

**IX ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA
CUIABÁ – JULHO DE 2004**

UMA INTRODUÇÃO À CONFIABILIDADE EM ELEMENTOS ESTRUTURAIS

Mariano Martinez Espinosa (marianom@sc.usp.br), **Carlito Calil Jr.** (calil@sc.usp.br)

Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos.

Guilherme Corrêa Stamato (gstmato@sc.usp.br)

Universidade Estadual Paulista – Campus de Itapeva

Resumo: A confiabilidade é um dos critérios fundamentais que deve ser considerado em qualquer desenvolvimento de sistemas. Entretanto, atualmente, no Brasil ainda não é considerada a avaliação da confiabilidade em projetos e construções de sistemas estruturais de madeira, em especial de pontes de madeira. Portanto, para estabelecer a confiabilidade destes sistemas, é necessário encontrar uma maneira de medi-la. No desenvolvimento dos diferentes tipos de sistemas estruturais de pontes de madeira, utilizam-se índices de confiabilidade para estimar a confiabilidade, em geral baseados nas ações e resistência, e considerando o método dos estados limites. A determinação dos índices de confiabilidade é realizada com o uso de modelos estatísticos que representem o comportamento destas estruturas em serviço, em função dos sistemas estruturais mais utilizados na prática. Esta determinação é fundamental, pois estes valores refletem na avaliação das consequências da falha estrutural. Desta maneira, existe uma urgente necessidade de implantar os avanços tecnológicos atuais para a construção e recuperação das pontes de madeira no Brasil. Assim, as técnicas de confiabilidade devem ser utilizadas para estabelecer um desempenho satisfatório do comportamento destes sistemas, dentro dos critérios de projetos, seja no aspecto da durabilidade, utilização ou resistência. Este trabalho apresenta os fundamentos para o estudo da confiabilidade de elementos estruturais de madeira com ênfase as estruturas de pontes de madeira. Para testar a aplicação em estruturas de pontes, foi realizado um estudo da confiabilidade em um sistema de ponte de madeira em vigas compostas considerando ações reais fornecidas pela concessionária Central Vias. Os resultados mostram a eficiência e a aplicabilidade do método proposto na determinação da confiabilidade dessas estruturas.

Palavras-chaves: confiabilidade, pontes de madeira, índices de confiabilidade, modelos estatísticos.

AN INTRODUCTION TO THE RELIABILITY IN STRUCTURAL ELEMENTS

ABSTRACT: The reliability is one of the fundamental criteria that should be considered in any development of systems. However, nowadays, in Brazil the evaluation of the reliability is still not considered especially in projects and constructions of structural systems of timber bridges. Therefore, to establish the reliability of these systems it is necessary to find a way to measure its reliability. In the development of the different types of structural timber bridges systems, reliability indexes are used to estimate the general system reliability, based on the actions and strength and considering the states limits method. The reliability indexes determination is done using statistical models that represent the structures behavior in service in function of the structural systems most used in practice. This determination is essential, because these values contemplate in the evaluation of the consequences of the structural flaw. So, there is an urgent need to implant the current technological progresses for the construction and recovery of the timber bridges in Brazil. Therefore, to establish a satisfactory acting of the behavior of these systems, inside of the criteria of projects, be in the aspect of the durability, use or strength, the reliability techniques should be used. This work show this foundations for the study of the reliability of structural elements of wood with emphasis the structures of timber bridges. To test the application in bridges structures, a study of the reliability in a plywood composed beams bridge was carried out considering real actions supplied by the Central Vias highway concessionaire. The results show to the efficiency and the applicability of the method proposed for the reliability determination of these structures.

Keywords: reliability, timber bridge ,reliability indexes, statistical models.

1. INTRODUÇÃO

Inovações e desenvolvimentos importantes ocorreram na engenharia estrutural nos últimos anos, aliado à grande competição em escala mundial, exigindo a produção de produtos e sistemas modernos cada vez mais sofisticados. Porém, existem muitos efeitos ou variáveis estruturais que devem ser consideradas, o que implica numa análise minuciosa dos padrões de desempenho estrutural, tanto satisfatório como patológico.

Assim, o principal problema é a necessidade de uma avaliação quantitativa da margem de segurança, a fim que se tenha um projeto consistente, onde haja uma distribuição conhecida do nível de segurança dos elementos da estrutura e de toda a estrutura.

Para a caracterização e normalização dos estados de desempenho das estruturas de madeiras, em particular de pontes de madeira, devem ser determinados os efeitos estruturais de importância para o desempenho satisfatório do sistema. Em geral, devem ser consideradas as variáveis que podem comprometer a capacidade de suporte da estrutura, as que condicionam a durabilidade da mesma e as que podem afetar a utilização rotineira da construção. No entanto, a quantidade de variáveis envolvidas nos modelos estruturais é grande, principalmente no caso da madeira, pois este é um material heterogêneo e anisotrópico que depende de muitas variáveis (ASCE, 2001).

2. CONFIABILIDADE E ESTADOS LIMITES DE UM SISTEMA ESTRUTURAL

2.1. Confiabilidade de um sistema estrutural

Nenhuma estrutura é totalmente segura. O projeto e a análise da engenharia exigem a resolução de incertezas; em virtude disso, o risco é inevitável. Há variações tanto nos carregamentos quanto na capacidade resistente e rigidez da estrutura, inclusive seu próprio peso pode provocar estas variações. Portanto, considerando a variabilidade, as variáveis respostas que descrevem o sistema estrutural podem ser consideradas como variáveis aleatórias (LIN, 1984) e (FUSCO, 1976). Assim sendo, a teoria de probabilidade deve ser utilizada para a determinação da confiabilidade de sistemas estruturais de pontes de madeira.

O termo confiabilidade é usado num sentido geral para expressar probabilidade de segurança ou grau de confiança de que um produto ou sistema funcionará satisfatoriamente num certo ambiente durante um período de tempo especificado (JURAN, 1993-VI).

A utilização de processos que levam em consideração a natureza aleatória das variáveis envolvidas nos modelos de comportamento da madeira é uma ferramenta indispensável, e talvez até a única, realmente apropriada para estimar a confiabilidade nas estruturas de madeira.

Portanto, os procedimentos de análise da engenharia devem incluir adequadamente métodos e conceitos para avaliação de sua importância no desempenho e no projeto do sistema. Com essa consideração, os princípios de probabilidade, estatística e teoria da decisão oferecem a base matemática para a modelagem da incerteza e análise dos seus efeitos no projeto.

No futuro, espera-se que a análise da confiabilidade estrutural tenha seu campo de atuação ainda mais ampliado, possibilitando a execução de projetos mais seguros ou, pelo menos, que permitam o conhecimento do nível de segurança com o qual se está trabalhando. Assim, a