



RECOMENDAÇÕES PARA A ANÁLISE, CONSERVAÇÃO E RESTAURO ESTRUTURAL DO PATRIMÓNIO ARQUITECTÓNICO

Linhas de Orientação

1. CrITÉrios gerais**2. AquisiÇão de dados : InformaçãO e InvestigaÇãO**

- 2.1. Generalidades
- 2.2. InvestigaÇão histÓrica, estrutural e arquitectÓnica
- 2.3. ObservaçãO da estrutura
- 2.4. Pesquisas em campo e ensaios laboratoriais
- 2.5. MonitorizaÇãO

3. Comportamento estrutural

- 3.1. Aspectos genÉricos
- 3.2. Esquema e danos estruturais
- 3.3. Características dos materiais e processos de degradaÇãO
- 3.4. AcÇões sobre a estrutura e sobre os materiais

4. DiagnÓstico e avaliaÇãO da seguranÇa

- 4.1. Aspectos genÉricos
- 4.2. IdentificaÇãO das causas (DiagnÓstico)
- 4.3. AvaliaÇãO da seguranÇa
 - 4.3.1. O problema da avaliaÇãO da seguranÇa
 - 4.3.2. A anÁlise histÓrica
 - 4.3.3. A anÁlise qualitativa
 - 4.3.4. A abordagem analítica
 - 4.3.5. A abordagem experimental
- 4.4. Decisões e relatÓrio explicativo

5. Danos estruturais, degradaÇãO dos materiais e medidas curativas

- 5.1. Aspectos genÉricos
- 5.2. Construções em alvenaria
- 5.3. Madeira
- 5.4. Ferro e aÇo
- 5.5. Betão armado

Apêndice 1. – Membros do comitê.

Apêndice 2. – Glossário

LINHAS DE ORIENTAÇÃO

1. Critérios gerais

Para o estudo de todo o património arquitectónico é indispensável uma combinação de conhecimentos científicos e culturais, bem como de experiência. Só neste contexto é que estas linhas de orientação podem ajudar a melhorar a conservação, o reforço e o restauro dos edifícios. O objectivo de todos os estudos, investigações e intervenções é a salvaguarda do valor cultural e histórico do edifício como um todo, e a engenharia de estruturas é o suporte científico necessário para se obter esse resultado.

A conservação do património cultural requer habitualmente uma abordagem multidisciplinar envolvendo uma variedade de profissionais e de organizações. Estas linhas de orientação foram preparadas para apoiarem esse trabalho e para facilitarem a comunicação entre as pessoas envolvidas.

Qualquer planeamento para a conservação estrutural requer dados qualitativos, baseados na observação directa da degradação dos materiais e nos danos estruturais, na investigação histórica, etc., bem como dados quantitativos baseados em ensaios científicos e em modelos matemáticos, semelhantes aos que são usados na engenharia moderna. Esta combinação de abordagens torna muito difícil estabelecerem-se códigos e regras. Assim como a falta de linhas de orientação claras pode facilmente levar a ambiguidades e a decisões arbitrárias, os códigos preparados para o projecto das estruturas modernas são frequentemente inapropriados para aplicação nas estruturas históricas. Por exemplo, a aplicação dos códigos sísmicos e geotécnicos, pode conduzir a medidas drásticas e frequentemente desnecessárias que não levam em consideração o comportamento estrutural real.

Os aspectos subjectivos envolvidos no estudo e na avaliação da segurança de um edifício histórico, as incertezas sobre os dados assumidos e as dificuldades com uma avaliação exacta dos fenómenos, podem conduzir a conclusões de fiabilidade incorrectas. É, portanto, importante apresentarem-se claramente todos estes aspectos, em particular o cuidado tido no desenvolvimento do estudo e da fiabilidade dos resultados, num RELATÓRIO EXPLICATIVO. Este relatório requer uma análise cuidadosa e crítica da segurança da estrutura para se poderem justificar quaisquer medidas de intervenção e para se facilitar o julgamento final sobre a segurança da estrutura e sobre as decisões a serem tomadas.

A avaliação de um edifício requer, frequentemente, uma abordagem holística considerando o edifício como um todo, em vez de se avaliarem apenas os seus elementos individuais.

2. Aquisição de dados : Informação e Investigação

2.1. Generalidades

A investigação da estrutura exige uma abordagem interdisciplinar que vai para além das simples considerações técnicas, porque a investigação histórica pode descobrir fenómenos envolvendo o comportamento estrutural, enquanto que as questões históricas podem ser respondidas pela consideração do comportamento estrutural. Por essa razão é importante que seja formada uma equipa de investigação incorporando uma vasta gama de competências apropriadas às características do edifício e que seja dirigida por alguém com a adequada experiência.

O conhecimento da estrutura requer informação sobre a sua concepção, sobre as suas técnicas de construção, sobre o processo de degradação e danos, sobre as alterações que foram feitas e, finalmente, sobre o seu estado actual. Este conhecimento pode ser atingido, habitualmente, através dos seguintes passos:

- definição, descrição e compreensão do significado histórico e cultural do edifício;
- descrição dos materiais e das técnicas de construção originais do edifício;
- pesquisa histórica cobrindo a vida inteira da estrutura, incluindo as alterações da sua forma, bem como quaisquer intervenções estruturais anteriores;
- descrição da estrutura no seu estado actual, incluindo a identificação dos danos, da degradação e dos possíveis fenómenos progressivos, usando os tipos apropriados de ensaios;
- descrição das acções envolvidas, do comportamento estrutural e dos tipos de materiais;

Uma observação prévia do sítio deve servir de orientação a estes estudos.

Como tudo isto pode ser executado com diferentes níveis de pormenor, é importante estabelecer-se um plano de actividades com custos efectivos proporcionais à complexidade da estrutura e que também leve em consideração os benefícios reais que irão ser obtidos a partir dos conhecimentos ganhos. Em certos casos, é cómodo empreenderem-se estes estudos por fases, começando pela mais simples.

2.2. Investigação histórica, estrutural e arquitectónica

O objectivo da investigação histórica é a compreensão da concepção e do significado do edifício, das técnicas e das competências usadas na sua construção, das alterações subsequentes na estrutura e na sua envolvente que possam ter provocado os danos. Devem se registados os documentos usados para esta finalidade.

As fontes devem ser avaliadas para se determinar a sua fiabilidade como meios de reconstrução da história da edificação. É essencial a sua cuidadosa interpretação, se elas forem destinadas a produzirem informações fiáveis sobre a história estrutural do edifício.

Devem ser postas a claro as suposições feitas durante a interpretação do material histórico. Deve ser prestada uma especial atenção a quaisquer danos, ruínas, reconstruções, adições, alterações, trabalhos de restauro, modificações estruturais, e modificações de utilização que tenham levado à actual condição.

Deve-se recordar que os documentos que possam ter sido usados, foram geralmente preparados para outras finalidades diferentes da engenharia de estruturas, e podem, por essa razão, incluir informações técnicas que sejam incorrectas e/ou omitir ou representar incorrectamente factos ou acontecimentos que são estruturalmente significativos.

2.3. Observação da estrutura

A observação directa da estrutura é uma fase essencial do estudo, executada habitualmente por uma equipa qualificada, que proporciona uma compreensão inicial da estrutura e que fornece uma orientação apropriada às investigações subsequentes.

