

## **RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DO EUCALIPTO GRANDIS COM A UTILIZAÇÃO DE ADESIVOS À BASE DE RESINA MENANINA E URÉIA E À BASE DE EMULSÃO ACRÍLICA POLIMERIZADA COM ISOCIANATO**

*SHEAR STRENGTH OF EUCALYPTUS GRANDIS WITH THE USE OF RESIN BASED ADHESIVES UREA MELAMINE AND BASED ON ACRYLIC EMULSION POLYMERIZED WITH ISOCYANATE*

**COSTA, Bruna Viana**

Estudante de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais

Email: [brunavianacosta@yahoo.com.br](mailto:brunavianacosta@yahoo.com.br)

**CHAHUD, Eduardo**

Prof. Doutor, Universidade Federal de Minas Gerais, DEMC

Email: [echauhd@gmail.com](mailto:echauhd@gmail.com)

**VAZ, Joana Valle Quintão**

Estudante de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais

Email: [joana.vallevaz@hotmail.com](mailto:joana.vallevaz@hotmail.com)

**MAGALHÃES, Luciana Nunes de**

Profa. Doutora, Universidade Federal de Minas Gerais, DEMC

Email: [lucianamagalhaes.eng@gmail.com](mailto:lucianamagalhaes.eng@gmail.com)

**NEVES, Peterson Lopes**

Estudante de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais

Email: [peterstonlneves@gmail.com](mailto:peterstonlneves@gmail.com)

### **RESUMO**

O presente trabalho tem por objetivo a investigação da resistência ao cisalhamento de duas variações de cola para madeira, novas no mercado, a fim de utilizá-las em um processo construtivo denominado Madeira Laminada Colada - MLC. Tal processo é usualmente aplicado na obtenção de peças para vãos de grandes dimensões. Sendo assim, acredita-se agregar valor e utilidade aos profissionais e empresas da construção civil que utilizam a madeira como matéria prima em seus projetos, para fins estruturais. O desenvolvimento desse estudo foi iniciado de acordo com as recomendações da norma brasileira NBR7190/97 "Projeto de estruturas de madeira" através da produção de corpos de prova de Eucalipto Grandis (*Eucalyptus grandis*) manufacturados e posteriormente ensaiados para determinação de resistência ao cisalhamento tanto secos, quanto saturados. As referidas colas investigadas tratam-se de adesivos comerciais, sendo o primeiro à base de Resina Melanina Uréia e o segundo, à base de Emulsão Acrílica Polimerizada com Isocianato. Posteriormente aos ensaios experimentais e seus respectivos resultados, uma análise de dados foi realizada com intuito de comparação do desempenho dos corpos de prova com, e sem adesivos. Através da análise, concluiu-se que os adesivos não apresentam eficiência satisfatória, uma vez que apresentaram perda de resistência significativa, principalmente em caso de saturação, quando comparados com os resultados dos corpos de prova de eucalipto maciços.

**Palavras-Chave:** Madeira. Laminado. Adesivo. Cisalhamento.

## ABSTRACT

This work has as objective the investigation of shear strength of two variations of wood glue, new in the market, in order to use them in a constructive process denominated Laminated Wood - GLULAM. Such process is usually used for obtaining parts for large spans. Therefore, it is believed add value and utility to the professionals and companies of construction industry that uses wood as raw material in their projects, to structural purposes. This study developed was started in agree with the recommendations of the brazilian standards NBR 7190/97 “Wood structural project” (Projeto de estruturas de madeira) through the production of a Eucalyptus Grandis (*Eucalyptus Grandys*) specimen manufactured and subsequently tested for the determination of shear strength, dry and saturated. The investigated glues are commercial adhesives, as the first basis of Urea Melamine Resin and the second, and the second basis of Polymerised Acrylic Emulsion with Isocyanate. Subsequent to the experimental tests and their respective results, a data analysis was performed with the purpose of comparing the performance of the specimens with, and without adhesives. Through the analysis, it was concluded that the adhesives do not present satisfactory efficiency, since they presented significant loss of resistance, especially in case of saturation, when compared to the results of massive eucalyptus specimens.

