



FCTUC DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Análise e Decisão em Reabilitação de Estruturas - Caso de Estudo sobre a Casa do Castelo - Município de Seia

Relatório apresentado para cumprimento dos requisitos da unidade curricular “Dissertação em Reabilitação Estrutural I” do Curso de Mestrado em Reabilitação de Edifícios

Autor

Carlos Eduardo Lopes Pinto

Orientadores

Ricardo Joel Teixeira Costa

Hugo Filipe Pinheiro Rodrigues

Este relatório é da exclusiva responsabilidade do seu autor, não tendo sofrido correções após a defesa em provas públicas. O Departamento de Engenharia Civil da FCTUC declina qualquer responsabilidade pelo uso da informação apresentada

Coimbra, Julho, 2016

Resumo

As construções estão sujeitas à ação de diversos agentes ao longo da sua vida que podem acelerar a sua degradação ao longo do tempo. Estes agentes tanto podem ser naturais, *e.g.* os agentes climatéricos, como acidentais, *e.g.* ações superiores às previstas no dimensionamento, entre muitos outros. Por este motivo, torna-se necessário avaliar periodicamente o nível de degradação dos elementos construtivos e identificar as respetivas causas, de modo a poder proceder à sua reparação atempada, evitando a progressão dessa degradação. No caso extremo de não se proceder a ações regulares de manutenção, a degradação pode evoluir para níveis em que é inviável sua recuperação, seja por motivos técnicos seja por motivos económicos.

A identificação das causas da degradação a partir dos seus efeitos é uma tarefa complexa, quer pela dificuldade em estabelecer relações unívocas entre a degradação e a sua causa, quer pela coexistência de diversos pares causa-efeito que, por vezes, se condicionam mutuamente.

O objeto deste estudo será o Edifício da Casa do Castelo em Seia, cujo proprietário é a Camara Municipal de Seia. Este edifício está integrado na Área de Reabilitação Urbana de Seia e espera-se que venha a ser alvo de uma intervenção e requalificação a curto prazo.

Tendo o edifício em causa um elevado valor cultural, neste trabalho pretende-se levar a cabo uma análise crítica sobre as eventuais estratégias de intervenção estrutural e não estrutural. Simultaneamente pretende-se, criar uma base de informação sobre o edifício que possa servir como suporte nas decisões na fase do projeto de reabilitação.

Índice

Resumo	2
Índice	3
2 ENQUADRAMENTO GERAL DA TEMÁTICA.....	4
2.1 O Edificado em Portugal	4
2.2 A reabilitação em Portugal	4
3 OBJETO DE ESTUDO E OBJETIVOS	6
3.1 Edifício da Casa do Castelo.....	6
3.2 O Estado de Conservação do Edifício da Casa do Castelo.....	7
4 METODOLOGIA DO TRABALHO E RECURSOS NECESSÁRIOS	12
5 PLANO DE TRABALHOS	13
6. PRINCIPAIS REFERÊNCIAS	16
BIBLIOGRAFIA	17

2 ENQUADRAMENTO GERAL DA TEMÁTICA

2.1 O Edificado em Portugal

Em 2014 o número de edifícios licenciados em Portugal diminuiu 5,5% face a 2013 (em 2013 já se tinha verificado uma redução de 23,2% relativamente a 2012) tendo sido licenciados 15 458 edifícios, o que resultou num abrandamento da tendência de redução que se vem registando desde 2000 [Fonte INE: Estatísticas da Construção e Habitação, 2014].

Os edifícios licenciados para construção nova continuaram a ser predominantes em 2014, representando 57,9% do total de edifícios licenciados. Em 2013 e em 2012, essa proporção foi 58,5% do total de edifícios licenciados, o que evidencia alguma estabilização nos tipos de obra licenciados. As obras para reabilitação de edifícios (obras de alteração, ampliação e reconstrução de edifícios), tiveram em 2014 e em 2013 um peso de 34,1% [Fonte INE: Estatísticas da Construção e Habitação, 2014].

Estes dados, aliados à evolução demográfica em Portugal, expõem um contrassenso: estamos a construir mais habitação apesar de Portugal associada a uma diminuição demográfica. Perante este facto, caso não exista uma inversão destas tendências, é expectável que parte do edificado nacional possa ficar sem utilização.

