

Avaliação da resistência ao cisalhamento de juntas  
coladas com madeira de teca (*Tectona grandis*)Evaluation of the shear strength of bonded  
joints of teak wood (*Tectona grandis*)Javan Pereira Motta<sup>1</sup>, José Tarcísio da Silva Oliveira<sup>2</sup>,  
Juarez Benigno Paes<sup>2</sup>, Rejane Costa Alves<sup>3</sup> e Graziela Baptista Vidaurre<sup>4</sup>**Resumo**

Este trabalho objetivou avaliar a resistência ao cisalhamento na linha de cola da madeira de teca (*Tectona grandis*) para a produção de painéis de madeira colada. Foram empregadas cinco árvores com 15 anos de idade, diâmetro à altura do peito de 28,0 cm, provenientes de plantio da Empresa Florestal Celulose Nipo Brasileira - CENIBRA S.A., localizada no município de Belo Oriente, Estado de Minas Gerais. De cada árvore foram obtidas duas toras de 3,0 m de comprimento. As toras foram transformadas em tábuas de 3,0 cm de espessura. Depois de secas ao ar livre, foi selecionada uma tábua tangencial originada da primeira tora de cada árvore. As tábuas foram desdobradas em amostras de 2,4 x 7,0 x 30,0 cm (espessura x largura x comprimento) e climatizadas a 15% de umidade. As dimensões das amostras foram ajustadas para 2,0 x 6,5 x 30,0 cm e na colagem foram empregados os adesivos Cascophen RS-216-M, resorcinol formaldeído, Cascamite PL-2030, ureia formaldeído, ambos termofixos e dois termoplásticos à base de acetato de polivinílico, o Cascorez 2500 e Cascorez 2590. Foi determinada a resistência ao cisalhamento por compressão na linha de cola e a falha na madeira. O maior valor de resistência na linha de cola foi obtido para o Cascorez 2590, seguido do Cascorez 2500, sendo superiores à resistência ao cisalhamento da madeira. Para a falha na madeira o menor valor foi obtido para o Cascorez 2500. Os resultados estão de acordo com as especificações internacionais para utilizações estruturais, sendo os adesivos testados indicados para a colagem da madeira de teca estudada.

**Palavras-chave:** Adesivos termofixos, adesivos termoplásticos, colagem da madeira, resistência da linha de cola.

**Abstract**

This work aimed to evaluate the shear strength in the glue line of teak wood (*Tectona grandis*) for the production of wooden glued panels. Five trees aged 15 years old were used, with diameter at breast height of 28.0 cm, from a plantation the Forestry Company Celulose Nipo Brasileira - CENIBRA S.A., located in the municipality of Belo Oriente, Minas Gerais State, Brazil. From each tree two logs of 3.0 m in length were obtained. The logs were transformed into boards of 3.0 cm thickness. After air seasoning, a tangential board originated from the first log of each tree was selected. The boards were cut into samples of 2.4 x 7.0 x 30.0 cm (thickness x width x length) and conditioned at 15% humidity. The dimensions of the samples were adjusted to 2.0 x 6.5 x 30.0 cm and for the wood bonding we employed the adhesives Cascophen RS-216-M; resorcinol formaldehyde; Cascamite PL-2030; urea formaldehyde; two thermosetting and two thermoplastics based on polyvinyl acetate: Cascorez 2500 and Cascorez 2590. Shear strength by compression in the glue line and wood failure was determined. The greatest value of resistance on the glue line was obtained for Cascorez 2590, followed by Cascorez 2500, being superior to the shear strength of the teak wood itself. The smallest wood failure value was obtained for Cascorez 2500. The results are in accordance with international standards for structural uses; studying adhesives suitable for gluing teak wood.

**Keywords:** Thermosetting adhesives, thermoplastic adhesives, bonding of wood, resistance of the glue line.

<sup>1</sup>Doutorando em Ciência e Tecnologia da Madeira. UEPA - Universidade do Estado do Pará. R. Hiléia Agrópolis do INCRA, s/n., - 68503120 - Marabá, PA - Brasil. E-mail: [javanmotta@uepa.br](mailto:javanmotta@uepa.br).

