



CURVA DE SECAGEM EM MADEIRA DE *Pinus caribaea* VAR. HONDURENSIS

Oclizio Medeiros das Chagas Silva¹, Lucas Santos Santana², Thalita Paes Barreto Stevens³, Diego de Castro Souza⁴, Ana Caroline Lima Finoti⁵

1. Mestrando em Engenharia Florestal na Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências Florestais, Lavras - Minas Gerais, Brasil. (omflorestal@hotmail.com)
2. Mestrando em Engenharia Agrícola na UFLA
3. Mestranda em Ciências Ambientais e Florestais na UFRRJ
4. Graduando em Engenharia Florestal na UFRRJ
5. Assistente Técnico na Empresa Fibria

Recebido em: 14/07/2018 – Aprovado em: 28/07/2018 – Publicado em: 31/07/2018
DOI: 10.18677/Agrarian_Academy_2018a14

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi acompanhar o processo de secagem de *Pinus caribaea* por meio da Curva de Secagem (CS), Ponto de Saturação de Fibras (PSF) e contração volumétrica (CV). Para a realização do estudo, os corpos de provas foram adquiridos na marcenaria do Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Foram confeccionados 15 corpos de prova (CP) com as dimensões 10 cm x 2,5 cm x 2,5 cm (Comp. x Larg. x Esp.). As amostras receberam numeração de identificação e suas direções foram marcadas para análise posterior. Estas foram submersos em água até a completa saturação. Posteriormente foram retiradas, secadas, pesadas e levadas à estufa elétrica com circulação forçada de ar e controle termostático de temperatura. O teor de umidade inicial das peças foi determinado por meio do método gravimétrico, utilizando balança de precisão e estufa de secagem com temperatura de aproximadamente 103 ±2 °C. Posteriormente o processo de secagem foi iniciado, sendo tomadas a massa (g) e as dimensões (cm) das amostras sendo os dados utilizados para construção da CS, do PSF e da CV. Por meio da análise das curvas dos gráficos de Volume x Teor de Umidade, obteve-se o Ponto de Saturação das Fibras, um valor médio de 31,01% para as amostras selecionadas. O Valor médio obtido para Contração Volumétrica foi de 10,93%. Através dos resultados obtidos pode-se inferir que o processo de secagem adotado foi eficaz, expressando valores estimados próximos dos reais, sendo indicado para secagem de madeira dessa espécie.

PALAVRAS-CHAVE: processo de secagem, qualidade da madeira, variações de umidade.

DRYING CURVE IN WOOD OF *Pinus caribaea* VAR. HONDURENSIS

ABSTRACT

The objective of this work was to follow the drying process of *Pinus caribaea* by means of Drying Curve (CS), Fiber Saturation Point (PSF) and volumetric contraction (CV). For the realization of the study, the evidence bodies were acquired in the carpentry of the Forestry Institute of the Federal Rural University of Rio de Janeiro. Were made 15 test specimens (CP) with the dimensions 10 cm x 2,5 cm x 2,5 cm (Comp. X Larg. X Esp.). Samples were given identification numbers and their directions were marked for further analysis. These were submerged in water until completely saturated. Afterwards they were removed, dried, weighed and taken to the electric oven with forced air circulation and thermostatic temperature control. The initial moisture content of the pieces was determined using the gravimetric method, using a precision scale and drying oven with a temperature of approximately 103 ± 2 ° C. Afterwards the drying process was started, being taken the mass (g) and the dimensions (cm) of the samples being the data used for construction of CS, PSF and CV. By means of the analysis of the graphs of Volume x Moisture Content graphs, the Fiber Saturation Point was obtained, an average value of 31.01% for the selected samples. The average value obtained for Volumetric Contraction was 10.93%. Through the obtained results it can be inferred that the drying process adopted was effective, expressing estimated values close to the real ones, being indicated for drying wood of this species.

KEYWORDS: drying process, wood quality, humidity variations.

INTRODUÇÃO

O *Pinus caribaea* var. hondurensis é originário da América Central, ocorrendo naturalmente no México, Cuba, Bahamas, Belize, Guatemala, Nicarágua e algumas outras ilhas da região. É um dos mais plantados em reflorestamentos nas zonas quentes do Brasil (ABRAF, 2013), sendo um dos pinheiros mais utilizados em reflorestamentos em zonas tropicais de todo o mundo, devido a sua grande adaptabilidade ambiental, podendo se desenvolver desde o nível do mar até altitudes de 1000 m. (MELO et al., 2013; WREGG et al., 2014).

