

Resistência ao cisalhamento na linha de cola de sete espécies florestais do bioma Caatinga sob manejo sustentável

Resumo: O objetivo deste trabalho foi estudar a interação da madeira com os adesivos PVA e PUR avaliando as propriedades de resistência ao cisalhamento na linha de cola e na falha na madeira de sete espécies do bioma caatinga: *Pterodon abruptus*; *Diptychandra aurantiaca*; *Terminalia fagifolia*; *Machaerium cf. brasiliensis*; *Aspidosperma pyriformium*; *Pityrocarpa moniliformis*; e, *Combretum glaucocarpum*. A gramatura utilizada foi de 200 g/m² em linha simples tanto para o adesivo PUR como para o adesivo PVA. O adesivo PUR apresentou maiores valores médios de resistência ao cisalhamento (9,7 MPa) comparado ao adesivo PVA (6,6 MPa) em todas as espécies estudadas. Das sete espécies analisadas, apenas *Combretum glaucocarpum* e *Aspidosperma pyriformium* coladas com PUR atingiram os valores percentuais mínimos de resistência ao cisalhamento e falha na madeira. Nas demais espécies, a porcentagem de falha na madeira foi baixa.

Palavras-chave: Adesivos, Colagem, Resistência, Falha na madeira.

Shear resistance of seven species of the Brazilian Caatinga biome under sustainable management

Abstract: The aim of this work was to study the interaction of wood with two adhesives, PVA and PUR, on seven species of the Brazilian Caatinga biome, by verifying shear properties in the glue line and wood failure. The species studied were: *Pterodon abruptus*, *Diptychandra aurantiaca*, *Terminalia fagifolia*, *Machaerium cf. brasiliensis*, *Aspidosperma pyriformium*, *Pityrocarpa moniliformis* and *Combretum glaucocarpum*. The PUR showed the highest values of shear (9.7 MPa) in comparison to PVA (6.6 MPa). Among the species analysed, only *Combretum glaucocarpum* and *Aspidosperma pyriformium*, glued with PUR, achieved the minimum percentage of shear resistance and wood failure. As for the other species, the percentage of wood failure was lower than the necessary to characterize them as easy adhesion.

Keywords: Adhesives, Wood collage, Resistance, Wood failure.

1. INTRODUÇÃO

O bioma Caatinga é composto por diversas formações vegetais, em que a área florestal é utilizada para a extração de lenha, pastagens para criação dos rebanhos de bovinos, caprinos e ovinos, ou como parte do sistema de agricultura itinerante, formando um imenso mosaico de áreas em distintos estádios de regeneração (Gariglio et al, 2010). No entanto, as espécies florestais da Caatinga possuem características anatômica, física e mecânica apropriadas para serem utilizadas como produtos madeireiros que atendem mercados da indústria moveleira e do setor da construção civil.

O emprego da madeira na indústria moveleira pode ser tanto na sua forma sólida como reconstituída. Esta, permite utilizar madeiras de pequenas dimensões e transformando-

Patrocinadores



Organizadores



Apoio



as em peças maiores com a incorporação de adesivo e aplicação de pressão e calor.

Dentre os adesivos utilizados na colagem de painéis de madeira reconstituída para produção de móveis, o polivinil acetato (PVA) tem grande aceitação na indústria; já o poliuretano reativo (PUR) ganhou espaço devido a sua alta resistência.

Assim, visando avaliar a interação adesivo-madeira de algumas espécies da Caatinga, o objetivo deste trabalho foi analisar a resistência ao cisalhamento na linha de cola de sete espécies da Caatinga com potencial industrial, e que foram coladas com adesivos PVA e PUR.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O material foi coletado em quatro comunidades assentadas pelo INCRA no Município de Lagoa do Sítio – PI, coordenadas geográficas de 06°27'11.07"S e 41°35'32.63"W. O local de extração do material está inserido em área com vegetação de Caatinga arbórea fechada, a qual possui Plano de Manejo Florestal Sustentável.

As sete espécies selecionadas para o teste de colagem foram: *Pterodon abruptus* (pau amarelo); *Diptychandra aurantiaca* (biro branco); *Terminalia fagifolia* (chapada); *Machaerium cf. brasiliensis* (coração de negro); *Aspidosperma pyriformium* (pequiá cascudo); *Pityrocarpa moniliformis* (rama de bezerro); e *Combretum glaucocarpum* (sipaúba).

