

Efeito da orientação dos anéis de crescimento da madeira de pinus nos empenamentos

Amanda Parabá Gonçalves ¹; Tarcila Rosa da Silva Lins ²; Thiago Magalhães do Nascimento ²; Thiago Cardoso Silva ^{2*}; Ricardo Jorge Klitzke ³; Thiago Campos Monteiro ³

¹ Graduanda em Engenharia Florestal / Universidade Federal do Paraná; ² Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal / Universidade Federal do Paraná; ³ Centro de Ciências Florestais da Madeira / Universidade Federal do Paraná; *thiogcardoso.pe@gmail.com

Resumo: A secagem é importante durante o processo de industrialização da madeira, sendo considerada uma etapa que agrega valor aos produtos madeireiros. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da cor e orientação dos anéis de crescimento da madeira de pinus no surgimento de defeitos de secagem. Nas peças foram observadas a orientação dos anéis de crescimento (tangencial, radial e tangencial/radial) e sua cor, avaliada pelo método colorimétrico. Foram medidos os empenamentos antes e após secagem em estufa para quantificação. Os defeitos apresentados após a secagem da madeira foram correlacionados com a cor e com a orientação dos anéis de crescimento. As peças com orientação inclinada dos anéis de crescimento apresentaram os maiores valores de defeitos, com valor médio igual a 3,52 mm. A cor não influenciou significativamente nos defeitos da secagem. Por outro lado, ocorreu maior propensão a defeitos em peças sem orientação dos anéis de crescimento.

Palavras-chave: Secagem de madeiras, defeitos, colorimetria, peça radial, peça tangencial.

Effect of orientation of the growth rings of pinus wood on warping

Abstract: Drying is important during the process of timber industrialization and is considered a step that adds value to wood products. In this context, this study aimed to evaluate the effect of the color and orientation of the growth rings of pinus wood on the appearance of drying defects. In the samples were observed the orientation of the growth rings (tangential, radial and tangential / radial) and their color evaluated by the colorimetric method. The warping before and after drying for the quantification were measured. The defects presented after the drying of the wood were correlated with their color and with the orientation of the growth rings. The pieces without orientation of the growth rings had the highest values of defects, with an average value of 3.52 mm. The color did not significantly influence drying defects. On the other hand, there was a greater propensity for defects in pieces without orientation of the growth rings.

Keywords: Wood drying, defects, colorimetry, radial piece, tangential piece.

1. INTRODUÇÃO

O *Pinus taeda* possui grande destaque na produção florestal brasileira devido a sua qualidade e sua alta produtividade. Sua madeira é indicada para diversos fins, entre eles a construção civil e a indústria moveleira (Oliveira et al., 2006). Nestes usos o produto madeireiro desejado passa pelo processo de secagem, que consiste na redução do teor de umidade até equilíbrio higroscópico com o ambiente. Este processo garante a qualidade do produto, proporcionando melhores qualidades de trabalhabilidade, estabilidade, além de evitar o ataque por agentes xilófagos (Silveira et al., 2013).

Durante a secagem a madeira estará sujeita a diversos fatores que podem acarretar em defeitos. Por isso, o processo deve ser realizado de maneira que seu programa seja uma sequência estudada de temperaturas e umidade relativa para que a secagem seja conduzida corretamente, com o menor número de defeitos possíveis e em menor tempo hábil, uma vez que este processo costuma ter altos gastos energéticos e conseqüentemente altos custos de produção (Silva et al., 2018).

A secagem correta da madeira deve ser realizada conforme a espécie trabalhada, objetivando maximizar seu uso e minimizar defeitos advindos do processamento do material (Amorim et al., 2013). Estes defeitos podem advir de problemas intrínsecos à espécie e/ou outros por qualidade da secagem em que a madeira é sujeita (Kollmann & Côté, 1968). A própria movimentação da água pode gerar defeitos no lenho (Nascimento et al., 2019), que por sua vez possui o fluxo determinado em função da sua estrutura anatômica (Siau, 1971; Englund et al., 2013; Monteiro et al., 2017).