A madeira é utilizada em diversos segmentos, dentre estes, na confecção de móveis e construção civil (SOUSA et al., 2007). Para esse uso, faz-se necessário o estudo das variações dimensionais, pois esta característica influi diretamente no produto final (JUIZO et al., 2015). Diante disso, é de fundamental importância o conhecimento da variação do teor de umidade da madeira, por se tratar de um parâmetro que afeta o comportamento do material durante as fases de processamento, secagem e preservação.

No processo de industrialização da madeira, a secagem é digna de grande atenção devido ao gasto energético necessário neste processo, ocasionando maiores custos de produção. Assim, este procedimento quando aplicado corretamente confere às peças melhor estabilidade dimensional, trabalhabilidade, redução de risco de ataque de agentes biodegradadores e redução nos defeitos às peças e produtos procedentes da madeira (ANJOS et al., 2011).

No procedimento de secagem, o primeiro tipo de água a ser liberado para a atmosfera é a água livre, ocasionando perda de massa da madeira. Após a água livre ser removida da madeira tem-se o denominado ponto de saturação das fibras (PSF), variando em média entre 28% a 30% de umidade, e por último considera-se a terceira fase quando inicia-se a linha de evaporação da água e esta se restringe

apenas ao centro do material, não havendo mais a água livre, atingindo assim o teor de umidade de equilíbrio (BRAZ et al., 2015). Neste contexto, este presente trabalho teve como objetivo a construção da curva de secagem analisando a variação do gradiente de umidade da madeira de *Pinus*, o Ponto de Saturação das Fibras (PSF) e a contração volumétrica.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do presente estudo, os corpos de provas foram adquiridos na marcenaria do Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, no ano de 2015. Foram confeccionados 15 corpos de prova (CP) com as dimensões 10 cm x 2,5 cm x 2,5 cm (Comp. x Larg. x Esp.). As amostras receberam uma numeração de identificação (de 1 a 15) de maneira aleatória e suas direções lineares (longitudinal, transversal radial e tangencial) foram marcadas com lápis para posterior determinação e análise.

Com os corpos de prova devidamente cortados e identificados, os mesmos foram submersos em água para elevação do teor de umidade, submetidos ao vácuo e voltaram para a água até a completa saturação. As 15 amostras permaneceram submersas em água por 76 dias, sendo verificada a massa(g) de cada uma delas semanalmente. Quando as amostras atingiram a saturação, foram selecionados 10 CPs dentre os 15 para a realização do trabalho em laboratório de secagem.

As amostras foram retiradas de um vasilhame com água, secas com auxílio de uma toalha, depois foram pesadas e levadas à estufa elétrica. O processo foi realizado no Laboratório de Secagem da Madeira, localizado no Instituto de Florestas (UFRRJ). Para tanto, utilizou-se uma estufa elétrica, com circulação forçada de ar e controle termostático de temperatura. O teor de umidade inicial das peças foi determinado através do método gravimétrico, sendo utilizada balança de precisão e estufa de secagem com temperatura de aproximadamente 103 ± 2 °C.

Para este procedimento, os corpos de prova ficaram em torno de 15 minutos no interior da estufa, depois foram pesados, e posteriormente mensuradas suas dimensões. Quando o teor de umidade das amostras obteve um valor de 35%, foi reduzido para 10 minutos o tempo que as amostras ficariam na estufa. Durante o processo de secagem empregou-se temperatura de 65°C durante o maior período de tempo, porém no momento em que o teor de umidade chegou aos 25%, houve um aumento de temperatura para 75°C, até a chegada da umidade de aproximadamente 15%.

Para a determinação do teor de umidade (TU), foram escolhidos aleatoriamente duas amostras (corpos de prova nove e 10) das 10 obtidas, as quais foram pesadas ainda úmidas para obtenção da massa inicial (M_i). Depois foram colocadas em estufa a 103°C durante 24 horas para obtenção da massa seca/final (M_f). O TU de cada amostra pode, portanto, ser determinado a partir da Equação 1.

Equação 1:

$$TU_u = \left(\frac{M_i - M_f}{M_f} \right) \times 100 \quad (\%)$$

O cálculo do teor de umidade médio representativo para os outros corpos de prova foi obtido a partir da Equação 2.