Os seus principais objectivos incluem :

- a identificação da degradação e dos danos;
- a determinação sobre se os fenómenos estabilizaram ou não;
- a decisão sobre se existem ou não riscos imediatos e se, por essa razão, devem ser tomadas medidas urgentes;
- a identificação de efeitos do ambiente sobre o edifício, em progresso.

O estudo dos defeitos estruturais começa pela detecção dos danos visíveis. Durante este processo, deve ser usada a interpretação dos achados como guia para a observação, e para os peritos começarem a desenvolver uma noção do possível comportamento estrutural, para que todos os aspectos críticos da estrutura possam ser examinados com mais pormenor. A observação dos diferentes materiais deve ser registada em desenhos, anotando-se quaisquer degradações e quaisquer irregularidades e danos estruturais, prestando-se particular atenção aos padrões de fendas e aos fenómenos de esmagamento.

As irregularidades geométricas podem ser o resultado de deformações anteriores, podem indicar a junção entre diferentes fases da construção ou alterações à fábrica.

É importante descobrir-se como é que o ambiente pode estar a danificar o edifício, uma vez que isso pode ser exacerbado por um projecto e/ou uma mão-de-obra originais pobres (por ex., falta de drenagem, condensação, humidade ascendente), pelo emprego de materiais inadequados e/ou por falta de manutenção subsequente.

A observação das áreas onde os danos se concentraram em resultado por uma elevada compressão (zonas de esmagamento) ou por uma elevada tracção (zonas de fendilhação ou de separação entre elementos), e da direcção das fendas, em simultâneo com a investigação das condições do terreno, pode indicar as causas dos danos.

Isto pode ser suplementado por informação adquirida através de ensaios específicos.

2.4. Pesquisas em campo e ensaios laboratoriais

O programa de ensaios deve ser baseado numa clara observação preliminar sobre quais fenómenos é mais importante que sejam compreendidos. Os ensaios têm habitualmente a finalidade de identificarem as características mecânicas (resistência, deformabilidade, etc.), físicas (porosidade, etc.) e químicas (composição, etc.) dos materiais, os esforços e as deformações da estrutura e a presença de quaisquer discontinuidades nessa estrutura.

Regra geral, o programa de ensaios deve ser dividido em fases, começando pela aquisição de dados básicos, seguindo-se um exame mais pormenorizado com ensaios baseados numa avaliação das implicações dos dados iniciais.

Devem ser preferidos ensaios não destrutivos relativamente àqueles que envolvam quaisquer alterações numa estrutura; se estes não forem suficientes, é necessário avaliar-se o benefício obtido pelo desvendamento da estrutura, em termos de uma reduzida intervenção estrutural, contra a perda de material culturalmente significativo (uma análise de custos-benefícios).

Os ensaios devem ser sempre executados por pessoas treinadas capazes de aferirem cuidadosamente a sua fiabilidade, e as implicações dos dados fornecidos pelos ensaios devem ser muito cuidadosamente avaliados. Se possível, devem-se empregar diversos métodos e os respectivos resultados devem ser comparados. Também pode ser necessário efectuem-se ensaios sobre amostras seleccionadas retiradas da estrutura.

2.5. Monitorização

Pode ser necessária a observação estrutural durante um determinado período de tempo, não só para se adquirirem informações úteis quando se suspeita de fenómenos em progresso, mas também durante um procedimento fase-a-fase de renovação estrutural. Durante este último, o comportamento é monitorizado a cada fase (abordagem observativa) e os dados adquiridos são usados na preparação da base para qualquer acção seguinte.

Um sistema de monitorização pretende, habitualmente, registar as alterações nas deformações, nas fendas, nas temperaturas, etc. É usada a monitorização dinâmica para se registarem as acelerações, tais como as das áreas sísmicas.

A monitorização também pode funcionar como uma campanha de alarme.

A forma mais barata e simples de se monitorizarem fendas é a colocação de "testemunhos" atravessando-as. Alguns casos exigem o uso de sistemas de monitorização computadorizada para o registo de dados em tempo real.

Como regra geral, o uso de um sistema de monitorização deve ser sujeito a uma análise de custos-benefícios para que sejam recolhidos os dados estritamente necessários para revelarem fenómenos em progresso.

3. Comportamento estrutural

3.1. Aspectos genéricos

O comportamento de qualquer estrutura está influenciado por três factores principais : a forma e as ligações dessa estrutura, os materiais de construção e as forças, acelerações e deformações (as acções) impostas; esses factores são aqui examinados em pormenor.

3.2. O esquema e os danos estruturais

O comportamento estrutural depende das características dos materiais, das dimensões da estrutura, das ligações entre os diferentes elementos, das condições do terreno, etc.

O comportamento real de um edifício é, geralmente, demasiado complexo para ser completamente representado em modelo, pelo que somos obrigados a representá-lo com um "esquema estrutural" simplificado, ou seja, como uma idealização do edifício que apresenta, com o necessário grau de precisão, como ele resiste às diversas acções.

O esquema estrutural mostra como o edifício transforma as acções em tensões e garante a estabilidade.

Um edifício pode ser representado por diferentes esquemas com diferentes complexidades e diferentes graus de aproximação à realidade.

O esquema estrutural original pode ter sido modificado em consequência de danos (fendas, etc.), de reforços, ou de outras modificações do edifício. O esquema usado na análise estrutural é, habitualmente, um compromisso entre um que seja muito aproximado à realidade mas demasiadamente complexo para os cálculos e outro mais fácil de calcular mas bastante afastado da realidade do edifício.

O esquema usado tem que levar em consideração quaisquer alterações e enfraquecimentos, tais como fendas, desconexões, esmagamentos, inclinações, etc., cujos efeitos possam influenciar significativamente o comportamento estrutural. Estas alterações podem ser produzidas quer por fenómenos naturais, quer por intervenções humanas. Estas últimas incluem a abertura de vãos, nichos, etc.; a eliminação de arcos, lajes, paredes, etc., que podem criar forças desequilibradas; aumentos de altura da estrutura, que podem aumentar os pesos; escavações, edifícios vizinhos, etc., que podem reduzir a capacidade de carga do terreno.

3.3. Características dos materiais e processos de degradação

As características dos materiais (particularmente as resistências), que são os parâmetros básicos para qualquer cálculo, podem estar reduzidas pela degradação provocada por acções físicas, químicas e biológicas. A velocidade de degradação depende das propriedades dos materiais (tais como a porosidade) e da protecção que lhes é proporcionada (balanços de beirados, etc.), assim como da manutenção. Apesar de a degradação poder manifestar-se à superfície, e assim ser imediatamente aparente por inspecção superficial (eflorescências, aumento da porosidade, etc.), também existem processos de degradação que só podem ser determinados por ensaios mais sofisticados (ataque da madeira por térmitas, etc.).

3.4. Acções sobre a estrutura e sobre os materiais

As "acções" são definidas como sendo quaisquer agentes (forças, deformações, etc.) que produzem tensões e esforços na estrutura, e quaisquer fenómenos (químicos, biológicos, etc.) que afectam os materiais, habitualmente reduzindo a sua resistência. As acções originais, que actuam desde o início da construção e até à conclusão do edifício (cargas permanentes, por exemplo), podem ser modificadas durante a sua vida e são frequentemente estas alterações que produzem os danos e a degradação.

