

## COMPORTAMENTO DE JUNTAS COLADAS DA MADEIRA SERRADA DE *Eucalyptus sp.*

Octávio Barbosa Plaster<sup>1</sup>, José Tarcísio da Silva Oliveira<sup>2</sup>, Christóvão Pereira Abrahão<sup>3</sup>, Rafael Leite Braz<sup>4</sup>

(recebido: 22 de janeiro de 2008; aceito: 30 de julho de 2008)

**RESUMO:** Objetivou-se, no presente trabalho, avaliar a capacidade de adesão da madeira serrada de eucalipto que é composta por uma mistura de espécies do gênero *Eucalyptus*, empregando-se os adesivos à base de resorcinol-formaldeído e acetato de polivinila. A madeira foi segregada em três classes de densidade anidra: classe 1, 2 e 3 que combinadas entre si (classe1 x classe1; 2x2; 3x3; 1x2; 1x3; 2x3) resultaram em seis tratamentos por adesivo. Foi avaliada a resistência ao cisalhamento por compressão paralela e o percentual de falha na madeira. Com base nos resultados obtidos pode-se afirmar que a adesão das combinações madeira/adesivos testadas apresentou desempenho satisfatório. Os valores médios da resistência ao cisalhamento das juntas mostraram-se equivalentes à resistência ao cisalhamento da madeira sólida e não apresentaram diferenças quando comparados os dois adesivos. Em geral, o adesivo à base de resorcinol-formaldeído apresentou maiores valores para falha na madeira (74,41%). Observaram-se maiores dificuldades na adesão de amostras de mais alta densidade; isso quando se leva em consideração apenas os valores de falha na madeira, pois os valores para a resistência das juntas em geral mostraram-se bastante semelhantes quando analisados os resultados obtidos com o adesivo à base de resorcinol-formaldeído (140,56 Kgf/cm<sup>2</sup>). Para o acetato de polivinila, os valores da falha também decresceram com aumento da densidade da madeira (65,94%), enquanto que a resistência foi positivamente afetada (140,25 Kgf/cm<sup>2</sup>). De modo geral a densidade influenciou a adesão das juntas para os dois adesivos empregados.

Palavras-chave: Madeira serrada, adesão, densidade anidra, *Eucalyptus*.

### BEHAVIOR OF GLUED JOINTS OF *Eucalyptus sp.* SAWN WOOD

**ABSTRACT:** This research evaluated eucalypt wood adhesion capacity. The material evaluated was a commercial sawn wood composed by a blend of species of the genus *Eucalyptus*. The adhesives used were resorcinol-formaldehyde and polyvinil acetate (PVAc). The wood was segregated in three density with 0% of moisture content: class 1; 2 and 3 that, when combined (class1 x class1; 2x2; 3x3; 1x2; 1x3; 2x3) resulted in six treatments. The performance of the adhesion was evaluated by the shear strength to parallel compression and by wood failure in the glue line. The obtained results allowed to conclude that the adhesion of the combinations of wood/adhesive presented satisfactory performance. The average shear strength of the joints were shown equivalent to the shear strength of the solid wood with similar performance of adhesion in the two adhesives. In general, resorcinol-formaldehyde adhesive presented higher values (74.41%) for wood failure in the joints, but similar to all treatments. The adhesion of samples of higher density presented lower performance probably when only the values of wood failure are considered. The values for the strength of glued joints, in general, were similar when analyzed the results achieved with the resorcinol-formaldehyde adhesive- base 140,56 Kgf/cm<sup>2</sup>. To polyvinil acetate the values of wood failure decrease when the density increase (65.94%), but the resistance in the glue line was positively affected (140.25 Kgf/cm<sup>2</sup>). In general, the density influenced the adhesion of the joints for the employed adhesives.

Key words: Sawn wood, adhesion, density, *Eucalyptus*.

## 1 INTRODUÇÃO

O setor madeireiro brasileiro está se caracterizando pela utilização crescente de madeiras provenientes de reflorestamentos, principalmente do gênero *Eucalyptus* que têm apresentado grande potencial como fonte de matéria-prima, o que tem motivado estudos visando a melhor caracterização das suas propriedades físico-mecânicas

(DELLA LUCIA & VITAL, 1980; NOGUEIRA & LAHR, 1992; OLIVEIRA, 1998; SILVA & OLIVEIRA, 2003). Tal fato tem-se tornado muito evidente nos últimos anos, sobretudo em razão dos questionamentos existentes em relação à exploração das florestas nativas, seja por pressões ambientalistas, seja pela elevação dos preços de suas madeiras, devido às dificuldades de exploração e também pelas grandes distâncias entre as regiões de produção e de consumo.