Equação 2:

$$\overline{TU} = \left(\frac{TU_7 + TU_8}{2} \right) \quad (\%)$$

A partir do teor de umidade médio foram estimadas a massa seca/final (M_f) para as amostras restantes a partir da Equação 3.

Equação 3:

$$\left[\left(\overline{TU} \div 100 \right) \times M_i \right] + M_f = M_i \text{ (g)}$$

Obtidos os valores estimados de M_f para todos os corpos de prova, o processo de secagem foi iniciado, sendo tomadas a massa (g) e as dimensões (cm) de todas as amostras a cada 15 minutos até o teor de umidade médio estimado de 35%. Quando as amostras chegaram a este teor de umidade, a amostragem de massa e dimensões de todas as amostras foi realizada a cada 10 minutos, até que a média estimada atingisse o valor esperado de 15%. O cálculo dos teores de umidade estimados de 35% e 15%, assim como para qualquer outro teor estimado, foi determinado de acordo com a equação 1 mostrada acima.

Para a determinação do Volume foi utilizado um paquímetro digital sendo obtidas as dimensões lineares (longitudinal, transversal radial e tangencial) a cada momento de medição, sendo o volume determinado conforme Equação 4.

Equação 4:

$$V = L \times C \times E$$

Onde:

V = Volume (cm³)

L = largura (cm)

C = comprimento (cm)

E = espessura (cm)

Finalizando a coleta dos dados obtidos no processo de secagem, os corpos de prova foram colocados em estufa a 103°C por 24 horas. Após este período foram obtidas a massa e as dimensões em estado absolutamente seco. Os valores encontrados foram utilizados nos cálculos com dados reais, sendo as equações semelhantes àquelas adotadas para valores estimados.

Para o cálculo da Contração Volumétrica Total foi utilizado a Equação 5.

Equação 5:

$$CVT = \left(\frac{VMv - VMa}{VMa} \right) \times 100(\%)$$

Onde:

CVT = Contração volumétrica Total

Vmv = Volume da madeira verde

Vma = Volume da madeira seca a 0%

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O cálculo do TU das duas amostras foi feito através da Equação 1, e o teor médio calculado a partir da Equação 2. Os resultados foram organizados como disposto na Tabela 1.

TABELA 1. Teor de umidade (%) dos corpos de prova nove e 10 e teor de umidade médio (%).

Corpo de prova	Teor de Umidade (%)
9	189,65
10	241,98
Média	215,815

Através da massa seca final estimada a partir da Equação 3 foram realizadas estimativas do TU Atual de cada amostra através da Equação 1. Com posse desses dados construiu-se uma tabela (Tabela 2) com os valores médios, para posterior construção da curva de secagem.

TABELA 2. Média estimada geral do Teor de Umidade Atual (%) em relação com o tempo.

Média estimada geral do Teor de Umidade Atual	Tempo (min)
215,820	0
200,83	15
185,2	30
168,97	45
154,42	60
140,02	75
126,59	90
114,55	105
101,25	120
88,91	135
77,67	150
68,67	165
59,5	180
51,14	195
43,37	210
38,84	225
33,54	240
31,15	250
29,06	260
27,05	270
25,36	280
23,34	290
21,52	300
19,95	310
18,5	320
17,2	330
16	340
14,95	350

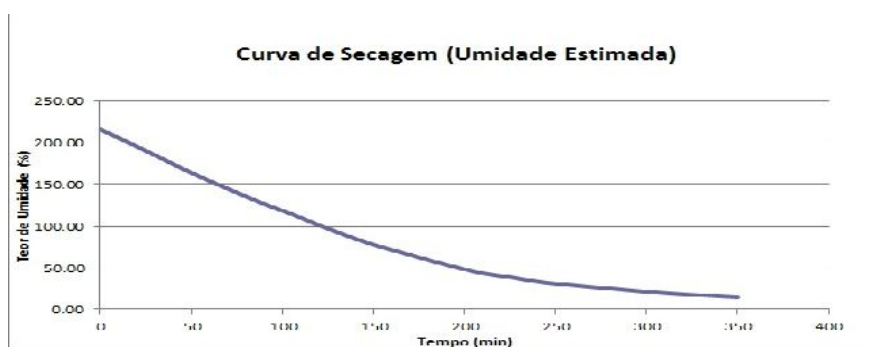


FIGURA 1. Curva de Secagem construída a partir de valores de Massa seca estimados. Fonte: Dos autores.

