

Efeito do tratamento preservativo na resistência à compressão e variação volumétrica da madeira de *Eucalyptus urograndis*

Ana Julia Zunta Carniel ¹; Thaisa Schmoller ²; Gustavo Savaris ²; Renan Zunta Raia ³; André Ricardo Angonese ⁴; Carlos Eduardo Tino Balestra ²

¹ Universidade Federal de Santa Catarina; ² Universidade Tecnológica Federal do Paraná; ³ Universidade Federal do Paraná; ⁴ Florestal Ouro Verde

Resumo: A utilização da madeira na construção civil tem aumentado devido aos melhoramentos no desenvolvimento genético das espécies, no manejo das plantações e nos processos dos tratamentos preservativos. Estes últimos podem alterar as propriedades mecânicas da madeira, devido à aplicação de produtos químicos sob pressão. Neste trabalho a resistência à compressão paralela às fibras e a variação volumétrica da madeira de *Eucalyptus urograndis* são comparadas em duas condições: madeira natural e após tratamento preservativo com arseniato de cobre cromatado em autoclave. Os resultados demonstraram um aumento na resistência à compressão paralela às fibras, entretanto sem diferença significativa na variação volumétrica deste material.

Palavras-chave: Madeira tratada, Propriedades mecânicas, CCA.

Effect of the preservative treatment on compressive strength and volumetric shrinkage of *Eucalyptus urograndis* wood

Abstract: The use of wood in the construction industry has increased due to the improvements on genetic development, plantation management and preservative treatment processes. Preservative treatments may modify the mechanical properties of wood due to the use of chemicals by pressure. In this work, the compression parallel to grain and the volumetric shrinkage of *Eucalyptus urograndis* are compared in two conditions: natural wood and after preservative treatment with chromated copper arsenate in autoclave. The results showed that this type of treatment increased the compressive strength parallel to the fibers, with no alteration in the volumetric shrinkage of this material.

Keywords: Treated wood, Mechanical properties, CCA.

1. INTRODUÇÃO

O atual destaque da aplicação da madeira como elemento estrutural na construção civil pode ser atribuído ao aumento da tecnologia empregada em seu beneficiamento, com a utilização de



agentes preservativos de maior qualidade, e da utilização de espécies de reflorestamento, como o *Eucalyptus* e o *Pinus*. A busca por produtos e processos que reduzem o custo e melhoram a qualidade e o desenvolvimento dos sistemas construtivos e das habitações em geral, também são considerados fatores relevantes para o aumento do uso da madeira como estruturas (Almeida, 2011; Recco et al., 2014).

A madeira é um material biodegradável e sua eliminação ou reciclagem não acarretam quaisquer problemas ambientais. Em contraposição, é naturalmente um material combustível, heterogêneo, anisotrópico e vulnerável aos agentes externos quando utilizada sem tratamento preservativo. Dessa forma, o tratamento da madeira é necessário para a utilização desse material na construção civil, sendo que a qualidade do tratamento está intrínseca às propriedades da espécie, dependendo da profundidade de penetração, retenção e distribuição homogênea (Silva, 2008; Moreschi, 2013).

Autores como Faria et al. (2015) e Arantes et al. (2017) realizaram estudos sobre a influência do tratamento preservativo em autoclave, respectivamente, na resistência à compressão paralela às fibras da madeira e na estabilidade dimensional da madeira para diferentes espécies, os quais obtiveram resultados que comprovam que cada espécie e tipo de cultivo tem um comportamento singular em relação ao tratamento da madeira. Dentre os vários produtos preservativos existentes no mercado atualmente, o composto arseniato de cobre cromatado (CCA) é o principal produto químico utilizado na preservação de madeira de *Eucalyptus* (Vivian et al., 2012).

Diante disso, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência do tratamento preservativo em autoclave com CCA nas propriedades de resistência à compressão paralela às fibras e estabilidade dimensional da madeira de *Eucalyptus urograndis*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A madeira utilizada foi obtida de plantações comerciais do híbrido de *Eucalyptus urograndis* localizadas no estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. As árvores tinham 8 anos de idade, com troncos de diâmetro médio de 30 cm, que foram serrados em peças de seção transversal quadradas com 8 cm de aresta e aleatoriamente divididos em dois grupos. Um grupo foi avaliado sem qualquer tipo tratamento preservativo enquanto outro foi submetido ao tratamento em autoclave, com preservativo arseniato de cobre cromatado (CCA-C), através do processo de “célula cheia” ou “Bethell”. Para cada tipo de ensaio de determinação de propriedade da madeira foram utilizadas a mesma quantidade de corpos de prova de cada grupo.