<sup>1</sup>Engenheiro Florestal, Mestrando em Ciências Florestais pela Universidade Federal do Espírito Santo – Cx. P. 16 – 29500-000 – Alegre, ES – octavioplaster@gmail.com

<sup>2</sup>Professor do Departamento de Engenharia Florestal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo/ NEDTEC/CCA/UFES – Alto Universitário – 29550-000 – Jerônimo Monteiro, ES – jtsilva@npd.ufes.br

<sup>3</sup>Professor Substituto do Departamento de Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo – Cx. P. 16 – 29500-000 – Alegre, ES – christovao\_abrahao@hotmail.com

<sup>4</sup>Graduando em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Espírito Santo/UFES – Cx. P. 16 – 29500-000 – Alegre, ES – rafaellbraz@yahoo.com.br

O gênero *Eucalyptus* caracteriza-se por um elevado número de espécies, com predomínio daquelas de difícil colagem, sobretudo aquelas de elevadas massas específicas aparentes e teores de extrativos elevados. O domínio da tecnologia referente à adesão de peças estruturais de madeira é de suma importância, principalmente quando se pretende construir elementos estruturais pré-fabricados, como elementos de treliça, vigas laminadas, pilares de sustentação, entre outros, uma vez que segundo Marra (1980), mais de 70% de todos os produtos confeccionados a partir da madeira utilizam algum tipo de adesivo em sua fabricação.

Petrauski (1999), ao estudar a adesão da madeira de *Corymbia citriodora* (*ex-Eucalyptus citriodora*) com resorcinol-formaldeído, comprovou a importância de se atentar para a otimização dos níveis empregados e das interações que podem ocorrer entre as variáveis do processo, como a pressão de colagem, o consumo e o número de faces de aplicação do adesivo.

De acordo com Vital et al. (2006), a variabilidade que ocorre na densidade e porosidade entre os lenhos inicial e tardio, cerne e alburno, os lenhos juvenil e adulto e, ainda, nas madeiras de reação, além da presença de extrativos nas cavidades dos elementos anatômicos, são os fatores que mais afetam o processo de adesão.

Na otimização do uso dos adesivos deve-se também levar em consideração o aspecto econômico, uma vez que na utilização estrutural o seu custo é fator limitante no desenvolvimento de produtos. Por exemplo, no Brasil, o grande fator limitante para a produção de madeira laminada colada (MLC) é o custo do adesivo. Segundo Bohn & Szücs (1995) e Lima (1994), o adesivo à base de resorcinol-formaldeído, que é importado, pode representar entre 40 e 60% do custo final de elementos estruturais em MLC. Na tentativa de reduzir o consumo de adesivo, Bohn (1995) estudou o efeito da diluição de adesivo à base de resorcinol na qualidade das juntas coladas de madeira, percebendo que uma diluição em até 40% com água é viável. Abrahão (1999) e Petrauski (1999), com outro enfoque, estudaram a redução de área colada em elementos estruturais (vigas e colunas em MLC) feitos com madeira de *E. grandis*. Os valores de área colada variando de 10 a 100 %, não interferiram no módulo de elasticidade das vigas. Os módulos de ruptura não foram significativamente afetados, porém, notaram-se pequenas reduções em seus valores com a redução da área colada.

Objetivou-se, principalmente, no presente estudo avaliar as propriedades de adesão da madeira de

*Eucalyptus sp.*, comercializada na forma de tábuas. Quanto aos objetivos específicos, pretendeu-se avaliar: o comportamento de juntas coladas da madeira unidas com dois adesivos comerciais, sendo um termofixo (resorcinol-formaldeído) e outro termoplástico (PVA); e a influência da massa específica aparente, nas propriedades de colagem.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Ciência da Madeira - LCM do Núcleo de Estudos e de Difusão de Tecnologia em Florestas, Recursos Hídricos e Agricultura Sustentável - NEDTEC do Centro de Ciência Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, em Jerônimo Monteiro, ES.

