989. 432p.

MOREIRA, W.S. **Relações entre propriedades físico-mecânicas e características anatômicas e químicas da madeira**. 1999. 107 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MORESCHI, J.C. **Propriedades da madeira**. Curitiba: Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, Setor de Ciências Agrárias/UFPR, p. 208, 2005.

NAHUZ, M.A.R. (Coord.). **Catálogo de madeiras brasileiras para a construção civil**. São Paulo: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2013. 103 p. (publicação IPT, 4371).

OLIVEIRA, J.T.; TOMAZELLO FILHO, M.; FIEDLER, N.C. Avaliação da retratibilidade da madeira de sete espécies de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, v.34, n.5, p.929-936, 2010.

REMADE (Revista da Madeira). **Madeiras bolivianas e exóticas**. 2016. Disponível em: <<http://www.remade.com.br/madeiras-exoticas/47/madeiras-bolivianas-e-exoticas/cuchi>>. Acesso em: 18 jun. 2016.

REMADE (Revista da Madeira). **Madeiras brasileiras e exóticas**. 2016. Disponível em: <<http://www.remade.com.br/madeiras-exoticas/236/madeiras-brasileiras-e-exoticas/sucupira-parda>>. Acesso em: 18 jun. 2016.

REMADE (Revista da Madeira). **Madeiras brasileiras e exóticas**. 2016. Disponível em: <<http://www.remade.com.br/madeiras-exoticas/445/madeiras-brasileiras-e-exoticas/sucupira>>. Acesso em: 19 jun. 2016.

REZENDE, M.A.; SAGLIETTI, J.R.C.; GUERRINI, I.A. Estudo das inter-relações entre massa específica, retratibilidade e umidade da madeira do *Pinus caribaea* var. *hondurensis* aos 8 anos de idade. **IPEF**, Botucatu, n. 48/49, p.133-141, 1995.

ROCHA, L.T.C. et. al. Madeiras tropicais quanto à densidade e cor para uso em pavimentação. In: **Congresso brasileiro de pesquisa e desenvolvimento em design**. Gramado (RS), set/out. 2014. p.10.

SILVA, J.C. **Caracterização da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, de diferentes idades, visando a sua utilização na indústria moveleira**. 2002. 160 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SILVEIRA, L.H.C.; REZENDE, A.V.; VALE, A.T. Teor de umidade e densidade básica da madeira de nove espécies comerciais amazônicas. **Acta Amazônica**, v. 2, p. 179-184, 2013.

STANGERLIN, D.M. et al. Determinação da Resistência ao Impacto para as Madeiras de *Eucalyptus dunnii*, *Corymbia citriodora* e *Pouteria pachycarpa*. In: XI ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRA E ESTRUTURAS DE MADEIRA, 14, Londrina, **Anais...** 2008.

VALE, A.T ; BRASIL, M.A.M. ; LEAO, A.L. Caracterização da madeira e da casca de *Sclerolobium paniculatum*, *Dalbergia miscolobium* e *Pterodon pubescens* para uso energético. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 2000, Campinas. **Anais...** Campinas, 2000. v. 1, p. 18-19.

VALE, A.T. et. al. Propriedades físicas e mecânicas da madeira de sucupira branca [*Pterodon pubescens* (Benth.) Benth. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v. 18, n. 1, 2011.

XAVIER, R.B.L. **Avaliação da dureza janka, densidade e estabilidade de quatro espécies de *Eucalyptus* implantadas no estado do Rio de Janeiro**. 2008. 21 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

ZENID, G.J. **Madeira: uso sustentável na construção civil**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas - SVMA, 2009. 102 p.