

Movimento Estrutural : será realmente um problema?

Clive Richardson ()*

Tradução por António de Borja Araújo, Engenheiro Civil I.S.T.

Os últimos 50 anos viram reacções extremas das pessoas relativamente aos movimentos dos edifícios. Nos anos imediatamente a seguir à guerra, quando as pessoas estavam agradecidas por quaisquer acomodações que tivessem sobrevivido ao *Blitz*, as atitudes perante as feias fissuras eram descontraídas. Quando fazia alterações à decoração da nossa casa, o meu Pai costumava chamar-nos, a nós crianças, para vermos fendas da largura de um dedo que ia descobrindo por baixo do papel de parede, antes de as tapar cerimoniosamente com papel de jornal e *Polyfilla* (N.T. : marca de massa para reparações). Não sofria de ataques de pânico, enquanto que hoje em dia se chamam cada vez mais os engenheiros de estruturas para se pronunciarem sobre fissuras capilares no estuque, dramatizadas pela tinta de emulsão plástica de cor branca.

As expectativas das pessoas sobre o desempenho dos edifícios tornaram-se muito elevadas, de uma forma pouco razoável, e tudo parece ser demasiadamente precioso nos nossos dias. Vai sendo altura destas reacções serem moderadas pela ponderação da questão.

As forças da natureza são capazes de destruir montanhas, pelo que devemos assumir que um edifício não vai conseguir durar para sempre. A sua regular manutenção e uma intervenção estrutural ocasional são essenciais para retardarem o processo de degradação e para prolongarem a vida da sua estrutura. A intervenção pode ser motivada pelo desejo de conservar o edifício eternamente, mas uma observação mais realística também pode ser levada a cabo com expectativas finitas, quer para as estruturas originais, quer para as reparações.

O que é a estrutura ?

As partes da constituição de um edifício que lhe conferem uma significativa robustez, estabilidade e integridade, tais como o vigamento da cobertura, os pavimentos, as paredes, os madeiramentos e as fundações formam os principais elementos estruturais. Os constituintes não estruturais tais como o estuque, o reboco, as janelas e as portas também podem ajudar a fortalecer uma estrutura mas a sua contribuição nunca deve ser considerada de uma forma significativa.

O que é o movimento estrutural ?

Subsidiência, assentamento, impulso, inclinação, flechas nos pavimentos, paredes encurvadas, fendas, expansões e contracções são tudo formas de movimentos estruturais. Estes movimentos ocorrem a toda a hora, e geralmente a sua magnitude é tão pequena que passa despercebida; só quando as distorções e fendas ameaçam a segurança da estrutura é que nos devemos preocupar.

Causas do Movimento Estrutural

As estruturas novas são projectadas para suportarem o seu peso próprio e as cargas de utilização, por forma a que os esforços se mantenham dentro de limites razoáveis; são incluídos factores de segurança para satisfazerem eventuais variações na qualidade dos materiais e defeitos do projecto ou de execução, para além das acções variáveis e acidentais. Nas estruturas históricas, os movimentos prejudiciais resultam de concepção ou construção inadequadas, degradação e alterações consideradas patológicas.

Resistência inadequada

Antes do advento do cálculo e da engenharia moderna, as estruturas históricas primitivas deviam largamente o seu sucesso a gerações de artesãos que construíam edifícios de acordo com aquilo que sabiam que tinha resultado anteriormente, e evitando construções que tinham falhado no seu desempenho. Por outras palavras, os factores de segurança eram incorporados pela experiência em vez de o serem pelo cálculo. Mesmo assim, em estruturas medievais é vulgar encontrarem-se barotes secundários de pavimentos mais fortes do que seria necessário, enquanto que as vigas primárias estão subdimensionadas e excessivamente encurvadas. Apesar disto, e de outros problemas singulares, é talvez surpreendente que a resistência inadequada não seja geralmente um problema.

Desde o princípio da Revolução Industrial, o crescente envolvimento do engenheiro, primeiro nos grandes edifícios e mais tarde mesmo em estruturas mais humildes, assegura um dimensionamento mais adequado aos membros estruturais. Nas excepções incluem-se construções para habitação, com pavimentos em madeira sobrecarregados por utilizações colectivas.

Falta de Continuidade ou "Solidariedade"

A grande maioria das estruturas nacionais são edifícios de baixo porte não estruturados, em que os componentes individuais são predominantemente mantidos unidos pelo atrito e pela gravidade. Muitas destas estruturas (especialmente, as habitações Georgianas e Vitorianas) ultrapassaram largamente as expectativas dos seus construtores sem que tivesse havido qualquer envolvimento de engenheiros e apesar das duas Guerras Mundiais. No entanto, conforme os edifícios relaxam e ficam mais frágeis com a idade, a maneira mais simples e simpática de aumentar a sua longevidade é ligá-los reciprocamente. Pelo contrário, a falta de continuidade deixa as estruturas vulneráveis a danos desproporcionados.

