

Distribuição longitudinal do teor de umidade em molduras de pinus

Tarcila Rosa da Silva Lins ^{1*}; Dafné Brassolotto Amorim ²; Winicius Augusto

Schaeffer ² ; Aline Durigan²; Ricardo Jorge Klitzke ³; Thiago Campos Monteiro ³

¹ Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal / Universidade Federal do Paraná; ² Graduação em Engenharia Florestal / Universidade Federal do Paraná; ³ Centro de Ciências Florestais da Madeira / Universidade Federal do Paraná; *tarcila.lins@hotmail.com

Resumo: O objetivo deste estudo foi verificar a variação longitudinal do teor de umidade em molduras pinus. Para isto, cinco molduras com diferentes perfis e larguras foram avaliadas. Cada moldura foi dividida em 15 amostras ao longo do seu eixo longitudinal. A massa das amostras foi obtida em balança digital e secas em estufa a $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ até massa constante. A massa seca foi obtida e o teor de umidade (TU) determinado. A distribuição do TU e o coeficiente de variação foram avaliados. O TU médio das molduras variou entre 12,23% e 13,95%. As diferentes molduras apresentaram valores de coeficiente de variação inferiores a 8,34%. A menor variação do TU ocorreu na moldura com espessura intermediária, igual a 40 mm seguida pela moldura com maior largura, igual a 80 mm. Os resultados demonstram que a pequena variação no TU ocorre independente da espessura e perfil da moldura de pinus.

Palavras-chave: variação da umidade, madeira, higroscopicidade, *Pinus taeda*.

Longitudinal variation of moisture content in frames

Abstract: This study aimed to verify the longitudinal variation of the moisture content in pinus' frames. For this, five frames with different profiles and widths were evaluated. Each frame was divided into 15 samples along its longitudinal axis. The mass of the samples was obtained on a digital scale and oven dried at $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ until constant mass. The dry mass was obtained and the determined moisture content (MC). The MC distribution and coefficient of variation were evaluated. The average MC of the frames varied between 12.23% and 13.95%. The different frames showed coefficient of variation values lower than 8,34%. The lowest MC variation occurred in the intermediate thickness frame, equal to 40 mm followed by the frame with the largest width, equal to 80 mm. The results show that the small variation in MC occurs independently of the thickness and profile of the pinus frame.

Keywords: moisture variation, wood, hygroscopicity, *Pinus taeda*.

1. INTRODUÇÃO

O teor de umidade pode alterar as propriedades da madeira, principalmente as propriedades físicas e mecânicas, retração, vulnerabilidade à agentes xilófagos, dificuldade de processamento industrial e variação dimensional (Crisóstomo *et al.*, 2016). Abaixo do ponto de saturação das fibras, a madeira pode apresentar defeitos devido à variação dimensional (Borges; Quirino, 2004) geradas por causa da contração da parede celular ocasionada pela

saída da água adsorvida (Engelund *et al.*, 2013).

A madeira serrada após beneficiamento, começa a secar entrando em equilíbrio higroscópico. Isto ocorre quando a madeira e o ambiente tem teores de umidade equivalentes e a troca se estabiliza, desta maneira a madeira para de ganhar ou perder água. A umidade de equilíbrio da madeira depende principalmente da umidade relativa do ar e da temperatura ambiente (Forest Products Laboratory, 2010).

Controlar o teor de umidade da madeira através da secagem é uma ação importante para sua correta utilização, principalmente em produtos de elevado valor agregado como as molduras. Este controle auxilia na diminuição dos defeitos secagem como empenamentos, arqueamentos, torções e defeitos de usinagem, como arrefiamentos das fibras ou lascamentos das arestas das peças de madeira acabadas. O processo de secagem adequado permite que a madeira tenha sua umidade reduzida para o valor desejado com o mínimo de defeitos possível (Jankowsky; Henriquez, 1983).

Desta forma, é importante conhecer a distribuição do teor de umidade em produtos madeireiros após a mudança de ambiente. Esta distribuição em produtos de elevado valor agregado como, por exemplo, as molduras podem interferir no surgimento de defeitos como os empenamentos.

