



III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

AVALIAÇÃO DE EMENDAS DE TOPO EM MADEIRA DE PARICÁ

Rodrigo Figueiredo Terezo¹

Talitha Oliveira Rosa²

FRANCISCO RAPHAEL CABRAL FURTADO³

Franciele Oliveira de Córdova⁴

Camilla Ampessan²

Guilherme Motta²

¹ UDESC

² Universidade do Estado de Santa Catarina

³ UDESC - DEPARTAMENTO POS GRADUAÇÃO ENGENHARIA FLORESTAL

⁴ Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)



III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

AVALIAÇÃO DE EMENDAS DE TOPO EM MADEIRA DE PARICÁ

Resumo: O objetivo foi avaliar quatro ângulos (1:6; 1:8; 1:10 e 1:12) em emendas biseladas na madeira de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*. Os corpos de prova foram adaptados da NBR 7190/97 para o teste de flexão a quatro pontos e tração paralela às fibras. As emendas foram feitas com auxílio de um gabarito acoplado em uma serra circular e foram coladas com adesivo a base de poliuretano. Foram utilizados 10 corpos de prova para cada inclinação e cada propriedade mecânica, totalizando 100 corpos de prova. Os dados foram avaliados pelo teste de médias de Tukey a 95% de confiabilidade. A inclinação de 1:6 apresentou médias inferiores em relação aos demais em ambos os testes de resistência. O ângulo de 1:12 apresentou médias estatisticamente iguais a testemunhas (madeira sólida) e no teste de flexão todas as inclinações (1:8; 1:10 e 1:12) tiveram resistência igual a testemunha. Assim, pode-se dizer que as inclinações 1:8; 1:10 e 1:12 apresentam resistência similar a madeira sólida podendo ser utilizadas para união de lamelas em elementos de MLC.

Palavras-chaves: MLC, resistência, emendas.

EVALUATION OF TOP JOINTS IN PARICÁ TIMBER

Abstract: The aim was to evaluate four angles (1:6; 1:8; 1:10 and 1:12) on *Schizolobium parahyba* var. *Amazonicum* wood with scarf joints. The specimens were fitted to NBR 7190/97 for making bend test on four points and parallel tension test on the fibers. All joints were made with a template and were glued with polyurethane adhesive. 10 specimens were used for each angle and each mechanical property, totaling 100 specimens. The data were evaluated by means test of Tukey with 95% meaningfulness. The angle of 1:6 showed low average resistance in relation to another angles at both strengthness test. The angle of 1:12 showed equal means statistically to the control and in bend test all slopes (1:8; 1:10 and 1:12) had strength equal than solid wood samples. Thus, it can be said that inclinations 1:8; 1:10 and 1:12 exhibit equal resistance than timber and may be used to joint the laminated timbers of glulam elements.

Keywords: glulam, strengthness, joints.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, peças estruturais para o uso em MLC, são em sua grande maioria, produzidas de florestas plantadas com madeiras exóticas, principalmente o *Pinus* spp, visto que esse produto tem como berço o Hemisfério Norte, principalmente a Europa (Szücz, 1992). No Brasil, com toda a sua diversidade de espécies nativas, os gêneros mais utilizados para confecção de MLC são o *Eucalyptus* spp e *Pinus* spp.

Contudo o Brasil sempre foi um grande exportador de madeira nativa, e embora a Floresta Amazônica tenha destaque apenas no fornecimento de madeira tropical nativa, espécies como o Parica (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex. Ducke) Barneby) já possuem reflorestamentos com plantios homogêneos ou mistos para serem explorados comercialmente. A espécie apresenta alta produtividade de volume de madeira por hectare, com incrementos de até 35m³.ha-1.ano-1, com plantios largamente espalhados nos estados do Pará e Mato Grosso (TEREZO, 2010).

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

A espécie demonstra ser uma excelente alternativa por ter uma madeira com características tecnológicas favoráveis à produção de lâminas e painéis (SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA - SBS, 2007). A madeira de Parica apresenta densidade básica variando de 0,30 a 0,37g/cm³ (ALMEIDA et al., 2013), os autores obtiveram resultados que baseados na Norma Brasileira NBR 7190/97 indicam que a espécie se enquadra na classe C-20 com valor médio de rigidez de 7.320 MPa.