As acções têm naturezas muito diferentes, com diferentes efeitos sobre a estrutura e sobre os materiais.

É frequente que mais do que uma acção (ou, alteração das acções originais) tenham afectado a estrutura, e estas devem ser claramente identificadas antes de serem seleccionadas as medidas de reparação.

As acções podem ser divididas em acções mecânicas, que afectam a estrutura, e acções químicas e biológicas, que afectam os materiais. As acções mecânicas são estáticas e dinâmicas, sendo estas últimas formadas quer por acção directa, quer por acção indirecta (ver Tabela 1).

Tabela 1 – Classificação dos diferentes tipos de acções sobre as estruturas e sobre os materiais

1. – Acções mecânicas (actuando sobre a estrutura)	i. Acções estáticas	a) Acções directas (cargas aplicadas)
		b) Acções indirectas (esforços aplicados)
	ii. Acções dinâmicas (acelerações impostas)	
2. –		
i. Acções físicas ii. Acções químicas iii. Acções biológicas		
(actuando sobre os materiais)		

1. As **acções mecânicas**, actuando sobre a estrutura, produzem tensões e esforços no material resultando, possivelmente, em fendas visíveis, esmagamentos e movimentos. Podem ser estáticas ou dinâmicas.

i) As **acções estáticas** podem ser de dois tipos:

- a) **Acções directas**, ou seja, cargas aplicadas tais como cargas permanentes ¹ (peso do edifício, etc.) e cargas variáveis ² (móveis, pessoas, etc.). As alterações, e principalmente os aumentos das cargas, são origens de esforços aumentados e, por isso, de danos na estrutura. Em certos casos, as reduções de cargas também podem ser uma origem de danos na estrutura.
- b) **Acções indirectas**, compreendendo as deformações impostas nos limites da estrutura, tais como assentamentos do terreno, ou produzidas dentro do corpo dos materiais, tais como os movimentos térmicos, o empeno na madeira, a retracção nas argamassas, etc. Estas acções,

¹ "Dead loads" no original.

² "Live loads" no original.

que podem variar continuamente ou ciclicamente, só produzem forças se as deformações não tiverem liberdade para se desenvolverem. As mais importantes e frequentemente mais perigosas de todas as acções indirectas são os assentamentos do terreno (produzidos por alterações nos níveis freáticos, por escavações, etc.) que podem criar grandes fendas, inclinações, etc.

Muitas das acções indirectas são de natureza cíclica, incluindo as alterações de temperatura e alguns movimentos do terreno devidos à variação sazonal dos níveis de água no terreno. Os seus efeitos, muitas vezes, também são cíclicos, mas é possível que sejam deformações ou degradações progressivas porque cada ciclo vai produzindo algumas pequenas mas permanentes alterações na estrutura. O gradiente de temperatura entre as superfícies exteriores e o corpo interior pode provocar esforços diferenciais no material e, portanto, tensões e micro-fissuras, que aceleram ainda mais a degradação. As acções indirectas também podem ser produzidas pela progressiva redução da rigidez dos elementos de uma estrutura indeterminada (hiperestática) – enfraquecimento, processo de degradação, etc., resultando numa redistribuição de tensões.

ii) As **acções dinâmicas** são produzidas quando são transmitidas acelerações a uma estrutura, consequentes de sismos, do vento, de furacões, da vibração de maquinaria, etc.

A acção dinâmica mais significativa é, habitualmente, provocada pelos sismos. A intensidade das forças produzidas está relacionada quer com a magnitude da aceleração, quer com as frequências naturais da estrutura e com a sua capacidade para dissipar a energia. O efeito de um sismo também está relacionado com a história de sismos anteriores que podem ter enfraquecido progressivamente a estrutura.

2. As acções físicas, químicas e biológicas são de uma natureza completamente diferente das acima descritas e actuam sobre os materiais alterando a sua natureza, resultando frequentemente numa espécie diferente de degradação, afectando em especial a sua resistência.

As propriedades dos materiais podem modificar-se ao longo do tempo em consequência de processos naturais característicos desses materiais, tais como o endurecimento lento das argamassas de cal ou a lenta degradação interna.

Estas acções podem ser influenciadas e aceleradas pela presença da água (chuva, humidade, água no terreno, ciclos de molhagem e secagem, crescimentos orgânicos, etc.), pelas variações de temperatura (expansão e contracção, acção do congelamento, etc.) e pelas condições micro-climáticas (poluição, deposição superficial, alterações nas velocidades do vento consequentes de estruturas adjacentes, etc.). O fogo pode ser considerado como uma alteração de temperatura extrema.

Uma acção muito vulgar é a oxidação dos metais. Ela pode ser visível sobre a superfície ou pode ocorrer nos reforços metálicos situados dentro de outro material, e que só se torna aparente através de efeitos secundários, tais como a formação de lascas e de descamação desse outro material.

As alterações químicas podem ocorrer espontaneamente em consequência das características do material, ou podem ser produzidas em resultado de agentes externos, tais como a deposição de poluentes, ou a migração de água ou de outros agentes através do material.

Os agentes biológicos da madeira estão frequentemente activos em áreas não facilmente inspeccionadas.

4. Diagnóstico e avaliação da segurança

4.1. Aspectos genéricos

O diagnóstico e a avaliação de segurança da estrutura são duas fases consecutivas e interrelacionadas, com base nas quais é determinada a efectiva necessidade e a extensão das medidas de tratamento. Se estas fases forem incorrectamente cumpridas, as decisões resultantes irão ser arbitrárias : um julgamento pobre pode resultar em medidas de conservação conservadores e, portanto, pesadas ou com níveis de segurança inadequados.

A avaliação da segurança do edifício deve ser baseada em métodos qualitativos (tais como a documentação, a observação, etc.), assim como em métodos quantitativos (tais como experimentais, matemáticos, etc.) que levem em consideração o efeito dos fenómenos sobre o comportamento estrutural.

Qualquer avaliação da segurança é seriamente afectada por dois tipos de problemas :

- a incerteza inerente aos dados (acções, resistência, deformações, etc.), às leis, aos modelos, às suposições, etc. usados na pesquisa;
- a dificuldade de representação dos fenómenos reais de uma forma exacta.

Parece, portanto, razoável que se tentem abordagens diferentes, cada qual dando uma contribuição separada, mas que, quando combinadas, produzam o melhor "veredicto" possível com base nos dados de que dispomos.

Quando se avalia a segurança, também é necessário incluírem-se algumas indicações, mesmo se qualitativas, sobre a fiabilidade das suposições feitas, sobre os resultados e sobre o grau de precaução implícito nas medidas propostas.

Os códigos legais e os códigos profissionais modernos adoptam uma abordagem conservadora envolvendo a aplicação de factores de segurança para serem tidas em consideração as diversas incertezas. Este procedimento é apropriado para as estruturas novas, em que a segurança pode ser aumentada com modestos acréscimos nas dimensões e nos custos dos membros. No entanto, essa abordagem não é apropriada para as estruturas históricas em que os requisitos para se aumentar a resistência podem conduzir à perda de fábrica histórica ou a alterações na concepção original da estrutura. Tem que ser adoptada uma abordagem mais flexível e ampla nas estruturas históricas para se relacionarem as medidas curativas mais claramente com o verdadeiro comportamento estrutural e para se reter o princípio da intervenção mínima.