O material destinado à colagem passou previamente por secagem controlada em estufa. Após, permaneceu em sala climatizada a temperatura de $20\pm 3^{\circ}\text{C}$ e $65\pm 1\%$ de umidade relativa do ar, até a estabilização do teor de umidade (TU). Posteriormente, os mesmos foram medidos e pesados para a determinação da massa específica básica (ME_b) conforme a norma D 2395 (ASTM, 2017). Em seguida, as lâminas de madeira foram prensadas em prensa hidráulica (pressão de 34,5 MPa). Os adesivos testados neste trabalho foram os comerciais PVA Cascorez Extra (viscosidade a 25°C de 6000-8000 cP e teor de sólidos de 44-46%) e o Tecbond PUR (viscosidade a 25°C de 6500-8500 cP e teor de sólidos de 97-98%), na gramatura 200g/m^2 em linha de cola simples.

Realizada a colagem e prensagem, os corpos-de-prova foram cortados seguindo a D 905-08 (ASTM, 2013), totalizando 16 repetições por espécie e por tipo de adesivo. Os ensaios de cisalhamento na linha de cola foram realizados em uma máquina universal de ensaios, capacidade de 600 kN, com velocidade de deslocamento de 5 mm/min conforme a norma D 905-08 (ASTM, 2013). Foi determinado o percentual de falha na madeira de maneira visual seguindo a norma D 5266 (ASTM, 2013).

Patrocinadores



Organizadores



Apoio



Os resultados obtidos foram interpretados com auxílio do programa estatístico IBM-SPSS versão 22.0. Realizou-se uma análise de variância (ANOVA) ao nível de 5% de significância, e quando apresentadas diferenças significativas, utilizou-se o teste de Tukey para comparação das médias entre os tratamentos ao nível de 5% de significância.

3. RESULTADOS

A massa específica aparente média (MEb) determinada para cada espécie e o teor de umidade médio das lâminas de madeira estão descritas na Tabela 1. A figura 1 apresenta os dados de cisalhamento e os valores percentuais de falha na madeira para cada espécie por adesivo testado.

Tabela 1. Valores médios da MEb e do TU das lâminas de madeira das sete espécies de madeiras estudadas.

Variáveis	Coração negro	Chapada	Rama de bezerro	Birro branco	Pequiá cascudo	Pau amarelo	Sipaúba
ME _b (g/cm ³)	0,92	0,99	0,74	0,81	0,69	0,79	0,74
TU (%)	9,07	9,93	9,68	9,70	9,30	8,38	9,77

ME_b: Massa específica aparente; TU: Teor de umidade.

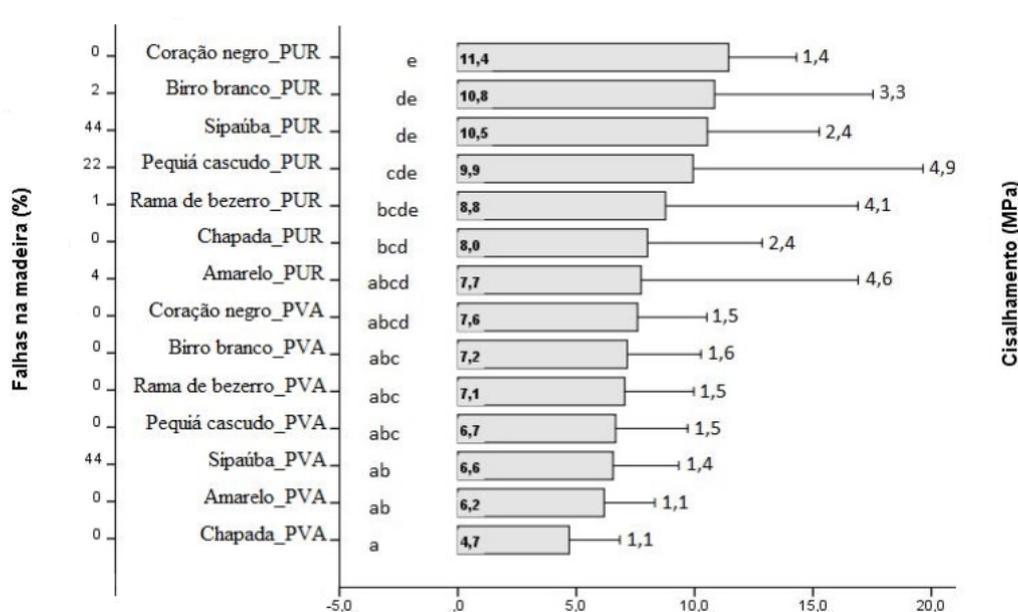


Figura 1. Médias e desvio padrão de resistência ao cisalhamento na linha de cola em MPa e percentual de falha na madeira nas sete espécies da Caatinga coladas com adesivos PUR e PVA, onde: PVA: adesivo acetato de polivinila; PUR: adesivo poliuretano.