A utilização de madeira laminada colada para estruturas e elementos estruturais de grandes dimensões permite o emprego de espécies não convencionais no setor, desde que espécies utilizadas apresentem baixa densidade aumentando a qualidade da colagem e ainda facilitando o uso para estruturas curvas.

A Madeira Laminada Colada (MLC) é formada por várias peças de madeira denominadas lâminas (tábuas) que possuem duas dimensões reduzidas quando comparadas às dimensões da peça final da estrutura. A MLC é um produto que possui grandes dimensões e vãos, sendo possíveis de obter-se apenas ao unir várias lâminas de menor tamanho por emendas.

Como as emendas apresentam descontinuidade do material “madeira” são área com grande susceptibilidade sendo consideradas regiões fracas. Deste modo, as emendas apresentam-se como uma das características mais importante no produto MLC, por serem diretamente ligadas a resistência e rigidez do material (MACEDO & CALIL JUNIOR, 1999). Assim, ao emendar uma lamina com emenda, deve-se buscar que esta apresente altas taxas de resistência em relação à peças de madeira serrada para uso estrutural. As emendas que unem as laminas são chamadas de emendas longitudinais, cujos principais tipos são: emenda de topo, dentada e biselada.

As emendas de topo são as mais práticas de realizar e possuem a maior economia de material, porém possuem baixa resistência mecânica). As emendas dentadas possuem baixa taxa de perda de material contudo afirma-se que as resistências proporcionadas por estas são menores quando comparadas às emendas biseladas (MACEDO & CALIL JUNIOR, 1999).

Emendas biseladas são tão efetivas quanto emendas denteadas sendo as biseladas de fácil elaboração, não necessitando equipamentos sofisticados (NASCIMENTO; DELLA LUCIA; VITAL, 2001). Tornando-se uma excelente alternativa para a produção de MLC pelos novos empresários na área e até mesmo como diferencial estético em projetos.

Em relação a resistência da MLC, não somente o tipo de adesivo é determinante para a resistência da viga como também o tipo de inclinação do bisel, segundo Nascimento; Della Lucia; Vital (2001) a inclinação da emenda de bisel é o fator mais importante no que se refere a resistência. Visto que quanto menor a angulação da emenda biselada, maior é a quantidade de área de colagem aumentando consideravelmente a resistência na junção das peças.

De acordo com FPL (2010), as lâminas emendadas em bisel quando submetidas a testes de tração e flexão atingiu os seguintes índices de resistência relativa inclinação 1:12, 90%; 1:10, 85%; 1:8, 80% e 1:5, 65% e Nascimento; Della Lucia; Vital (2001) encontraram bons resultados para inclinação do bisel em 1:10 para madeira de pinus.

Deste modo os objetivos deste trabalho foram analisar a colagem de emendas biseladas com diferentes inclinações em madeira tropical de Paricá, determinando a melhor inclinação de bisel comparando-os de acordo com os resultados dos testes de resistência a tração e flexão

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta e preparação do material

O material utilizado foi a madeira de Parica (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex. Ducke) Barneby) proveniente de florestas plantadas do Estado do Pará. As árvores com idades de 6 a 28 anos foram doadas de plantios no Município de Aurora e de plantações particulares do Município de Tomé-açu.

Os corpos de prova (CP's) foram extraídos de forma aleatória de pranchas de madeira com dimensões de 300 cm de comprimento, 8 cm de espessura e 12 cm de largura, totalizando 100 corpos de prova livres de defeitos como medula, nós, rachaduras etc. Em seguida, os CP's foram refilados e destopados, cujas dimensões finais foram 50 cm de comprimento, 1,6 cm de espessura e 3 de largura. As medidas foram adaptadas da Norma Brasileira 7190/97 para avaliação da inclinação das emendas biseladas.

Os CP's foram separados em: 20 para testemunha (madeira sólida) e, 80 para a elaboração das emendas com diferentes ângulos. Foram acondicionados em ambiente climatizado com temperatura de aproximadamente 25°C e 65% de umidade para uniformização do teor da umidade presente na madeira.

