

**GRADIENTES DE UMIDADE E SUAS IMPLICAÇÕES NAS TENSÕES DE SECAGEM,
QUANTIDADE E DIMENSÕES DE RACHADURAS NA MADEIRA DE *Eucalyptus tereticornis*
AOS 15 ANOS¹**

**MOISTURE GRADIENTS AND THEIR IMPLICATIONS ON DRYING AND QUANTITY, CRACK
DIMENSIONS ON THE WOOD OF 15-YEAR-OLD *Eucalyptus tereticornis***

Maiara TALGATTI²; Amanda Grassmann da SILVEIRA²; Talita BALDIN²;
Laura Hoffmann de OLIVEIRA^{2,3}; Elio José SANTINI²

RESUMO - O gradiente de umidade, que corresponde à diferença de umidade entre o centro e a periferia da peça de madeira, desempenha papel importante no desenvolvimento de tensões que causam defeitos como rachaduras, encruamento e empenamentos. Cuidados para reduzir essa diferença no decorrer e no final do processo de secagem são procedimentos importantes para que a qualidade da madeira não seja comprometida. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do gradiente de umidade no desenvolvimento de tensões resultantes da secagem da madeira de *Eucalyptus tereticornis* conduzida em estufa convencional. Para isso, tábuas de 40 x 10 x 70 mm foram submetidas à secagem nas temperaturas de 45, 60 e 75°C, desde verde até o teor de umidade de 12%. No final da secagem foi avaliado a qualidade do material, por meio do gradiente de umidade, tensões de secagem e defeitos. A temperatura de 75°C proporcionou menor tempo de secagem, porém, maiores gradientes de umidade, maiores tensões e menor qualidade da madeira ao final da secagem. As temperaturas de 60° e 40°C apresentaram grande diferença no tempo de secagem, porém gradientes de umidade muito semelhantes e qualidade do material final também. Pode-se então, sugerir que seja utilizada a temperatura de 60°C para a secagem da madeira de *Eucalyptus tereticornis* com ganho de tempo e qualidade muito próxima da proporcionada por baixas temperaturas.

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

ABSTRACT - The moisture gradient, which corresponds to the humidity difference between the center and the periphery of the piece of wood plays an important role in the development of stresses that cause defects such as cracking, hardening and warping. Care to reduce this difference during and at the end of the drying process are important procedures so that the quality of the wood is not compromised. The present work had as the objective of this study was to evaluate the effect of the moisture gradient on the development of stresses of drying *Eucalyptus tereticornis* wood conducted in a conventional greenhouse. For 40 x 10 x 70 mm boards were then dried at temperatures of 45°C, 60°C and 75°C, from green to a moisture content of 12%. At the end of the drying, the quality was evaluated. through the moisture gradient, drying stresses and defects. The temperature 75°C provided shorter drying time, but higher moisture gradients, higher tensions and lower wood quality at the end of drying. The temperatures of 60°C and 40°C showed great difference in drying time, but humidity gradients very similar and quality of the final material as well. One can then suggest that it be 60°C for drying *Eucalyptus tereticornis* wood with gain in time and quality very close to that provided by low temperatures.

Keywords: Moisture content; drying rate; drying defects.

¹Recebido para análise em 15.05.2019. Aceito para publicação em 30.06.2019.

²Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Ciências, Av. Roraima 1000, Camobi, CEP 97105-900, Santa Maria, RS,

³Autor para correspondência: Laura Hoffmann de Oliveira - laura-hoff@hotmail.com.

1 INTRODUÇÃO

As florestas plantadas ganham cada vez mais destaque quando se trata de produtos madeireiros, em especial as do gênero *Eucalyptus*, as quais são amplamente implementadas no Brasil. Vidaurre et al. (2011) destacam que, embora renovável, as florestas plantadas, sejam de quaisquer espécie, são um recurso finito que requer uma utilização racional embasada no princípio do rendimento sustentável. Para tal, torna-se imperativo o conhecimento das propriedades tecnológicas da matéria-prima, madeira, principalmente do processo de secagem o qual agrega valor e qualidade ao material, para que então se torne exequível o rendimento sustentável supracitado.

É sabido que o processo de secagem da madeira é indispensável quando se busca qualidade em produtos manufaturados madeireiros, isso porque de acordo com Batista et al. (2015) a mesma promove benefícios ao material, tanto na facilidade de trabalhabilidade em geral, quanto na redução do risco de ataque de agentes xilófagos.