O veredicto sobre a segurança de uma estrutura é baseado numa avaliação dos resultados obtidos a partir de três procedimentos de diagnóstico que serão discutidos a seguir. Eles têm em atenção que a abordagem qualitativa desempenha um papel tão importante quanto a abordagem quantitativa.

Também se deve reparar que os factores de segurança estabelecidos para os edifícios novos tomam em consideração as incertezas da construção. Nos edifícios já existentes, estas incertezas podem ser reduzidas porque pode ser observado e monitorizado o verdadeiro comportamento da estrutura. Se podem ser obtidos mais dados fiáveis, uma redução nos factores de segurança teóricos

não corresponde necessariamente a uma real redução na segurança. No entanto existem casos em que o contrário é verdade e em que os dados são mais difíceis de obter para a estrutura histórica.

(Este assunto é tratado com mais pormenor nos parágrafos 4.3.1 e 4.3.4 a seguir)

4.2. Identificação das causas (Diagnóstico)

O diagnóstico é a identificação das causas dos danos e da degradação, com base nos dados adquiridos. Ele é feito por três caminhos :

- Análise histórica (ver 4.3.2)
- Análise qualitativa (ver 4.3.3)
- Análise quantitativa, que inclui modelação matemática (ver 4.3.4) e ensaios (ver 4.3.5).

O diagnóstico é, frequentemente, uma fase difícil, uma vez que os dados disponíveis se referem geralmente aos efeitos, embora seja a causa ou, como é mais frequentemente o caso, as diversas causas concomitantes que devem ser determinadas. É por isso que a intuição e a experiência são componentes essenciais no processo de diagnóstico. Para uma adequada avaliação da segurança e para uma racional decisão sobre as medidas de tratamento a serem adoptadas é indispensável um diagnóstico correcto.

4.3. Avaliação da segurança

4.3.1. O problema da avaliação da segurança

A avaliação da segurança é o passo seguinte na direcção do final da fase de diagnóstico. Enquanto que o objecto do diagnóstico é a identificação das causas dos danos e da degradação, a avaliação da segurança deve determinar quando os níveis de segurança são ou não são aceitáveis, pela análise da condição actual quer da estrutura, quer dos materiais. A avaliação é, portanto, um passo essencial no projecto de restauro, porque é aqui que são tomadas as decisões sobre a necessidade e sobre a extensão das medidas curativas.

Mas a avaliação da segurança também é uma tarefa difícil porque os métodos de análise estrutural usados para a construção nova podem não ser acurados nem ser fiáveis nas estruturas históricas, do que podem resultar decisões inapropriadas. Isto é devido a factores tais como a complexidade da compreensão total de um edifício ou de um monumento antigo, as incertezas respeitantes às características dos materiais, o desconhecimento sobre a influência de fenómenos anteriores (por exemplo de assentamentos do terreno), e o imperfeito conhecimento das alterações e das reparações executadas no passado. Assim, uma abordagem quantitativa baseada em modelos matemáticos não pode ser o único procedimento a ser seguido. Tal como no diagnóstico, também devem ser usadas abordagens qualitativas baseadas na investigação histórica e na observação da estrutura. Em certas situações, também pode ser muito útil uma quarta abordagem baseada em testes específicos.

Cada uma destas abordagens, que irão ser discutidas a seguir, pode informar a avaliação da segurança, mas é uma análise combinada da informação obtida por cada uma delas que pode conduzir ao "melhor julgamento". Na formação desse julgamento, devem ser levados em consideração quer os aspectos quantitativos, quer os aspectos qualitativos, tendo sido ponderados com base na fiabilidade dos dados e das suposições feitas. Tudo isto tem que ser apresentado no RELATÓRIO EXPLICATIVO já discutido.

Por essa razão, deve ficar claro que o arquitecto ou o engenheiro encarregados da avaliação da segurança de um edifício histórico não devem ser legalmente obrigados a basearem as suas decisões só nos resultados dos cálculos porque, como já foi referido, eles podem não ser fiáveis e apropriados. Devem ser seguidos procedimentos semelhantes para se avaliarem os níveis de segurança depois do projecto de alguns tipos de intervenção (ver o parágrafo 5), para se avaliarem os seus benefícios e para se garantir que a sua adopção é apropriada (nem insuficiente nem excessiva).

4.3.2.A análise histórica

O conhecimento do que aconteceu no passado pode ajudar a prever o comportamento futuro e pode ser uma indicação útil sobre o nível de segurança proporcionado pelo actual estado da estrutura. A história é o laboratório experimental mais completo e extenso. Ela mostra como é que o tipo de estrutura, de materiais de construção, de ligações, de juntas, de adições e de alterações humanas interagiram com as diferentes acções, tais como as cargas excessivas, os sismos, os escorregamentos de terras, as variações de temperatura, a poluição atmosférica, etc., possivelmente alterando o comportamento original da estrutura através de fendas, fissuras, esmagamentos, desaprumos, degradações, colapsos, etc. A tarefa estrutural é descartarem-se as informações supérfluas e interpretar-se correctamente os dados relevantes para se descrever o comportamento estático e dinâmico da estrutura.

Apesar de um comportamento satisfatório demonstrado no passado ser um factor importante para a previsão da sobrevivência do edifício no futuro, ele nem sempre é um guia fiável. Isto é particularmente verdadeiro quando a estrutura está a trabalhar no limite da sua capacidade de carga e quando está envolvido um comportamento frágil (tal como uma elevada compressão em colunas), quando existirem significativas alterações na estrutura, ou quando forem possíveis acções repetidas (tais como os sismos) que enfraquecem progressivamente a estrutura.

4.3.3.A análise qualitativa

Esta abordagem baseia-se na comparação entre a condição actual da estrutura e a condição actual de outras estruturas similares, cujo comportamento já é compreendido. A experiência ganha pela análise e pela comparação do comportamento de diferentes estruturas pode valorizar a possibilidade de extrapolações e proporcionar uma base para se avaliar a segurança.

Esta abordagem (conhecida em termos filosóficos como procedimento indutivo) não é totalmente fiável porque ela depende mais do julgamento pessoal do que de procedimentos científicos. Mesmo assim, ela pode ser a abordagem mais racional quando existirem algumas incertezas inerentes aos problemas em que outras abordagens só deram a aparência de serem mais rigorosas ou fiáveis.

Tendo observado o comportamento de diferentes tipos estruturais, em variadas fases de danos e de degradação, provocadas por diferentes acções (sismos, assentamentos do terreno, etc.), e tendo sido adquirida experiência sobre a sua saúde e durabilidade, é possível extrapolar-se este conhecimento para se prever o comportamento da estrutura sob exame. A fiabilidade desta avaliação depende do número de estruturas observadas e, por essa razão, da experiência e das competências dos indivíduos correspondentes. Um adequado programa de investigação e de monitorização dos fenómenos progressivos pode aumentar essa fiabilidade.

4.3.4. A análise quantitativa

Esta abordagem usa os métodos da análise estrutural moderna que, com base nalgumas hipóteses (teoria da elasticidade, teoria da plasticidade, modelos estruturais, etc.), retira conclusões baseadas em cálculos matemáticos. Em termos filosóficos é um procedimento dedutivo. Mas as incertezas que podem afectar a representação das características dos materiais, e a imperfeita representação do comportamento estrutural, em conjunto com as simplificações adoptadas, podem conduzir a resultados que nem sempre são fiáveis e, por vezes, são muito diferentes da situação real. A essência do problema é a identificação de modelos significativos que representem adequadamente a estrutura, bem como os fenómenos associados com toda a sua complexidade, tornando possível aplicarem-se as teorias à nossa disposição.

Os modelos matemáticos são ferramentas vulgares usadas na análise estrutural. Os modelos que descrevem a estrutura original, se forem apropriadamente calibrados, permitem a comparação dos danos teoricamente produzidos por diferentes tipos de acções com os danos verdadeiramente observados, proporcionando uma ferramenta útil para a identificação das causas desses danos. Os modelos da estrutura danificada e da estrutura reforçada irão ajudar a avaliarem-se os actuais níveis de segurança, bem como a avaliarem-se os benefícios das intervenções propostas.

A análise estrutural é uma ferramenta indispensável. Mesmo quando os resultados dos cálculos e das análises não conseguem ser exactos, eles podem indicar o fluxo das tensões e as possíveis áreas críticas. Mas os modelos matemáticos, só por si, não são capazes de proporcionarem uma fiável avaliação da segurança. A selecção das questões chave e a aferição correcta dos limites para o emprego das técnicas matemáticas dependem da utilização dos conhecimentos científicos detidos pelo perito. Qualquer modelo matemático deve ter em consideração os três aspectos descritos na secção 3 : o esquema estrutural, as características dos materiais e as acções a que a estrutura está sujeita.

4.3.5. A abordagem experimental

Os testes específicos (tais como o ensaio de carga num pavimento, numa viga, etc.) vão proporcionar uma medição directa das margens de segurança, mesmo que sejam aplicáveis apenas a elementos singulares e não ao edifício como um todo.

4.4. Decisões e relatório explicativo

O julgamento sobre a segurança de uma estrutura é baseado nas três (quatro) principais abordagens acima descritas (a quarta abordagem tem uma aplicação limitada). Quando a análise demonstra níveis de segurança inadequados, deve ser verificado se foram usados dados insuficientemente exactos ou valores excessivamente conservadores. Esta verificação pode conduzir à conclusão de que é necessária mais investigação antes de poder ser feito um diagnóstico.

Já que os julgamentos qualitativos podem desempenhar um papel tão importante como os dados quantitativos, a avaliação da segurança e as consequentes decisões sobre a intervenção devem ser apresentadas no RELATÓRIO EXPLICATIVO (já mencionado) onde são claramente explicadas todas as considerações que conduziram à avaliação final e às decisões. Deve ser tido em atenção quer o grau de rigor, quer o cuidado subjacente a cada decisão que devem ser baseadas em razões logicamente consistentes.

Os factores temporais devem ser considerados no RELATÓRIO EXPLICATIVO, porque uma decisão para se tomarem medidas imediatas, ou uma decisão para se aceitar o *status quo*, são simplesmente os dois extremos numa escala de opções. As opções mais frequentes são o reforço da estrutura na base do conhecimento actual, ou o prolongamento das pesquisas até se obterem dados mais completos e fiáveis na esperança de se reduzirem quaisquer intervenções. Mas devem ser estabelecidas algumas datas limite para a implementação das decisões, tendo em atenção que a segurança tem uma natureza probabilística com a possibilidade de danos ou ruína aumentar tanto mais quanto mais forem adiadas as acções curativas.

Os factores subjacentes ao estabelecimento de uma data limite vão depender essencialmente de três tipos de fenómenos :

- processos contínuos (por exemplo, processos de degradação, assentamentos de terreno lentos, etc.) que irão reduzir os níveis de segurança, no futuro, abaixo de limites aceitáveis, pelo que as medidas têm que ser tomadas antes que isso aconteça;
- fenómenos de natureza cíclica (variações de temperatura, teor de humidade, etc.) que vão produzindo uma deterioração crescente;
- fenómenos que podem acontecer subitamente (tais como sismos, furacões, etc.); a probabilidade destes acontecerem, a qualquer nível definido, aumenta com a passagem do tempo, pelo que o grau de segurança a ser proporcionado pode, teoricamente, estar relacionado com a expectativa de vida da estrutura (por exemplo, é sabido que, para se proteger um edifício contra os sismos durante cinco séculos, é necessário assumirem-se maiores acções do que para se proteger esse mesmo edifício durante apenas um século).

5. Danos estruturais, degradação dos materiais e medidas curativas

5.1. Aspectos genéricos

Esta secção considera os processos de decisão envolvidos quer na investigação da estrutura, quer na selecção das medidas curativas a serem aplicadas. Nos parágrafos seguintes, são referidos alguns exemplos de danos e de métodos de reparação mais frequentes para os principais materiais estruturais, sem se pretender proporcionar uma revisão exaustiva das muitas soluções possíveis publicadas noutras partes.

Os danos estruturais acontecem quando os esforços produzidos por uma ou por mais acções (ver 3.4) excedem a resistência dos materiais em zonas significativas, ou por as próprias acções terem aumentado, ou porque a resistência foi diminuída. As alterações substanciais na estrutura, incluindo as demolições parciais, também podem ser uma causa de danos.

A manifestação dos danos pode estar relacionada com o tipo de acções e com a construção do material. Os materiais frágeis irão ruir com pequenas deformações antes da ruína, enquanto que os materiais dúcteis irão exibir deformações consideráveis.

O aparecimento de danos, e em particular de fendas, não é necessariamente uma indicação de risco de ruína da estrutura, porque as fendas podem aliviar tensões que não eram essenciais para o equilíbrio (por exemplo, certos tipos de fendas produzidas por assentamentos do terreno) e podem, através de modificações no sistema estrutural, permitir uma benéfica redistribuição de tensões.

Os danos também podem aparecer em elementos não estruturais, tais como nos revestimentos exteriores de paredes em madeira ³ ou nas divisórias interiores, em consequência das tensões desenvolvidas nestes elementos, consequentes de deformações ou de alterações dimensionais na estrutura.

A degradação dos materiais acontece em consequência de acções químicas, físicas e biológicas, e pode ser acelerada quando essas acções são modificadas de uma forma desfavorável (por exemplo pela poluição, etc.). As suas principais consequências são a degradação das superfícies, as perdas de material e, sob o ponto de vista mecânico, uma redução de resistência. A estabilização das características dos materiais é, por essa razão, uma tarefa importante para a conservação dos edifícios históricos; um programa de manutenção é uma actividade essencial porque já que é possível evitar-se ou reduzir-se a velocidade das modificações é, frequentemente, difícil, ou mesmo impossível, recuperarem-se as propriedades perdidas dos materiais.

5.2. Construções em alvenaria

A palavra alvenaria refere-se, aqui, a construções à base de pedra, tijolo ou terra (ou seja, adobo, taipa ⁴, 'cobb', etc.). As estruturas em alvenarias são geralmente feitas com materiais que têm uma muito reduzida resistência à tracção e que podem exibir facilmente fissuras nos seus elementos, ou separando esses elementos. No entanto, estes sinais não são necessariamente uma indicação de perigo, já que as estruturas em alvenaria são pensadas para trabalharem principalmente à compressão.