Degradação dos materiais

A água é o principal agente que afecta a degradação da maioria dos materiais estruturais, provocando:

- Alvenarias danificadas pelo gelo
- Degradação das madeiras
- Corrosão do ferro e do aço
- Ataque do cimento e do betão pelos sulfatos

A batalha contra a água pode ser facilmente ganha provendo o edifício com um bom telhado, assegurando que a chuva incidente é afastada do edifício por goteiras generosas, gárgulas, capeamentos e outros remates metálicos; e pela prevenção contra a humidade ascendente, quer por meio de uma barreira impermeável horizontal, quer por meio de uma eficiente drenagem do solo.

Instabilidade dimensional

Todos os materiais cristalinos (pedra, betão e tijolo, por exemplo) expandem e contraem com as alterações do teor de humidade e com a temperatura. As forças resultantes podem ser acomodadas pela estrutura, senão ocorrem deformações permanentes e fracturas. Se o movimento for cíclico, estas fracturas podem crescer pelo efeito dos entulhos no seu interior que as impedem de fechar totalmente.

Na maioria das estruturas do Reino Unido, o elemento principal que suporta cargas é a alvenaria. Diferentes tipos de alvenarias movem-se de forma diferente, e por vezes em direcções opostas. Isto pode originar movimentos diferenciais e distorções. Felizmente que a maioria das paredes construídas antes de 1914 eram assentes com argamassas de cal, as quais podiam acomodar consideráveis quantidades de movimentos sem fracturarem por contracção (tensão contínua sob esforço constante), enquanto que as paredes modernas requerem a disposição de frequentes juntas de dilatação.

Inadequações do Solo e das Fundações

Os edifícios medievais primitivos em madeira tinham os seus postes principais cravados no terreno, mas quase todos os edifícios que ainda sobrevivem têm vigas de assentamento repousando sobre plintos de alvenaria baixos. Os edifícios medievais em alvenaria tinham paredes que eram construídas directamente sobre o terreno, sem quaisquer tentativas de se dispersarem as cargas por uma fundação mais larga: por vezes estas paredes eram alargadas posteriormente, ou recalçadas, para oferecerem uma maior distribuição da carga no terreno.

Em terrenos de boa qualidade, o recalçamento continuou a fazer-se até à primeira Guerra Mundial, em data após a construção, com uma viga de betão pouco profunda, directamente betonada numa vala, cerca de 500 mm abaixo do solo. Em terrenos mais fracos eram, por vezes, cravadas estacas finas de madeira antes de se construir a alvenaria. Com o advento do aço macio moderno e do betão armado, por volta do virar do século XIX, as fundações tornaram-se mais sofisticadas.

O movimento das fundações superficiais é normalmente causado pelo normal assentamento construtivo, pela exploração mineira, por fugas em esgotos, por argilas retracteis, por raízes de

árvores, por alterações do nível freático, por cargas adicionais e pela abertura de túneis. Os edifícios históricos flexíveis estão frequentemente mais aptos para lidarem com o movimento do que as estruturas modernas rígidas, graças à prevalência das argamassas fracas de cal, às paredes espessas, às estruturas de madeira, aos arcos e à construção abobadada. As estruturas modernas com paredes esbeltas, assentes com argamassas fortes de cimento e estuques frágeis, sem cornijas, acusam de imediato a mais pequena fissura.

Instabilidade Global

A falta de travação pode, em último caso, provocar o colapso. Muitas igrejas medievais, por exemplo, tiveram um frontão triangular que era preciso reconstruir conforme os movimentos do seu telhado não travado. Isto foi evitado, em construções mais elaboradas, por travamentos na diagonal que eram inseridos no plano das vigas. Os terraços de fachada vitorianos também eram propensos a caírem, por estarem empoleirados sobre colunas esbeltas.

Alterações e Usos Inadequados

Vigas de pavimento seccionadas para passagem de tubagens, portas abertas através de divisórias estruturadas a madeira, frentes de chaminés parcialmente removidas e pavimentos sobrecarregados são os mais populares abusos cometidos sobre os edifícios. Muitas destas alterações ficam disfarçadas pelo decurso dos anos, e só com um acurado trabalho de investigação se conseguem descobrir as causas da distorção.

