

METODOLOGIA DE ABORDAGEM À INTERVENÇÃO ESTRUTURAL EM PATRIMÓNIO CULTURAL EDIFICADO

**E. Paupério^{1*}, A. Arêde², N. Vila Pouca², X. Romão², J. Guedes², H. Varum², J. Marrana¹
R. Silva² e A. Furtado²**

1: Instituto da Construção da FEUP, Construct LESE
e-mail: pauperio@fe.up.pt <https://paginas.fe.up.pt/~dec/servicos/ic-instituto-da-construcao>

2: FEUP, Construct LESE
e-mail: {aarede, nelsonvp, xnr, jguedes, hvarum, rui.silva, jmarrana, afurtado}@fe.up.pt

Palavras-chave: Patrimonio, Intervenção, Inspeção, Ensaios

Resumo. *A intervenção em património cultural reveste-se de particular responsabilidade pois está-se perante uma herança cultural que se pretende passar às gerações vindouras mantendo os critérios de integridade e autenticidade.*

Em ações de requalificação ou de reabilitação é possível a manutenção das estruturas portantes existentes como paredes, pavimentos e coberturas mesmo quando estas aparentam forte degradação. A inspeção e o diagnóstico ao estado de conservação das estruturas são contributos fundamentais para um conhecimento e avaliação real do estado dos materiais e do seu funcionamento estrutural permitindo, assim, a sua manutenção com ações localizadas de reforço.

Assim, a preservação das estruturas existentes, para além de contribuir para a manutenção dos sistemas e processos construtivos intrínsecos ao próprio edifício e que são parte da identidade dos imóveis traduz-se, ainda, por ganhos ambientais e económicos numa lógica de sustentabilidade.

O trabalho que o Instituto da Construção (IC) tem vindo a desenvolver nesta área há mais de vinte anos potencia a aquisição de conhecimentos empírico e científico que permitem intervenções sustentáveis no património cultural imóvel e no cumprimento das Cartas e Convenções internacionais, nomeadamente da Carta de Veneza e da Carta de Cracóvia.

Neste artigo serão faladas as ações gerais que integram a metodologia aplicada pelo IC na abordagem prévia à intervenção estrutural no património edificado tais como: a abordagem às estruturas, a definição das ações necessárias ao imóvel em análise, a sistematização das campanhas de inspeção e de ensaios tendo em vista o objetivo definido, o tratamento da informação recolhida, a produção do relatório principal de inspeção e a monitorização estrutural.

1. INTRODUÇÃO

Para uma reabilitação das estruturas, na qual se pretende preservar o mais possível o edifício e, conseqüentemente, os seus elementos estruturais, é importante conhecer o seu estado real. A obtenção deste conhecimento irá permitir avaliar a sua atual capacidade resistente, tornando-se num instrumento fundamental na tomada de decisão relativa ao tipo de ações de intervenção a implementar.

Na ação estrutural e na utilização de novas técnicas e / ou materiais em intervenção no património, os critérios de autenticidade e integridade a manter terão de ser apoiados em ações da intervenção que contemplem a compatibilidade e a reversibilidade das soluções. Por compatibilidade dos materiais ou técnicas utilizadas entende-se algo que sendo diferente do existente no objeto da intervenção, não lhe introduz danos visuais, materiais ou estruturais imediatos ou diferidos no tempo. Relativamente à reversibilidade, este fator pretende salvaguardar o objeto intervencionado de intervenções irreversíveis, que permita que qualquer ação física possa ser substituída por outras que possam vir a ser mais eficazes em intervenções futuras [1] [2].

A partir do conhecimento real do estado da estrutura e da sua avaliação estrutural será possível concluir de forma sustentada acerca da possibilidade de manutenção da estrutura, contemplando mais ou menos ações de reparação/reforço [3]. Do trabalho de inspeção e diagnóstico deve resultar um documento base, o Relatório de Inspeção e Diagnóstico, onde se reúne e disponibiliza a informação recolhida. Este documento único serve de instrumento de sustentação das opções da intervenção e, simultaneamente, de instrumento de apoio na decisão da obra a realizar, permitindo um aumento do conhecimento acerca do imóvel, salientando as diferentes abordagens e interesses de cada especialidade. A elaboração dum documento deste tipo permite a disponibilização de um maior nível de informação à equipe multidisciplinar contribuindo, assim, de forma eficaz para a conciliação de interesses das diversas áreas de intervenção. À engenharia convirá, por exemplo, saber que a parede que necessita de consolidação estrutural possui revestimentos a salvaguardar (por ex: pinturas) e aos conservadores interessará saber que essa parede, suporte desse revestimento, terá de ser consolidada.

