



## DIAGNÓSTICO E INTERVENÇÃO DE REQUALIFICAÇÃO DA IGREJA DO MOSTEIRO DE SÃO MIGUEL DE REFOJOS

Nuno Mendes, Investigador, ISISE, Universidade do Minho  
 Paulo B. Lourenço, Professor Catedrático, ISISE, Universidade do Minho  
 Rafael Lara, Aluno de Doutoramento, ISISE, Universidade do Minho

O Mosteiro de São Miguel de Refojos localiza-se no concelho de Cabeceiras de Basto, no distrito de Braga, e a sua igreja, sacristia, bem como o teto de uma das salas do antigo mosteiro de frades beneditinos, estão classificados como Imóvel de Interesse Público desde 1933 [1]. A igreja de São Miguel de Refojos de Basto (Figura 1), contígua com o mosteiro, apresenta-se como um edifício monumental em estilo barroco rococó [2]. A igreja apresenta uma planta em cruz latina, constituída essencialmente pela nave, transepto e cabeceira. Em planta, a igreja tem cerca de 60 m de comprimento e 24 m de largura máxima no transepto. O cruzeiro, localizado no centro do transepto, apresenta uma abóbada de secção oval em planta e um zimbório no topo. As paredes de alvenaria de pedra (granito) apresentam espessura variável (0.85 m a 2.20 m). A fachada oeste (fachada principal), datada de 1763, apresenta a entrada principal em granito trabalhado, um varandim, um nicho com a estátua de padroeiro S. Miguel, dois janelões e duas torres sineiras com cerca de 40 m de altura. No interior, junto à entrada principal, encontra-se o coro alto, assente numa abóbada nervurada com caixotões em granito e num arco abatido. As coberturas do coro-alto, da nave, da cabeceira e do transepto correspondem a coberturas de duas águas com estrutura resistente composta por asnas de madeira orientadas na direção de menor vão,

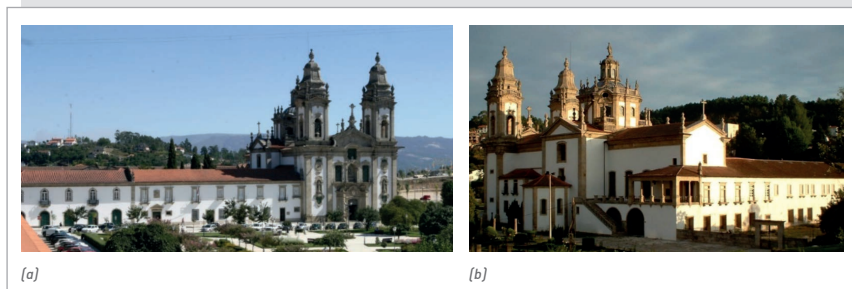
revestidas com telha cerâmica. Existem ainda corpos com coberturas que apresentam mais do que duas águas, tais como a cobertura do alpendre da varanda/solário e a cobertura da Capela do Santíssimo Sacramento. No exterior, a igreja apresenta um curso de água próximo das fachadas sul e este (Ribeira de Penoutas). A igreja de São Miguel de Refojos foi alvo de várias intervenções estruturais e não estruturais ao longo dos anos, tais como reparações de fendas, tratamentos de rebocos, pinturas, substituição de telhas, aplicação de sistemas drenagem no interior e no exterior na igreja, aplicação de ancoragens junto do órgão e aplicação de revestimentos em chumbo no zimbório e no lanternim.

Apesar das intervenções referidas anteriormente, a igreja de São Miguel de Refojos apresentava ainda vários tipos de anomalias, o que conduziu a que a Câmara Municipal de Cabeceiras de Basto recorresse à Universidade do Minho, em 2015, para elaboração do diagnóstico do edifício, tendo por principais objetivos identificar as causas das anomalias e apresentar medidas corretivas e preventivas. Os resultados obtidos no diagnóstico deram origem a uma intervenção de requalificação da igreja. A intervenção teve início em julho 2017. Os trabalhos de diagnóstico envolveram uma equipa multidisciplinar constituída por engenheiros (Universidade do Minho), arquitetos (Câmara Municipal de Cabeceiras de

Basto e Direção Regional de Cultura do Norte) e arqueólogos (Perennia Monumenta). O projeto de arquitetura e de estabilidade estrutural são da autoria de Paulo Freitas e Maria João Marques Arquitectos, Lda e da Universidade do Minho, respetivamente. A intervenção foi executada pela empresa de construção civil AOF - Augusto de Oliveira Ferreira & C.ª, Lda. Todas as fases dos trabalhos foram acompanhadas por especialistas da Direção Regional de Cultura do Norte.