A madeira utilizada é proveniente do gênero *Eucalyptus*, comercializada na forma de tábua seca em estufa, sendo integrante de um lote de aproximadamente um metro cúbico, doado pela empresa produtora. A madeira foi segregada em três classes de densidade anidra: classe 1 (0,70 - 0,79 g/cm<sup>3</sup>); classe 2 (0,80 - 0,89 g/cm<sup>3</sup>); e classe 3 (0,90 - 0,99 g/cm<sup>3</sup>). Além da adesão de peças de mesma classe de densidade, foram combinadas e coladas fases entre classes, ou seja, classe 1 x classe 2; classe 1 x classe 3; classe 2 x classe 3, resultando-se em seis tratamentos por adesivo, de acordo com a Tabela 1.

A massa específica aparente na condição anidra foi determinada de acordo com a MB 26/1940 da ABNT (1940), com a substituição da água pelo mercúrio na

**Tabela 1** – Tipos de tratamentos dos testes de adesão da madeira para os dois adesivos.

**Table 1** – Type of treatments of the adhesion tests for two adhesives.

Resistência ao Cisalhamento	Número de Repetições
Madeira Sólida	
Classe 1	25
Classe 2	25
Classe 3	25
Linha de Cola	
T1(Classe1xClasse1)	50
T2(Classe2xClasse2)	50
T3(Classe3xClasse3)	50
T4(Classe1xClasse2)	50
T5(Classe1xClasse3)	50
T5(Classe2xClasse3)	50

determinação do volume das amostras pelo método da balança hidrostática. A massa das amostras foi determinada em uma balança de precisão de 0,01g. Os teores de umidade das amostras foram determinadas de acordo com o método anteriormente descrito, utilizando estufa de laboratório com ventilação e uma balança de precisão de 0,01g.

Foram utilizados adesivos à base de resina resorcínica, conhecido como Cascophen RS216M, e de acetato de polivinila – PVAc (CASCOREZ 2590), ambos com 5% de catalisador cedidos pelo fabricante.

Os ensaios de adesão seguiram a norma da ASTM D-905 (ASTM, 1994). Após a aplicação do adesivo em cerca de 300 g/m<sup>2</sup>, espalhados com pincel em amostras de madeira de 300 x 65 x 20 mm devidamente preparadas nas duas faces, elas foram prensadas em máquina universal de ensaios, de marca EMIC, modelo DL10000, totalmente automatizada que contém um script que permite a constância do tempo de prensagem na máquina, com uma pressão de 12 kgf/cm<sup>2</sup>. Foram avaliados os efeitos dos diferentes tratamentos como tipo de adesivo e classe de densidade.

Após o período de cura do adesivo, foram confeccionados corpos-de-prova, de acordo com a norma da ASTM D-905 (ASTM, 1994), que foram ensaiados ao cisalhamento por compressão na linha de colagem utilizando a máquina universal de ensaios, citada anteriormente.

O desempenho dos tratamentos estabelecidos foi avaliado tanto pela análise da resistência ao cisalhamento paralelo médio apresentado, bem como pelo percentual de falhas da madeira ocorridas nas juntas, que seguiram a norma da ASTM D-3110 (ASTM, 1994).

Após a seleção das peças de madeira que compuseram as três classes de densidade utilizadas no presente estudo, fez-se a climatização das mesmas, em ambiente natural fechado.

O método estatístico utilizado foi o delineamento inteiramente casualizado (DIC), comparados pelo teste de Tukey, a 5% de significância, quando apresentaram-se diferenças estatísticas significativas.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta as classes de densidade com os respectivos teores de equilíbrio higroscópicos que apresentavam durante a colagem das juntas e a resistência ao cisalhamento da madeira sólida.

Os valores para o teor de umidade no equilíbrio higroscópico apresentaram variação muito pequena entre as classes de densidade, não apresentando diferenças significativas entre as médias e estando também dentro de uma faixa considerada ótima para as operações de colagem. Verifica-se também o já esperado aumento da resistência ao cisalhamento, indicando diferenças significativas entre as médias, em função da classe de densidade; a variabilidade da resistência dentro das classes mostrou-se mais elevada para aquelas amostras de mais alta densidade.

Na Tabela 3, são observados os valores médios da resistência ao cisalhamento da linha de cola e a porcentagem de falha na madeira observada nas juntas para diferentes classes de densidade e suas combinações, uma vez que o material trabalhado não é uniforme, ou seja, trata-se de um número variável de espécies.

**Tabela 2** – Classe de densidade, valores médios do teor de umidade e resistência ao cisalhamento paralelo para madeira sólida.

