

**ELABORAÇÃO DE PROGRAMAS DE SECAGEM PARA MADEIRAS DAS  
ESPÉCIES MADEIREIRAS *Manilkara huberi* Ducke (MAÇARANDUBA) e  
*Hymenolobium patraeum* Ducke (ANGELIM-PEDRA)**

**Vitória Roberta da Silva FERREIRA<sup>1</sup> Cláudia da Costa CARDOSO<sup>2</sup> Fernando Wallase  
Carvalho ANDRADE<sup>3</sup> Victor Hugo Pereira MOUTINHO<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Graduanda do curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, Pará.

<sup>2</sup>Técnica laboratorial, Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém Pará

<sup>3</sup>Docente, Universidade Federal Rural da Amazônia, Parauapebas, Pará

<sup>4</sup>Docente, universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, Pará

**Resumo**

O processo de secagem da madeira é reconhecido como de grande importância para o processamento de madeira sólida pois atualmente a secagem detém influência na redução de custos, facilita a trabalhabilidade, além de diminuir a incidência de fungos. Contudo, esse processo ainda necessita ser aprimorado quanto a sua qualidade para atender as demandas exigidas pelo mercado. Diante desse cenário, o presente trabalho teve por objetivo elaborar programas de secagem para as espécies Maçaranduba e Angelim-pedra. Para os ensaios, foram confeccionados corpos de prova de 10x5x1cm, sendo estes submetidos a estufa com ventilação forçada a 103±2 °C, e mensurados de 1/1 h, até atingir 30% de umidade, e 2/2 h até chegar a 5% de umidade. Para a Maçaranduba o teste de secagem drástica mostrou que para se ter um programa de secagem eficiente são necessárias algumas condições: a temperatura inicial por volta de 40°C e a temperatura final em torno de 60 °C. O Angelim-pedra, por sua vez, apresenta uma temperatura inicial maior, cerca de 45 °C e final idêntica à da Maçaranduba. Conclui-se que a maçaranduba deve passar pelo processo de secagem com cautela recomendando-se uma pré-secagem, assim como as madeiras estudadas não podem ser agrupadas em um mesmo secador por não possuírem características semelhantes. **Palavras-chave:** relação água-madeira, umidade da madeira, espécies amazônicas.

**ELABORATION OF DRYING PROGRAMS FOR TIMBER SPECIES  
MAÇARANDUBA (*Manilkara huberi* Ducke) AND ANGELIM-PEDRA (*Hymenolobium  
patraeum* Ducke)**

**Abstract**

Drying process is accepted as extremely important for solid timber processing, because, nowadays, drying influences cost reduction, facilitates workability, in addition to reduce fungi influence. However, this process still needs to improve its quality to support market's demand. Before this scenery, this paper aims to elaborate drying programs for species Maçaranduba and Angelim-Pedra. For the assay, 10x5x1 cm specimens were made, submitted to the stove with forced airing at 103±2 °C, measured each hour, until reach humidity of 30%, and every 2 hours until reach humidity of 5%. For Maçaranduba the drastic drying test presented that for a good test some conditions are required: the initial temperature must be around 40 °C, and the final temperature must be around 60 °C. Angelim-Pedra, in turn, demonstrates a major initial temperature, beginning about 45 °C. However, the final

temperature was the same, concluding that Maçaranduba must pass through drying process carefully, pre-drying is recommended, and that the studied woods can not be grouped in one dryer, since they do not have similar characteristics.

**Keywords:** water-wood relation, wood humidity, Amazon species.

## 1. INTRODUÇÃO

O processo de industrialização da madeira, embora seja de grande relevância para se obter uma madeira de qualidade, precisa adequar-se, com o intuito de atender à demanda de madeira sólida, em um mercado consumidor cada vez mais exigente. A madeira passa por diversos processos, desde a sua retirada da floresta até o seu destino final. Dentre as etapas deste processo, temos a secagem da madeira que, segundo Vivian et. al. (2011), é a fase intermediária que mais contribui para agregar qualidade e, conseqüentemente, valor ao produto final. Aliando-se técnicas de secagem da madeira e o conhecimento de suas características tecnológicas, surge a possibilidade de um controle mais eficaz do processo (MELO et. al., 2008).