A partir dos valores reais de massa seca obtidos com a secagem das amostras em estufa (103° C por 24 horas), foram determinados os teores de umidade real das amostras a cada medição. De posse dos teores reais de umidade atual encontrado para cada amostra, foi construída a Tabela 3 com os valores médios, baseada em dados reais.

TABELA 3. Média Real Geral do Teor de Umidade atual (%) em relação ao tempo.

Média real geral do Teor de Umidade Atual (%)	Tempo (min)
212,06	0
197,20	15
181,71	30
165,71	45
151,29	60
137,04	75
123,73	90
111,82	105
98,67	120
86,47	135
75,38	150
66,51	165
57,45	180
49,21	195
41,53	210
37,06	225
31,82	240
29,46	250
27,38	260
25,39	270
23,72	280
21,72	290
19,92	300
18,36	310
16,93	320
15,64	330
14,45	340
13,41	350

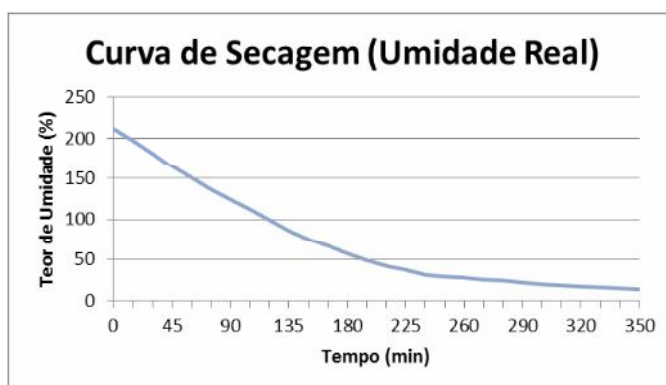


FIGURA 2. Curva de Secagem construída a partir de valores de Massa seca reais. Fonte: Dos autores.

O Volume das amostras obtidas para os oito corpos de prova está ilustrado nos gráficos apresentados na Figura 3.