Desta forma, é fundamental, para fazer face à degradação do parque edificado existente, promovendo a requalificação e reabilitar por oposição a construir novo. Este especto tem tido reconhecimento e uma crescente importância nos vários programas de governo, e com isso tem sido previsto um aumento dos apoios financeiros à reabilitação.

2.2 A reabilitação em Portugal

A indústria da construção, e em especial o setor da reabilitação, tem dado sinais de alguma vitalidade, refletido no aumento do interesse dos investidores e o conseqüente aumento de investimento. Este é um setor em franco desenvolvimento, o que em parte tem vindo a ser impulsionado pela tentativa de várias câmaras municipais em revitalizar centros urbanos históricos que correm o risco de abandono.

Além disso, as exigências associadas ao conforto dos inquilinos e as próprias exigências funcionais (térmica, acústica, incêndio, estabilidade, etc.) requeridas pela legislação têm vindo

a aumentar progressivamente, o que faz com que as edificações necessitem de ser reabilitadas para poderem entrar no mercado de arrendamento ou mesma para poderem ser comercializadas em condições vantajosas.

Desta forma, em intervenções de reabilitação de edifícios existentes, uma das maiores preocupações será a avaliação do desempenho do edificado, para que sejam determinados os níveis de intervenção que, no mínimo, reponham as funções do edifício de acordo com as necessidades atuais.

No caso de centros históricos, com elevado valor cultural, existe uma grande pressão para a preservação da herança arquitetónica. Desta forma, as intervenções em edifícios antigos com valor arquitetónico, histórico e cultural (referido por alguns autores), normalmente passam por intervenções que não desvirtuem a arquitetura original, reforçando, reutilizando e modernizando o parque construído.

De uma forma geral, a decisão de intervir para reabilitar um determinado edifício é despoletada por um ou mais das seguintes situações:

- alteração das ações atuantes devido a uma nova utilização;
- adequação do nível de segurança da estrutura para as ações especificadas na nova regulamentação;
- alteração da conceção estrutural ou modificação do sistema estrutural por imposições arquitetónicas ou de funcionamento;
- correção de anomalias associadas a deficiências de projeto ou de execução;
- deficiente comportamento em serviço (fendilhação, deformação, vibração, ...);
- danos causados por uma utilização não prevista da estrutura;
- aumento do nível de segurança sísmica.

3 OBJETO DE ESTUDO E OBJETIVOS

3.1 Edifício da Casa do Castelo

A zona da cidade de Seia anexa ao castelo ocupa o espaço que está na génese da implantação urbana da cidade. O desenvolvimento da cidade, a 550 metros de altitude, foi condicionada pela existência de uma muralha e pela “configuração do cerco” que envolve uma implantação de estrutura medieval, que conteve a forma do aglomerado urbano que pouco se ampliou até ao início do século XX (ver Figura 1).

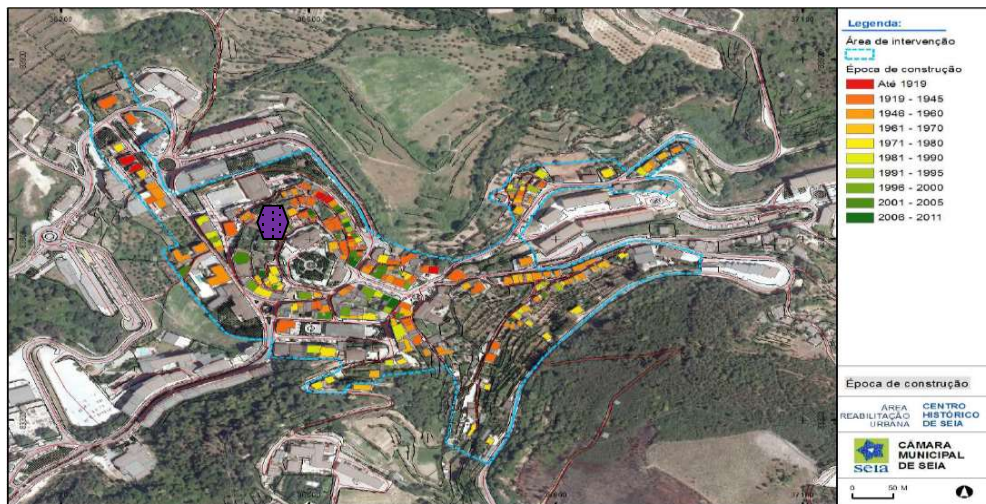


Figura 1 – ARU (Área de Reabilitação Urbana) do Centro Histórico de Seia (a Roxo a localização da Casa do castelo) – disponível também em anexo

Atualmente, a estrutura da muralha é impercetível e, apenas se mantêm os principais eixos que circundam o “alto do castelo”, ladeados por pequenos lotes, cujos edifícios se sobrepõem e foram sofrendo alterações ao longo do tempo, sobretudo em altura, pelo acrescentar de pisos à área de implantação inicial.