<sup>2</sup>Doutor. Professor Associado do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira. UFES - Universidade Federal do Espírito Santo. Caixa Postal 16 - 29550-000 - Jerônimo Monteiro, ES - Brasil. E-mail: [jtsilva@npd.ufes.br](mailto:jtsilva@npd.ufes.br); [jbp2@uol.com.br](mailto:jbp2@uol.com.br)

<sup>3</sup>Mestre - Departamento de Ciências Vegetais. Ufersa - Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Av. Francisco Mota, 572 - Campus Mossoró - 59650-900, Mossoró, RN - E-mail: [rejane.alves@ufersa.edu.br](mailto:rejane.alves@ufersa.edu.br)

<sup>4</sup>Doutora. Professora Associada do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira. UFES - Universidade Federal do Espírito Santo - Caixa Postal 16 - 29550-000 - Jerônimo Monteiro, ES - Brasil. E-mail: [grazividaurre@gmail.com](mailto:grazividaurre@gmail.com)

## INTRODUÇÃO

O uso da madeira proveniente de reflorestamento para utilizações industriais vem aumentando a cada ano. Os setores que se destacam nesse uso são a construção civil, indústrias de embalagens, de painéis e o setor moveleiro. No entanto, a qualidade final dos produtos originados depende do correto processamento da matéria prima.

De acordo com Passos et al. (2006), a capacidade de adesão intrínseca da madeira e a utilização de adesivos permite obter um grande número de produtos derivados. A utilização de produtos à base de compostos lignocelulósicos é cada vez mais comum, devido ao crescimento do mercado de móveis e da necessidade de um melhor aproveitamento da matéria prima. Assim é importante pesquisar e compreender o comportamento entre o substrato e o adesivo utilizado na confecção de produtos colados (ALBINO et al., 2010). A madeira laminada colada tem como vantagem, a possibilidade de aproveitamento de uma grande quantidade de madeira de pequenas dimensões para serem utilizadas como parte de componentes de vigas estruturais ou no setor moveleiro (LIMA et al., 2008; LOBÃO; GOMES, 2006; VITAL et al., 2006).

Com a colagem há um aumento considerável no aproveitamento da madeira, por permitir o emprego de peças de pequenas dimensões para a obtenção de produtos de maior valor agregado. A tecnologia da adesão promove uma maior homogeneização das propriedades físico-mecânicas dos produtos derivados da madeira, ao permitir melhor utilização de peças de menores dimensões, agregarem densidade e estabilidade dimensional por meio da pressão e temperatura de colagem e minimizar a exploração das florestas, por promover um melhor aproveitamento da matéria prima (MACIEL et al., 2010).

A utilização da madeira colada está vinculada à possibilidade de utilizar madeira exclusivamente de reflorestamentos, que possuem espécies de rápido crescimento, com massa específica que varia entre baixa a média, que para a confecção de painéis conferem rigidez suficiente para a aplicação estrutural, capazes de cobrir grandes vãos (COSTA TIENNE, 2006).

A escolha correta do tipo de adesivo é determinante para o sucesso da operação de colagem, pois eles têm como função auxiliar na transferência e distribuição de cargas entre os componentes, aumentando a rigidez dos produtos de madeira (FRIHART; HUNT, 2010). A tecnologia

de desenvolvimento de novos adesivos é grande, em decorrência do avanço da química, devendo, portanto serem estudados aqueles que melhor se adaptem e interajam com os diferentes tipos de madeira (LIMA et al., 2008).

Para a colagem da madeira são utilizados adesivos termofixos ou termoplásticos. Os termofixos são aqueles que curam pela ação de calor ou de catalisador, e suas juntas são rígidas, não delaminando quando submetidas à umidade ou aquecimento, como os fenólicos, ureícos, resorcínicos e melamínicos. Já os termoplásticos secam pela evaporação do solvente (água), resultando uma colagem de baixa resistência térmica e a umidade, como os polivinílicos (GIERENZ; KARMANN, 2001).