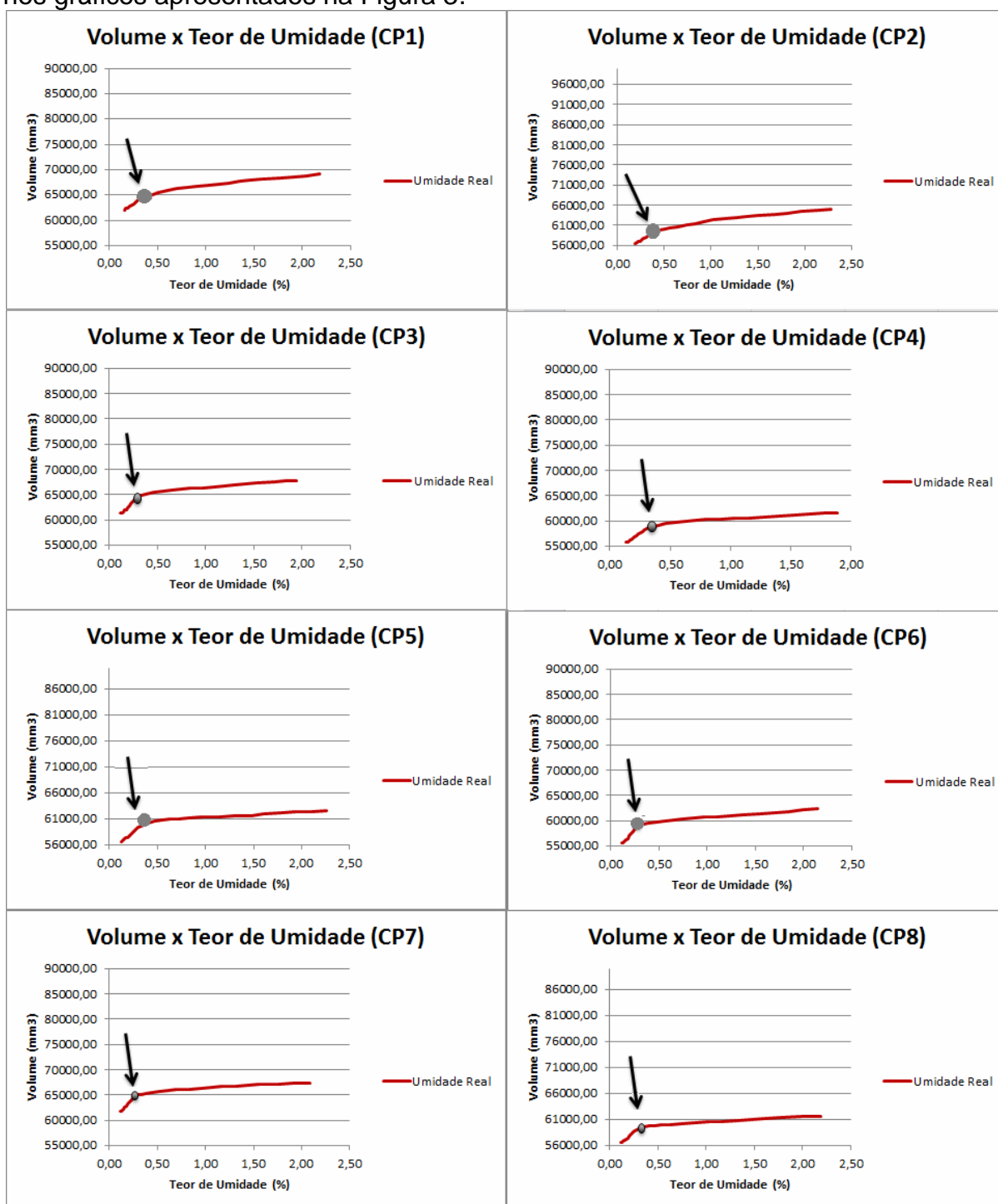


FIGURA 3. Perda de volume em função da umidade durante o processo de secagem dos corpos de prova (CP) numerados de um a oito com a indicação do ponto de saturação das fibras (PSF) para cada corpo de prova. Fonte: Dos autores.

O Ponto de Saturação das Fibras foi obtido através da análise das curvas de Volume x Teor de Umidade, marcando o ponto de inflexão da curva, para cada corpo de prova obtendo, assim, o PSF médio de 31,01% (Tabela 4).

TABELA 4. Ponto de Saturação das Fibras médio para as oito amostras

CP	Teor de Umidade (%) no Ponto de Saturação das Fibras
1	29,61
2	44,21
3	28,01
4	30,87
5	27,64
6	28,66
7	27,77
8	31,30
Média	31,01

Segundo Skaar (1972), o Ponto de Saturação das Fibras (PSF) em geral varia entre 25% e 35% de umidade em relação ao peso seco, sendo a média de 30%. Teoricamente o PSF é a umidade referente ao estado em que toda a água capilar já foi eliminada, restando apenas saturação nas paredes celulares.

O menor valor para o PSF obtido foi de 27,64% no corpo de prova cinco e o maior valor foi de 44,21% no corpo de prova oito (Tabela 4). Apesar do valor do CP2 não estar entre a variação de 25% a 35%, o PSF médio obtido no presente trabalho foi de 31,01%, estando próximo da média mais ocorrente que é de 30%. Posteriormente foi construído a Curva de Secagem Estimada e Real (Figura 4 e 5), respectivamente.

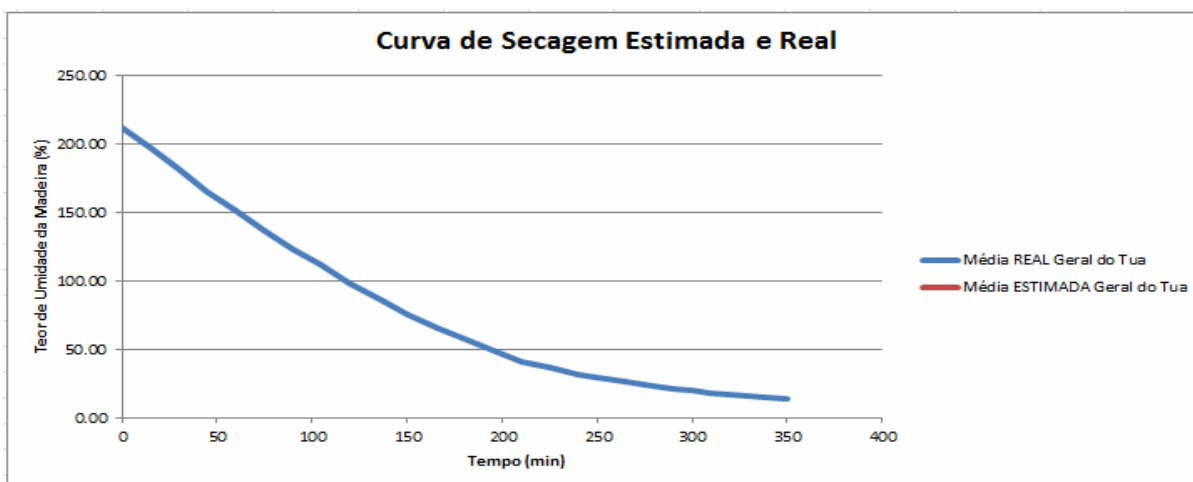


FIGURA 4. Curva da perda de umidade em função do tempo (real e estimada).
Fonte: Dos autores.