Avaliação e Conclusão

Contra este fundo de potenciais movimentos, não é muito surpreendente que os edifícios se comportem frequentemente na perfeição, apesar de raramente atingirem a verdadeira estabilidade. Mas será isto importante? Se um edifício tiver comodidade suficiente, firmeza, e seja bonito, então a desagradável distorção pode fazer parte do charme, da patina de uma estrutura histórica.

Apesar da intervenção dos engenheiros poder ser desnecessária por causa destes feios sintomas de perturbações, é demasiado fácil confiar-se na assunção de que um edifício irá durar eternamente, simplesmente porque já sobreviveu a 200 anos, enquanto ele cambaleia para o desastre.

O movimento estrutural é sério quando as margens de segurança da resistência, estabilidade ou integridade estiverem significativamente erodidas, ou quando o movimento estiver a encaminhar-se progressivamente para a ruína, dentro de um período especificado. Para uma estrutura relativamente modesta, tal como uma casa, não deve ser considerada necessária nenhuma acção, a menos que a estrutura esteja quase a falhar dentro de um período aproximado a cinco anos, mas para uma catedral deve ser considerada uma margem muito mais larga, talvez de cinquenta anos, em consequência da sua escala e dos elevados custos envolvidos na execução de trabalhos de vulto. As expectativas quanto à duração de uma reparação também podem variar.

Uma avaliação de engenharia sobre a seriedade de qualquer sintoma, em particular de danos estruturais, não deve ser feita apenas por cálculo, mas também envolvendo uma compreensão baseada na experiência prática sobre o comportamento das estruturas antigas, e sobre a

intangível contribuição dos constituintes não estruturais, tais como o efeito de rigidez proporcionado pela crina de cavalo no estuque antigo.

O Bulding Research Establishment oferece algumas directivas sobre a seriedade da larguras das fendas, mas que devem ser usadas com circunspecção. As fendas devem ser examinadas para se determinar a sua causa, e não devem ser rigidamente preenchidas para se ver se reaparecem, já que este preenchimento pode restringir os movimentos cíclicos, causando uma escalada do problema. Um exame cuidadoso pode revelar a direcção do movimento, e se esse movimento vai continuar. Em particular :

- Observar as faces das fendas – como é que elas ficaram separadas
- As suas bordas são frescas e estão limpas ?
- Existe tinta velha ou massa de reparação nas fendas ?
- Qual é a idade das decorações ?

Se a causa provável do movimento estrutural ainda for obscura, ou caso se suspeite que o movimento está em progresso, deve ser garantida a monitorização desse movimento. A monitorização é uma ajuda para o diagnóstico e para o prognóstico, mas não um substituto para a compreensão das estruturas.

Felizmente que já lá vão, há muito tempo, os dias em que construtores bem intencionados mas mal informados colocavam desfigurantes vigias de vidro por cima das fendas, com pontos de resina a fixá-las, na vã esperança de que a sua falência explicasse as causas. A maioria dos vidros descolava-se, ou os miúdos das escolas partiam-nos por brincadeira. O arsenal de equipamento existente hoje em dia é resistente ao vandalismo, e quando apropriadamente usado, dá resultados significativos. Logo que as causas se tornem evidentes, avança-se para a sua eliminação e para a execução das reparações.

O movimento estrutural não tem que ser um problema, se for encarado racionalmente. Apesar de as estruturas raramente adquirirem a verdadeira estabilidade, as fendas e as “barrigas” nem sempre são sérias, e a monitorização das fendas nem sempre é necessária. O que deve ser alterado são as expectativas das pessoas.

Os vitorianos tinham ideias correctas; molduras para esconderem os movimentos nas juntas entre o tecto e as paredes, painéis de madeira pintados de castanho chocolate para camuflarem a retracção nas juntas, e papel elástico *Lincrusta* para encobrir fissuras dispersas.

Bibliografia

- Richardson C, *The AJ Guide to Structural Surveys*. AJ: 26.6 - 24.7.85.
- Richardson C, *Bulging walls - Survey, assessment, and repair*. AJ: 3.1.88.
- Gordon JE, *Structures, or why things don't fall down*. Penguin Books Ltd., London, 1978.
- *Structural renovation of traditional buildings*. CIRIA report no. 111: 1986.
- Eldridge HJ, *Defects in Buildings*. HMSO: 1989.

(*)AUTOR

CLIVE RICHARDSON BSc, CEng, FICE, FStructE, ACI Arb é um Engenheiro Diplomado, é Director Associado do Deão e do Capítulo da Abadia de Westminster, e Leitor Visitante sobre conservação de edifícios na Architectural Association School of Architecture de Londres.