Os 80 CP's utilizados para a avaliação das emendas foram divididos de forma aleatória entre os 4 tratamentos (inclinação). Os cortes das emendas biseladas seguiram as seguintes proporções de inclinação: 1:12; 1:10; 1:8 e 1:6 (Figura 1).

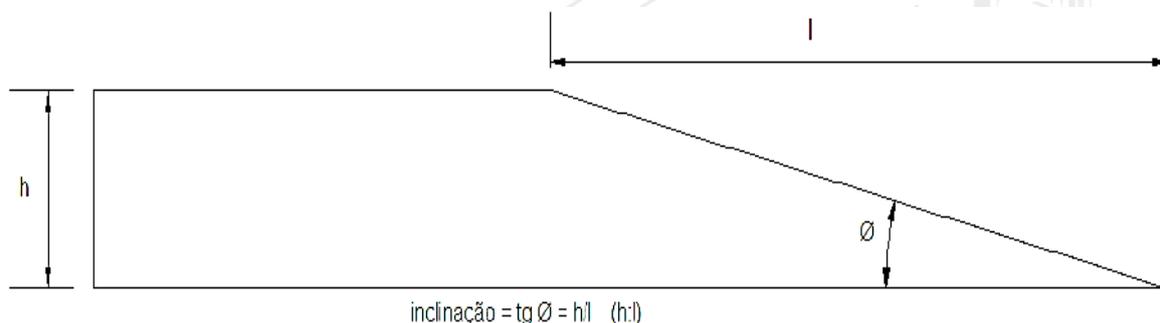


Figura 1. Inclinação das emendas biseladas de acordo com a espessura da peça (h) e o comprimento da emenda (l)

As emendas foram cortadas em serra circular com o auxílio de um gabarito, os CP's foram devidamente identificados e casados dois a dois, evitando mistura de material, para posterior adesão. Todas as emendas foram limpas com ar comprimido para evitar contaminação e futuros problemas na colagem por resíduos do corte. As amostras foram submetidas à colagem 24 horas após o corte da emenda.

Foi utilizada o adesivo a base de poliuretano da marca comercial TekBond Pur. O adesivo foi aplicado, com pincel, nas duas faces dos biséis. Com gramatura igual a 250g/m² sendo controlada com o auxílio de uma balança.

No momento de união das emendas, foi utilizada uma prensa mecânica com pressão constante de 0,6 MPa em todas as laminas. As lâminas permaneceram sob



III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

pressão por um período de 24 horas. E em seguida voltaram para a sala com climatização para homogeneização e completa cura da cola, durante o período de uma semana.

Os corpos de prova foram então, submetidos aos ensaios de tração paralela às fibras de acordo com o preconizado pela Norma NBR 9170/97, todos os corpos de prova foram avaliados até o módulo de ruptura.

Os ensaios foram feitos na máquina Universal Emic, utilizando uma tensão de 120kgf/cm², até que houvesse o rompimento das amostras obtendo-se o resultado da tensão máxima de ruptura. O ensaio de flexão estática foi aplicado à quatro pontos (dois pontos de reação e dois pontos de aplicação de carga), de modo que a emenda estivesse dentro da região de aplicação da força (Figura 2).



Figura 2. Ensaio de flexão à quatro pontos

Para cada ensaio e tratamento foi utilizado 10 corpos de prova. Sendo por exemplo, 10 corpos de prova para o ensaio de tração paralela às fibras com a inclinação de 1:12; 10 corpos de prova para o ensaio de flexão à quatro pontos para a inclinação de 1:12 e assim sucessivamente para todas as outras inclinações.

Em seguida, foram realizados os testes estatísticos para os testes de tração e flexão foram feitas por análise de variância testando-se o efeito da inclinação da emenda sobre a resistência das amostras de madeira de Parica. A comparação entre as médias foi pelo teste de Tukey, ao nível de 95% de confiabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No ensaio de tração paralelas às fibras, obteve-se a tensão média de ruptura em MPa dos 50 corpos de prova ensaiados. A média entre os grupos foi de 21,94 MPa, com coeficiente de variação de 29,70%. Os resultados foram avaliados pelo teste de variância e de Tukey (Tabela 1).