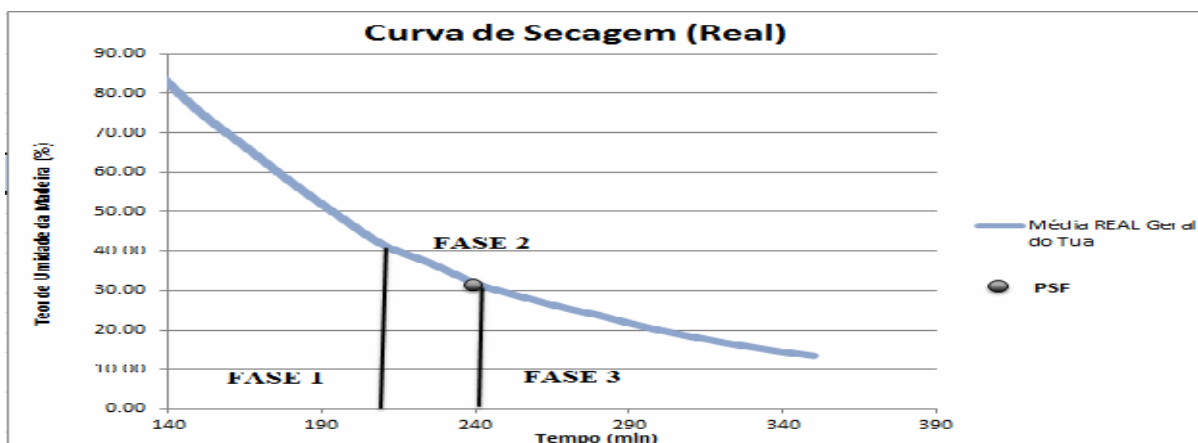


FIGURA 5. Curva da perda de umidade em função do tempo demonstrando o PSF e suas respectivas fases. Fonte: Dos autores.

Por convecção, na secagem de um material poroso, ocorrem três estágios distintos, os quais determinam a curva característica de secagem do material. Na primeira fase ocorre a retirada de água livre pelo movimento de capilaridade, na segunda fase o início se dá quando é atingido o PSF, e apresenta movimento de capilaridade bastante reduzido e o início do movimento de difusão retirando a água de impregnação. A terceira fase se inicia quando a linha de evaporação da água se restringe apenas ao centro do material, não havendo mais a água livre, esta fase consiste na retirada da água higroscópica até que atinja o teor de umidade de equilíbrio (JANKOWSKY et al 1980).

Em relação à curva de secagem obtida foi possível observar que o processo de secagem é mais rápido na fase inicial, onde ocorre a retirada da água livre, e vai diminuindo conforme sua secagem. Notou-se também que após o PSF, onde ocorre a retirada da água de impregnação o processo é mais lento corroborando com estudos de Braz et al. (2015).

Através do volume de massa verde (VMv) e do volume de massa seca (VMa) foram determinados os valores de contração volumétrica para cada corpo de prova (CP) de acordo com a equação 5 e um valor médio de 10,93 considerando todas as oito amostras (Tabela 5).

TABELA 5. Contração volumétrica (%) dos corpos oito de prova do referido estudo.

Amostras	Volume Massa Verde (cm ³)	Volume massa seca (cm ³)	Contração Volumétrica (%)
1	69,11	62,50	10,58
2	65,01	57,56	12,93
3	67,79	60,99	11,15
4	61,60	55,03	11,95
5	62,53	56,42	10,84
6	62,33	56,09	11,11
7	67,33	61,57	9,35
8	61,63	56,24	9,6
Média	64,67	58,30	10,93
CV %	5,52	5,33	14,47

O coeficiente de variação encontrado para a contração volumétrica foi de 14,47% (Tabela 5) sendo considerado regular. De acordo com Dias et al. (2018) o CV é considerado ótimo até 10% e regulares entre valores de 10 e 20% para espécies florestais.