De maneira geral, quando se trata da secagem da madeira de *Eucalyptus* spp. essa deve ser conduzida de forma criteriosa, com a aplicação de programas de secagem que não sejam severos, caso contrário é inevitável a grande propensão a defeitos, como o desenvolvimento de colapso, rachaduras, empenamentos e demais defeitos de secagem. Em função disso, os métodos a baixas temperaturas são os mais indicados, principalmente durante a fase de secagem, acima do ponto de saturação das fibras (SILVA, 2001).

Segundo Alvarado et al. (2003), o *Eucalyptus tereticornis* Smith pode alcançar até 45,0m de altura e de 1 a 2 m de diâmetro. Desenvolve-se melhor em solos profundos, bem drenados, neutros ou ligeiramente ácidos, aclimatando-se, principalmente, onde a precipitação anual é de 800 a 1.500 mm, com a temperatura média das máximas entre 22 e 32°C e altitude até 1.000 m, podendo ser encontrada em maiores altitudes. Ainda os mesmos autores destacam que madeira de *E. tereticornis* é excelente para lenha e carvão, tendo poder calorífico próximo de 5.280 kcal kg⁻¹, com densidade básica variando de 0,57 a 1,10 g.cm⁻³, sendo utilizada para diversos fins, como serraria, estruturas, construções, postes, mourões, lenha, carvão e papel.

Diante disto, o presente estudo teve por objetivo avaliar o efeito do gradiente de umidade da madeira no desenvolvimento e intensidade de tensões durante a secagem de madeira de *Eucalyptus tereticornis* conduzida em estufa convencional sob três diferentes temperaturas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O material utilizado para a realização do trabalho foi cedido pela Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária – Centro de Pesquisa em Recursos Florestais - FEPAGRO FLORESTAS, localizado no Distrito da Boca do Monte em Santa Maria, RS. Foram selecionadas, de modo aleatório, árvores adultas, com 15 anos de idade, de bom fuste, com grã reta e Diâmetro Altura do Peito - DAP médio de 35 cm. Foram abatidas seis árvores das quais foram retiradas as duas primeiras toras, com 3 m de comprimento.

Para a realização do ensaio de secagem foram utilizados 15 corpos de prova com dimensões de 4 x 12x 70 cm³, retirados das toras seccionadas. As madeiras de *Eucalyptus tereticornis* foram submetidas a três temperaturas de secagem, 75°C, 60°C e 40°C, em estufa elétrica de laboratório, com dimensões internas de 0,8 x 0,6 x 1,0 m de largura, profundidade e altura, respectivamente, dotada de circulação de ar e controle termostático de temperatura. Para a verificação da umidade da madeira, foram utilizadas oito amostras de controle de secagem em cada temperatura, componentes da pilha respectivamente.

Antes da secagem da madeira, o teor de umidade inicial de cada amostra foi calculado por meio da média aritmética das duas seções (B) (Figura 1) onde as amostras úmidas foram submetidas à secagem em estufa a 103°C ± 2 até massa constante. O teor de umidade de cada seção foi determinado pela Equação (1) abaixo de acordo com o sugerido por Galvão e Jankowsky (1985).

$$TU = \frac{PU-PS}{PS} \times 100 \quad (1)$$

Em que: TU = Teor de Umidade (%); PU = Peso Úmido da seção (g); Ps: Peso seco da seção (g).

