

VARIAÇÃO AXIAL DA MASSA ESPECÍFICA BÁSICA DE *Hovenia dulcis*

Luana Candaten¹; Tiago Zanatta²; Magda Rosa³; Rômulo Trevisan⁴; Henrique Weber Dalla Costa⁵

¹Graduanda em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria – *Campus* Frederico Westphalen, e-mail: luana_candaten@outlook.com

²Engenheiro Florestal graduado pela Universidade Federal de Santa Maria – *Campus* Frederico Westphalen.

³Mestre em Agronomia pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Agricultura e Ambiente pela Universidade Federal de Santa Maria – *Campus* Frederico Westphalen.

⁴Professor Doutor da Universidade Federal de Santa Maria – *Campus* Frederico Westphalen

⁵Mestre em Engenharia Florestal pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal / Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria.

Recebido em: 02/10/2017 – Aprovado em: 21/11/2017 – Publicado em: 05/12/2017
DOI: 10.18677/EnciBio_2017B67

RESUMO

O Brasil se destaca pelo vasto território e variada gama de espécies madeireiras que possui. Nesse sentido, para o correto emprego da madeira, torna-se necessário conhecer as propriedades físicas das mesmas, com destaque para a densidade básica como principal indicador de qualidade do material. Portanto, o objetivo deste estudo foi determinar a variação axial da massa específica básica de *Hovenia dulcis* Thunberg. Das árvores selecionadas foram seccionados discos, desses, foram confeccionadas cunhas que foram colocadas em água até a saturação das fibras para obtenção do volume verde pelo método da balança hidrostática. Após, os discos foram secos em estufa a 103°C até peso constante para determinação da massa anidra e obtenção da massa específica básica. Os resultados obtidos evidenciaram apontaram redução dos valores de massa específica básica no sentido longitudinal. Já a massa específica básica ponderada apresentou valor de 0,552 g/cm³, classificando a madeira como média. A posição correspondente a 50% da altura total é a que apresenta as características mais desejáveis para essa propriedade tecnológica.

PALAVRAS-CHAVE: espécie exótica, qualidade da madeira, variação longitudinal.

AXIAL VARIATION OF BASIC DENSITY OF *Hovenia dulcis*

ABSTRACT

Brazil stands out for its vast territory and varied range of timber species. In this sense, for the correct use of the wood, it is necessary to know the physical properties of the wood, with emphasis on the basic density as the main indicator of the quality of the material. Therefore, the objective of this study was to determine the axial variation of the basic density of *Hovenia dulcis* Thunberg. From the selected trees discs were removed, wedges were made and submerged in water until the saturation of the fibers to obtain the green volume by the hydrostatic balance method. Afterwards, they were dried in an oven at 103°C until constant weight to determine

the anhydrous mass and to obtain the basic density. The results showed a trend of decreasing the values of basic specific mass in the longitudinal direction. The weighted basic density presented a value of 0.552 g/cm³, classifying the wood as average. The position corresponding to 50% of the total height is the one that best represents this technological property.

KEYWORDS: exotic species, wood quality, longitudinal variation.

INTRODUÇÃO

O território brasileiro possui um vasto potencial madeireiro o qual se destaca pela variedade de biomas e florestas que abriga. Entretanto, o aproveitamento do mesmo não apresenta equilíbrio com relação à oferta e demanda, sendo uma alternativa o uso de espécies exóticas para atender as necessidades do setor florestal. Nesse contexto, pesquisas voltadas às espécies de rápido crescimento que possuam potencial produtivo são necessárias e devem se tornar mais inovadoras com o passar do tempo para auxiliar a produção das indústrias do ramo (VIVIAN et al., 2010b).