*Table 2* – Density class and average values of solid wood moisture content and shear strength.

Classes de Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	Resistência ao Cisalhamento (kgf/cm <sup>2</sup> )	Teor de Umidade (%)
1 (0,70 – 0,79)	114 c (7,47) (6,55)*	10,20 a** (0,45) (4,45)
2 (0,80 – 0,89)	132 b (13,34) (10,10)	10,53 a (0,58) (5,50)
3 (0,90 – 0,99)	158 a (28,07) (17,77)	10,55 a (0,87) (8,24)

\*Valores entre parênteses são desvio-padrão (kgf/cm<sup>2</sup> e %) e coeficiente de variação (%) respectivamente.

\*\*As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey, com o nível de 5% de significância.

**Tabela 3** – Valores médios da resistência ao cisalhamento na linha de cola e porcentagem de falha na madeira observadas nas juntas produzidas com madeira de *Eucalyptus* sp. e colada com a resina à base de resorcinol-formaldeído e acetato de polivinila (PVAc).

**Table 3** – Average values of the shear strength in the glue line and percentage of wood failure observed in the joints produced with *Eucalypt* wood and glued with resorcinol-formaldehyde and polyvinila acetate.

Tratamento	Resistência ao Cisalhamento (kgf/cm <sup>2</sup> )		Falha na Madeira (%)	
	Resorcinol	PVAc	Resorcinol	PVAc
T1 (CLASSE 01)	140 a (18,37) (13,11)*	139 bc** (13,05) (9,39)	84 a (12,39) (14,78)	91 a (10,66) (11,66)
T2 (CLASSE 02)	132 a (23,79) (18,08)	140 b (19,17) (13,69)	62 b (26,29) (42,62)	78 ab (17,88) (22,99)
T3 (CLASSE 03)	135 a (42,55) (31,47)	154 a (26,17) (17,05)	64 b (28,56) (44,91)	26 d (22,33) (86,84)
T4 (CLASSE 01X02)	148 a (21,50) (14,57)	123 d (15,11) (12,24)	90 a (12,02) (13,32)	85 ab (16,97) (20,08)
T5 (CLASSE 01X03)	139 a (30,36) (21,87)	155 a (18,77) (12,13)	71 ab (27,85) (39,17)	72 b (26,08) (36,08)
T6 (CLASSE 02X03)	151 a (29,76) (19,74)	128 cd (15,84) (12,34)	75 ab (24,65) (32,74)	47 c (28,75) (60,77)
Média Geral	140,56 (28,65) (20,38)	140,25 (21,55) (15,36)	74,41 (24,67) (33,15)	65,94 (31,21) (47,33)

\*Valores entre parênteses são desvio- padrão (kgf/cm<sup>2</sup> e %) e coeficiente de variação (%) respectivamente.

\*\*As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey, com o nível de 5% de significância.

Quando compara-se a Tabela 3 com a Tabela 2, em relação ao adesivo resorcinol pode-se observar que a resistência ao cisalhamento foi mais alta no tratamento 1 e manteve-se muito próximo dos valores para o tratamento 2, o que pode ser explicado pelos altos valores de falha e suas variações. Já no tratamento 3, houve uma redução da média para a resistência ao cisalhamento na linha de cola, em relação à resistência ao cisalhamento da madeira sólida. Esse fato pode ser explicado, segundo Marra (1992) e Tsoumis (1991) pela maior dificuldade em se obter juntas coladas a partir de madeira de mais alta densidade, devido à sua menor permeabilidade e à sua maior rigidez, o que dificulta, por um lado a penetração do adesivo e, por outro, a acomodação da madeira sob a carga aplicada, reduzindo a possibilidade de se obter o contato íntimo necessário entre as faces.

Já para o adesivo à base de PVAc, observa-se que os valores médios para a resistência ao cisalhamento na linha de cola para os tratamentos 1 e 2, apresentaram-se ligeiramente superiores ao valor médio da resistência ao cisalhamento paralelo da madeira sólida, apresentados

na Tabela 2. Isso se explica pelo sucesso do processo de adesão ao se produzir juntas com madeira de classes de densidade menor, resultando assim em altos valores de falha na madeira. No tratamento 3, notou-se um pequeno decréscimo na resistência da linha de cola, não se distanciando muito do valor médio da resistência ao cisalhamento da madeira sólida. Contudo, houve drástica redução na área de falha na madeira por se tratar da classe de densidade mais alta, tendo uma superfície de elevada dureza e mais impermeável, o que, como comentado anteriormente, dificulta o processo de colagem; assim, somente poucas fibras foram arrancadas, porém resistiram bastante às tensões de cisalhamento na linha de cola.