Circundante à muralha do castelo, encontra-se o “Edifício da Casa do Castelo” (circunscrita a encarnado na Figura 2), sendo este um edifício com origens no final do século XIX / início do século XX.

O Edifício da Casa do Castelo é composto por um corpo principal, e um anexo paralelo, a partir do qual existe um acesso ao jardim interior e, eventualmente, a uma torre, que não possível determinar com exatidão se pertence ou não a este núcleo construído.

Do ponto de vista construtivo, as paredes exteriores do edifício são constituídas por alvenaria de pedra e as paredes interiores de tabique, sendo as lajes e estrutura da cobertura de madeira.



Figura 2 – Localização da Casa do Castelo no Centro Histórico de Seia

Neste estudo pretende-se avaliar o estado de degradação do edifício e levar a cabo uma análise crítica sobre as estratégias de intervenção estrutural e não estrutural passíveis de levar a cabo, avaliando, de forma fundamentada, as principais vantagens e constrangimentos de diversas estratégias de intervenção para diversos cenários de utilização futura. Pretende-se igualmente documentar o edifício e produzir informação que possa vir a ser usada no decorrer do projeto de reabilitação, nomeadamente, o confronto de várias soluções de intervenção estrutural.

Com base no trabalho desenvolvido, é expectável que o dono de obra possa avaliar a viabilidade técnica das intervenções tendo em vista os vários cenários de utilização e identificar quais as ações de reabilitação estrutural a levar a cabo tendo em vista o cumprimento dos requisitos impostos pelas atuais disposições regulamentares aplicáveis edificado.

3.2 O Estado de Conservação do Edifício da Casa do Castelo

O Edifício da Casa do Castelo está devoluto, e com sinais evidentes de degradação. No entanto, a Câmara Municipal de Seia tem prevista uma intervenção, que deverá ocorrer assim que exista

disponibilidade financeira, quer ao abrigo do Portugal 2020, quer diretamente financiada pelo município.

Após uma primeira visita do edifício em estudo, já foi possível realizar uma primeira inspeção visual rápida de reconhecimento do espaço, da qual resultaram as fotos das Figura 3 a 17.



Figura 3- Casa do Castelo- Fachada Norte – Noroeste.



Figura 4- Casa do Castelo - Este - acesso público.



Figura 5 - Casa do Castelo – Oeste.



Figura 6- Casa do Castelo- Fachada posterior (Este).



Figura 7 – Edifício casa do Castelo.



Figura 8 – Fachada do edifício + varanda.



Figura 9 – Varanda do edifício.



Figura 10 – Janela e parede do anexo.



Figura 11 – Pilares e Vigas de suporte do teto do Rés-chão.



Figura 12 – Piso de madeira.



Figura 13 – Piso de madeira com buraco.



Figura 14 – Cobertura de madeira 1.



Figura 15 – Cobertura de madeira 2.



Figura 16 – Anexo da casa.



Figura 17 – Fachada - piso 1 e 2.

A última utilização conhecida do Edifício da Casa do Castelo foi para alojar temporariamente alguns serviços camarários aquando das obras de reabilitação do edifício sede da Camara

Municipal de Seia, há uma década atrás. Desde essa altura, o edifício tem estado devoluto e foi alvo de vandalismo.

De acordo com os funcionários camarários que utilizaram o edifício, à data da última utilização, o edifício já não se mostrava compatível com os requisitos de funcionalidade exigíveis a um local onde é prestado atendimento público. Este especto não decorre somente do estado de conservação que o edifício apresentava ou com a distribuição de espaços mas também com a sua localização, o que pode condicionar à partida a sua função futura. O acesso ao edifício efetua-se essencialmente por via pedonal, sendo o acesso automóvel muito difícil, ficando a 20 m o acesso e estacionamento automóvel mais próximo.

Foram observados sinais de degradação evidentes em elementos de madeira, foram identificadas zona em que o soalho, aparentemente, não apresenta capacidade resistente (Fig. 12 e 13), caixilhos degradados (e vandalizados, Fig. 10), e a presença de fungos e insetos nas madeiras do núcleo central de escadas, assim como nos elementos da cobertura.