A espécie exótica *Hovenia dulcis* Thunberg tem ampla ocorrência na Argentina, Paraguai e plantada em larga escala na região Sul do Brasil por sua boa adaptação, principalmente nas regiões de climas Cfa, Cfb e Cwa, apresentando rusticidade, tolerância a baixas temperaturas e geadas. Com relação às demais localidades do país, apresenta um crescimento bastante variável dificultando a tomada de decisão sobre a destinação final do material e justificando a determinação de suas propriedades físico-mecânicas (CARVALHO, 1994). A madeira de uva-do-japão, como é vulgarmente denominada, possui características desejáveis para o uso em serraria, o que representa sua maior finalidade (SUSIN, et al. 2014). Já o emprego desse material em menor escala enquadra-se na ornamentação, quebra-vento, biomassa e construção civil (ELEOTÉRIO et al., 2015).

Entretanto, anteriormente a sua utilização é importante conhecer as características madeireiras da espécie em questão e um dos fatores relevantes para avaliar a qualidade no segmento industrial com o objetivo de definir seu destino é a definição dos parâmetros massa específica básica. Essa variável proporciona grande acurácia e faz uma relação direta entre o rendimento em massa e as características anatômicas do material, o que resulta na classificação do produto final (MATTOS et al., 2011; TREVISAN et al., 2016).

A mesma é uma variável de alta complexidade combinativa dos constituintes do material e relaciona o número de madeira lenhosa volumétrica ou, de forma inversa, a soma de espaços livres na parede celular. Além de ser um eficiente indicador das características da madeira apresenta ligação com vários aspectos tecnológicos e econômicos, sendo usualmente expressa em gramas por centímetro cúbico (PERES et al., 2012; ELOY et al., 2013a; SANQUETTA et al., 2013; MELO et al., 2013).

De um modo geral, essa variável pode receber alterações dentre e entre espécies, clones ou híbridos clonais e no mesmo indivíduo, tanto no segmento longitudinal (ao longo do fuste) quanto no radial (medula-casca). Os principais fatores que influenciam a mesma são a espécie, teor de umidade, madeira juvenil, percentual de lenho tardio e inicial, e também, a posição no fuste (BONDUELLE et al., 2015).

Ao relacionar à variação longitudinal para o grupo das folhosas Sanquetta et al. (2013) definiram basicamente quatro tipos: 1. redução uniforme dos valores da densidade básica com a altura; 2. decréscimo de densidade básica até o meio do tronco e aumento dessa ao longo do fuste; 3. crescimento de valores do solo até o fuste, sem obedecer a uniformidade, e 4. independente da altura, a propriedades técnico-mecânicas não varia, para a variável do presente estudo. Nesse contexto, o presente trabalho objetivou determinar a variação axial da massa específica básica da espécie *Hovenia dulcis*, e também a ponderada e sua respectiva classificação.

MATERIAL E MÉTODOS

A madeira utilizada no ensaio experimental foi proveniente de seis árvores de *Hovenia dulcis* extraídas nas margens da rodovia de acesso a UFSM – Campus Frederico Westphalen. O manejo desses indivíduos ocorreu em virtude da ampliação da pista de rolamento que dá acesso a Instituição conforme Alvará de Licenciamento Florestal número 33/2014 da Prefeitura Municipal de Frederico Westphalen.

Para a obtenção dos valores da variação da massa específica básica (ρ_b) no segmento axial, foram seccionados discos espessos de, aproximadamente, 2 cm, nas posições de 0,10 m (base), 25, 50, 75 e 100% da altura total e no diâmetro à altura do peito (DAP) de cada indivíduo amostrado.

Após a retirada dos discos, passaram por identificação foram e inseridos em embalagens plásticas, para minimizar a perda de umidade, e então transportados até o Laboratório de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais da UFSM/FW, onde foram submersos em água até completa saturação das fibras. Posteriormente, o material foi marcado e seccionado em duas cunhas com medidas simétricas opostas, contendo partes de cerne e alburno.

Para determinar os dados da ρ_b das cunhas, primeiro foi determinado o volume verde pelo método da balança hidrostática, descrito por Vital (1984), e o peso seco em estufa a 103°C. O cálculo da ρ_b para as cunhas consiste na razão entre o peso seco da madeira anidra e o volume saturado.