A análise de variância das médias de resistência ao cisalhamento indicou diferenças significativas entre composição das amostras apenas para o adesivo à base de acetato de polivinila. Esse fato pode ser explicado pela conhecida dificuldade na adesão de madeiras de maiores densidades. A variabilidade dos valores da resistência ao cisalhamento, tanto das juntas coladas quanto da madeira sólida apresentou-se elevada se comparada ao que é

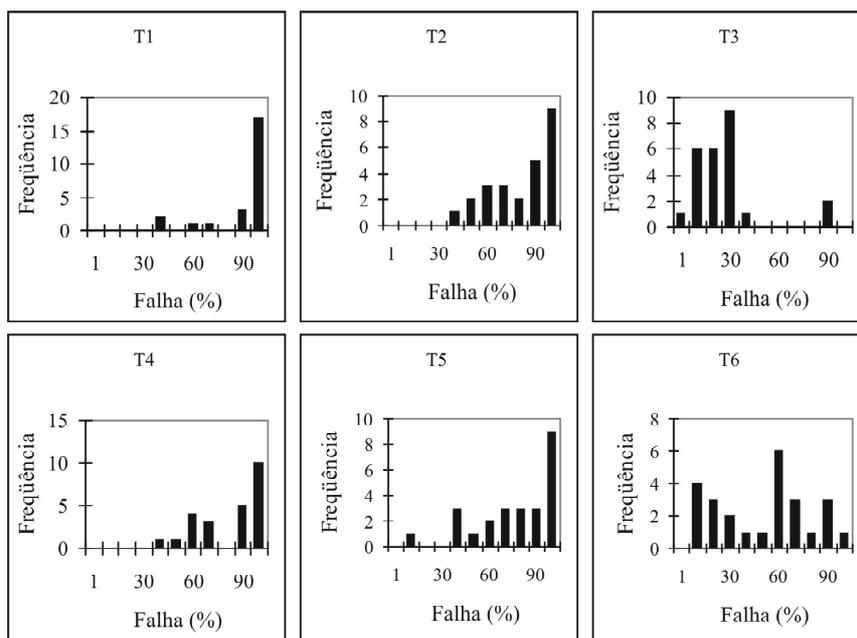
descrito para várias espécies pelo Wood Handbook (FOREST PRODUCTS LABORATORY, 1999), o que pode ser atribuído à natureza tipicamente heterogênea do material em estudo: madeira de diferentes espécies e idades e, ainda, procedentes de diferentes áreas de plantio.

Na Figura 1, apresentam-se os histogramas com as distribuições de frequência para os valores da resistência ao cisalhamento das juntas, obtidas nos seis tratamentos. Pode-se notar que, no tratamento em que apenas a madeira da classe de mais baixa densidade (T1) e naquele em que foram combinadas as classes média e alta (T6), houve uma típica assimetria do histograma, tendendo para os valores mais altos de resistência. O contrário pôde ser observado para as amostras das classes de média (T2) e alta densidade (T3), quando avaliadas as juntas produzidas com madeira obtida dentro de suas próprias classes. A combinação das madeiras de classe baixa e média (T4) produziu juntas que apresentaram resistências distribuídas de forma aproximadamente uniforme no intervalo entre os valores máximo e mínimo. O tratamento que incluiu amostras produzidas com madeiras da classe baixa em combinação

com a classe de alta densidade (T5), por sua vez, apresentou a maior parte dos valores recaindo na região da média aritmética.

