

# RESISTÊNCIA DE COLAGEM ENTRE MADEIRAS TROPICAIS E PAINÉIS OSB VISANDO À PRODUÇÃO DE VIGAS EM PERFIL I

Janaína Wanderley Pimentel, Eng<sup>a</sup> Florestal  
Dept<sup>o</sup> Engenharia Florestal, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília  
Brasília, DF, BRASIL  
Email: [jana124@hotmail.com](mailto:jana124@hotmail.com)

Cláudio Henrique Soares Del Menezzi, Professor Adjunto, DR.  
Dept<sup>o</sup> Engenharia Florestal, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília  
Brasília, DF, BRASIL  
Email: [cmenezzi@unb.br](mailto:cmenezzi@unb.br)

## Resumo

As vigas são elementos projetados para suportar cargas aplicadas em vários pontos ao longo do seu comprimento e transferi-las através dos apoios. Quando os elementos constituintes dessa viga composta estiverem interligados, o adesivo deve restringir os deslizamentos que ocorrem entre as peças independentes, produzindo uma interação entre eles capaz de suportar as tensões de cisalhamento. O objetivo desse trabalho foi avaliar a resistência ao cisalhamento na linha de cola entre o OSB e três madeiras tropicais, e a estimativa da carga máxima teórica de vigas em perfil I. Foram 12 tratamentos compostos inicialmente pelo arranjo fatorial completo correspondendo às espécies de madeira maciça (louro vermelho – *Sextonia rubra*, seru – *Allantoma lineata* e marupá - *Simarouba amara*), tipo de adesivo (Resorcinol formaldeído e Poliuretano a base de mamona), orientação do OSB (Paralelo e Perpendicular) e posteriormente uma análise univariada dentro de cada espécie. Foi identificado que para todas as espécies, que o OSB utilizado no sentido paralelo apresentou uma maior resistência assim como a resina de poliuretano a base de mamona. A interação dessas duas variáveis só se apresentou estatisticamente significativa para a espécie seru. Na análise geral, o grupo das espécies seru e marupá apresentou resultados superiores ao Louro Vermelho. Ao se tratar da carga máxima teórica, as maiores cargas de ruptura dadas por cisalhamento seriam as dos tratamentos que utilizavam o OSB no sentido paralelo e o adesivo de poliuretano a base de mamona, sendo respectivamente, 120180, 126174 e 131568 N.

## Introdução

A idéia de reconstituir secções de madeira a partir da colagem de peças de menor secção remonta ao tempo dos egípcios. No entanto a utilização efetiva desse tipo de material para uso na construção civil aumentou a partir do início do século XX com o surgimento de colas orgânicas de alta resistência, das colas sintéticas e das grandes mudanças políticas e econômicas que dão preferência à substituição da madeira sólida por esse tipo de material em função da necessidade de otimização do uso da madeira (IMOWOOD, 2009).

As mudanças decorrentes desta abertura criada pelo uso de colas e das mudanças políticas e econômicas fizeram com que se estabelecessem normas e

padrões para a comercialização de diversos elementos estruturais “engenheirados” – com destaque a vigas em perfil “I” não se limitando apenas à fabricação de móveis e embalagens. FERREIRA *et al.* (1989), citando SKEIST (1977), definem adesivo como sendo uma substância que tem a capacidade de aderir firmemente a um substrato e apresenta capacidade de manter vários substratos de um mesmo material ou de materiais diferentes unidos através de uma ligação superficial.

O adesivo deve distribuir as tensões mecânicas com o mínimo de interferência, por isso deve ter altas resistências mecânica, ao cisalhamento, dielétrica e capacidade de adesão, baixa restrições de temperatura e facilidade de aplicação sendo capazes de manter a ligação por toda a vida útil desejada da estrutura. É responsável pela ligação entre as peças de madeira e a distribuição das cargas e tensões atuantes sobre a área total da união ao invés de concentrá-las na linha de cola durante a sua utilização, permitindo além da distribuição uniforme das cargas estáticas e dinâmicas, uma redução nos custos de produção e manutenção em relação aos sistemas mecânicos de fixação (SKEIST, 1965). Segundo CARRASCO (1984), a resistência, estabilidade e a vida de uma estrutura dependem em grande parte da resistência, rigidez e durabilidade das ligações, já que tais ligações estruturais são críticas, porque a falha na linha de cola pode resultar em danos sérios à estrutura, levando até a perda de vida.

A relevância dessa pesquisa consiste na avaliação da resistência na linha de cola entre madeiras tropicais e OSB (Oriented Strand Board) para a produção de vigas em perfil “I”, já que, a partir do momento em que é feita a colagem, a peça passa a ser considerada como secções homogêneas e deve ser capaz de resistir às tensões sobre ela aplicadas. Caso isso não ocorra adequadamente, a estrutura não atenderá certas exigências tais como durabilidade, segurança, confiabilidade, economia e funcionalidade. A análise da carga máxima teórica das vigas em “I” também se fazem importantes porque podem fornecer resultados confiáveis e seguros, sem a necessidade de se recorrer a soluções demasiadamente complexas.

## **Metodologia**

As espécies de madeira sólida usadas neste trabalho foram *Sextonia rubra* (louro vermelho), *Allantoma lineata* (Serú) e *Simarouba amara* (Marupá), todas adquiridas no mercado madeireiro do Distrito Federal em forma de tábuas. O material foi identificado macroscopicamente por meio de comparação com o material depositado na Xiloteca (*Index Xilarium* FPBw) do Laboratório de Produtos Florestais (LPF). O material foi selecionado através de classificação visual que se baseou nas características da madeira tais como: presença, tamanho, freqüência e localização dos nós, presença de medula, rachaduras, empenamentos e qualquer defeito aparente.

As tábuas foram transformadas em peças com 2 cm de espessura, 5,5 cm de largura e 70 cm de comprimento cortadas no sentido tangencial de forma que cada espécie possuía seis exemplares e esses foram climatizados a  $(65 \pm 2)\%$  de

umidade relativa e temperatura de  $(20 \pm 1)$  °C por um período de aproximadamente de 30 dias até massa constante. O OSB utilizado foi feito com partículas de pinus que também foram adquiridos no mercado local e fracionados em 12 amostras perpendiculares de 1,1 cm x 5,5 cm x 70 cm e em 12 amostras paralelas de mesmo tamanho e também postos na sala de aclimatização para estabelecer o teor de umidade em torno de 12% em base seca até massa constante, segundo a norma ASTM 905.

Para se obter o tamanho mínimo do corpo-de-prova determinado pela norma acima citada, foram coladas as amostras de OSB duas a duas com cola PVA de forma a se obter 6 amostras perpendiculares e 6 paralelas de 2,2 cm x 5,5 cm x 70 cm.

Os adesivos utilizados foram o resorcinol-formaldeído com teor médio de sólidos igual a 55,5% (VITAL & DELLA LÚCIA, 2006), que é comercializado pela Alba Química e Comércio Ltda. e foi utilizado conforme recomendação do fabricante e o poliuretano à base de óleo de mamona com teores médios de sólidos igual a 66% (PASSAROTTI & CAMPOS, 2008) também utilizado segundo o fabricante.

Após a aplicação do adesivo em 350 g/m<sup>2</sup> que foi espalhado com pincel em amostras de madeira maciça de 5,5x70 cm devidamente preparadas em uma face, foram coladas com as amostras de OSB (perpendicular e paralelo) e prensadas em prensa INDUMEC totalmente automatizada que permite a constância da pressão, com uma pressão real de 1 N/mm<sup>2</sup> dada pela equação 2:

$$Pr = \frac{P_{\text{máx}} \times 1019 \text{ cm}^2}{\text{Área m}^2} \quad \text{eq. 2}$$

Onde:  $P_r$ : Pressão real considerada para cálculos como 10,28 kgf/cm<sup>2</sup> ou 1N/mm<sup>2</sup>.

1019 = Soma das áreas dos pistões da prensa.

$P_{\text{máx}}$ : Pressão do manômetro da prensa, em kgf/cm<sup>2</sup>.

Após o período de cura do adesivo os corpos de prova permaneceram na sala de climatização a  $(65 \pm 2)\%$  de umidade relativa e temperatura de  $(20 \pm 1)$  °C até a data de confecção dos corpos-de-prova, de acordo com a norma da ASTM D-905 (ASTM, 1994) de modo que a posição da grã da madeira maciça foi paralela à direção da carga durante o ensaio (Figura 1). No momento do ensaio determinou-se a carga de ruptura ( $P_{rup}$ ) para o cálculo da resistência ao cisalhamento da linha de cola ( $f_{gvo}$ ).

A porcentagem de falha na madeira é o quanto de fibra de madeira ficou aderida na linha de colagem em uma determinada área, sendo este valor expresso em porcentagem (%). O método convencional teve como base a norma D5266-99 (ASTM, 2000).

O modelo teórico para estimar a carga máxima admissível ( $P_{ma}$ ) das vigas em “I” foi baseado na USDA (1987) onde a força cortante máxima foi dada pela equação 4.

$$V = \frac{2 \times f_{gvo}}{3 \times \left[ \frac{E_{mf} \times b \times (h + c)}{[(E)_{mf} \times b \times (h^3 - c^3)] + 2 \times E_{ma} \times w \times h^3} \right]} \quad \text{eq. 4}$$

Onde:

V: Força cortante máxima (N);

$f_{gvo}$ : Tensão de cisalhamento entre a alma e o flange (N/mm<sup>2</sup>);

$E_{mf}$  e  $E_{ma}$ : Módulo de elasticidade do flange (utilizando emenda bisel 1:4) e da alma (N/mm<sup>2</sup>) segundo SANTOS (2008) de acordo com a Tabela 1;

b, c, h e w: Dimensão média das peças (mm) (Figura 2) de acordo com a Tabela 2.

O resultado dessa equação 4 (força cortante máxima) foi usado na equação 5 para se obter a carga máxima teórica admissível. Justifica-se a multiplicação por 2 visto que a viga é bi-apoiada.

$$P_{ma} = 2 \times V \quad \text{eq. 5}$$

Onde:  $P_{ma}$ : Carga máxima teórica (N);

V: Força corante máxima (N).

Foram confeccionados 144 corpos-de-prova. Foi feita uma análise geral de todos os tratamentos resultados de um arranjo fatorial completo do tipo 3x2x2, correspondendo às espécies de madeira maciça (3), tipo de adesivo (2), orientação do OSB (2) e posteriormente uma análise univariada dentro de cada espécie dando um arranjo fatorial de 2x2 correspondentes a orientação do OSB e o tipo de adesivo utilizado. Os resultados do ensaio foram interpretados com o auxílio da análise de variância e do teste de Tukey a 5% de significância, realizados no programa estatístico SPSS 13.

## Resultados e Discussões

Os resultados obtidos dos ensaios de cisalhamento na linha de cola para as espécies de louro vermelho (*Sextonia rubra*), seru (*Allantoma lineata*) e marupá (*Simarouba amara*) com OSB (paralelo e perpendicular) foram apresentados na tabela 3 onde foram utilizados o adesivo poliuretano a base de mamona e o resorcinol formaldeído. Os dados referentes aos tipos de tratamentos a que foram submetidos os corpos-de-prova, os valores médios de resistência na linha de cola com os respectivos desvios padrão, estão presentes na figura 3.

Foi observado que foi feita uma análise entre os tratamentos em função da sua semelhança e que não houve diferença significativa entre os tratamentos que seguem as mesmas letras para o Teste de Tukey a 5% de significância. A porcentagem de falhas no OSB para cada tratamento é apresentada na figura 4, onde o tratamento que apresentou a menor porcentagem de falha no OSB foi o 3 tendo todos os outros apresentado uma porcentagem superior a 50. Segundo a norma ASTM D-3110-72, que se refere à adesão, considera-se uma madeira de boa qualidade de colagem aquela que apresenta uma porcentagem de falha na madeira acima de 60%.

Devido à presença de três fontes de variação, os valores de resistência ao cisalhamento e a porcentagem de falha no OSB encontrados neste estudo, não devem ser analisados em conjunto. Devido a isso se deu preferência a análise de variância univariada para se identificar as possíveis causas de diferenciação. Analisando apenas as espécies com relação à orientação em que o OSB foi posto e não diferenciando a resina utilizada foi depreendido que há uma diferença significativa entre a resistência gerada na linha de cola com relação à orientação em que as partículas de madeira foram coladas (Figura 5). Ao se fazer a análise considerando agora a relação da espécie com o tipo de resina utilizado e desconsiderando a orientação (Figura 6) foi depreendido do gráfico que a para todas as espécies, independentemente da orientação utilizada, uma das resinas apresentou melhores resultados.

O comportamento diferenciado de cada tipo de adesivo dentro de cada espécie de madeira foi dada, possivelmente, pela variabilidade na densidade e permeabilidade de cada tipo de espécie, pois são essas características que vão permitir que ocorra uma adesão ideal sem a presença de linha de cola faminta ou uma linha de cola fraca. As combinações fatoriais entre as variáveis: resina e orientação do OSB, referentes aos tratamentos estão apresentadas graficamente. Ao se fazer uma análise por espécie para descobrir qual a real influência de determinada fonte de variação para uma significância de 5% foi notado que a interação entre resina e orientação só foi significativamente importante na espécie Seru (*Allantoma lineata*). Neste caso o efeito da resina irá depender da orientação do OSB. (Figura 7 B).

Na figura 7 A e 7 C no momento em que se faz a colagem do OSB no sentido paralelo utilizando o adesivo resorcinol formaldeído tem-se resultados de tensão estatisticamente diferente de quando se faz a colagem com o adesivo poliuretano a base de mamona. Isso também ocorre quando se faz a comparação utilizando o OSB no sentido perpendicular.

A figura 7 B evidencia que, na ligação entre a madeira da espécie Seru (*Allantoma lineata*) e o painel de OSB com o adesivo resorcinol, o papel da orientação do painel não apresentará benefícios significativos quanto aos valores de resistência dado pelo conjunto. Já para o adesivo de poliuretano a orientação do OSB representou uma diferença significativa. Não é possível notar nesta figura uma tendência de crescimento semelhante entre os adesivos utilizados. Fazendo

uma análise geral entre as espécies, as resinas e a orientação do OSB foi obtido a figura 8.

ZANGIACÓMO (2003) chama a atenção para o fato da porosidade da madeira ser um fator intimamente ligado às características de permeabilidade e diretamente relacionado à qualidade de adesão. Isso pode ocorrer porque a porosidade é baseada no fato de que o tecido lenhoso, produzido principalmente para resistência, possui uma densidade mais elevada e, portanto, apresenta paredes celulares mais espessas, lúmens reduzidos, e pontuações reduzidas. Essas características tendem a limitar a mobilidade do adesivo na estrutura lenhosa. Quanto mais densa for a madeira, menos permeável será ao adesivo e, conseqüentemente, ocasiona uma ligação adesiva mais superficial e provavelmente mais fraca.

RIVER *et al.* (1991) afirmam que até certo ponto a resistência de juntas coladas aumenta com o aumento da porosidade. Isso porque, há uma área maior de contato para formação das ligações adesivas, bem como a formação de ganchos mecânicos é melhorada em função da maior porosidade. Essa afirmação vai ao encontro dos resultados encontrados neste trabalho onde a madeira de maior porosidade (Marupá) apresentou a maior resistência ao cisalhamento na linha de cola.

Com relação ao desempenho do tipo de adesivo DIAS (2008) utilizando o adesivo poliuretano a base de mamona encontrou resultados de resistência de emendas dentadas inferiores aos obtidos nos corpos-de-prova colados com o adesivo resorcinol formaldeído que vai de encontro ao resultados obtidos neste trabalho.

Com relação à falha, em todos os corpos-de-prova, a ruptura se deu sempre no OSB devido a sua menor resistência em relação à madeira maciça. Esta elevada porcentagem de falha no OSB indica a facilidade de adesão da madeira utilizada. Para todas as espécies e posições, as elevadas porcentagens de falha no OSB indicam boa qualidade da adesão.

A avaliação teórica das vigas em perfil "I" foi calculada a partir das características geométricas e dos módulos de elasticidade do flange e da alma apresentadas por SANTOS (2008) e, assim, foi encontrada a carga máxima teórica. A figura 9 apresenta as cargas máximas que uma viga em perfil "I" seria capaz de suportar antes que se rompesse por cisalhamento na emenda realizada entre a alma e o flange. As maiores cargas de ruptura dadas por cisalhamento seriam as dos tratamentos cujos tratamentos utilizavam o OSB no sentido paralelo e o adesivo de poliuretano a base de mamona.

Os dados de tensão de cisalhamento entre o flange (LVL) e a alma paralelas (OSB) de vigas em I encontrados por SANTOS (2008) (Figura 10) foi de 0,6 MPa sendo menor que a média encontrada neste trabalho 3,35 MPa ou 3,35 N/mm<sup>2</sup>. Como os valores de tensão de cisalhamento deste trabalho (3.35 MPa) estão próximos do valor de 2,6 MPa na resistência na linha de cola a ligação entre o flange e a alma deve ser considerada uma área crítica de cisalhamento.

TELES (2009) estudando vigas em perfil “I” feitas de madeira laminada colada produzidas com louro vermelho encontrou valores de módulos de elasticidade teóricos médios de 16732 N/mm<sup>2</sup> próximos aos de SANTOS (2008) que foi de 15696 N/mm<sup>2</sup>. Com essa tensão de cisalhamento, SANTOS (2008) achou uma média para carga máxima admissível de 21240 N, valor este muito menor do que os apresentados na figura 9. Isso pode ser explicado pelo fato de que valores foram calculados com os dados dos corpos-de-prova, porém deve-se levar em consideração que ao se fabricar uma viga em perfil I não se é capaz de aplicar a mesma pressão dada aos corpos-de-prova, o que gerará uma menor resistência.

Provavelmente antes dessas vigas se romperem pelo cisalhamento na linha de cola elas sofrem ruptura por flexão tendo um esmagamento das fibras comprimidas seguidas por ruptura brusca das fibras tracionadas.

## **Conclusão**

O melhor desempenho encontrado foi utilizando o OSB no sentido paralelo, que apresentou uma resistência média de 3,63 N/mm<sup>2</sup>. Com o uso da resina poliuretano a base de mamona a resistência média ao cisalhamento foi de 3,76 N/mm<sup>2</sup>, se apresentou mais eficiente para todas as espécies de madeiras testadas. A interação resina + orientação do OSB só se apresentou significativa para a espécie Seru (*Allantoma lineata*). É possível estimar a carga máxima que uma viga em I suportaria ao cisalhamento entre o flange e a alma, caso esta não se rompesse primeiro por flexão, através da tensão de cisalhamento.

## **Bibliografia**

American Society for Testing and Materials. 1994. ASTM. *Standard specification for adhesives used in nonstructural glued lumber products*. ASTM D-3110. Annual book of A.S.T.M. Standards, v.15, v.6, p.184-192.

American society for testing and materials. 1994. ASTM. *Standard test method for strength properties of adhesive bonds in shear by compression loading*. ASTM D-905. Annual book of A.S.T.M. Standards, p.20-26.

