

LIGAÇÕES EM MADEIRA COM PARAFUSOS AUTO-ATARRAXANTES SEM PRÉ-FURAÇÃO PARA USO ESTRUTURAL

Carlito Calil Neto¹ & Francisco Antonio Rocco Lahr²

Resumo

A madeira é um material estrutural de fonte renovável, com alta relação resistência/peso, baixo consumo energético de produção, seqüestra e armazena carbono em sua produção. Comercialmente existem limitações do comprimento das peças de madeira, fruto de sua extração de troncos de árvores, requerendo assim a adoção de elementos de ligação das peças estruturais. Uma das mais recentes alternativas para as ligações com elementos estruturais de madeira é a utilização de parafusos auto-atarraxantes solicitados por esforços que podem ser laterais e axiais, de cisalhamento, tração ou compressão. Considerando que no Brasil ainda não existe e com o mercado futuro promissor, este trabalho tem por finalidade propor critérios de resistência e de aplicação de parafusos auto-atarraxantes em conjunto com espécies de reflorestamento de Pinus Oocarpa, e Lyptus, abordar também uma análise numérica com base no Método dos Elementos Finitos com o software ANSYS e ainda propor uma norma específica para a utilização deste tipo de parafuso. Além da bibliografia técnico-científica da área, serão tomados como base os documentos normativos: Norma Brasileira NBR 7190:1997; Européias EN 26891 – 1983, EN 28970 – 1991 e EN 1995:2004; Norte-Americana ASTM D1761 -2006, ISO 261:1998, ISO 262:1998; Chilena NCh 1198 – 2006 e Alemã DIN 1052:2004.

Palavras-chave: Parafusos Auto-atarraxantes. Pré-furação. Estrutural. Madeira.

GLULAM: QUALITY CONTROL IN SPECIE – TREATMENT - ADHESIVE COMBINATION

Abstract

Wood is a renewable source of structural material with high relative strength/weight, low energy production, which kidnaps and stores carbon in its production. The use of wood as a construction material is critical, as well as having very special qualities as raw material for other products manufactured in residential construction or major works such as bridges, has been widely used in roofing for industrial and commercial buildings. Commercially there are limitations on the length of the wood, resulting from the extraction of tree trunks, thus requiring the adoption of binding elements is the use of self-tapping screws efforts required by side and which can be axial, shear, tensile or compression. Whereas in Brazil does not yet exist and the promising future, this paper aims to propose criteria of resistance and application of self-tapping screws together with reforestation species of Pinus Oocarpa, Lyptus and also propose a specific standard for the use of this kind of screw. Besides the technical and scientific literature in the area, will be taken based on the normative documents: Brazilian Standard NBR 7190:1997; European EN 26891-1983, EN 28970-1991 and EN 1995:2004; North American ASTM D1761-2006, ISO 261:1998, ISO 262:1998; Chilean NCH 1198 to 2006 and the German DIN 1052:2004.

Keywords: Screw. Self-tapping. Pre drilling. Structural. Wood.

Linha de Pesquisa: Estruturas de Madeira.

¹ Doutorando em Engenharia de Estruturas - EESC-USP, netousp@gmail.com

² Professor do Departamento de Engenharia de Estruturas da EESC-USP, frocco@sc.usp.br



1 INTRODUÇÃO

As ligações são geralmente os pontos mais vulneráveis numa estrutura de madeira. Sujeitas a esforços e tensões localizadas, constituem zonas críticas que exigem uma atenção especial, de modo a não ser responsável pela perda de estabilidade global das estruturas de madeira.

Os parafusos auto-atarraxantes, como a maioria dos pinos metálicos, são resistentes à carregamentos axiais e à carga lateral. Eles são vantajosos nas ligações em que o comprimento necessário do parafuso passante é muito grande ou quando o acesso a um lado da ligação é restrito. Eles também são menos agressivos às peças de madeira, pois são inseridos de apenas um lado da ligação, ficando a ponta sempre embutida na peça.

São muito utilizados em vários países da Europa, EUA e Japão. No Brasil, a utilização de tal parafuso é muito restrita e a ligação com estes pinos não é abordada pela Norma Brasileira de Projeto de Estruturas de Madeiras.

Os parafusos auto-atarraxantes tipo torx não são fabricados ou encontrados no Brasil. Correia (2002) realizou ensaios de arrancamento de ligações com esses parafusos inseridos em madeiras brasileiras, mas os parafusos utilizados foram importados.

