

CISALHAMENTO NO PLANO DE COLA DE MADEIRA LAMINADA COLADA

Luisa Julieth Parra-Serrano (julieth_ps@yahoo.com) - ESALQ - USP; **Mônica Duarte Aprilanti** (monica.aprilanti@gmail.com) - ESALQ-USP; **José Nivaldo Garcia** () - ESALQ-USP

RESUMO: O adesivo representa um papel determinante na resistência mecânica da madeira laminada colada (MLC), sendo a correta escolha e sua correta aplicação de vital importância para a qualidade mecânica do produto final. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de quatro adesivos na resistência ao cisalhamento no plano de cola de seções compostas produzidas com as madeiras de *Eucalyptus grandis* e *Pinus elliottii* que despertam grande expectativa de uso na indústria de MLC. Os adesivos utilizados são conhecidos comercialmente como Adespec, Cascorez, Cascophen e Wonderbond. Os ensaios de cisalhamento paralelo às fibras de corpos de prova monoblocos e no plano de cola de amostras coladas foram conduzidos de acordo com a Norma Brasileira NBR 7190/1997 exceto pelas dimensões dos corpos-de-prova que foram menores do que aquelas especificadas na norma. A eficiência do adesivo foi dada pela relação entre a resistência ao cisalhamento da amostra colada e a resistência ao cisalhamento dos corpos-de-prova maciços. Houve maior eficiência na colagem do *Pinus* (94,15%) do que na colagem do *Eucalyptus* (72,23%). Não se apresentaram diferenças significativas entre adesivos, mas alguns deles mostraram comportamento distinto para cada espécie. Pode-se concluir que o *Eucalyptus grandis* requer um controle maior nas variáveis da adesão para que se consiga elevar a eficiência da colagem pelo menos ao nível daquela obtida normalmente com a madeira de *Pinus*.

Palavras-chave: Cisalhamento no plano de cola, adesivos para madeira, resistência ao cisalhamento, *Eucalyptus*, *Pinus*.

SHEAR STRENGTH IN THE BONDING SURFACE OF GLULAM

ABSTRACT: The adhesive represents a decisive role in the mechanical strength of glued-laminated timber (glulam). The correct choice and application are of vital importance for mechanical quality of the final product. The objective of the present study was to determine the shear strength in the bonding surface of samples made with wood of *Eucalyptus grandis* and *Pinus elliottii*. These wood species have generated great expectations in the production of glulam. The adhesives used are known commercially as Adespec, Cascorez, Cascophen and Wonderbond. The tests were conducted in accordance with the procedures described by Brazilian Standards NBR 7190/1997, except by the dimensions of the samples which were lower than those specified in the standard. The efficiency of the bond was given by the relationship between the shear strength on the bonding surface and the shear strength of the solid wood. The *Pinus* had a higher efficiency in the bonding (85.3%) in relation to the bonding of *Eucalyptus* (72.0%). The adhesives were not significantly different. In conclusion, the *Eucalyptus* requires more control of the adhesion variables to raise the bonding efficiency to at least the level that is normally obtained from the Pine wood.

Keywords: Shear strength, wood adhesives, *Eucalyptus*, *Pinus*.

1 INTRODUÇÃO

A resistência mecânica da madeira laminada colada está diretamente relacionada com os mecanismos envolvidos no processo de adesão, fenômeno que pode ser explicado pelas teorias mecânica, teoria de difusão de polímeros e a teoria de adesão química (IWAKIRI,1998; PIZZI, 2003).

A técnica de união com adesivo substituiu parcialmente as técnicas tradicionais de junta, pois permite poupar peso e garante uma melhor distribuição de forças oferecendo uma melhor estética com uma linha de cola simples praticamente invisível (PIZZI, 2003).

Segundo Schneberger (1983), a adesão é o fenômeno que mantém dois objetos juntos pelo contato não magnético entre as superfícies. A maioria das teorias da adesão pode ser expressa em termos de atração elétrica. Basicamente, determinados locais das superfícies possuem ou adquirem cargas elétricas negativas ou positivas, as quais se alinham aos adjacentes locais com cargas opostas na outra superfície. Esta atração elétrica resulta na adesão das superfícies.

Tecnicamente o adesivo age como um aglomerante, cuja função é realizar entre as fibras uma ligação mecânica o mais próxima possível da ligação existente naturalmente. Quimicamente os grupos oxidrilas livres das cadeias de celulose da madeira se unem por pontes de hidrogênio com os grupos de oxidrilas livres do adesivo. O mesmo princípio acontece na união entre as cadeias de celulose da madeira, onde as oxidrilas livres de cadeias de celulose adjacentes se unem diretamente umas às outras por pontes de hidrogênio, ou mediante moléculas de água no caso da madeira estar com algum teor de umidade (RIVER; VICK e GILLESPIE,1991).

A qualidade da adesão pode ser afetada por fatores relativos à madeira (substrato), pelas características próprias do adesivo e do processo da colagem.

Os adesivos, segundo Gierenz (2001), são definidos como substâncias não metálicas capazes de unir os materiais pela adesão, onde a união possui uma adequada resistência interna denominada como coesão. Schneberger (1983), define adesivo como a substância aplicada em forma líquida que permite o estabelecimento de uma carga de atração contrária, o qual se solidifica fornecendo uma união com uma resistência interna significativa.

As condições físicas e químicas da superfície durante a adesão são extremamente importantes para um desempenho satisfatório, uma vez que o adesivo tem que umedecer e espalhar-se livremente nas superfícies para que se estabeleça um contato íntimo entre elas (ASTM, 1994).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Espécies de madeira

No desenvolvimento do presente estudo foram empregadas as espécies *Eucalyptus grandis* e *Pinus elliottii* por serem consideradas espécies de grande potencial na indústria da madeira laminada colada. Os valores médios das propriedades mecânicas e da massa específica dados pela Norma Brasileira NBR 7190/97 estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Valores médios de propriedades físicas e mecânicas da madeira de espécies plantadas

Nome comum	Nome científico	$\rho_{ap(12\%)}$ kg/m ³	f_{c0} MPa	f_{t0} MPa	f_{t90} MPa	f_{v0} MPa	E_{c0} MPa
<i>E. grandis</i>	<i>Eucalyptus grandis</i>	640	40,3	70,2	2,6	7,0	12813
<i>P. elliottii</i>	<i>Pinus elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	560	40,4	66,0	2,5	7,4	11889

Fonte: NBR 7190/97

$\rho_{ap(12\%)}$: massa específica aparente a 12% de umidade;

f_{c0} : resistência à compressão paralela às fibras;

f_{t0} : resistência à tração paralela às fibras;

f_{t90} : resistência à tração normal às fibras;

f_{v0} : resistência ao cisalhamento;

E_{c0} : Módulo de elasticidade longitudinal na compressão paralela.