

REDUÇÃO DE VIBRAÇÃO EM PISO DE MADEIRA USANDO ATENUADOR DINÂMICO TIPO MASSA-MOLA

Raphael Vieira Lima¹ (raphael@edificarse.com); **Mateus Cardoso Oliveira**²
(mateusoliver490@gmail.com); **Emerson Figueiredo dos Santos**³
(emfsantos@gmail.com)

^{1,2,3}Universidade Federal de Sergipe – Campus São Cristóvão, Sergipe, Brasil.

Resumo

A excelente relação peso-resistência aplicada em estruturas de madeira, em consequência, tende a alcançar padrões mais esbeltos e flexíveis, o que as tornam susceptíveis a problema dinâmico. Neste sentido, assoalhos de madeira podem, não raro, apresentar vibrações excessivas induzidas pela ação de pessoas, o que pode causar desconforto. Para contornar este problema, dispositivos atenuadores de vibrações podem constituir uma solução alternativa ao enrijecimento estrutural, que, em geral, é mais dispendioso e laborioso. Dentre esses dispositivos, pode-se destacar o uso de atenuadores dinâmicos tipo massa-mola que são acoplados à estrutura. Este trabalho apresenta um estudo sobre a redução das vibrações em um assoalho de madeira existente, induzidas por ações de pessoas, por meio de um atenuador tipo massa-mola. As análises são feitas em termos de acelerações da estrutura, utilizando ferramenta numérico-computacional específica. O modelo computacional foi calibrado a partir de medições experimentais realizadas no local. Os resultados encontrados são favoráveis à aplicação do atenuador dinâmico, cujas reduções das amplitudes de vibrações no assoalho foram satisfatórias.

Palavras-chave: Estrutura de madeira. Assoalho. Vibração. Atenuador dinâmico.

Abstract

The excellent weight-to-strength ratio applied to wood structures, as a result, tends to achieve slimmer and more flexible standards, making them susceptible to dynamic problem. In this sense, wood floors can often present excessive vibrations induced by the human action, which can cause discomfort. To overcome this problem, vibration attenuating devices may be an alternative solution to structural stiffening, which is generally more expensive and laborious. Among these devices, it can highlight the use of spring-mass dynamic attenuators that are coupled to the structure. This paper presents a study on the reduction of vibrations in an existing wood floor, induced by human actions, by means of a spring-mass attenuator. The analyzes are made based in structure accelerations using specific numerical-computational tool. The computational model was calibrated from experimental measurements performed on site. The results are favorable for the application of the dynamic attenuator, whose reductions in the vibration amplitudes in the floor were satisfactory.

Keywords: Wood structure. Floor. Vibration. Dynamic attenuator.

1 Introdução

Pisos de madeira, denominados assoalhos, não raro, estão susceptíveis às vibrações induzida pela ação do caminhar humano. Tais vibrações podem ocorrer pela falta de conhecimento do caráter dinâmico da ação, ou provenientes da sua relação peso-resistência.

Sistemas estruturais dinâmicos demandam uma análise mais complexa quando comparados aos estáticos, uma vez que envolvem a variação no tempo das forças externas, e a resposta do sistema, em termos de acelerações, velocidades, deslocamentos. Segundo Bachmann e Ammann (1987), em edificações, vibrações excessivas podem resultar em acelerações que podem gerar incômodo aos usuários.

Neste sentido, o uso de dispositivos mecânicos tipo massa-mola, conhecidos como ADS (Atenuadores Dinâmicos Sintonizados), constitui uma solução para redução das amplitudes de vibração, por meio de forças de inércia que se contrapõem ao movimento da estrutura, fazendo com que as vibrações sejam reduzidas, atingindo níveis aceitáveis. Este tipo de dispositivo já foi analisado com sucesso em piso de estrutura comercial (Battista et al, 2014).

Objetiva-se, neste trabalho, a análise da redução das vibrações induzidas pela ação de caminhar de pessoas em um piso de madeira existente, quando da aplicação de um dispositivo ADS.

2 Revisão de literatura

O dispositivo de controle passivo ADS é constituído por um sistema mecânico massa-mola-amortecedor, que é acoplado a uma estrutura com a finalidade de reduzir as suas amplitudes de respostas às ações dinâmicas externas. Este tipo de controle dinâmico passivo caracteriza-se como um sistema auxiliar de controle de ciclo fechado (Figura 1), uma vez que a magnitude da força de controle depende diretamente das amplitudes de resposta da estrutura. Ressalta-se, pois, que o desempenho do ADS depende da sua prévia calibração com a estrutura principal, em termos da sintonização em apenas uma frequência, e das relações entre massas e amortecimentos do ADS e dos valores modais da estrutura (Santos, 2007). Por não possuir regulador automático (sensores ou atuadores pré-programados), o ADS não permite compensar perturbações inesperadas do sistema estrutural.

O acoplamento de um ADS na estrutura resulta na adição de um grau de liberdade ao sistema de equações de movimento do modelo da estrutura. Para uma modelagem com 2 graus de liberdade, o sistema de equações é dado por:

$$\begin{bmatrix} m_e & 0 \\ 0 & m_a \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{u}_e \\ \ddot{u}_a \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} c_e + c_a & -c_a \\ -c_a & c_a \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \dot{u}_e \\ \dot{u}_a \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} k_e + k_a & -k_a \\ -k_a & k_a \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_e \\ u_a \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} f_e \\ 0 \end{Bmatrix} \quad (1)$$

onde m_e , c_e e k_e são, respectivamente, a massa, rigidez e amortecimento da estrutura; $\ddot{u}_e$, $\dot{u}_e$ e u_e são a aceleração, velocidade e deslocamento da estrutura; f_e é a força dinâmica