

Avaliação de ligações com o uso de pregos em peças estruturais de madeira submetido a esforço de cisalhamento

Luarla Fedrigo¹
Rafael Dalsoglio²
Schaylana Tonello³
Fabiano Alexandre Nienov⁴

Resumo

Mesmo a madeira sendo um material bastante resistente, o uso na construção civil foi reduzido com o passar dos anos, pelo fato de que para alguns, a madeira não é considerada como material sustentável. É possível confirmar que o uso da madeira traz diversos benefícios para a construção pois, além de ser um isolante térmico natural, resiste a esforços tanto de tração como de compressão, tem uma boa durabilidade quando tratada da forma correta e também é considerada como uma matéria prima renovável. O presente trabalho teve como objetivo a caracterização de um lote de madeira de *Eucalyptus Dumnii*, fornecido por uma madeireira localizada na região de Sananduva, posteriormente realizado um estudo para estipular se as ligações em peças estruturais de madeira tendem a aumentar sua resistência quando submetidos a esforços de cisalhamento com o aumento no número de pregos. Com análise nos resultados obtidos no fim do estudo, foi possível observar algumas diferenças de resistência entre alburno e cerne da madeira analisada, sendo o cerne mais resistente. Além disso foi possível avaliar que a quantidade de pregos influencia na carga suportada gradativamente de acordo com o aumento de pregos.

Palavras-chave: Ligações de madeira. *Eucalyptus*. Cisalhamento. Pregos.

1 INTRODUÇÃO

A madeira nos dias atuais, é um material muito utilizado na construção civil. Esse material foi introduzido em projetos arquitetônicos pelos povos chineses em 1000 d.C. Em seguida, os japoneses aperfeiçoaram a técnica. E então, os Europeus adotaram novas técnicas para o uso da madeira na construção civil (LOPES, 2017).

¹ Acadêmica do Curso de Engenharia Civil da Unoesc Campus de Joaçaba, e-mail: luartafedrigo99@gmail.com

² Acadêmico do Curso de Engenharia Civil da Unoesc Campus de Joaçaba, e-mail: rafael.dalsoglio@unoesc.edu.br

³ Acadêmica do Curso de Engenharia Civil da Unoesc Campus de Joaçaba, e-mail: schaylanat@gmail.com

⁴ Professor Doutor, Universidade do Oeste de Santa Catarina, e-mail: fabiano.nienov@unoesc.edu.br

Já no Brasil, um dos precursores das estruturas de madeira foi a empresa HAUFF, do austríaco Erwin Hauff. No início do século XX foram feitas as primeiras construções, as quais contribuíram muito para os avanços tecnológicos da madeira em nosso país.

Segundo Silva Junior (2017), para que essas estruturas estejam adequadas, se torna necessário efetuar uniões, a resistência da estrutura se dará pelas ligações, e não somente pelo material utilizado. Existem vários tipos de ligações, as mais utilizadas são com pinos metálicos, as ligações pregadas e parafusadas são exemplos de uniões por pinos metálicos. As ligações por cavilhas e colas são outros exemplos de ligações existentes.

Os pregos, um tipo de ligação metálica, são uns dos mais utilizados nos dias de hoje. Elas devem seguir a padronização regulamentada pela NBR 7190 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2022). A distância entre os pregos, diâmetro, os pré-furos são exemplos de fatores que influenciam na resistência, durabilidade e travamento da estrutura. O objetivo é fazer comparações no eucalipto entre as partes dele (alburno e cerne), na quantidade de pregos (4, 6, 8 e 10) e nas condições que a madeira se encontra (umidade e dimensões).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Buscou-se nesse item trazer alguns conceitos que foram necessários para o desenvolvimento do presente artigo.

2.1 MADEIRA EUCALYPTUS

Da família Myrtaceae, o gênero *Eucalyptus* é formado por mais de 700 espécies que possui alta plasticidade e se desenvolvem de maneira satisfatória em diferentes condições climáticas e ambientais (DRUMOND; OLIVEIRA, 2009). A madeira *Eucalyptus* foi inserida no Brasil em 1868 nos estados do Rio Grande do Sul e Rio de Janeiro (BATISTA et al., 2010).

Seu cultivo é restringido devido a oscilação de temperatura que ocorrem no inverno e em locais onde existam incidências de geadas, (QUIQUI; MARTINS; SHIMIZU, 2001; DOBNER JR., 2007). A espécie *E. Dunii* é indicada para o cultivo na região Sul do Brasil e é objeto de estudo deste trabalho.