O processo de secagem é reconhecido como de grande importância para o processamento de madeira, influenciando na redução de custos, trabalhabilidade, e diminuição da incidência de fungos. Contudo, essa fase ainda necessita ser aprimorada de maneira que, o principal motivo para que ocorra o procedimento de secagem da madeira é a garantia de que se produza uma madeira dimensionalmente tão estável quanto antes do uso e que, quando submetida ao seu uso final, seus defeitos sejam menores possíveis. (SEVERO, 2009).

Para madeiras pouco conhecidas, Andrade et al. (2000) relata que a indicação de programas de secagem e os ajustes dos mesmos para estas espécies utilizam da técnica de tentativa e erro, sendo este um processo lento, pois os programas usados atualmente em espécies tradicionais, como as do gênero *Eucalyptus*, não podem ser indicados para espécies menos conhecidas. Segundo o mesmo autor, cada espécie demonstra um comportamento singular na decorrência do procedimento de secagem, no entanto, existem também as que apresentam características semelhantes, podendo estas serem agrupadas em um mesmo programa, não havendo necessidade de manter elevados estoques carregando a estufa com peças da mesma espécie. Diante desta problemática, o presente trabalho teve por objetivo elaborar programas de secagem para as espécies *Manilkara huberi* Ducke e *Hymenolobium petraeum* Ducke, a fim de indicar programas de secagem que possam atender as demandas do mercado, além de reduzir a incidência de defeitos, proporcionando uma madeira de maior qualidade ao finalizar a secagem.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

As espécies foram selecionadas em função do volume de madeira comercializada na região oeste do Pará, segundo dados da Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMAS-PA, 2013), onde as espécies *Manilkara huberi* Ducke e *Hymenolobium petraeum* Ducke, mostraram valores significativos.

Para a realização dos ensaios utilizou-se metodologia adaptada de JANKOWSKY (2009), porém, no momento da retirada dos corpos de prova, a seleção destes ocorreu

diferente da forma original, sendo que este teste se baseia no teste de secagem drástica a  $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ .

De cada espécie foram obtidas cinco pranchas centrais serradas, em uma madeireira na cidade de Santarém – PA. As características anatômicas foram utilizadas na identificação científica das espécies e comparadas as amostras da xiloteca do Laboratório de Tecnologia da Madeira (LTM) da Universidade Federal do Oeste do Pará.

Posteriormente, as tábuas foram seccionadas nas dimensões aproximadas de  $900\times 150\times 27$  mm (C x L x E). Destas, foram retirados corpos de prova ( $10\times 5\times 1$  cm), utilizados para os ensaios de secagem. Na determinação da massa específica básica e umidade inicial foram utilizados corpos de prova de  $5\times 5\times 1$  cm (C x L x E), totalizando 24 corpos de prova para cada ensaio baseado na metodologia de Andrade (2000) (Figura 1).

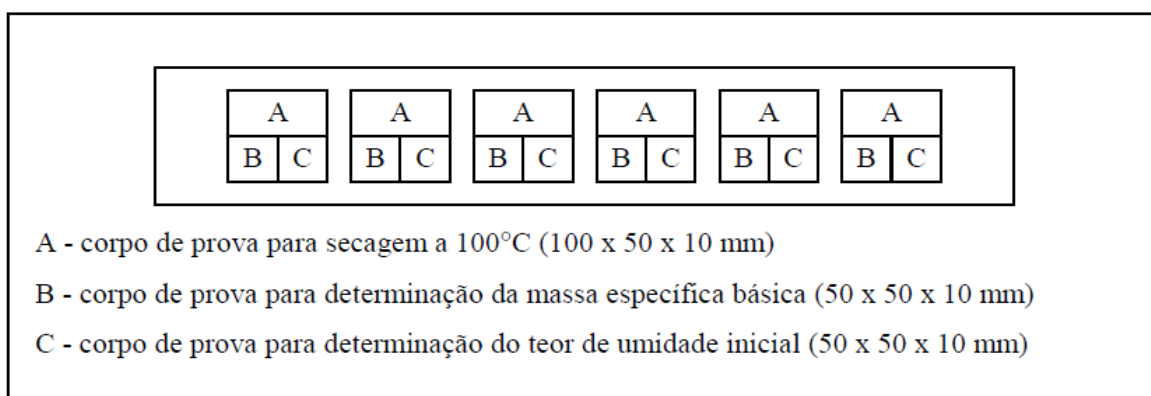


Figura 1 – Esquema da retirada dos corpos de prova  
Fonte: Andrade (2000)