4. DISCUSSÃO

Com base na classificação de massa específica de madeiras determinada por Melo et al. (1990), seis das sete espécies estudadas foram classificadas como madeiras de alta densidade, já que os valores de MEb foram superiores à 0,73 g/cm³ e apenas uma espécie (pequiá cascudo) foi classificada como madeira de média densidade (valor entre 0,51 e 0,72 g/cm³).

Devido à etapa de secagem controlada em estufa, o teor de umidade dos corpos-de-prova variaram entre 9,07% e 9,77%, ficando abaixo dos 12% estabelecidos pela norma ASTM D 905-08 (2013) como ideais para a realização dos testes mecânicos (de 10% a 12%). No entanto, para a colagem do material, o teor de umidade das amostras se enquadraram nos valores recomendados pelos fabricantes de adesivos para que ocorra as reações de fixação, ou seja, 8% a 15% para o PVA e teor de umidade maior que 8% para o adesivo PUR.

Na figura 1, somente a espécie coração-negro colada com PUR se diferenciou estatisticamente da colagem com PVA. Esta espécie apresentou maior resistência ao cisalhamento na linha de cola (valor médio de 11,4 MPa). Quanto ao seu valor de resistência da madeira sólida, Wimmer et al. (2017), ao analisar a madeira sólida desta espécie, encontrou o valor de 21 MPa de resistência. Dessa forma, observa-se que a linha de cola oferece uma resistência 80% inferior a resistência da madeira sólida.

Comparando valores de resistência ao cisalhamento para espécies de alta densidade, Lobão e Gomes (2006), em seu estudo sobre a qualidade de adesão na madeira de eucalipto de diferentes massas específicas com o adesivo resorcinol-formaldeído, encontraram o valor de 9,7 MPa para a espécie de alta massa específica, ou seja, valor muito semelhante ao encontrado na presente pesquisa.

Os mesmos autores afirmaram que madeiras de alta massa específica são de difícil colagem pela pouca penetração do adesivo; conseqüentemente, apresentam uma baixa percentagem de falha na madeira, que está associada à penetração do adesivo nos poros do lenho com posterior solidificação, formando “ganchos” presos entre os substratos. Esta movimentação é a base da teoria mecânica dos adesivos, a qual provavelmente foi levada em consideração pelos autores citados acima.

Além da teoria mecânica, existem outras duas que ocorrem durante a colagem da madeira e que são defendidas pela maioria dos autores; segundo eles, o processo de adesão ocorre em conjunto destas três teorias, e não apenas uma, isoladamente. Desta forma, a baixa falha na madeira ocorridas nas espécies da Caatinga é explicada pela teoria mecânica, enquanto a alta resistência ao cisalhamento pode ser explicada pelas teorias de difusão de

Patrocinadores



Organizadores



Apoio



polímeros e da adesão química.

5. CONCLUSÕES

- O adesivo PUR apresentou maiores valores de resistência ao cisalhamento do que o adesivo PVA em todas as espécies estudadas.
- Das sete espécies estudadas, sipaúba e pequiá cascudo coladas com PUR e sipaúba colada com PVA atingiram os valores mínimos exigidos pela norma para resistência ao cisalhamento e falha da madeira, sendo possível seu uso com o referido adesivo.

6. REFERÊNCIAS

American Society for Testing and Materials. D 905: Standard Test Method for Strength Properties of Adhesive Bonds in Shear by Compression Loading. Philadelphia, 2013.

_____. D 2395: Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Wood and Wood-Based Materials. Philadelphia, 2017.

_____. D 5266: Standard practice for estimating the percentage of wood failure in adhesive bonded joints. Philadelphia, 2013.

Lobão MS, Gomes A. Qualidade da adesão de madeira de eucalipto em corpos de prova colados em dois diferentes planos e densidades. *Cerne* 2006, 12(2): 194-200.

Melo JE, Coradin VTR, Mendes JC. Classes de densidade para madeiras da Amazônia brasileira. In: VI Congresso Florestal Brasileiro, 1990. São Paulo, SP.

Gariglio MA, Sampaio EVSB, Cestaro LA, Kageyama PY. Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 368p, 2010.

Wimmer P, Teixeira DE, Granzotto M, Anacleto J, Siqueira M. Propriedades tecnológicas de madeiras da Caatinga. In: III Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira, 2017. Florianópolis: Universidade do Estado de Santa Catarina. Disponível em: <https://proceedings.galoa.com.br/cbctem/trabalhos?lang=pt-br>. Acesso em: 06 de mar. 2017.

Patrocinadores



Organizadores



Apoio

