

## SECAGEM E QUALIDADE DA MADEIRA SERRADA DE *Hovenia dulcis*

Elio José Santini<sup>1</sup>; Maiara Talgatti<sup>2\*</sup>; Amanda Grassmann da Silveira<sup>2</sup>; Clóvis Roberto Haselein<sup>1</sup>; Rafael da Rosa Azambuja<sup>3</sup>

SAP 13521 Data envio: 01/02/2016 Data do aceite: 14/04/2016

Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 15, n. 4, out./dez., p. 460-463, 2016

**RESUMO** - Objetivou-se por meio deste estudo aferir a taxa de secagem e a qualidade da madeira de *Hovenia dulcis* submetida a três programas de secagem (45, 60 e 75 °C). Em cada programa, 45 tábuas com dimensões de 25 x 100 x 500 mm foram secas desde verde até 10% de umidade. Os defeitos foram quantificados, medindo-se a deformação máxima no meio ou no extremo da peça, dependendo do tipo de defeito. Os resultados mostraram que a taxa de secagem desde verde até 30% foi maior que nas demais faixas de umidade, e aumentou com a elevação da temperatura, exceto para o programa de 45 °C, tanto na fase higroscópica como no intervalo desde verde até 10% de umidade. Embora empenamentos leves tenham ocorrido, os valores observados foram inferiores aos admitidos pelas normas de classificação de madeira serrada. Com base nessas observações, recomenda-se o uso de programas convencionais, de 45 até 75 °C, para secagem da madeira de *Hovenia dulcis*.

**Palavras-chave:** defeitos, taxa de secagem, umidade da madeira.

### *DRYING RATE AND QUALITY OF Hovenia dulcis WOOD*

**ABSTRACT** - The aim of this study was verify the drying rate and the wood quality from *Hovenia dulcis*, subjected to three drying processes (45, 60 and 75 °C ). This way, 45 boards with the followings dimensions were used: 25 x 100 x 500 mm. These boards were dried until reach a moisture of 10%. The defects were quantified using a caliper, measuring the maximum deformation in the middle or in an extremity of the piece, depending on the type of defect. The results showed that the drying rate until 30% was greater than the others were and increased with higher temperatures, except for the 45 °C process, not only in the hygroscopic stage but also from green condition to 10% of moisture. Although some warps have happened, the values were lower than those ones admitted by classification rules of sawn wood. Based on this information, it is recommended the usage of conventional process for wood drying of *Hovenia dulcis*.

**Key words:** defects, drying rate, wood moisture content.

### INTRODUÇÃO

Uma das operações mais importantes dentro da indústria de transformação da madeira é a secagem. O conhecimento sobre técnicas que possibilitem diminuir o tempo de secagem, e melhorar a qualidade da madeira são a chave para reduzir o consumo de energia no processo, diminuindo custos, e alavancando lucros.

O emprego racional e econômico da madeira pressupõe um conhecimento prévio de suas propriedades, bem como, o comportamento do material durante as diversas fases de seu processamento. Na secagem, a velocidade com que a água é removida repercute nos custos e na qualidade da madeira, razão pela qual a seleção do método e a definição do programa levam em conta critérios que envolvem o material e o ambiente de secagem.

Já a taxa de secagem, é uma variável que fornece informações importantes sobre o comportamento da madeira durante o processo de secagem. Essa taxa de remoção da água é influenciada por variáveis relacionadas

ao material, como estrutura anatômica, de sua disposição, como largura da pilha, espessura dos separadores, e da estufa, como velocidade do ar, temperatura e umidade relativa do ar (HERZBERG et al., 1985).

A uva-do-japão (*Hovenia dulcis* Thunberg), espécie originária da China, Japão e Coreia, é amplamente cultivada no sul do Brasil em pequenos talhões ou de forma isolada (CARVALHO, 1994). Essa espécie exótica, pertencente à família Rhamnaceae, foi introduzida para fins florestais, ornamentais e quebra-vento, sendo usada economicamente para produção de madeira (RONDON NETO et al., 2004). Nesse sentido, e na tentativa de encontrar soluções para a falta de matéria-prima, empresas madeireiras e moveleiras da região da Serra Gaúcha estão realizando plantios em pequena escala, visando o uso industrial da madeira serrada desta espécie.

