

A segurança sísmica na reabilitação de edifícios – enquadramento e dimensão política

Direcção da Sociedade Portuguesa de Engenharia Sísmica (SPES)

Fevereiro de 2012

Resumo

Os sismos são fenómenos geológicos, inevitáveis, praticamente imprevisíveis, e recorrentes. Não é possível prever a data de ocorrência de futuros sismos com potencial destrutivo, tanto pode ser no dia em que se está a ler este documento como décadas depois. Mas não há dúvidas de que zonas como Portugal continental e os Açores, que já foram atingidos por sismos de forte potencial destrutivo no passado voltarão a sê-lo no futuro.

Em Portugal continental num cenário sísmico pessimista mas plausível podem morrer dezenas de milhar de pessoas e os prejuízos podem ser da ordem de grandeza do PIB. Cenários de sismos mais fracos mas com elevada probabilidade de ocorrência podem originar prejuízos materiais da ordem de 10 000 milhões de euros (10 pontes Vasco da Gama) e centenas ou milhares de mortos. No entanto as principais consequências dos sismos podem ser significativamente reduzidas, pois a engenharia sísmica moderna tem a capacidade de dotar os edifícios e outras estruturas de resistência sísmica suficiente para assegurar a sua sobrevivência a sismos muito fortes.

Em Portugal, desde 1958 há legislação técnica que obriga ao cálculo sísmico de edifícios novos, mas não há mecanismos eficazes de fiscalização sistemática da sua aplicação no projecto e construção de edifícios correntes. No que diz respeito às obras de reabilitação de edifícios existentes, não há legislação técnica. Logo, até obras que reduzem a resistência sísmica dos edifícios são legais.

Desde Janeiro de 2000 que a Sociedade Portuguesa de Engenharia Sísmica (SPES) alerta a classe política para os erros das políticas de reabilitação urbana. Estes alertas, sempre acompanhados de propostas de actuação tecnicamente fundamentadas, têm sido feitos através de contactos institucionais e envio de documentos (Ravara et al, 2001, SPES, 2003, Oliveira e Lopes, 2005 e Spence et al, 2007). Os contactos foram iniciados com uma audiência com a Secretária de Estado da Habitação, que aliás conhecia bem o problema, depois prosseguidos, em Setembro de 2000, com o Secretário de Estado das Obras Públicas. Em Setembro de 2001 a SPES alertou o Governo, todos os Grupos Parlamentares, todos os partidos políticos com representação parlamentar, a Associação Nacional de Municípios Portugueses (ANMP), a Câmara Municipal de Lisboa e numerosas entidades da sociedade civil, para o problema do risco sísmico, não só no

parque edificado, como também nas redes de infraestruturas, na indústria e nos monumentos.

Na reabilitação de edifícios é fundamental passar a incluir a componente de reforço sísmico nas fases de projecto e de construção. Para este efeito é necessário:

- i) – Elaborar recomendações e normas técnicas para o reforço sísmico das construções.
- ii) – Legislar sobre obrigatoriedade de incluir o reforço sísmico nas obras de reabilitação de edifícios.
- iii) – Legislar para defesa do património construído de maior valor cultural.
- iv) – Informar a população sobre o problema do risco sísmico.
- v) – Criar mecanismos de fiscalização sistemáticos e eficientes das obras de construção e reforço.
- vi) – Desenvolver a investigação e formação de pessoal especializado em técnicas de reforço de edifícios.
- vii) – Dar o exemplo: os órgãos do Estado, Governo e Câmaras em particular, deveriam salvaguardar o seu património.

Face à escassez de recursos nacionais, seria importante que as obras de reabilitação de edifícios fossem parcialmente financiadas por participações de Fundos da União Europeia. Para financiar obras de reforço sísmico de edifícios particulares é necessário que os Estados Membros coloquem essa questão na agenda das instituições da UE e, posteriormente, haja decisões políticas nesse sentido.

É também importante que as rendas correspondam aos valores de mercado, pois a manutenção de rendas baixas por via administrativa limita fortemente a capacidade financeira dos senhorios, o que em muitos casos inviabiliza a manutenção/reabilitação dos edifícios.

