

Case Study

Inspeção e Diagnóstico: ferramentas essenciais de apoio à decisão e projecto

Introdução e objectivos

O NCREP - Consultoria em Reabilitação do Edificado e Património, Lda., realizou para a Santa Casa da Misericórdia Lisboa (SCML) um relatório técnico de apoio à decisão sobre o futuro programa ocupacional que a SCML pretende para um dos seus edifícios situado na baixa de Lisboa, Figura 1. Este trabalho envolveu a avaliação do estado de conservação e segurança estrutural do edifício através de acções de Inspeção e Diagnóstico Estrutural. Adicionalmente, foram referenciadas soluções de intervenção estrutural consideradas adequadas à resolução dos problemas encontrados de modo a estimar-se o custo de uma futura intervenção estrutural.

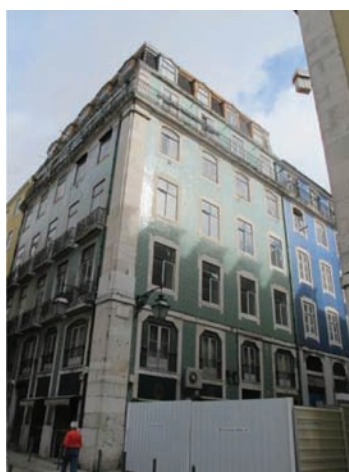


Figura 1. Edifício alvo do estudo

Descrição da estrutura

O edifício localiza-se na baixa Pombalina, zona de reconstrução prioritária após o sismo de 1755. É uma construção tipicamente tardo-Pombalina de rés-do-chão e cinco pisos, constituída por arcos e pilares de alvenaria no piso térreo e um embasamento das paredes exteriores em cantaria e alvenaria de pedra. Embora o edifício apresente apenas quatro paredes em frontal (três na direcção longitudinal e uma transversal), as paredes interiores originais do edifício deveriam ser, maioritariamente, de frontal, de acordo com o plano de reconstrução da baixa Pombalina. Os pisos são em soalho, nalguns casos duplo, e vigamento de madeira apoiado nas paredes de frontal e no madeiramento das paredes de fachada, Figura 3.

Neste tipo de construção a presença de frontais nas direcções perpendicular e paralela às fachadas e a interligação entre os frontais, os pavimentos e a estrutura de madeira das paredes das fachadas, constituem um sistema tridimensional de elevada hiperestaticidade que pretendia, de acordo com estudos realizados, funcionar de forma algo autónoma em relação às paredes exteriores, criando uma gaiola que permitira salvaguardar a vida dos ocupantes do edifício no caso de um terramoto. Esta gaiola, designada de Pombalina, deve o seu nome à elevada presença de elementos de madeira com funções resistentes nos planos verticais e nos diversos planos horizontais (pisos) da estrutura, sendo reconhecida como uma das primeiras estruturas anti-sísmicas do mundo.

A consulta de elementos de arquivo possibilitou uma melhor compreensão de algumas das soluções construtivas observadas no edifício e da sua evolução ao longo do tempo. Entre outros aspectos, esta consulta permitiu saber que: (i) em 1886 foi realizada uma ampliação do edifício através da construção de um piso de águas furtadas (piso 5) com paredes exteriores em tabique; (ii) em Agosto de 1963 ocorreu uma infestação de formiga-branca nas vigas da madeira; (iii) durante os anos de 1969 e 1971 ocorreram alterações importantes no edifício que poderão estar na origem da modificação da estrutura no piso 1; (iv) a cobertura foi intervencionada durante os anos de 1980-1981, tendo nessa altura sido realizadas também obras de conservação exterior e de beneficiação das mansardas; (v) durante o período de 1990-2003 terá ocorrido uma degradação mais acentuada do edifício.

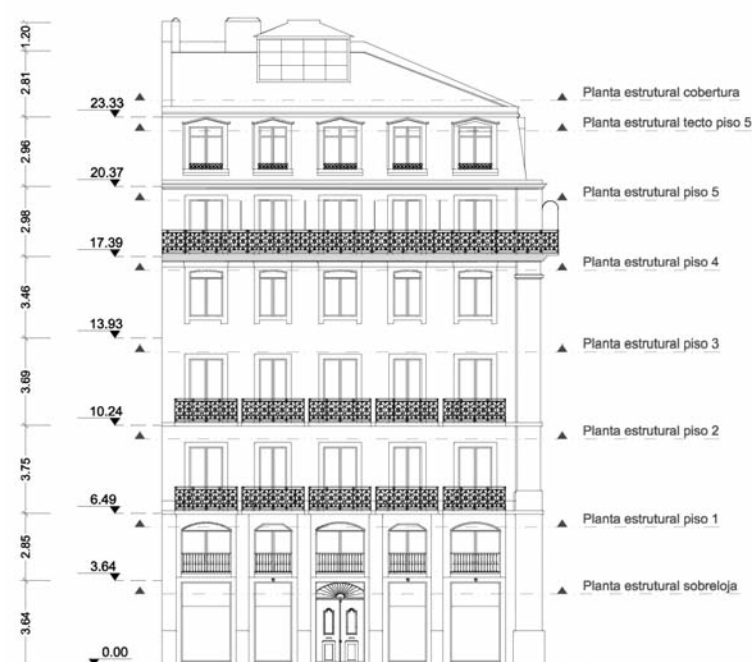


Figura 2. Alçado principal do edifício.