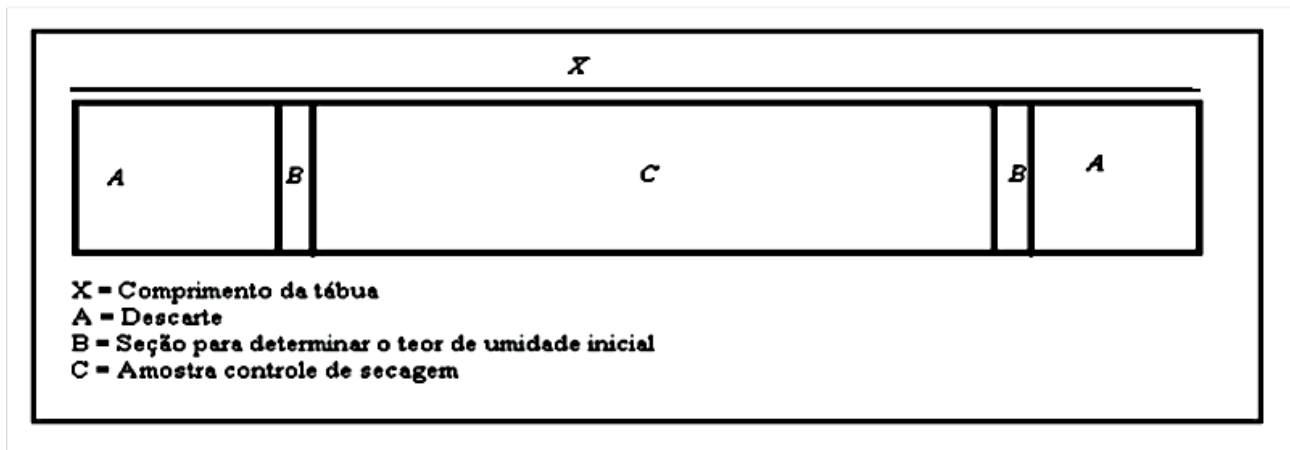


Figura 1. Metodologia adotada para a confecção das amostras controle de secagem.

Figure 1. Methodology used for the preparation of drying control samples.

Os corpos de prova controle foram imediatamente pesados em balança de precisão de 0,01g para a obtenção do peso inicial. Posteriormente, os corpos de prova foram dispostos em sala de climatização. O teor de umidade das amostras foi monitorado por meio da Equação (2) abaixo, a umidade final desejada foi de 12 %.

$$T_{ua} = \frac{P_a(T_{ui}+100)}{P_i} - 100 \quad (2)$$

Em que: T_{ua} = Teor de umidade atual (%); P_a = Peso atual da amostra (g); P_i = Peso úmido da amostra (g); T_{ui} = Teor de umidade inicial (%).

Para a determinação da taxa de secagem, Equação (3) descrita por Santini (1980), a massa úmida inicial das amostras foi obtida em balança digital de precisão igual a 0,01 g, enquanto as dimensões iniciais (largura, espessura e comprimento) foram obtidas com paquímetro digital, com precisão de 0,01mm. Durante o ensaio de taxa de secagem acompanhou-se a perda de massa dos corpos de prova, em balança digital.

$$T_s = \frac{Q_{ae}}{A_e \times T} \quad (3)$$

Em que: T_s = Taxa de secagem ($g \cdot cm^{-2} \cdot h$); Q_{ae} = Quantidade de água evaporada (g); A_e = Área superficial da peça (cm^2); T = Tempo de secagem decorrido (horas).

A avaliação da secagem foi feita de acordo com a ocorrência de defeitos, umidade final, gradiente de umidade e tensões de secagem. Estas avaliações foram feitas decorridas 24 horas do término da fase de resfriamento das cargas de secagem, conforme recomendado por Galvão e Jankowsky (1985). Os defeitos avaliados foram: rachaduras de superfície e de topo e classificados como presente ou ausente, utilizando-se 100% das amostras de acordo com o proposto por Brandão (1989) (Tabela 1). Adicionalmente foram calculados os Índices de Rachadura de Superfície - IRS e de Topo - IRT de acordo com o proposto por Rocha (2000). Os empenamentos não foram avaliados devido ao comprimento e largura reduzida das amostras.

Após a secagem, de cada tábua avaliada cortaram-se três corpos de prova A, B e C, com 25 mm cada. A peça A foi utilizada para a determinação da umidade final, de acordo com a Equação (1). Já a peça B foi utilizada para a avaliação do gradiente de umidade, sendo desdobrada novamente em três corpos de prova. Os corpos de prova A1 e A2 foram utilizados para a determinação da umidade da superfície das tábuas, enquanto o B foi utilizado para a determinação da umidade no centro das mesmas, de acordo com a Equação (1). Calcularam-se dois gradientes de umidade, entre o corpo de prova B e A1 e entre B e A2, de acordo com as Equações (4) e (5).

$$G_1 = U_B - U_{A_1} \quad (4)$$

$$G_2 = U_B - U_{A_2} \quad (5)$$

Em que: G_1 = Gradiente de umidade 1 (%); G_2 = Gradiente de umidade 2 (%); UB = Umidade no interior da tábua (%); UA_1 = Umidade na superfície 1 da tábua (%); UA_2 = Umidade na superfície 2 da tábua (%).

A peça C foi utilizada para a avaliação da presença de tensões de secagem, de acordo com o teste do garfo. Conforme a Figura 2, pode-se observar o modelo da avaliação deste teste. Desta forma, as tábuas foram classificadas de acordo com o sugerido por Galvão e Jankowsky (1985).

Na Tabela 1 encontram-se os critérios utilizados para comparar a secagem realizada neste

trabalho quanto à duração do tempo de secagem e incidência de defeitos. Adicionalmente, foi verificada a massa específica aparente das madeiras de acordo com os requisitos normativos da Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 7190/97.

