

Prevenção anti-sísmica: duas experiências piloto: Projectos Cosismo e Comrehab

Quebrando uma aparente apatia em relação à prevenção de sismos, sentimento instalado tanto nas populações como no poder político, começam agora a surgir alguns projectos pontuais. São apenas os primeiros passos para que um dia, quando o tal grande sismo acontecer, pelo menos alguns edifícios estejam preparados para o enfrentar. É o caso do projecto Cosismo e do Projecto Comrehab. Por: Rosa Amaral

E quando terra voltar a tremer? O cenário de um sismo é um pesadelo que ninguém quer imaginar. Portugal ainda está assombrado pelas recordações daquela manhã de 1755. E pela assustadora certeza dos especialistas que um dia, só não sabem dizer quando, toda a zona de Lisboa e o sul do país vai voltar a ser sacudida por um forte sismo. Mas, ao contrário de toda a lógica, ninguém parece estar preparado para tal eventualidade.

Com um parque habitacional novo, construído quase sempre ao lado de todas as regras anti-sísmicas e cerca de 40 por cento das habitações erguidas antes de 1958, data em que foi publicada a primeira legislação, o panorama não é famoso. Isto não falando dos edifícios monumentais que são a herança da História e, por isso mesmo, constituem um património cultural de valor incalculável.

Para já sabe-se que o Mosteiro de São Vicente de Fora, em Lisboa, vai abanar mas em princípio não cai. Este é o resultado do projecto

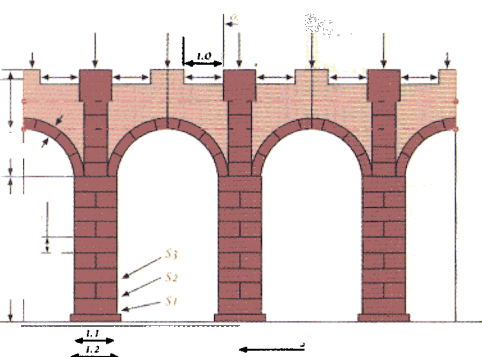
Cosismo - Comportamento Sísmico de Monumentos - desenvolvido em conjunto pela Direcção-Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais, DGEMN, pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil, LNEC e pelo Centro Comum de Investigação da Comissão Europeia, CCI, situado em Ispra, Itália.

Trata-se de um projecto pioneiro na área da prevenção do património. Com uma forte componente de investigação quer no domínio analítico quer no domínio experimental, o Cosismo apresenta-se como um projecto piloto a nível internacional e poderá constituir uma referência para outros programas de âmbito mais alargado que possam contribuir para a preservação do património cultural.

Os objectivos deste projecto são, antes de mais, o desenvolvimento e calibração de modelos adequados ao estudo do comportamento sísmico de estruturas monumentais de alvenaria e identificação de técnicas de reforço apropriadas às estruturas em causa. Com o Cosismo pretendeu-se ainda estudar o comportamento sísmico da portaria do Mosteiro de São Vicente de Fora e avaliar a sua segurança estrutural.

E porquê o Mosteiro de São Vicente de Fora? "Primeiro porque é um edifício que já tinha resistido bem a outros sismos, nomeadamente ao de 1755 e depois porque é impressionante em termos de volume de construção" explicou à Pedra&Cal, Vasco Martins Costa, Director-Geral da DGEMN.

O projecto demorou cerca de dois anos a concretizar-se e só foi possível graças a um investimento por parte da DGEMN de cerca de 100 mil contos. Foi um trabalho demorado, minucioso e muito exigente do ponto de vista técnico e científico. E, como todos os projectos pioneiros, cheio de dúvidas e incertezas. Na impossibilidade de transportar o monumento inteiro para Ispra, para ali ser sujeito aos testes no Centro Comum de Investigação da Comissão Europeia, optou-se por construir um modelo dos arcos da portaria do mosteiro à escala real e com o mesmo material. "Tivemos o cuidado de utilizar não só o mesmo tipo de pedra como também mandá-la talhar do mesmo modo". Em relação à escala real, Vasco Martins Costa explica que neste tipo



Ensaio - montagem no laboratório ELSA



Mosteiro de S. Vicente de Fora



Vasco Martins Costa, Director-Geral da DGEMN

de estruturas é necessário cumprir a escala de modo a não violar o estado de tensão entre as pedras.