A análise preliminar da alvenaria implica a identificação das características dos componentes deste material compósito : as pedras (calcário, arenito, etc.) ou os tijolos (de forno ou secos ao sol), e o tipo de argamassa (cimento, cal, etc.). É, também, necessário saber-se como é que os elementos estão ligados entre si (juntas secas, juntas de argamassa, etc.) e qual a forma pela qual estão geometricamente relacionados uns com os outros. Podem ser usados diferentes tipos de testes para se determinar a composição da parede (testes endoscópicos, etc.).

As estruturas em alvenaria dependem habitualmente do efeito dos pavimentos e dos telhados para distribuírem as cargas laterais e para garantirem a estabilidade global. É importante examinar-se a disposição de tais estruturas e a sua efectiva ligação à alvenaria. É, também, necessário compreender-se a sequência de construção porque as diferentes características dos diferentes períodos da alvenaria afectam o comportamento global da estrutura.

As principais causas de danos ou de colapso são as cargas verticais, as quais resultam em esmagamentos, convexidades, ruína frágil, etc. Estas situações são particularmente perigosas porque acontecem habitualmente com pequenas deformações e com poucos sinais visíveis. As forças laterais e os seus efeitos são relevantes nas regiões sísmicas e onde existirem impulsos de arcos e abóbadas.

Deve ser prestada uma particular atenção às grandes paredes construídas com tipos diferentes de materiais. Nestas paredes incluem-se as paredes com caixa de ar, as paredes de alvenaria preenchidas com desperdícios e as paredes de dois panos em tijolo com um núcleo interior de fraca qualidade. Não só o material do núcleo pode ser menos capaz para suportar cargas, como ainda pode criar impulsos nas faces. Neste tipo de alvenarias, os panos exteriores podem-se separar do preenchimento, pelo que é necessário determinar-se se o exterior e o preenchimento estão a trabalhar

³ "Cladding", no original.

⁴ "Pisé de terre", no original.

em conjunto ou separadamente. Esta última condição é, habitualmente, perigosa porque os panos exteriores podem tornar-se instáveis.

As tensões de compressão próximas da capacidade dos materiais podem provocar fendas verticais como primeiro sinal dos danos, seguindo-se posteriormente maiores deformações laterais, fracturas, etc. A extensão até onde estes se tornam visíveis depende das características dos materiais e em especial da sua fragilidade. Estes efeitos podem desenvolver-se muito lentamente (mesmo ao longo de décadas), ou rapidamente, mas as tensões próximas da resistência máxima apresentam um elevado risco de colapso, mesmo quando as cargas permanecem constantes.

Para se identificarem as causas dos danos é útil uma análise da distribuição dessas tensões. Para se compreender as causas dos danos (diagnóstico) é, primeiro, necessário que se determinem os níveis e a distribuição das tensões, mesmo que aproximadamente, já que elas são geralmente muito baixas pelo que algum pequeno erro não afecta significativamente a margem de segurança. Uma inspecção visual pormenorizada do padrão das fendas pode proporcionar uma indicação do encaminhamento das cargas pelo interior da estrutura.

Quando as tensões estão próximas da resistência máxima, numa área significativa, é necessário executar-se uma análise mais rigorosa, ou então ensaios específicos na alvenaria (ensaios por macacos planos, ensaios sónicos, etc.) para se obter uma avaliação mais rigorosa da resistência.

As cargas laterais complanares podem provocar fendas ou escorregamentos diagonais. As cargas não complanares ou excêntricas podem provocar a separação dos panos, numa parede com panos múltiplos, ou a rotação de toda a parede em relação à própria base. Quando esta última acontece, podem ser vistas fendas horizontais na base antes de acontecer o derrubamento.

Existem diversas intervenções de robustecimento da parede :

- refechamento das juntas da alvenaria, consolidação da parede com argamassa injectada,
- reforços verticais longitudinais ou transversais,
- remoção e substituição do material degradado,
- desmantelamento e reconstrução, parcialmente ou completamente.

A selecção das argamassas fluidas apropriadas (cal, cimento, resinas, produtos especiais, etc.) para injeccção ou para consolidação da alvenaria, destinadas à resolução de problemas de fendilhação ou degradação, depende das características dos materiais. Deve-se prestar uma especial atenção à compatibilidade entre os materiais originais e os novos. Os cimentos que contêm sais só podem ser usados quando não existirem riscos de danos nas alvenarias, muito especialmente nas suas superfícies. Nas paredes com argamassas que contenham gesso, a reacção entre o gesso e os minerais do cimento resultam na formação de sais que, mais cedo ou mais tarde, irão provocar danos. Pode, por isso, existir um problema de absorção de sais solúveis a partir da argamassa resultando numa eflorescência na superfície da alvenaria de tijolo (especialmente perigosa quando existirem estuques ou frescos históricos).

Como alternativa à consolidação dos próprios materiais, para se melhorar a capacidade de suporte de carga da alvenaria, podem ser usados tirantes em materiais apropriados.

Existe à venda uma quantidade de produtos para a consolidação das superfícies que não tenham estuque a protegê-las. No entanto, esses produtos são, muitas vezes, completamente ineficazes e deve-se prestar uma particular atenção aos seus possíveis efeitos colaterais.

Os arcos e as abóbadas são típicos das estruturas em alvenaria. Eles baseiam-se na sua curvatura e no impulso sobre os encontros para reduzirem ou eliminarem os momentos flectores, permitindo assim o uso de materiais com fraca resistência à tracção. A sua capacidade de carga é excelente e é o movimento dos encontros que introduz momentos flectores e tensões de tracção, levando à abertura de juntas e ao possível colapso.

A formação de fissuras finas é bastante normal no comportamento de algumas estruturas em abóbada.

As perturbações estruturais podem estar associadas a uma fraca execução (má ligação entre as unidades, fraca qualidade dos materiais, etc.), a uma geometria inapropriada para a distribuição das cargas, ou a inadequadas resistência e rigidez dos componentes que têm que suportar os impulsos (tirantes, encontros).

Quando o material de construção tem muito baixa resistência (tal como nas estruturas feitas de pedras irregulares com uma porção de argamassa) é possível que partes das abóbadas se destaquem em zonas onde a compressão é menor ou onde existem tensões de tracção, levando possivelmente a um colapso progressivo.

O relacionamento entre a distribuição das cargas e a geometria da estrutura necessita ser cuidadosamente considerada quando são removidas cargas (especialmente as grandes cargas permanentes) ou quando são adicionadas estruturas com arcos ou abóbadas em alvenaria.

As principais medidas de reparação são baseadas no reconhecimento dos pontos anteriores, ou seja, na colocação de novos tirantes em varão (geralmente ao nível do arranque das abóbadas, ou ao longo de círculos paralelos nas cúpulas), na construção de contrafortes, na correcção da distribuição das cargas (em certos casos pela adição de novas cargas).

Os edifícios de grande altura, tais como as torres, os campanários, os minaretes, etc. são caracterizados por elevadas tensões de compressão e apresentam problemas semelhantes aos dos pilares e das colunas. Além disso, estas estruturas são enfraquecidas adicionalmente pelas ligações imperfeitas entre paredes, por alterações tais como a abertura ou o encerramento de vãos, etc. Os diafragmas, os tirantes e as cintas podem melhorar a sua capacidade para resistirem às cargas gravíticas.

