

Critérios para Divulgação dos Artigos Científicos

Na sequência da orientação definida pelo Conselho Editorial da Revista "Ingenium", referenciada na edição anterior - no sentido de melhor esclarecer os interessados na publicação de artigos científicos -, considera-se oportuno reforçar a divulgação das novas linhas orientadoras.

Deste modo, atendendo a que a Revista tem uma tiragem de 40.000 exemplares, a Secção "Comunicação" deverá ser integrada por artigos de carácter técnico/científico cujas características permitam suscitar o interesse a membros das mais diferenciadas Especialidades de Engenharia.

Neste sentido, a "Ingenium" irá privilegiar artigos que abordem temas técnicos numa linguagem acessível ao maior número possível de engenheiros. O tratamento de matérias com carácter excessivamente especializado e demasiado hermético, constituindo interesse para um grupo restrito de leitores, exclui da sua leitura e compreensão a grande maioria dos membros da Ordem.

As comunicações submetidas serão, assim, avaliadas pelo Colégio a que respeitam, tendo por base a sua actualidade, originalidade, grau de abrangência de Especialidades de Engenharia, inovação e apresentação.

Será dada preferência à publicação de artigos da autoria de membros da Ordem.

Características técnicas:

- Apresentação em língua portuguesa;
- Extensão máxima de 14.000 caracteres (com espaços);
- Inclusão de gráficos / quadros / figuras ilustrativas / fotografias a cores e com qualidade que contribuam para o aumento da transparência e do ritmo da mensagem;
- Iniciados por um parágrafo de 3 ou 4 linhas que resuma o conteúdo;
- Alusão expressa ao (s) nome (s) do (s) autor (es), instituição e contactos (e-mail e tel.);
- Apresentados em formato electrónico (Word);
- Remetidos para o Colégio da Especialidade ou para:
Ordem dos Engenheiros
Secretariado dos Colégios
Dra. Alice Freitas (aafreitas@cdn.ordeng.pt, tel.: 21 313 26 00)
Av. Sidónio Pais, 4 E
1050-212 Lisboa

Civil

Viabilidade económica do reforço sísmico das construções

António Nogueira Leite *
Mário Lopes **

1. Introdução

O território de Portugal tem sido atingido por diversos sismos intensos, o mais conhecido dos quais foi o sismo de 1755 que danificou ou destruiu a maior parte de Lisboa e de outras cidades do sul de Portugal continental.

O conhecimento dos mecanismos da geração dos sismos indica que zonas que já foram atingidas por sismos intensos no passado voltarão a sê-lo no futuro. O mesmo se pode afirmar dos tsunamis provocados por sismos. Assim, a probabilidade de regiões como Lisboa ou o Algarve serem atingidas por sismos violentos no futuro é de 100%, apenas não se sabe quando.

No entanto o movimento do solo em cada local onde os sismos são sentidos, só por si, não causa vítimas. Estas devem-se, fun-

damentalmente, aos danos e colapsos de construções com resistência sísmica insuficiente. Por isso, as consequências humanas e económicas dos sismos dependem fortemente da resistência sísmica das construções nas zonas afectadas. Conclui-se, assim, que, embora os sismos sejam fenómenos naturais, as suas consequências são resultado da acção do homem, por serem inversamente proporcionais às precauções tomadas para evitar essas mesmas consequências. A figura 1 ilustra esta afirmação: duas construções próximas na Ilha do Faial, sujeitas ao mesmo sismo em 1998, apresentam danos muito diferentes devido à diferença de resistência sísmica entre ambas.

Alguns sismos podem também provocar tsunamis, que causam vítimas essencialmente devido à falta de sistemas de alerta



Figura 1 - Diferença de vulnerabilidade entre edifícios. Sismo do Faial de 9 de Julho de 1998 (Carvalho, 2001)

e à falta de informação e preparação da população. Embora os tsunamis provoquem danos difíceis de evitar nas zonas inundáveis, o número de vítimas depende, sobretudo, da existência de monitorização e informação à população. Ou seja, a existência de um número elevado de vítimas, como no caso do recente tsunami do Sudoeste asiático, é uma catástrofe que se deve mais à incapacidade, para não dizer à negligência, do que à Natureza.