Pedra e pedra, foi tudo transportado para Itália e ali em Ispra reconstruída a portaria. A escolha dos arcos da portaria do Mosteiro de São Vicente de Fora deveu-se ao facto de se tratar da estrutura de alvenaria simples para vencer vãos muito carregados. O arco, que remonta a tempos muito antigos, está representado em todo o tipo de estruturas edificadas, quer seja em pontes, aquedutos, igrejas, mosteiros, claustros ou depósitos, quer seja em inúmeras situações dentro de casas, sempre que se tornava necessário rasgar espaços em zonas com grandes cargas verticais ou grandes vãos.

Carregadas as pedras para Ispra, a portaria do Mosteiro de São Vicente de Fora foi erguida como um lego gigante e sujeita aos mais diversos testes entre eles a simulação de um sismo com uma magnitude nunca atingida até hoje o que permitiu calibrar o modelo matemático. "A estrutura portou-se muito bem", contou o Director-Geral da DGEMN. E os resultados dos testes entusiasmaram a comunidade científica internacional. "É um primeiro passo muito sério para a protecção de edifícios históricos e só em Portugal existem cerca de 3500 imóveis classificados", salientou Vasco Martins Costa.

Os resultados do Cosismo poderão assim servir de base para estudos alargados tendentes à compreensão do comportamento sísmico de monumentos e permitindo avaliar a sua segurança estrutural.

Para o Director-Geral da DGEMN "a melhor protecção é a acção preventiva". E é também a mais económica. "Através da Carta de Risco do Património é possível saber qual a saúde dos imóveis e, neste momento existe já um inventário com 10 mil edifícios, antecipando assim as consequências de um sismo". Daí a necessidade de ampliar as metodologias da Carta de Risco do Património aos centros históricos", afirma.

A resolução do problema do comportamento sísmico de monumentos envolve não só estudos do comportamento mas também o desenvolvimento de técnicas mais adequadas de intervenção que põem, naturalmente em evidência, o valor patrimonial em jogo. Apesar de nos últimos anos se notar um interesse cada vez maior em relação ao comportamento dinâmico das estruturas dos monumentos, pode-se afirmar que ainda se estão a dar os primeiros passos rumo ao desconhecido.

A nível nacional, sem contar com o projecto Cosismo, foram realizados apenas alguns estudos pontuais sempre para dar resposta a situações e casos mais urgentes, como aconteceu por exemplo com a Sé da Guarda. Já a nível

internacional, nomeadamente em Itália e na Grécia estas intervenções são mais frequentes. Sendo talvez um dos mais importantes o esforço técnico e financeiro que está a ser feito para recuperar a Torre de Pisa.

Segundo Vasco Martins Costa, o Projecto Cosismo não vai parar. Neste momento está-se apenas à espera dos últimos resultados científicos para se poder avançar para outros elementos estruturais importantes como a abóbada ou a nervura. Sempre com a certeza de que só com a prevenção se poderá evitar que parte da História se perca para sempre.

"Apesar de existir alguma informação relativamente ao comportamento perante um sismo de paredes de argamassa ou betão armado, não existia nada que nos informasse o que se poderia passar com as paredes de alvenaria", acrescentou Vasco Martins Costa. Com o Projecto Cosismo algumas dúvidas foram esclarecidas. Mas neste campo ainda há muito fazer.

É exactamente isso que pretende o Projecto Comrehab, um sistema de reabilitação sísmica de estruturas de alvenaria. Trata-se do mais importante projecto português a nível de engenharia sísmica promovido por uma empresa privada, a Stap.

"A Stap é uma empresa de reabilitação de edifícios e por isso mesmo muito interessada em encontrar soluções eficazes para o reforço sísmico das obras onde intervém", explicou à Pedra&Cal, José Pedro Moura da Direcção de Estudos daquela empresa. Esse interesse acabou por transformar-se num projecto que, se tudo correr bem, poderá tornar-se um verdadeiro "ovo de colombo".

"Trata-se de um sistema muito leve e de fácil aplicação, baseado em materiais compósitos, como fibras de carbono e resinas que, aplicados nas paredes dos edifícios, podem, segundo os resultados dos primeiros ensaios, aumentar a sua resistência em cerca de 100 por cento".

O sistema consiste na aplicação de um conjunto de faixas de materiais compostos em ambas as faces das paredes de



José Pedro Moura (Stap)



Lembrar o Convento do Carmo

Como um fantasma sempre presente, as ruínas do Convento do Carmo erguem-se majestosas lembrando a todos o terrível terramoto de 1755.