**Key words:** Wood. Laminate. Adhesive. Shearing.

## 1.INTRODUÇÃO

A escolha de materiais no processo construtivo é tarefa de grande responsabilidade técnica e merece que sua condução seja cuidadosa. De acordo com revisão de literatura realizada, pode-se constatar que entre as formas existentes da utilização da madeira em estruturas, o processo da Madeira Laminada Colada - MLC tem se mostrado eficaz. Seus princípios se difundiram a partir do século XIX e suas vantagens como leveza, resistência, estética e durabilidade a tornam uma alternativa significativa para elementos estruturais em geral.

De acordo com Dias (2009), no domínio das construções sustentáveis, a madeira laminada colada - MLC ocupa um lugar proeminente, sobretudo pela possibilidade de emprego de madeiras provenientes de florestas plantadas. Como consequência da pequena tradição no seu uso, do elevado custo dos adesivos e do reduzido número de empresas envolvidas em sua fabricação, a MLC ainda não é um produto plenamente justificável para as edificações brasileiras. Em contraposição, suas vantagens são expressivas, especialmente por superar as limitações dimensionais impostas pela madeira serrada ou pelos roliços.

Segundo Calil (2010), a MLC evoluiu em paralelo com o progresso ocorrido com as colas, que foram se tornando cada vez mais eficientes, visto que com o aparecimento das

colas sintéticas, o sistema laminado-colado adquiriu maior velocidade em avanços tecnológicos. Essa técnica, que de alguma maneira surgiu também da necessidade de utilização da madeira de reflorestamento, foi basicamente formada por Pinus encontrado em abundância em países do hemisfério norte. No caso do Brasil, uma madeira encontrada em abundância das florestas plantadas é a espécie Eucalipto Grandis (*Eucalyptus grandis*), dicotiledônea originária da Austrália, perfeitamente aclimatada no estado de Minas Gerais, de acordo com Carrasco (1999), justificando assim, ser parte do objeto desse estudo.

O presente artigo avalia o comportamento mecânico de dois adesivos diferentes, alternativos e novos no mercado. O primeiro adesivo, tratado ao longo da pesquisa como Adesivo1, possui base de Resina Melanina Uréia, já o segundo, análogamente Adesivo 2, é um adesivo comercial à base de Emulsão Acrílica. Para estudar o comportamento de ambo, foram confeccionados corpos de prova de madeira Eucalipto segundo a norma NBR-7190 da ABNT. Estes corpos de prova foram ensaiados ao cisalhamento, utilizando a montagem especificada nesta mesma norma e detalhada no decorrer do artigo.

Além disso, é necessário ressaltar que os parâmetros de resistência ao cisalhamento de ambas as colas não foram determinados em nenhum estudo anterior a este, o que garante a importância dos ensaios realizados. Portanto, objetivo da pesquisa é estudar o comportamento desses dois adesivos, que já são novas oportunidades no mercado e os dados apresentados trazem conclusões fundamentais para análises estruturais que venham a utilizá-los a como componentes da MLC.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A divulgação de estudos da experimentação de novas tecnologias, no que tange colas adesivas para madeira, visa buscar alternativas para diminuir os custos da utilização desse material em diversas áreas do conhecimento prático, como Arquitetura, Engenharia Civil e Design. Ao fazer ensaios de resistência à tensão de cisalhamento, testou-se a capacidade das novas colas disponíveis mercado de manter a qualidade estrutural do material, quando usada a técnica de colagem de ripas. Para que tal objetivo fosse atingido a fase experimental foi dividida em cinco etapas, nas quais constam: Escolha e definição do material utilizado; Produção dos corpos de prova; Caracterização da madeira utilizada; Ensaio de Cisalhamento; Análise dos dados.