De entre as diversas tarefas necessárias à redução dos riscos devidos a estes fenómenos naturais, provavelmente a mais dispendiosa será o reforço estrutural das construções de menor resistência sísmica. Assim, o objecto deste artigo é a discussão da viabilidade económica desta tarefa, face às consequências económicas do próprio tremor de terra e tendo em conta os recursos potencialmente disponíveis. O controle dos danos económicos devidos a tsunamis, potencialmente inferiores aos danos causados pelos próprios sismos, é, essencialmente, uma questão de planeamento.

2. Potenciais consequências económicas de um sismo violento

As consequências económicas de um sismo (entendido como o movimento do solo e excluindo potenciais tsunamis) vão depender dos danos e do grau de destruição infligido ao parque construído (edifícios de habitação e escritórios), ao parque industrial (tanto em edifícios como em equipamentos) e às redes de infra-estruturas.

Relativamente ao parque construído, há que referir o seguinte: em Portugal, os edifícios projectados antes da década de 1960 não foram calculados para resistir a sismos, pois a regulamentação anti-sísmica portuguesa data de 1958. Estes edifícios representam cerca de 47% dos alojamentos familiares da cidade de Lisboa e cerca de 24% a nível nacional, de acordo com os Censos de 2001 (Sousa *et al*, 2003). É suposto que os edifícios posteriores a 1960 tenham sido alvo de dimensionamento sísmico específico. Embora em média seja de esperar que apresentem resistências sísmicas superiores aos edifícios do 1.º grupo, a diferença pode não ser tão grande como seria possível e desejável devido à ausência de controle de qualidade que garanta a aplicação da regulamentação no projecto e a boa execução das obras.

Tanto no parque industrial, como nas redes de infra-estruturas, o problema pode ser subdividido da seguinte forma: (i) nas estruturas projectadas por engenheiros civis existe algum paralelismo com o parque construído, mas também algumas particularidades: as estruturas pré-fabricadas, em geral com menos resistência sísmica, e estruturas industriais leves de 1 piso, por vezes com mais resistência sísmica que a média e (ii) os equipamentos projectados por engenheiros mecânicos, electrotécnicos e outros podem, também, ser bastante vulneráveis, pois os engenheiros destas especialidades em Portugal não recebem formação em engenharia sísmica e, como tal, não estão alertados para o problema. Esta

situação deve-se ao facto de nos primórdios da engenharia sísmica, na primeira metade do século XX, a preocupação essencial ter sido a salvaguarda da vida humana e, por isso, as atenções terem sido centradas nas construções edificadas projectadas por engenheiros civis. No entanto, hoje em dia as redes de infra-estruturas têm um papel muito mais importante nas sociedades desenvolvidas em todas os aspectos de suporte da vida das populações e da economia. Assim, danos significativos no parque industrial, em geral, e nas redes de infra-estruturas, em particular, podem ter consequências económicas muito significativas. Pense-se, por exemplo, no que seriam as consequências se as redes de infra-estruturas deixassem de funcionar durante 1 mês nas regiões de Lisboa, Vale do Tejo e Setúbal.

Por outro lado, as sociedades mais desenvolvidas são cada vez menos tolerantes aos danos económicos, como o demonstraram os sismos de Northridge (1994) e Kobe (1995). O sismo de Kobe teve uma magnitude ($M_s=7.4$), semelhante ao sismo com epicentro na zona de Vila Franca de Xira e que em 1531 abalou Lisboa e o Vale do Tejo, afectou no Japão uma zona com dimensão populacional semelhante a Lisboa e Vale do Tejo e causou prejuízos económicos de cerca de 1.5 vezes o PIB português.