Para a otimização do uso dos adesivos, deve-se levar em consideração os aspectos econômicos, uma vez que o custo dos mesmos pode ser fator limitante no desenvolvimento e emprego de produtos lignocelulósicos (PLASTER et al., 2008). Além disto, deve se preocupar com a adequação do adesivo para determinada finalidade e durabilidade da junta colada.

A madeira de *Tectona grandis*, proveniente de reflorestamentos com desbastes programados existentes nos Estados de Mato Grosso, Acre e Amazonas, está sendo utilizada pelas indústrias na forma de madeira colada, sendo seu emprego indicado para a confecção de painéis colados lateralmente - *Edge Glued Panel* - EGP. Este tipo de painel permite, segundo Martins (2011), a utilização de madeira de menores dimensões para a confecção de móveis, divisórias e painéis decorativos.

A escolha do adesivo utilizado para as operações de colagem de painéis de madeira sólida carece de estudos para determinar o tipo mais adequado para um determinado uso, podendo ser dos tipos termoplástico ou termofixo. Assim, este trabalho objetivou avaliar a resistência ao cisalhamento na linha de cola da madeira de teca (*Tectona grandis*) para a produção de peças de madeira colada.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Procedência da madeira e confecção das tábuas

Para a obtenção da madeira de teca (*Tectona grandis* L.f.) utilizada nesta pesquisa foram empregadas cinco árvores com 15 anos de idade, diâmetro à altura do peito (DAP), tomado a 1,30 m do nível do solo, de 28,0 cm, provenien-

tes de plantio não desbastado da Empresa Florestal Celulose Nipo Brasileira - CENIBRA S.A., sediada no município de Belo Oriente, Estado de Minas Gerais, localizado a 19° 15' 00" Sul, 42° 22' 30" Oeste.

De cada árvore foram retiradas duas toras de aproximadamente 3,0 m de comprimento. As toras foram desdobradas e transformadas em tábuas de 3,0 cm de espessura, 3,0 m de comprimento e largura variável e dispostas para a secarem ao ar livre.

Após a secagem, foi selecionada de cada árvore uma tábua tangencial proveniente da primeira tora, para obtenção de amostras próximas ao DAP. As tábuas foram transformadas em amostras, com dimensões de 2,4 x 7,0 x 30,0 cm (espessura x largura x comprimento) e acondicionadas em câmara climática mantida à temperatura de  $23 \pm 2$  °C e umidade relativa de  $65 \pm 5\%$ , até atingir umidade de 15%, verificada por meio de pesagens consecutivas de amostras controle, para serem coladas.

### Adesivos empregados na colagem da madeira

Para a colagem da madeira foram utilizados quatro adesivos comerciais, sendo dois termofixos, o Cascophen RS-216-M, a base de resorcinol formaldeído (RF) e Cascamite PL-2030, produzido com ureia formaldeído (UF) e dois termoplásticos, o Cascorez 2500 e Cascorez 2590, tendo como base o acetato de polivinílico (PVA), todos fabricados pela Empresa Hexion™, cujas resistências à água são nível D3 e D4, respectivamente, segundo a norma europeia EN-204 que classifica os adesivos não estruturais para junção de madeira e seus derivados (EUROPEAN STANDARD, 2001). Na Tabela 1 constam as características dos adesivos empregados.

A aplicação dos adesivos, a escolha do extensor e do catalizador foi mediante recomendações do fabricante. Para a aplicação do Cascophen

RS-216-M foram adicionados 20% de catalizador FM-60-M e 5% de álcool etílico para melhorar a penetração da cola. Para a aplicação do Cascamite PL-2030 foram empregadas 100 partes de adesivo, 20 de farinha de trigo, 20 de água e 7 do catalizador HLE-30. Para ambos Cascorez foram utilizado 5% de catalizador CL. A colagem para todos os adesivos foi realizada à prensa fria.

Para melhor visualização dos adesivos durante a avaliação da falha na madeira, foi incorporado à mistura anilina vermelha para o Cascamite PL-2030 e verde em ambos os termoplásticos. Para o Cascorez RS-216-M, em decorrência da cor avermelhada do mesmo, não foi necessária a adição de corante.

