

## INSTABILIDADE DE PILARES DE MADEIRA DE SEÇÃO COMPOSTA

George Magalhães Maranhão e Carlito Calil Júnior

**RESUMO:** Os modelos teóricos utilizados para representar determinados comportamentos estruturais evoluem com a pesquisa e, muitas vezes, com os recursos computacionais disponíveis. No caso das peças de madeira submetidas à flexo-compressão, esses modelos estruturais sofreram grande modificação com a atualização da NBR 7190/1982 – Cálculo e Execução de Estruturas de Madeira, com metodologia de cálculo no Método das Tensões Admissíveis. Atualmente esse tipo de estrutura deve ser estudado pelo Método dos Estados Limites, com a segurança introduzida semi-probabilisticamente, através da NBR 7190/1997 – Projeto de Estruturas de Madeira. Quando se têm peças esbeltas, devem ser levadas em conta os efeitos das não-linearidades geométrica e física, e a peça, em alguns casos, pode atingir o Estado Limite Último de Instabilidade. Desse modo, o trabalho avalia pilares de madeira com seção composta através de uma investigação experimental, confrontando com os modelos analíticos estabelecidos pela norma. Foram ensaiados 3 pilares de seção composta com 2 peças de madeira solidarizadas por espaçadores distribuídos igualmente ao longo da peça.

**Palavras-chave:** instabilidade, pilares de madeira, seção composta, NBR 7190/1997

## INSTABILITY OF TIMBER COLUMNS WITH COMPOSED CROSS SECTION

**ABSTRACT:** The theoretical models utilized to represent certain structural behaviors are evolving with research and, many times, with the available computer resources. In the case of the timber pieces submitted to bending-compression, those structural models suffered great modification with the modernization of the NBR 7190/1982 – Calculation and Execution of Timber Structures (calculation with the Method of Allowable Stress Design). Nowadays this kind of structure should be studied with Limit States Method, with safety introduced semi-probabilistic through the NBR 7190 (1997) - Design of Timber Structures. When analyzing slender pieces, the effects of the geometric and physical non-linearity should be taken into account, because there are cases where Ultimate State of Instability can be reached. This paper has as purpose analyze timber columns with composed cross section by experimental investigation, confronting the results with the analytical models established by the code. Three columns of composed cross section were experimented. They consisted of two pieces of timber nailed by spacers equally distributed along the length.

**Keywords:** instability, timber columns, composed cross section, NBR 7190/1997

## 1. INTRODUÇÃO

A engenharia de hoje procura aperfeiçoar as estruturas, seja pelas concepções estruturais, seja pelo refinamento de métodos de cálculos teóricos e experimentais para componentes ou estruturas como um todo.

As considerações ligadas à estabilidade e à instabilidade do equilíbrio das estruturas são de fundamental importância para o seu projeto. Segundo ZAGOTTIS (1980) a instabilidade do equilíbrio define, quase sempre, quando comparado com os demais, duas características particulares que o tornam especialmente perigoso para a engenharia.

Em primeiro lugar, os fenômenos de instabilidade manifestam-se repentina e violentamente, mesmo quando a velocidade de crescimento das intensidades das ações não sofrem acréscimos bruscos. Assim sendo, praticamente todas as estruturas não têm capacidade de aviso de ruína iminente para este estado limite último, o que deve inclusive ser levado em conta na responsabilidade da estrutura e, conseqüentemente, na segurança que deve ser imposta ao projeto. As ruínas produzidas por instabilidade são quase sempre ruínas que produzem grandes danos.

Em segundo lugar, os fenômenos de instabilidade manifestam-se, graças à própria evolução da Teoria das Estruturas que permite uma otimização cada vez mais pronunciada das estruturas projetadas e construídas ao longo do tempo, através de formas inesperadas e de violência crescente. Essa característica que liga o agravamento dos problemas de instabilidade com a otimização pode ser verificada, quer teoricamente, quer praticamente, analisando os grandes acidentes e os grandes problemas da engenharia estrutural.

## 2. PROBLEMAS DE INSTABILIDADE

A estabilidade de uma barra pode ser definida como a tendência natural desta em se manter ou recuperar sua posição original a despeito das perturbações que a atinjam, isto é, a sua capacidade de se recuperar do fenômeno da alteração induzida do seu estado inicial de equilíbrio. Pode-se dividir em três, de um modo geral, os problemas de instabilidade.

### 2.1. Problema de Instabilidade com Bifurcação do Equilíbrio ou Problema de Flambagem

Seja uma barra reta, sem imperfeições geométricas, constituída de material de comportamento elástico linear e submetida a uma carga axial  $F$  estática crescente. A estrutura permanece em equilíbrio estável até o instante em que a carga  $F$  atinge o valor  $F_{cr}$  (carga crítica ou carga de flambagem). A carga  $F_{cr}$  define o estado limite a partir do qual a barra pode tomar uma das seguintes formas: a forma reta, onde estará em equilíbrio instável, ou a fletida, estando então em equilíbrio estável. Isto significa que, para valores de  $F$  maiores que  $F_{cr}$ , se a barra permanecer reta, o surgimento de qualquer perturbação externa ou de excentricidade, inevitáveis na prática, levará a estrutura a se afastar da configuração de equilíbrio instável (reta) para uma curva.

Sendo a barra constituída de material de comportamento não-linear, quando submetida a uma carga axial, haverá também a bifurcação do equilíbrio. Entretanto, a curva carga-deslocamento, referente à forma fletida, é decrescente, pois, para  $F < F_{cr}$  existem duas configurações de equilíbrio possíveis: uma reta de equilíbrio estável e uma curva de equilíbrio