A organização dos elementos anatômicos da madeira interfere na sua anisotropia. Além disso, podem refletir na sua coloração, propriedade que possui relação com o teor de umidade, temperatura, degradações causadas por ataque de organismos xilófagos e reações fotoquímicas da estrutura anatômica do lenho (Camargos & Gonzalez, 2001). Poucos são os estudos sobre as relações das cores e orientação dos anéis de crescimento nos defeitos de secagem, principalmente em madeira juvenil de pinus. Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar os defeitos causados durante a secagem da madeira de *Pinus taeda* e correlacionar com a orientação dos anéis de crescimento e cor da madeira.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Amostras de *clears* de sete tábuas *Pinus taeda* foram coletadas na empresa *Moldurarte*, em Braço do Norte, Estado de SC. Em cada tábua foi retirada uma fração central, com aproximadamente 150 mm de comprimento e livre de defeitos. Estas peças foram divididas em

cinco partes, obtendo as diferentes cores entre as diferentes regiões do lenho. Foram confeccionadas 35 amostras com as seguintes dimensões: 9 x 32 x 150 mm, com as duas primeiras dimensões na direção transversal (radial, tangencial ou não definida) e a maior dimensão no eixo longitudinal, respectivamente.

As análises foram realizadas no Laboratório de Secagem de Madeiras da Universidade Federal do Paraná (UFPR), em Curitiba, PR. As amostras foram medidas com paquímetro digital, com precisão de 0,01 mm, sendo estas dimensões mensuradas duas vezes em cada direção, para obter um valor médio. A massa foi determinada utilizando balança eletrônica de precisão, com precisão de 0,01 g. A cor foi medida pelo método colorimétrico, com o equipamento *Konica Minolta CR-400*, onde foram aferidas quatro leituras em cada corpo de prova, sendo duas em cada face para obter o valor da luminosidade, sendo avaliada a escala de luminosidade (L^*), definida por uma escala de cinza que varia de 0 a 100, onde 0 é o preto absoluto e 100 o branco total. Esta análise foi realizada no Laboratório de Anatomia da Madeira da UFPR. Na sequência as amostras foram secas em estufa a $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, até massa constante para forçar o surgimento de defeitos.

A medição do defeito foi realizada com base na altura do defeito, como por exemplo, empenamento ou torção, realizada em uma bancada com superfície plana. Para obter desta medida foi realizada a aplicação de pressão em uma ponta da amostra, sobre a linha pré-determinada, elevando a outra ponta da amostra. Com o auxílio de um paquímetro digital foi medido a altura do defeito, conforme ilustrado na Figura 1. Na sequência, a massa seca da amostra foi obtida em balança eletrônica de precisão, com 0,01 g e o teor de umidade estimado.

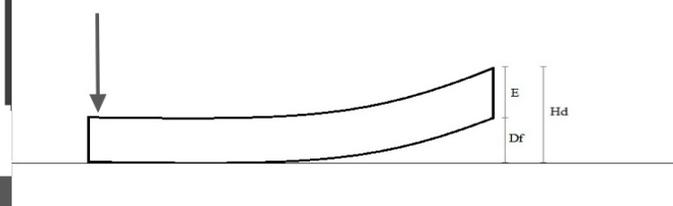


Figura 1. Esquema com a visualização lateral para medição do defeito em amostras de pinus.

Portanto, a mensuração do defeito das peças foi calculada conforme a Equação 1:

$$(1)$$

Em que: Df = Defeito (mm); Hd = altura do defeito (mm); E = espessura da peça (mm)

3. RESULTADOS

A Figura 2 apresenta o gráfico de dispersão entre a incidência de defeitos e o teor de umidade das diferentes amostras de pinus, conforme orientação dos anéis de crescimento. Os

defeitos variaram entre 0 e 8 mm.

Figura 2. Relação entre os defeitos de secagem em amostras de pinus e a orientação dos anéis de crescimento. Em que: NI = peça com direção dos anéis de crescimento não identificada; D(NI) = regressão para direção dos anéis de crescimento não identificada; D(R) = regressão para peças radiais; D(T) = regressão para peças tangenciais.

Quanto ao teor de umidade inicial, as peças tangenciais foram as que começaram com os maiores valores, com média igual a 15,22%, seguido das peças com direção dos anéis de crescimento inclinada (tangencial/radial) (14,72%) e das peças radiais (13,86%). As peças com direção dos anéis de crescimento não identificada apresentaram maior média de defeitos (3,52mm), seguidas das peças tangenciais (0,43mm) e radiais (0,25mm).

A relação entre a colorimetria e os empenamentos nas peças de pinus são apresentadas na Figura 3.

Figura 3. Relação entre a incidência de defeitos e a colorimetria nas diferentes amostras de pinus. Sendo: L^* = luminosidade.

4. DISCUSSÃO

A perda de umidade nas peças de pinus com orientação dos anéis de crescimento inclinada (tangencial/radial) gerou maior quantidade de defeitos do tipo empenamentos, com coeficiente de determinação igual a 0,20 (Figura 2).