3. Como enfrentar o problema sísmico

Do que já foi referido, resulta que a melhor forma de enfrentar o problema sísmico é a prevenção. Qualquer acção à posteriori, como é, no essencial, a da Protecção Civil, é de eficácia limitada na redução do número de vítimas e dos danos económicos dos sismos¹. Neste sentido, a Sociedade Portuguesa de Engenharia Sísmica (SPES) e o Grémio das Empresas de Conservação e Restauro do Património Arquitectónico (GECORPA) elaboraram um documento que visa servir de base a um programa de acção de carácter preventivo dedicado ao edificado, compreendendo as seguintes tarefas principais:

- 1 - Levantamento do parque habitacional e avaliação do risco;

¹ No que diz respeito às vítimas, isto não se aplicaria no caso de um tsunami, pois após a detecção do fenómeno poderia haver tempo para efectuar a evacuação das populações.

- 2 - Definição de estratégias de intervenção mais eficazes;
- 3 - Aperfeiçoamento de soluções de reabilitação sísmica;
- 4 - Criação do enquadramento legislativo;
- 5 - Formação técnica e divulgação junto da população;
- 6 - Elaboração de planos directores de reabilitação sísmica;
- 7 - Execução dos trabalhos.

O Programa prevê, assim, intervenções em outras áreas para além das que são tradicionalmente associadas ao problema sísmico, as áreas técnico/científica e da Protecção Civil (esta última não é objecto do Programa). Refira-se, também, que, embora o Programa se destine apenas ao edi-

é provável que um sismo violento na região de Lisboa cause prejuízos superiores ao custo do Programa. Uma análise mais detalhada provavelmente mostraria o seguinte:

- é nas redes de infra-estruturas que o investimento é mais eficiente do ponto de vista económico, pois os custos indirectos da sua paralisação são enormes;
- a situação no parque industrial poderá caracterizar-se, em parte, pela necessidade de intervenções localizadas ou por um aproveitamento de substituições periódicas de equipamentos para colocar em serviço equipamentos com maior resistência sísmica. É possível que haja casos em que este tipo de intervenções,

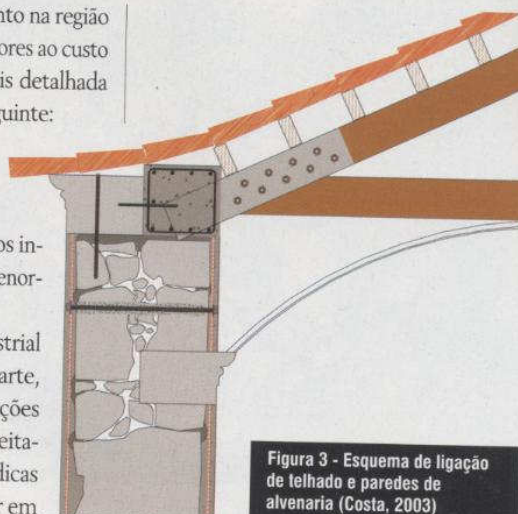


Figura 3 - Esquema de ligação de telhado e paredes de alvenaria (Costa, 2003)

servação e a melhoria das condições de habitabilidade. Em muitos destes casos, com um acréscimo de cerca de 15% ou 20% do custo da construção teria sido possível incluir uma componente de reforço que aumentaria de forma significativa a resistência sísmica destas construções. Em casos destes, o investimento seria, em geral, rentável. E a consideração de outros factores, como a salvaguarda da vida humana e a preservação do património, reforçariam a conclusão anterior. As figuras 2, 3 e 4 mostram pormenores e fotografias de reforço sísmico de estruturas de alvenaria.

(ii) certas construções mais recentes, por exemplo edifícios de betão armado das décadas de 60 e 70, podem ter resistência inferior à conferida pela correcta aplicação dos conhecimentos técnicos actuais mas, mesmo assim, atingindo níveis razoáveis, conduzindo a danos expectáveis em média relativamente baixos. Nestes casos, pode ser que apenas se justifiquem investimentos reduzidos que inviabilizem certo tipo de intervenções.

Conclui-se, assim, que considerações de eficácia económica podem limitar o âmbito de aplicação do Programa e tornam importante a definição de prioridades, aplicando os recursos disponíveis de forma a maximizar os prejuízos evitados e a perda de vidas humanas e adulterando o mínimo possível os imóveis de maior valor patrimonial.



