

AVALIAÇÃO DE EMENDAS POR ENTALHES MÚLTIPLOS REFORÇADAS COM POLÍMEROS DE FIBRAS DE VIDRO E DE CARBONO EM *Eucalyptus spp.*

Deyvis Borges Waltrick¹, Carlos Augusto de Paiva Sampaio², Cleide Beatriz Bourscheid³, Rodrigo Figueiredo Terezo⁴

¹Acadêmico do Curso de Engenharia Florestal - CAV - bolsista PROBITI/UDESC.

²Professor Participante do Departamento de Agronomia – CAV.

³Mestranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal - CAV.

⁴Orientador, Departamento de Engenharia Florestal - CAV - rterezo@hotmail.com.

Palavras-chave: *finger-joint*, reforço com fibras, geometria de emendas longitudinais.

Elementos estruturais em Madeira Laminada Colada (MLC) são confeccionados a partir de tábuas de madeira serrada coladas de topo e posteriormente coladas umas sobre as outras, até se obter o comprimento e largura desejados, respectivamente. Pesquisas revelam que as emendas de topo podem diminuir em até 25% a resistência dos elementos estruturais em MLC, se comparadas à madeira maciça sem defeitos. Atualmente, esta emenda de topo é feita por meio de entalhes múltiplos (*finger-joints*). Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi realizar uma análise de desempenho de emendas por entalhes múltiplos com reforço de fibras de vidro e fibra de carbono, comparadas a madeira maciça, utilizando-se múltiplas espécies de *Eucalyptus*. A metodologia teve as seguintes etapas: (i) seleção e preparo das amostras, (ii) produção dos corpos de prova, (iii) aplicação do reforço com fibras, (iv) execução dos ensaios de tração e (v) análise estatística. A avaliação de desempenho das emendas por entalhes múltiplos reforçadas se deu por meio: da análise da geometria das emendas por entalhes múltiplos, da resistência à tração paralela às fibras e da densidade básica da madeira. Utilizou-se apenas uma geometria de classe estrutural e os adesivos utilizados nas emendas foram o poliuretano reativo e a resorcina, ambos também de uso estrutural. Após a cura do adesivo, as amostras emendadas foram aplainadas e usinadas em marcenaria, até que estivessem de acordo com as diretrizes da NBR 7190/1997 para ensaios de tração paralela às fibras. A produção dos corpos de prova de madeira maciça ocorreu concomitante aos com emendas. As fibras utilizadas no reforço das emendas foram: o tecido bidirecional de fibra de vidro, do tipo tela 1x1, com 4x4 fios/cm, 330g/m² e espessura de 0,30mm; e o tecido bidirecional de fibra de carbono, do tipo sarja 2x2, com 5x5 fios/cm, 200g/m² e espessura de 0,40mm. A aplicação das fibras consistiu na formação de um compósito “adesivo/fibra/madeira”, executando a aplicação do adesivo sobre a madeira com sobreposição do tecido de fibra, seguido do uso de uma barra metálica para desaeração e por fim, aplicação de uma nova camada de adesivo. O delineamento experimental utilizado compreende na produção de 10 corpos de prova de tração paralela às fibras, divididos em dois tipos de adesivos, dois tipos de reforço com fibras e, no caso do adesivo poliuretano, três formas de aplicação do reforço. Foram produzidos também 15 corpos de prova de madeira maciça como testemunhos. Para a análise estatística foram empregados os testes de normalidade por Shapiro-Wilk, teste de homogeneidade das variâncias por Bartlett, ANOVA e teste de comparação de médias de Tukey,

com 95% de confiabilidade. O software utilizado para a estatística foi o Suplemento Action no Excel. O teste de médias revelou que há diferença significativa entre a utilização do adesivo poliuretano e a madeira maciça, bem como com a madeira maciça e o uso da resorcina. Entretanto, não apresentou significância entre os dois adesivos. Nota-se também que houve perda de resistência média do material quando comparadas à madeira maciça. Sugere-se que houve uma baixa aderência dos adesivos utilizados com a madeira e com as fibras, provavelmente em função da alta densidade aparente da madeira (acima de $0,7\text{g/cm}^3$) da maioria dos corpos de prova ensaiados e dos diferentes sistemas de aplicação do reforço. O desempenho das emendas reforçadas com fibras de vidro e fibras de carbono não se mostrou significativamente diferente quando avaliado exclusivamente para cada um dos dois tipos de adesivos utilizados. Sendo que o adesivo poliuretano apresentou média de resistência igual a $372,12\text{Kgf/cm}^2$ para as emendas reforçadas com fibras de vidro e de $299,30\text{Kgf/cm}^2$ para as emendas reforçadas com fibras de carbono. O desempenho semelhante dos reforços de fibras pode ter sido influenciado pelas diferentes gramaturas dos tecidos. Pelo teste de médias, houve diferença significativa quanto à aplicação ou não de pressão. Avaliando apenas as duas metodologias (com pressão e sem pressão) de aplicação do reforço com o adesivo poliuretano, o método que utiliza aplicação de pressão ($470,28\text{ Kgf/cm}^2$) durante o processo de cura apresentou-se superior ao método sem pressão ($231,45\text{ Kgf/cm}^2$), com coeficientes de variação de 19,55% e 39,72%, respectivamente. A não aplicação de pressão durante o processo de cura do poliuretano faz com que ocorra formação de bolhas de ar em função da reatividade da cola, diminuindo drasticamente a capacidade de transmissão dos esforços nas ligações do compósito. Em função da alta variabilidade dos resultados obtidos, a análise de correlação da resistência à tração paralela às fibras com a densidade foi executada, a fim de avaliar os efeitos da densidade aparente sobre tensão máxima. A equação com melhor ajuste aos dados foi do tipo potência ($y = 423,36x^{0,7296}$) e o fator de correlação foi de 0,3115, considerada uma baixa correlação. Os pré-ensaios mostram que há potencial de incremento na resistência das emendas com a utilização do reforço com fibras de vidro e de carbono nas emendas por entalhes múltiplos, porém o baixo número de corpos de prova ensaiados não permite a execução de análise mais precisa. A execução destes ensaios mostra que há viabilidade de produção de reforços de fibras em madeira, e definem de forma mais precisa a metodologia correta a ser utilizada em cada ensaio ao longo da execução de pesquisas futuras.