A umidade inicial das amostras foi determinada via método gravimétrico (RASMUSSEN, 1961; PRATT, 1974; GALVÃO e JANKOWSKY, 1985), em estufa de circulação de ar forçada a  $103\pm 2^{\circ}\text{C}$  até umidade de 5%. As amostras foram pesadas em intervalos de uma hora para verificação de rachaduras de topo até atingirem 30% de umidade, depois estas eram mensuradas em intervalos de duas horas, devido a menor incidência de rachaduras.

Após atingirem 5% de umidade, as amostras foram cortadas transversalmente para verificação de possíveis rachaduras internas e colapso.

As rachaduras de topo foram medidas com o auxílio de lâminas calibradoras de 0,05 a 1,00 mm para verificar a largura e paquímetro digital com precisão de 0,01 mm para verificar o comprimento da rachadura..

Os resultados observados, foram anexados em uma planilha contendo métodos de regressão múltipla, onde foram obtidos valores de temperatura inicial ( $T_i$ ), temperatura final ( $T_f$ ) e potencial de secagem ( $P_s$ ), permitindo-se a elaboração do processo de secagem para cada espécie.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a espécie *M. huberi* Ducke o teste mostrou que são necessárias adequações para a elaboração do programa de secagem: a temperatura inicial deve estar por volta de  $40^{\circ}\text{C}$ , com

temperatura final máxima em torno de 60 °C. A temperatura de bulbo úmido deve estar em torno de 39 °C, onde ao longo do processo de secagem ocorrerão algumas variações de temperatura, para mais e para menos, a umidade de equilíbrio sofreu diminuição gradativa ao longo do teste até atingir a estabilidade. O potencial de secagem sofreu variações no decorrer de teste, ficando estável a partir da temperatura de 30 °C. As temperaturas indicam a disponibilidade de energia no ar para evaporar a água presente na madeira, enquanto que o potencial de secagem indica a intensidade desejada para evaporação superficial ou agressiva do programa em si. A uniformização e o condicionamento serão baseados de acordo com a região da qual se destina na madeira, no caso, o Oeste do Pará, como pode ser observado na tabela 1.

Tabela 1. Dados da elaboração dos testes de secagem da Maçaranduba

<b>Aquecimento °C</b>	<b>TS °C</b>	<b>TU °C</b>	<b>UR (%)</b>	<b>UE (%)</b>	<b>PS (%)</b>
Acima de 50	40	39	94	21,6	2,5
50	40	39	94	20	2,25
45	40	38,5	91	20	2,32
40	40	38,5	91	19,41	2,12
35	40	38	88	18,84	1,92
30	45	38	88	18,26	1,7
25	50	41,5	88	17,26	1,7
20	55	44,5	81	14,7	1,7
15	60	46	72	11,76	1,7
10	60	44	58	8,82	1,7
5	60	44	38	5,88	1,7
<b>Uniformização</b>	60	49	54	8	-
<b>Condicionamento</b>	60	56,5	82	14	-

Onde:

TS – Temperatura bulbo seca

TU – Temperatura bulbo úmido

UR (%) – Umidade relativa

UE (%) – Umidade de equilíbrio

PS (%) – Potencial de secagem

Esses dados mostraram-se semelhantes aos encontrados por JANKOWSKY (2009) que, para a mesma espécie, encontrou os seguintes resultados: temperatura inicial de 40 °C enquanto que a temperatura final é por volta de 60 °C, o potencial de secagem varia entre 1,7 a 2,3%. O fato de a temperatura inicial ser alta espécies deve-se ser atribuído à tendência a rachadura que a madeira apresenta.