É importante realçar que a vontade e acção política são condições necessárias mas não suficientes para implementar as políticas propostas para redução do risco sísmico. A própria Assembleia da República reconheceu em Agosto de 2010 as responsabilidades políticas na redução do risco sísmico com a aprovação, por unanimidade, da Resolução nº 102/2010, publicada no Diário da República, 1ª série-Nº155, de 11 de Agosto de 2010, intitulada “Adopção de medidas para reduzir os riscos sísmicos”, e que se anexa a este texto. Assim continuar a ignorar o problema da protecção sísmica na legislação sobre reabilitação urbana responsabilizaria directamente os seus autores pelas vítimas que isso iria originar.

1 – Introdução

A reabilitação de edifícios em Portugal tem sido feita visando essencialmente a melhoria das condições de habitabilidade e estéticas, sendo exceções os casos em que a segurança estrutural é efectivamente melhorada. Esta questão é particularmente negativa no que diz respeito à resistência sísmica, pois uma larga maioria dos edifícios intervencionados foram construídos em épocas em que não havia a preocupação de lhes conferir resistência sísmica. A engenharia sísmica moderna em geral, e a portuguesa em particular, dispõe capacidade técnica e científica para reforçar muitos desses edifícios com boa relação custo-benefício. Acresce que, infelizmente, no passado recente a segurança estrutural foi frequentemente reduzida em intervenções que melhoraram as condições de habitabilidade.

Neste artigo discutem-se as tarefas que se deveriam promover e executar para tirar partido e aplicar as capacidades técnicas para reduzir o risco sísmico no parque construído, realçando-se a dimensão política do problema.

2 – O fenómeno sísmico

O fenómeno sísmico é um fenómeno natural resultante da libertação de energia acumulada na litosfera terrestre (crosta mais a parte exterior sólida do manto), que constitui a camada mais superficial do planeta. A litosfera é constituída por placas que se movem umas em relação às outras, gerando “forças” que se vão acumulando ao longo do tempo na vizinhança das zonas de fronteira entre as placas. Quando estas “forças” excedem os limites de resistência do material, dá-se a rotura nessa zona, libertando grandes quantidades de energia que se propagam na crosta através de ondas elásticas que viajam com velocidades de vários quilómetros por segundo e que dão origem às vibrações do solo sentidas durante a ocorrência de um sismo. O conhecimento dos mecanismos de geração dos sismos permite estabelecer algumas das suas principais características, imprevisibilidade e recorrência. Por imprevisibilidade entende-se a incapacidade de prever a data de ocorrência do próximo sismo com potencial destrutivo significativo. Isto deve-se à natureza frágil da litosfera terrestre, que raramente dá sinais de aviso antes de ocorrer uma rotura. A recorrência implica que zonas que já foram atingidas por sismos no passado, são zonas de fragilidade da litosfera onde se acumulam “forças” e energia, e onde ocorrerão sismos futuros. A figura 1 mostra um mapa de epicentros na zona de Portugal continental e regiões adjacentes, mostrando que é uma zona de potencial ocorrência de sismos.

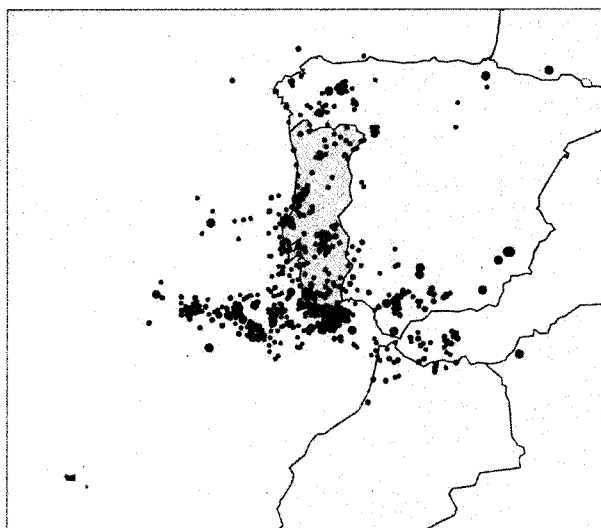


Figura 1 – Mapa de epicentros em de Portugal continental e regiões adjacentes (Oliveira, 2008)