A análise dos diferentes parâmetros aferidos deu-se por meio do Delineamento Inteiramente Casualizado - DIC, utilizou-se a análise de variância (teste F a 5% de significância), e nos casos em que a hipótese da nulidade foi rejeitada, aplicou-se o teste de Tukey (5% de significância) para a diferenciação das médias.

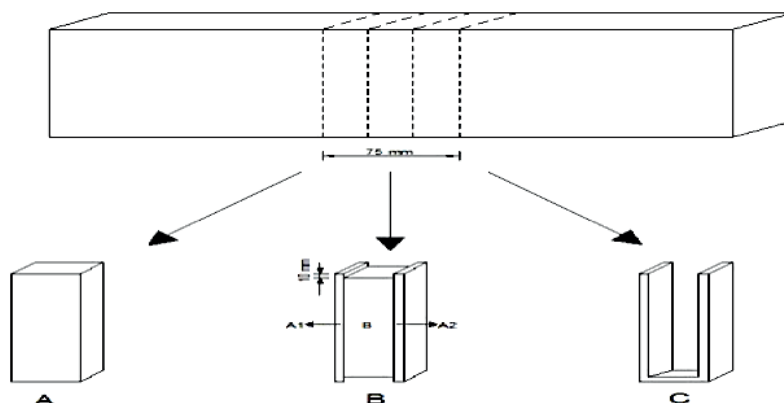


Figura 2. Corpos de prova utilizados na avaliação da umidade final, gradiente de umidade e tensões de secagem na madeira de *Eucalyptus tereticornis* aos 15 anos. Adaptado de Galvão e Jankowsky (1985). Sem escala.

Figure 2. Specimens used in final moisture evaluation, moisture gradient and drying stresses in 15-year-old *Eucalyptus tereticornis* wood. Adapted from Galvão and Jankowsky (1985). No scale.

Tabela 1. Critérios utilizados para a classificação da duração e incidência de defeitos de secagem na madeira de *Eucalyptus tereticornis* aos 15 anos.

Table 1. Criteria used for classification of drying duration and incidence of drying defects in 15-year-old *Eucalyptus tereticornis* wood

Tempo de secagem (h)	Classificação	Porcentagem de amostras com defeitos (%)	Classificação
Menos que 96	Muito rápida	0-10	Ausente
96-192	Rápida	11-30	Pequena
192,1-288	Moderadamente rápida	31-50	Moderada
288,1-384	Moderadamente lenta	51-100	Grande
384,1-480	Lenta	-	-
Mais que 480	Muito lenta	-	-

*Classificação feita por Brandão (1984).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, é possível visualizar os resultados da secagem da madeira de *Eucalyptus tereticornis* nas diferentes temperaturas empregadas e a massa específica aparente dos materiais. De acordo com a classificação feita por Brandão (1984), a secagem da madeira utilizando a temperatura de 75°C é considerada rápida, a 60°C moderadamente rápida e a 40°C muito lenta. Oliveira (1981) destaca que com relação às variáveis do processo, a elevação da temperatura contribui para o aumento de velocidade de remoção da água, tanto para os mecanismos de difusão, quanto para a movimentação de água capilar, porém, temperaturas muito elevadas podem causar maior degradação no material. Este comportamento foi verificado no presente estudo, onde a velocidade de secagem do material foi maior na maior temperatura empregada.

Stangerlin et al. (2009) ao submeterem à secagem ao ar livre e em estufa solar as madeiras de *Eucalyptus tereticornis*, *Corymbia citriodora* e *Eucalyptus saligna*, verificaram maior dificuldade na secagem de *E. tereticornis* em detrimento das demais em estudo. Este resultado corrobora com a presente pesquisa, na qual a madeira de *E. tereticornis* também apresentou dificuldade de secagem, os autores supracitados atribuíram este resultado a elevada massa específica verificada (0,90 g.cm⁻³), sendo esta semelhante à apresentada neste estudo (0,89 g.cm⁻³). Já Delucis et al. (2014), verificaram massa específica básica para madeira de lenho adulto e juvenil de *E. tereticornis* de 0,76 e 0,67 g.cm⁻³, respectivamente. Para Batista et al. (2015), a densidade se correlaciona diretamente com as demais propriedades físicas da madeira. Porém, o conhecimento de um maior número de características do comportamento de secagem das espécies levará a tomada de decisões mais acertadas.

Tabela 2. Teor de umidade inicial (Tui) e final (Tuf) dos corpos de prova, Massa específica aparente (Mea) e Tempo decorrido (Td) na madeira de *Eucalyptus tereticornis* aos 15 anos.