Figura 2 - Exemplo de ligação resistente entre paredes ortogonais de alvenaria de uma Igreja (Costa, 2003)

ficado, seria obviamente necessário estendê-lo às redes de infra-estruturas, ao sector industrial e aos monumentos e edifícios históricos.

4. Eficácia económica do Programa proposto

A aplicação integral do Programa exige vastos recursos, pelo que é importante avaliar a eficácia da sua aplicação, ou seja, os custos evitados pela aplicação do Programa. Este refere 25.000 milhões de euros (estimados quando o Programa foi apresentado, no ano 2001) como um valor de referência para dar uma ordem de grandeza do custo potencial da totalidade do programa. A comparação com outros sismos indica que

por não serem extensivas, se venham a revelar economicamente eficientes por poderem evitar prejuízos potencialmente muito superiores aos seus custos;

- ao nível do parque construído, as situações são muito diversificadas. Tomem-se dois exemplos:

(i) as construções pretensamente recuperadas ao abrigo do Programa Recria ou de outros Programas similares. Têm-se investido verbas nalguns casos significativas, que em muitas situações representam 50% ou mais do custo de uma construção nova. No entanto, o problema principal destas construções, a sua falta de resistência sísmica, tem-se mantido quase inalterado, dado que as obras, em regra, apenas visam a con-



Figura 4 - Ligação paredes/telhado com uma cantoneira metálica (Costa, 2003)

5. Recursos mobilizáveis para execução do Programa

O ritmo de execução dos trabalhos previsto no ponto 7 do Programa vai, obviamente, depender da capacidade de obtenção de recursos para levá-lo à prática. Para maximizar os recursos disponíveis, é de todo interesse diversificar as fontes de financiamento, tentando minimizar, em termos relativos, as contribuições do Orçamento do Estado (OE). É, assim, importante maximizar a contribuição do sector privado e, se possível, de Fundos da União Europeia.

5.1. Na situação actual

Neste momento, seria irrealista esperar que se disponibilizassem verbas significativas para reforço sísmico das construções, por várias razões. De facto, as restrições orçamentais e a reduzida sensibilidade para o problema por parte da classe política, não permitem a elaboração de planos assentes numa elevada percentagem de uso de fundos públicos. Ao nível do sector privado, também não há motivação para investir nesta área, e ao nível da EU, a questão do reforço/substituição dos edifícios em larga escala apenas recentemente foi colocada.

Relativamente a cada um destes factores podem fazer-se os seguintes comentários:

- (i) O peso excessivo da Despesa Pública em Portugal é um dos principais obstáculos ao desenvolvimento do país e tem uma forte dimensão estrutural.

Não obstante, dado que o Programa proposto teria de ser implementado de forma gradual e, provavelmente, entraria em velocidade de cruzeiro após um período de 4 a 8 anos, esta questão não é impeditiva. No entanto, dado que a execução do Programa levará décadas, tem de ser baseado em políticas sustentáveis a longo prazo. A falta de vontade política resulta, em grande parte, da falta de conhecimento: nem a opinião pública nem as autoridades em geral têm, em regra, a percepção dos verdadeiros riscos.

- (ii) Ao nível do sector privado, a falta de vontade também resulta da falta de conhecimento da existência do problema, das suas consequências e do que pode ser feito para reduzi-las significativamente. Ninguém gasta dinheiro para resolver um problema se desconhecer a sua existência ou a capacidade de resolvê-lo. Este desconhecimento também afecta o mercado das construções novas, porque estimula a redução de custos de projectos e obras sacrificando a resistência sísmica destas.
- (iii) Ao nível da EU, o problema sísmico foi levantado por um deputado grego no Parlamento Europeu na sequência do sismo de Atenas de Setembro de 1999, fortemente motivado pelos elevados prejuízos materiais, dado que o número de vítimas não foi muito elevado. Na sequência desta intervenção,