A ρ_b de cada posição nas cunhas foi obtida através da média e, após a obtenção desse parâmetro nos diferentes locais ao longo do fuste, para a determinação da ρ_{bpond} relacionada ao volume sem casca até a altura total de cada indivíduo de *Hovenia dulcis*. Esse cálculo é baseado na soma dos valores de ρ_b obtida nos diferentes locais com os volumes sem casca, adequados entre duas posições consecutivas. Para a execução do volume sem casca empregou-se o método de cubagem de Smalian (Equação 1).

$$\rho_{bpond} = \frac{\left[\left(\frac{\rho_{b0\%} + \rho_{bDAP}}{2} \right) v_1 \right] + \left[\left(\frac{\rho_{bDAP} + \rho_{b25\%}}{2} \right) v_2 \right] + \dots + \left[\left(\frac{\rho_{b''i''} + \rho_{b''i+1''}}{2} \right) v_{''i''} \right]}{Vs/c} \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde: ρ_{bpond} = massa específica básica ponderada relacionada com o volume sem casca da árvore, em g/cm³; ρ_b "i" = massa específica básica na posição "i", em g/cm³; v1, v2, vj = volume sem casca correspondente a duas posições sucessivas, em m³; v s/c = volume sem casca da árvore, em m³.

Os dados de ρ_b nas diferentes posições do tronco passaram por uma análise de regressão utilizando o pacote estatístico SAS (*Statistical Analysis System*) e procedimento *Stepwise* para seleção de variáveis. O melhor modelo para essa variável foi apresentado pela Equação 2 com base no ($R^2_{aj.}$), (S_{xy}), valor de F e análise da distribuição dos resíduos.

$$\rho_b = f\left(P; \frac{1}{P}; P^2; \frac{1}{P^2}; \ln P; \frac{1}{\ln P}; \sqrt{P}\right) \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde: ρ_b = massa específica básica, em g/cm^3 ; P = posição relativa (sentido base-topo), em %.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores aritméticos da ρ_b de *Hovenia dulcis* ao longo do fuste e da $\rho_{b \text{ pond.}}$ em função do volume sem casca até a altura total, para as seis árvores, são encontrados na Tabela 1.

TABELA 1 – Valores médios obtidos para ρ_b por posição no sentido axial e $\rho_{b \text{ pond}}$ em função do volume sem casca até a altura total de cada árvore.

Árvore	Posição relativa no sentido base-topo (ao longo do fuste)						$\rho_{b \text{ pond}} (\sigma)$
	0,1 m	DAP	25%	50%	75%	100%	
1	0,527	0,562	0,561	0,561	0,522	0,472	0,552 ($\pm 0,027$)
2	0,558	0,534	0,527	0,517	0,530	0,440	0,529 ($\pm 0,028$)
3	0,574	0,588	0,588	0,576	0,604	0,520	0,584 ($\pm 0,025$)
4	0,590	0,574	0,569	0,567	0,520	0,476	0,568 ($\pm 0,028$)
5	0,568	0,565	0,583	0,579	0,588	0,527	0,568 ($\pm 0,036$)
6	0,606	0,619	0,600	0,604	0,546	0,436	0,597 ($\pm 0,038$)

Onde: $\rho_{b \text{ pond}}$ = massa específica básica ponderada em função do volume sem casca até a altura total de cada árvore, g/cm^3 ; DAP = diâmetro à altura de 1,30 m do solo; σ = desvio padrão, g/cm^3 .

Na Tabela 1 pode ser observado que ocorreu uma variação nos valores aritméticos da ρ_b dos indivíduos entre 0,436 a 0,619 g/cm^3 . Resultados semelhantes para a *Hovenia dulcis* foram descritos por Napoli et al. (2013) que verificaram uma variação ρ_b de 0,550 a 0,610 g/cm^3 . Concomitantemente Motta et al. (2014) e Eleotério et al. (2015) também obtiveram resultados médios correspondendo a 0,577 g/cm^3 e 0,536 g/cm^3 , respectivamente. Com relação $\rho_{b \text{ pond}}$ o valor médio das árvores foi igual a 0,552 g/cm^3 qualificando a madeira como média segundo análises feitas por Carvalho (1994), o qual apresenta o intervalo de 0,500 a 0,720 g/cm^3 para essa classificação.