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





Tabela 1. Médias do ensaio de tração paralela às fibras

Tratamentos	Tensão Média de Ruptura (MPa)	
Test.1	36,83	a
1:12	27,95	ab
1:10	20,59	bc
1:8	22,95	bc
1:6	16,37	c

Com o ensaio de flexão obteve-se a tensão média de ruptura dos corpos de prova ensaiados. Esses resultados passaram pela análise de variância mostrando que houve diferença significativa entre os grupos. A média geral dos 5 tratamentos analisados foi de 55,23 MPa e Coeficiente de Variação de 21,58%.

Utilizando a comparação de médias por Tukey com 5% de significância, as médias foram avaliadas e comprovou-se estatisticamente quais ângulos que apresentaram melhores resultados, sendo apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Médias do ensaio de flexão à quatro pontos

Tratamentos	Tensão Média de Ruptura (MPa)	
Test.1	61,06	a
1:12	65,88	a
1:10	54,17	a
1:8	56,86	a
1:6	38,17	b

Observa-se que as inclinações 1:12, 1:10 e 1:8 obtiveram as maiores resistências quando ensaiadas no teste de flexão. Resultados obtidos também por Nascimento; Della Lucia; Vital (2001) que testando diferentes níveis de pressões na colagem para as madeiras de *Pinus* sp e *Eucalyptus* sp concluíram que independente na quantidade de pressão aplicada na colagem as inclinações 1:12, 1:10 e 1:8 terão maior resistência.

Como esperado quanto menor o ângulo utilizado para a colagem aumenta-se a resistência média da junta. Todos os ângulos estudados para o teste de flexão com exceção do ângulo 1:6, apresentaram rupturas na madeira e resistência acima de 82% segundo o valor preconizado pela norma alemã DIN 68-140 para emendas dentadas.

Todas as inclinações, excluindo-se 1:6 apresentaram bons resultados. Pode-se confirmar que quanto menor o ângulo da emenda maior é a área de colagem e maior a resistência. Porém, mesmo não diferenciando estatisticamente, a inclinação 1:8 teve maiores médias de ruptura que a inclinação 1:10. Assim, pensando-se em diminuir a quantidade de material para fazer a emenda a inclinação 1:8 poderia ser utilizada.

4. CONCLUSÕES

As emendas biselas apresentam alto potencial de utilização para união de peças estruturais para o produto Madeira Laminada Colada. As inclinações de 1:12; 1:10 e 1:8 apresentaram resistência iguais ou superiores estatisticamente em relação a madeira



III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

sólida de Parica. Para diminuir a quantidade de matéria prima e adesivo, a inclinação 1:8 poderia ser melhor avaliada, visto que possui menor área de colagem e alta resistência, igualando-se ou superando as inclinações 1:10 e 1:12.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT, NBR 7190 – Projeto de estruturas de madeiras, Rio de Janeiro, 1997, 107p.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG. DIN – 68-140: Wood Finger-Jointing. Berlin: DIN, 1971.

FPL, Wood Handbook – Wood as an Engineering Material. Gen. Tech. Rep. FPL- GTR-113. Madison, WI. U.A. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 463p. 1999.

MACEDO, A.N.; & CALIL JUNIOR, C.; Estudo de Emendas Dentadas em Madeira Laminada Colada (MLC): Avaliação de Método de Ensaio – NBR 7190/1997. Cadernos de Engenharia de Estruturas, São Carlos, n. 7, p. 1-23, 1999

NASCIMENTO, A.M.; DELLA LUCIA, R.M.; VITAL, B.R. Colagem de emendas biseladas em madeiras de Pinus sp e Eucalyptus citriodora. Floresta e Ambiente. V.8, n.1, p.44-51, 2001

NASCIMENTO, A.M.; DELLA LUCIA, R. M.; BAETA, F. da C.; Comportamento de vigas retas em MLC com emendas de topo e bisel – parte I. Floresta e Ambiente. V.9, n.1.; p.63-71, jan/dez. 2002

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. Fatos e números do Brasil florestal 2006. São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.sbs.org.br>>. Acesso em: 12 jan. 2009.

SZÜCS, C. A. Aplicação estrutural da madeira sob a técnica do laminado-colado. Apostila. Departamento de Engenharia Civil, UFSC. Florianópolis, 1992.

TEREZO, R.F. Avaliação Tecnológica do Paricá e seu Uso em Estruturas de Madeira Laminada Colada. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO

