



## CERTIFICAÇÃO SÍSMICA DAS CONSTRUÇÕES E PERIGOSIDADE SÍSMICA EM PORTUGAL

### **ANÍBAL COSTA**

Professor Catedrático  
da Universidade de  
Aveiro (UA),  
Departamento de  
Engenharia Civil

### **JOÃO AZEVEDO**

Vice-Presidente  
Professor Catedrático do  
Instituto Superior Técnico  
(IST), Departamento de  
Engenharia Civil, Arquitetura  
e Georrecursos.

### **EMA COELHO**

Vice-Presidente  
Investigadora Principal do  
Laboratório Nacional de  
Engenharia Civil (LNEC),  
Departamento de Estruturas.

### **FRANCISCO FERNANDES**

Vice-Presidente  
Diretor do Laboratório  
Regional de Engenharia  
Civil dos Açores  
(LREC).

### **LUÍS MANUEL COELHO GUERREIRO**

Tesoureiro  
Professor Associado do  
Instituto Superior Técnico  
(IST), Departamento de  
Engenharia Civil, Arquitetura  
e Georrecursos.

### **ALEXANDRA CARVALHO Secretário**

Investigadora Auxiliar do  
Laboratório Nacional de  
Engenharia Civil (LNEC),  
Departamento de Estruturas.

### **LUIS MATIAS**

Vogal  
Professor Auxiliar da  
Faculdade de Ciências  
da Universidade de  
Lisboa (FCUL),  
Departamento de  
Engenharia Geográfica,  
Geofísica e Energia.

### **DANIEL OLIVEIRA**

Vogal  
Professor Associado da  
Universidade do Minho  
(UMinho), Departamento de  
Engenharia Civil.

### **XAVIER ROMÃO**

Vogal  
Professor Auxiliar da  
Faculdade de Engenharia da  
Universidade do Porto  
(FEUP), Departamento de  
Engenharia Civil.

### **JOÃO ESTEVÃO**

Vogal  
Professor Adjunto do  
Instituto Superior de  
Engenharia da Universidade  
do Algarve (ISE/UAlg),  
Departamento de  
Engenharia Civil.

## SUMÁRIO

A análise dos efeitos dos sismos nas construções permite evidenciar, novamente, que as estruturas construídas de acordo com as modernas regulamentações para o dimensionamento sísmico de estruturas se comportam bem, sendo naquelas que não obedecem a estas regulamentações que se verificam os maiores danos e que originam um grande número de mortes. A necessidade de garantir que todas as novas estruturas, ou aquelas que vierem a ser reabilitadas ou reconstruídas, cumpram as prescrições previstas na regulamentação para as dotar de bom comportamento sísmico deve, assim, constituir uma preocupação essencial das sociedades que habitam zonas em que exista um significativo risco sísmico, como é caso de Portugal. Neste contexto, a Sociedade Portuguesa de Engenharia Sísmica (SPES) tem ao longo dos últimos anos vindo a desenvolver campanhas para sensibilizar os poderes políticos para a necessidade de certificar as construções existentes. Nesse sentido a SPES está a desenvolver metodologias para brevemente apresentar uma proposta para a certificação do comportamento sísmico das construções onde serão identificados os procedimentos que devem ser adotados para a certificação dos edifícios existentes.

Acrescente-se, ainda, uma outra preocupação da SPES, relacionada com os diferentes mapas de perigosidade sísmica para Portugal continental que têm resultado de vários projetos nacionais e internacionais, e que traduzem níveis de perigosidade sísmica muito diferentes para algumas regiões do território português, particularmente para o sul de Portugal. A SPES, espelhando a inquietude existente na comunidade científica, considerou urgente e promoveu a realização de um estudo criterioso acerca das opções tomadas, nos diferentes estudos, de forma a tentar perceber os fatores que mais contribuíram para as diferenças evidenciadas.

## 1. INTRODUÇÃO

Durante vários anos a Sociedade Portuguesa de Engenharia Sísmica procurou sensibilizar as diversas instituições de ensino, de investigação e políticas sobre a necessidade de se fazer a certificação sísmica das construções existentes. Esse trabalho foi refletido na criação de grupos de trabalho, compostos por investigadores das diversas instituições públicas do país, em que se procurou desenvolver procedimentos e formas de atuação, aos diversos níveis. Para o efeito foram realizadas algumas reuniões e identificados alguns procedimentos a adotar. Posteriormente foram criados outros grupos de trabalho, compostos por elementos da Ordem dos Engenheiros e com a participação da Ordem dos Arquitetos em que se procurou apresentar um domínio de obrigatoriedade e um grau de exigência do reforço sísmico de edifícios. Pretendia-se habilitar os principais intervenientes na reabilitação urbana e para isso foram apresentados conceitos e critérios para servir de base à regulamentação da Lei 32-2012, que procede à primeira alteração ao Decreto -Lei n.º 307/2009, de 23 de Outubro, que estabelece o regime jurídico da reabilitação urbana, e à 54.ª alteração ao Código Civil, aprovando medidas destinadas a agilizar e a dinamizar a reabilitação urbana.

Na sequência da publicação do Dec. Lei no 53/2014 foi elaborada uma proposta de alteração ao referido decreto que previa a inclusão explícita da componente estrutural e sísmica. Esta alteração foi enviada pelo Bastonário da Ordem dos Engenheiros para o Ministro do Ambiente e para o Secretário de Estado do Ordenamento do Território e refletiam as recomendações de um grupo de trabalho incentivado pela SPES, apoiado

pela Ordem dos Engenheiros e dos Arquitetos, com participação do LNEC e de especialistas na área.

No início do ano de 2016 a SPES, em colaboração com o LNEC, contratou um doutorado que, sobre a orientação de dois elementos da direção da SPES e dois investigadores do LNEC, está a desenvolver trabalhos que irão permitir a apresentação de metodologias para Certificação Sísmica de edifícios existentes. Nas próximas secções serão detalhadas as iniciativas da SPES nesta matéria e o trabalho desenvolvido até à data.

Num artigo submetido a este congresso (Carvalho e Malfeito) refere-se em detalhe o trabalho realizado na análise dos vários estudos que originaram mapas de perigosidade sísmica para Portugal, pelo que aqui não se farão quaisquer desenvolvimentos sobre esse assunto.

## **2. SEGURANÇA SÍSMICA DAS CONSTRUÇÕES**

O facto de a Engenharia Sísmica ser uma ciência recente, tendo sido estabelecido o atual formato das regulamentações de estrutura na década de oitenta do século passado, implica que seja desconhecido para a generalidade das construções qual a verdadeira segurança que dispõem.

Mesmo para as construções mais recentes existem fundadas dúvidas quanto ao grau de cumprimento das normas regulamentares logo na fase de projeto, a que se poderão adicionar outros eventuais incumprimentos na fase de construção. Este eventual incumprimento poderá ter sofrido um sensível agravamento com a utilização de ferramenta de cálculo automático, em que os projetistas poderão ter um menor conhecimento, para não dizer completa ausência, dos pressupostos e hipóteses assumidas nas ferramentas de cálculo. No limite pode ser possível um projetista sem formação adequada, em estruturas em geral e engenharia sísmica em particular, realizar projetos em que o dimensionamento sísmico esteja incluído e nos quais, através da sua memória de cálculo, seja impossível avaliar o grau de cumprimento das normas regulamentares. Esta situação urge ultrapassar, assegurando à sociedade, que compra e habita as construções, que estas cumprem as exigências de segurança, como certamente admitem.

## **3. CERTIFICAÇÃO SÍSMICA DAS CONSTRUÇÕES**

Os sismos recentes têm evidenciado os efeitos devastadores que os mesmos provocam, e têm mostrado que nessa altura todas as deficiências de comportamento estrutural são súbita e completamente evidenciadas. Por isso a SPES entendeu que deveria ser dada uma especial e prioritária atenção à segurança das construções face à ação sísmica.

Esta atenção, por parte da SPES tem consistido em sensibilizar todos os investigadores e profissionais que trabalham na área da Engenharia Sísmica para a importância desta certificação e para a necessidade urgente de alterar o decreto lei nº 53/2014 já que o mesmo, ao não exigir a avaliação da segurança da estrutura existente, permite que a construção, mesmo periclitante, possa permanecer nesse estado, já que apenas se exige que não seja agravada a vulnerabilidade sísmica da construção. Nesse sentido a SPES, em colaboração com o LNEC, está a desenvolver trabalhos que irão permitir apresentar metodologias de análise das construções que permitam a criação de um sistema de certificação do comportamento sísmico das construções.

Os procedimentos a desenvolver irão passar pelas seguintes fases:

1.- Análise do estado-da-arte no que respeita a metodologias simplificadas para avaliação da segurança sísmica de edifícios existentes.