O diagnóstico da igreja incluiu os seguintes trabalhos (Figura 2): (1) levantamento das anomalias, incluindo mapeamento de fendas e verificação do estado de conservação das coberturas, com recurso à inspeção visual, registo fotográfico e plataforma elevatória; (2) levantamento do sistema de drenagem no interior e no exterior da igreja, com recurso a ensaios de georadar (GPR) e a poços de inspeção abertos junto das fachadas; (3) monitorização da temperatura e da humidade relativa em quatro pontos do interior da igreja; (4) prospeção geotécnica para caracterização do solo através de quatro ensaios PDL (Penetrómetro Dinâmico Ligeiro) no interior igreja e três sondagens no exterior da igreja com realização de ensaios SPT (Standard Penetration Test) no interior dos trados; (5) avaliação do nível freático com recurso aos piezómetros instalados nas três sondagens geotécnicas e aos poços de inspeção; (6) ensaios de identificação dinâmica para caracterização das propriedades dinâmicas (frequências, modos de vibração e coeficientes de amortecimento) da igreja.

O diagnóstico permitiu concluir que a igreja apresenta dano estrutural ligeiro a moderado, nomeadamente fendas no topo da fachada sul, nas paredes do transepto e nas paredes das escadas localizadas atrás do altar-mor. O dano estrutural mais significativo localiza-se na ligação entre a fachada principal e a torre sudoeste, causando infiltrações de águas pluviais e consequente deterioração do ca-deiral do coro alto. As principais anomalias



> Figura 1: Igreja do Mosteiro de São Miguel de Refojos: (a) vista oeste (fachada principal); (b) vista sudeste.



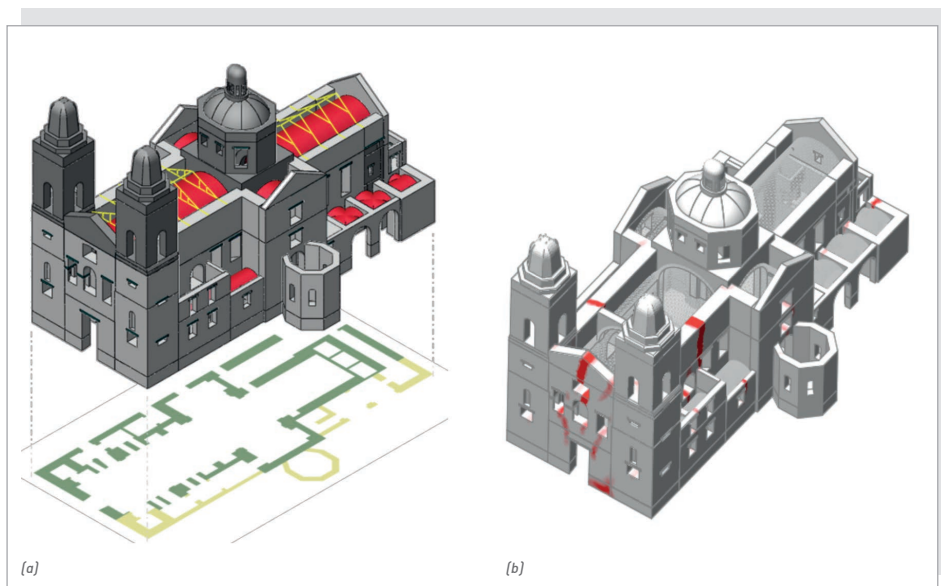
> Figura 2: Exemplos dos trabalhos e das anomalias identificadas no diagnóstico; (a) padrão de fendilhação; (b) vegetação nas torres; (c) reabertura de fendas e telhas do beiral partidas; (d) escorrimentos e caixas de tubo de queda preenchidas com vegetação e detritos; (e) zona da cobertura da nave sem asna de madeira; (f) sondagem geotécnica no exterior para realização de ensaios SPT e instalação de piezómetro; (g) poço de inspeção junto do cumhal sudoeste com nível freático próximo da cota do pavimento, (h) assoreamento da Ribeira de Penoutas com colmatção parcial da secção transversal do coletor de águas pluviais.

concentram-se no topo e na base da igreja, entre as quais se destacam as manchas de humidade, as eflorescências, a vegetação, os fungos e a deterioração dos rebocos, da pedra e da pintura. As anomalias existentes no topo da igreja estavam sobretudo associadas à impermeabilização ineficaz das coberturas, devido à ausência de subtelha ou membrana impermeabilizante, à presença de telhas partidas, a pormenores construtivos que permitiam a infiltração das águas pluviais e aos elementos do sistema de drenagem parcialmente ou totalmente colmatados. Além disso, a estrutura das coberturas apresentava uma asna em falta (nave) e perda do apoio das madres. As anomalias existentes nos pavimentos e na base das paredes da igreja estavam sobretudo associadas ao nível

freático, que mesmo durante a primavera e o verão se apresentava próximo da cota do pavimento interior (menos de 1 m). Os poços de inspeção permitiram verificar que os drenos periféricos exteriores, sem manta geotêxtil, encontram-se parcialmente colmatados. Estas anomalias estão ainda na origem da falta de condições de conforto ideais no interior da igreja, destacando-se medições de humidade relativa máxima superior a 90%.