Table 2. Initial and final moisture content of specimens, apparent specific mass and elapsed time in 15-year-old *Eucalyptus tereticornis* wood.

Temperatura	Tui média (%)	Tuf média (%)	Td (h)	Mea (g.cm-3)
75°C	65,53	11,5	120	0,89
60°C	67,61	12,14	252	0,89
40°C	68,16	13,04	492	0,89
Média	67,1	12,22	288	0,89

Na Figura 3 são apresentadas as curvas características de secagem para o material em estudo nas diferentes temperaturas empregadas. Visualiza-se que, as curvas de secagem não apresentam região ou fase em que a taxa de secagem é constante, mesmo com teores de umidade acima do PSF, caracterizando as madeiras como impermeáveis, resultados semelhantes foram reportados por Rezende et al. (2015), em estudos de secagem por vaporização em *E. grandis*. Ainda, Santos et al. (2003), afirmam que a permeabilidade reduzida implica na necessidade de uma secagem lenta e no desenvolvimento, durante o processo, de gradientes de umidade acima do normal.

Simpson (1991) cita que a rapidez da secagem está relacionada com gradiente de umidade, este decresce à medida que a secagem decorre com o tempo,

diminuindo também a velocidade da secagem, ou seja, a secagem se dá com maior velocidade nas primeiras horas, com a retirada da água livre, e tende a diminuir progressivamente à medida que a água de impregnação começa a se movimentar para fora da madeira. Já autores como Martins (1988) e Ponce e Watai (1985) comentam, que geralmente as madeiras mais densas requerem mais tempo para secar e tendem a apresentar maiores defeitos.

Na Tabela 3 são apresentados os valores de taxa de secagem acima do Ponto de Saturação das Fibras - PSF e abaixo, até o teor de umidade desejado de 12%. As taxas de secagem nos diferentes tratamentos diferiram entre si, sendo as maiores, tanto acima quanto abaixo do PSF, apresentadas na temperatura de 75°C, seguidas da de 60°C e 40°C.