### Preparo das amostras

Após o período de climatização, as amostras foram preparadas para o ensaio de resistência na linha de cola, seguindo as recomendações da *American Society for Testing and Materials* - ASTM D - 905 (ASTM, 2008a).

Para formação das juntas coladas, as amostras foram pesadas e separadas aos pares com massas semelhantes entre elas e adesivos testados, para posterior preparo da face de colagem, que foi devidamente aplainada, ficando com dimensões finais de 2,0 x 6,5 x 30,0 cm (espessura x largura x comprimento).

Foram aplicados 300 g.m<sup>-2</sup> de adesivo em linha de cola dupla com auxílio de um pincel e unidas as faces a serem coladas. Ressalta-se que a gramatura utilizada é recomendada pelo fabricante apenas para o adesivo Cascophen RS 216-M (300 a 500 g.m<sup>-2</sup>). Para os demais adesivos são recomendadas gramaturas menores para prensa fria, para o Cascorez 2590 e 2500 recomenda-se para montagem 160 a 200 g.m<sup>-2</sup> e para o Cascamite PL-2030 130 a 180 g.m<sup>-2</sup>. Após 5 minutos foram preparados seis conjuntos de lâminas para cada adesivo testado. Nessa etapa se observou a similaridade entre a massa de cada

**Tabela 1.** Características dos adesivos empregados de acordo com o fabricante.

**Table 1.** Characteristics of adhesives employed, according to manufacturer.

Características	Adesivos Empregados			
	Resorcionol Formaldeído "Cascophen RS-216-M"	Ureia Formaldeído "Cascamite PL-2030"	Acetato de Polivinílico "Cascorez 2500"	Acetato de Polivinílico "Cascorez 2590"
Viscosidade (cP)	500 - 1000	600 - 1000	2500 - 4000	2500 - 3500
Teor de Sólidos (%)	50 - 60	64 - 66	49 - 51	51 - 54
Tempo de Gel	3 - 6 h - 21°C	115 min - 25°C	*	*
pH	6,8 - 7,7	7,4 - 8,0	1,8 - 3,4	4,0 - 5,0

\*Não aplicável para adesivos à base de acetato de polivinílico (PVA). Para a determinação do tempo de gel do "Cascamite PL-2030" são empregados 5g da mistura composta por 100 g de resina e 2 g de solução de sulfato de sódio a 13%.

peça de madeira para formar os pares. Depois de decorridos 15 minutos, as peças obtidas foram prensadas em uma máquina universal de ensaios da marca EMIC, durante 6 horas a uma pressão de 1,2 MPa, à temperatura de  $23 \pm 2$  °C como recomendado pelo fabricante dos adesivos.

Após a prensagem, as peças foram climatizadas por um período de 30 dias para a completa cura da junta colada. Decorrido este período, os corpos de prova foram confeccionados, segundo as recomendações da ASTM D - 905 (ASTM, 2008a), Figura 1, tendo sido testadas 30 amostras para cada adesivo.

### Resistência de cisalhamento na linha de cola

O desempenho do adesivo foi avaliado pela análise da resistência ao cisalhamento paralelo e pelo percentual de falhas na madeira ocorridas nas juntas (ASTM D - 3110, ASTM, 2008b). Para a avaliação do percentual de falhas foi utilizada uma malha composta por 90 quadriculas de 0,5 x 0,5 cm, disposta sobre a superfície de cisalhamento, sendo cada quadricula correspondente a 1,11% da área total cisalhada.

Para efeito comparativo foi determinada a resistência ao cisalhamento da madeira sólida de acordo a Norma Brasileira Regulamentadora - NBR 7190 da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (ABNT, 1997).

### Análise estatística dos dados

Os valores obtidos foram analisados ao empregar um delineamento inteiramente casualizado, composto por quatro adesivos (tratamento) e seis repetições, totalizando 30 amostras por tratamento.