A regressão definida pela equação $\rho_b = 0,57956 - 0,0000087.P^2$ que apresentou um valor de F calculado igual a 35,61 a 5% de probabilidade de erro

($\text{prob.} > F = 0,0001$), coeficiente de determinação ajustado de 0,50 e erro padrão da estimativa de $\pm 0,032 \text{ g/cm}^3$, sendo a que melhor representou a variação da ρ_b em função da posição relativa no segmento longitudinal. Os valores de ρ_b estimados com auxílio do modelo selecionado apresentaram tendência de diminuição no segmento longitudinal conforme mostra a Figura 1.

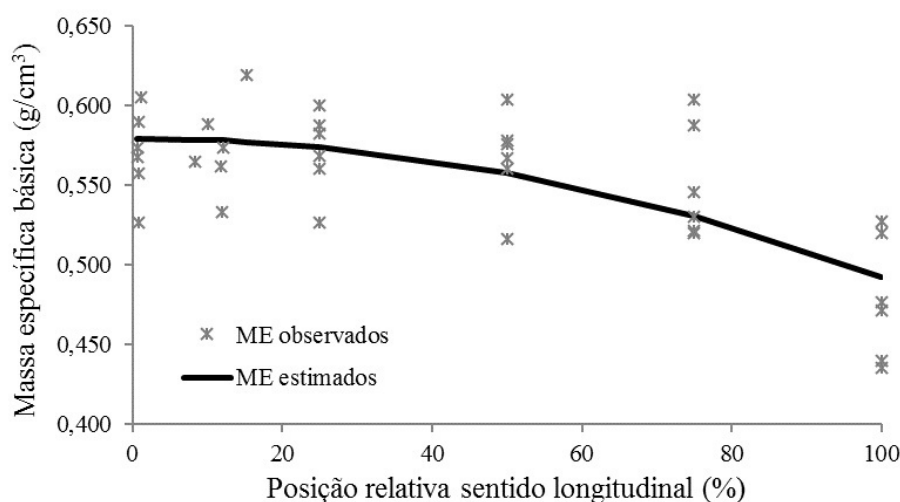


FIGURA 1 - Variação ρ_b das árvores de *Hovenia dulcis* em função da posição relativa no sentido longitudinal. Fonte: autores.

O CV (coeficiente de variação) encontrado no presente trabalho, mostrou-se igual a 5,74%, sendo semelhante ao descrito por Motta et al. (2014) para *Hovenia dulcis* com valor de 5,35%. Concomitantemente, Vivian et al. (2010a) ressaltaram que coeficientes de variação até o limite de 20% podem ser considerados para a área florestal.

Com relação aos valores de ρ_b pond e das posições ao longo do fuste, observou-se que a 50% da altura dos indivíduos pode ser considerada a porção que melhor representa a ρ_b média para a espécie. Explicações para essas alterações ao longo do fuste descritas anteriormente podem ser entendidas em função dos fatores químicos, físicos e anatômicos que são influenciados por genótipo, variações ambientais, idade da árvore, influências externas, amostragem e das condições representadas pelas intervenções silviculturais (EVANGELISTA et al., 2010; MELO et al., 2013; ELOY et al., 2013a).

Resultados obtidos para outros gêneros exóticos como, por exemplo, *Eucalyptus* e *Acacia* também evidenciaram variações na distribuição de ρ_b no sentido longitudinal. Conforme destacaram Eloy et al. (2013a) para o *Eucalyptus grandis* houve redução da ρ_b da base até o DAP seguido de um acréscimo com baixa variação para a variável analisada. Para *Acacia mearnsii* houve um decréscimo da base até a posição de 50% da altura total e após, acréscimo até o topo da árvore. Já os resultados encontrados por Vale et al. (1999), em trabalho com *Acacia mangium*, apresentaram uma tendência de redução da densidade até 50% da altura com posterior aumento até o topo, sem alcançar valores de ρ_b semelhantes

aos da base. Em ambos os casos houveram diferenças do padrão de variação da característica tecnológica encontrada para *Hovenia dulcis*.