Fundado em 1389 por D. Nuno Álvares Pereira, que ali viveu os últimos anos da sua vida com o nome de Frei Nuno de Santa Maria, o Convento do Carmo foi ao longo dos séculos um dos monumentos mais imponentes de Lisboa. Até que um dia tudo se desmoronou.

Durante mais de dois séculos as ruínas do que restou do convento mantiveram-se teimosamente de pé. Até que um dia a terra voltou a tremer. Mas "este sismo" não era mais uma partida da natureza: era o metropolitano. Um bem necessário que acabou por danificar dezenas e dezenas de imóveis e atingir gravemente as ruínas do Carmo.

Durante muito tempo, empreiteiros e Administração do metropolitano tentaram negar a evidência, até que um relatório do LNEC apareceu a dizer o que todos sabiam. E a avisar que se não se agisse rapidamente, as ruínas do Carmo poderiam mesmo desabar. Actualmente estão em curso obras, pensa-se, de estabilização estrutural.

um edifício. Em cada face irá ser formada uma rede que será fixa à parede através de um sistema de conectores. Todo o conjunto irá formar um sistema de coframento capaz de suportar as oscilações em caso de sismo. "O sistema está montado de uma forma que, em caso de haver rupturas na estrutura de alvenaria, consegue suportar as derrocadas evitando que as pedras caiam, minimizando assim os riscos para pessoas e bens".

"Seria o sistema ideal para utilizar por exemplo nos edifícios da Baixa Pombalina", esclarece José Pedro Moura. Neste momento o Comrehab ainda está em fase de estudo e ensaios. A ideia é a de através de testes permanentes obter a excelência do projecto.



Para o afinamento de todo o sistema tem sido fundamental a experiência dos parceiros internacionais da Stap envolvidos também no Comrehab: a Necso, uma empresa espanhola de empreiteiros, a Universidade de Saragoça, o Centro Comum de Investigação da Comissão Europeia, em Ispra, a Advanced Composite Group, uma empresa inglesa responsável pela produção dos materiais compósitos, a Universidade de Lubliana, o Incerc, um instituto de investigação romeno e um instituto de investigação esloveno, o ZRMK.

O projecto Comrehab está a ser desenvolvido desde 1998 e vai estender-se até ao ano 2000. Trata-se de um sistema aprovado pelo exigente Projecto Eureka 2002 e é financiado em parte - 70 por cento - pelo IC-PMI, Incentivos Comunitários Pequenas e Médias Empresas. O custo total do projecto orça os 96 mil contos, meio milhão de euros. "A Stap já investiu cerca 30 mil contos e está a apostar fortemente no sucesso deste sistema. De tal maneira que a patente nacional já está registada e a internacional vem a caminho.

Segundo José Pedro Moura o sistema já foi apresentado publicamente num congresso no Algarve "e apareceu muita gente interessada nas suas características". A próxima apresentação pública do Comrehab vai realizar-se num congresso da Unesco em Belém, na Palestina.

Neste momento os técnicos envolvidos no Comrehab estão debruçados sobre alguns pormenores como tentar que a aplicação do sistema seja mais rápida, limpa e com menos perturbação possível. "São pormenores que têm de ser afinados e isto só se consegue após muitos testes". Um outro pormenor que está ainda a ser estudado é a resistência do sistema ao fogo. Um ponto muito importante e que está a ter a colaboração da Universidade de Saragoça.

"Todos os resultados encontrados são muito promissores e tudo indica que estamos no bom caminho", afirma o técnico da Stap. Daqui a dois anos, quando o sistema estiver finalmente afinado a 100 por cento poderá ser comercializado e utilizado por todas as empresas de recuperação e restauro de edifícios.

Mas com o Comrehab, a Stap pretende também elaborar

um conjunto de recomendações resultantes dos estudos efectuados para o sistema. Isto porque com a experiência acumulada durante os quatro anos do projecto, a Stap acaba de ganhar um capital de conhecimento que pode ser muito útil a todas as empresas que se dedicam à recuperação de imóveis. Apesar de ser um projecto promovido por uma empresa privada, a Stap não quer guardar apenas para si tudo o que foi aprendendo ao longo dos anos. "Este conjunto de recomendações que pretendemos elaborar pode vir a ajudar não só os empreiteiros como os próprios proprietários dos imóveis a saberem como reforçar as suas construções de modo a torná-las mais seguras em caso de sismos", conclui José Pedro Moura. 🐞