Esses parafusos são, normalmente, inseridos na madeira sem pré-furação e são utilizados para resistir a esforços axiais. Eles estão sendo muito utilizados e estudos em vários países têm demonstrado a elevada eficiência de ligações neste sistema.



Figura 1 – Parafuso Auto-atarraxante (Rothoblaas 2012).

2 METODOLOGIA

A investigação experimental é uma das fases mais críticas da pesquisa, ela permite a observação direta dos fenômenos em estudo e constitui uma ferramenta indispensável para a verificação de todos os modelos teóricos utilizados para representar um comportamento particular.

O estudo de modelos físicos é, portanto, um passo necessário para a identificação do comportamento dos sistemas sob análise numérica teórica. Este aspecto é de importância ainda maior tendo em vista a anisotropia considerável de estruturas de madeira do material.

A investigação experimental conduzida nesta tese tem como objetivo analisar uma conexão feita com parafusos auto-atarraxantes, o que garante alta rigidez e excelente ductilidade. Tal pesquisa foi realizada através da execução de ensaios de cisalhamento e buscando os melhores conectores disponíveis.

3 DESENVOLVIMENTO

Para o desenvolvimento deste trabalho serão utilizadas duas espécies de madeiras de reflorestamento sendo uma conífera *Pinus Oocarpa* e uma folhosa *Lyptus*, e dois diâmetros de parafusos auto-atarraxantes que não necessitam de pré furacão, modelo comercial VGZ de 9 mm e 11 mm de diâmetro e 200 mm de comprimento da empresa Rothoblaas.

Os métodos de ensaios seguirão as especificações da Norma Brasileira NBR7190/1997, DIN 1052:1998 e EN 1995:2004. As resistências características ao corte serão calculadas considerando-se um ângulo α entre a força e as fibras, equivalente a 0° , 90° e 45° , como mostra a figura 2.

O sistema de aquisição de dados externo utilizado foi o SYSTEM 5000 (figura 3), com 20 canais, onde três deles foram utilizados para a recepção dos sinais, sendo um para a célula de carga, e os outros dois para os transdutores de deslocamentos, foi programado para registrar o deslocamento a cada 1 segundo.



Figura 2 – Corpo de prova.

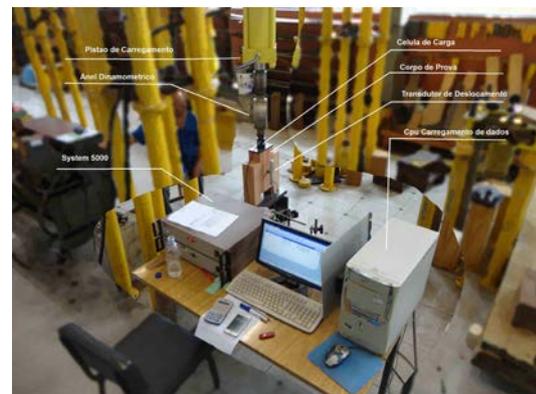


Figura 3 – System 5000.

A madeira laminada colada de Pinus Oocarpa com adesivo Fenol Resorcinol empregada na confecção dos corpos de prova foi doada pela empresa Catalana Artefatos de Madeira – CAM e a madeira laminada colada de Lyptus com o adesivo Poliuretano foi doada pela empresa Ita Construtora.

Foram produzidos no total de 96 corpos de prova sendo 6 corpos de prova para cada situação mostrada na tabela 1.

Tabela 1 – Corpos de prova

Espécie	Parafuso	Inclinação do parafuso	Inclinação da Fibra	
Pinus	9	45	Vertical	Horizontal
	9	90	Vertical	Horizontal
Lyptus	11	45	Vertical	Horizontal
	11	90	Vertical	Horizontal

Como já foi descrito anteriormente os parafusos auto-atarraxantes são normalmente utilizados em países europeus e norte americanos, onde a principal madeira utilizada é a madeira de conífera de baixa densidade, em torno de 350 kg/m³. O Brasil tem uma grande diversidade de espécies de alta densidade para a utilização na construção civil e um dos principais tópicos deste trabalho foi de verificar se este mesmo parafuso pode ser utilizado em madeiras mais densas.

Para a confecção dos corpos de prova foi utilizada uma furadeira DeWALT modelo DW130V-B2 de 5/8". Na madeira de Pinus utilizada (densidade de 500 kg/m³) não tivemos problemas ao auto-atarraxar o parafuso sem pré-furação, o comportamento do parafuso foi muito bom, podendo ser retirado e recolocado sem qualquer dano.