Na Figura 2 é possível observar uma relação diretamente proporcional entre o teor de umidade inicial e o índice de defeito na peça. Isso se deve, possivelmente, ao fato de que quanto maior o teor de umidade inicial da peça, maior será a taxa de evaporação de água da madeira para o ambiente. Dessa forma, quanto maior a saída de água (maior secagem), maiores serão os defeitos.

É possível identificar que os maiores defeitos foram observados nas peças de sentido com anéis de crescimento inclinados, seguida pelas peças tangenciais e radiais, respectivamente. Isto ocorreu, provavelmente, devido às peças com sentido não identificado não estarem em conformidade com alguns dos sentidos, sendo então uma mistura de tangencial com radial. Além do fato de peças tangenciais tenderem a ter maior ocorrência de defeitos na secagem tendo em vista a disposição celular dos constituintes da madeira. Segundo Kollmann & Côté (1968) o sentido radial

possui maior estabilidade da madeira pois suas células estão dispostas de forma que facilita a saída de água.

Além disso, verificou-se que os maiores defeitos foram observados em peças onde os valores de L^* foram menores que 75 (Figura 3), indicando que peças de tons mais escuros tendem a ter imperfeições maiores. Isto pode estar relacionado ao fato de que, geralmente, células que possuem cor mais escura, possuem parede celular mais espessa, portanto, durante o processo de secagem, terão maior conteúdo de água de impregnação, gerando maior contração e consequentemente maiores defeitos de secagem.

5. CONCLUSÕES

Apesar dos dados mostrarem que não houveram diferença significativa na orientação dos corpos de prova em relação ao defeito, houve tendência maior de ocorrência de tais empenamentos nas peças com anéis de crescimento inclinados submetidas a secagem forçada.

O mesmo pode ser observado em relação à colorimetria: quanto menor o grau de luminosidade da madeira, ou seja, tons mais escuros mostraram maior propensão à defeitos.

É importante destacar que tais peças foram submetidas a secagem forçada a $103^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ para que seus defeitos fossem observados, sendo assim, é possível que se a madeira for submetida a diferentes programas de secagem, a ocorrência de defeitos seja distinta.

6. AGRADECIMENTOS

- À empresa Moldurartes pelo apoio financeiro – Projeto FUFEP: 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 e doutorado.

7. REFERÊNCIAS

Amorim PGR, González JC, Camargo JAA. Propriedades da madeira de *Pinus caribaea* e *Eucalyptus grandis* estimadas por colorimetria. *Cerne* 2013; 19(3):461-466.

Camargos JAA, González JC. A colorimetria aplicada como instrumento na elaboração de uma tabela de cores de madeira. *Brasil Florestal* 2001, 71:30-41.

Engelund ET, Thygesen LG, Svensson S, Hill CAS. A critical discussion of the physics of wood-water interactions. *Wood Science and Technology* 2013; 47(1): 141-161.
<http://dx.doi.org/10.1007/s00226-012-0514-7>.

Kollmann FFP, Coté WA. Principles of wood science and technology. Berlin: Springer - Verlag; 1968.

Monteiro TC, Lima JT, Hein PRG, Silva JRM, Trugilho, PF, Andrade HB. Efeito dos elementos anatômicos da madeira na secagem das toras de *Eucalyptus* e *Corymbia*. Scientia Forestalis 2017; 45(115): 493-505. <http://dx.doi.org/10.18671/scifor.v45n115.07>.

Nascimento TM, Monteiro TC, Baraúna EEP, Moulin JC, Azevedo AM. Drying influence on the development of cracks in *Eucalyptus* logs. BioResources 2019; 14(1):220-233.

Oliveira, FL, Lima IL, Garcia JN, Florsheim SMB. Propriedades da madeira de *Pinus taeda* L. em função da idade e da posição radial na tora. Revista do Instituto Florestal 2006; 18(1):59-70.

Siau, J. F. Flow in wood. Syracuse: Syracuse University Press, 1971. 131 p.

Silva OMC, Santana LS, Stevens TPB, Souza DC, Finoti ACL. Curva de secagem em madeira de *Pinus caribaea* var. hondurensis. Agrarian Academy 2018; 5(9):143.

Silveira LHC, Rezende AV; VALE, A. T. Teor de umidade e densidade básica da madeira de nove espécies comerciais amazônicas. Acta Amazonica 2013; 43(2) :179-184.