Foram igualmente identificadas zonas com sinais de humidade decorrentes de infiltrações na cobertura (Fig. 12).

Em relação às paredes, por estarem expostas à humidade (devido a infiltrações na cobertura, humidade ascensional e chuva direta), também apresentam sinais de degradação (Figs. 2 a 10 e 16) cujo nível só poderá ser avaliado com uma inspeção mais aprofundada.

4 METODOLOGIA DO TRABALHO E RECURSOS NECESSÁRIOS

O trabalho a realizar pode-se considerar estruturado em 5 fases:

- Fase I – análise documental e levantamento arquitetónico do edifício documental;
- Fase II – estabelecimento do plano de inspeções e ensaio e respetiva implementação
- Fase III – Avaliação da segurança Estrutural do Edifício existente
- Fase IV – desenvolvimento dos projetos de intervenção alternativos e confronto entre as soluções
- Fase V – escrita da dissertação

Os recursos que é expectável virem a ser necessários, concentram-se na fase de levantamento histórico e inspeção do edifício, nomeadamente

- acesso aos arquivos da Camara Municipal de Ceia para consulta da documentação existente relativa ao Edifício da Casa do Castelo e edifícios similares;
- acesso livre ao edifício;
- máquina fotográfica digital;
- equipamentos para ensaios de inspeção;
- operadores para a realização de ensaios;
- Computador pessoal;
- sistema CAD;
- software de análise estrutural.

5 PLANO DE TRABALHOS

Apresentam-se em seguida as tarefas em que se prevê que o trabalho se decomponha.

(i) Tarefa 1 – análise documental

A primeira tarefa consiste em reunir toda a documentação existente relativa ao Edifício da Casa dos Castelo, registos históricos e registos camarários que permitam reconstruir o histórico de utilização e das intervenções que o edifício tenha sido alvo.

Será ainda procurada informação relativa a edifícios na cidade de Seia da mesma época que permitam identificar, por analogia, os métodos construtivos empregues.

(ii) Tarefa 2 – levantamento do edificado

Para uma correta modelação estrutural do edifício é fundamental um levantamento rigoroso do edifício. Este levantamento deve focar-se nos elementos estruturais e não estruturais e deve ser auxiliada por registo fotográfico por forma a minimizar as visitas ao local.

Deste levantamento devem resultar desenhos em CAD que servirão não só como base para as restantes tarefas como servirão de registo histórico.

Será ainda com base no levantamento que será possível identificar os sistemas estruturais.

(iii) Tarefa 3 – definição do plano de inspeções e ensaios

Depois de identificação dos elementos que constituem o sistema estrutural, será levada a cabo uma análise estrutural simplificada que permitirá identificar quais os elementos estruturais mais solicitados e o nível de solicitação instalado em cada um deles. Será ainda possível identificar quais os elementos estruturais que indiciam maiores níveis de degradação.

Os elementos anteriores são usados para definição e calendarização de um plano de inspeções e ensaios.

O plano de ensaios deverá conduzir a um levantamento exaustivo e pormenorizado das patologias, devendo este ser efetuado por profissionais de modo a identificar o tipo e causa da patologia e a profundidade de degradação. Deverá ser realizado um plano identificando métodos para a preparação da inspeção, entras os quais:

- macacos planos;
- ensaio de carga;
- extração de carotes;
- baroscopia;

- resistência à furação e ao arranque do prego;
- vibração transversal e longitudinal;
- propagação de ondas elásticas;
- termografia;
- medição da humidade na superfície das paredes;
- ensaio de Karsten - ensaio de porosidade;

(iv) Tarefa 4 – realização de inspeções e ensaios

A avaliação do estado de conservação de edifícios tradicionais, através de uma inspeção visual e de ensaios, deve ser suportada por instrumentos desenvolvidos para o efeito, como guias ou fichas de inspeção que permitam de uma forma sistematizada guiar o trabalho a desenvolver. Estas ferramentas são objetivas e podem ser quantitativas, tendo sido desenhadas para a aplicação num espetro largo de tipologia de edifícios, segundo o artigo “Método de avaliação do estado de conservação de edifícios: Revisão e ilustração das instruções de aplicação. Lisboa, LNEC, 2007” - (Ref: CLME’2011_1813A).

