



EFEITO DA UMIDADE E DOS DIÂMETROS NAS RACHADURAS DE TOPO EM MADEIRAS APÓS TRATAMENTO INDUSTRIAL

**Isaias Tolentino Araújo de Souza¹, Gustavo Jorda da Silva Rodrigues², Augusto Ribeiro Kaspary³,
Weverton Williams Silva Costa⁴, Bruno Dario L. O. S. S Filho e Sobrinho⁵, Vitória da Silva⁶, Vania
Aparecida de Sá⁷**

Universidade Federal de Alagoas¹, Universidade Federal de Alagoas², Universidade Federal de Alagoas³,
Universidade Federal de Alagoas⁴, Universidade Federal de Alagoas⁵, Universidade Federal de Alagoas⁶,
Universidade Federal de Alagoas⁷
Isaias.souza@ceca.ufal.br

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar a relação entre o diâmetro e a umidade das toras com a formação de rachaduras de topo em madeiras de *Eucalyptus spp.* submetidas ao tratamento industrial em autoclave. Foram analisadas três classes diamétricas distintas, com medições de umidade e extensão das rachaduras realizadas 24 horas após o tratamento. Os resultados da ANOVA indicaram ausência de diferença estatisticamente significativa entre as classes quanto ao comprimento das rachaduras, apesar da classe intermediária (14–16 cm) apresentar maior média e variabilidade. A análise de correlação de Pearson revelou uma associação negativa fraca e não significativa entre a umidade e a extensão das rachaduras. As variações nos níveis de rachaduras não seguiram padrão diretamente relacionado ao diâmetro ou à umidade, sugerindo que fatores anatômicos, tensões internas e respostas individuais ao tratamento influenciam de forma mais relevante. Conclui-se que, sob as condições do experimento, nem o diâmetro nem a umidade final foram determinantes para a ocorrência de fissuras nas toras tratadas.

Palavras-chave: Autoclavagem, fissuras, preservação, propriedades físicas

INTRODUÇÃO

Segundo a FAO (2018, apud BARREIROS et al., 2023), o Brasil é o quinto maior produtor e consumidor de madeira no mundo, com produção média de 150 milhões de metros cúbicos por ano, sendo que cerca de 70% são de espécies de eucalipto destinados ao abastecimento dos setores energéticos e de celulose, além de aplicações em estruturas e na indústria moveleira.

A madeira é um recurso renovável valorizado por suas propriedades físico-mecânicas e anatômicas, que possibilitam ampla aplicação na construção, mobiliário e energia (Vidal et al., 2015; Gonçalves et al., 2021). No entanto, a qualidade final da madeira pode ser comprometida por defeitos como rachaduras, frequentemente associadas a secagem inadequada, tensões internas e propriedades anatômicas específicas.

Espécies do gênero *Eucalyptus spp.* são amplamente utilizadas comercialmente, mas apresentam alta suscetibilidade ao colapso e rachaduras quando submetidas a secagens rápidas ou tratamentos agressivos (Silva et al., 2019). Entre os processos para aumentar a durabilidade, destaca-se o tratamento com preservantes em autoclave, que utiliza pressão positiva para garantir maior penetração e retenção dos produtos (Lopes et al., 2020). Embora eficaz do ponto de vista biológico, esse tratamento pode intensificar tensões internas, potencializando o surgimento de fissuras.

Empresas do setor madeireiro frequentemente adotam medidas preventivas para conter o surgimento de fissuras, como o grampeamento das peças antes do tratamento. No entanto, neste estudo foram utilizadas madeiras de clones superiores, consideradas de alta qualidade, sem a aplicação desse recurso. Mesmo assim, observações iniciais sugerem que esses materiais não estão totalmente isentos de defeitos, o que indica a possível influência de fatores como densidade, tensões internas e anatomia da madeira no comportamento pós-tratamento.

Diante disso, este estudo visa analisar a influência da umidade e do diâmetro das toras na ocorrência de rachaduras de topo em madeiras de *Eucalyptus* spp. após o tratamento industrial em autoclave com pressão positiva.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados neste estudo foram obtidos em uma indústria de tratamento de eucaliptos, localizada no município de Maceió, Alagoas, pertencente ao grupo empresarial S&D. Foram estudadas toras de madeiras de eucaliptos tratados em autoclave, na qual foram registrados os valores de umidade e rachaduras de toras de *Eucalyptus* spp. submetidas ao tratamento em autoclave. A medição da umidade foi efetuada com o auxílio de um medidor de umidade para madeira Duo2070 com martelete, no meio das toras. As rachaduras foram mensuradas utilizando um paquímetro digital, sendo considerada a média das medições realizadas nas duas extremidades de cada tora. A amostragem contemplou cinco toras por classe diamétrica, totalizando três classes distintas (12 – 14 cm; 14 – 16 cm; 16 – 18 cm).

Durante o processo de autoclavagem, submetidas a um ciclo automatizado de tratamento, com tempo e dosagem previamente programados no sistema. O ciclo envolve etapas de vácuo e pressão positiva, que promovem a abertura dos poros da madeira, facilitando a penetração da solução preservante. A substância utilizada no tratamento é o borato de cobre cromatado (CCB), que possui ação inseticida e fungicida, garantindo proteção contra agentes xilófagos e microbiológicos responsáveis pela degradação da madeira, como fungos e insetos.

