

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

ESTUDO EXPERIMENTAL DE INSTABILIDADE EM PILARES ESBELTOS DE
MADEIRA

Ricardo Gaspar (gaspar@usp.br)

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Rui Nobhiro Oyamada (rui.oyamada@outec.com.br)

Diretor da Outec Engenharia de Projetos S/C Ltda.

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

RESUMO: O excelente desempenho das estruturas de madeira vem despertando maior interesse no desenvolvimento de métodos de ensaios para avaliação das propriedades de rigidez e resistência, tanto em corpos-de-prova quanto em sistemas de protótipo. Nas situações reais de carregamento, os pilares das estruturas, sejam de concreto armado, de madeira ou metálicos, dificilmente são submetidos à compressão centrada. Considerando-se excentricidades devidas a diversas proveniências, os pilares quase sempre são submetidos à flexão composta. No caso de barras esbeltas, os momentos fletores provenientes das deformações não podem ser desprezados, ou seja, uma teoria de 2ª ordem deve ser empregada. Assim, as condições de equilíbrio devem ser satisfeitas no sistema deformado para garantir a estabilidade. Neste trabalho são realizadas investigações experimentais em pilares de madeira compensada, submetidas a flexão composta normal, para três faixas de esbeltez ($\lambda \leq 40$, $40 < \lambda \leq 80$, $80 < \lambda \leq 140$). Os resultados experimentais comprovaram que somente para pilares com índice de esbeltez (λ) menor que 40, o efeito de 2ª. ordem pode ser desprezado. Além disso, comprovou-se que a utilização da linha elástica senoidal pode ser considerada uma boa aproximação para análise da instabilidade na flexo-compressão. Os efeitos medidos nestes pilares são comparados com os resultados obtidos das soluções analíticas, para avaliação do procedimento usado.

Palavras-chave: madeira, instabilidade, pilares

ABSTRACT: The good performance of timber structures has stimulated a great deal of interest in developing suitable test methods to assess its strength and stiffness, both in control specimens and prototype systems. Uniaxial compression is hardly present in real structures. Instead, the columns of a structure made either from reinforced concrete, steel or timber often present some degree of load eccentricity, i.e., a combination of flexure and axial load. In the case of slender columns, second-order bending moments must be taken into account in design so as to ensure an adequate strength and stability. In this work, an experimental investigation on plywood columns with three different slenderness ratios ($\lambda \leq 40$, $40 < \lambda \leq 80$, $80 < \lambda \leq 140$) is carried out. The experimental results indicate that only for columns with a slenderness ratio less than 40 the second-order effects could be neglected. Furthermore, it is confirmed that a sine waveform for the elastic line provides sufficient accuracy for stability analyses under combined bending moment and axial force. The experimental results are compared with those obtained by analytical solutions with the purpose of evaluating the procedure used in the present analysis.

Keywords: timber structures, stability, columns.

1. INTRODUÇÃO

São definidos como fenômenos de instabilidade aqueles casos que exigem a consideração da influência das deformações para o cálculo dos esforços solicitantes da estrutura.

É o caso de pilares com carregamento axial excêntrico, portanto, submetidos a flexo-compressão. Nesse caso, para que haja equilíbrio, o momento interno numa seção genérica deve ser igual ao momento externo. O momento fletor externo aumenta conforme a configuração deformada se altera pelo crescimento dos deslocamentos horizontais, até atingir um valor limite. Quando os momentos externos crescem mais que os momentos internos, o equilíbrio não é mais estabelecido, ocorrendo a ruína da peça.

O acréscimo de momento devido à configuração deformada, também conhecido como efeito de 2ª. ordem deve ser cuidadosamente avaliado no dimensionamento. As normas avaliam a necessidade de se considerar o efeito de 2ª. ordem conforme o índice de esbeltez da peça. Segundo a NBR 7190, os pilares podem ser classificados em função do índice de esbeltez, da seguinte forma:

- Pilar curto: quando $\lambda \leq 40$; neste caso, pode ser desprezado o efeito de 2ª ordem, bem como, o efeito da fluência.
- Pilar medianamente esbelto: quando $40 < \lambda \leq 80$; neste caso o efeito de 2ª ordem deve ser considerado e pode ser desprezado ainda o efeito da fluência.
- Pilar esbelto: quando $80 < \lambda \leq 140$; neste caso, devem ser considerados tanto o efeito de 2ª ordem como o efeito da fluência, o qual pode ser estimado através de uma excentricidade complementar equivalente.

2. FUNDAMENTOS

2.1. Instabilidade na compressão axial - flambagem.

Considerando as barras retas axialmente comprimidas, verifica-se experimentalmente que sob a ação de carregamentos crescentes, pode ser atingido um estado limite, a partir do qual a forma reta de equilíbrio é instável. A carga correspondente a esse estado limite é dita carga crítica F_{crit} , ou carga de flambagem. Para cargas $F > F_{crit}$ (em regime elástico), aplicadas em barras, cujo material apresenta um comportamento elástico linear, a forma estável de equilíbrio passa a ser a configuração fletida (Figura 1).

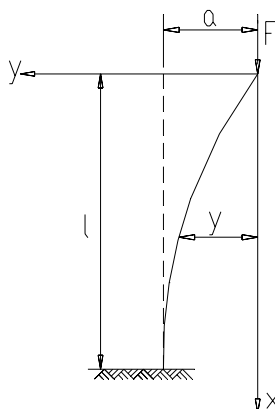


Figura 1. Instabilidade na compressão