American society for testing materials. 2000. ASTM. *Annual book of A.S.T.M standards*. ASTM D- 5266. Annual book of A.S.T.M. Standards, v. 15.06, 600 p.

Carrasco, E.V.M. 1984. *Ligações estruturais de madeira por adesivos*. São Carlos, 2V. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo.

Dias, A. A.; Beraldo, D. D. 2008. *Avaliação da resistência e da rigidez de protótipos de vigas de madeira laminada colada com adesivo à base de óleo de*

*mamona*. In: XI Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira, 2008, Londrina, PR. Anais. Londrina, PR : UEL. v. Cd-rom. p. 12p.

Ferreira, C.E.M.; Carrasco, E.V.M.; Helmeister, J.C. 1989. *Tecnologia da adesivos poliuretanos: propriedades e aplicações em madeiras*. In: Encontro Brasileiro em Madeiras e Estruturas de Madeira, 3, 26 a 28 de julho/1989, São Carlos. Anais. São Carlos: IBRAMEM.

IMOWOOD. 2009. *Imóveis de Madeira, Ltda.* (www.imowood.pt/). Acesso: 08/05/2009.

Passerotti, G. F. A. Campos, C. I. 2008. *Caracterização e produção de painel particulado (MDP) de Eucalyptus sp utilizando adesivo poliuretano*. In: 18º CBECimat, 2008, Porto de Galinhas / PE. Anais - CBECimat 2008.

River, B. R; Vick, C.B.; Gillispie, R. H. 1991. *Wood as an Adherent*. New York : Marcel Dekker, 238 p.

Santos, A.M.L. 2008. *Avaliação teórica e experimental de vigas em I pré-fabricadas de madeira com flanges de painéis de laminas paralelas (LVL) e alma de painéis de partículas orientadas (OSB) e compensado*. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, Publicação PPGEFL.DM-90/2008, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 94p.

Skeist, I. *Handbook of adhesives*. 1965. 4 ed. New York, N.Y., Reinhold Publishing Corporation. Cap. 41, Bonding Plastics.

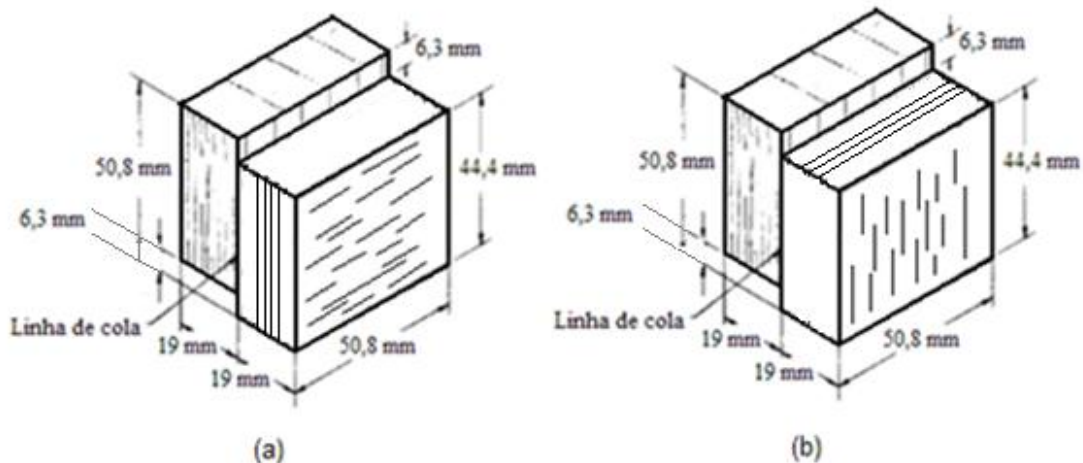
Teles, R.F. 2009. *Propriedades tecnológicas de vigas de madeira laminada colada produzida com louro vermelho (Sextonia rubra)*. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, Publicação PPGEFL.DM-107/2009, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 118.

USDA. 1987. *United States Department of Agriculture*. Wood Handbook: wood as a engineering material. USDA: Washington, 473 p.

Vital, B. R.; Della Lucia, R. M.; Maciel, A. S. 2006. *Qualidade de juntas coladas com lâminas de madeira oriundas de três regiões do tronco de Eucalyptus grandis, Eucalyptus saligna e Pinus elliottii*. Rev. Árvore vol.30 nº.4 Viçosa.

Zangiácomo, A.L. 2003. *Emprego de espécies tropicais alternativas na produção de elementos estruturais de madeira laminada colada*. São Carlos, SP. 103p. Dissertação (Mestrado em engenharia de estruturas) - Escola de engenharia de São Carlos-USP.





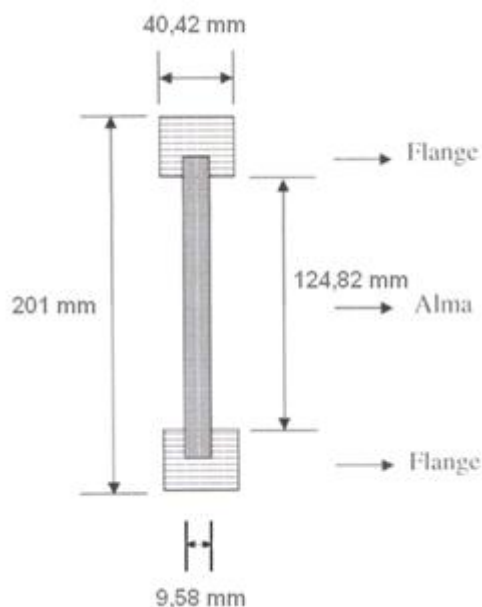
**FIGURA 1** - Ilustração da peça de madeira do corpo-de-prova. (a) OSB perpendicular e (b) OSB paralelo, com identificação em mm das medidas. FONTE: Adaptação ASTM (1994).