Para permitir a análise de variância, os dados de falha na madeira foram transformados em  $\arcseno \sqrt{\frac{\text{falha na madeira}}{100}}$  a fim de homogeneizar as variâncias, conforme sugerido por Steel; Torrie (1980). Quando se observaram diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Encontram-se na Tabela 2, os valores médios de resistência ao cisalhamento por compressão na linha de cola e da porcentagem de falha para as juntas confeccionadas com madeira de teca.

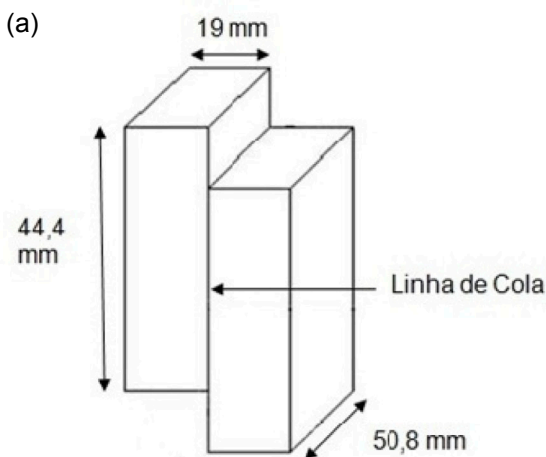
Pelos resultados dispostos na Tabela 2, os corpos de prova colados com os adesivos termoplásticos (Cascorez 2500 e Cascorez 2590), formulados com acetato de polivinila (PVA), atingiram valores de resistência ao cisalhamento superiores, quando comparados àqueles colados com o adesivo termofixo Cascamite PL 2030, a base de ureia formaldeído (UF). A resistência conferida pelo Cascorez 2500 não diferiu

**Tabela 2.** Resistência ao cisalhamento por compressão na linha de cola e falha na madeira de teca.

**Table 2.** Shear strength by compression in line of glue and failure in teak wood.

Adesivo	Resistência ao Cisalhamento (MPa)	Falha na Madeira (%)
Cascophen RS-216-M	11,9 BC (12,77)*	93 A (7,26)
Cascamite PL 2030	10,9 C (18,06)	90 A (14,32)
Cascorez 2500	12,4 AB (16,42)	73 B (24,48)
Cascorez 2590	13,3 A (13,91)	85 A (13,75)

\*Coeficiente de variação (%). Médias seguidas pela mesma letra, para cada parâmetro avaliado, não diferem entre si (Tukey;  $p > 0,05$ ).



**Figura 1.** Esquema do corpo de prova segundo a ASTM D - 905 (2008a) (a) e confeccionado com a madeira de teca (b).

**Figure 1.** Scheme of test sample according to ASTM D - 905 (2008c) (a) and test sample manufactured with teak wood (b).

estatisticamente daquela obtida pelo Cascophen RS-216-M, resorcinol formaldeído (RF).

Resultados semelhantes foram observados por Vital et al. (2006), que ao estudarem a qualidade de juntas coladas de lâminas de madeira oriundas de três regiões do tronco de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna* e *Pinus elliottii*, para três adesivos, dois termoplásticos à base de acetato de polivinila e um termofixo à base de resorcinol formaldeído, verificaram maiores valores de resistência ao cisalhamento na linha de cola para os termoplásticos. Os autores atribuíram o resultado à flexibilidade das juntas aderidas com os adesivos termoplásticos.

Ao se comparar a resistência ao cisalhamento da madeira sólida de teca a 12% de umidade, cuja tensão máxima foi de 12,5 MPa, aos resultados da Tabela 2 para a resistência ao cisalhamento na linha de cola, verifica-se que o adesivo Cascorez 2500 proporcionou valor semelhante ao da madeira sólida. Enquanto o adesivo Cascorez 2590 atingiu resistência superior ao da madeira. Já os adesivos Cascophen RS-216-M e Cascamite PL-2030 tiveram resistência na linha de cola inferior ao da madeira sólida.

Para Frihart e Hunt (2010), o padrão para uma boa colagem é que a haja um rompimento da madeira juntamente com o adesivo, e que a resistência da junta colada seja superior ou igual ao da madeira sólida, para que a junta não se rompa no adesivo, e sim na madeira. Para usos estruturais, de acordo com a ASTM D - 2559 (2008c), as resistências das juntas coladas não podem ser inferiores às resistências ao cisalhamento da madeira sólida.