Mendes et al. (1998) encontrou resultados semelhantes para esta espécie utilizando temperatura inicial de 40 °C e final de 60 °C,. E temperatura úmida variando entre 38 °C no início e 55 °C no final, o autor afirma que a secagem é classificada como problemática e deve ser conduzida com prudência.

A espécie *H. petraeum* Ducke apresentou uma diferença pequena em relação a *M. huberi*, com temperatura inicial maior, iniciando com cerca de 45 °C, no entanto, a

temperatura final foi a mesma (60 °C), a umidade relativa também sofre uma variação, que oscila entre 94% e 34 °C, e o seu potencial de secagem inicia com 2,3% e atinge o equilíbrio quando chega aos 2%.

Tabela 2. Programa de secagem da *H. patraeum* Ducke

<b>Aquecimento °C</b>	<b>TS °C</b>	<b>TU °C</b>	<b>UR (%)</b>	<b>UE (%)</b>	<b>PS (%)</b>
Acima de 50	45		94	21,6	2,5
50	45	44	94	20	2,25
45	45	43,5	91	20	2,32
40	45	43	91	19,41	2,12
35	45	42	88	18,84	1,92
30	45	41,5	88	18,26	1,7
25	48,75	43,75	88	17,26	1,7
20	52,5	45,5	81	14,7	1,7
15	56,25	44,25	72	11,76	1,7
10	60	42	58	8,82	1,7
5	60	43,74	38	5,88	1,7
<b>Uniformização</b>	60	49	54	8	-
<b>Condicionamento</b>	60	56,5	82	14	-

Onde:

TS – Temperatura bulbo seco

TU – Temperatura bulbo úmido

UR (%) – Umidade relativa

UE(%) – Umidade de equilíbrio

PS(%) – Potencial de secagem

Os dados encontrados no presente estudo para a espécie *H. patraeum* apresentaram uma diferença quando comparados com os de JANKOWSKY (2009), onde este afirma que a temperatura inicial, final e o potencial de secagem é cerca de 40 °C, 70 °C e 3%, respectivamente.

As duas espécies apresentaram grande quantidade de rachadura de topo, no entanto não apresentaram colapso.

#### 4. CONCLUSÃO

A espécie *M. huberi* apresenta programa de secagem semelhante aos encontrados em literatura, em contrapartida a espécie *H. patraeum* se mostrou diferente aos dados encontrados em literatura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, A. de. Indicação de Programas para a Secagem Convencional de Madeiras. 2000. 72p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.
- GALVÃO, A.P.M.; JANKOWSKY, I.P. Secagem Racional da Madeira. São Paulo: NOBEL, 1985.
- SEMAS, Secretária de Estado do Meio Ambiente e Sustentabilidade. Beneficiamento e comércio de produtos da madeira por espécie florestal. RELATÓRIO ANUAL DE BENEFICIAMENTO E COMERCIALIZAÇÃO DA MADEIRA, 2015.
- JANKOWSKY, I. P. Metodologia simplificada para a indicação de programas de secagem. Piracicaba, abril, 2009.
- MENDES, A.S; MARTINS V.A; MARQUES, MH.B. Programas de secagem para madeiras Brasileiras. IBAMA. Brasília, 1998. 114p.
- MELO, R. R.; STANGERLIN, D. M.; MÜLLER, M. T.; SANTINI, E. J.; HASELEIN, C. R. Programa de secagem para madeiras. 10º CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL. Nova prata –RS, agosto, 2008.
- PRATT, G.H. Timber drying manual. DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT. London, Building, 1974. 197p.
- RASMUSSEN, E.F. Dry kiln operator’s manual. Madison, FOREST PRODUCTS LABORATORY, 1961. 197p.
- SEVERO, E. T. D. Qualidade da secagem de madeira serrada de *Eucalyptus dunnii*. CIÊNCIA FLORESTAL, Santa Maria, v.10, n.1, 2009, p.109-124
- VIVIAN, M. A.; MODES, K. S.; BELTRAME, R.; SOUZA, J. T.; STANGERLIN, M.; MORAIS, 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, Maio, 2011.