Na tabela 5 encontram-se os valores de volume de massa verde (pesados antes de serem colocados na estufa – 0 min.) e os valores dos volumes secos (a 0% de umidade) para cada amostra utilizada no cálculo da contração volumétrica. Esses volumes foram obtidos após os CPs terem sido submetidos à secagem em estufa à 103°C por um período de 24 horas. Após a retirada desses CPs da estufa, os mesmos foram mensurados (largura, espessura e comprimento) para obtenção do volume seco a 0% (Tabela 6).

TABELA 6. Dimensões e respectivos volumes dos corpos de provas secos em estufa a 103°C por 24 horas.

CP	Dimensões dos corpos de prova secos em estufa a 103°C (0% de umidade)			Volume (cm ³)
	Espessura (mm)	Largura (mm)	Comprimento (mm)	
1	25,15	24,70	99,54	62,50
2	24,11	23,37	99,95	57,56
3	24,47	25,05	99,36	60,99
4	23,22	23,80	99,58	55,06
5	24,00	23,38	100,30	56,42
6	23,02	24,03	100,17	56,09
7	24,62	25,08	99,72	61,57
8	24,74	22,81	99,27	56,24
Média	24,10	23,87	99,75	58,30

A contração volumétrica é um dos problemas práticos ocorrentes resultando em instabilidade dimensional, e depende de vários fatores inclusive com a variação da sua posição na árvore, a densidade da madeira, a temperatura, o grau de estresse de secagem causada pelo gradiente de umidade (HANSTED et al., 2016).

A madeira apresenta mudanças dimensionais diferentes ao longo das três direções estruturais, e em geral, a contração na direção tangencial é, aproximadamente, duas vezes maior do que na direção radial; sendo chamada de fator de anisotropia esta razão entre a contração tangencial e radial (FREITAS et al. 2015).

O estudo da variação dimensional de madeiras é de suma importância, pois por meio deste é possível caracterizar o comportamento da madeira (MACHADO et al., 2014). É possível, selecionar espécies que apresentem características de variação dimensional relativamente pequena (BELTRAME et al., 2013; MODES et al., 2013).

Klock (1989) em seu trabalho encontrou para plantio de 14 anos de *Pinus caribaea* var. hondurensis, contração volumétrica de 9,93%, e para o plantio de 20 anos, este mesmo autor descreve o valor de 12,07%, contração volumétrica. Em relação a estes resultados, atesta-se que o valor obtido na presente pesquisa para a contração volumétrica foi de 10,93%, corroborando com valores encontrados na

literatura. Foi possível constatar que as amostras se comportaram de maneira semelhante, sendo o método de secagem empregado considerado eficiente.

CONCLUSÕES

De acordo com as curvas de secagem de umidade real e umidade estimada observou-se uma similaridade de comportamento e semelhança entre elas, no qual pode-se afirmar que o processo de secagem adotado foi eficaz, expressando valores estimados próximos dos reais.

Os oito corpos de provas se comportaram de forma semelhante no processo de secagem. Mesmo com o valor do PSF encontrado para o CP2 seja diferente dos demais (44,21%), não alterou significativamente o valor médio do PSF, ficando em torno do valor esperado (31,01%).

O valor encontrado para contração volumétrica (10,93%) está dentro do esperado, confirmando assim que este processo de secagem foi eficiente sendo indicado para essa espécie.

REFERÊNCIAS

ABRAF – Associação Brasileira de Produtores de Florestas plantadas - **Anuário estatístico da ABRAF 2013, ano base 2012**. Brasília, DF, 145 p. 2013.

ANJOS, V. DOS A.; STANGERLIN, D. M.; SANDER, A.; BOTIN, A. A.; TENUTTI, J.; SANTOS FILHO, N. N. DOS; BRAGA, R. Caracterização do processo de secagem da madeira nas serrarias do município de Sinop, Mato Grosso. **Ciência da Madeira**. Pelotas, v. 2, n. 1, p. 53-63, 2011. <http://dx.doi.org/10.12953/2177-6830.v02n01a05>.

BELTRAME, R.; DUFAU MATTOS, B.; ROBERTO HASELEIN, C.; SANTINI, E.; GATTO, D. A. et al. Evaluation of longitudinal residual strain of **Eucalyptus saligna** Smith. Wood. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 41, n. 97, p. 095-101, mar. 2013. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/235990255>>.