2. INSPECÇÃO E DIAGNÓSTICO ESTRUTURAL

2.1. Considerações gerais

Do ponto de vista da avaliação da estabilidade estrutural de uma dada edificação torna-se necessário proceder a uma ou várias inspeções da construção que, frequentemente ultrapassam a inspeção visual (Figura 1). Esta inspeção visual, que é fundamental na primeira análise, depende muito da experiência e do conhecimento do(s) técnico(s) que a executa(m). Como regra geral, as inspeções conduzidas pelo Instituto da Construção (IC) envolvem sempre dois ou mais elementos, permitindo este critério uma melhor observação do edifício e uma posterior discussão técnica do observado e registado.



Figura 1. Registo de informação em inspeções.

Naturalmente, dependendo do maior ou menor grau de atuação sobre o imóvel, quer de análise para avaliação de segurança, quer de efetiva intervenção de reabilitação e/ou reforço estrutural, assim a inspeção e o diagnóstico deverão cobrir uma maior ou menor gama de aspetos. Independentemente de

serem (ou não) todos considerados num dado caso específico, nos parágrafos seguintes são descritos e discutidos os aspetos mais relevantes a ter em conta. Alguns destes aspetos são comuns a todos os tipos de construção, enquanto alguns ensaios são mais específicos de determinados materiais. A súmula que a seguir se descreve pretende elucidar sobre os procedimentos e o tipo de ensaios mais utilizados pelo IC, as suas valências e os materiais aos quais se aplicam.

- Análise da evolução histórica e construtiva do imóvel. Este conhecimento permite desde logo identificar zonas de juntas construtivas e de alterações estruturais que foram ocorrendo ao longo dos tempos
- Definição geométrica da construção existente, recorrendo a elementos já existentes ou baseada (ou complementada) em levantamentos com meios topográficos tradicionais ou com levantamentos com Laser Scanning. Um estudo geométrico rigoroso permite desde logo detetar eventuais irregularidades, tais como desvios verticais e horizontais relacionados com as avarias estruturais [4].
- Identificação de esquemas de funcionamento estrutural atuais (e, eventualmente, também do passado).
- Definição dos elementos estruturais chave para o funcionamento da estrutura e identificação da sua constituição material.
- Identificação de todas as patologias (estruturais em particular) e elaboração de registo fotográfico detalhado e referenciado às peças desenhadas da construção. Em particular, o levantamento das fendas observáveis na estrutura, a sua distribuição e abertura são elementos importantes para uma avaliação qualitativa primária do equilíbrio e da segurança estrutural, bem como o reconhecimento de possíveis causas de instabilidade. Especial atenção deve ser dada à presença de água no interior das construções, frequentemente resultante de problemas de infiltrações ou de deficiente drenagem das águas pluviais e que estão na origem de muitas avarias estruturais. Em regra, uma inspeção visual pode já fornecer informações preciosas sobre o estado de conservação e sobre as medidas a adotar na fase de reabilitação dependendo muito esta análise da experiência e conhecimento do(s) técnico(s) envolvido(s). No caso de pisos em madeira, a observação e registo do estado do seu vigeamento é bastante importante, assim como a verificação da existência ou não de tarugos e do seu estado. A zona das entregas das vigas de madeira nas alvenarias é sempre a mais crítica, assim como a deformação destas a meio vão. Em pavimentos de betão armado será conveniente avaliar deformações em lajes e fissurações em lajes e vigas, bem como identificar e caracterizar estruturalmente o tipo de laje. Edifícios antigos possuem diversas soluções estruturais encontrando-se muitas vezes, entre outras, estruturas em grelha de betão armado com lajes maciças de espessura reduzida e lajes aligeiradas de vigotas cerâmicas armadas do tipo Patial [5].
- Definição de eventuais ensaios a realizar para caracterização dos materiais e da estrutura, incluindo os elementos das fundações. Os ensaios sobre materiais de diversas partes da estrutura e das fundações, através da recolha de amostras para análise em laboratório ou mediante ensaios não-destrutivos (ou até ligeiramente destrutivos) realizados *in-situ*, destinam-se essencialmente à sua caracterização física e mecânica e, eventualmente, à identificação e calibração de relações constitutivas a usar nos modelos estruturais [6] que porventura se vierem a adotar. Por sua vez, os ensaios estáticos ou dinâmicos, envolvendo a construção no seu todo ou em partes, são destinados a validar o seu comportamento estrutural, quer em termos das suas prestações em serviço (e.g. ensaios de carga), quer em termos de resultados comparativos para calibração do modelo estrutural [7].
- Identificação e estabelecimento de modelos estruturais adequados, baseados em premissas coerentes com a observação da estrutura e com os resultados dos ensaios experimentais (caso existam). Neste processo assume particular importância a calibração de tais modelos e o ajuste criterioso dos parâmetros de comportamento (eventualmente sustentado por análises de sensibilidade), por forma a reproduzir o melhor possível a resposta estrutural obtida dos