Frihart e Hunt (2010) classificaram a madeira de teca como de difícil colagem, ao empregarem diversos adesivos, inclusive aqueles à base de ureia formaldeído e resorcinol formaldeído. Os autores ainda alertaram que para garantir resultados satisfatórios com a colagem de madeiras desta categoria, deve-se ter cuidado na escolha do adesivo e controle das condições de colagem, como temperatura, tempo e pressões adequadas. O resultado obtido pode ter relação com a idade e morfologia da madeira.

É importante destacar o conhecimento sobre a variabilidade anatômica da madeira que esta sendo colada, bem como a natureza física e química do adesivo, associada à densidade, volume e condições dos vazios existentes, que influenciam a formação da ligação adesiva (ALBUQUERQUE; LATORRACA, 2000). A presença de tiloses e gomo-resina diminui a permeabilidade

da madeira e dificultam a penetração do adesivo (BURGER; RICHTER, 1991).

A madeira de teca estudada possui poros poucos numerosos, variando de pequenos a grandes e, às vezes obstruídos por tiloses ou gomo-resinas (MOTTA, 2011), o que poderia dificultar a colagem. No entanto, a madeira teve bom comportamento quanto à colagem para todos adesivos testados. Isto poderia estar relacionado com a idade das árvores e o estado de solidificação das gomo-resinas que permitiu a penetração dos adesivos.

Para a falha na madeira (Tabela 2), verifica-se que os adesivos termoplásticos (Cascorez 2500 e 2590) proporcionaram os menores valores absolutos quando comparados com os termofixos (Cascophen RS-216-M e Cascamite PL 2030). Com destaque para o Cascophen RS-216-M, à base de resorcinol formaldeído, com maior valor de falha na madeira, praticamente 100%, e para o Cascorez 2500, com média de 20% menor, que a proporcionada pelo melhor adesivo, sendo diferente estatisticamente dos demais. Contudo, é importante destacar que os valores obtidos atendem às recomendações da ASTM D - 3110 (ASTM, 2008b), que exige um valor de no mínimo de 60% de falhas na madeira. No entanto Frihart e Hunt (2010) afirmaram que os valores médios satisfatórios para esta característica devem variar de 75 a 85%.

Vital et al. (2006) observaram para as madeiras de pinus e eucalipto um menor valor de falha na madeira para o adesivo resorcinol formaldeído em relação aos de acetato de polivinila, o que contraria os resultados obtidos para a madeira de teca. Os autores explicam que este fato é decorrente do tipo de filme formado pelo adesivo, pois os adesivos à base de acetato de polivinila formam um filme flexível, que o torna mais suscetível à deformação, já o adesivo resorcinólico forma um filme rígido e quebradiço, menos resistente às tensões aplicadas.

## CONCLUSÕES

Os adesivos termoplásticos à base de acetato de polivinílico tiveram melhor desempenho quanto à resistência ao cisalhamento da linha de cola em relação ao termofixo à base de ureia formaldeído.

A resistência ao cisalhamento na linha de cola nos adesivos termofixos foi inferior ao observado para o cisalhamento da madeira de teca. O adesivo termoplástico Cascorez 2590 propor-

cionou um valor de resistência ao cisalhamento na linha de cola superior ao da madeira sólida.

Os valores de falha na madeira, para todos adesivos testados estão de acordo com os padrões estabelecidos pela Associação Americana de Normas Técnicas para usos estruturais.

O adesivo Cascorez 2590 proporcionou às juntas coladas os melhores valores de resistência ao cisalhamento e de falha na madeira. No geral, a madeira de teca exibiu boas propriedades de adesão para os adesivos testados, sendo indicada para a produção de laminados colados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, V. C. S.; MORI, F. A.; MENDES, L. M. Estudo da interface madeira-adesivo de juntas coladas com resorcinol-formaldeído e madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. *Scientia Florestalis*, Piracicaba, v. 38, n. 87, p. 509 – 516, 2010.