Embora a uva-do-japão tenha apresentado grande aceitação no setor industrial madeireiro, a literatura carece de informações sobre as melhores formas de secagem da madeira dessa espécie, informações essas, que são de

<sup>1</sup>Dr., Professor do Departamento de Ciências Florestais-CCR, Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: [ejsantini@gmail.com](mailto:ejsantini@gmail.com); [clovis.haselein@ufsm.br](mailto:clovis.haselein@ufsm.br)

<sup>2</sup>Pós-graduandas em Engenharia Florestal, UFSM. E-mail: [amandagrassmann@gmail.com](mailto:amandagrassmann@gmail.com); [maiara.talgatti@gmail.com](mailto:maiara.talgatti@gmail.com). \*Autor para correspondência

<sup>3</sup>Pós-graduando em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, UFPR, Paraná, Brasil. E-mail: [rafael.r.azambuja@gmail.com](mailto:rafael.r.azambuja@gmail.com)

grande importância para obtenção de bons resultados na indústria moveleira e na construção civil, posto que, tais segmentos necessitam realizar a remoção da água do material para confecção das peças de madeira (VIVIAN et al., 2011). Além disso, de acordo com Stillner et al. (1983), a madeira de uva-do-japão possui características físico-mecânicas similares às do louro pardo (*Cordia trichotoma*), mas são raras informações tecnológicas importantes sobre o seu comportamento na secagem.

Sendo assim, realizou-se o estudo com o ensejo de avaliar-se o efeito de três programas (temperaturas) na taxa de secagem e a qualidade da madeira serrada de uva-do-japão (*Hovenia dulcis*).

## MATERIAL E MÉTODOS

O material utilizado no presente estudo foi coletado em um povoamento existente na área da FEPAGRO, localizada nas proximidades de Santa Maria, Rio Grande do Sul. Seis árvores de uva-do-japão (*Hovenia dulcis* Thunb.) com idade de 25 anos foram abatidas e, em seguida, seccionadas as duas primeiras toras em comprimentos de 2,5 m. As toras foram desdobradas em tábuas de igual comprimento, com 2,5 cm de espessura e 10,0 cm de largura. Posteriormente, as amostras foram subdivididas em peças de 50,0 cm de comprimento. O processo de secagem da madeira foi realizado em estufa de laboratório com dimensões internas de 0,8 x 0,6 x 1,0 m de largura, profundidade e altura, respectivamente, com controle termostático de temperatura e dotada de circulação de ar.

Foram utilizados métodos de secagem considerados de baixa temperatura (45 °C) e temperatura convencional (60 e 75 °C). Para cada programa de secagem, utilizou-se uma carga de 45 amostras de controle com 2,5 x 10,0 x 50,0 cm de espessura, largura e comprimento, respectivamente, distribuídas em pilhas de nove peças para cada uma das cinco prateleiras da estufa, utilizando-se um delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições de nove tábuas cada.

Durante a secagem, o teor de umidade da carga de madeira foi monitorado por meio do método de pesagem de todas as amostras. A medição do teor de umidade, obtida por meio da pesagem individual das amostras em balança eletrônica, foi realizada a cada 3 ou 12 h, dependendo do programa de secagem.

A avaliação da eficiência dos programas de secagem propostos neste estudo foi realizada com base na taxa de secagem e na qualidade da madeira. Os valores de taxa de secagem aferidos nos três programas experimentais foram submetidos ao teste de normalidade. Inicialmente, avaliou-se a taxa de secagem de acordo com o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, em nível de significância de 5%, procedimento também adotado por Batista (2009) para analisar defeitos e taxa de secagem em clones de *Eucalyptus* sp. Este teste fornece um método não-paramétrico para a análise de variância (ANOVA) para classificação de um critério ou experimentos.