ensaios experimentais. Na definição dos modelos estruturais convém ainda ter em conta o objetivo da modelação, já que tal poderá influenciar a configuração dos modelos. Estes podem ser concebidos com o objetivo de reproduzir e interpretar as avarias estruturais encontradas, ou de prever a resposta estrutural sob condições ainda não experimentadas, ou ainda de simular os efeitos devidos a intervenções de reabilitação e/ou reforço [8].

Os aspetos mencionados da prática de inspeção e diagnóstico, não sendo exaustivos, configuram um conjunto de etapas importantes a ter em conta e que, em larga medida, constituem a metodologia adotada pelos autores e seus colaboradores no âmbito de trabalhos relacionados com edificações.

2.2. Metodologia de abordagem

O IC tem estado cada vez mais envolvido em diversas intervenções em imóveis classificados como património nacional ou municipal o que lhe tem permitido adquirir experiência e conhecimento na área da reabilitação e reforço de estruturas, e da qual resultou uma sistematização de procedimentos para a realização de inspeção e diagnóstico estrutural, Figura 2. Embora em constante adaptação e aperfeiçoamento, a metodologia adotada tem permitido sustentar e apoiar devidamente as soluções de intervenção desenvolvidas em diversas obras [9], [10]. É neste contexto, e focando apenas o ponto de vista eminentemente estrutural, que se descreve, nos parágrafos seguintes, a sequência de procedimentos a adotar num caso concreto de intervenção.

Numa primeira fase, são fundamentais visitas ao local para um reconhecimento do estado do objeto de intervenção e da sua envolvente com o levantamento geométrico, caracterização material e levantamento da estrutura existente. Também o conhecimento da evolução histórico-constructiva é elemento fundamental de conhecimento.

Seguidamente, procede-se à compilação de toda a informação obtida e particularmente a relativa aos danos observados, aos materiais e ao seu estado geral, num documento que constituirá o Relatório de Inspeção, Figura 3. Na maioria dos casos, esta informação encontra-se sistematizada em Mapas de Danos onde, para além do registo dos danos observados, se apresentam possíveis causas e medidas de prevenção e de reparação a adotar [11].

Na sequência das primeiras etapas de inspeção, e com os elementos disponíveis, estudam-se os meios de prevenção ou de reparação dos danos. Por vezes, esta fase pode ter que ser acompanhada pela colocação de equipamento de monitorização que permita aferir as condições atuais da estrutura, dependendo dos danos se apresentarem estáveis ou se pelo contrário se apresentarem ativos e com progressão no tempo. Exemplos típicos desta situação reportam-se à necessidade de monitorizar aberturas de fissuras ou de deslocamentos através da colocação de instrumentos de medida adequados. Tais medidas assumem particular importância dado que uma solução de reforço estrutural, para ser efetiva, deverá ter em conta o estado de atividade do dano: um dano ativo exige antes de mais um estudo sobre a sua ocorrência e o modo de interromper a sua progressão, estabilizando-o. Em caso extremo, poderá mesmo ser necessário a realização de ensaios *in situ* e ou em laboratório sobre amostras de material que permitam aferir o real estado dos elementos estruturais.

Nesta fase, e sempre que necessário, as soluções de reparação/reforço estrutural poderão ser testadas e analisadas mediante ensaios em laboratório e/ou simulações numéricas antes de serem implementadas [12].



Figura 2. Ações de inspeções.

