

TÉCNICAS MICROSCÓPICAS PARA ANÁLISE COMPARATIVA DE PENETRAÇÃO ADESIVA EM MADEIRAS DE ALTA E BAIXA DENSIDADE EM VIGAS DE MLC.

R. S. Cavalheiro, C. Calil Jr.

Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, SP, Brazil

e-mail: raquelschmitt@usp.br , calil@sc.usp.br

Resumo

Estudos para analisar quanto o adesivo aderiu à madeira e quão profunda é a sua penetração após o processo de fabricação da Madeira Laminada Colada (MLC) são muito importantes para interpretar os resultados, em uma escala macroscópica, como delaminação e cisalhamento na linha de cola. Desta maneira, é necessário conhecer quais são os fatores que controlam a penetração do adesivo e como eles influenciam a performance da linha adesiva. O presente estudo tem como objetivo avaliar a adesão nas interfaces e interfases nas madeiras de reflorestamento correlacionando uma espécie de alta e uma de baixa densidade, utilizando duas técnicas: Microscopia Ótica e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Para isto foram utilizadas duas espécies de madeira de reflorestamento: *Lyptus*® e *Pinus sp.*, ambas coladas com adesivo Jowapur® 686.60. As amostras analisadas foram preparadas a partir das vigas de madeira laminada colada, que foram cortadas em peças menores e depois com um micrótomo ajustadas às dimensões de cada equipamento de microscopia utilizado. As duas técnicas microscópicas apresentaram resultados distintos, mostrando-se complementares nas conclusões sobre os resultados. Quanto maior a densidade da madeira, maior é a espessura da linha adesiva, uma vez que a penetração do adesivo é rasa; enquanto na madeira de baixa densidade, a espessura da linha adesiva é menor e apresenta maior espalhamento do adesivo pela madeira.

Palavras-chave: Madeira. Adesivo. Microscopia. MLC.

Abstract

Studies for analyzing how much has the glue stuck to the timber and how deep the penetration of adhesive is, after pressing in glued laminated timber (Glulam), are very important for interpreting the results in a macroscopic scale. In addition understanding what are the factors and controlling the penetration of the adhesive and how they influence the bond line performance is an important issue to be investigated. The present study aims to evaluate the interface and interphase adhesion in forestation woods correlating one specie of hard and another one of soft wood using two microscopy techniques: the optical microscopy and the scanning electron microscopy technique. For such purpose two reforestation wood species: *Lyptus*® and *Pinus sp.*, both were glued with Jowapur® 686.60 adhesive. The samples analyzed were prepared from the glulam beams, and have been cut in smaller pieces and after with a microtome to be adjusted with the microscopy specimens size. The both microscopic techniques presented different results, being complementary in the conclusions about the results. The higher is the density of the wood, the greater is a thickness of the adhesive line, since a penetration of the adhesive is shallow; while in the low density wood, a thickness of the adhesive line is smaller and presents greater scattering through the wood.

Keywords: Timber. Adhesive. Microscopy. Glulam.

1. Introdução

Os compósitos à base de madeira representam uma classe ampla de materiais que apresentam grande importância, tanto para a construção civil, como para a fabricação de móveis. O desempenho de materiais ligados por adesivos, incluindo produtos de madeira, depende da capacidade do adesivo em transferir tensões mecânicas através da interface comum. Como a madeira é um material natural, poroso, a natureza da interface é altamente variável e adesivos líquidos podem fluir e penetrar no substrato celular durante a ligação. Embora o termo "*interface*" é designado a uma superfície bidimensional virtual entre o adesivo e o aderente a "*interfase*" é referida ao volume adjacente à interface, que inclui a região de penetração do adesivo entre a região de transição do material puro e os materiais misturados (KAMKE et al, 2007). Sendo que a penetração do adesivo ocorre em múltiplas escalas na região da interfase. A penetração do adesivo na madeira envolve a capacidade do adesivo em entrar pelos vazios da superfície, *p. ex.* os lumens, ou penetrar na própria parede celular. (PARIS et al., 2015). Se ocorrer baixa penetração do adesivo ele não penetra o suficiente na madeira para garantir uma interação madeira-adesivo forte, se a penetração é muito alta a linha de cola não permanece com adesivo suficiente para ligar as superfícies a serem coladas. Além da penetração deve-se considerar a habilidade que uma gota do adesivo tem de formar um pequeno ângulo de contato com a superfície (umectação) e a fluidez que envolve o escoamento do adesivo sobre a superfície em um tempo razoável, esta é uma característica é importante, pois quanto maior a fluidez mais a superfície é coberta pelo adesivo resultando em uma colagem mais eficiente (FRIHART, 2005).

Desse modo a compreensão das formas de interação entre o adesivo e a madeira, como, por exemplo, usando os ensaios mecânicos em função da influência da resistência mecânica causada pelo adesivo na madeira, colabora intensamente para interpretação de resultados na escala macroscópica, uma vez que, a profundidade da penetração do adesivo vai determinar o tamanho da região de interfase.

Além disso, outro fator importante a ser considerado é a preparação e processamento da superfície da madeira que irá receber a aplicação do adesivo, que pode ser aplainada ou mesmo ser trata com um *primer*. (AHMAD et al., 2010).

A caracterização do comportamento de interação do adesivo com a madeira é altamente desejável a fim de se otimizar os processos de fabricação e as propriedades do produto. No presente estudo, foram utilizadas duas espécies de madeira de reflorestamento uma conífera *Pinus sp* e uma dicotiledônea *Lyptus*[®], e apenas um adesivo: Jowapur 686.60: adesivo à base de poliuretano para preparar os diferentes MLC a serem investigados. Assim, por meio das técnicas de microscopia procurou-se avaliar a profundidade de penetração do adesivo na madeira, formação de bolhas e cristais. Em adição, procurou-se avaliar a tensão residual dos adesivos.

2. Revisão de literatura

2.1. Madeira Laminada Colada (MLC)

As peças de madeira oriundas da reconstituição de lamelas que apresentam dimensões reduzidas, quando se compara com as dimensões da peça final, são denominadas de madeira laminada colada (MLC) (SZÜCS, 1992). Na sua fabricação, a MLC utiliza a técnica de