Ainda em relação ao grupo das Angiospermas, porém abordando espécies nativas, Vivian et al. (2010b) encontraram para *Peltophorum dubium* variação longitudinal da ρ_b com redução constante da base em direção ao topo. Padrão semelhante foi verificado por Trautenmüller et al. (2014) em seus estudos e por Eloy et al. (2013b), para *Cordia americana* e *Ateleia glazioviana*, respectivamente, resultados esses que são de mesma variação encontrada para *Hovenia dulcis*.

CONCLUSÃO

A espécie *Hovenia dulcis* apresenta tendência de redução da ρ_b no sentido longitudinal, com ρ_{bpond} igual a $0,552 \text{ g/cm}^3$, sendo classificada como madeira de média densidade. Por meio da equação ajustada para a variável massa específica, a altura que representa 50% do total é a que melhor denota a propriedade tecnológica.

REFERÊNCIAS

- BONDUELLE, G. M.; IWAKIRI, S.; TRIANOSKI, R.; PRATA, J. G.; ROCHA, V. Y. da. Análise da massa específica e da retratibilidade da madeira de *tectona grandis* nos sentidos axial e radial do tronco. **Revista Floresta**: Curitiba, v. 45, n. 4, 2015. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/31991>>. doi: 10.5380/ufpr.v45i4.31991.
- CARVALHO, P. E. R. **Ecologia, silvicultura e usos da Uva-do-Japão** (*Hovenia dulcis* Thunberg). Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994, 24 p., (EMBRAPA-CNPQ, Circular Técnica, 23).
- ELEOTÉRIO, J. R.; PELLER, G. C.; COMMANDULI, M. J. Variação longitudinal da massa específica e da casca da madeira de *Hovenia dulcis* Thunberg. **Ciência da Madeira**: Pelotas, v. 6, n. 2, p. 122-128, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/cienciadamadeira/article/view/5967>>. doi: 10.12953/2177-6830/rcm.v6n2p122-128.
- ELOY, E.; CARON, B. O.; TREVISAN, R.; BEHLING, A.; SOUZA, V. Q. de.; Schmidt, D. Variação axial e efeito do espaçamento na massa específica da madeira de *Eucalyptus grandis* e *Acacia mearnsii*. **Ciência da Madeira**: Pelotas, v. 4, n. 2, p. 215-227, 2013a. Disponível em: <<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/cienciadamadeira/article/view/4065>>.
- ELOY, E.; CARON, B. O.; TREVISAN, R.; SCHMIDT, D.; ZANON, M. L. et al. Variação longitudinal e efeito do espaçamento na massa específica básica da madeira de *Mimosa scabrella* e *Ateleia glazioviana*. **Revista Floresta**: Curitiba, v. 43, n. 2, p. 327-334, 2013b. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/29266>>. doi: 10.5380/ufpr.v43i2.29266.
- 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**: Pelotas, v. 1, n. 2, p. 01-19, 2010. Disponível em: <<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/cienciadamadeira/article/view/4022>>

MATTOS, B. D.; GATTO, D. A.; STANGERLIN, D. M.; CALEGARI, L.; MELO, R. R.; et al. Variação axial da densidade básica da madeira de três espécies de gimnospermas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 1, p. 121-126, 2011. Disponível em: <http://www.agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=viewArticle&path%5B%5D=agraria_v6i1a1080>. doi: 10.5039/agraria.v6i1a1080.