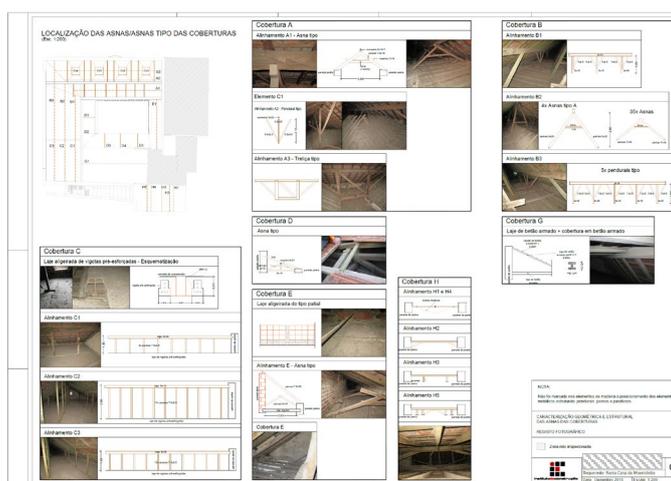


Figura 3. Exemplo de registo desenhado e fotográfico decorrente das inspeções.

3. MEIOS AUXILIARES DE DIAGNÓSTICO ESTRUTURAL

3.1. Considerações gerais

Tal como já foi referido, o diagnóstico estrutural pode implicar o recurso a ensaios experimentais sobre a estrutura em causa ou sobre os seus materiais de modo permitir quantificar, geralmente em termos de estimativas médias, as características físicas e mecânicas mais importantes para a aferição do comportamento estrutural. Assim, nos parágrafos seguintes, apresenta-se um resumo de alguns dos principais meios auxiliares de diagnóstico onde se incluem técnicas de ensaio e de monitorização.

As técnicas de ensaio em estruturas existentes são geralmente classificadas em destrutivas, ligeiramente destrutivas e não-destrutivas. Por motivos óbvios, as técnicas de ensaios destrutivos não devem ser utilizadas nas construções a recuperar. No entanto, quando se tem conhecimento de elementos construtivos que vão ser demolidos, o IC em articulação com o Laboratório de Engenharia Sísmica e Estrutural da FEUP (LESE-FEUP) tem recolhido estes materiais para serem ensaiados na FEUP, como por exemplo paredes de tabique, ou tem feito ensaios *in situ* se as entidades envolvidas no processo colaborarem. Com este tipo de atuação tem-se conseguido obter muita e valiosa informação sobre o comportamento e resistência, por exemplo, das paredes tradicionais do Porto de pedra e de tabique.

3.2. Técnicas de ensaio não-destrutivos e semi-destrutivos

Este tipo de ensaios não requer ações diretas invasivas na estrutura e os resultados obtidos, sendo geralmente do tipo qualitativo (com exceção dos resultados obtidos de ensaios de identificação dinâmica), fornecem uma avaliação preliminar das características mecânicas dos materiais, nomeadamente através da definição de índices de qualidade dos mesmos. No entanto, são ensaios

importantes que podem ser usados para: (i) deteção de elementos estruturais ocultos tais como pilares, estruturas de pisos intermédios, etc., (ii) qualificação dos materiais e caracterização das zonas de heterogeneidade dos mesmos, (iii) avaliação da extensão dos danos mecânicos em estruturas fissuradas, (iv) deteção de vazios e cavidades, (v) avaliação do teor de humidade e da altura de ascensão capilar, (vi) deteção de degradação superficial e (vii) avaliação de algumas propriedades físicas e mecânicas dos materiais. Os ensaios que o IC tem feito de forma sistemática (e sempre que possível) são os que se apresentam na Figura 4 de acordo com as características dos materiais. Na Figura 5 apresentam-se alguns exemplos destes ensaios. A monitorização é aplicável a qualquer tipo de estrutura permitindo um melhor entendimento do seu comportamento de acordo com o que se falará de seguida.



Figura 4. Listagem de ensaios não destrutivos e semi-destrutivos e abrangência da monitorização.



Figura 5. Ensaios *in situ*: a) Resistograph b) Macacos planos c) Videoscopia d) Extracção de carote

3.3. Monitorização

O controlo do comportamento estrutural através da colocação de instrumentos de medida apropriados constitui um meio muito valioso e fidedigno de apoio à avaliação do real estado duma estrutura existente. A observação e o acompanhamento da evolução temporal de patologias numa construção contribuem para clarificar os fenómenos que lhes deram origem, e assim melhor definir as estratégias e técnicas para as mitigar ou mesmo eliminar. A monitorização consiste, em geral, no registo de parâmetros como deformações, movimentos de juntas ou aberturas de fendas, nivelamento, verticalidade, variações de temperatura, tensões, assentamentos das fundações, etc.

