

**VIII ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA
UBERLÂNDIA – JULHO DE 2002**

**SOBRE O MODELO DE JOHANSEN (EUROCODE 5) PARA O CÁLCULO DA RESISTÊNCIA DE
LIGAÇÕES DE PEÇAS DE MADEIRA COM PINOS METÁLICOS**

Luís Augusto Conte Mendes Veloso¹ (lveloso@usp.br), **Miguel Angel Buelta Martinez** (buelta@usp.br),
Ricardo de Carvalho Alvim² (ralvim@usp.br), **Pedro Afonso de Oliveira Almeida** (palmeida@usp.br)
Laboratório de Estruturas de Estruturas e Materiais Estruturais da Escola Politécnica da USP.

RESUMO: O atual modelo do Eurocode 5 para o cálculo de ligações mecânicas entre peças de madeira com pinos metálicos é baseado na teoria proposta por Johansen no início da década de 40. Na formulação da teoria, admite-se comportamento perfeitamente plástico dos materiais que compõem as peças e o pino. Desta forma, a resistência da ligação é determinada em função da resistência de embutimento da madeira e do momento fletor de plastificação do pino. Neste trabalho, apresenta-se de forma detalhada a demonstração das expressões recomendadas no Eurocode 5 para ligações com um plano de corte, empregando-se para isso o princípio dos trabalhos virtuais. Em seguida, essas expressões foram empregadas para a elaboração de diagramas que mostram os modos de ruptura das ligações, válidos para um determinado valor de ξ que expressa a relação entre as resistências de embutimento das madeiras que constituem as peças. Esses diagramas foram traçados para diferentes valores de ξ . Valores de $\xi \neq 1$ são freqüentes em ligações entre painéis de madeira recomposta e peças de madeira. Esses arranjos são muito freqüentes nas paredes e pisos de casas de madeira.

Palavras-chave: ligações de madeira, estruturas de madeira.

**ABOUT THE JOHANSEN'S MODEL (EUROCODE 5) TO EVALUATE THE BEARING STRENGTH
OF TIMBER JOINTS WITH DOWEL-TYPE FASTENERS**

ABSTRACT: The current model used in EC 5 for design of timber joints with dowel-type fasteners is based on the Johansen's theory proposed in the beginning of 1940's. This theory assumes perfectly plastic behavior for wood members and fasteners. Furthermore, the load bearing capacity is a function of the embedment strength of the wood members and the yield moment of the fasteners. In this work, the equations used in EC 5 for two member joints are derived using the virtual work principle. After that, these equations were used for plotting diagrams that show the appropriate failure mode valid for a certain value of ξ that expresses the relationship among the embedment strength of the wood members. These diagrams were plotted for different values of ξ . The $\xi \neq 1$ values are frequent in timber joints between wood based panels and wood members that are very usual in the walls and floors of timber frame house constructions.

Keywords: timber joints, timber structures.

¹ Bolsista da FAPESP, processo número 99/03051-6

² Bolsista da FAPESP, processo número 01/12035-6

1. INTRODUÇÃO

O modelo de cálculo do EUROCODE 5 (1993) para a determinação da resistência de ligações entre peças de madeira ou mesmo, para ligações entre peças de madeira e painéis de madeira recomposta com pinos metálicos, está fundamentado na teoria denominada de “Teoria do Escoamento” (Yield Theory).

De acordo com AUNE & PATTON-MALLORY (1986), os princípios desta teoria foram propostos em 1941, pelo cientista dinamarquês K. W. Johansen, JOHANSEN (1941). Entretanto, o modelo de cálculo para ligações com pregos só foi formulado na íntegra, isto é, considerando ligações constituídas por peças de diferentes resistências, em 1950, por Torsten Möller em um boletim técnico publicado pela Universidade de Chalmers, Suécia, MÖLLER (1950).

2. HIPÓTESES BÁSICAS PARA O DESENVOLVIMENTO DA TEORIA

No modelo de cálculo, os materiais que compõe o pino metálico e as peças são considerados como infinitamente rígidos até que sejam atingidos os respectivos limites de escoamento.

A partir destes pontos, os materiais passam a apresentar comportamento perfeitamente plástico, Figuras 1-a e 1-b. A resistência da ligação é atingida quando se atingem a tensão de escoamento do material do pino, da madeira ou de ambos os materiais.

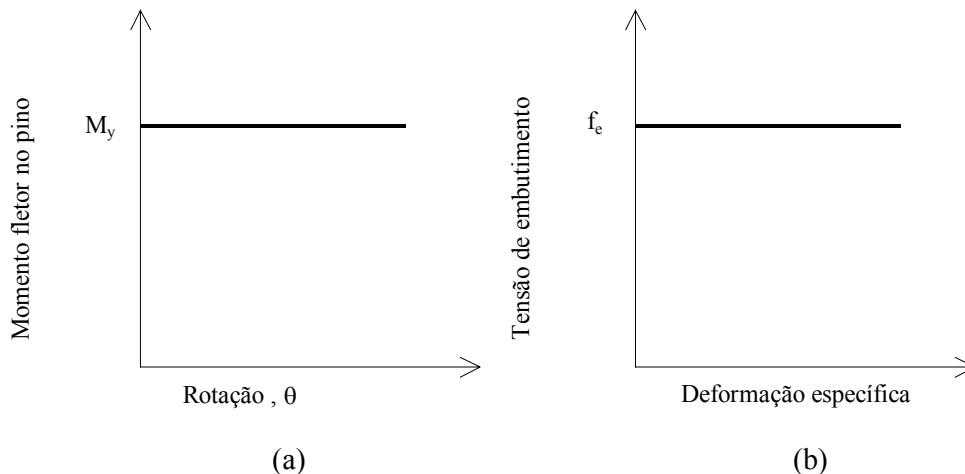


Figura 1- (a) Hipótese de comportamento para o pino metálico. (b) Hipótese de comportamento para o material que compõe as peças a serem ligadas

O atrito entre as peças, bem como a força normal no pino, não são considerados no equilíbrio da ligação. Essas forças podem ser desprezadas nos casos onde os modos de ruptura são dados somente pelo embutimento da madeira com o pino em regime não-deformado.

Entretanto, nos modos de ruptura dados pela plastificação do pino, o EUROCODE 5 (1993) considera um ganho de resistência adicional da ligação de 10% em decorrência do surgimento do atrito entre as peças. O atrito é produzido pela força normal no pino que provoca uma força de contato entre as peças, Figura 2.