**TABELA 1.** Dimensões geométricas médias das vigas em I e modelos de elasticidade. SANTOS (2008).

	$E_m$ alma paralelo (N/mm <sup>2</sup> )	$E_m$ alma perpendicular (N/mm <sup>2</sup> )	$E_m$ flange (N/mm <sup>2</sup> )
<b>Médias</b>	5.466	1.643	18.222

**TABELA 2.** Dimensões e propriedades geométricas das vigas em I. SANTOS (2008).

OSB	Dimensões das vigas em I (mm) (Figura 15)						$X_{CG}$ (mm)	$Y_{CG}$ (mm)	Momento de inércia (mm <sup>4</sup> )
	w	b	$h_f$	c	h	L			
	6	9,6	40,2	37,3	124,4	199,2			
7	9,7	40,6	38,0	125,0	201,0	1700	20,3	98,6	2,16E+07
8	9,6	40,5	38,1	124,3	201,4	1700	20,3	98,0	2,09E+07
9	9,5	40,3	39,0	124,7	203,7	1700	20,1	99,9	2,23E+07
10	9,5	40,5	37,2	125,7	199,7	1700	20,2	98,0	2,09E+07



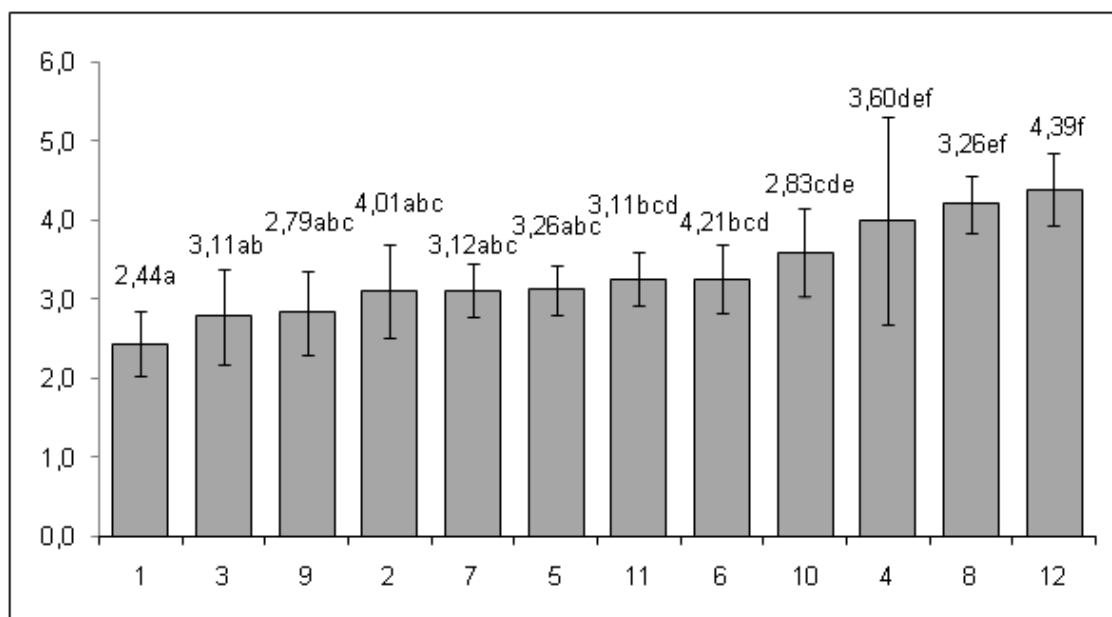
**FIGURA 2:** Secção transversal de um viga em "I". FONTE: Adaptada de SANTOS (2008).

----

**TABELA 3.** Características das madeiras maciças e OSB.

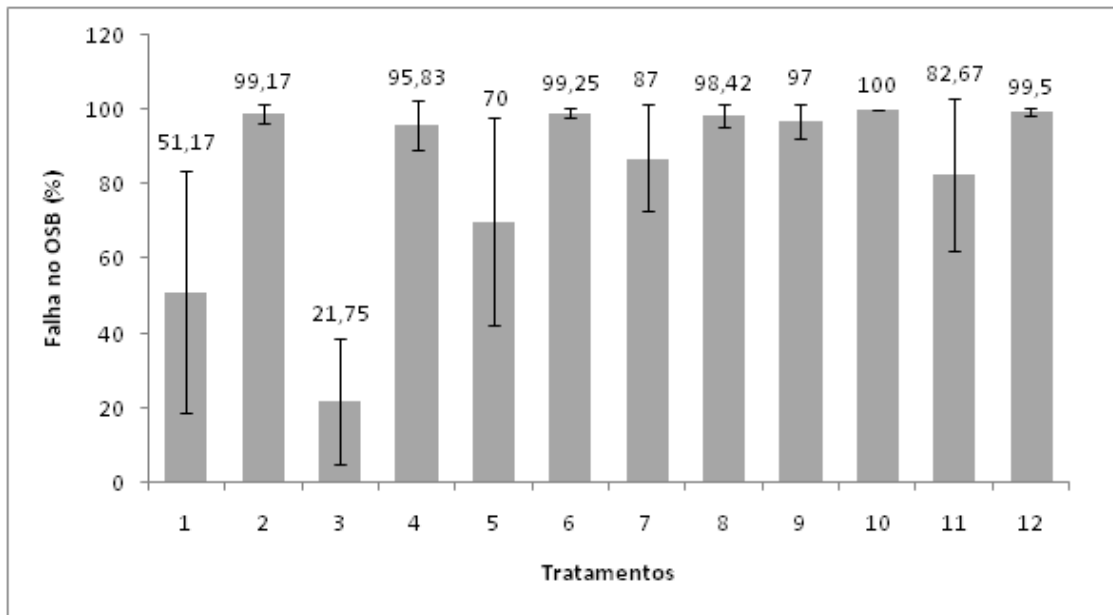
Espécies	Densidade básica (g/cm <sup>3</sup> )	Grã	Textura
Louro Vermelho	0,62	Direita	Média
Seru	0,6	Direita	Fina
Marupá	0,4	Direita	Média