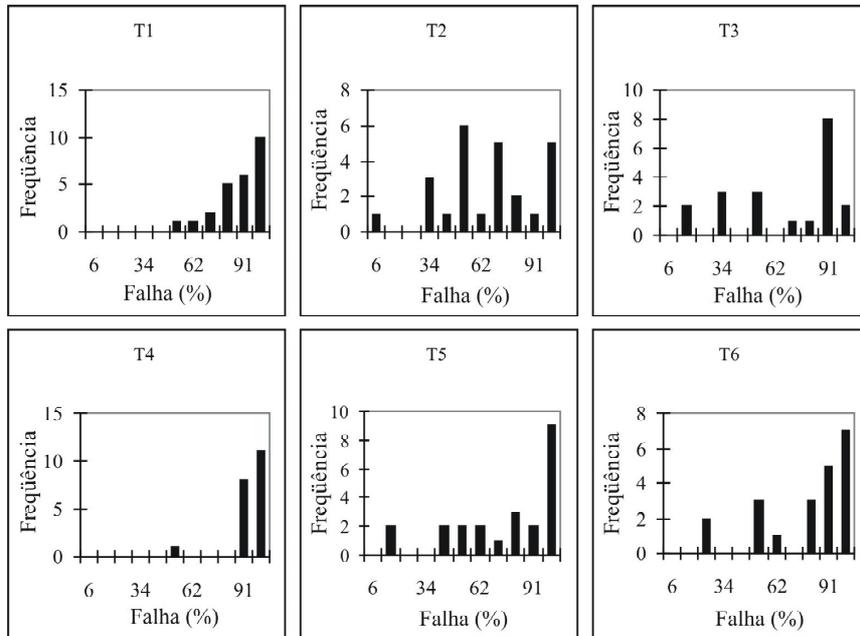
Na Figura 2, apresentam-se os histogramas com as distribuições de frequências para os valores da falha na madeira das juntas obtidas nos seis tratamentos, com adesivo à base de resorcinol-formaldeído. Nesses histogramas nota-se claramente que, para a falha na madeira obtida nas classes de baixa (T1), média (T2) e alta densidades (T3), quando coladas dentro de si próprias, há uma concentração em torno da região dos valores de máxima falha. Tal distribuição indica uma boa colagem, apesar de que nas classes de densidade mais baixa e nas que foram combinadas baixas e média densidades obtiveram-se mais altos valores médios para a falha na madeira. A combinação de amostras procedentes das classes de baixa e média densidades resultou numa concentração das falhas em torno do valor máximo.

Já as combinações que continham madeira de alta densidade, apresentaram distribuições aproximadamente uniformes ao longo de valores mínimos e máximos. Esse comportamento pode ser explicado também pela maior



**Figura 1** – Distribuição de frequências para a resistência ao cisalhamento na linha de cola de juntas produzidas com a madeira de *Eucalyptus* sp. e o adesivo à base de resorcinol-formaldeído.

**Figure 1** – Frequency distribution of shear strength of *Eucalyptus* sp. wood joints glued with resorcinol-formaldehyde resin.



**Figura 2** – Distribuição de freqüências para falha na madeira nas juntas coladas com adesivo à base de resorcinol-formaldeído.

**Figure 2** – Frequency distribution of wood failure in joints glued with resorcinol-formaldehyde resin.

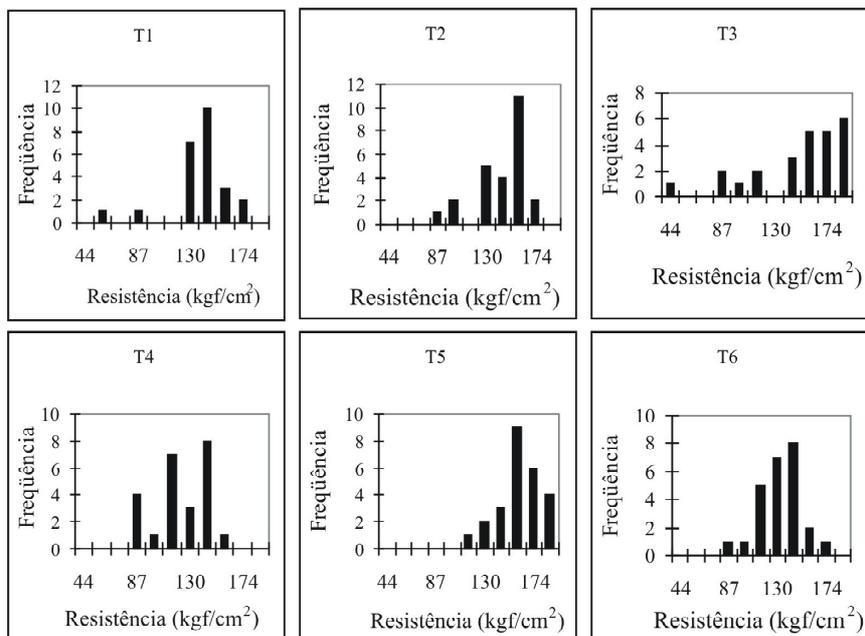
dificuldade de se colar madeiras de mais alta densidade e pela maior variabilidade do material dentro dessa classe.

