

Avaliação da vulnerabilidade sísmica de edifícios de alvenaria

Resumo

O parque habitacional de Portugal Continental contém algumas tipologias construtivas de elevada vulnerabilidade sísmica relativamente às quais urge actuar de modo a reduzir o risco sísmico a elas associado. No projecto de investigação “Mitigação do Risco Sísmico em Portugal Continental”, desenvolvido no Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) e financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), foram identificados os edifícios “gaioleiros” como sendo aqueles que apresentavam o maior risco. Este tipo de edifícios, construídos entre meados do século XIX e princípios do século XX, é caracterizado pela aplicação de materiais de construção de fraca qualidade e de técnicas construtivas deficientes que têm como consequência uma elevada vulnerabilidade sísmica. Atendendo ao elevado número de edifícios existentes deste tipo, e às características relativamente uniformes que eles apresentam, justificava-se investigar soluções de reforço aplicáveis em larga escala que permitissem reduzir a sua vulnerabilidade.

Partindo deste ponto, deu-se início aos trabalhos que são relatados na presente tese. Procedeu-se ao estudo dos edifícios “gaioleiros”, de modo a seleccionar protótipos representativos da tipologia construtiva, e do comportamento sísmico de edifícios de alvenaria em geral. Foram analisadas várias técnicas de reforço, definidas genéricas tendo em vista o objectivo de aplicação em larga escala, e construídos modelos físicos para ensaio na plataforma sísmica triaxial do LNEC. Foram ensaiados ao todo cinco modelos e testadas três soluções de reforço distintas no âmbito do projecto supra citado, cujos resultados foram analisados qualitativamente e quantitativamente de modo a retirar o máximo de informações sobre o comportamento sísmico dos modelos não reforçados e reforçados. Obtiveram-se assim padrões de danos, propriedades dinâmicas, curvas de capacidade experimentais, evoluções de energias dissipadas, identificaram-se modos de colapso iminente e foram retiradas conclusões sobre a eficácia das soluções de reforço.

Efectuou-se a transposição dos resultados experimentais para os modelos numéricos com o objectivo de avaliar a vulnerabilidade sísmica dos modelos e da tipologia. A realização de

análises estáticas lineares e não lineares com modelos simplificados, baseados em macroelementos, permite captar a essência dos resultados experimentais. No final é possível apresentar também recomendações sobre reforços sísmicos.

Palavras-chave: edifícios “gaioleiros”, ensaios sísmicos, vulnerabilidade sísmica, reforço sísmico

Seismic vulnerability assessment of masonry buildings

Abstract

In the housing stock of Portugal Mainland there are several building typologies of high seismic vulnerability to which there is an urgency to act upon in order to reduce the seismic risk they present. In the research project titled “Mitigação do Risco Sísmico em Portugal Continental”, performed at “Laboratório Nacional de Engenharia Civil” (LNEC) and funded by “Fundação para a Ciência e Tecnologia” (FCT), the “gaioleiro” buildings have been identified as being the ones that pose the highest risk. This kind of buildings, built between the end of the XIX century and the beginning of the XX century, are characterised by the use of low quality building materials and substandard building techniques which are in turn responsible for their high seismic vulnerability. Since there is a large number of buildings of this kind existing nowadays, and because they are relatively uniform in their characteristics, it was found justifiable to search for strengthening solutions for large scale application in order to reduce their vulnerability.

Starting from this point, the works concerning the present thesis have begun. A state of the art research was done on the “gaioleiro” buildings in order to select representative building typology prototypes, and on the seismic behaviour of masonry buildings in general. Several strengthening techniques were studied and defined in broad lines to be in accordance with the scope of the project, and physical models were built to test on the LNEC 3D shaking table. All in all, 5 models were tested as well as 3 strengthening techniques as part of the above mentioned research programme, the results of which were analysed in order to extract as much information as possible about the seismic behaviour of the unreinforced and reinforced models. This way damage patterns, dynamic properties, capacity curves and time-history energy dissipation were obtained, imminent collapse models were identified and conclusions were drawn about the effectiveness of the strengthening techniques.

The gap between experimental results and numerical models was transposed with the aim to assess the seismic vulnerability of both the models and the typology. The static linear and nonlinear analysis performed with simplified models based on macroelements were able to

capture the nature and essence of the experimental results. At the end are presented some recommendations concerning seismic reinforcements.

Keywords: “gaioleiro” buildings, seismic testing, seismic vulnerability, seismic strengthening