----



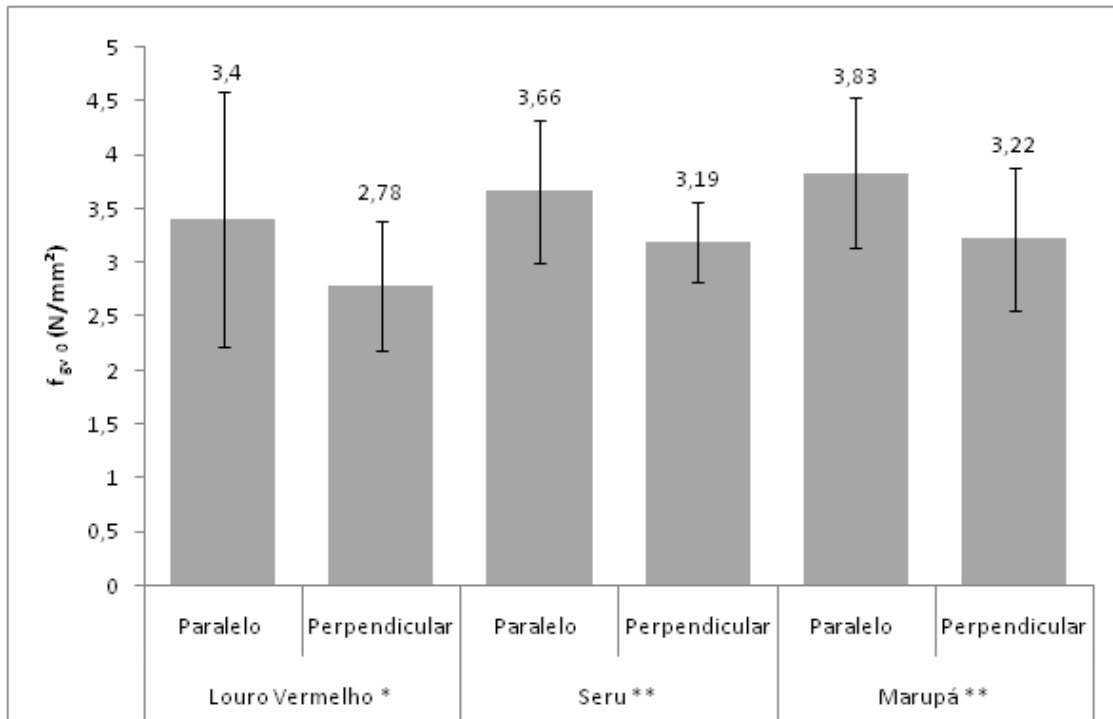
**FIGURA 3:** Descrição estatística tendo como variável dependente a tensão média para os grupos de subconjuntos homogêneos.

----



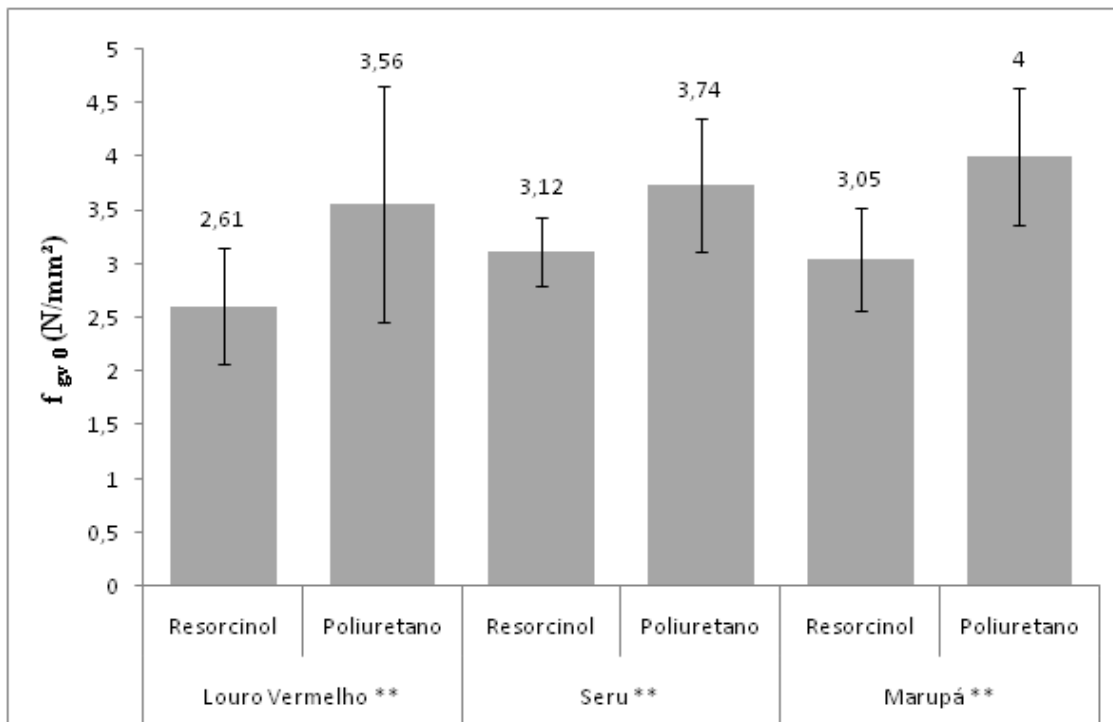
**FIGURA 4:** Porcentagem de falhas no OSB para Ada tratamento.

----



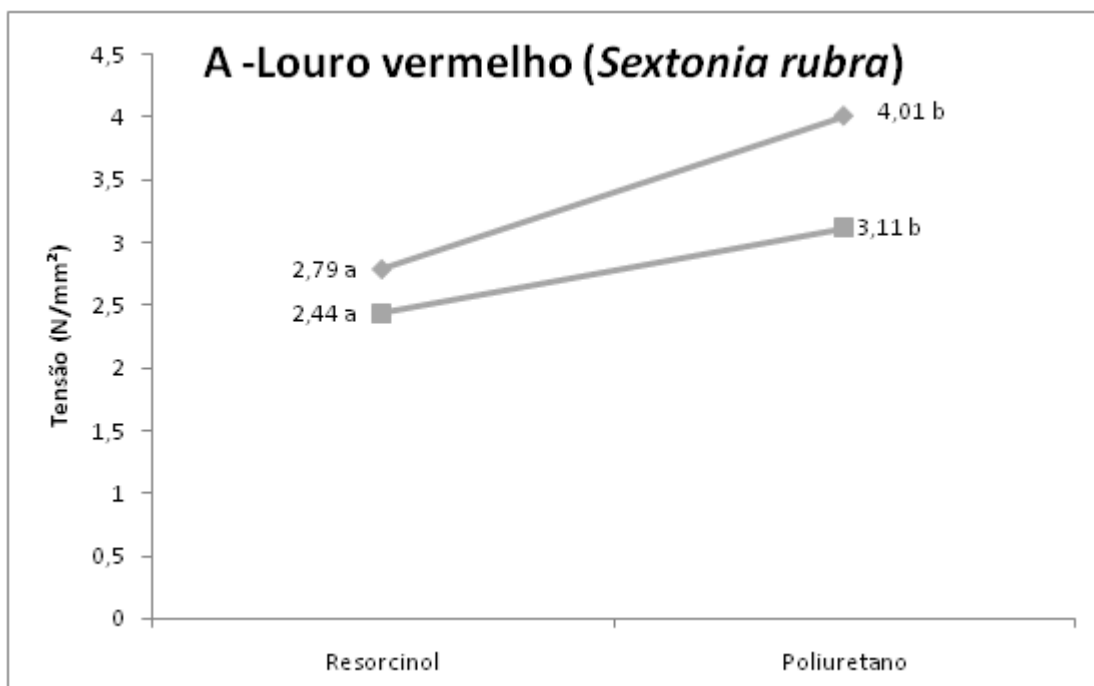
**FIGURA 5.** Efeito da orientação do OSB na tensão. \* Estatisticamente significativo a 5%. \*\* Estatisticamente significativo a 1%.