O objetivo principal da pesquisa foi avaliar a variação longitudinal do teor de umidade em molduras de madeira de *Pinus taeda*.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Obtenção e preparo dos corpos de prova

Cinco molduras de pinus com diferentes perfis e espessuras foram utilizadas. Entende-se por perfil o desenho apresentado pela moldura após a sua passagem pela perfiladeira. As molduras foram fornecidas pela empresa *Moldurarte*, localizada em Braço do Norte, Estado de Santa Catarina. As peças foram transportadas para o Laboratório de Secagem da Madeira, da Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR. Cinco tratamentos foram utilizados, conforme a espessura da moldura (20, 30, 40, 55 e 80 mm). As molduras utilizadas apresentavam comprimento padronizado e não possuíam qualquer tipo de acabamento na superfície como, venizes ou tintas. Cada peça foi dividida em 15 amostras ao longo do eixo longitudinal seguindo a orientação topo – meio – topo (Figura 1).

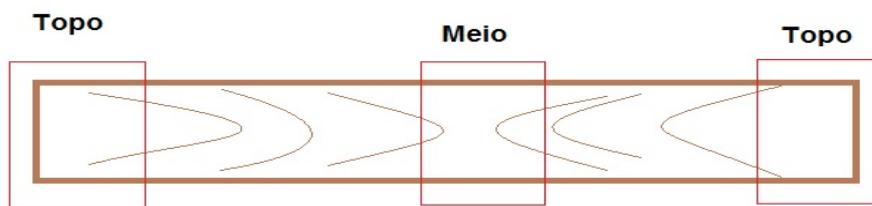


Figura 1: Esquema da orientação para a retirada das amostras no eixo longitudinal

Ensaio laboratoriais

Após a divisão dos tratamentos, as peças tiveram sua espessura mensurada com o auxílio de um paquímetro digital com precisão de 0,01mm, e sua massa aferida com balança com precisão de 0,01 g. Em seguida, os corpos de prova foram secos em estufa de circulação forçada sob temperatura de $103^{\circ} \text{C} \pm 2^{\circ} \text{C}$, até massa constante. Por fim, as peças foram retiradas da estufa e tiveram sua massa seca medida. Os valores de massa úmida e seca foram utilizados para determinação do teor de umidade conforme Equação 1:

$$(1)$$

Onde: TU%= Teor de umidade (%); Mu= massa úmida da amostra (g); e Ms= massa seca da amostra (g)

A partir dos valores do teor de umidade das amostras, foi calculada a estatística descritiva para a obtenção do desvio padrão e média. Em seguida, foi calculado o coeficiente de variação destes dados, para melhor observação da homogeneidade da distribuição do teor de umidade ao longo da peça.

3. RESULTADOS

Os resultados obtidos a partir das análises para teor de umidade das molduras de *Pinus* e o coeficiente de variação são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios da umidade nas diferentes larguras das molduras

Posição Longitudinal	Teor de Umidade (%)
----------------------	---------------------

	20 mm	30 mm	40 mm	55 mm	80 mm
Topo 1	12,17	12,65	12,88	13,06	13,30
2	12,29	12,40	13,01	14,34	13,20
3	11,02	12,50	13,08	14,33	12,99
4	11,89	12,72	13,13	14,54	12,97
5	13,66	12,90	12,95	14,30	12,97
6	13,07	13,13	13,11	14,34	13,18
Meio 7	12,96	13,69	13,10	13,14	14,02
Meio 8	11,75	14,36	13,02	11,83	14,09
9	11,59	14,63	13,17	12,16	13,18
10	12,09	14,63	13,19	12,14	13,78
11	12,52	14,53	13,16	11,95	13,64
12	12,25	15,08	13,50	13,21	13,48
13	11,61	15,50	13,23	13,84	13,00
14	12,17	15,26	13,44	14,89	12,76
Topo 15	12,46	15,31	13,45	15,18	12,85
TU (%) Média	12,23	13,95	13,16	13,55	13,30
CV (%)	5,37	8,17	1,37	8,34	3,15

A relação entre o teor de umidade e a posição longitudinal do corpo de prova dos tratamentos pode ser observado na Figura 2.