O diagnóstico foi complementado por um estudo numérico que incluiu a preparação e calibração de um modelo baseado no método dos elementos finitos com mais de 1.1 milhões de graus de liberdade (Figura 3). O modelo considera diferentes condições para a fundação: (1) paredes com fundação infinitamente rígida; (2) paredes com interação solo-estrutura

através de elementos de interface, com rigidez normal estimada através dos ensaios SPT. O modelo numérico foi calibrado com base nas propriedades dinâmicas estimadas nos ensaios de identificação dinâmica. Foram efetuadas análises não lineares estáticas para ação vertical do peso próprio da estrutura e para ação horizontal do sismo. Os resultados permitiram verificar que a redução de rigidez normal na base da torre sudoeste e das paredes sul da igreja causa danos semelhantes ao padrão de fendilhação do diagnóstico. Além disso, a modelação numérica permitiu concluir que a igreja cumpre os critérios de estabilidade para as ações consideradas. Os trabalhos descritos anteriormente permitiram definir recomendações para a intervenção na igreja. As recomendações tiveram em



> Figura 3: Modelação numérica: (a) modelo numérico com interação solo estrutura; (b) padrão de dano.

consideração as abordagens mais recentes para o património construído com valor cultural, que referem que apenas se deve intervir estruturalmente num edifício histórico

quando estritamente necessário (quando o risco é inaceitável). A intervenção incluiu medidas estruturais e não estruturais de reparação, restauro e conservação (Figura 4),

tais como a substituição dos telhados, a substituição das diagonais e escoras das asnas existentes, aplicação de nova asna em madeira lamelada colocada na cobertura da



> Figura 4: Pormenores da intervenção: (a) aplicação de nova asna na cobertura na nave, e de novas diagonais e escoras em asnas existentes (madeira lamelada colada); (b) tratamento das cantarias de granito; (c) pormenor da aplicação de novo telhado em telha cerâmica lusa com tela impermeável às águas pluviais e remate em zinco; (d) fissurómetro aplicado em fenda reparada; (e) restauro do vão exterior da igreja; (f) vista do zimbório e coberturas após a intervenção.

nave, aplicação de novos apoios das madres nas paredes em aço, reforço dos apoios deteriorados de uma asna, reparação das fendas, limpeza das cantarias de granito, tratamento das juntas, impermeabilização dos topos das paredes, tratamento dos vãos, tratamento dos paramentos rebocados, aplicação de novo pavimento e sistema de drenagem nas torres, restauro dos vitrais, recuperação dos sinos e do seu sistema mecânico, aplicação de sistema de deteção de incêndios e aplicação de sistema de afastamento de aves. Os novos telhados são compostos por ripado e contra-ripado em madeira de pinho, forro, membrana impermeável às águas pluviais e permeável ao vapor de água, telha cerâmica lusa e remates em zinco. Foram ainda instaladas linhas de vida nas coberturas, por forma a garantir o acesso seguro para inspeção e reparações

nos telhados. No que diz respeito às anomalias causadas por humidade ascensional por capilaridade nas paredes e nos pavimentos, efetuou-se o desassoreamento da Ribeira de Penoutas, por forma a baixar o nível freático na envolvente da igreja.

A Câmara Municipal de Cabeceiras de Basto vai ainda efetuar, em 2019, uma obra adicional para rebaixar o nível freático, nomeadamente a construção de um coletor que irá conduzir eficazmente as águas pluviais a norte da igreja para um ponto de descarga a jusante da Igreja, na Ribeira de Penoutas. Por último, será implementado um plano de monitorização do nível freático, das fendas reparadas e da temperatura e humidade relativa no interior da igreja, por forma a avaliar a eficiência das medidas aplicadas e os deslocamentos da estrutura. ■

## REFERÊNCIAS

- [1] DGPC (2015). Igreja e sacristia do Convento de Refóios, assim como o teto de uma das salas do antigo mosteiro de frades beneditinos. Direção-Geral do Património Cultural.
- [2] Sequeira M. (2006). A Igreja do Mosteiro de São Miguel de Refojos de Cabeceiras de Basto. Estudos em homenagem ao Professor Doutor José Amadeu Coelho Dias, vol. 2, 2006, 223-232.