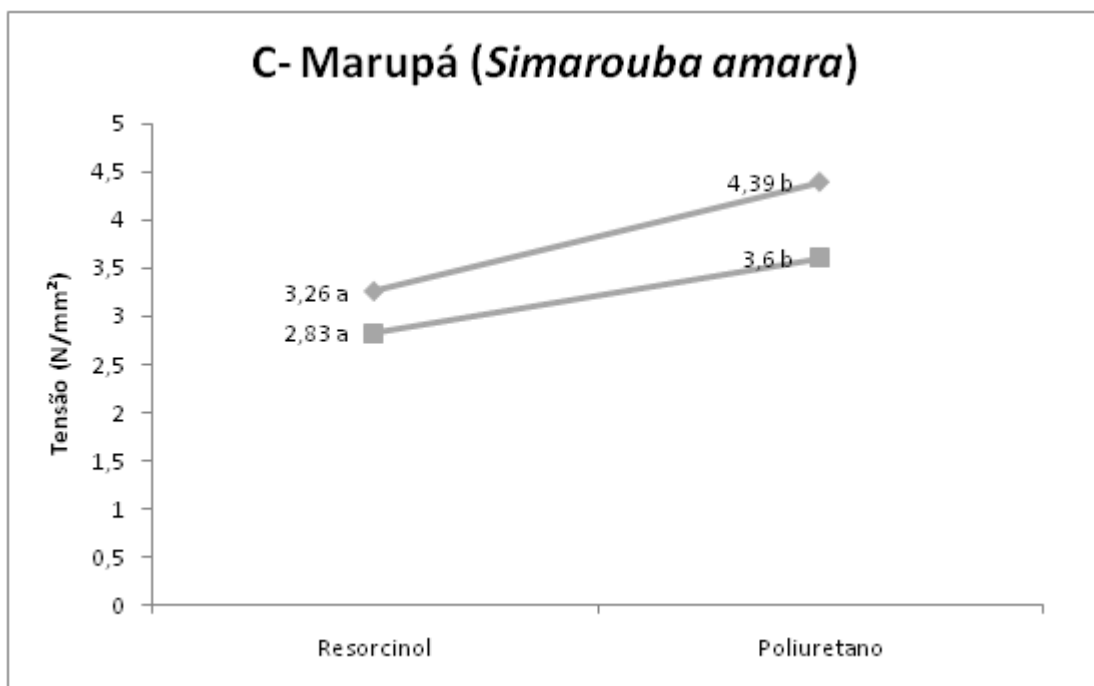
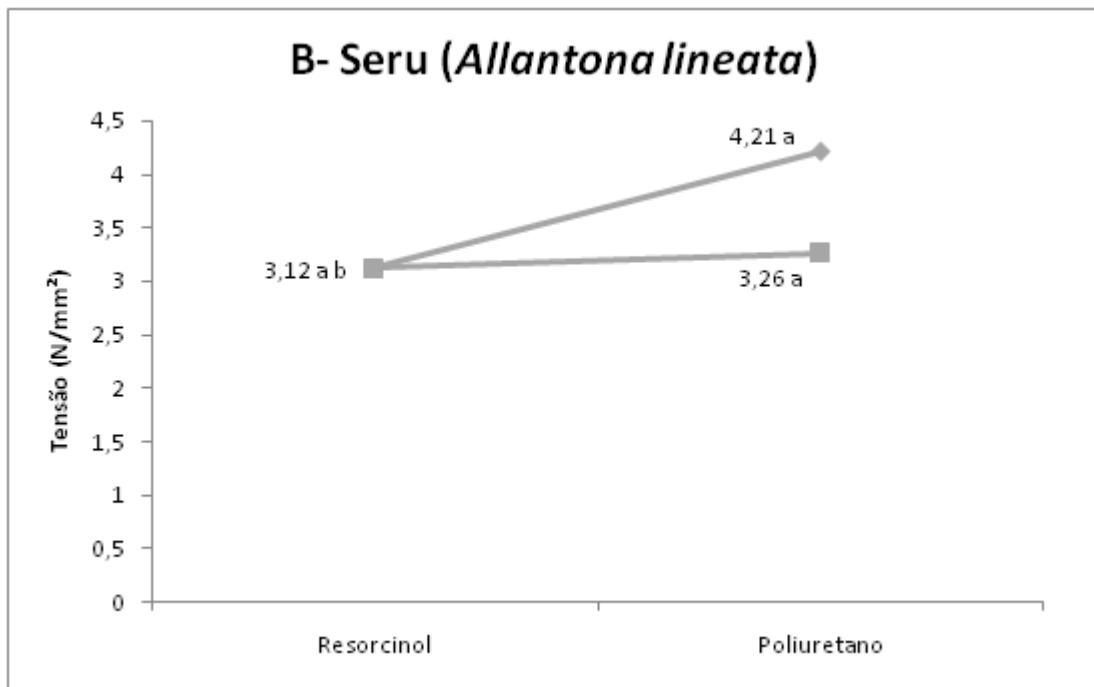
----