3 – Previsão de futuros sismos

Para avaliar as consequências de futuros sismos é preciso, em primeiro lugar, estimar as características desses sismos. A comunidade técnica tem efectuado inúmeros estudos com este objectivo, fazendo uso das ferramentas seguintes:

- Análise da sismicidade histórica, utilizando os relatos históricos para inferir as principais características de sismos passados, incluindo os danos provocados, devido à ausência de registos instrumentais do movimento sísmico,.
- Análise da sismicidade instrumental, recorrendo à análise dos registos de sismos das últimas décadas, que permitem estimar com mais rigor as características da sismicidade regional.
- Estudo de falhas tectonicamente activas, isto é, falhas identificadas com potencial para gerar sismos, definindo as características dos sismos que são capazes de gerar e o tempo médio de ocorrência entre sismos de determinadas magnitudes.

A conjugação de todos estes tipos de estudos não permite prever datas de ocorrência de sismos futuros mas permite estimar as principais características dos sismos que se farão sentir numa dada região, num dado período de tempo. Em termos práticos a ciência permite saber que sismos podemos esperar numa dada região, não permitindo, contudo prever quando ocorrerão. É esta informação que os regulamentos de construção sísmo-resistente utilizam para prescrever os sismos de projecto para os quais as construções devem ser preparadas para resistir. O futuro regulamento europeu para as zonas sísmicas, Eurocódigo 8, prescreve uma acção sísmica que ocorre em média de 500 em 500 anos e que por isso tem uma probabilidade aproximada de ocorrência de 10% em

50 anos. Obviamente o sismo de projecto varia de país para país e de região para região, consoante as respectivas características de sismicidade.

4 – Potenciais consequências de sismos futuros

As consequências humanas e materiais dos sismos podem considerar-se o produto de 3 factores: perigosidade, exposição e vulnerabilidade. O primeiro tem a ver com o fenómeno em si, ou seja, a probabilidade de no futuro ocorrerem em cada local sismos de determinadas características. O segundo factor, a exposição, refere-se às pessoas e bens expostos ao sismo. O terceiro factor, a vulnerabilidade, refere-se à falta de resistência sísmica de edifícios e infraestruturas.

As possíveis consequências de futuros sismos em Portugal podem avaliar-se por diversas vias:

- por comparação com sismos passados em Portugal;
- por comparação com sismos recentes em outros pontos do mundo com níveis de desenvolvimento semelhantes;
- com base em simulação numérica.

Nos estudos de simulação numérica representa-se matematicamente a ocorrência de um sismo de uma dada magnitude num dado local, a atenuação das ondas sísmicas à medida que se afastam do epicentro, as acelerações (ou outros parâmetros relevantes do movimento sísmico) na rocha e no solo em cada local. Em função dessas acelerações estimam-se os danos e colapsos das construções existentes em cada local (exposição, previamente inventariada e incluída no simulador) em função das respectivas características de resistência sísmica (vulnerabilidade), e em função destes danos estimam-se os potenciais números de vítimas e prejuízos económicos.

Um dos simuladores mais avançados que existem foi desenvolvido no Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC). Os estudos efectuados por Sousa (2006), mostraram que a ocorrência de um sismo semelhante ao de 1755, um cenário pessimista mas plausível, com as existências actuais (pessoas e bens expostos ao sismo) causaria 17 000 a 27 000 mortos, e prejuízos no parque habitacional de cerca de 20% do PIB português. Os prejuízos totais são mais difíceis de avaliar, mas a comparação com os danos causados por sismos em países com níveis de desenvolvimento comparáveis, indicaria que poderiam ser o triplo ou mais, na prática entre 50% e 100% do PIB. Diversos outros autores chegaram a conclusões um pouco mais gravosas, apontando para valores de danos económicos da ordem de 100% do PIB (Muir-Wood, 2005 e Pélaez et al, 2005). As comparações com sismos recentes noutros pontos do mundo, como por exemplo os sismos de Kobe em 1995 e da Turquia em 1999, apontam para conclusões semelhantes (Oliveira, 2008). Comparações com o sismo de 1755, tendo em

conta as diferenças no parque construído e população exposta entre 1755 e a actualidade, apontam no mesmo sentido (Lopes e Oliveira, 2001)