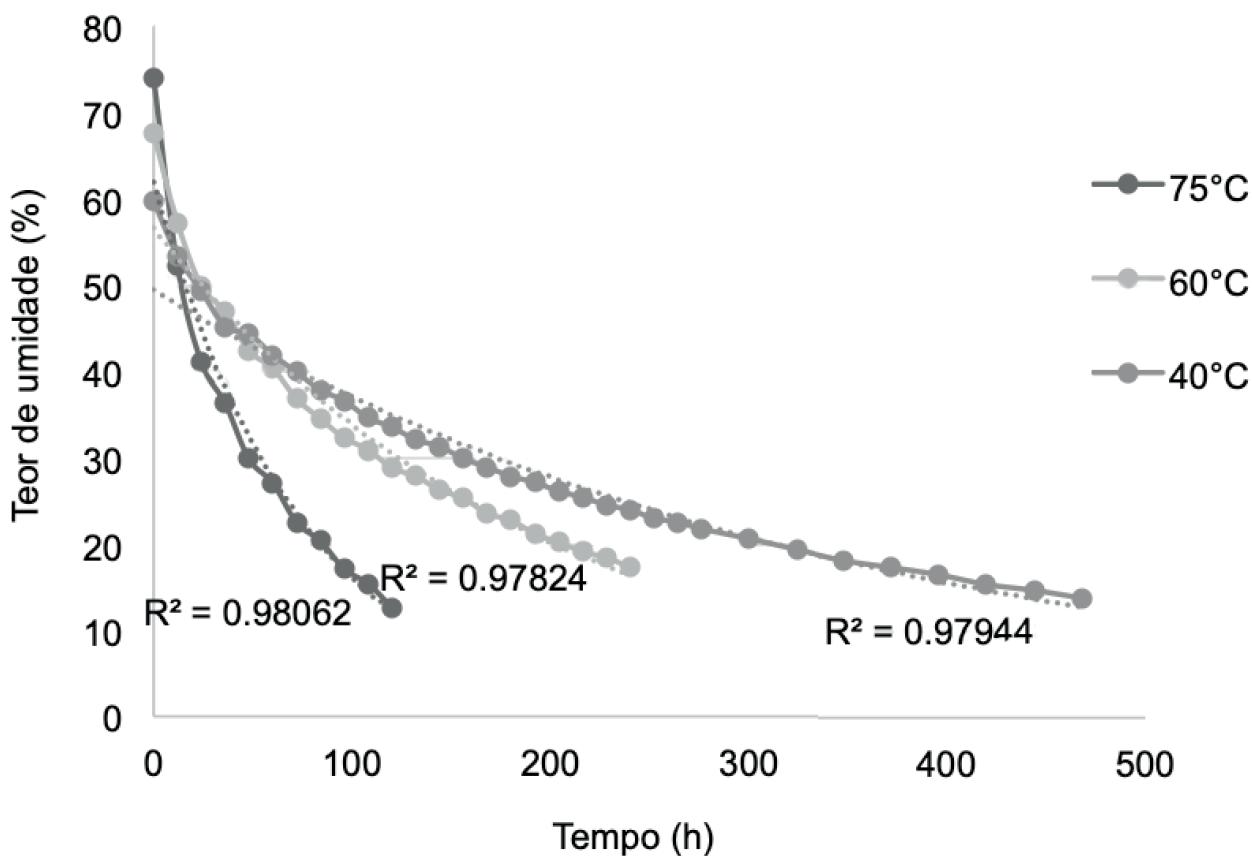


Figura 3. Curvas de secagem das amostras de madeira de *Eucalyptus tereticornis* aos 15 anos em função do teor de umidade inicial e tempo decorrido em horas nas diferentes temperaturas de secagem.

Figure 3. Drying curves of 15-year-old *Eucalyptus tereticornis* wood as a function of the initial moisture content and time elapsed in hours at the different drying temperatures.

Os resultados obtidos para a taxa de secagem encontram-se em concordância com aqueles obtidos por Ciniglio (1998) e Andrade et al. (2001).

Klitzke e Batista (2010) obtiveram taxa de secagem de 0,0332 g.cm⁻².h para os intervalos desde a condição verde até 30% com teor de umidade inicial de 63,49% utilizando 100°C na secagem convencional da madeira de *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii*. Barbosa et al. (2005) também em ensaio de secagem drástica, de dez clones de híbridos de *Eucalyptus* verificaram taxa média de secagem desde o teor de umidade inicial (102,4%) até 30% de 0,0337 g.cm⁻².h e a partir dessa faixa até 5% de umidade de 0,0082 g.cm⁻².h.

Estes valores de taxa de secagem verificados pelos autores supracitados são maiores que os obtidos pelo presente estudo, porém esses resultados podem ser explicados pela diferença de espessura das peças, temperaturas utilizadas e espécies.

É sabido que a espessura das peças influencia no processo de secagem, pois o mesmo implica também no aumento da proporção entre a massa de água a ser retirada e a superfície de evaporação, tornando o processo mais lento e incorrendo em maior tendência a incidência de defeitos de secagem. Corroborando Tomaselli (1980) salienta que a velocidade de secagem é inversamente proporcional a espessura das tábuas.

Tabela 3. Taxas de secagem da madeira de *Eucalyptus tereticornis* aos 15 anos em diferentes temperaturas.

Table 3. Drying rates of 15-year-old *Eucalyptus tereticornis* wood at the different drying temperatures.

Temperatura	Taxa de secagem (g.cm ⁻² .h)	
	U > 30%	U < 30%
75 °C	0,00973 a (11,80)	0,00151 a (12,33)
60 °C	0,00320 b (17,64)	0,00054 b (4,35)
40 °C	0,00196 c (15,76)	0,00036 c (14,24)

U = Umidade da madeira. Letras iguais indicam que, no nível de 5% de significância, não há diferença entre as médias nas colunas. Entre parênteses CV(%) = Coeficiente de Variação.

Na Tabela 4 encontram-se as médias do gradiente de umidade, das madeiras de *Eucalyptus tereticornis*, submetidas à secagem nas diferentes temperaturas avaliadas e o tipo de tensões de secagem desenvolvido durante o processo. Para este estudo não foi verificado o tensionamento do tipo invertido, sendo assim, optou-se por avaliar as peças tensionadas em leve e forte. Os autores Batista et al. (2015) também verificaram tal comportamento durante secagem conjunta de três espécies de *Eucalyptus*.

Os maiores gradientes de umidade, ou seja, maior diferença percentual da umidade da superfície das peças e de seu interior, foram verificados para as amostras submetidas à secagem de maior temperatura (75°C), seguidas das demais, porém sem diferenciar-se estatisticamente entre si. Batista et al. (2015)

observaram que o gradiente de umidade tem relação direta com as tensões de secagem, no qual quanto maior o gradiente, maior a incidência de tensões de secagem, para este estudo também foi verificado tal comportamento. As madeiras submetidas à secagem na maior temperatura apresentaram maiores gradientes de umidade e maior porcentagem de tensões fortes presentes.