Na Figura 3, apresentam-se as distribuições de freqüência para os valores da resistência ao cisalhamento das juntas obtidas nos seis tratamentos, com adesivo à base de acetato de polivinila. Nota-se que, para a resistência ao cisalhamento no tratamento T1 (classe 01), houve uma distribuição assimétrica dos valores à direita da média. Já para o tratamento T2 (classe 02), apesar de uma maior amplitude de distribuição em relação à média, também observaram-se elevados valores de tensão e falha, resultado de uma colagem bem sucedida. Para o tratamento T3 (classe 03), os valores de tensão se distribuíram de forma gradativa, o que possivelmente pode ser atribuído à já referida variabilidade e dificuldades de adesão do material pertencente à classe mais densa.

As combinações das madeiras nos tratamentos 4, 5 e 6 apresentaram-se bastante similares na distribuição de freqüências para as classes de densidade, apesar dos valores médios de resistência ao cisalhamento na linha de cola se mostrarem um pouco diferentes.

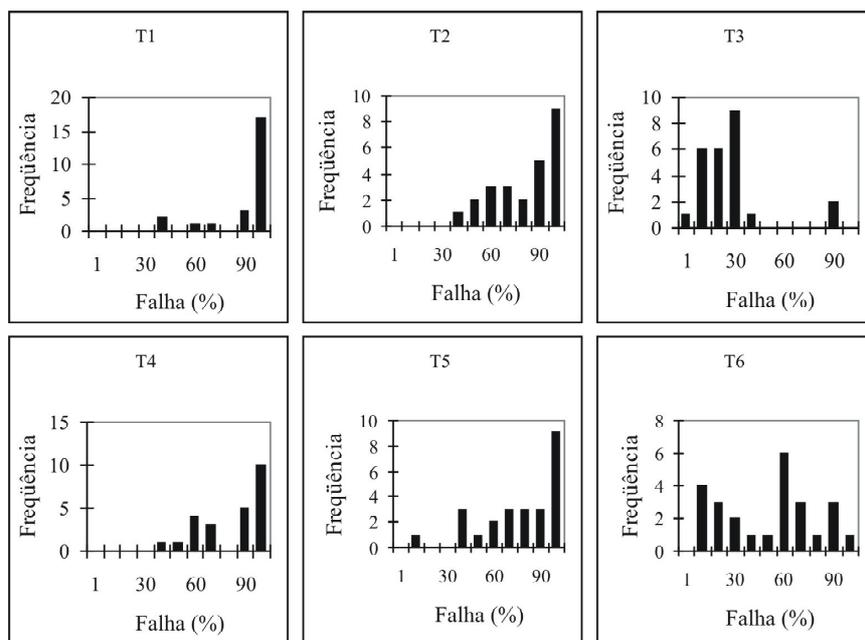
Na Figura 4, apresentam-se as distribuições de freqüências para os valores da falha na madeira das

juntas, obtidas nos seis tratamentos empregando-se o adesivo à base de acetato de polivinila. Observa-se que, na classe de densidade mais baixa (T1), ocorreram altos valores de falha, reflexo da boa adesão das juntas. A classe de densidade média (T2) apresentou valores de falha bastante distribuída em relação à média aritmética, indicando uma boa colagem por serem relativamente elevados. Já para a classe de densidade mais alta (T3), os valores de falha foram bastante baixos. A alta resistência das juntas pode ser explicada também pela elevada resistência do material que, mesmo tendo poucas fibras arrancadas, produziu elevadas tensões na linha de cola. Em relação às combinações de classes de densidade nas juntas coladas, de forma semelhante ao observado para o resorcinol-formaldeído, nota-se que, quando se utiliza madeira mais densa, a amplitude de distribuição de falha em relação à média se torna alta, caso que pode ser observado nas combinações das classes (01x03) e (02x03), ou seja, tratamento 5 e 6, juntas em que figuram madeira de alta densidade. Já para a combinação entre T4 (classe 01x02), altos valores de falha foram observados, o que revela também a boa capacidade de adesão do material.



**Figura 3** – Distribuição de freqüências para a resistência ao cisalhamento na linha de cola de juntas produzidas com a madeira de *Eucalyptus* sp. e o adesivo à base de acetato de polivinila.