Figura 2: Relação entre o teor de umidade e a posição no sentido longitudinal da moldura

4. DISCUSSÃO

Os resultados da Tabela 1 mostraram baixa variação do teor de umidade da madeira de pinus entre as diferentes molduras, com valores de coeficiente de variação inferiores a 8,34%. Mesmo tendo uma baixa variação do teor de umidade ao longo da peça, percebe-se a eficiência do programa de secagem. Homogeneizar o teor de umidade em molduras, ajuda a evitar defeitos de secagem e a deixar essas peças mais estáveis, o que é desejável para um produto de maior valor agregado.

A permeabilidade da madeira é mais elevada no seu sentido longitudinal (Kollmann; Côté, 1968), principalmente no topo. Esta característica tem influência na variação do teor de umidade e isso pode ser observado na Figura 1, onde fica nítida a tendência de redução da umidade à medida que se aproxima das peças retiradas do meio e em seguida, volta a aumentar à medida que volta a se aproximar do topo.

Apesar de ser uma variação relativamente baixa, deve ser considerada neste caso. Como os produtos em questão são molduras, a variação mesmo que pequena faz diferença, visto que podem gerar defeitos como empenamentos.

Dentre todos os tratamentos, as peças de 40mm apresentaram o coeficiente de variação mais baixo (1,37%), o que indica que este tratamento apresenta maior homogeneidade na distribuição da umidade ao longo da peça. Isto pode ser observado ainda na Tabela 1, onde os valores obtidos do teor de umidade se alteram de maneira gradativa e, conseqüentemente, a curva originada a partir destes resultados, apresenta um formato mais linear, indicando um comportamento constante.

Por outro lado, as peças de 30mm e 55mm apresentaram os maiores percentuais de coeficiente de variação, 8,17 e 8,34% respectivamente. Isto indica menor homogeneidade na distribuição de umidade em ambos os casos, onde os valores para estes tratamentos se alteram de maneira desordenada ao longo de cada peça. Este comportamento pode ser constatado na tendência da linha correspondente a cada um dos tratamentos, que apresentam variações mais acentuadas quando comparadas ao tratamento de 40mm, por exemplo.

A formação de um gradiente de umidade no interior da peça interfere na homogeneidade do teor de umidade nas peças. Desta forma, o comportamento apresentado pelas amostras pode estar relacionado à formação de um gradiente de umidade no interior da peça, influenciada pela sua espessura, que conseqüentemente causará a aparição de defeitos nas molduras. Seria necessário a realização de outras análises para avaliar a existência e possível influência destes gradientes.

5. CONCLUSÃO

- De todos os tratamentos, o 40 mm se destaca sendo o mais uniforme, ou seja, apresenta menor variação do teor de umidade ao longo da peça. Sendo assim, essa espessura pode ser indicada para a fabricação de molduras;
- Por outro lado, os tratamentos de 30 e 55mm foram os que apresentaram maior heterogeneidade na distribuição de umidade nas peças;

6. AGRADECIMENTOS

- À empresa Moldurarte pelo apoio financeiro – Projeto FUPEF: Secagem de Pinus - Contrato 01 do Termo de Cooperação 03/2018;
- À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado.

7. REFERÊNCIAS

Borges LM, Quirino WV. Higroscopicidade da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* tratado ermicamente. *Revista Biomassa & Energia* 2004; 1(2):173-182.

Crisóstomo MC, Gouveia FN, Costa AF. Relação entre o teor de umidade e a constante dielétrica de espécies de madeira da Amazônia durante o processo de secagem. *Revista Árvore* 2016; 40(1):181-187.

Engelund ET, Thygesen LG, Svensson S, Hill CAS. A critical discussion of the physics of wood–water interactions. *Wood Science and Technology* 2013; 47:141–161.

Forest Products Laboratory. *Wood Handbook: Wood as an Engineering Material*. Madison: United States Department Of Agriculture, 2010.

Jankowsky I.P, Henriquez EZ. Gradiente de umidade e desenvolvimento de tensões da secagem artificial de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. *IPEF* 1983; (24): 27-32.

Kollmann F, Côté W. *Principles of Wood Science and Technology: Solid Wood*. New York: Springer-verlag, 1968.