Ainda, os autores supracitados, conduzindo a secagem de três espécies de eucaliptos, verificaram maior ocorrência de tensões do tipo leve em duas das espécies e para *Eucalyptus dunnii* maior ocorrência de tensões do tipo forte. Pode-se sugerir a partir destes dados, do estudo citado e do presente, que talvez a secagem conjunta de *E. dunnii* e *E. tereticornis* seja viável, já que as duas espécies apresentaram dificuldades de secagem, altos gradientes de umidade e forte ocorrência de tensionamento.

Tabela 4. Médias dos gradientes de umidade e tensões de secagem da madeira de *Eucalyptus tereticornis* aos 15 anos em diferentes temperaturas.

Table 4. Means of moisture gradients and drying tensions of 15-year-old *Eucalyptus tereticornis* wood at the different drying temperatures.

Temperatura	Gradiente de umidade (%)				Tensões de secagem (%)	
	1		2		Leve	Forte
60°C	5,20	aA	5,75	aA	20	80
40°C	2,73	aA	3,40	aA	33,33	66,66
Média	2,21	aA	2,37	aA	40	60

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula, em uma mesma coluna, não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey a 5% de significância. Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula, em uma mesma linha, não diferem entre si de acordo com o teste t a 5% de significância.

Já Stangerlin et al. (2009) não observou tensões de secagem para madeira de *E. tereticornis*, *E. saligna* e *C. citriodora*, na secagem ao ar livre, provavelmente pela baixa velocidade de secagem empregada e pelo teor de umidade final estar em média com 23%, muito próximo ainda do PSF, não sendo suficiente para causar tensões internas na madeira.

Souza et al. (2012) em estudo sobre a influência da secagem ao ar livre e convencional na qualidade da madeira serrada de *Eucalyptus grandis* verificaram índices médios de rachaduras de topo em tábuas de 15,01 e 23,7%, respectivamente, resultados inferiores aos apresentados neste estudo. Stangerlin et

al. (2009), durante processo de secagem de *Eucalyptus tereticornis* ao ar livre e em estufa solar, verificaram que 18,18 e 12,73% das amostras apresentaram rachaduras de topo em tábuas e 58,18 e 67,27% de rachaduras de superfície, estes valores são menores do que os verificados no presente estudo, esta discrepância pode ser explicada devido a utilização de temperaturas maiores no presente estudo.

Na Tabela 5 encontram-se a porcentagem dos tipos de rachadura, Índices de Rachadura de Topo - IRT bem como as Rachaduras de Superfície - IRS da madeira de *Eucalyptus tereticornis* aos 15 anos em diferentes temperaturas.

Tabela 5. Porcentagem dos tipos de rachadura e Índices de Rachadura de Topo - IRT e Superfícies - IRS da madeira de *Eucalyptus tereticornis* aos 15 anos em diferentes temperaturas.

Table 5. Percentage of *Eucalyptus tereticornis* samples with drying defects and top crack - IRT and surface indexes - IRS of 15-year-old *Eucalyptus tereticornis* wood at the different drying temperatures.

Temperatura	Rachaduras de topo (%)	Rachaduras de superfície (%)	IRT (%)	IRS (%)
75 °C	80 (grande)	8,23 (ausente)	46,94	3,03
60 °C	46,66 (moderada)	4,02 (ausente)	35,39	0,56
40 °C	40 (moderada)	0,00 (ausente)	25,63	0,00

Entre parênteses classificação da incidência de defeitos.

De modo geral, as maiores ocorrências de rachaduras de topo e superfície resultaram do uso de temperaturas elevadas, sendo que as peças secas a 75°C apresentaram maior incidência seguida das demais. Dening et al. (2000) complementam que as rachaduras de superfície são resultantes da presença de gradientes de umidade, ocorrendo quando as tensões que excedem a resistência da madeira à tração perpendicular às fibras. Porém, as rachaduras de superfície não causaram grandes prejuízos na qualidade da madeira, em virtude das dimensões reduzidas das mesmas, podendo aproveitar a madeira normalmente.

É importante salientar que a ocorrência dos empenamentos está ligada também a fatores como dimensões das peças, tipo de corte e grã da madeira e forma de empilhamento, conforme frisam Oliveira (1981) e Ponce e Watai (1985).

4 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos neste estudo, conclui-se:

A temperatura de 75°C proporcionou menor tempo de secagem, porém, maiores gradientes de umidade, maiores tensões e menor qualidade da madeira ao final da secagem, no que se refere a rachaduras.