Igualmente preocupante são as estimativas de danos para cenários de sismos mais fracos mas com maior probabilidade de ocorrência. De acordo com um estudo recente promovido pelo Conselho Nacional de Planeamento Civil de Emergência (Sá, 2011) um sismo com uma probabilidade de ocorrência de 50% em 50 anos, ou seja, uma probabilidade de ocorrência elevadíssima, produziria prejuízos de cerca de 10 mil milhões de euros (equivalente a 10 pontes Vasco da Gama). Quanto a vítimas basta pensar que só na cidade de Lisboa existem mais de mil edifícios em risco de colapso eminente, o que significa que a sua resistência sísmica é baixíssima. Só nestes, fora o resto, existe um potencial para a ocorrência de um número de mortos elevadíssimos (centenas ou até milhares). Alguns destes edifícios caem por si sós, como é por vezes noticiado, imagine-se quantos colapsarão sob a acção de um sismo.

Uma das razões para estes resultados deve-se ao facto da vulnerabilidade de muitos edifícios ser bastante elevada. Por exemplo, na cidade de Lisboa, cerca de metade dos alojamentos unifamiliares foram construídos antes de 1958, data da publicação da 1ª legislação técnica da era moderna que obrigava ao cálculo sísmico explícito dos edifícios (Censos 2011). Isto pode constatar-se no quadro 1, que mostra o nº de alojamentos unifamiliares de acordo com os Censos de 2001, em função da data de construção.

Quadro 1 – Alojamentos unifamiliares por data de construção

Época de construção	Cidade de Lisboa	Área Metropolitana de Lisboa	Portugal Continental
Até 1919	10%	4%	6%
1919 a 1945	17%	7%	9%
1946 a 1960	19%	11%	10%
1961 a 1970	19%	18%	13%
1971 a 1980	13%	22%	18%
1981 a 1985	4%	10%	11%
1986 a 1990	4%	9%	10%
1991 a 1995	4%	9%	10%
1996 a 2001	7%	11%	13%
Total de alojamentos	288 481	1 291 652	4 832 537

5 – Capacidade para evitar consequências dos sismos

5.1 – Protecção Civil

A Protecção Civil só age no terreno após a declaração da Emergência. Como a maior parte das mortes ocorre durante o próprio sismo, a Protecção Civil não pode evitar o pior. A participação Portuguesa nas missões de salvamento após o sismo da Turquia de 1999 ilustra isto mesmo: num sismo que matou mais de 30 000 pessoas, a missão portuguesa, de 45 elementos, apesar do grande esforço e dedicação apenas tirou uma pessoa viva dos escombros, como se ilustra na figura 2. No entanto a Protecção Civil

tem uma missão insubstituível no apoio aos sobreviventes, em particular aqueles que ficam encarcerados ou que podem morrer devido aos ferimentos.