Dois portugueses investigam no estrangeiro, sobre o comportamento sísmico das construções

Artur Vieira Pinto

Joint Research Centre, Ispra, Itália



Desenvolve desde 1988 a sua actividade profissional no Joint Research Centre (JRC) da Comissão Europeia, em Ispra, Itália, tendo passado pelo LNEC e pelo IST. Desempenha presentemente as funções de chefe do Sector ELSA, European Laboratory for Structural Assessment, da Unidade Segurança em

Mecânica Estrutural do instituto ISIS, do JRC, coordenando as actividades de investigação em engenharia sísmica e dinâmica de estruturas. A investigação no ELSA é essencialmente direccionada para o desenvolvimento e calibração de Normas e Regulamentos (ex.: Eurocódigo 8) que possam ser aplicados em toda a União Europeia e que confiram às estruturas adequados níveis de segurança.

O ELSA é o maior laboratório de estruturas existente na Europa e dos maiores existentes no mundo onde os projectos de investigação são sistematicamente desenvolvidos em colaboração com laboratórios e universidades dos diferentes países membros da UE e com a indústria, utilizando também os laboratórios europeus com características complementares, como é o caso das mesas sísmicas (Ex.: mesa sísmica do LNEC), que trabalham em conjunto desde 1995.

A actividades do ELSA concentram-se actualmente no desenvolvimento de métodos e técnicas para o reforço do parque habitacional construído na Europa antes dos anos sessenta, projectado segundo regulamentos sem provimentos específicos para resistência aos sismos. Para além do parque habitacional com projecto de engenharia de estruturas, existe uma quantidade apreciável de construções feitas sem projecto específico, tais como, as construções de alvenaria de pedra em meios rurais, os edifícios antigos e monumentos que fazem parte do património arquitectónico, para os quais se exige uma atenção especial pelo valor histórico e cultural que integram.

O projecto COSISMO, Comportamento Sísmico de Monumentos, desenvolvido conjuntamente pela Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais (DGEMN), pelo LNEC e pelo JRC, representa um exemplo dos projectos de investigação desenvolvidos no ELSA na área da protecção do património construído, e é, sem dúvida, uma das maiores evidências da colaboração do ELSA com instituições portuguesas e que teve grande impacto na sua actividade na área dos monumentos.

Rui Pinho

Imperial College, Londres, Reino Unido



Do outro lado do Canal da Mancha, em terras de Sua Majestade, um investigador português faz parte de um dos principais centros europeus de investigação na área da Engenharia Sísmica. Este Engenheiro Civil, de 28 anos, formado na Faculdade de Engenharia da Universidade do

Porto, emigrou para Londres há 5 anos para frequentar um mestrado em Engenharia Sísmica no Imperial College (Universidade de Londres). Actualmente, e apesar da persistente inadaptação ao cinzento clima britânico e das saudades da gastronomia lusitana, é membro do corpo docente da Secção de "Engineering Seismology and Earthquake Engineering", com a posição de Professor Auxiliar de Engenharia Sísmica.

Apesar da baixa actividade sísmica no Reino Unido, as necessidades das grandes empresas britânicas de construção civil e de dimensionamento de estruturas, habitualmente envolvidas em importantes projectos internacionais em zonas de elevado risco sísmico, exigem a existência de centros de investigação e formação de técnicos neste ramo da engenharia civil. A Secção ESEE do Imperial College faz portanto parte de um restrito grupo de instituições académicas no Reino Unido que tentam responder a estas necessidades através do desenvolvimento de investigação de ponta e formação profissional na área da Engenharia Sísmica e Sismologia.

Presentemente, a Secção é constituída por 5 docentes, 4 assistentes de investigação, 10 estudantes de Doutoramento e 20 alunos de Mestrado, todos trabalhando exclusivamente na área da Sismologia. Envolvida em vários projectos nacionais e internacionais de investigação e consultadoria especializada, esta Secção contribui ainda de uma forma significativa para a preparação de documentos técnicos e legislação nesta área, com particular destaque para o importante envolvimento na elaboração do Eurocódigo 8.

Este investigador é responsável de várias cadeiras de mestrado e licenciatura, todas na área da Engenharia Sísmica, estando também encarregue da supervisão dos trabalhos de investigação de uma dezena de alunos de mestrado e doutoramento. As principais áreas de estudo são o dimensionamento, avaliação e reforço de estruturas de betão armado e mistas com recurso às inovadoras metodologias "Performance-Based" e "Displacement-based".