As temperaturas de 60° e 40°C apresentaram grande diferença no tempo de secagem, porém gradientes de umidade muito semelhantes, incidência de rachaduras e a qualidade do material final também. Pode-se então, sugerir que seja utilizada a temperatura de 60°C para a secagem da madeira de *Eucalyptus tereticornis* com ganho de tempo e ocorrência de rachaduras muito próxima à proporcionada por baixas temperaturas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARADO, C. R.; ALVARADO, C. A.; MENDOZA, O.O. *Eucalyptus tereticornis* Sm: **Part II-Species Descriptions. Tropical Tree Seed Manual**. 2003. p.470-472.
- ANDRADE, A.; JANKOWSKY, I.P.; DUCATTI, M.A. Grupo de madeiras para secagem convencional. **Scientia Florestalis**, n. 59, p. 89-99, jun. 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 7190**: Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 1997.
- BARBOSA, C. G. et al. Elaboração de programa de secagem para madeiras de clones de híbridos de *Eucalyptus* spp. **Cerne**, v. 11, n. 1, p. 40-48, 2005.
- BATISTA, D.C.; KLITZKE, R.J.; ROCHA, M.P. Qualidade da secagem convencional conjunta da madeira de clones de três espécies de *Eucalyptus* sp. **Ciência Florestal**, v. 25, n.3, p. 711-719, 2015.
- BRANDÃO, A. de O. **Determinação de metodologia para a identificação de programas de secagem de madeiras**. 1989. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- CINIGLIO, G. **Avaliação da secagem de madeira serrada de *E. grandis* e *E. urophylla***. 1998. 69f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- DELUCIS, R. A. et al. Propriedades Físicas da Madeira Termorretificada de Quatro Folhosas. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 1, p. 99-107, 2014.
- DENIG, J.; WENGERT, E.M.; SIMPSON, W.T. **Drying hardwood lumber**. Gen. Tech. Rep. FPL–GTR–118. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 2000. 138 p.
- GALVÃO, A. P.M.; JANKOWSKY, I.P. **Secagem racional da madeira**. São Paulo: Nobel, 1985. 111 p.
- KLITZKE, R. J.; BATISTA, D. C. Ensaio de taxa de secagem e escore de defeitos para a predição da qualidade de secagem convencional da madeira de *Eucalyptus*. **Scientia Florestalis**, v. 38, n. 85, p. 97-105, mar. 2010.
- MARTINS, V.A. **Secagem de madeira serrada**. Brasília: IBDF, 1988. 56p.
- OLIVEIRA, L. C. S. **Perguntas e respostas em secagem de madeiras**. São Paulo: IPT, 1981. 36p.

PONCE, R.M.; WATAI, L.T. **Manual de secagem de madeira**. Brasília: MIC/STI/IPT, 1985. 70 p. (Série Documentos, 22).

REZENDE, R. N. et al. Efeito da vaporização na secagem de tábuas de *Eucalyptus grandis*. **Cerne**, v. 21, n. 1, p. 37-43, 2015.

ROCHA, M. P. ***Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus dunnii* Maiden como fontes de matéria prima para serrarias**. 2000. 185 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SANTINI, E. J. **Influência de temperatura na taxa de secagem e contração da madeira de *Pinus elliottii* proveniente de plantios de rápido crescimento**. Curitiba: FUPEF, 15p. (Série Técnica, 5), 1980.

SANTOS, G. R. V.; JANKOWSKY, I. P.; ANDRADE, A. Curva característica de secagem para madeira de *Eucalyptus grandis*. **Scientia Forestalis**, n. 63, p. 214-220, 2003.

SILVA, J. C. Eucalipto: a madeira do futuro. **Revista da Madeira**, Edição especial, 2001. 114 p.

SIMPSON, W. T. **Dry kiln operator's manual**. **Madison**: U.S. Department of Agriculture, Forest Products Laboratory, 1991. 274 p.

SOUZA, J.T. et al. Qualidade da madeira serrada proveniente de árvores dominantes 167 e médias de *Eucalyptus grandis* submetidas à secagem. **Cerne**, v. 18, n. 1, p. 167-174, jan./mar. 2012.

STANGERLIN, D. M. et al. Uso de estufa solar para secagem de madeira serrada. **Ciência Florestal**, v. 19, n. 4, p. 461-472, out/dez. 2009.

TOMASELLI, I. **Secagem de madeira**. Curitiba: FUPEF, 1980. 29 p.

VIDAURRE, G. et al. Lenho Juvenil e Adulto e as Propriedades da Madeira. **Floresta e Ambiente**, v. 18, n. 4, p. 469-480, out./dez. 2011.