Já a qualidade da madeira foi avaliada com base nos defeitos observados durante a secagem, verificados ao término do processo. Os defeitos observados nas amostras,

principalmente empenamentos, foram obtidos por meio de paquímetro digital, e quantificados com base na seguinte metodologia: o arqueamento foi determinado colocando-se a tábua de quina sobre uma mesa plana, com o lado côncavo voltado para baixo, medindo-se a flecha no ponto correspondente ao centro da peça, num plano paralelo a face. A razão entre o valor medido e o comprimento da peça resultou no arqueamento, em mm m<sup>-1</sup>. Obteve-se o encurvamento da mesma forma que o arqueamento, com a diferença que a flecha foi medida num plano perpendicular a face. A relação entre o valor medido e o comprimento da peça resulta no encurvamento, em mm m<sup>-1</sup>. O valor do torcimento foi determinado fixando-se uma das extremidades da tábua sobre uma superfície plana e aferindo-se a elevação do extremo oposto da peça de madeira.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Figura 1, nas primeiras 40 h, aproximadamente, a redução no teor de umidade foi maior na madeira submetida à temperatura de 45 °C em comparação com à de 60 °C. Esse fato evidencia que, embora possam ocorrer maiores perdas no início do processo, o efeito da temperatura é sempre decisivo no tempo de secagem.

Já ao final da fase de fluxo capilar, a partir de aproximadamente 30% de umidade, a madeira seca à 60 °C teve maior velocidade de secagem em relação à 45 °C. Taylor e Mitchell (1987) já haviam observado que o teor de umidade inicial e a quantidade de água removida durante a secagem não tem efeito significativo sobre o tempo de secagem.

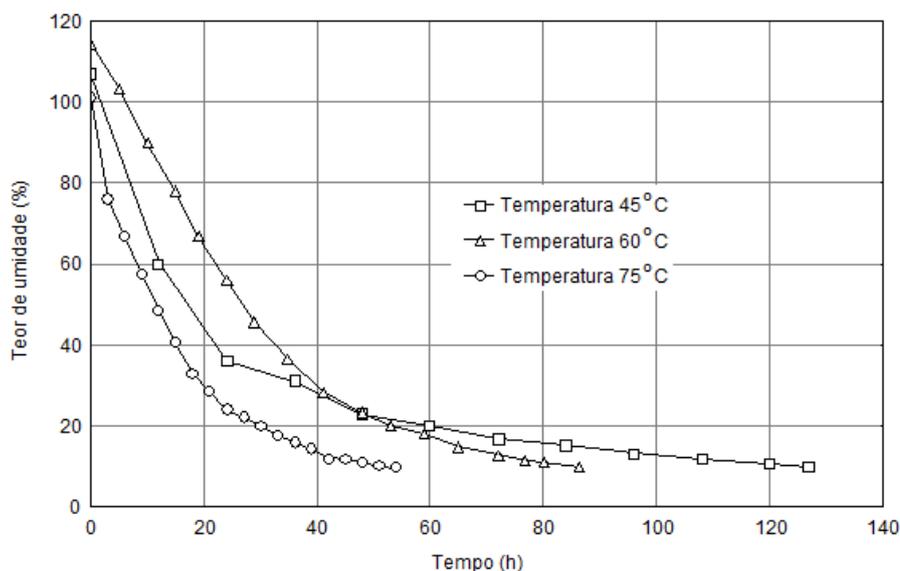
Os valores do tempo de secagem médio encontrados para os três programas são distintos (Tabela 1), exceto entre as temperaturas de 45 e 60 °C na fase capilar, que corresponde ao intervalo desde verde até 30% de umidade.