A análise experimental foi realizada em sua totalidade no Laboratório de Resistência de Materiais de Construção da Escola de Engenharia da UFMG (Universidade Federal de

RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DO EUCALIPTO GRANDIS COM A UTILIZAÇÃO DE ADESIVOS À BASE DE RESINA MENANINA E URÉIA E À BASE DE EMULSÃO ACRÍLICA POLIMERIZADA COM ISOCIANATO

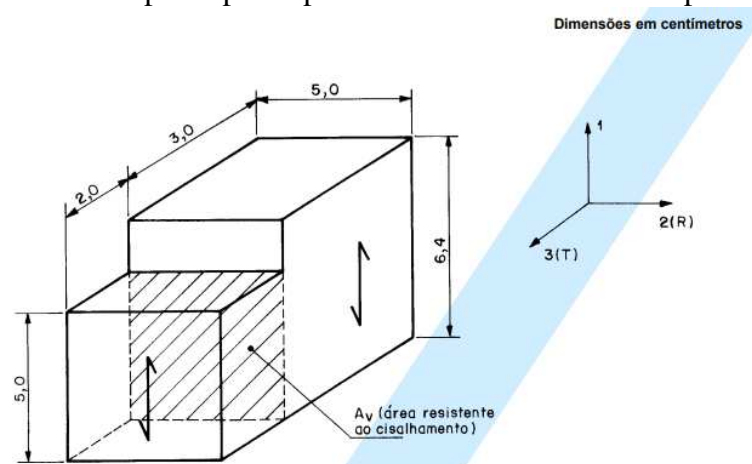
Bruna Costa Viana

Minas Gerais). O estudo e a verificação estatística dos dados colhidos também foram efetuados nas instalações da mesma Escola, especificamente no DEMC (Departamento de Engenharia de Materiais de Construção). A produção dos corpos de prova foi realizada por uma empresa particular situada em Belo Horizonte.

Na primeira etapa do processo, a madeira escolhida para a execução dos corpos de prova e posterior análise experimental foi a *Eucalyptus grandis*. A escolha se deu porque é uma madeira de fácil manuseio, uma vez que é macia. Considerou-se ainda, ser uma espécie de reflorestamento, o que estimula a utilização sustentável desse material, amenizando a degradação e exploração de florestas nativas. Além disso, também foram definidos os adesivos testados e utilizados na colagem, que foram: Adesivo 1- adesivo comercial à base de Resina Melanina Uréia e o Adesivo 2- adesivo comercial à base de Emulsão Acrílica Polimerizada com Isocianato, enumerados para facilitar o processo no momento de coleta de dados.

Seguidamente à escolha dos materiais, ocorreu-se a manufatura dos corpos de prova, conforme figura 1, feita seguindo todas as exigências para ensaios de cisalhamento paralelo às fibras da norma NBR-7190 da ABNT(1997) (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

Figura 1: Padrão do corpo de prova para ensaios de cisalhamento paralelo às fibras



Fonte: ABNT (1997)

O método usado pra execução foi de primeiramente fazer a colagem das ripas com aplicação manual das colas adesivas e posterior prensagem das mesmas com o uso de uma prensa hidráulica. Após esse processo, as ripas coladas foram cortadas de acordo com as medidas exigidas.

Com isso, os corpos de prova foram enviados à Escola de Engenharia, onde foi, inicialmente, feita a caracterização visual. Esse procedimento possibilita ver a presença dos

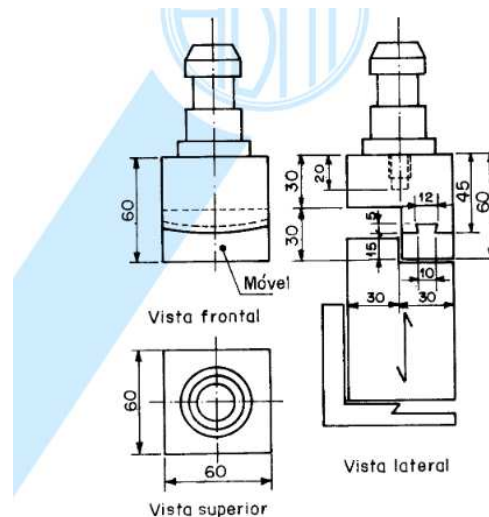
RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DO EUCALIPTO GRANDIS COM A UTILIZAÇÃO DE ADESIVOS  
À BASE DE RESINA MENANINA E URÉIA E À BASE DE EMULSÃO ACRÍLICA POLIMERIZADA  
COM ISOCIANATO