2.1.1 *Eucalyptus dunnii*

A área de ocorrência natural do *E. Dunii* situa-se entre o Sudeste de Queensland e o Noroeste de New South Wales, na Austrália. Amplamente cultivado nos estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Paraná, onde as altitudes variam entre 500 a 1000m, esta espécie se destaca pela uniformidade dos talhões, acelerado crescimento, forma das árvores e tolerância moderada às geadas (PALUDZYSZYN; SANTOS, 2005; HIGA et al., 2000).

Levando em consideração as condições climáticas da região Sul o E. Dunnii se desenvolve em regiões com temperatura média do mês mais quente entre 24°C e 31°C e mais frio entre -1°C e 17°C. A precipitação média anual varia entre 845 mm e 1.950 mm.

Esse Eucalipto cresce em solos férteis e úmidos, com origem basáltica. Podendo também se adequar em solos que tenham drenagem livre e sejam derivados de rochas sedimentares, principalmente nos de argilito (PALUDZYSZYN; SANTOS, 2005).

2.1.1.1 Propriedades físicas

Segundo Cortes (1957) a densidade basal do lenho juvenil tem aumento da base para o cimo do fuste. A densidade média da madeira, a 15 % de umidade, aumenta expressivamente com a altura. Na periferia do tronco a densidade torna-se menor, comparando com sua medula, onde a densidade aumenta de baixo para cima. Em alturas acima de 27 m, esta variação atenua-se. Este aumento de densidade na direção radial foi, também, descrito por Curro (1958).

2.1.1.2 Trabalhabilidade

De acordo com pesquisas realizadas em revistas e afins a madeira do gênero *Eucalyptus* encontra-se em expansão no setor de construção civil e com o passar do tempo, tende a se tornar dominante em todas as instâncias do setor madeireiro. Quanto à resistência mecânica, devido ao elevado número de espécies, o gênero apresenta características mecânicas que variam de baixa a muito elevada.

Podemos avaliar o E. Dunnii como um excelente artefato para serraria, contudo, é preciso a utilização de um conjunto de métodos mais aperfeiçoados para diminuir efeitos das tensões de crescimento. Outros pontos positivos no quesito de trabalhabilidade são lixamento, acabamento, furação, torneamento e aplainamento.

2.1.1.3 Resistência

Comparado a outras espécies de eucaliptos, o E. Dunnii tem a vantagem de possuir maior resistência ao frio. Portanto é considerada substituta de outras espécies em regiões onde as geadas ocorrem frequentemente, como é o caso do sul do Brasil (GOLFARI, 1978 apud PEREYRA, 1994).

De acordo com a NBR 7190 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2022) existem valores médios usuais de resistência a rigidez de alguns tipos de madeiras de reflorestamento. O E. Dunnii apresenta as seguintes propriedades: massa específica aparente a 12% de umidade de 690kg/m³, resistência à compressão paralela às fibras de 48,9 MPa, resistência à tração paralela às fibras de 139,2 MPa, resistência à tração normal às fibras de

6,9 MPa, resistência ao cisalhamento de 9,8 MPa e modulo de elasticidade longitudinal de 18,029MPa.

2.2 LIGAÇÕES COM PREGOS

2.2.1 Definição

Em concordância com ALMEIDA (1987) a função dos pregos em ligações estruturais de madeira consiste em manter as peças em posição ou solidarizar as uniões obtidas por entalhe. Para a realização dessas ligações, era necessário o uso de peças compridas e de grande seção transversal, cujo trabalho requeria grande precisão. Tais fatores levavam à necessidade de mão de obra especial e dificultavam a execução de sistema treliçado.

Segundo Stoy e Fonrobert, apud ALMEIDA (1987), a partir de meados do século XVII, surgiu a segunda geração de ligações, utilizando peças de madeira de pequenas dimensões, ligadas por elementos metálicos ou qualquer outro tipo de elemento cuja função fosse a de transmitir os esforços entre duas peças estruturais de madeira.

2.3.2 Pregos

Os pregos devem seguir as orientações e dimensões estabelecidas na NBR 6627 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1981).

Os critérios da extração da madeira e de suas amostras devem estar de acordo com a NBR 7190 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2022), que descreve os parâmetros para realização dos corpos de prova que devem ser extraídos aleatoriamente do mesmo lote e desprovido de imperfeições.

2.3 ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO

Segundo a NBR 7190 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2022), deve-se seguir métodos de ensaios para a determinação das propriedades da madeira. Para o presente estudo, realizou-se o ensaio de umidade, que tem como objetivo determinar o teor de umidade dos corpos de prova da madeira E. Dunnii. O ensaio de densidade para definir a densidade básica e aparente da madeira. O ensaio de compressão paralela às fibras com o propósito de definir a resistência e rigidez à compressão paralela às fibras da madeira e por fim, o ensaio de compressão perpendicular às fibras. Para os ensaios de umidade e densidade foram utilizadas 6 amostras de 2x3x5cm, para o ensaio de compressão paralela às fibras foram usados 6 corpos de prova de 5x5x15cm e por fim para compressão perpendicular foram 6 amostras de 5x5x10cm.

ALMEIDA (1987) faz um estudo das ligações pregadas, onde apresenta conceitos básicos de resistência ao embutimento e afirma que a pressão de contato aplicada pelo pino à parede do furo causa um estado múltiplo de tensões na região do entorno do furo, que tende a embutir o pino na madeira. As tensões de embutimento podem decorrer da própria cravação do pino no ato da construção ou de uma ação externa, induzida pelo comportamento solidário das peças de madeira.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS

3.1.1 Madeira Utilizada

Para o trabalho em questão foi utilizado a madeira *Eucapitus Dunnii*, sua espécie possui um crescimento rápido e uniforme além de boa resistência a geadas. Quando adulta pode chegar de 40 a 50 metros de altura, possui uma coloração esbranquiçada.

Os pedaços da madeira, utilizados para os corpos de prova, foram adquiridos em uma madeireira localizada em Sananduva, onde a mesma já nos forneceu os corpos de prova nos tamanhos necessários. Utilizou-se 72 pedaços de 10x20x2,5 cm, 12 de 2x3x5 cm, 6 de 5x5x15cm e 6 de 5x5x10cm.

Tendo todos os corpos de prova nas medidas desejadas, foi encaminhado os pedaços já cortados de acordo com a norma NBR 7190 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2022), para o laboratório da UNOESC, onde posteriormente foram realizados os ensaios.

3.1.2 Pregos

Seguindo a NBR 7190 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS, 2022), a pré-furação da madeira em ligações pregadas foi feita com diâmetro d_0 não maior que o diâmetro d do prego, com o valor de 85% para madeiras coníferas.

Os pregos utilizados no presente estudo proporcionam maior durabilidade, alta resistência à corrosão e segurança na fixação, sendo eles de 18x30mm da marca Gerda. Atendendo as especificações da norma, os pregos respeitam o diâmetro nominal d mínimo de 3,0mm, como consta na ABNT NBR 6627 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS, 1981), e são fabricados de aço com baixo teor de carbono atendendo a ABNT NBR 5589 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS, 2012).

3.2 CORPOS DE PROVA

O presente artigo busca estudar a resistência de ligações de madeira retiradas do cerne e do alburno do eucalipto (*E. Dumnii*) com diferentes quantidades de pregos de 18x30mm da marca Gerdau, onde eles não ultrapassam a peça, seguindo as diretrizes da norma.

Relação de peças ensaiadas produzidas a partir do cerne:

- a) Três ligações de quatro pregos na lateral do corpo de prova (C1-4, C2-4 e C3-4);
- b) Três ligações de seis pregos na lateral do corpo de prova (C1-6, C2-6 e C3-6);
- c) Três ligações de oito pregos na lateral do corpo de prova (C1-8, C2-8 e C3-8);
- d) Três ligações de dez pregos na lateral do corpo de prova (C1-10, C2-10 e C3-10).

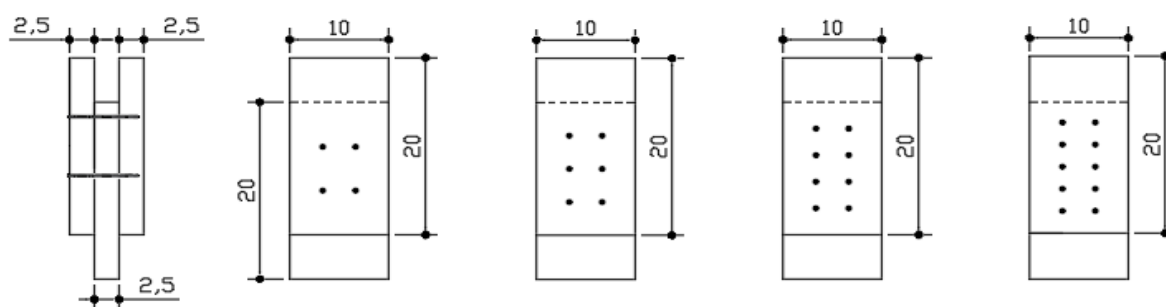
Para as ligações feitas com o alburno do eucalipto:

- a) Três ligações de seis pregos na lateral do corpo de prova (A1-6, A2-6 e A3-6);
- b) Três ligações de oito pregos na lateral do corpo de prova (A1-8, A2-8 e A3-8);
- c) Três ligações de dez pregos na lateral do corpo de prova (A1-10, A2-10 e A3-10)

As peças com a letra C indicam que a amostra foi retirada do cerne e a letra A indica alburno, 1,2 e 3 informa o número da amostra, e os últimos números indicam o número de pregos usados.

O dimensionamento e espaçamento dos corpos de prova com ligação pregada para o ensaio de cisalhamento foi produzido de acordo com a NBR 7190 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2022), onde foi determinada a espessura de 2,5cm e dimensões de 10x20cm. A disposição dos pregos dos moldes para ensaio de cisalhamento está apresentada na Figura 1.

Figura 1: Corpos de prova com disposição de pregos



Fonte: os autores.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

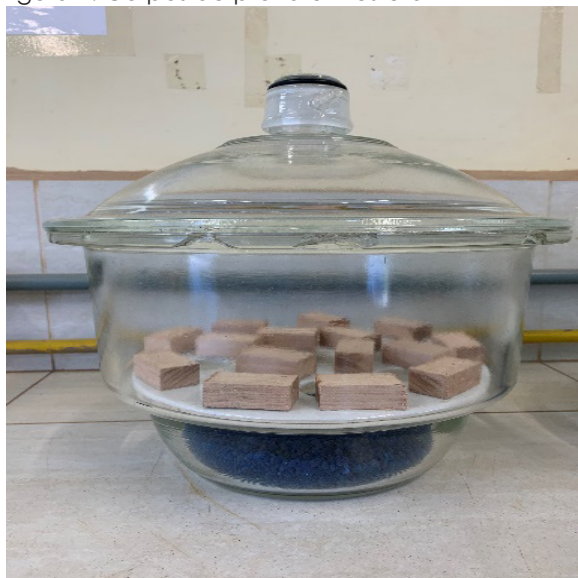
A metodologia para a execução dos ensaios de caracterização da madeira, sendo eles, umidade, densidade, compressão perpendicular às fibras e compressão axial, assim

como, confecção das peças, foram realizadas conforme a norma regulamentadora NBR 7190 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2022).

4.1 ENSAIO DE UMIDADE

Para realização deste ensaio foram utilizados doze corpos de prova com dimensões de 2x3x5cm, sendo que seis deles são retirados do alburno e os outros seis, do cerne. Seguindo o procedimento e cálculo descrito na NBR 7190 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2022), inicialmente foram pesados todos os corpos de prova, gerando o valor da massa inicial. Em seguida, foram colocados em estufa e realizada a aferição diária do peso de cada CP, até a massa estabilizar e não ocorrer variações. Com a umidade estável, foi realizado novamente a pesagem de cada um, resultando em sua massa final.

Figura 2: Corpos de prova em estufa



Fonte: os autores

Figura 3: Estabilização da temperatura



Fonte: os autores

Figura 4: Aferição dos pesos



Fonte: os autores

Nas Tabelas 1 (alburno) e 2 (cerne) estão dispostos todos os resultados do presente ensaio.

Tabela 1: Umidade Alburno

Amostra	Massa Inicial (g)	Massa Final (g)	Umidade (%)
Alburno			
1	16,14	13,96	15,62
2	16,28	14,28	14,01
3	19,25	15,82	21,68
4	17,18	14,89	15,38
5	18,21	15,75	15,62
6	17,09	14,47	18,11
	Média		16,73

Fonte: os autores.

Tabela 2 – Umidade Cerne

Amostra	Massa Inicial (g)	Massa Final (g)	Umidade (%)
Cerne			
7	16,95	14,69	15,38
8	17,01	14,47	17,55
9	18,06	14,77	22,27
10	16,95	14,77	14,76
11	16,65	14,24	16,92
12	16,9	14,13	19,60
	Média		17,75

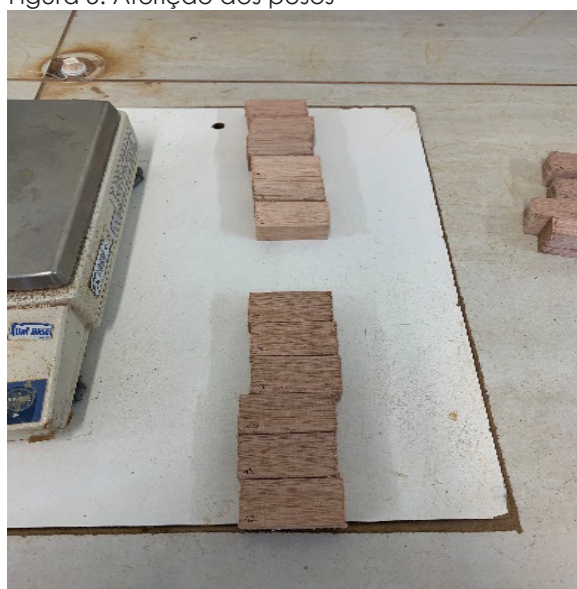
Fonte: os autores.

Com base nessas informações, concluiu-se que não há grande diferença de umidade entre o alburno e o cerne, existindo uma diferença de 1,02% entre eles.

4.2 ENSAIO DE DENSIDADE

De acordo com a NBR 7190 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2022) o ensaio da densidade é a massa específica convencional obtida pelo quociente da massa seca pelo volume. Assim como no ensaio de umidade, utilizamos seis corpos de prova com dimensões de 2x3x5cm para alburno e seis para cerne. Primeiramente realizou-se a pesagem e conferência das dimensões exatas com o auxílio de paquímetro digital de todos os CPs para definição de massa e volume, respectivamente.

Figura 5: Aferição dos pesos



Fonte: os autores.

Figura 6: Conferência das dimensões



Fonte: os autores.

Figura 7: CPs Alburno e Cerne



Fonte: os autores.

Após a obtenção desses valores, a densidade foi encontrada (Tabela 3).

Tabela 3: Densidade

Amostra – CERNE	Peso (g)	Dimensões (cm)				DENSIDADE (g/cm ³)	DENSIDADE (kg/m ³)
1	15,49	5,028	2,779	1,982	27,694	0,559	559,32
2	15,79	5,034	2,021	2,801	28,497	0,554	554,10
3	17,47	4,988	2,851	2,003	28,484	0,613	613,32
4	16,17	5,133	2,764	1,985	28,162	0,574	574,17
5	17,76	4,971	2,797	1,988	27,641	0,643	642,53
6	16,81	4,991	2,774	2,006	27,773	0,605	605,26
7	16,33	4,848	2,790	1,997	27,011	0,605	604,56
8	15,98	4,949	2,734	1,986	26,872	0,595	594,68
9	16,31	4,906	2,080	2,882	29,409	0,555	554,59
10	16,30	4,990	2,030	2,778	28,140	0,579	579,24
11	15,63	5,006	2,048	2,902	29,752	0,525	525,34
12	15,66	4,989	2,904	2,011	29,135	0,537	537,49

Fonte: os autores.

Comparando as amostras, concluiu-se que o cerne de maneira geral é mais denso e pesado, já que, considerando uma média dos valores adquiridos com o ensaio, obteve-se uma diferença média de 25,47 kg/m³ a mais da densidade do cerne em relação as peças de alburno.

4.3 ENSAIOS DE COMPRESSÃO PARALELA E PERPENDICULAR

Para o ensaio de Compressão Paralela foram utilizados corpos de prova com dimensão de 5x5x15cm, da mesma maneira que nos outros ensaios, seis amostras para alburno e seis para cerne. Seguindo a NBR 7190 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2022), o rompimento ocorreu na prensa com carregamento em torno de 10 MPa/min e precisão de 0,1mm.