Para a madeira de Lyptus (densidade de 750 kg/m³) por ser uma madeira mais densa, o comportamento do parafuso não foi tão bom quanto esperado, para os corpos de prova de inclinação de parafuso a 90 graus a madeira teve uma boa aceitação de auto-atarraxe sem precisar de pré-furação porem quando feitos deste modo o parafuso era impossível de ser retirado ou recolocado, os parafusos a 45 graus precisavam ser bem posicionados de modo a precisar de uma guia para não perder a inclinação durante a furacão, além disso correndo o risco do parafuso parar no meio da furacão e não sair ou entrar. Por esses motivos fizemos então a pré-furação somente na parte externa de todos os corpos de prova confeccionados com a madeira de Lyptus, garantindo assim uma inclinação perfeita e mais segurança no ensaio.

4 RESULTADOS OBTIDOS

Este trabalho teve como objetivo verificar a viabilidade de aplicação e avaliar a resistência de uma forma alternativa de ligação, na qual se utilizam parafusos auto-atarraxantes solicitados por esforços de tração, compressão e cisalhamento, utilizando dois tipos de espécies de reflorestamento em duas direções de fibras com base em situações utilizadas na construção civil.

O arranjo de 45 graus, onde o parafuso é solicitado na tração e compressão, demonstrou um empenho muito maior independente da direção da fibra em estruturas de madeira, graças ao tipo de parafuso e a resistência obtida nas ligações. Assim no futuro esperamos que esta configuração de ligação apresente vantagens em relação a outros tipos de ligação atualmente utilizados, em virtude da sua facilidade de colocação possibilitando assim uma melhoria na industrialização e conseqüentemente uma maior produtividade na execução de estruturas.

No decorrer dos ensaios ficou evidenciado que a ferramenta ideal para fixar esses tipos de parafusos é uma parafusadeira com alta rotação e regulagem de torque, pois matem em perfeitas condições os parafusos e as ferramentas, evitando quebras e aplicando o torque necessário para a fixação do parafuso.

Com relação a pré-furação, ela so deve ser realizada caso não haja equipamentos necessários para manter a inclinação do parafuso durante todo a sua colocação ou a incerteza de perfuração, ela deve ser feita a proporcionar maior facilidade de execução das ligações. Recomenda-se que quando o local é de difícil acesso que seja feita a pré-furação, com o diâmetro de broca de 2 milímetros menor da do parafuso.

Por meio da análise estatística realizada nos ensaios, foi possível constatar que as espécies de madeira e a orientação da fibra são fatores que causam variações importantes na resistência da ligação.

Dos fatores e níveis experimentais investigados, apenas o diâmetro do parafuso não foi significativo na obtenção do valor de força do ensaio de ligação, conduzindo a resultados equivalentes independente da bitola utilizada na ligação.

Do fator espécie, a madeira de *Lyptus* apresentou os maiores valores da força no ensaio de ligação, justificada por sua maior densidade quando comparado com os valores de força obtidos das madeiras de *Pinus*, possibilitando melhor distribuição dos esforços nos parafusos.

Com relação à orientação das fibras, os maiores valores das forças na ligação foram provenientes da disposição do alinhamento das mesmas na direção vertical para os dois tipos de inclinação de parafuso, para a disposição das fibras na direção horizontal a inclinação de parafuso a 90 graus apresentou os menores valores de forças quanto que para a inclinação de parafuso a 45 graus apresentou valores equivalentes aos da disposição das fibras na direção vertical.

Na inclinação dos parafusos, a disposição a 45 graus apresentou os melhores resultados, em virtude da melhor distribuição dos esforços que passam a solicitar os parafusos na tração e compressão, e não só ao cisalhamento como é o caso da orientação a 90 graus.

5 REFERÊNCIAS

ALBINO A. **Indagine Sperimentale su elementi lignei a comportamento ultimo duttile o pseudoduttile.** Defesa de mestrado. Universita degli studi di Trento, 247p, 2004. Orientador Prof. Dr. Maurizio Piazza.

BLASS H. J.; BEIJTKA, I (2002) **Joints with inclined screws.** Proceedings, CIB-W18 Timber Structures, Meeting 35, Paper 35-7-5, Kyoto, Japao.

BS EN 26891:1991 - Timber structures. Joints made with mechanical fasteners. General principles for the determination of strength and deformation characteristics, British-Adopted European Standard, Madri, 8p, 1991.

CORREIA, R. R.; DIAS, A. A. **Ligações de peças de madeira com parafusos auto- atarraxantes.** In: Encontro Brasileiro em Madeira e Estruturas de Madeira, 8., (VIII EBRAMEM), 2002, Uberlândia, MG.