Observando-se as taxas de secagem verificadas por Batista (2009), para clones de *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii*, com densidade básica variando entre 0,42 e 0,62 g cm<sup>-3</sup>, os valores aferidos para a madeira de uva-do-japão foram de 1,7 a 2,7 vezes menor na fase capilar e de três a oito vezes menor na fase higroscópica. A razão dessa diferença, provavelmente, é a baixa permeabilidade da madeira em estudo, cuja massa específica básica é de 0,63 g cm<sup>-3</sup> para o material avaliado.

Os valores de taxa de secagem observados nos três intervalos de umidade considerados (Tabela 1) seguem, proporcionalmente, a mesma tendência observada em outros estudos para espécies do gênero *Eucalyptus* (BRANDÃO, 1989; CINIGLIO, 1998; SANTOS et al., 2003; BARBOSA et al., 2005). Em razão de dificuldades encontradas durante o processo, Tomaselli e Silva (1996) classificaram a madeira de uva-do-japão como de dificuldade média de secagem.

Os resultados dos testes confirmaram a existência de diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade de erro, nas taxas de secagem entre os três programas de secagem utilizados e para os três intervalos de umidade

considerados, exceto na fase capilar do grupo de comparadores relativo as temperaturas de 45 e 60 °C.



**FIGURA 1** - Curvas resultantes da secagem de madeira de *Hovenia dulcis* para três diferentes temperaturas.

**TABELA 1.** Teor de umidade inicial e final, tempo de secagem e taxa de umidade para as três temperaturas de secagem da madeira *Hovenia dulcis*.

Programas de secagem	Teor de umidade (%)		Tempo de secagem (h)			Taxa de secagem ( $\text{g cm}^{-2} \text{h}^{-1}$ ) $10^3$		
	Inicial	Final	Verde até 30%	Verde até 10%	30% até 10%	Verde até 30%	Verde até 10%	30% até 10%
45 °C	106,7	10,0	36,4 b	127,0 b	90,6 a	13,3 b	4,7 b	1,4 b
60 °C	114,3	10,0	37,9 b	86,5 b	48,6 a	12,0 b	6,7 b	2,4 b
75 °C	101,3	10,0	20,7 a	51,0 a	30,3 a	19,8 a	10,1 a	3,8 a

Os defeitos observados na madeira após a execução dos três programas de secagem são apresentados na Tabela 2. Os empenos do tipo arqueamento, encurvamento e torcimento apresentaram, em média, valores menores que a metade daqueles permitido pelas normas de classificação de madeira (BRASIL, 1983). Já a presença de rachaduras não foi verificada. Corroborando, Susin et al. (2014) ao conduzirem experimento com *Hovenia dulcis* e dois métodos de secagem, ao ar livre e

estufa solar, também verificaram que a madeira da espécie em estudo não apresentou rachaduras de topo.

O torcimento foi o defeito mais frequente entre os empenamentos ocorridos nos três programas de secagem (Tabela 2), representando 34,8% do total de peças submetidas a secagem. Dentre os programas utilizados, a temperatura de 45 °C foi a que apresentou a maior percentagem de peças empenadas (91%), seguido da temperatura de 60 °C (71%) e da temperatura de 75 °C (55,5%).

**TABELA 2.** Frequência e média dos empenamentos observados nas três temperaturas.

Programas de secagem	Arqueamento		Encurvamento		Torcimento	
	N	$\text{mm m}^{-1}$	N	$\text{mm m}^{-1}$	N	$\text{mm m}^{-1}$
45 °C	16	2,29	7	2,30	18	2,15
60 °C	11	2,36	7	2,57	14	2,18
75 °C	6	1,91	4	2,25	15	2,07
Total	33	-	18	-	47	-

Em que: N: número de peças com defeito, dentre as 45 submetidas à secagem em cada programa;  $\text{mm m}^{-1}$ : valor médio da dimensão do empenamento, medido na maior curvatura.

## CONCLUSÕES

Na fase de secagem capilar, a taxa de secagem é maior que nas demais e aumenta com a elevação da temperatura, tanto na fase higroscópica como no intervalo desde verde até 10% de umidade.