**Figure 3** – Frequency distribution of shear strength joints of *Eucalyptus* sp. wood glued with polyvinila acetate adhesive.



**Figura 4** – Distribuição de freqüências para a falha na madeira em juntas coladas com o adesivo à base de acetato de polivinila.

**Figure 4** – Frequency distribution of wood failure in joints glued with polyvinila acetate adhesive.

#### 4 CONCLUSÕES

Os valores médios da resistência ao cisalhamento por compressão paralela, obtidos nas juntas coladas, mostraram-se equivalentes à resistência ao cisalhamento da madeira sólida e não se mostraram diferentes quando comparados os dois adesivos.

Em geral, o adesivo à base de resorcinol-formaldeído, apresentou maiores valores para a falha na madeira.

Observou-se maior dificuldade na adesão de amostras de madeira de mais alta densidade. Isso quando se leva em consideração apenas os valores de falha na madeira, pois os valores para a resistência das juntas mostraram-se semelhantes, quando analisados os resultados obtidos com o adesivo à base de resorcinol-formaldeído.

Para o acetato de polivinila, os valores de falha na madeira também decresceram com o aumento da densidade da madeira, enquanto que a resistência das juntas era positivamente afetada pela densidade.

A madeira serrada de eucalipto comportou-se bem quanto à adesão com os adesivos à base de resorcinol-formaldeído e acetato de polivinila.

De maneira geral, os resultados relacionados à resistência ao cisalhamento apresentaram valores satisfatórios nas classes de densidade e suas combinações. Contudo, quando analisada a porcentagem de falha na madeira, em alguns tratamentos esse parâmetro foi inferior ao esperado.

#### 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHÃO, C. P. **Efeito da redução da área colada no comportamento de vigas e colunas de madeira laminada de *Eucalyptus grandis***. 1999. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Annual book of A.S.T.M.** Philadelphia, 1994. 608 p. (Standards, 15.06, adhesives).
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Ensaio físicos e mecânicos da madeira: MB 26/40**. Rio de Janeiro, 1940. 16 p.
- BOHN, A. R. **Influência da espessura das lâminas de cola na madeira laminada colada**. 1995. 68 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.
- BOHN, A. R.; SZÜCS, C. A. Influência da espessura dos anéis de crescimento no comportamento mecânico dos elementos de madeira laminada colada. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 5., 1995, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Belo Horizonte: EEUFMG; CEFET; IBRAMEM, 1995. v. 1, p. 579-586.
- DELLA LUCIA, R. M.; VITAL, B. R. Características físicas e mecânicas da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 4, n. 1, p. 70-74, 1980.
- FOREST PRODUCTS LABORATORY. **Wood handbook: wood as a engineering material**. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, 1999. 463 p.
- LIMA, M. F. Para vencer grandes vãos. **Revista de Tecnologia da Construção – Técnica**, São Paulo, v. 2, n. 11, p. 15-17, 1994.
- MARRA, A. A. **Technology of wood bonding: principles in practice**. New York: V. N. Reinhold, 1992. 454 p.
- MARRA, G. G. The role of adhesion and adhesives in products industry. In: WOOD ADHESIVES RESEARCH, APPLICATION AND NEEDS, 1980, Washington, DC. **Proceedings...** Washington, DC: USDA-PFL, 1980. p. 1-8.
- NOGUEIRA, M. C. J. A.; LAHR, F. A. R. Indicações para o emprego de dezesseis espécies de *Eucalyptus* na construção civil. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 4., 1992, São Carlos. **Anais...** São Carlos: LaMEM-EESC-USP, 1992. v. 1, p. 37-48.
- OLIVEIRA, J. T. S. **Caracterização da madeira de eucalipto para a construção civil**. 1998. 429 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade de São Carlos, São Carlos, 1998.
- PETRAUSKI, S. M. F. C. **Desenvolvimento e teste de pórticos treliçados feitos de laminado colado com madeiras de *E. citriodora* e *E. grandis***. 1999. 129 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.
- SILVA, J. C.; OLIVEIRA, J. T. S. Avaliação das propriedades higroscópicas da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm., em diferentes condições de umidade relativa do ar. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 233-239, 2003.
- TSOUMIS, G. **Science and technology of wood: structure, properties, utilization**. New York: V. N. Reinhold, 1991. 494 p.
- VITAL, B. R. et al. Qualidade de juntas coladas com laminas 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.