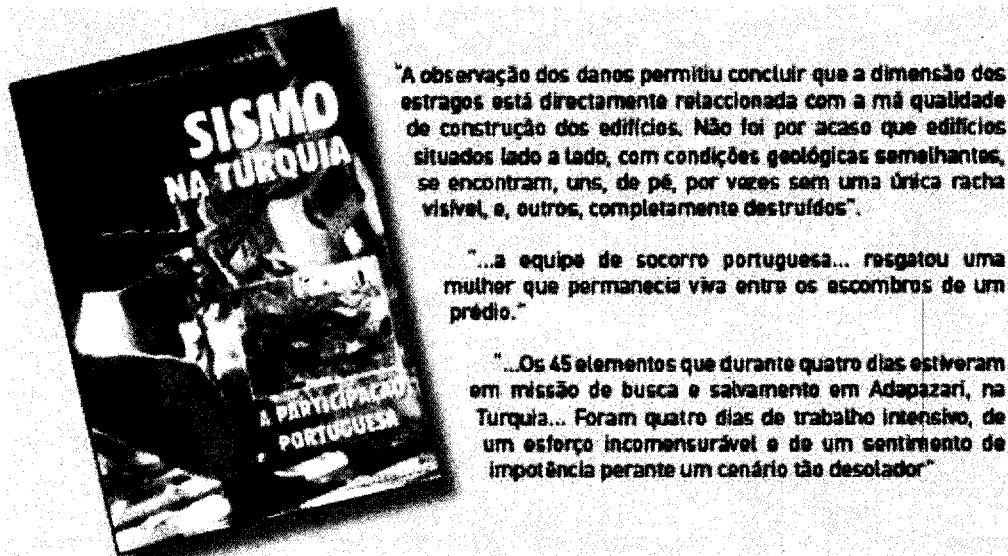


Figura 2 – Folheto sobre a missão portuguesa à Turquia em 1999

5.2 – Capacidade técnica

A engenharia sísmica moderna tem a capacidade para projectar e reforçar edifícios, equipamentos e infraestruturas para resistir a sismos, mesmos os mais fortes. A figura 3 exemplifica a forma como isto pode ser feito, numa estrutura de edifício com pilares e vigas. As acelerações do solo durante o movimento sísmico são transmitidas para cima e geram forças horizontais na massa dos pisos. Se o edifício for adequadamente projectado e construído para resistir a essas forças não colapsará durante um sismo. Assim apesar de os sismos serem inevitáveis as suas principais consequências não o são.

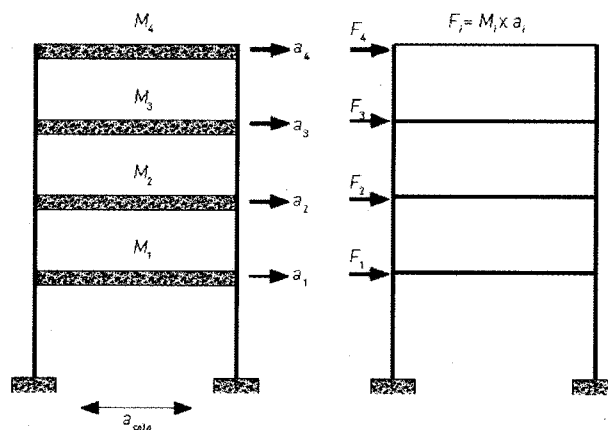


Figura 3 – Efeito de um sismo numa estrutura (Lopes, 2008)

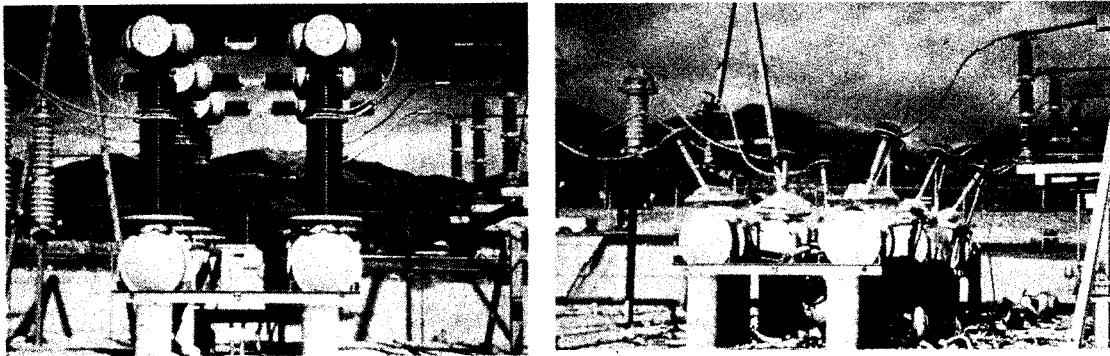
Os edifícios construídos antes da 1ª regulamentação anti-sísmica moderna são em média mais fracos que os construídos posteriormente, pois essa regulamentação aumentou os padrões de exigência a aplicar no projecto dos edifícios, apesar de não existir fiscalização sistemática da sua aplicação. Mesmo os edifícios antigos mais fracos podem ser eficientemente reforçados para resistir a sismos. A figura 4 mostra a diferença de danos devidos ao sismo do Faial de 1998 em duas construções antigas adjacentes, uma reforçada antes do sismo e a outra não, ilustrando este efeito.



