

# AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE SÍSMICA DE UM PASSADIÇO PEDONAL PARTINDO DA SUA IDENTIFICAÇÃO MODAL DINÂMICA

Pedro Silva<sup>1</sup>, José Nuno Varandas<sup>2</sup> e Corneliu Cismasiu<sup>3</sup>

<sup>1</sup> DEC, NOVA FCT; psa.silva@campus.fct.unl.pt

<sup>2</sup> CERIS, DEC, NOVA FCT; jnsf@fct.unl.pt

<sup>3</sup> CERIS, DEC, NOVA FCT; cornel@fct.unl.pt

**Resumo.** Apresenta-se o processo experimental e numérico de identificação modal de um passadiço metálico. Com base nos resultados modais discute-se a principal patologia observada no passadiço. Seguidamente, será analisada a influência que essa patologia tem do ponto de vista da sua vulnerabilidade sísmica.

**Palavras-chave:** identificação modal dinâmica, passadiço pedonal metálico, vulnerabilidade sísmica, curvas de fragilidade.

## 1. INTRODUÇÃO

É sabido que a interrupção de linhas de vida em decorrência de desastres naturais pode ter grandes impactos económicos e sociais, levando a perdas muito maiores do que o valor dos danos infligidos à infraestrutura em si. Portanto, embora as pontes pedonais não sejam geralmente consideradas como estruturas essenciais de linhas de vida, o seu colapso durante um evento como um sismo pode ser crítico, pois pode causar interrupções graves das linhas de vida. Apesar das disposições de projeto contempladas no Eurocódigo 8, a Rede Rodoviária Nacional Portuguesa inclui muitas pontes pedonais com elevada vulnerabilidade sísmica, susceptíveis por exemplo de perda de apoio de vãos, quer por dimensionamento sísmico desadequado, como por potencial ação sísmica mais intensa do que a considerada no projeto original [1].

## 2. DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA ANALISADA

A estrutura analisada neste trabalho consiste num passadiço metálico de acesso pedonal. A estrutura, utilizada frequentemente em Portugal, é composta por um tabuleiro metálico com um comprimento total de 40,05 metros, tipo viga caixão, apoiado por 3 pilares principais, dois nas extremidades e outro a meio vão. A estrutura tem uma junta de dilatação sobre o pilar central, tornando independentes os dois vãos. O maior vão tem um comprimento total de 23 metros, enquanto o menor vão conta apenas com um comprimento de 15,55 metros. Para o acesso ao tabuleiro, existe um conjunto de escadas laterais, apoiadas em vigas metálicas de perfil U, que estão apoiadas em pilares menores. Toda a estrutura é composta por elementos estruturais metálicos, com exceção das sapatas, sendo estas em betão armado. A Figura 1 mostra uma vista da estrutura.



**Figura 1.** Vista lateral da ponte pedonal

A Figura 2 mostra dois pormenores estruturais importantes: o apoio do pilar central ( $\phi$  0.65m) no plinto em betão armado que apresenta as porcas dos parafusos de fixação mal apertadas, e o apoio das vigas metálicas no pilar central, onde é visível a junta de dilatação com sinais evidentes de oxidação do aço.



Figura 2. Pormenores estruturais. Apoio do pilar central (esq.) Apoio das vigas no pilar central (dir.)

### 3. IDENTIFICAÇÃO MODAL

A identificação modal dinâmica foi efetuada com recurso a 3 geofones sismógrafos triaxiais, pela medição da vibração ambiente da estrutura, em 12 setups de 10 min cada, com uma taxa de amostragem de 100 Hz. Considerou-se um geofone fixo (referência) e dois móveis. O processo de determinação das características modais foi efetuado com recurso ao programa ARTEMIS, e utilizando duas técnicas de análise diferentes, a EFDD (no domínio da frequência) e a SSI-UPC Merged (no domínio do tempo), de maneira a comparar os resultados obtidos através de dois métodos distintos. Apresenta-se na Figura 3 os primeiros 4 modos de vibração encontrados experimentalmente.

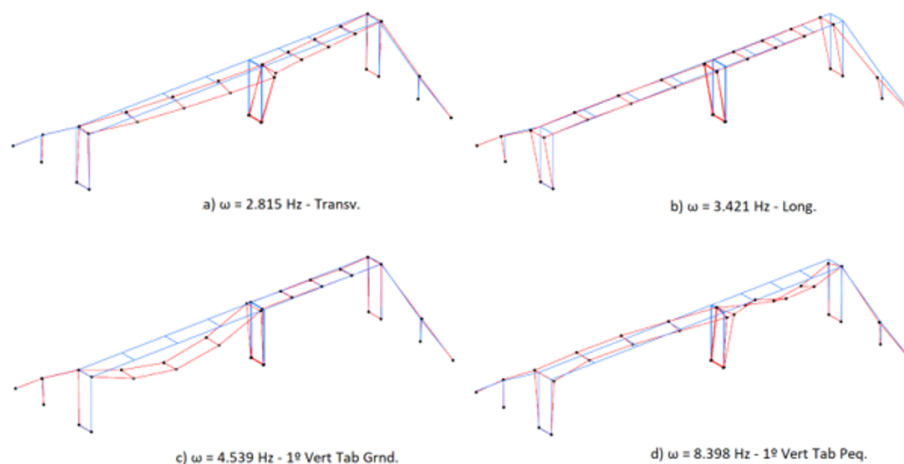


Figura 3. Modos obtidos pelo ARTEMIS com a técnica EFDD

### 4. DISCUSSÃO DE RESULTADOS E CONCLUSÕES

Posteriormente à identificação das frequências e modos de vibração naturais da estrutura, procedeu-se à elaboração de um modelo de cálculo da estrutura com elementos finitos de barra. Constatou-se que os modos de vibração vertical do tabuleiro e de vibração longitudinal do passadiço, representados na Figura 3 b), c) e d), foram reproduzidos com ajustes compreensíveis no modelo, mas o modo de vibração lateral, correspondente ao 1º modo, obrigava à substituição do encastramento do pilar central por um apoio fixo, situação estranha considerando o esquema real exibido na Figura 2.

Este aspeto obrigou a uma nova ida à estrutura, que permitiu constatar que as porcas dos parafusos de fixação de um dos lados do apoio do pilar central estavam desapertadas, o que induziu o resultado inesperado encontrado.

Encontra-se em desenvolvimento o cálculo das curvas de fragilidade da estrutura, através do método das análises dinâmicas não-lineares incrementais, para aferir sobre a importância que o aperto dos parafusos na base pode ter na vulnerabilidade sísmica da estrutura.

Este trabalho aborda a técnica da identificação modal de estruturas como método expedito para avaliar o estado estrutural de uma obra existente, na óptica do *Structural Health Monitoring*. Mostrou-se como foi possível identificar uma patologia estrutural inesperada, potencialmente perigosa, e neste caso de fácil resolução.

### REFERÊNCIAS

- [1] Corneliu Cismaşiu, Filipe P. Amarante dos Santos, Rui A. Da Silva Perdigão, Vasco M. S. Bernardo, Paulo X. Candeias, Alexandra R. Carvalho & Luís M. C. Guerreiro (2020): Seismic Vulnerability Assessment of a RC Pedestrian Crossing, *Journal of Earthquake Engineering*, 24:5, 727-744, DOI: 10.1080/13632469.2018.1453399