Figura 3. cobertura em madeira.

Figura 3. parede de frontal

Metodologia de análise

Na abordagem ao problema, foi seguida uma metodologia centrada no conhecimento detalhado da construção e análise do seu desempenho, através de acções de inspecção e diagnóstico e de ferramentas de avaliação de segurança. Esta metodologia segue as mais recentes recomendações internacionais, e pretende ser um elemento basilar de ajuda ao projecto e na procura de soluções de menor impacto sobre a construção, num compromisso que se pretende entre funcionalidade, segurança e salvaguarda do património.

Neste âmbito, foi realizada uma campanha de sondagens in-situ, Figura 4, com o intuito de melhor caracterizar os materiais e o sistema estrutural do edifício, e de validar a informação obtida durante a inspecção visual e em elementos de arquivo. Esta campanha incluiu sondagens em tectos, pavimentos e paredes, procurando aproveitar aberturas já existentes. Para além disso, foi utilizado o Resistógrafo na análise do estado interno de alguns ele-

mentos estruturais de madeira, Figura 4a, e uma câmara termográfica na detecção da estrutura interna de algumas paredes de frontal, Figura 4b. O estudo do edifício foi complementado com ensaios dinâmicos para identificação das frequências principais de vibração das fachadas do edifício, recorrendo a um sismógrafo triaxial de alta resolução, Figura 4c.

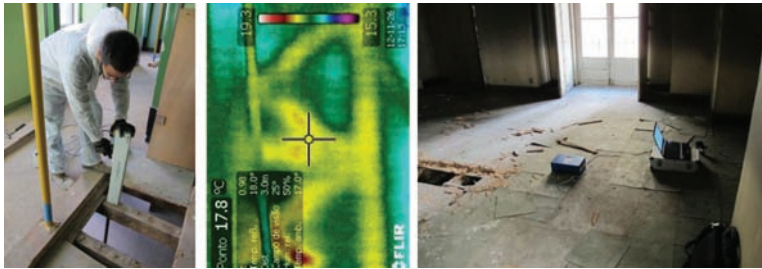


Figura 4. Ensaios experimentais: (a) uso do Resistógrafo; (b) imagem da câmara termográfica em parede de frontal; (c) ensaio de identificação dinâmica.

Avaliação do estado de conservação

Os elementos obtidos através da inspeção visual e das sondagens e ensaios permitiram avaliar o estado de conservação dos elementos estruturais do edifício, servindo de base à decisão sobre as acções / soluções de intervenção que se julga deverão ser previstas num futuro projecto de intervenção estrutural. Nos pavimentos de madeira do edifício foram detectados diferentes estados de conservação, dependendo da zona onde se localizam. Observaram-se deformações relevantes nos vários pisos de madeira do edifício, com particular incidência nos pavimentos em torno da caixa de escadas. Para além de fenómenos de fluência, esta deformação estará relacionada com a degradação material acentuada de algumas das paredes de tabique e de frontal do edifício com claras repercussões em altura. Sintoma disso é a fissuração diagonal e o embarrramento encontrado nessas paredes, assim como o destacamento em relação às paredes de alvenaria das fachadas. Os elementos de madeira dos pavimentos e paredes de frontal e tabique em torno da caixa de escadas apresentam degradação intensa devido ao ataque de agentes bióticos, em particular de fungos xilófagos e térmitas, potenciada pela entrada abundante de água pela cobertura e pelo sa-guão resultante da falta de acções de manutenção, Figura 5a e Figura 5b.

Os elementos de madeira da cobertura encontram-se em razoável / bom estado de conservação, possivelmente por terem sido introduzidos em intervenções mais recentes. Foram observados apenas alguns ataques de insectos xilófagos de ciclo larvar (caruncho), embora com profundidades reduzidas, e de fungos xilófagos. Os elementos com maior degradação são, de uma forma geral, os apoios das varas nas paredes e os rincões, Figura 5c. Os frechais apresentam também alguma degradação.