Bruna Costa Viana

nós entre outras características do material que possam alterar sua análise experimental, as constatações feitas foram anotadas e levadas em consideração na análise. Em seguida, foi medida a umidade dos corpos de prova secos ao ar através de um Medidor Eletrônico de Umidade, constatando-se um valor médio de 12,5%, que está de acordo com a umidade esperada de 12% para a região Sudeste (onde foram realizados os ensaios).

Na etapa dos ensaios, foi feita a medição dos componentes de comprimento da área de aplicação da tensão de cada corpo de prova, com o auxílio de um paquímetro digital. Posteriormente os corpos de prova foram colocados no dispositivo de ensaio de cisalhamento paralelo às fibras conforme figura 2.

Figura 2: Dispositivo para ensaios de cisalhamento paralelo às fibras



Fonte: ABNT (1997)

O dispositivo foi acoplado a uma prensa hidráulica, que aplicou tensão em todos os corpos de prova, um a um, até romper. Assim, a medição de tensão que o corpo suportou foi medida pela máquina e devidamente anotada. Os ensaios foram feitos com corpos maciços secos ao ar e saturados, colados com adesivo 1 secos ao ar e saturados, colados com adesivo 2 secos ao ar e saturados. Foram rompidas trinta amostras de cada tipo de ensaio listado anteriormente.

### 3. DISCUSSÃO DE RESULTADOS

RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DO EUCALIPTO GRANDIS COM A UTILIZAÇÃO DE ADESIVOS  
À BASE DE RESINA MENANINA E URÉIA E À BASE DE EMULSÃO ACRÍLICA POLIMERIZADA  
COM ISOCIANATO

Bruna Costa Viana

Com os dados de área e de tensão suportada, foi calculado o valor de resistência ao cisalhamento na presença de tensões tangenciais paralelas às fibras através da forma indicada pela norma:

$$f_{v0} = \frac{F_{v0,máx.}}{A_{v0}}$$

Após os ensaios experimentais, os dados foram comparados entre si. A relação entre a resistência dos corpos de prova colados e dos maciços foi usada para observar a variação da eficiência do material, diante do uso da técnica de colagem conforme representado na tabela 1. Com isso, foi possível concluir a respeito do comportamento dos adesivos em estudo.

Tabela 1: Tensão de cisalhamento de ruptura dos corpos de prova

<b>Corpos de Prova</b>	<b>Tensão média de Cisalhamento (MPa)</b>	<b>D. P.</b>
MSEC	17,5	1,93
MSAT	14,30	1,99
ADS 1 SEC	7,06	1,84
ADS 1 SAT	2,80	1,28
ADS 2 SEC	14,31	3,72
ADS 2 SAT	0,83	0,52

Fonte: Dos autores.

Considerando:

MSEC – Madeira maciça seca

MSAT – Madeira maciça saturada

ADS 1 SEC – Madeira colada com adesivo tipo 1 seco

ADS 1 SAT – Madeira colada com adesivo tipo 1 saturada

ADS 2 SEC – Madeira colada com adesivo tipo 2 seco

ADS 2 SAT – Madeira colada com adesivo tipo 2 saturada

D. P. – Desvio Padrão

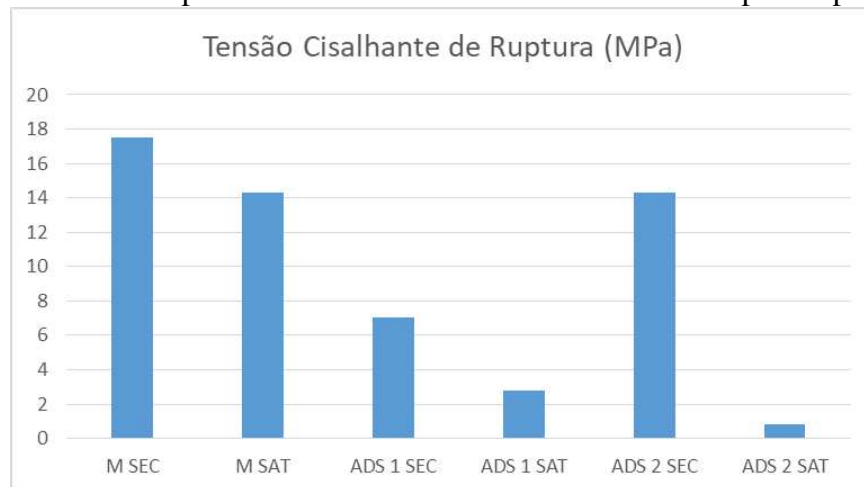
RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DO EUCALIPTO GRANDIS COM A UTILIZAÇÃO DE ADESIVOS À BASE DE RESINA MENANINA E URÉIA E À BASE DE EMULSÃO ACRÍLICA POLIMERIZADA COM ISOCIANATO

Bruna Costa Viana

Pelo gráfico 1 pode-se constatar que a perda de resistência dos corpos de prova de madeira de eucalipto maciços quando saturados é de 18,3%. Quando analisado o adesivo 1, a perda dos corpos de prova saturados em relação aos secos é de 60,4%. Já o adesivo 2 quando testado, essa mesma perda de resistência é de 94,2%.

Os corpos de prova secos quando comparados, apresentam perdas de 59,6% para o adesivo 1 e 18,2% para o adesivo 2 em relação ao maciço.

Gráfico 1: Comparativo de Tensão de cisalhamento dos corpos de prova



Fonte: Dos autores.

Pela análise do gráfico 1, considerando os baixos valores de desvio padrão da tabela 1, consideram-se representativos os valores da amostra, pode-se então afirmar que o adesivo 1, da empresa AkzoNobel, não apresentou resistência satisfatória para o uso e elementos estruturais de madeira laminada colada, principalmente em condições desfavoráveis de umidade. O adesivo 2, da empresa Franklin Adhesives and Polymers, apresentou melhor desempenho que o adesivo 1 nos ensaios de cisalhamento.

#### 4. CONCLUSÕES

Pelos resultados apresentados, pode-se verificar que as resistências ao cisalhamento dos dois adesivos aplicados aos corpos de prova de eucalipto foram insuficientes para sua utilização estrutural. Pode-se concluir assim, que esses adesivos não apresentam viabilidade técnica se mostrando incompatíveis para emendas de madeira de eucalipto. Sendo assim, espera-se que este estudo contribua para incentivo e continuidade de pesquisas em relação a outros novos adesivos no mercado para fins estruturais em madeira.

## 5. REFERÊNCIAS

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE, *ANSI/AITC A190.1: Structural glued laminated timber*. New York, 1992.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. *ASTM D198-05a: Standard tests methods of static of lumber in structural sizes*. Philadelphia, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR7190: 1997. **Projetos de Estruturas de Madeira**. Rio de Janeiro, 1997, 107p.

CARRASCO, E. V. M.; **Propriedades Físicas e Mecânicas: Estruturas de Madeira** (Fascículo I). Escola de Arquitetura da UFMG Belo Horizonte, 1999.

DIAS; A. A. & MIOTO, J. L.. **Produção e avaliação de vigas de madeira laminada colada confeccionadas com lâminas de eucalipto**. Revista Tecnológica. Periódicos UEM, 2009.

NETO, CARLITO CALIL. **A madeira laminada Colada**. Revista da Madeira. Edição124, 2010.