5.3. Madeira

A madeira foi usada em estruturas portadoras de carga, assim como em estruturas reticuladas, em estruturas compósitas de madeira e alvenaria, e constituindo elementos importantes nas estruturas portadoras de carga construídas em alvenaria.

O seu desempenho estrutural é afectado pelas espécies, pelas características de crescimento e pela degradação. As operações preliminares devem ser a identificação das espécies, que são diferentemente susceptíveis aos ataques biológicos, e a avaliação da resistência dos membros individuais, que está relacionada com o tamanho e com a distribuição dos nós e de outras características do crescimento. As fendas longitudinais paralelas às fibras, consequentes da retracção, não são perigosas se as suas dimensões forem reduzidas.

A durabilidade pode ser afectada pelos métodos de recolha, pela secagem e pela transformação, que podem ter sido diferentes em diferentes épocas.

Os ataques por fungos e por insectos são as principais causas de danos. Estes ataques estão relacionados com a temperatura e com um elevado teor em humidade. O teor de humidade em serviço deve ser medido como sendo uma indicação da vulnerabilidade ao ataque. A fraca manutenção dos edifícios ou as alterações radicais nas suas condições internas são as causas mais vulgares da degradação da madeira.

O contacto com as alvenarias é, frequentemente, uma origem de humidade. Isto pode acontecer tanto quando a alvenaria suporta a madeira, como quando a madeira é usada para reforçar a alvenaria.

Como a degradação e o ataque pelos insectos não são visíveis à superfície, existem métodos, tais como a micro perfuração, para o exame do interior de madeira.

Os produtos químicos podem proteger a madeira contra os ataques biológicos. Por exemplo, nos pavimentos e nos telhados, os topos das vigas que estão inseridos na alvenaria podem necessitar de protecção.

Quando se introduzem materiais de reforço ou consolidantes, deve ser verificada a sua compatibilidade com a estrutura de madeira. Por exemplo, os parafusos de aço em associação com algumas espécies podem ficar susceptíveis à corrosão, pelo que se devem usar parafusos inoxidáveis. As intervenções não devem restringir a evaporação da humidade a partir da madeira.

Desmantelarem-se e reconstruírem-se estruturas em madeira é uma operação delicada por causa do risco de produção de danos. Também é possível a perda dos materiais associados que têm significado histórico, mas como muitas estruturas em madeira foram originalmente pré-fabricadas, existem circunstâncias em que o seu desmantelamento parcial ou completo pode facilitar uma reparação eficaz.

A madeira é, frequentemente, usada para formar estruturas reticuladas em que os principais problemas estão relacionados com a ruína localizada nos nós de ligação. As medidas curativas habituais consistem no reforço dos nós de ligação e na adição de elementos diagonais suplementares, quando é necessário aumentar-se a estabilidade contra as forças laterais.

5.4. Ferro e aço

É necessário distinguir-se entre estruturas de ferro fundido, de ferro forjado e de aço. O primeiro não só tem fraca resistência à tracção mas pode ter tensões acumuladas resultantes do processo de fundição. É um material frágil que, se for submetido a tensões de tracção, pode fracturar sem dar aviso. A resistência de membros individuais pode ser adversamente afectada por uma mão-de-obra deficiente na oficina de fundição.

O ferro e o aço são ligas e a sua susceptibilidade à corrosão depende da sua composição. A corrosão está sempre acompanhada por um aumento no volume do material, que pode dar origem a tensões nos materiais associados; por exemplo, a fractura da pedra ou do betão em consequência da corrosão em varões de aço ou em gatos inseridos.

Os aspectos mais vulneráveis das estruturas em aço são as suas ligações onde as tensões são geralmente mais elevadas, especialmente nos furos para os parafusos. As pontes ou outras estruturas sujeitas a cargas repetidas podem estar sujeitas à ruína por fadiga.

Por essa razão, nas ligações rebitadas ou aparafusadas é muito importante verificarem-se as fissuras que começam nos furos. A análise das fracturas possibilita que seja avaliado o período de vida restante das estruturas.

A protecção contra a corrosão do ferro e do aço exige, antes de mais, a eliminação da ferrugem existente sobre as superfícies (por jacto de areia, etc.) e depois a pintura dessa superfície com um produto apropriado.

As estruturas de ferro ou de aço ligeiramente danificadas ou deformadas podem, muitas vezes, ser melhoradas pela adição de novos elementos, prestando-se uma particular atenção se forem soldados.

5.5. Betão armado

O betão armado e o betão pré-esforçado são os materiais básicos de muitos edifícios modernos que, actualmente, são reconhecidos como sendo de importância histórica. Mas na altura da sua construção ainda se estava a desenvolver um completo entendimento do desempenho destes materiais, pelo que eles podem apresentar actualmente problemas especiais de durabilidade (composição deficiente de betões, recobrimento inadequado da armadura, etc.).

Os problemas mais vulgares envolvem a carbonatação do betão (que o endurece mas também o torna mais frágil), reduzindo a sua capacidade para proteger o aço. O betão armado exposto aos cloretos (quer nas localizações marítimas, quer provenientes do sal nas estradas) está especialmente susceptível à corrosão do aço.

A corrosão do aço resulta na descamação do betão. Para se consolidar um elemento em betão armado assim afectado, é habitual remover-se o betão degradado (por jacto de água, etc.), depois limpar-se o aço, adicionar-se uma armadura nova e reconstruir-se a superfície usando-se, frequentemente, betões especiais.

GLOSSÁRIO

Action (acção) – Qualquer agente (forças, deformações, etc.) que produz tensões ou esforços, directa ou indirectamente, na estrutura de um edifício e qualquer fenómeno (químico, biológico, etc.) que afecte os materiais de que é composta a estrutura desse edifício. As diferentes categorias de acções são indicadas nas 'Linhas de Orientação'.

Adobe (adobos) – Adobos são tijolos feitos com barro e simplesmente secos ao sol. Podem ser usados alguns materiais orgânicos, tais como palha ou excrementos animais, para se melhorar a durabilidade ou para se reduzir a retracção.

Anamnesis (anamnese) – Compilação da história das ocorrências num edifício, incluindo passados traumas, intervenções modificações, etc. a pesquisa destas informações antes de um exame. Este é o primeiro passo antes do diagnóstico. Ver 'Control, Diagnosis and Therapy'.

Architectural Heritage (Património Arquitectónico) – Edifícios e complexos de edifícios (cidades, etc.) com valor histórico. Ver 'Building'.

Brick (tijolo) – Um tijolo é uma unidade de alvenaria geralmente feito de barro que foi cozido no forno ou simplesmente seco ao sol.

Brick masonry (Alvenaria de tijolo) – A alvenaria de tijolo é uma estrutura compósita ou um material feito alternando-se fiadas de tijolo assentes em argamassa.

Building (Edifício / construção) – Qualquer coisa que foi edificada / construída. Quando usada no contexto destas 'Recomendações' a palavra abrange igrejas, templos, pontes, barragens e todas as palavras da construção. Também usada no âmbito do Património Arquitectónico.