BRAZ, R.L.; DUARTE, A. P. C.; OLIVEIRA J. T. S.; MOTTA J. P.; ROSADO, A. M. Curva característica de secagem da madeira de *Tectona grandis* e *Acacia mangium* ao ar livre. **Floresta e Ambiente**, v.22 n.1, p. 117-123, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.037913>

DIAS, A. C. C.; MARCHESAN, R.; ALMEIDA, V. C.; MONTEIRO, T. C.; MORAES, C. B. Relação entre a densidade básica e as retrações em madeira de teca. **Revista Ciência da Madeira**, 9(1): 37-44, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/cienciadamadeira/article/view/11005>. doi: <http://dx.doi.org/10.15210/cmadv9i1.11005>.

FREITAS, T. P.; FEUCHARD, L. D.; OLIVEIRA, J. B. P.; ARANTES, M. D. Caracterizações anatômica e físico-mecânica da madeira de *Liquidambar sp.* **Floresta**, Curitiba, PR, v. 45, n. 4, p. 723 - 734 out. / dez. 2015. Disponível em: <<https://www.revistas.ufpr.br/floresta/article/viewFile/36878/26933>>.doi:10.5380/rev.v47i4.54471

HANSTED, A. L. S.; NAKASHIMA, G. T.; MARTINS, M. P.; YAMAMOTO, H. Comparative analyses of fast growing species in different moisture content for high

quality solid fuel production. **Fuel** 184 180–184. 2016. Disponível em [dx.doi.org/10.1016/j.fuel.2016.06.071](https://doi.org/10.1016/j.fuel.2016.06.071) 0016-2361.

JANKOWSKY, I.P. Efeito do aparelhamento e do tratamento preservativo superficial na secagem da madeira de *Pinus* spp. **Circular técnica**. IPEF, Piracicaba (109): 1-11, 1980. Disponível em <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br>.

JUIZO, C. G. F.; LOIOLA, P. L.; ZEN, L. R.; MARCHESAN, R.; CARVALHO, D. E et al. Variação radial das propriedades físicas da madeira de *Pinus patula* plantados em Moçambique. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 35, n. 83, p. 285-292, jul./set. 2015. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/771/436>. Doi: [doi: 10.4336/2015.pfb.35.83.771](https://doi.org/10.4336/2015.pfb.35.83.771)

KLOCK U. **Qualidade da madeira de *Pinus oocarpa* Schiede e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr e Golf**. [dissertação]. Curitiba: Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná; 1989.

MACHADO, F. F.; ANDRADE, A. M.; SILVA, A. P.; SENA, M. F. M.; FILHO, S. T. Potencialidades energéticas das madeiras de leucena (*Leucaena leucocephala*) e pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*). **Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas - UFSM**, Santa Maria, Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental - REGET e-ISSN 2236 1170 - v. 18. p. 45-50, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/13809>. doi:<http://dx.doi.org/10.5902/2236117013809>.

MELO, L. C.; BARRETO, P. A. B.; OLIVEIRA, F. G. R. B.; NOVAES, A. B. Estimativas volumétricas em povoamento de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* no Sudoeste da Bahia. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, p. 381-388, 2013. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/biofix/article/view/56012/34069>. Doi: [dx.doi.org/10.5380/biofix.v2i2.56012](https://doi.org/10.5380/biofix.v2i2.56012)

MODES, K. S.; SANTINI, E. J.; VIVIAN, M. A. Hygroscopicity of wood from *Eucalyptus grandis* and *Pinus taeda* subjected to thermal treatment. **Revista Cerne**, v. 19, n. 1, p. 19-25, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-77602013000100003>.

SOUSA, R. C.; GIOVANINI, E. P.; LIMA, I. L.; FLORSHEIM, S. M.; B.; GARCIA, J. N. Efeito da idade e da posição radial na densidade básica e dimensões dos traqueídeos da madeira de *Pinus taeda* L. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 119-127, 2007. Disponível em: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br>.

SKAAR, C.J. **Water in Wood**. Syracuse: Syracuse University Press, 1972. 218 p. Disponível em: <https://www.amazon.com/Water-wood-Syracuse-science/dp/0815650345>

WREGG, M. S.; FRITZSONS, E.; SHIMIZU, J. Y.; AGUIAR, A. V de.; CARAMORI, P. E. *Pinus* tropical com potencial para uso em plantios comerciais no Brasil. **Revista**

do Instituto Florestal. v. 26 n. 2 p. 137-145 dez. 2014. Disponível em:
<http://dx.doi.org/10.4322/rif.2014.010>