O programa de 45 °C apresentou o maior número de peças com algum tipo de empeno, o torcimento foi o defeito encontrado com mais frequência, embora os valores observados tenham sido em média, inferiores a metade daquele permitido pelas normas de classificação. Recomenda-se com base neste estudo que, a secagem da madeira serrada de *Hovenia dulcis*, seja feita com o máximo de aproveitamento na temperatura de 75 °C, onde a taxa de secagem é maior e os defeitos são menos pronunciados em relação às demais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, C.G.; LIMA, J.T.; ROSADO, S.C.S.; TRUGILHO, P.F. Elaboração de programa de secagem para madeiras de clones de híbridos de *Eucalyptus* spp. **Cerne**, Lavras, v.11, n.01, p.40-48, 2005.
- BATISTA, D.C. **Qualidade de secagem convencional conjunta da madeira de nove clones do gênero de *Eucalyptus***. 2009. 105p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. Disponível em: <<http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/handle/1884/18115/dissertacao%20mestradoDjeison%20Cesar%20Batista.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 20 jan. 2016.
- BRANDÃO, A.T.O. **Determinação de metodologia para indicação de programas de secagem de madeiras**. 1989. 100p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1989.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. **Normas para classificação de madeira serrada de folhosas**. Brasília: Ministério da Agricultura, 1983. 67p.
- CARVALHO, P.E.R. **Ecologia, silvicultura e usos da uva-do-japão**. Colombo: EMBRAPA-CNPFFloresta, 1994. 24p. (Circular Técnica, 23).
- CINIGLIO, G. **Avaliação da secagem de madeira serrada de *Eucalyptus grandis* e *E. urophylla***. 1998. 73p. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Madeiras) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.
- HERZBERG, B.L.; TAYLOR, F.W.; ROSEN, H.N. Factors that affect the time required to high-temperature dry pine dimension lumber. **Forest Products Journal**, Madison, v.35, n.7-8, p.34-36, 1985.
- RONDON NETO, R.M.; BYCZKOVSKI, A.; WINNICKI, J.A.; SIMÃO, S.M.M.; PASQUALOTTO, T.A. Os quintais agroflorestais do assentamento rural Rio da Areia, município de Teixeira Soares, PR. **Cerne**, Lavras, v.10, n.1, p.125-135, 2004.
- SANTOS, G.R.V.; JANKOWSKY, I.P.; ANDRADE, A. Curva característica de secagem para madeira de *Eucalyptus grandis*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.63, p.214-220, 2003.
- STILLNER, F.J.; AMARAL, H.R.B.; PEDROSO, O.; TREVISAN, R. Estudo sobre a madeira da uva do Japão (*Hovenia dulcis* Thunb.). **Roessléria**, Porto Alegre, v.5, n.2, p.361-370, 1983.
- 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 Ambiente**, Rio de Janeiro, v.21, n.2, abr./jun. 2014.
- TAYLOR, F.W.; MITCHELL, P.H. Drying pine lumber at very high temperatures and air velocities. **Wood Fiber Science**, Madison, v.19, n. 3., p.239-245, 1987.
- TOMASELLI, I.; SILVA, L.B.X. Grevillea, cinamomo e outras madeiras: produção e mercado. In: SEMINÁRIO SOBRE PROCESSAMENTO E UTILIZAÇÃO DE MADEIRAS DE REFLORESTAMENTO – SEMADER, 4., 1996, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba, PR: ABPM/SBS, 1996. p.5-15.
- VIVIAN, M.A.; MODES, K.S.; BELTRAME, R.; SOUZA, J.T.; STANGERLIN, D.M.; MORAIS, W.W.C.; SANTINI, E.J. Influência do tratamento térmico nos defeitos de secagem da madeira de *Hovenia dulcis* Thunb. **Ciência da Madeira**, Pelotas, v.02, n.01, p. 15-28, 2011.