



AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE SÍSMICA DE EDIFÍCIOS DE ALVENARIA

Paulo Candeias ¹, Ema Coelho ², Paulo Lourenço ³ e Alfredo Campos Costa ⁴

¹ LNEC, DE/NESDE, Avenida do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, pcandeias@lneec.pt

² LNEC, DE/NESDE, Avenida do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, ema.coelho@lneec.pt

³ Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Azurém, 4800-058 Guimarães, pbl@civil.uminho.pt

⁴ LNEC, DE/NESDE, Avenida do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, alf@lneec.pt

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

Sumário: A avaliação da vulnerabilidade sísmica dos edifícios “gaioleiros” constituiu o ponto central de um estudo onde foram ensaiados na plataforma sísmica triaxial do LNEC cinco modelos e testadas três soluções de reforço distintas no âmbito de um projeto de investigação financiado pela FCT e apoiado pela empresa STAP. Os resultados experimentais dos modelos não reforçados e reforçados foram analisados e complementados com simulações numéricas que permitiram captar a essência da resposta sísmica em termos globais.

1. INTRODUÇÃO

O parque habitacional de Portugal Continental contém algumas tipologias construtivas de elevada vulnerabilidade sísmica em relação às quais urge atuar no sentido de reduzir o risco sísmico a elas associado. Os edifícios “gaioleiros”, construídos entre meados do século XIX e princípios do século XX, são caracterizados 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, justifica-se investigar soluções de reforço aplicáveis em larga escala que permitam reduzir a sua vulnerabilidade.

2. PRINCIPAIS RESULTADOS

As soluções de reforço idealizadas procuram melhorar o comportamento sísmico da tipologia ao evitar o colapso das paredes para fora do seu plano, melhorar o comportamento das paredes no seu próprio plano e controlar a fendilhação generalizada das paredes relacionada com a fraca resistência à tracção do tipo de alvenaria utilizado. Assim, foram definidas três soluções de reforço distintas [1]:

1. Reforço das ligações das paredes aos pavimentos, por meio de conectores metálicos e faixas de fibras de vidro coladas com resinas epoxy – o reforço das ligações é executado nos pisos 3 e 4 junto aos nembos (fachadas) e nos apoios das vigas de madeira (empenas);
2. Ligação de paredes opostas por meio de tirantes ao nível dos pisos – os tirantes são colocados ao nível dos pisos 3 e 4, ligando fachadas opostas com 3 tirantes por piso e empenas opostas com 4 tirantes por piso;
3. Reforço dos nembos existentes nas fachadas por meio de faixas de fibras de vidro coladas com resinas epoxy e conectores metálicos [2] – os reforços são colocados pelo lado exterior em toda a altura dos nembos, formando uma malha cruzada em duas direcções.

Cada uma destas técnicas procura controlar pelo menos um dos aspectos desfavoráveis do comportamento sísmico deste tipo de edifícios acima mencionados. Os pormenores apresentados foram desenvolvidos pela firma STAP com a colaboração do LNEC.

3. CONCLUSÕES

Os padrões de danos observados nos ensaios revelaram que o comportamento sísmico dos modelos é afetado pelas soluções de reforço utilizadas, alterando-se substancialmente e em conformidade com as diferentes características de cada uma das soluções. Ao nível do comportamento dinâmico foi acompanhada a evolução dos vários modos de vibração e quantificado o dano através da redução das frequências de vibração, ou seja, da degradação da rigidez, atingindo-se sempre valores elevados, superiores a 50%, no final dos ensaios realizados em cada um dos modelos. O comportamento sísmico global, expresso através de curvas de capacidade (ver Figura 1), revelou uma ligeira melhoria, quer em força, quer em deformação, nos modelos reforçados relativamente aos não reforçados, tal como a capacidade de dissipação da energia introduzida. Foi, no entanto, ao nível das repostas locais que se registaram as melhorias mais significativas, tendo-se verificado uma redução dos deslocamentos para fora do plano das paredes e, portanto, um melhor controlo dos mecanismos de colapso locais.

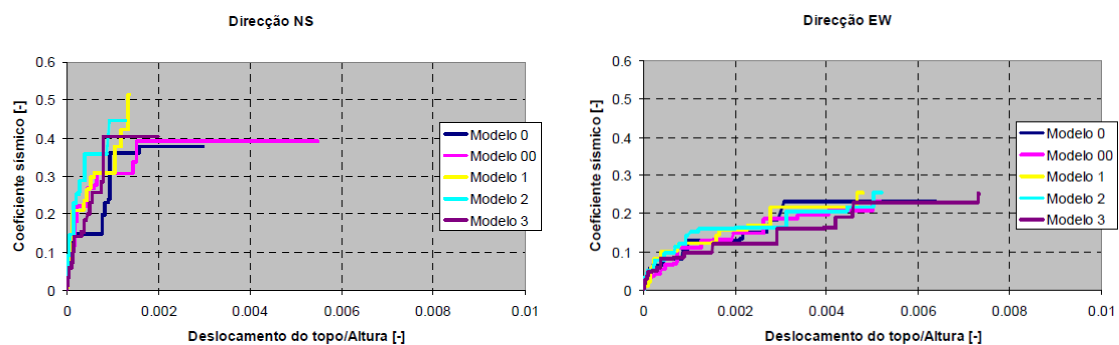


Figura 1: Curvas de capacidade experimentais: no plano das fachadas (à esquerda) e no plano das empenas (à direita)

Foram ainda realizadas análises estáticas não lineares que tomaram como ponto de partida os resultados experimentais e que tinham por objetivo simular o comportamento do modelo experimental. Pretendeu-se, assim, complementar a informação contida nas curvas de capacidade experimentais, testando, simultaneamente, diferentes modelos numéricos e hipóteses de cálculo. Nestas análises foram utilizadas estruturas planas representando apenas a fachada, uma com um modelo contínuo e outra com um modelo de macroelementos, e admitidas várias hipóteses no que diz respeito ao comportamento dos materiais e ao tipo de solicitação. Obtiveram-se, desta forma, resultados que são comparáveis não só entre modelos numéricos como também com os modelos experimentais. Este último aspeto sugere a utilização dos modelos de macroelementos na avaliação do comportamento sísmico de edifícios antigos de alvenaria na atividade de projeto dada a vantagem que estes apresentam, em termos de simplicidade, comparativamente aos modelos contínuos.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Candeias, P. – *Avaliação da vulnerabilidade sísmica de edifícios de alvenaria*. Dissertação elaborada no Laboratório Nacional de Engenharia Civil para obtenção do Grau de Doutor em Engenharia Civil pela Universidade do Minho no âmbito do protocolo de cooperação com o LNEC, Universidade do Minho, 2009, 370 p.
- [2] Silva, V.C. – *Preserving “Baixa Pombalina” through low intrusive seismic rehabilitation methods. The COMREHAB project*. In *Archi2000 International Millennium Congress*. UNESCO, 2001