ALBUQUERQUE, C. E. C.; LATORRACA, J. V. F. Influência das características anatômicas da madeira na penetração e adesão de adesivos. *Floresta e Ambiente*, Seropédica, v. 7, n. 1, p. 158 – 166, 2000.

ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **D - 905**: standard test method for strength properties of adhesive bonds in shear by compression loading. Philadelphia, 2008a, 5.

ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **D - 3110**: standard specification for adhesives used in nonstructural glued lumber products. Philadelphia, 2008b, 9 p.

ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **D - 2559**: standard specification for adhesives for structural laminated wood products for use under exterior (wet use) exposure conditions. Philadelphia, 2008c, 15 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190**: projeto de estruturas de madeira. Anexo B – determinação das propriedades das madeiras para projetos de estruturas. Rio de Janeiro, 1997. 107 p.

BURGER, M. L.; RICHTER, H. G. *Anatomia da madeira*. São Paulo: Nobel, 1991. 154 p.

COSTA TIENNE, D. L. **Qualidade da adesão de juntas coladas expostas a condições de serviço externo e interno**. 2006. 55 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006.

EUROPEAN STANDARD. **EN 204-01**: classification of thermoplastic wood adhesives for non-structural applications. Brussels, 2001.

FRIHART, C. R.; HUNT, C. G. Adhesives with wood materials: bond formation and performance. In: **Wood handbook**: wood as an engineering material. Madison: U.S. Department of Agriculture / Forest Service, 2010. p. 228 – 251.

GIERENZ, G.; KARMANN, W. (Eds). **Adhesives and adhesive tapes**. Weinheim: Wiley-VCH / Verlag GmbH, 2001. 138 p.

LIMA, C. K. P.; MORI, F. A.; MENDES, L. M.; TRUGILHO, P. F.; MORI, C. L. S. O. Colagem da madeira de clones de *Eucalyptus* com três adesivos comerciais. *Scientia Florestalis*, Piracicaba, v. 36, n. 77, p. 73-77, 2008.

LOBÃO M. S.; GOMES, A. Qualidade da adesão de madeira de eucalipto em corpos-de-prova colados em dois diferentes planos e densidades. *Cerne*, Lavras, v. 12, n. 2, p. 194 - 200, 2006.

MACIEL, S. M.; SARTORI, C. J.; GUIMARÃES JÚNIOR, J. B.; MENDES, L. M.; MORI, F. A. Avaliação da qualidade da linha de cola da madeira de clones de *Eucalyptus urophylla*. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 12., Lavras, 2010. *Anais...* Lavras: UFPA/IBRAMEM, 2010. CD-ROM.

MARTINS, S. A. **Adequação tecnológica da madeira de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage para a produção de painéis colados lateralmente (PCL)**. 2011. 96 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

MOTTA, J.P. **Propriedades tecnológicas da madeira de *Tectona grandis* L.f. proveniente do Vale do Rio Doce, Minas Gerais**. 2011. 113 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2011.

- PASSOS, O. S.; LOBO, J. B. A.; VENTURA, O. S. P.; FUJIYAM, R. T. Estudos preliminares de juntas de madeira-madeira coladas com material polimérico: superfície de fratura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, 17., Foz do Iguaçu, 2006. *Anais...* Foz do Iguaçu: IPEN, 2006. p. 8843- 8854.
- PLASTER, O. B.; OLIVEIRA, J. T. S.; ABRAHÃO, C. P.; BRAZ, R. L. Comportamento de juntas coladas da madeira serrada de *Eucalyptus* sp. *Cerne*, Lavras, v. 14, n. 3, p. 251 – 258, 2008.
- STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistic: a biometrical approach.** 2 ed. New York: Mc Graw Hill, 1980. 633 p.
- VITAL, B. R.; MACIEL, A. S.; DELLA LUCIA, R. M. Qualidade de juntas coladas com lâminas de madeira oriundas de três regiões do tronco de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna* e *Pinus elliottii*. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 637-644, 2006.

Recebido em 01/11/2013

Aceito para publicação em 04/08/2014