**FIGURA 6.** Efeito do adesivo na tensão de ruptura. \*\* Significância a 1%.

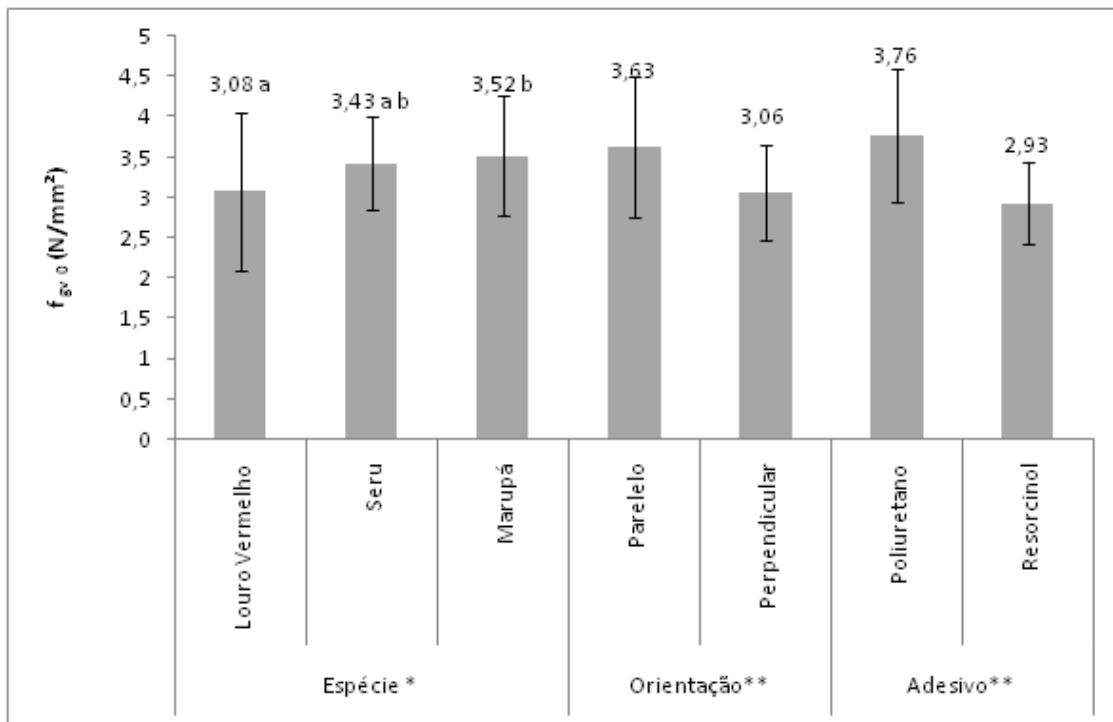
----



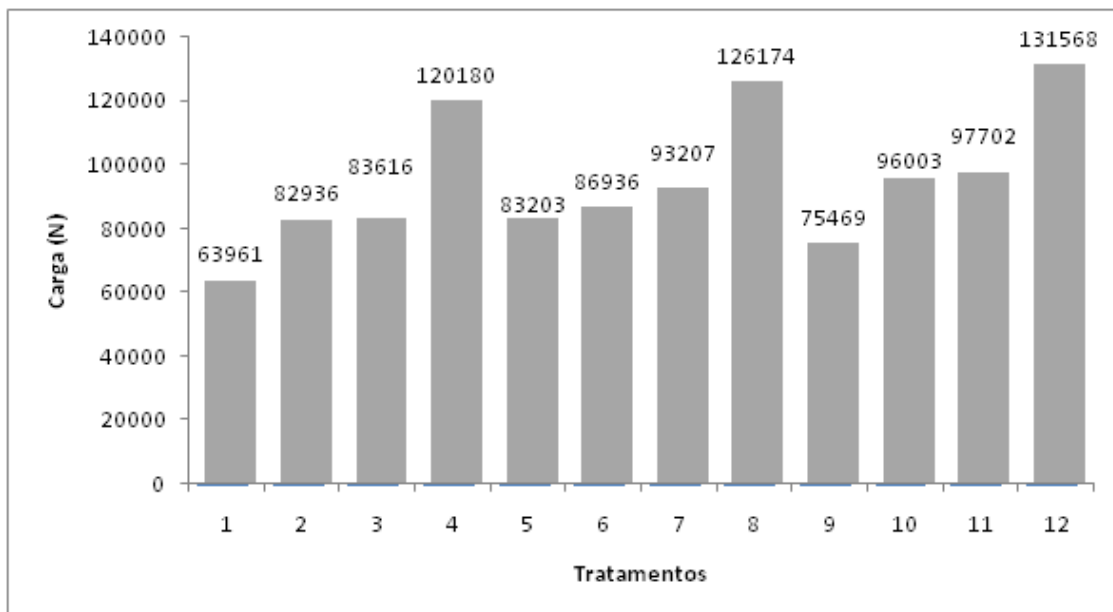


**FIGURA 7 A, B e C:** Efeito combinado da orientação do OSB e do tipo de adesivo.

----

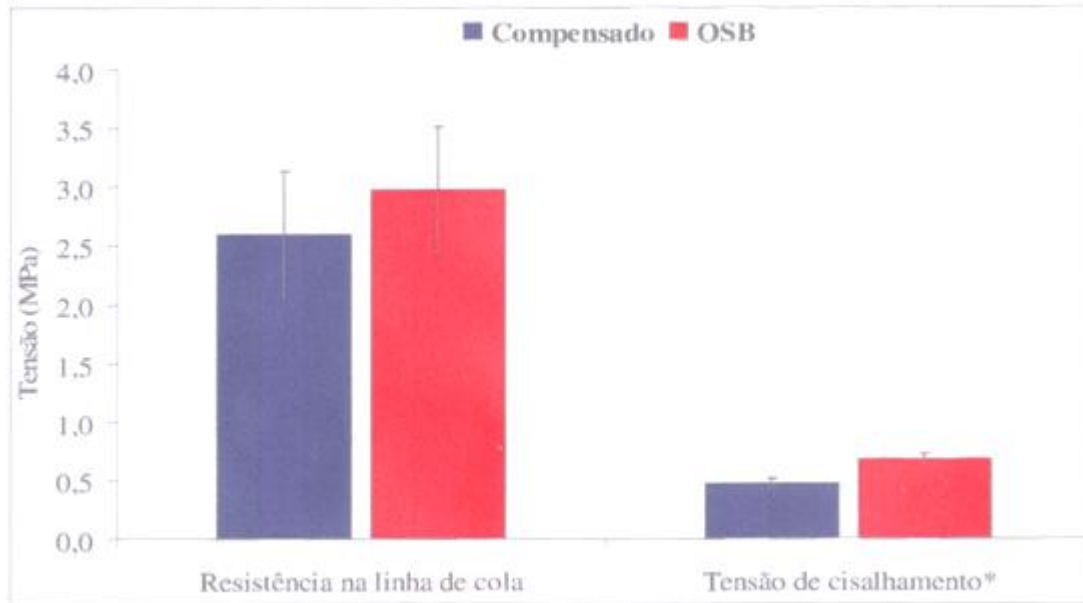


**FIGURA 8:** Macroanálise entre a resistência ao cisalhamento na linha de cola e suas variáveis.\* Análise de variância significativa a 5%. \*\* Análise de variância significativa a 1%.



**FIGURA 9:** Carga máxima teórica para cada tratamento.

----



**FIGURA 10:** Comparação entre os valores de resistência na linha de cola e tensão de cisalhamento entre compensado e OSB (\* significância a 5% de probabilidade). FONTE: Santos (2)