MELO, R. R.; SILVESTRE, R.; OLIVEIRA, T. M.; PEDROSA, T. D. Variação radial e longitudinal da densidade básica da madeira de *Pinus elliottii* Engelm. com diferentes idades. **Ciência da Madeira**: Pelotas, v. 4, n. 1, p. 83-92, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/cienciadamadeira/article/view/4057>>

MOTTA, J. P.; OLIVEIRA, J. T. da S.; BRAZ, R. L.; DUARTE, A. P. C.; ALVES, R. C. Caracterização da madeira de quatro espécies florestais. **Ciência Rural**: Santa Maria, v. 44, n. 12, p. 2186-2192, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782014001202186&script=sci_arttext&lng=pt>. doi: /10.1590/01038478cr20130479

NAPOLI, L. M.; SANCHES, F. L.; IWAKIRI, S.; HILLIG, E. Propriedades físicas da madeira e de painéis aglomerados produzidos com misturas de espécies florestais. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 43, n. 3, p. 475 – 484, 2013. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/26204>>. doi: 10.5380/ufpr.v43i3.26204

PERES, M. L.; GATTO, D. A.; STANGERLIN, D. M.; CALEGARI, L.; BELTRAME, R.; et al. Idade de segregação do lenho juvenil e adulto pela variação da massa específica de açoita-cavalo. **Ciência Rural**, v. 42, n. 9, p. 1596-1602, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010384782012000900013&lang>. doi: 10.1590/S0103-84782012000900013.

SANQUETTA, C. R.; TREVISAN, R.; BEHLING, A.; ELOY, E.; DALLA CORTE, A. P. et al. Variação axial da massa específica básica de *Acacia mearnsii* em diferentes regiões do estado do Rio Grande do Sul. **Revista Biociências**, Taubaté, v. 19, n. 2, p. 43-52, 2013. Disponível em: <<http://periodicos.unitau.br/ojs-2.2/index.php/biociencias/article/viewFile/1600/1262>>.

SUSIN, F.; SANTINI, E. J.; STANGERLIN, D. M.; MORAIS, W. W. C.; MELO, R. R. Taxa de secagem e qualidade da madeira serrada de *Hovenia dulcis* submetida a dois métodos de secagem. **Floresta e Ambiente**: Seropédica, v. 21 n. 2, 2014.

Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2179-80872014000200012&script=sci_arttext>. doi:10.4322/floram.2014.016

TRAUTENMÜLLER, J. W.; BALBINOT, R.; BORELLA, J.; TREVISAN, R.; BALESTRIN, D.; et. al. Variação longitudinal da massa específica básica da madeira de *Cordia americana* e *Alchornea triplinervia*. **Ciência Rural**: Santa Maria, v. 44, n. 5, p. 817-821, 2014. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782014000500009> doi: 10.1590/S0103-84782014000500009.

TREVISAN, R.; ZANELLA, A.; SILVA, F. M. da; ROSA, M.; FIORESI, T.; et al. Axial variation of basic density of *Araucaria angustifolia* wood in different diameter classes. **Ciência Rural**: Santa Maria, v. 46, n. 11, 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010384782016001101969&lng=en&tlng=en. doi: 10.1590/0103-8478cr20141312

VALE, A. T. do; BRASIL, M. A. M.; MARTINS, I. S. Variação axial da densidade básica da madeira de *Acacia mangium* Willd aos sete anos de idade. **Ciência Florestal**: Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 85-92, 1999. Disponível em: < <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/386>>. doi: 10.5902/19805098386.

VITAL, B. R. **Métodos de determinação da densidade da madeira**. Boletim Técnico, n. 1, SIF/UFV, Viçosa, 1984.

VIVIAN, M. A.; MODES, K. S.; BELTRAME, R.; SOUZA, J. T. de.; SANTINI, E. J. HASELEIN, C. R. Propriedades físico-mecânicas da madeira de canafístula aos 10 anos de idade. **Ciência Rural**: Santa Maria, v. 40, n. 5, p. 1097-1102, 2010a. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782010000500015&script=sci_abstract&tlng=pt>. doi: 10.1590/S0103-84782010005000086.

VIVIAN, M. A.; BELTRAME, R.; MODES, K. S.; SOUZA, J. T. de; STANGERLIN, D. M.; GATTO, D. A.; SANTINI, E. J.; HASELEIN, C. R. Efeito de pré-tratamentos na taxa de secagem da madeira de *Hovenia dulcis* Thunb. **Ciência da Madeira**: Pelotas, v. 1, n. 2, p. 32-43, 2010b. Disponível em: < <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/cienciadamadeira/article/view/4018>>.