

EMENDAS DENTADAS REFORÇADAS COM FIBRAS DE VIDRO OU DE CARBONO EM *Eucalyptus* spp. e *Pinus taeda*

Cleide Beatriz Bourscheid¹ (bourscheidcleide@gmail.com); **Rodrigo Figueiredo Terezo¹** (rodrigo.terezo@udesc.br); **Polliana D'Angelo Rios¹** (polliana.rios@udesc.br); **Alexsandro Bayestorff da Cunha¹** (alexsandro.cunha@udesc.br); **Deyvis Borges Waltrick¹** (eng.borges@outlook.com); **Ângela Maria Stüpp¹** (angela.stupp@hotmail.com)

¹UDESC – Campus III de Lages, Santa Catarina.

Resumo

As emendas dentadas são a união de topo entre lâminas de madeira mais utilizadas na fabricação da Madeira Lamelada Colada (MLC) e exercem influência direta na sua rigidez e resistência mecânica final. Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar a resistência à tração paralela às fibras da madeira com diferentes composições de reforços sobre as emendas. Foram utilizadas duas geometrias para execução das emendas dentadas e duas espécies: *Pinus taeda* e *Eucalyptus* spp. Os reforços foram tecidos de fibras de vidro ou de carbono colados com adesivo estrutural poliuretano reativo. Os tratamentos empregados foram: “A-Vidro”, “A-Vidro2”, “A-Carbono”, “B-Vidro”, “B-Vidro2” e “B-Carbono”, sendo “A” ou “B”, as geometrias e “2”, o número de camadas do tecido. Para análise estatística utilizou-se o teste de Scott Knott a 95% de confiabilidade. Os resultados mostraram que as emendas diminuíram em até 42,73% a resistência à tração paralela, independentemente da espécie. Para o *P. taeda*, os tratamentos foram “A-Vidro2”, “A-Carbono”, “B-Vidro2”, “B-Carbono” e “B-Vidro” e para o *Eucalyptus* spp, os tratamentos “B-Vidro2”, “B-Carbono” e “A-Vidro2” apresentaram resistência mecânica equivalente à madeira maciça. Pode-se concluir que a aplicação de reforço em duas camadas de fibras de vidro ou uma de fibras de carbono com a geometria B aumentou (em até 71% para o *P. taeda* e 25% para o *Eucalyptus* spp.) a resistência à tração paralela. Conclui-se ainda que as densidades aparentes (*P. taeda* = 0,49g/cm³ e *Eucalyptus* spp. = 0,60g/cm³) apresentaram fraca correlação com a resistência à tração paralela.

Palavras-chave: Uniões dentadas. Reforço com fibras. Emendas longitudinais.

Abstract

Strength of structural finger-joints reinforced with fibers. The finger-joints are the kind of top joints most used in wood blades to manufacture of glued laminated timber (GLULAM) and present direct influence on their rigidity and final mechanical strength. Thus, the objective of this study was to evaluate the tensile strength parallel to grain with different compositions of reinforcements concentrated on finger-joints. Two geometries were used to execute the finger-joints and two species: *Pinus taeda* and *Eucalyptus* spp. The reinforcements were woven from glass or carbon fibers bonded with polyurethane structural adhesive. The treatments used were: "A-Glass", "A-Glass2", "A-Carbon", "B-Glass", "B-Glass2" and "B-Carbon", being "A" or "B", the geometries and "2", the number of layers of woven. For statistical analysis, the Scott Knott test was used at 95% confidence interval. The results showed that the finger-joints decreased

(up to 42,73%) the tensile strength, regardless of species. For *Eucalyptus* spp, the treatments "B-Glass2", "B-Carbon" and "A-Glass2" presented mechanical strength equivalent to solid wood, and for *P. taeda*, the treatments were "A-Glass2", "A -Carbon ", " B-Glass2 ", " B-Carbon "and" B-Glass ". It can be concluded that the application of reinforcement in two layers of glass fibers or one of carbon fibers with geometry B increases (up to 71% for *P. taeda* and 25% for *Eucalyptus* spp.) the tensile strength. It was also concluded that the apparent densities (*P. taeda* = 0.49g/cm³ and *Eucalyptus* spp. = 0.60g/cm³) show poor correlation with the tensile strength parallel to grain.

Keywords: Finger-joint. Fiber reinforced. Longitudinal joints.

1 Introdução

As tecnologias da indústria de compósitos vêm sendo utilizadas com frequência pela engenharia. O uso de novos materiais sintéticos, em conjunto com os polímeros naturais, faz com que os produtos industrializados atendam as propriedades desejadas em projeto e normas de desempenho. A madeira e seus derivados estão entre os mais importantes materiais de construção e têm se tornado cada vez mais usual. Todavia, a disponibilidade de peças maciças de grande porte está se tornando rara e onerosa, mesmo quando oriundas dos plantios homogêneos certificados. Além disso, as peças maciças possuem características físicas e mecânicas alteradas devido à presença de nós, fissuras e rachaduras. Estes defeitos são prejudiciais tanto à resistência a esforços de tração quanto a esforços de compressão da madeira (KHELIFA et al., 2015b).

Para Segundinho et al. (2013), a Madeira Lamelada Colada (MLC) apresenta vantagens em relação a madeira maciça, não só por utilizar preferencialmente espécies de floresta plantada (*Pinus taeda* e *Eucalyptus* spp.), mas em função de um processo industrial que visa diminuir a influência de defeitos por meio da classificação, laminação e colagem. A ligação de topo entre as lâminas de madeira pode ser realizada através de bisel ou emendas dentadas longitudinais (finger-joints) colados. Pode-se também retirar os defeitos das lamelas e uni-las novamente por meio destes processos. Para tanto, se requer precisão na sua execução para alcançar padrões de qualidade exigidos por norma (MOLINA et al., 2016).

As emendas dentadas são as mais indicadas para MLC estrutural em função das suas características tais como: linearidade, estabilidade dimensional, predição de perda de resistência e maior área de colagem (KHELIFA et al., 2015a). As geometrias utilizadas são regidas por normas, como a europeia EN 385 (2001), que propõe um comprimento de entalhe (L_d) de 20 mm, largura da base (t_d) de 6,2 mm, largura da ponta (b_d) de 1 mm e grau de enfraquecimento (v_d) de até 16%. No Brasil, há o projeto de revisão da norma brasileira PNBR 7190 (2011), que propõe geometrias para emendas dentadas de uso estrutural como: (i) $L_d = 21$ mm, $t_d = 7$ mm, $b_d = 1$ mm e $v_d \leq 14\%$, até $L_d = 28$ mm, $t_d = 7$ mm, $b_d = 1$ mm e $v_d \leq 12\%$.

De maneira geral, vigas em madeira são mais solicitadas a tensões paralelas às fibras e consequentemente, às lamelas da MLC e suas emendas de topo. Portanto, desenvolver uma nova tecnologia que seja capaz de resistir às tensões de tração tem sido o objetivo de muitas