O tipo de monitorização mais corrente é sem dúvida o controle da abertura de fendas ou de juntas entre pedras. Existem várias técnicas, desde a mais clássica que assenta na colocação de testemunhos em gesso, até às mais sofisticadas que requerem o uso de extensómetros elétricos ligados a um sistema de aquisição e registo do sinal. A técnica dos testemunhos, sendo a mais simples e popular, apresenta, porém, a desvantagem de não permitir quantificar a evolução no tempo da abertura da fenda ou da junta. A fim de obviar este inconveniente, é possível usar fissurómetros com escala de medida ou então extensómetros mecânicos móveis posicionados em duas pequenas placas metálicas fixas em cada um dos lados da fenda. O controlo de rotações ou de verticalidade pode ser feito com recurso clinómetros

uni ou bidirecionais. A associação destes equipamentos a sensores de temperatura é fundamental para melhor permitir a interpretação dos resultados.

A monitorização topográfica permite também avaliar, de forma global ou pontual, movimentos que ocorrem na estrutura ou num determinado elemento estrutural. Na monitorização de taludes ou maciços de fundação para entendimento do comportamento das estruturas que nestes estão fundadas, são usualmente utilizados inclinómetros que permitem obter o registo de movimentos do talude ou maciço relativamente à zona de ancoragem ou amarração em solo firme.

Independentemente do tipo de equipamento mais adequado para uma dada campanha de medições, é importante definir cuidadosamente um plano de monitorização capaz de abranger as patologias encontradas na construção e compatível com a sua situação atual. Esse plano deve estabelecer os locais de medição, o que se pretende medir e uma forma adequada para o fazer, procurando obter complementaridade e mesmo alguma redundância de medições que possibilite comparar resultados obtidos por diferentes meios ou colmatar falhas de medidas que sempre ocorrem. Neste contexto, importa acrescentar que medições excessivas ou inapropriadas não contribuem necessariamente para a melhoria do estudo e avaliação do estado da estrutura, já que aumentam os custos e o tempo de análise.



Figura 6. Monitorização de estruturas

3.4. Ensaios em laboratório

Mais ligado à área de investigação, mas com o intuito de se obterem características mecânicas de forma mais rigorosa, o IC e o LESE têm vindo a efetuar campanhas de ensaios destrutivos a paredes de alvenaria de granito de 1 e 2 folhas e também a paredes de tabique. Se algumas destas paredes são construídas em laboratório com técnicas e argamassas tradicionais, muitas outras são aproveitadas em obras de reabilitação e trazidas para o laboratório para se efetuarem ensaios à compressão, Figura 7. A título de exemplo refere-se que paredes de tabique simples atingiram a carga de 10kN/m. Neste momento está em desenvolvimento um set-up que permite efetuar *in situ* a avaliação da capacidade resistente à compressão de paredes com ensaios muito pouco destrutivos.



Figura 7. Ensaios em paredes de granito e de tabique em laboratório.

4. INTERVENÇÃO

4.1. Princípios gerais

Para uma intervenção sustentada, seja ela definitiva ou provisória, é fundamental a discussão entre os diversos atores: dono de obra e equipas multidisciplinares como as de arqueologia, história, arquitetura e engenharias. É fundamental neste processo a envolvimento da equipa de inspeção e diagnóstico estrutural que poderá contribuir para esclarecimentos adicionais inerentes ao processo construtivo e, caso existam, problemas estruturais a debelar. No ato de intervenção toda a equipa deve estar ciente que a ação deve adaptar-se ao existente e não o contrário, e que devem ser observados os princípios de intervenção mínima, de compatibilidade e de reversibilidade numa perspetiva de manutenção da integridade e autenticidade do bem, Figura 8.



Figura 8. a) e b) Soluções reversíveis e compatíveis vs c) e d) Soluções não compatíveis e dificilmente reversíveis.

4.2. Caso prático

A título de exemplo apresenta-se o caso da estabilização provisória de uma das alas do Mosteiro de Rendufe [13] efetuada já há alguns anos enquanto não se definia uma utilização do espaço e, consequentemente, um programa para o edifício.