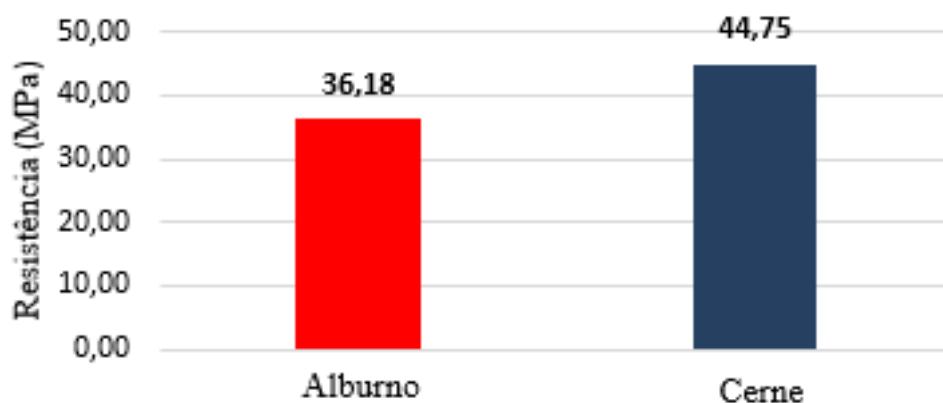
Figuras 8, 9 e 10: Ensaio de Compressão Paralela



Fonte: os autores.

O Gráfico 1 apresenta os resultados dos rompimentos comparando a resistência à compressão paralela entre alburno e cerne.

Gráfico 1: Comparativo Resistência à Compressão Paralela



Fonte: os autores.

O cerne mostrou uma resistência à compressão paralela 23,68% maior do que os resultados obtidos com o rompimento das amostras de alburno.

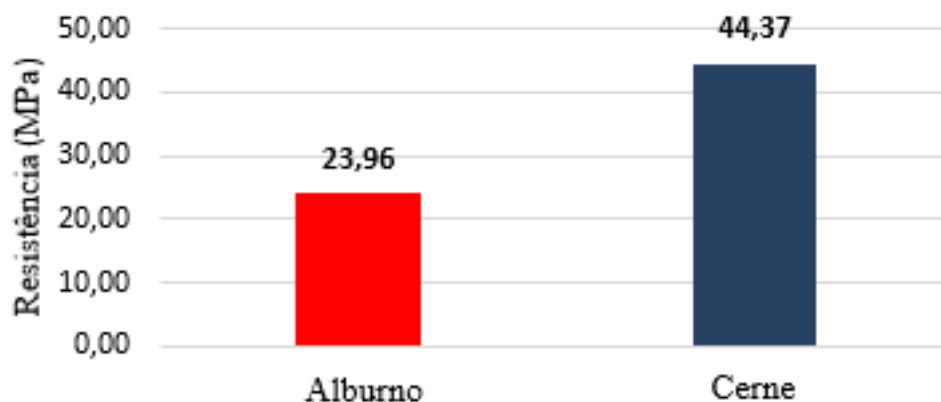
O Ensaio de Compressão Perpendicular foi realizado em desacordo com a NBR 7190 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2022), visto que, os corpos de prova estavam com as fibras em direção oposta à solicitada, ao invés do rompimento ocorrer com as amostras de 5x5x10cm, optou-se pela alteração das dimensões em função das fibras da madeira, passando a ser 10x5x5cm. Todos os outros procedimentos e parâmetros para o ensaio seguiram a norma e seus resultados encontram-se dispostos no Gráfico 2.

Figuras 11,12 e 13: Ensaio de Compressão Perpendicular



Fonte: os autores

Gráfico 2: Comparativo Resistência à Compressão Perpendicular



Fonte: os autores

Os corpos de prova do cerne apresentaram uma resistência à compressão perpendicular 85,18% maior que os de alburno.

Com base nos Gráficos 1 e 2, concluiu-se que o cerne é em média 48,19% mais resistente que o alburno.

4.4 ROMPIMENTOS DOS CORPOS DE PROVA

Foram utilizados corpos de prova de 10x20x2,5cm e identificados com nomenclatura, para impedir possíveis problemas e desordem nos resultados durante o rompimento

Para o rompimento, foram seguidas as recomendações da NRB 7190 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS, 2022), a qual orienta algumas normativas para ligações em madeira, estabelecendo a forma em que deve ser feito o rompido e seu carregamento, necessitando ser monotônico crescente, correspondente a uma taxa de 2,5 MPa/min. Além desta determinação, foram evitados desníveis na hora da colocação do corpos de prova na prensa, os mesmos devem ser isentos de desníveis, tanto na parte superior quanto na inferior, sujeito à alteração nos resultados.