a Comissão Europeia promoveu um seminário no Centro Comum de Investigação, em Ispra, para discutir o problema. Participaram investigadores e responsáveis políticos de diversos países europeus, incluindo Portugal, tendo a ênfase do debate sido colocada, essencialmente, nas questões relacionadas com a investigação e a Protecção Civil. Na sequência das inundações que atingiram o centro da Europa em 2002, merecem atenção (1) as declarações do chanceler alemão que afirmou esperar ajuda de Bruxelas, argumentando que a catástrofe que atingiu a Alemanha ultrapassa os limites da intervenção nacional e (2) o apelo do ministro do Interior alemão para a constituição de um Fundo Europeu para as catástrofes (Público 18.8.02), que recebeu a aceitação do Presidente da Comissão Europeia e de diversos chefes de governo europeus (DN 19.8.02). Este foi constituído de imediato, tendo Portugal recebido cerca de 48% do total das verbas relativas às catástrofes de 2003, para apoiar a recuperação das zonas atingidas pelos fogos florestais.

Pode, assim, concluir-se que: (i) a curto prazo não é possível pôr em marcha o Programa proposto a um ritmo razoável, (ii) não existem impedimentos permanentes e inultrapassáveis à sua implementação progressiva, (iii) o âmbito e o ritmo de aplicação do Programa são questões em aberto, que devem ser objecto de ampla reflexão e decididas tendo em conta, entre outros, critérios de eficácia económica. Para além deste factor, a disponibilização de fundos públicos deverá considerar a eficácia das intervenções na redução do número de vítimas, o valor arquitectónico, cultural e histórico das construções a preservar, e a capacidade económica dos intervenientes privados, ou seja, considerações de carácter sociocultural.

5.2. Se a população estiver bem informada

Relativamente à forma de ultrapassar os obstáculos existentes, ressalta dos comentários anteriores que é fundamental que tanto as autoridades como a população tenham consciência (i) da existência do problema sísmico e das suas potenciais con-

seqüências e (ii) da capacidade da engenharia para reduzir significativamente estas consequências. A este propósito, atente-se ao exemplo dos Açores, em que existe uma política pública e activa de prevenção dos efeitos dos sismos e no esforço financeiro associado à reconstrução das Ilhas do Faial e do Pico: 300 milhões de euros (cerca 38% do orçamento anual do Governo Regional) distribuídos ao longo de 6 anos em zonas que representam cerca de 10% da população dos Açores. Na proporção das capacidades da Região, é um investimento anual muito superior ao da aplicação da totalidade do Programa proposto pela SPES e pelo GECORPA, e que não seria possível sem o forte empenhamento político das autoridades e o apoio da opinião pública regional.

Relativamente ao continente, pense-se, por exemplo, no aviso dado na revista "Pedra e Cal", n.º8, de Out/Nov/Dez de 2000: "É necessário estarmos preparados. Se não estivermos, poderá acontecer-nos qualquer coisa semelhante ao que se passou na Turquia". (recorde-se que o sismo da Turquia de Agosto de 1999 causou mais de 30.000 mortos numa região com uma população pouco superior à de Lisboa, Setúbal e Vale do Tejo). Este aviso do então Chefe do Grupo de Estudos e Equipamentos de Engenharia Sísmica do LNEC, reflecte, com certeza, a opinião de muitos investigadores e engenheiros, provavelmente da generalidade do meio técnico especializado. Se as autoridades e a opinião pública tomassem a sério este e outros avisos do mesmo género, a vontade política também se alteraria. Admitamos, assim, que se gerava no continente uma vontade política forte de agir de forma a evitar uma possível catástrofe como a da Turquia. Admitamos que, neste contexto, seria possível mobilizar todos os anos 0,5% do OE (cerca de 250 milhões de euros) para apoiar o reforço sísmico (ou demolição/reconstrução) das construções. Admitamos, também, que o sector privado investia verbas semelhantes, quer para reforçar construções antigas de resistência reduzida, quer em novas construções para as substituir. Admitamos, ainda, embora se saiba ser um objectivo difícil de atingir, que a UE apoiava com uma verba da mesma ordem de grandeza. O Programa proposto poderia ser implementado na sua quase totalidade em cerca de 30 anos. Note-se que os 750 milhões de euros anuais que resultam das hipóteses referidas representam apenas 5% do volume de negócios do sector da construção em Portugal, donde se conclui que, em termos globais, o sector da construção tem capacidade para executar o Programa. Refira-se, também, que mesmo que a totalidade das verbas fosse gasta em reforço e reabilitação de imóveis existentes, a percentagem de gastos em relação à construção nova ainda ficaria abaixo da média europeia. O Programa representaria, por outro lado, uma fonte de trabalho estável no sector da construção e, portanto, um contributo sustentado ao desenvolvimento da economia e do emprego. Poderia, também, contribuir para o desenvolvimento de know-how nacional na área do reforço das construções, facilitando a internacionalização das empresas do sector. Em termos económicos, a maior vantagem seria, obviamente, evitar a concentração num único instante das perdas devidas aos sismos, provavelmente muito superiores ao custo do próprio Programa.