O ciclo completo de tratamento em autoclave tem duração média de 1 hora e 20 minutos, assegurando a penetração uniforme do produto em todas as partes da madeira. Após a finalização do ciclo, as toras são retiradas automaticamente da câmara e direcionadas para repouso por duas horas, antes de serem novamente deslocadas para o pátio, onde são empilhadas conforme a classificação diamétrica. Em seguida, permanecem em processo de cura por 72 horas, condição necessária para estabilização do produto antes de sua liberação para comercialização. Porém foram escolhidas para medições toras que estavam com 24 horas após o tratamento.

O experimento seguiu delineamento inteiramente casualizado, com 3 tratamentos (classes diamétricas) e 5 repetições. Foram analisadas médias de umidade e rachaduras, correlação entre ambas e ANOVA para comprimento das rachaduras em função das classes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1 - Análise das rachaduras e umidade de toras de madeira tratadas em autoclave, classificadas por classes diamétricas

Classes diamétrica (cm)	Rachadura (mm)	CV (%)	Umidade (%)	CV (%)
12 – 14	3,21 \pm 0,22	15,92	40,20 \pm 1,15	6,44
14 – 16	4,56 \pm 0,94	46,21	41,40 \pm 1,16	6,30
16 – 18	3,40 \pm 0,41	27,34	41,40 \pm 1,28	6,96

Tabela 2 - ANOVA para comprimento das rachaduras em função da classe diamétrica

Fonte de Variação	SQ	GL	QM	F	p-valor
Classe diamétrica	5,38	2	2,69	1,45	0,273
Erro	22,25	12	1,85		
Total	27,63	14			

Tabela 3 - Correlação entre umidade e rachadura

Variáveis	Coeficiente de correlação (r)	p-valor
Umidade \times Rachadura	-0,23	0,400

A análise de variância (ANOVA) indicou que não houve diferença estatisticamente significativa entre as classes diamétricas quanto à extensão média das rachaduras de topo nas madeiras tratadas ($p = 0,273$). Apesar disso, a classe 14x16 cm apresentou a maior média de rachaduras (4,56 mm), seguida pela classe 16x18 cm (3,40 mm) e pela classe 12x14 cm, que registrou a menor média (3,21 mm). Essa variação numérica, no entanto, não foi suficiente para configurar um efeito estatístico significativo no delineamento adotado.

A análise do coeficiente de variação (CV%) reforça essas observações, mostrando maior dispersão dos dados na classe 14x16 cm (46,2%), o que pode indicar maior heterogeneidade no comportamento das toras desse grupo. Por outro lado, a classe 12x14 cm apresentou o menor CV% (15,9%), sugerindo maior uniformidade na ocorrência das rachaduras. Em relação à umidade das peças após o tratamento, os valores médios variaram pouco entre as classes (de 40,20% a 41,40%), com coeficientes de variação entre 6,0% e 7,0%, o que evidencia um bom controle do processo de secagem.

A análise de correlação de Pearson revelou uma associação negativa fraca entre a umidade inicial das peças e a extensão das rachaduras ($r = -0,23$), sem significância estatística ($p = 0,400$). Isso indica que, nas condições do experimento, a umidade não teve influência direta sobre a intensidade do defeito.

De forma geral, os resultados não apontam uma relação direta entre o aumento do diâmetro das toras e a severidade das rachaduras. Isso sugere que outros fatores, como características anatômicas da madeira, tensões internas geradas no processo de tratamento em autoclave ou a resposta individual das toras à exposição, podem ter influenciado mais intensamente a formação das fissuras do que o diâmetro ou a umidade residual propriamente ditas.

CONCLUSÕES

Conclui-se que, nas condições analisadas, não houve influência estatisticamente significativa do diâmetro das toras ou da umidade residual na extensão média das rachaduras de topo em madeiras tratadas. A baixa correlação entre umidade inicial e extensão das rachaduras, aliada à uniformidade dos teores de umidade entre as classes, reforça a hipótese de que fatores anatômicos e estruturais da madeira, bem como tensões internas geradas durante o tratamento e a secagem, desempenham um papel mais relevante na ocorrência dessas fissuras.

REFERÊNCIAS

- VIDAL, J. M. et al. Preservação de madeiras no Brasil: histórico, cenário atual e tendências. *Ciência Florestal*, v. 25, n. 1, p. 257–271, jan. 2015.
- BARREIROS, R. M. et al. Comportamento químico e físico da madeira natural e termorretificada de clones de eucalipto. *Ciência Florestal*, v. 33, n. 1, p. e67304, 2023.
- VIVIAN, M. A. et al. Resistência biológica da madeira tratada de duas espécies de *Eucalyptus* em ensaio de campo. *Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo, v. 34, n. 80, p. 425–433, 2014.
- GONÇALVES, R. et al. Qualidade da madeira de espécies florestais em diferentes condições de manejo. *Revista Ciência Florestal*, 31(1), 57–66. 2021.
- LOPES, R. P. et al. Efeito do tratamento preservante em autoclave sobre defeitos físicos da madeira. *Revista Árvore*, 44(2), e440207. 2020.
- SILVA, M. F. et al. Avaliação de defeitos de secagem em madeira de *Eucalyptus grandis* tratada. *Floresta e Ambiente*, 26(3), e20180171. 2019.