Figuras 14 e 15: Material utilizado para as ligações e rompimento de corpo de prova do cerne



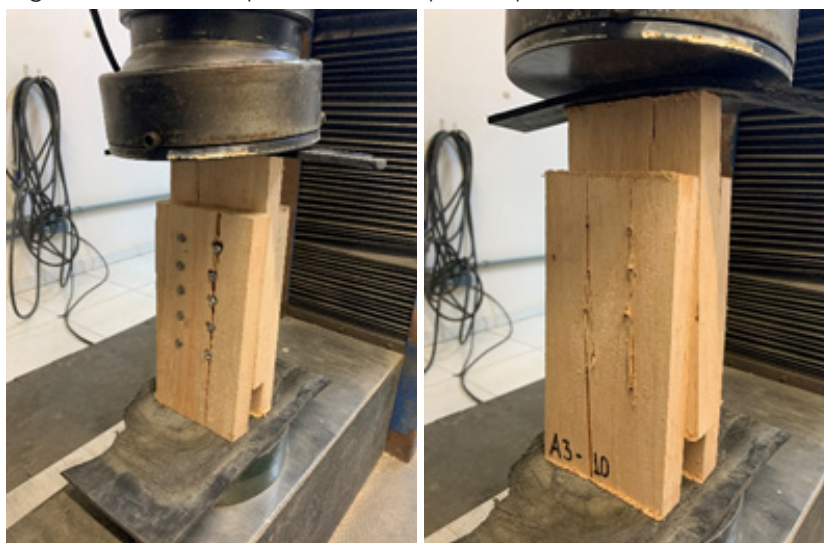
Fonte: os autores.

Figuras 16 e 17: Rompimento de corpos de prova do cerne



Fonte: os autores.

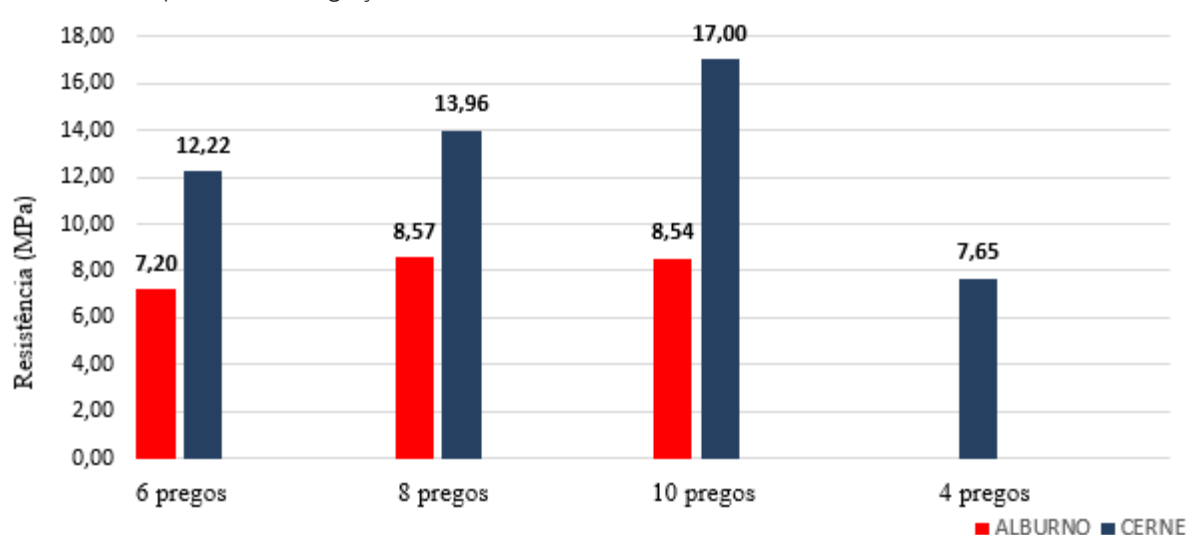
Figuras 18 e 19: Rompimento de corpos de prova do alburno



Fonte: os autores.

No Gráfico 3 é possível analisar as resistências quando comparadas as ligações realizadas no alburno e cerne com diferentes quantidades de pregos (seis, oito e dez pregos). Para as ligações com quatro pregos foram feitas apenas com madeira do alburno, por isso não há um comparativo dela.

Gráfico 3: Rompimento das ligações



Fonte: os autores

O aumento de resistência nas ligações não foi linear, pois existiu uma alta variância entre os corpos de prova, embora o aumento da resistência tenha aumentado de acordo com o aumento no número de pregos na ligação. No alburno houve um aumento de 15,60% na resistência, de seis pregos para 10 pregos na ligação. No cerne esse aumento foi mais evidente, visto que da ligação com quatro pregos para a ligação com 10 pregos obteve-se um aumento de 95,73% na resistência média. Nas Tabelas 4 e 5 está disposta a relação carga por prego.