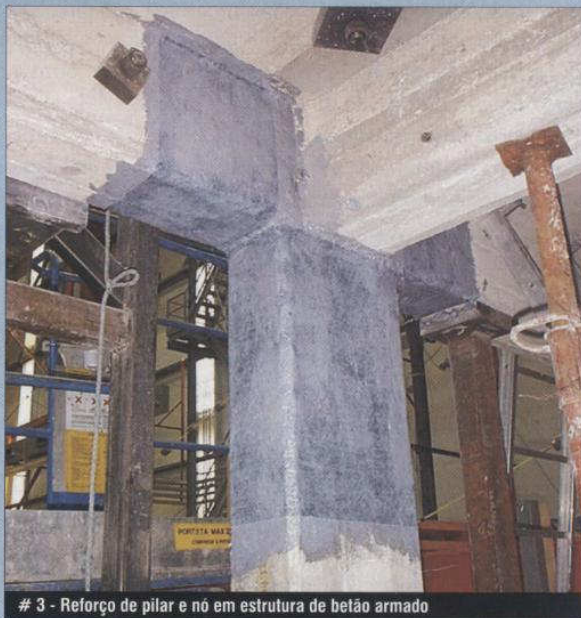
Caso não fosse possível mobilizar as verbas referidas, mas apenas uma parte destas, o ritmo de aplicação do Programa teria de ser



1 - Reforço de pilar com encamisamento em betão armado



2 - Reforço de pilar com encamisamento metálico



3 - Reforço de pilar e nó em estrutura de betão armado



4 - Reforço de moradia



5 - Reforço de parede alvenaria

mais lento. Se, por exemplo, se mobilizasse apenas metade das verbas referidas, em vez de se executar a totalidade do Programa em 30 anos, demoraria mais uma década para executar cerca de 70% deste. Mesmo assim, seria uma contribuição significativa para reduzir as consequências económicas e humanas do próximo grande sismo no continente português se as prioridades na implementação do Programa forem adequadamente seleccionadas.

Relativamente à fonte de financiamento que à priori seria considerada mais difícil de mobilizar - os fundos da EU -, torna-se claro que: se os governos nacionais não tomarem a iniciativa, certamente que o apoio da UE não aparecerá por si só. E, apesar de se poder concluir, na sequência da discussão anterior, que os Fundos da UE não são indispensáveis, teriam, certamente, um efeito relevante na velocidade de execução do Programa. Teria, assim, sido importante que o Governo preparasse com antecedência a negociação do próximo Quadro Comunitário 2006-2012, tentando criar condições para que a UE reserve verbas para apoiar o Programa proposto. Assim, sugere-se ao Governo a defesa da aplicação dos recursos do Fundo de forma preventiva, ou seja, de forma a rentabilizar a aplicação do Fundo e a minimizar o número de vítimas. Já se referiu que a acção à posteriori é pouco eficaz no que diz respeito a salvar vidas e reduzir danos materiais dos sismos. Na linha do argumento do chanceler alemão, o governo português deverá, também, defender a maximização dos recursos na prevenção de catástrofes naturais mais susceptíveis de causar prejuízos de maior dimensão em comparação com a capacidade económica do estado-membro afectado. Neste aspecto, a catástrofe natural mais gravosa a nível europeu será, provavelmente, um sismo violento na região de Lisboa, Setúbal e Vale do Tejo, dado que esta representa cerca de 40% da capacidade da nossa economia e o potencial grau de destruição (note-se que cerca de 1/3 das construções desta região, onde vive quase um milhão de pessoas, não foi sequer construído para resistir a sismos). Outra razão que justifica o apoio da UE à execução do Programa prende-se com a noção de que a progressão da integração europeia não é compatível com faltas de

solidariedade em momentos críticos, que no caso do problema sísmico será, provavelmente, mais cara que a prevenção.

