

VERIFICAÇÃO DE VIBRAÇÕES EM PASSARELAS DE MADEIRA

Pedro Gutemberg de Alcântara Segundinho (p_gutemberg2001@yahoo.com.br) - EESC - USP;
Antonio Alves Dias (dias@sc.usp.br) - EESC - USP

RESUMO: A norma brasileira de projeto de estruturas de madeira NBR 7190 (1997) necessita de diretrizes que sejam capazes de avaliar o conforto humano em passarelas de madeira. Tal apelo se faz necessário devido ao aumento de problemas relacionados às vibrações excessivas ocorridas nas passarelas nos últimos anos, que se originam quando a frequência de caminhada dos pedestres está próxima ou igual à frequência natural da estrutura. Este trabalho teve como objetivo apresentar sugestão para verificação de vibrações em passarelas de madeira, obtida por meio da análise de várias expressões de códigos normativos e de pesquisas de autores referentes ao estado limite de serviço. As passarelas de madeira estudadas nesse trabalho apresentavam vãos de 5 a 35 m, larguras de 150 e 200 cm, classes de resistência da madeira C40 e C60. Os resultados obtidos a partir das avaliações teóricas mostraram que as passarelas de madeira calculadas por meio da norma brasileira NBR 7190 (1997), apresentaram vibrações excessivas para vãos superiores a 10 m. Constatou-se que a norma europeia de madeiras é abrangente em termos de hipóteses de cálculos para as acelerações e mais rígida em termos de critérios normativos. A inserção de diretrizes normativas na norma brasileira NBR 7190 (1997) proporcionaria maior segurança para as passarelas de madeira no Brasil e possibilitaria um avanço tecnológico nesse campo.

Palavras-chave: conforto humano. frequência natural. estado limite de serviço. frequências. acelerações.

VERIFICATION OF VIBRATION ON TIMBER FOOTBRIDGES

ABSTRACT: The Brazilian Code for the design of timber structures needs of standards guidelines that are capable of assessing human comfort on timber footbridges. This appeal is necessary due to increased problems related to excessive vibration occurring on footbridges in recent years, which arise when the frequency of the pedestrian walk is close or equal to the natural frequency of the structure. This study aimed to present suggestion to check for vibrations in timber footbridges, obtained through analysis of several standards guidelines and searches relative of serviceability limit state. The timber footbridges had studied in this work with spans from 5 to 35 m, widths of 150 and 200 cm, C40 and C60 timber strength classes. The results obtained from the theoretical evaluations showed that the timber footbridges calculated by means of the Brazilian Code presented vibration with spans from 10 m. It was found that the European Standard for the design of timber structures is comprehensive in terms of chances of calculations for acceleration and also showed the most rigid in terms of criteria. The inclusion of criteria in future review of the Brazilian Code for the design of timber structures would give greater security to the timber footbridges in Brazil and enable a technological breakthrough in this field.

Keywords: human comfort. natural frequency. serviceability limit state. frequencies. accelerations.

1 Introdução

A estimativa das frequências naturais e das acelerações permite antever a natureza das vibrações excessivas e, conseqüentemente, avaliar o nível de conforto humano. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) na norma brasileira NBR 7190 (1997) - Projeto de Estruturas de Madeira, não apresenta critérios relacionados ao estado limite de serviço, referentes aos limites de frequência e aceleração para as passarelas de madeira.

As frequências naturais nas direções transversal vertical e transversal horizontal, em passarelas de madeira simplesmente apoiadas, podem ser calculadas teoricamente por meio da formulação de viga de Euler-Bernoulli tomada no Eurocode 5 (1995) e na versão atual do Eurocode 5 (2004). As resposta em termos de acelerações podem ser obtidas teoricamente por meio dos códigos internacionais BS 5400 (1978), OHBDC (1991), Eurocode 5 (1995), Eurocode 5 (2004), ISO 10137 (2005), Bro (2004), AASHTO (1997), SIA 160 (1989) e CEB (1993), e pelas formulações sugeridas por Rainer et al. (1988), Grundmann et al. (1993), Pimentel e Fernandes (2002).

A norma europeia Eurocode 5 - Parte 2 (2004) possui desde as suas versões anteriores recomendações que permitem a análise do conforto humano em passarelas de madeira. Esta dispensa das verificações de acelerações as passarelas de madeira que apresentam frequências naturais nas direções transversal vertical e transversal horizontal acima dos limites de 5,0 Hz e 2,5 Hz, respectivamente, e recomenda que as acelerações limites sejam nas direções transversal vertical $a_{lim,vert}$ menor ou igual a $0,7 \text{ m/s}^2$ (7%g) e transversal horizontal $a_{lim,lat}$ menor ou igual a $0,2 \text{ m/s}^2$ (2%g). Atualmente, a norma europeia propõe apenas diretrizes para projetos de passarelas de madeira simplesmente apoiadas de um único vão, sem levar em conta os casos de passarelas de madeira contínuas de dois e três vãos, assim como aquelas que utilizam outros sistemas estruturais.

Neste trabalho apresentamos o desenvolvimento e as considerações a respeito de um estudo referente ao comportamento dinâmico das passarelas de madeira simplesmente apoiadas sujeitas às ações dinâmicas induzidas por pedestres.

Nesta pesquisa, inicialmente, foi realizado o dimensionamento estático das passarelas de madeira simplesmente apoiadas com duas e quatro vigas, para vãos L variando de 5 a 35 m, a cada 1,0 m, larguras b das passarelas de madeira de 150 e 200 cm e classe de resistência da madeira C40 e C60.

O estudo teve como objetivo principal propor critérios para verificação de vibrações nas direções transversal vertical e transversal horizontal em passarelas de madeira, e fornecer subsídios para futuras revisões da norma brasileira NBR 7190 (1997). Tal proposta foi feita a partir dos estudos realizados por meio de códigos internacionais e formulações sugeridas por diversos autores.

2 Desenvolvimento

O sistema estrutural adotado neste estudo consistiu em passarelas de madeira simplesmente apoiadas, cuja seção transversal e tabuleiro são mostrados nas Figuras 1 e 2. É preciso deixar claro que, antes de realizar as avaliações dinâmicas por meio de uma análise paramétrica, foram realizados os cálculos estáticos para o dimensionamento das passarelas de madeira simplesmente apoiadas, de acordo com as normas brasileiras de dimensionamento e ações, NBR 7190 (1997) e NBR 7188 (1982), respectivamente.