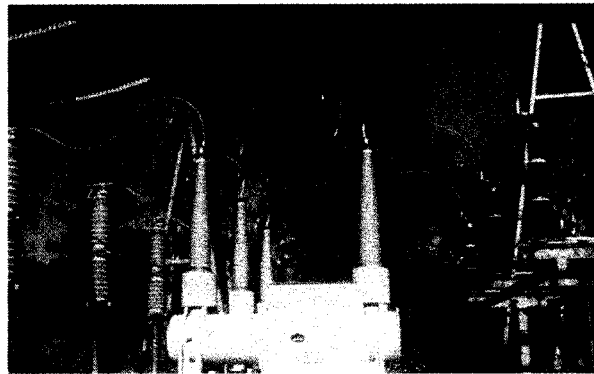
Figura 4 – Diferença de resistência sísmica entre construções (Costa, 2008)

No entanto no domínio do reforço ainda é necessário aumentar bastante os conhecimentos para melhorar os padrões de segurança e reduzir os custos. Além disso as intervenções de reabilitação de edifícios com reforço estrutural ainda são excepções, em particular porque quase não há legislação ou recomendações técnicas que obriguem a considerar a questão da resistência sísmica em obras de reabilitação de edifícios antigos. A excepção são as recomendações técnicas mandadas elaborar pelo Governo Regional dos Açores para a reconstrução após o sismo do Faial de 1998 (Carvalho et al, 1998). Também existem lacunas graves na legislação técnica relativa ao fabrico e instalação de equipamentos electromecânicos (Lopes e Oliveira, 2001 e Pais et al, 2011), fundamentais para as redes de infraestruturas e para a indústria e que se podem reflectir na vulnerabilidade sísmica de equipamentos importantíssimos. A figura 5 mostra exemplos destas diferenças na subestação eléctrica de Sylmar, na Califórnia, em 3 situações: antes e depois do sismo de S. Fernando (1971) e antes e depois do sismo de Northridge (1994). Ambos os sismos provocaram fortes movimentos do solo na zona da subestação, com acelerações claramente superiores durante o sismo de Northridge. No entanto o primeiro sismo destruiu a maior parte dos equipamentos, e o segundo nem os danificou. Isto deveu-se ao facto de os equipamentos colocados na reconstrução após o

sismo de S. Fernando terem sido adequadamente projectados, construídos e montados para resistir a sismos, o que não era o caso dos que foram destruídos pelo sismo de S. Fernando.



a) Antes do sismo de S. Fernando de 1971 b) Depois do sismo de S. Fernando de 1971



c) Antes e depois do sismo de Northridge de 1994

Figura 5 – Subestação eléctrica de Sylmar

6 – Reabilitação urbana

Desde Janeiro de 2000 que a Sociedade Portuguesa de Engenharia Sísmica (SPES) alerta a classe política para os erros das políticas de reabilitação urbana, que em geral ignoram as questões de resistência estrutural. Estes alertas, sempre acompanhados de propostas de actuação tecnicamente fundamentados, fizeram-se através de contactos institucionais e envio de documentos (Ravara et al, 2001, SPES, 2003, Oliveira e Lopes, 2005 e Spence et al, 2007). Começaram com uma audiência da Secretária de Estado da Habitação, que aliás conhecia bem o problema. Em Setembro de 2000 a SPES alertou o Secretário de Estado das Obras Públicas. Em Setembro de 2001 a SPES alertou o Governo, todos os Grupos Parlamentares, todos os partidos políticos com representação parlamentar, a Associação Nacional de Municípios Portugueses (ANMP), a Câmara Municipal de Lisboa e numerosas entidades da sociedade civil, para o problema do risco sísmico, não só no parque de edifícios, como também nas redes de infraestruturas, na indústria e nos monumentos.