Inicialmente os corpos de prova para ensaio de resistência a compressão paralela às fibras foram submetidos à secagem em estufa, em temperatura controlada de 100 ± 3 °C, visando reduzir a umidade da madeira para valores entre 12 e 20%. Dessa forma, todos os corpos de prova foram ensaiados com umidade abaixo do ponto de saturação das fibras, evitando a influência do teor de umidade nas propriedades mecânicas.

Para a determinação da resistência a compressão paralela as fibras, foram utilizados 12 corpos de prova de seção transversal quadrada, de 5 cm de aresta, e 15 cm de comprimento para cada estado da madeira, ensaiados em uma máquina universal de ensaios, baseando-se na NBR 7190 (ABNT, 1997). Ainda de acordo com equações previstas na norma, os resultados de resistência foram corrigidos para a umidade padrão de 12%.

Na determinação da estabilidade dimensional da madeira foram utilizados 12 corpos de prova prismáticos com dimensões de 2,0 x 3,0 x 5,0 cm, conforme recomendações da norma NBR 7190 (ABNT, 1997). As dimensões dos corpos de prova foram medidas utilizando um paquímetro, em duas condições, saturados em água e secos em estufa, até atingirem constância de massa nas duas condições, conforme prevê a norma citada.

Com os dados obtidos foram calculadas, para cada corpo de prova, as deformações específicas de retração e inchamento e as variações volumétricas, nas direções radial, tangencial e longitudinal utilizando as respectivas equações prescritas na seção B.7.2 da NBR 7190 (ABNT, 1997).

Os resultados foram analisados estatisticamente através do teste T para comparação das médias ao nível de probabilidade de 95%, utilizando o programa computacional de análise estatística R.

3. RESULTADOS

As médias e coeficientes de variação das resistências à compressão paralela às fibras após a correção para 12% de umidade, conforme prevê a NBR 7190 (ABNT, 1997) são apresentadas na Tabela 1, para ambas as condições da madeira.

Tabela 1. Resultados do ensaio de resistência à compressão paralela as fibras.

	Madeira Natural	Madeira Tratada
Resistência média (MPa)	49,79b	61,1a
Coefficiente de variação (%)	13,96	9,00

*Médias seguidas por letras diferentes diferem pelo Teste T – amostras independentes, com nível de 5% de significância.

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados médios e coeficientes de variação obtidos no ensaio de retração e inchamento, variação volumétrica e coeficiente anisotrópico (razão entre o resultado da retração na direção radial pelo valor da mesma propriedade na direção tangencial), para a madeira nas condições natural e após tratamento.

Tabela 2. Resultados do ensaio de retração e inchamento para madeira.

	Retração			Inchamento			Variação Volumétrica (%)	Coeficiente Anisotrópico
	T (%)	R (%)	L (%)	T (%)	R (%)	L (%)		
Média Madeira Natural	5,12a	6,18a	0,95a	5,44a	6,62a	0,96a	13,48a	0,96a
C.V. Madeira Natural (%)	35,55	28,82	32,45	35,29	30,91	32,79	17,54	59,96
Média Madeira Tratada	6,27a	6,26a	0,86a	6,71a	6,68a	0,87a	14,82a	1,02a
CV Madeira Tratada (%)	22,58	10,49	77,18	24,33	11,14	78,31	11,76	29,87

*CV% = Coeficiente de Variação. Colunas denominadas T representam a direção tangencial do corpo de prova, R a direção radial e L a direção longitudinal.

*Médias seguidas por letras iguais não diferem pelo Teste T – amostras independentes, com nível de 5% de significância.