Tabela 4: Relação carga por prego – Cerne

Nº Pregos – Cerne	Carga/prego
4	487,314
6	519,117
8	444,824
10	433,385

Fonte: os autores.

Tabela 5: Relação carga por prego – Alburno

Nº Pregos – Alburno	Carga/prego
6	305,783
8	273,024
10	217,701

Fonte: os autores.

Com base nessa relação de carga por prego, pode-se concluir que o aumento no número de pregos nas ligações de alburno e cerne geram uma diminuição de carga por prego, o que justifica a maior resistência das ligações comparando as com menos e mais pregos.

A discrepância na relação dos corpos de prova com quatro pregos comparado aos outros explica-se pelo fato de que, durante os ensaios de rompimento dessas ligações, uma das laterais se desprendia da amostra e o ensaio precisava ser interrompido com uma carga ainda baixa, como pode-se analisar na Figura 20. O fato ocorreu com as 3 amostras ensaiadas e pode ter sido ocasionado pelo posicionamento dos pregos no corpo de prova, embora tenha sido respeitada a NBR 7190 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS, 2022).

Figura 20: Ligação com 4 pregos durante ensaio de rompimento



Fonte: os autores.

5. CONCLUSÃO

Por meio de pesquisas para este artigo conseguimos identificar que há diferença de resistências quando comparados alburno e cerne da madeira *Eucalyptu Dunnii*, e também na variação no número de pregos. A resistência do cerne é consideravelmente maior, devido à essa parte da madeira ser mais densa e apresentar principalmente uma resistência à compressão perpendicular muito maior que a do alburno. Nos ensaios de resistência, a madeira foi submetida a esforços e por meio destes atestou-se o comportamento das ligações com diferentes situações.

Quanto ao número de pregos, a carga suportada por cada prego diminuiu conforme a quantidade deles foi aumentada nas ligações, concluindo-se que, embora uma ligação de 4 para 8 pregos não dobre também sua resistência, a aumenta significativamente.

No início das junções das peças para o ensaio alguns corpos de prova fissuraram no sentido das ligações, mas mesmo com este empecilho o resultado não variou quando comparado com corpos de prova que haviam fissurado durante o ensaio de rompimento. Em vista que houve fissuras em todas as ligações, sendo elas verticais, e sabendo que a tensão exercida comprime a madeira, pode-se dizer que o rompimento acontece onde há menor área.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **Projeto de Revisão à NBR 7190** – Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6627** – Pregos comuns e arestas de aço para madeiras. Rio de Janeiro, 1981.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5589** – Arrame de aço de baixo teor de carbono. Rio de Janeiro, 2012.

ALMEIDA, P. A. O. **Uniões pregadas de madeira**. São Paulo, 1987. Dissertação (mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 174p

DIAS, Alan. A. **História das Estruturas de Madeira no Brasil**. SÃO PAULO, 2020.

DRUMOND, M. A.; OLIVEIRA, V. R. Seleção de espécies/procedências do gênero *Eucalyptus* potenciais para o semiárido do Brasil. **Ciência e Investigación Forestal**- Instituto Forestal / Chile. Volume n 15 N- 3.2009.

LOPES, Marina Stygar. **O Uso da Madeira na Construção Civil**. Viçosa, 2008.

HIGA, R. C. V.; HIGA, A. R.; TREVISAN, R.; SOUZA, M. V. R. **Resistência e resiliência a geadas em *Eucalyptus dunnii* Maiden plantados em Campo do Tenente**, PR. Bol. Pesq. Fl., Colombo, n. 40, p.67-76. 2000.

LOPES SANGALETTI RAQUEL, Maria. **História da Madeira**. SÃO PAULO, 2017.

PALUDZYSZYN, E.F.; SANTOS, P. E. T. Considerações sobre o plantio de *Eucalyptus dunnii* no estado do Paraná. Colombo. Embrapa Floresta. Comunicado Técnico 141, 2005.

QUIQUI, E. M. D.; MARTINS, S. S.; SHIMIZU, J. Y. Avaliação de espécies e procedências de *Eucalyptus* para o Noroeste do Estado do Paraná. Maringá, v. 23, n. 5, p. 1173-1177, 2001.

SILVA JUNIOR, Josué. Avaliação Experimental da Resistência de Ligações em corte Duplo em Madeira com Parafusos Passantes. CAMPO MOURÃO, 2017.

