

Influência do posicionamento das lâminas no *Laminated Veneer Lumber* de *Pinus sp.*

Rodrigo de Souza Nogueira¹, rodrigossouzan@usp.br
Felipe Hideyoshi Icimoto¹, felipe.icimoto@gmail.com
Carlito Calil Junior¹, calil@sc.usp.br

¹Universidade de São Paulo (USP), Escola de Engenharia de São Carlos (EESC), Laboratório de Madeiras e Estruturas de Madeira (LaMEM), Av. Trabalhador são carlense, nº400, Centro, CEP 13566-590, São Carlos/SP.

Resumo

Atualmente no Brasil apenas uma indústria produz em escala industrial o produto engenheirado de madeira denominado Madeira Laminada Colada (LVL). Este produto é manufaturado basicamente a partir da união do adesivo com lâminas de pequenas espessuras. Este estudo teve como finalidade verificar a diferença nas propriedades mecânicas, módulo de ruptura e módulo de elasticidade, de amostras extraídas de vigas de Madeira Laminada Colada produzidas com lâminas de *Pinus sp.* dispostas em duas configurações distintas em relação a aplicação do carregamento, paralelo e perpendicular. Para isso, realizaram-se ensaios de flexão em três pontos seguindo o procedimento descrito no Anexo B da ABNT NBR 7190/1997 – Projeto de estruturas de madeira. Com relação à rigidez, as peças com lâminas nas verticais atingiram uma média de 6388 MPa, enquanto que a outra configuração apresentou um valor médio de 6151 MPa. Por outro lado, a maior discrepância com relação à disposição das lâminas foi observada no módulo de ruptura a flexão das peças, uma vez que, a diferença entre as médias foi de 12,24%. Para essa propriedade, o arranjo vertical apresentou o melhor desempenho com média de 44,0 MPa, visto que, a outra direção teve uma resistência média de apenas 39,2 MPa. Dessa maneira, pode-se concluir que as lâminas dispostas paralelamente ao carregamento melhoraram as propriedades mecânicas do LVL produzido a partir do *Pinus sp.*

Palavras-Chave: Estruturas de madeira. Produto engenheirado de madeira. Madeira Laminada Colada. Posição das lâminas. Lâminas de madeira.

Abstract

Nowadays in Brazil just an industry produces in industrial scale the engineered wood product denominated Laminated Veneer Lumber (LVL). This product is manufactured from of union of the adhesive with small thickness veneers. This study had as aim to verify the difference in the modulus of elasticity and modulus of rupture of specimens from of Laminated Veneer Lumber beams produced with veneers of *Pinus sp.* organized in two different configurations in relation the application of loading, parallel and perpendicular. Three points bending test was realized following the procedure described in the Annex B of the ABNT NBR 7190/1997 – Design of wooden structures. The specimens with veneers in vertical had mean of 6388 MPa for stiffness while the other configuration had mean of 6151 MPa. For the other hand, the big difference with relation the disposition of the veneers was observed in the specimen's strength once the difference between the means was 12,24%.

The specimens with veneers in vertical reached a strength mean of 44,0 MPa while the horizontal presented a mean of 39,2 MPa. Therefore, the veneers willing parallel to loading improved the mechanical properties of LVL of *Pinus sp.*

Keywords: Timber structures. Engineered wood product. Laminated Veneer Lumber. Position of veneers. Wood veneers.

1 Introdução

A presença de produtos e subprodutos provenientes da madeira tem aumentado de forma significativa nas edificações. Em vista disso, esse material conhecido como produto engenheirado de madeira está servindo como alternativa a madeira maciça principalmente nos países mais industrializados, pois podem ser utilizados tanto na produção de móveis como de elementos estruturais e componentes de edificação (MOLINA et al., 2013). A madeira laminada colada (LVL) é um produto engenheirado de madeira muito usual na Europa, nos Estados Unidos e Canadá. Todavia, no Brasil, apenas uma empresa localizada na região sul do país está produzindo em escala industrial a LVL feita com *Pinus sp.*

A LVL é um produto industrializado produzido a partir de lâminas de madeira de pequena espessura, 2,5 mm a 4,8 mm, unidas com adesivos estruturais. Essas lâminas são extraídas de troncos de madeira por meio de um torno desenrolador na linha de produção das empresas (LAM; PRION, 2003).

Atualmente a redução da oferta de madeira proveniente de florestas nativas devido ao desmatamento e a um maior apelo ambiental tem acarretado a utilização de madeiras de florestas plantadas na produção do LVL. As espécies que estão sendo mais empregadas nesse produto engenheirado de madeira são os pinus, os eucaliptos, os populus e algumas árvores com pequeno diâmetro de florestas nativas temperadas. Todavia, a indústria do LVL tem como tradição, em sua linha de produção, o emprego de madeira de coníferas tendo como destaque a espécie de pinus (PALMA; BALLARIN, 2011). Em busca de alternativas para a produção do LVL, outras espécies de madeira não convencionais provenientes de florestas nativas e de florestas de reflorestamento foram alvos de pesquisa para avaliar as propriedades mecânicas do produto final (IWAKARI et al., 2010; LIMA et al., 2013; GUIMARÃES et al., 2013).

A distribuição das lâminas de LVL nas vigas de seção retangular para a verificação do módulo de elasticidade e do módulo de ruptura pode ocorrer de duas maneiras distintas que depende da direção do carregamento. Nas vigas de LVL sujeitas à flexão estática, a posição *flatwise* (lâminas na horizontal) ocorre quando o carregamento está perpendicular a maior face das lâminas, enquanto que, a posição *edgewise* (lâminas na vertical) o carregamento está aplicado paralelamente a maior face das lâminas (MÜLLER et al., 2015).

Palma e Ballarin (2011), em seu estudo, notaram que o posicionamento das lâminas, *flatwise* e *edgewise*, nos painéis de LVL produzidos com a madeira de *Eucalyptus grandis* não influenciou no módulo de ruptura do material. Por outro lado, o módulo de elasticidade foi diferente para cada uma das configurações estudadas.

Molina et al. (2013), em sua pesquisa experimental, perceberam que, para as vigas de retangulares de LVL produzidas a partir de lâminas de *Pinus oocarpa*, o posicionamento das lâminas em relação ao carregamento apresentou resultados semelhantes no módulo de elasticidade e no módulo de ruptura nas duas posições analisadas. Todavia, na compressão paralela às fibras houve uma diferença significativa entre a distribuição horizontal e vertical.

Nesse contexto, este trabalho teve como finalidade verificar a influência do posicionamento das lâminas nas propriedades mecânicas, rigidez e resistência, do LVL feito com a madeira de *Pinus sp.* Para isso, o LVL com as lâminas na vertical e na horizontal foram analisados por meio do ensaio de