- Deverá ser feita uma recolha das diferentes metodologias simplificadas existentes para avaliação da segurança sísmica de edifícios (metodologias existentes na regulamentação internacional e metodologias propostas na literatura científica).
- Deverá ser feita uma distinção entre metodologias enquadradas em regulamentação ou normas internacionais e metodologias unicamente encontradas em publicações científicas.
- As diferentes metodologias deverão ser descritas e comparadas em termos do tipo de informação que necessitam para ser aplicadas e do seu enquadramento legal (quando aplicável). Deverão, ainda, ser identificadas algumas vantagens e desvantagens das diferentes metodologias. Adicionalmente, deverá ser igualmente recolhida informação acerca de estudos onde essas metodologias tenham sido previamente utilizadas.
- Identificar as metodologias com maior potencial para serem usadas para avaliação da segurança sísmica no contexto pretendido.

2.- Aplicação e análise comparativa das diferentes metodologias que foram escolhidas no Ponto 1.

- As metodologias deverão ser aplicadas a várias estruturas reais de modo a serem identificadas as dificuldades da sua aplicação, bem como vantagens e desvantagens das diferentes abordagens utilizadas.
- As estruturas reais selecionadas deverão apresentar diferentes configurações de modo a testar a aplicabilidade das metodologias a uma vasta gama de casos realistas.
- Idealmente, a informação disponível acerca das estruturas reais deverá permitir avaliar a sua segurança sísmica (através duma análise estrutural simples ou por outra via) de modo a poder aferir a qualidade dos resultados das metodologias simplificadas.

3.- Definição da metodologia a propor para avaliação da segurança sísmica de edifícios existentes.

- Com base nos resultados obtidos dos casos analisados no Ponto 2, e para cada tipo de edifícios considerado, deverá ser escolhida uma das seguintes opções:
  - a) Desenvolver uma metodologia nova, totalmente diferente das existentes
  - b) Adaptar alguma das metodologias analisadas
  - c) Adotar uma das metodologias analisadasNo caso de a) ou b), a metodologia proposta deverá ser testada nos exemplos utilizados no Ponto 2.

4.- Definição da classificação de vulnerabilidade sísmica das metodologias selecionadas para avaliação da segurança sísmica.

- Após ter as metodologias definidas deverá ser realizado um estudo de aplicação e de validação mais alargado/detalhado:
  - a) As metodologias deverão ser aplicadas a um conjunto de estruturas (um conjunto mais alargado do que o do Ponto 2).

- b) O conjunto de estruturas deverá ser analisado através de métodos mais detalhado (análise não linear dinâmica, análise de vulnerabilidade/risco).
- c) Os resultados das análises detalhadas deverão servir para calibrar os limites das classes de vulnerabilidade sísmica das metodologias simplificadas

5.- Desenvolvimento de uma proposta regulamentar para um modelo de certificação sísmica que consista num conjunto de procedimentos simplificados e ágeis, envolvendo as metodologias definidas para avaliação da segurança sísmica, e que possa ser integrado no domínio do licenciamento e da autorização das operações de edificação.

6.- Elaboração de Manuais de Formação que permitam aumentar a competência e o grau de exigência profissional pretendido para os técnicos que serão responsáveis pela aplicação desta proposta regulamentar, conferindo assim mais credibilidade e probabilidade de sucesso à aplicação dos procedimentos definidos nesta proposta.

A SPES, em colaboração com o LNEC, pretende no final apresentar esta metodologia às autoridades competentes e sensibilizá-las para a importância de legislar no sentido de tornar esta metodologia um procedimento comum quando se intervêm em edifícios existentes.

#### **4. CONCLUSÕES**

O trabalho que a SPES está a desenvolver irá permitir a apresentação de uma metodologia de avaliação das construções existentes que permitirá a certificação das construções existentes em Portugal. Pretende-se com este trabalho promover uma discussão alargada com as instituições que desenvolvem estudos na área da Engenharia Sísmica para se conseguir adotar uma metodologia que seja aceite por toda a comunidade técnica portuguesa.

A metodologia a apresentar terá condições para contribuir para a melhoria da segurança sísmica do parque construído, podendo ser posta em prática e aplicada num prazo de tempo relativamente curto. Ao mesmo tempo propõem-se medidas concretas para o seu melhoramento e eficácia, nomeadamente no que se refere à apresentação de manuais que permitam a explicitação da metodologia a casos concretos e que possam no futuro servir de referência para a aplicabilidade da mesma. Referia-se, também, o interesse da SPES em continuar a apoiar os trabalhos referentes à perigosidade sísmica no nosso País. Assim, identificadas as opções tomadas pelos diferentes grupos de trabalho que trabalharam nos vários projetos e analisadas as implicações de tais opções, será, brevemente, criado um grupo de trabalho nacional, cujo intuito é o de discutir os assuntos relevantes (catálogo sísmico e seu tratamento, zonas sismogénicas e seus parâmetros, metodologias e leis de previsão dos movimentos do solo) e, quem sabe, chegar a um mapa, consensual, da perigosidade sísmica para Portugal Continental.