4. DISCUSSÃO

Comparando os resultados do ensaio de resistência à compressão paralela às fibras, verifica-se que a madeira após tratamento apresentou resistência superior à não tratada, com diferença estatística significativa. O resultado do teste T de comparação das médias comprovou a diferença estatística de resistência entre os dois grupos, uma vez que resultou em valor-p igual a 0,02%, para um nível de 95% de confiança entre as médias obtidas. Resultados semelhantes são apresentados por Faria et al. (2015) para madeira de *Eucalyptus camaldulensis*, visto que os autores concluem que houve um aumento na resistência mecânica das peças tratadas em relação às não tratadas para esta espécie.

Avaliando a estabilidade dimensional, os resultados obtidos indicam que não houve diferença significativa entre os tratamentos para o ensaio de retração e inchamento. Apesar das variações apresentadas, as médias são consideradas estatisticamente iguais a um nível de

significância de 5%, uma vez que o teste T apresentou p-valores superiores a 5%.

A variação volumétrica apresentada pelo híbrido *Eucalyptus urograndis* se assemelhou aos resultados apresentados por Faria et al. (2015) para *Eucalyptus camaldulensis*, com valores de 15,85% para a madeira tratada e 12,08% para a madeira natural, bem como dos resultados por Batista et al. (2010) para *Eucalyptus grandis*, o qual apresentou variação volumétrica média de 14,10%.

Quanto ao coeficiente de anisotropia (CA), os valores obtidos de 1,02 e 0,96, para a madeira tratada e natural, respectivamente, são consideradas ideais segundo Oliveira et al. (2010), pois os valores do CA são próximos de 1 nos dois lotes analisados. Assim, para ambos os tratamentos, a contração é semelhante nos eixos tangencial e radial, tornando a madeira menos propensa a fendilhar e empenar durante as alterações dimensionais provocadas pela variação higroscópica.

Resultado semelhante foi apresentado por Arantes et al. (2017), onde os autores concluíram que o tratamento preservativo com CCA em *Eucalyptus urograndis* não ocasionou variação na estabilidade dimensional e no coeficiente de anisotropia.

5. CONCLUSÕES

Pode concluir-se com a realização deste trabalho que a aplicação do tratamento preservativo CCA em peças de madeira de *Eucalyptus urograndis* resultou em aumento da resistência à compressão paralela às fibras quando comparado com peças sem tratamento, não ocorrendo alterações significativas no comportamento da estabilidade dimensional quando submetida à variação higroscópica.

6. REFERÊNCIAS

Almeida, D.H. Análise das resistências de embutimento e de compressão para madeiras de pinus e eucalipto. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Estadual de São Paulo. Itapeva, 2011.

Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR-7190: projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro; 1997.

Arantes LS, Hein PRG, Silva JRM, Soares VC. Influência do tratamento preservativo com CCA-C na estabilidade dimensional da madeira de Eucalyptus. Scientia Forestalis 2017; 45: 285-293.

Batista DC, Klitzke RJ, Santos CVT. Densidade básica e retratibilidade da madeira de clones de três espécies de Eucalyptus. Revista Ciência Floresta 2010; 20(1):655-674.

Faria WS, Resende DR, Guimarães IL, Protásio TP, Guimarães Junior JB. Avaliação das propriedades físico-mecânicas da madeira de *Eucalyptus camaldulensis* tratado e não tratados com preservativo. *Enciclopédia Biosfera* 2015; 11(21):287.

Moreschi, J.C.; Métodos de tratamento da madeira. Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal da UFPR. *Biodegradação e preservação da madeira*, 4ª edição, abril/2013.

Oliveira JTS, Tomazello Filho M, Fiedler NC. Avaliação da retratibilidade da madeira de sete espécies de *Eucalyptus*. *Revista Árvore* 2010; 34(5): 929-936.

Recco EG, Pletz E, Moura JDM. Análise experimental de emendas tracionadas de barras de madeira laminada pregada de *Pinus* spp. XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. *Anais... Maceió*, 2014.

Silva, J.P.A.G. Especificações de tratamentos de preservação para elementos de madeira. Dissertação de Mestrado. Universidade do Porto. Portugal, 2008.

Vivian MA, Santini EJ, Modes KS, Morais WWC. Qualidade do tratamento preservativo em autoclave para a madeira de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus cloeziana*. *Revista Scientia Forestalis* 2012; 40(96): 445-453.