Control (Controlo) – Uma norma de comparação para a verificação dos resultados de uma experiência. Para se verificar e regular a eficiência de uma terapia usada através de ensaios, monitorização e exame. Ver 'Anamnesis, Diagnosis and Therapy'.

Conservation (Conservação) – Operações que mantêm o edifício conforme ele está hoje, mesmo se forem aceites intervenções limitadas para se melhorarem os níveis de segurança.

Cost Benefit analysis (Análise de custos/benefícios) – Custos e benefícios referidos mais às generalidades do que em termos monetários. Os custos podem ser medidos também na potencial perda de fábrica consequente de terapias invasivas, e os benefícios podem ser os que forem ganhos pela terapia, bem como pelo conhecimento que prove poder ser útil no futuro. Esta expressão não deve ser entendida como "engenharia de valor".

Damage (Danos) – Modificação e agravamento do comportamento estrutural produzido por acções mecânicas e/ou por redução da sua resistência. Redução da capacidade de suporte mecânico de carga relacionada com a destruição de um sistema estrutural. Ver 'Decay' e 'Structure'.

Decay (Degradação ⁵) – Alteração e agravamento das características dos materiais produzida por acções químicas ou biológicas. Degradação química relacionada com a destruição dos materiais de

⁵ N.T. – Alguns autores portugueses usam a palavra 'decaimento'.

que é composto um sistema estrutural. Perda de qualidade, apodrecimento, degradação do tecido. Ver 'Damage'.

Diagnosis (Diagnóstico) – Acto ou processo de identificação ou determinação da natureza e causa dos danos e da degradação através da observação, investigação (incluindo modelos matemáticos) e análise histórica, e da opinião derivada de tais actividades. Ver 'Anamnesis', 'Control' e 'Therapy'.

Examination (Exame) – Parte visual de uma investigação que exclui o ensaio de materiais, a análise estrutural, o ensaio de estruturas e outras técnicas de investigação mais sofisticadas. Ver 'Investigation', 'Material Testing', 'Structural Analysis' e 'Structural Testing'.

Explanatory Report (Relatório Explicativo) – Relatório que define especificamente os aspectos subjectivos envolvidos numa avaliação da segurança, tais como as incertezas nos dados assumidos, e as dificuldades numa avaliação rigorosa dos fenómenos que podem conduzir a conclusões de fiabilidade incerta.

Fabric (Fábrica) – Partes estruturais e materiais que constituem o edifício (vigamentos, paredes, pavimentos, telhado, etc.).

Fired bricks (Tijolos cerâmicos) – Um tijolo cerâmico é um material obtido pela preparação, moldagem (ou extrusão) da matéria prima (argila) e subsequente secagem e cozedura a uma temperatura apropriada.

Geometrical survey (Observação geométrica) – Boletins de observação. Desenhos cotados (plantas, alçados, cortes, etc.) onde é identificada a geometria do edifício.

Heritage Value (Valor Patrimonial) – Valor arquitectónico, cultural e/ou histórico pertencente a um edifício ou a um sítio. O valor patrimonial pode ter diferentes definições e importâncias de cultura para cultura.

Historical Approach (Abordagem Histórica) – Avaliação baseada na pesquisa histórica e na experiência passada. Ver 'Qualitative Approach' e 'Quantitative Approach'.

Holistic (Holístico *adjectivo*) – Que enfatiza a importância do conjunto e a interdependência das partes.

Intervention (Intervenção) – Intrusão física num edifício durante um diagnóstico ou durante a terapia.

Investigation (Investigação) – Avaliação sistemática e pormenorizada de um edifício que pode incluir exames, ensaios de materiais, análises estruturais e ensaios estruturais. Ver 'Diagnosis', 'Examination', 'Material Testing', 'Structural analysis' e 'Structural testing'.

Maintenance (Manutenção) – Uma série de actividades empreendidas para a conservação do bom estado.

Material Testing (Ensaio de Material) – Ensaio de materiais em laboratório ou no campo (físicos, químicos, porosidade, meteorização acelerada, etc.).

Mortars (Argamassas) – Uma argamassa é uma mistura de um ou mais ligantes, agregados e água. Por vezes são incluídos aditivos em determinadas proporções para darem a essa mistura a

consistência e a trabalhabilidade apropriadas no estado fresco e as propriedades físico-mecânicas adequadas depois de endurecida.

Multi leaf masonry (Alvenaria de panos múltiplos) – Alvenaria constituída por panos com constituições diferentes. (A mais vulgar é a alvenaria de três panos feita com duas faces exteriores e um núcleo interior de desperdícios).

Natural stones (pedras naturais) – As pedras naturais foram formadas por processos geológicos. Elas consistem em misturas de minerais. As pedras naturais podem ser agrupadas, de acordo com a sua origem, em magmáticas, metamórficas e sedimentares (arenitos, calcário, etc.). as pedras naturais diferem pela sua origem, se a sua composição não tiver sido alterada pelo homem.

Observational Method (Método observativo) – Abordagem por acréscimos numa intervenção ou num reforço, começando por um nível mínimo de intervenção, coma possível adopção subsequente de séries de medidas correctivas.

Quantitative approach (Abordagem quantitativa) – Avaliação baseada em métodos analíticos ou científicos tais como ensaios, cálculos e modelos matemáticos. Ver 'Historical Approach' e 'Qualitative Approach'.

Rehabilitation (Reabilitação) – Processo para se adaptar um edifício a um novo uso ou função, sem se alterarem porções do edifício que sejam significativas para o seu valor histórico.

Repointing (Refechamento de juntas) – Resultado da reparação ou do restauro de uma junta deteriorada. Pode ser homogéneo com a junta existente ou feito com um material diferente (por ex. cimento ou polímero).

Restoration (Restauro) Processo de recuperação da forma de um edifício conforme ele aparecia num determinado período de tempo, por meio da remoção de obras adicionais ou por substituição de obras posteriores em falta.

Safety evaluation / assessment (Avaliação da segurança / verificação) – Avaliação das margens de segurança de uma estrutura relativamente a danos graves, e a colapso parcial ou total. Ver 'Historical Approach', 'Qualitative Approach', Quantitative Approach'. O oposto de segurança é risco.

Strengthening (Reforço) – Intervenções destinadas ao aumento da capacidade de carga de uma estrutura.

Structural Analysis (Análise Estrutural) – Cálculos, computações, análises informatizadas usando modelos matemáticos.

Structural scheme (Esquema estrutural) – Representação aproximada (ou modelo) da estrutura, diferente mas próxima da realidade.

Structural Testing (Ensaio Estrutural) – Ensaio da estrutura no laboratório ou em campo (ensaio às ligações e aos componentes, cargas de pavimentos, mesas vibratórias, etc.).

Structural Typology (Tipologia Estrutural) – Os tipos de estruturas interpretados como representações dos seus comportamento e capacidade para suportar cargas.

Structure (Estrutura) – Parte de um edifício que proporciona a capacidade de carga, por vezes coincidente com o próprio edifício.

Tell-tale (Testemunho) – Dispositivo fixado e atravessado sobre uma fenda numa estrutura em alvenaria para indicar o movimento.

Therapy (Terapia) – Escolha de medidas curativas (robustecimento, reforço, substituição, etc.) em resposta ao diagnóstico. Ver 'Anamnesis', 'Control' e 'Diagnosis'.