6. A importância do acesso ao conhecimento e do exercício da cidadania

Relativamente à mobilização do sector privado, a informação e sensibilização da população assumem um papel fundamental, como já se referiu. Por exemplo, como é que se convence os inquilinos de edifícios antigos, cuja resistência sísmica não oferece confiança, a suportar os inconvenientes de obras de reforço se não perceberem qual é o benefício dessas obras? E se os potenciais compradores de casas não valorizarem a segurança que estas lhes possam oferecer, qual a motivação dos senhorios ou promotores imobiliários para gastar dinheiro de forma a assegurar a resistência sísmica das casas que constróem ou reforçar construções existentes?

Além da mobilização de vontades e recursos, a disseminação do conhecimento tem outra função importantíssima. A resistência sísmica das construções é fortemente dependente da qualidade da construção. O caso do sismo da Turquia é disso um exemplo, pois as construções da zona afectada tinham cálculo sísmico mas a qualidade era muitas vezes má, tendo originado os elevados danos e consequente número de vítimas. A qualidade aumenta se os potenciais compradores de habitações e escritórios, ou seja, a população e as empresas, a valorizarem e exigirem. Para isso precisam conhecer o problema, a forma de o resolver e exigirem os meios e o apoio necessários para contribuírem para a sua própria segurança, o que demonstra que não é possível resolver o problema sísmico sem a participação e o empenho dos cidadãos. Por isso, o acesso à informação e o exercício dos direitos e cumprimento dos deveres de cidadania são uma componente fundamental do combate eficaz à ameaça sísmica.

* Professor Catedrático da Universidade Nova de Lisboa

** Professor do Instituto Superior Técnico
Secretário da Direcção da Sociedade Portuguesa de Engenharia Sísmica

Referências Bibliográficas:

- Carvalho, E. C. "Mitigação do Risco Sísmico Em Portugal. O Papel do LNEC", Redução da Vulnerabilidade Sísmica do Edificado, SPES e GECORPA, Lisboa, 2001
- Sousa, M.L.; Martins, A.; Campos Costa, A.; "Levantamento do Parque Habitacional de Portugal Continental para o Estudo da sua Vulnerabilidade Sísmica com Base nos Censos 2001." Relatório 205/03, DE/NESDE, Proc. 0305/14/13733, LNEC, Lisboa, 2003.
- Costa, A., "Aspectos Técnicos da Reconstrução nos Açores", Sessão Pública "Políticas de Reconstrução Sísmica nos Açores. Lições para o Continente", IST, 2003

Referências Fotográficas:

- # 1 - Costa, C., Apontamentos de Reabilitação e Reforço de Estruturas - Mestrado em Estruturas de Engenharia Civil, FEUP, 1994
- # 2 - Costa, C., 2º Colóquio - Construção Civil, Reflexão pela Qualidade - Novos Desafios. Instituto Politécnico de Tomar, Maio 2004
- # 3 - Varum, H.S.A., "Avaliação, Reparação e Reforço Sísmico de Edifícios Existentes", tese de doutoramento - FEUP, 2004
- # 4 - Costa, C., Projecto de Reforço de Moradias danificadas após o sismo de 9 de Julho de 1998, 2003
- # 5 - Costa, C., Projecto de reforço da Igreja da Madalena, Ilha do Pico, 2004.

Nota:

Este artigo baseia-se numa Comunicação apresentada na Sessão Pública "Políticas de Reconstrução Sísmica nos Açores. Lições para o Continente" organizada pela SPES - Sociedade Portuguesa de Engenharia Sísmica, realizada no Instituto Superior Técnico em 28 de Fevereiro de 2003. ■