O pretendido era, como referido, a estabilização temporária de uma das alas onde se estava a verificar o colapso das abóbadas datadas da construção inicial do mosteiro e executadas em tijolo maciço, pressupõe-se que ainda pelos frades. A causa da descompressão das abóbadas e correspondente colapso foi atribuída ao desconfinamento da estrutura portante executada por paredes perimetrais em alvenaria de granito e pórticos no interior em arcaria de granito. Havendo desfasamento de cotas entre o lado interior e o exterior da ala, tem-se do lado exterior R/C e um piso e, do lado interior virado ao que seria o claustro, um piso semienterrado (de pé direito reduzido) e dois pisos. Tendo a estrutura da cobertura apodrecido e não estando os cantos das paredes de alvenaria convenientemente imbricados, observou-se a ausência do “efeito de caixa” da estrutura passando os restantes elementos da estrutura da cobertura a impor esforços horizontais no topo das paredes impondo deformações para fora do plano. Desta forma verificou-se um maior desconfinamento em zonas mais localizadas, levando ao colapso de abóbadas do 1º piso que, ao caírem sobre as abóbadas da cave, levavam também ao seu colapso destas.

Estando o diagnóstico feito foi desenhada uma solução provisória de confinamento da estrutura que consistiu: *i)* atirantamento das paredes exteriores ao nível do piso com estrutura metálica; *ii)* pregagem com sistema do tipo Cintec entre paredes ao nível do piso que não possuíam embricamento; *iii)* reconstrução das abóbadas colapsadas com métodos tradicionais e aproveitamento dos tijolos possíveis após a sua dessalinização e secagem; *iv)* execução da cobertura definitiva desta ala para confinamento geral da estrutura também ao nível da cobertura e proteção da estrutura da ação da chuva. Da Figura 9 à Figura 11 apresenta-se algumas imagens que ilustram esta intervenção de contenção da ruína com algumas medidas estruturais provisórias quer para estabilizar a estrutura quer para garantir condições de segurança na execução da obra.

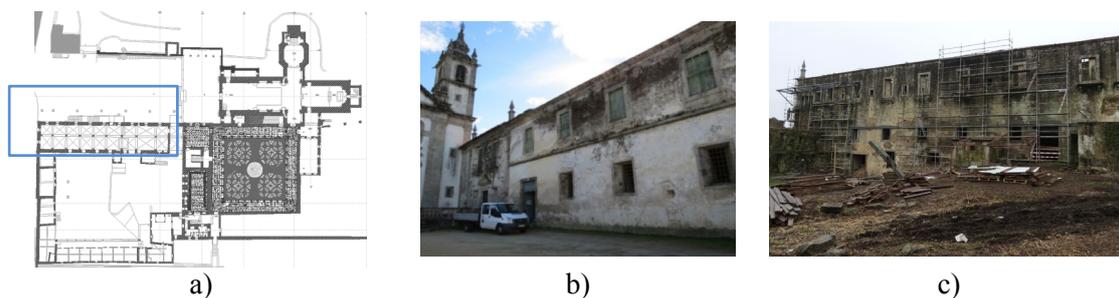


Figura 9. a) Planta geral com área de intervenção a azul, b) alçado exterior e c) alçado interior.



Figura 10. a) Abóbadas a preservar, b) estado do piso e cobertura c) e d) colapso de abóbadas.

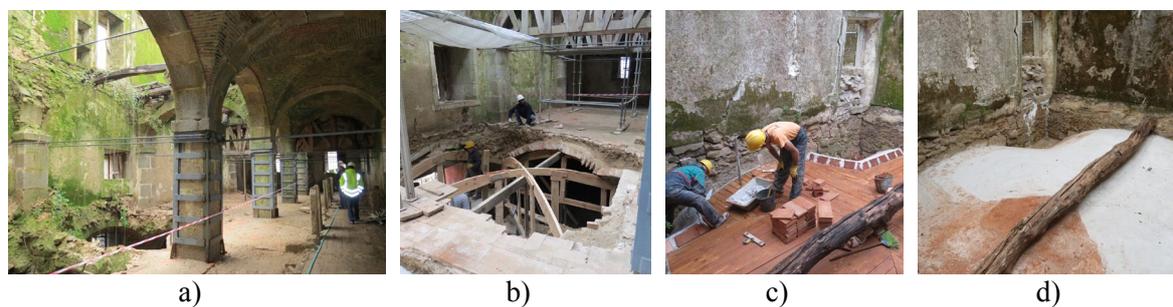


Figura 11. a) Estrutura provisória de confinamento, b) cimbria para reconstrução de abóbada c) e d) reconstrução da abóbada com métodos tradicionais.