(v) Tarefa 5 – interpretação dos resultados das campanhas de inspeções e ensaios

Os resultados da campanha de ensaios permitirão avaliar não só o nível de segurança dos elementos estruturais mas também a deterioração expectável para esse nível de segurança no futuro.

A decisão de manutenção, reparação ou substituição dos elementos estruturais resultará do confronto dos resultados da Tarefa 4 com as solicitações decorrentes da modelação da estrutura na Tarefa 6.

(vi) Tarefa 6 – desenvolvimento dos projetos de intervenção

Com base nos dados obtidos, e depois da avaliação do estado de conservação estrutural e não estrutural do edifício serão elaborados projetos de intervenção para vários cenários de utilização futura do edifício.

Os projetos implicarão a modelação do comportamento da estrutura para as ações regulamentares e a verificação da segurança de todos os elementos estruturais. Esta análise será levada a cabo com recurso a *software* de análise estrutural e modelos de análise simplificados.

Apesar de ainda não estar definido qual a função a aportar ao Edifício da Casa do Castelo no futuro, será definido um número reduzido de cenários de utilização juntamente com a Câmara Municipal de Seia, por forma a ter em conta as expectativas atuais desta entidade para utilização futura.

Já relativamente às intervenções, apesar de ser prematuro estabelecer tirar qualquer conclusão, é expectável que as intervenções se centrem ao nível dos pavimentos e da estrutura da cobertura, com eventual reforço dos elementos de suporte vertical.

Ao nível do pavimentos, caso exista (como é expectável) necessidade de intervenção, algumas das soluções a considerar poderão ser:

- reparação do pavimento existente (vigas, barrotes e soalho);
- aproveitamento do pavimento existente e colocação de lâmina de betão por forma a criar um pavimento misto madeira-betão;
- reparação e reforço de parte da cobertura ou seus elementos
- substituir as lajes (por lajes de madeira, de betão, mistas madeira-betão, mistas aço-betão ou LSF+OSB)

Relativamente à estrutura da cobertura, a intervenção, para além da reparação dos elementos estruturais existentes, pode ainda passar pela sua substituição por elementos de madeira laminada colada ou por elementos LSF.

Finalmente, em relação aos elementos verticais de suporte, algumas medidas a considerar podem ser a utilização de lâminas armadas de betão projetado ou estrutura metálica.

(vii) Tarefa 7 – escrita da tese

Finalmente a Tarefa 7 consiste na escrita da tese propriamente dita. Este documento deve sintetizar todo o trabalho realizado e como tal deve ser desenvolvido desde o início dos trabalhos. No entanto, por forma a obter um documento articulado e coerente, é expectável que a maioria do trabalho relativo a esta tarefa só ocorra no após todas as outras terminarem.

A Tabela 1 apresenta o cronograma espectável para as tarefas descritas.

Tabela 1 – Cronograma de trabalhos previstos.

atividades	meses					
	set.	out.	nov.	dez.	jan	fev.
Análise documental						
Levantamento do edificado						
Definição do plano de inspeções e/ou ensaios						
Realização inspeções e/ou ensaios						
Interpretação de resultados de insp. e/ou ensaios						
Desenvolvimento dos projetos de intervenção						
Escrita da dissertação						

6. PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

Vitor Coias, "Inspeções e ensaios na reabilitação de edifícios", IST Press, 2006.

Appleton, J. 2011. Reabilitação de edifícios antigos (2ª edição), Edições Orion, Amadora

Faria, A., Negrão, J. 2009. Projecto de Estruturas de Madeira, Editora Publindústria

Apontamentos do Mestrado em Reabilitação de Edifícios- 1ª Edição, DEC- UC, 2015-2016,
com diferentes autores

BIBLIOGRAFIA

Estatísticas da Construção 2013 e Habitação – INE

Apontamentos do Mestrado em Reabilitação de Edifícios- 1ª Edição, DEC- UC, 2015-2016

Appleton, J. 2011. Reabilitação de edifícios antigos (2ª edição), Edições Orion, Amadora

Faria, A., Negrão, J. 2009. Projeto de Estruturas de Madeira, Editora Publindústria

PEDRO, J. Branco; VILHENA, António; PAIVA, J. Vasconcelos; PINHO, Ana C. – Métodos de avaliação do estado de conservação de edifícios desenvolvidos no LNEC

Vitor Coias, "Inspeções e ensaios na reabilitação de edifícios", IST Press, 2006.

Anexo