Figura 5. Danos identificados em elementos estruturais: (a) pavimentos; (b) parede de frontal;



Figura 5. Danos identificados em elementos estruturais: (c) cobertura



Figura 6. Contenção provisória da fachada ao nível do piso 4

As paredes de alvenaria de pedra do edifício não exibem fissuração, ou deformação relevante. Ainda assim, numa intervenção recente foi introduzido um sistema provisório de travamento das paredes ao nível do piso 4, Figura 6. O trabalho de inspeção e diagnóstico permitiu avaliar o estado de conservação estrutural do edifício. A verificação de segurança estrutural do edifício para cargas verticais permitiu complementar esta informação, dando indicações importantes sobre o grau de intervenção que o edifício requer, nomeadamente sobre a necessidade de substituir, reabilitar e (ou) reforçar alguns elementos estruturais. A título de exemplo, na Figura 7 apresenta-se uma estimativa de áreas de intervenção no pavimento de um piso. Esta análise pressupõe que o uso do edifício continuará a ser de habitação em todos os pisos, com excepção do piso térreo.

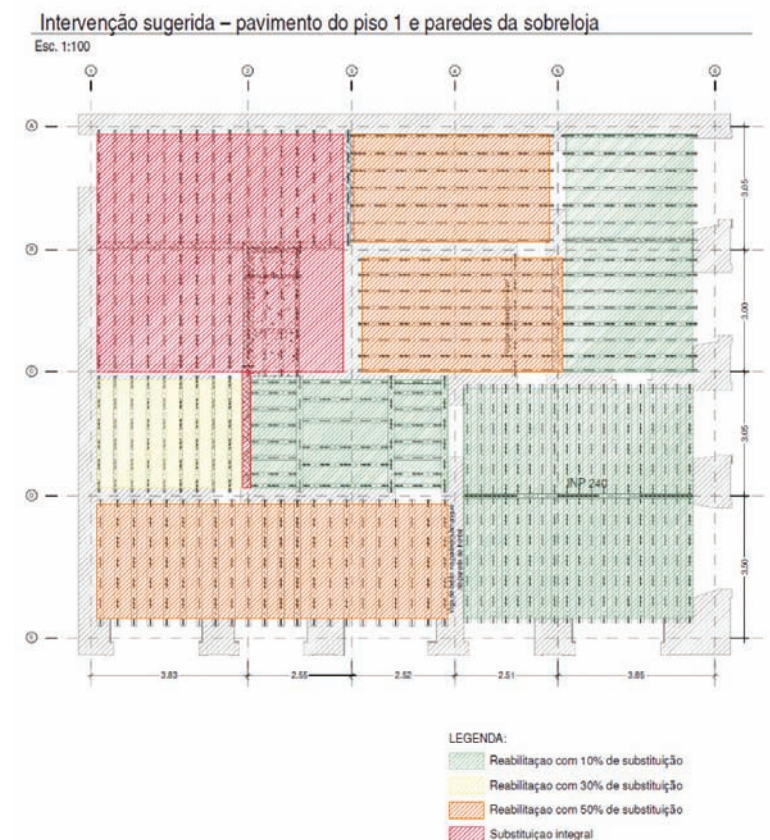


Figura 7. Mapas do grau de intervenção no pavimento de um dos pisos do edifício.

Adicionalmente foi efectuada uma avaliação simplificada do comportamento sísmico do edifício, tendo em conta o seu estado actual e após a implementação de algumas medidas de reabilitação / reforço sísmico. Esta análise permitiu concluir que o seu comportamento pode melhorar significativamente através de acções como a introdução de tirantes ao nível da cobertura para absorção de impulsos horizontais e a melhoria do comportamento no plano dos pavimentos e das ligações entre os diversos elementos estruturais. Note-se que estas medidas podem não ser suficientes para o adequar às condições regulamentares actuais, devendo, em fase de projecto ser efectuada uma análise mais detalhada, tendo em consideração a regulamentação actual, mas também o valor histórico-cultural do edifício.

Considerações finais

A Inspeção Diagnóstico e Avaliação de segurança, acções preparatórias fundamentais em qualquer processo de reabilitação estrutural, permitiu estimar uma degradação acentuada em cerca de 30% dos elementos estruturais horizontais (pavimentos e coberturas) e verticais (paredes de tabique e de frontal) que terão que ser substituídos integralmente. Os restantes elementos necessitam de níveis de intervenção diferenciados, em função do seu estado de conservação, podendo passar por intervenções locais e substituições de alguns elementos. Relativamente ao comportamento sísmico, uma análise simplificada permitiu estimar que medidas dirigidas a alguns elementos estruturais e à ligação entre eles podem melhorar significativamente o comportamento sísmico do edifício. Por último, as acções desenvolvidas e métodos de análise utilizados permitiram estimar um custo final global para as intervenções estruturais necessárias, auxiliando desta forma a decisão final do proprietário no dilema reabilitar vs. demolir e reconstruir.