Figura 12. a) Estrutura de cobertura.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como súmula do atrás apresentado, refere-se que os procedimentos adotados pelo IC aquando da execução das inspeções procuram ajustar-se às solicitações efetuadas, tendo sempre em consideração o edifício ou os elementos objeto da inspeção, procurando sempre uma intervenção ajustada à situação real. Optou-se por mostrar, como caso de exemplo, uma situação que sai um pouco fora do comum dos casos onde se pretende uma intervenção global e, como tal, com procedimentos de inspeção e diagnóstico efetuados com base na metodologia anteriormente descrita. No caso concreto do Mosteiro de Rendufe, a ação de intervenção pretendida era uma estabilização de emergência com custos muito controlados e que não desvirtuasse ou impedisse uma ação futura de requalificação integral do Mosteiro. Este caso por si só obriga à adaptação da metodologia de inspeção e diagnóstico de forma a integrar situações especiais.

REFERÊNCIAS

- [1] F. Lopes e M.B. Correia, “Carta de Veneza sobre a conservação e restauro de monumentos e sítios – ICOMOS” in “ Património Cultural. Critérios e Normas Internacionais de proteção”, 2014
- [2]. F. Lopes e M.B. Correia, “Carta de Cracóvia 2000 sobre os princípios para a conservação e o restauro do património construído” in “ Património Cultural. Critérios e Normas Internacionais de proteção”, 2014
- [3] ISCARSAH “Recommendations for the analysis, conservation and structural restoration of architectural heritage. International Scientific Committee for Analysis and Restoration of Structures of Architectural Heritage”, ICOMOS, 2003.
- [4] J. Guedes, E. Paupério, A. Costa, B. Silva, L. Miranda e V. Lopes “ Metodologias não-destrutivas de caracterização geométrica e mecânica de alvenarias. O caso da Torre do Relógio de Caminha” Revista Pedra & Cal nº 45, 2010.
- [5] A. Costa, A. Arêde, E. Paupério e X. Romão "Reabilitação Estrutural. Casos práticos de intervenção em estruturas patrimoniais” pág. 186 “Casas na Rua António Carneiro,” Instituto da Construção, 2014.
- [6] C. Almeida “Análise do comportamento da Igreja do Mosteiro da Serra do Pilar sob a acção dos sismos” Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2000.
- [7] A. Costa, A. Arêde, E. Paupério, J. Castro, J. Guedes, V. Lopes, T. Dias, F. Neves, D. Coutinho, J. Milheiro, A. Monteiro e A. A. Costa “.Edifício do Mercado do Bolhão. Relatório de inspeção e diagnóstico estrutural” Instituto da Construção, 2009
- [8] A. Costa, A. Arêde, E. Paupério e X. Romão "Reabilitação Estrutural. Casos práticos de intervenção em estruturas patrimoniais” pág. 214 “Chaminé de Alvenaria em Ermesinde," Instituto da Construção, 2014.
- [9] E. Paupério, A. Arêde e N. Vila Pouca - Relatórios: "Restauro da Envolvente Exterior do Teatro Nacional de S. João – Porto” Instituto da Construção, 2014.
- [10] N. Vila Pouca, E. Paupério: "Nota Final de Obra. Ponte de Esmoriz (Rota do Românico). Ancede, Baião” Instituto da Construção, 2015.
- [11] A. Costa, J. Guedes, E. Paupério, C. Ornelas e T. Dias “Relatório de Inspeção e Diagnóstico da Casa Atelier do Arq. Marques da Silva” Instituto da Construção, 2006.
- [12] A. Arêde, E. Paupério e R. Silva: "Recomendações técnicas de medidas de consolidação e reabilitação estrutural. Igreja de São Martinho do Mosteiro de Mancelos (Rota do Românico). Mancelos, Amarante” Instituto da Construção, 2016.
- [13] A. Costa, E. Paupério e C. Costa "Medidas provisória de intervenção no Mosteiro de Rendufe” Instituto da Construção, 2012.