

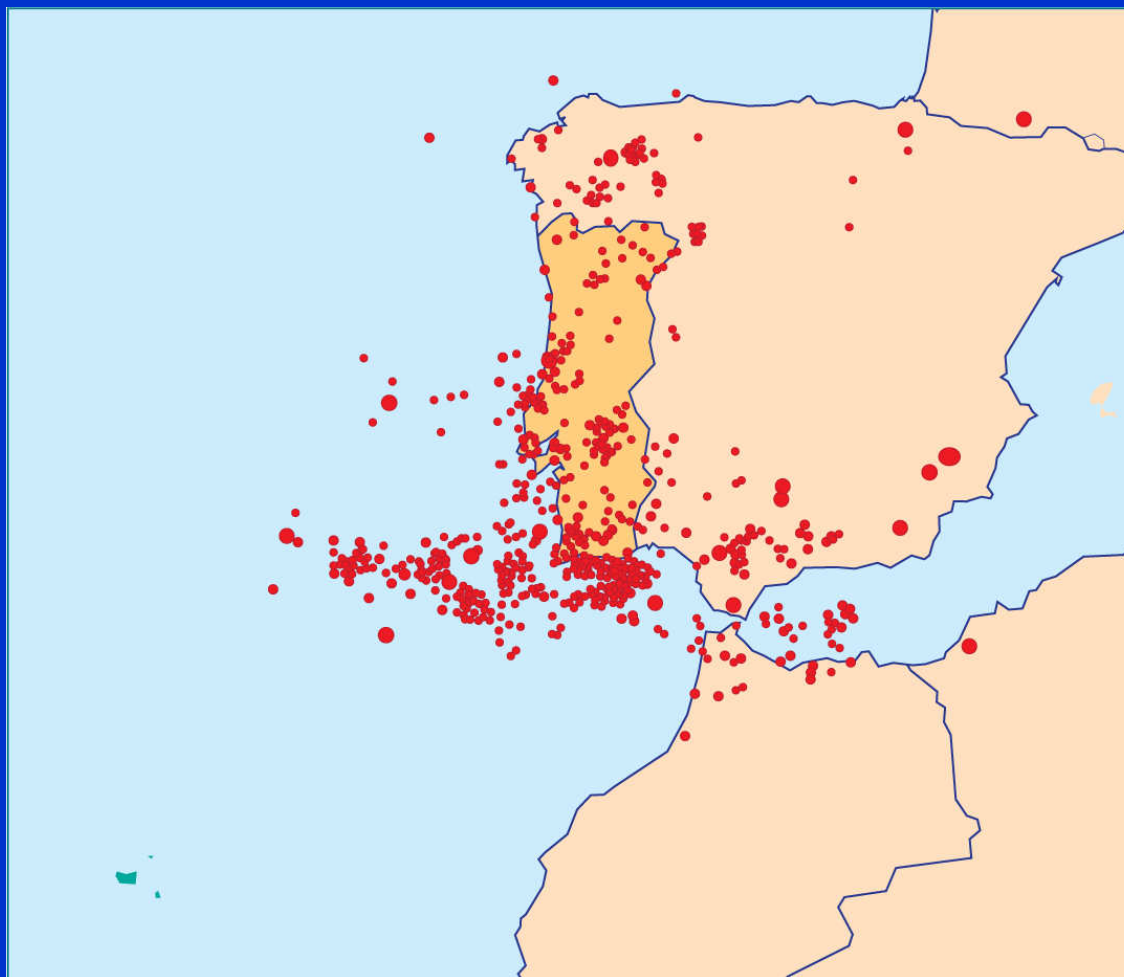
# Audição

Comissão de Ambiente,  
Ordenamento do Território e Poder  
Local da Assembleia da República

28 de Fevereiro de 2012

## Sismos

- Fenómeno natural (geológico)
- Imprevisível
- Recorrente



**Imprevisibilidade**  $\Rightarrow$  o próximo sismo de grande potencial destrutivo tanto pode ocorrer dentro de 3 ou 4 dias como 3 ou 4 décadas

**Recorrência**  $\Rightarrow$  certeza absoluta da ocorrências de sismos com forte potencial destrutivo no futuro em Portugal continental e nos Açores

# Potenciais Consequências em Portugal

**1 - Cenário pessimista mas plausível:** um único sismo, semelhante ao de 1755, pode causar dezenas de milhar de mortos e prejuízos materiais entre 50% e 100% do PIB

**2 - Cenário altamente provável** (50% de probabilidade em 50 anos): prejuízos de cerca de 10 000 milhões de euros (custo de 10 pontes Vasco da Gama) e centenas ou milhares de mortos

## 1 – Cenário pessimista mas plausível



INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA  
INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO



### RISCO SÍSMICO EM PORTUGAL CONTINENTAL

Maria Luísa Raposo de Magalhães do Nascimento e Sousa Sotto-Mayor  
(Mestre)

Orientador: Doutor Alfredo Peres de Noronha Campos Costa  
Co-orientador: Doutor Carlos Alberto Ferreira de Sousa Oliveira

Júri

Presidente: Reitor da Universidade Técnica de Lisboa  
Vogais: Doutor Carlos Alberto Ferreira de Sousa Oliveira  
Doutor Jorge Miguel Alberto de Miranda  
Doutora Ema Paula de Montenegro Ferreira Coelho  
Doutor Alfredo Peres de Noronha Campos Costa  
Doutor João Filipe de Barros Duarte Fonseca  
Doutor Mário Manuel Paisana dos Santos Lopes  
Doutor Luís Manuel Coelho Guerreiro

Dissertação elaborada no Laboratório Nacional de Engenharia Civil para obtenção do Grau de Doutor em Engenharia do Território pela Universidade Técnica de Lisboa no âmbito do protocolo de cooperação entre o IST e o LNEC

Lisboa, Julho de 2006

Quadro 6.9 – Síntese dos resultados do Simulador para um cenário sísmico de ocorrência semelhante ao de 1755.

Metodologias		Di Pasquale & Orsini	Giovinazzi & Lagomarsino	Zuccaro & Papa	FEMA & NIBS	Tiedemann
Danos em edifícios	Dano 0	1 501 386 (50,1%)	1 974 434 (65,9%)	1 503 170 (50,1%)	2 259 179 (75,4%)	Edifícios afectados 197 130 (6,6%)
	Dano 1	797 042 (26,6%)	450 813 (15,0%)	975 793 (32,6%)	Ausência de Dano	
	Dano 2	380 827 (12,7%)	283 524 (9,5%)	384 787 (12,8%)	264 753 (8,8%) Ligeiro	
	Dano 3	189 071 (6,3%)	176 123 (5,9%)	109 081 (3,6%)	170 841 (5,7%) Moderado 159 913 (5,3%) Severo	
	Total = 2 997 659 edifícios				142 973 (4,8%) Total	
Metodologias		Coburn & Spence			FEMA & NIBS	Tiedemann
Perdas Humanas	S/ Ferimentos	9 724 186 (99,34%)	9 746 509 (99,56%)	9 786 774 (99,98%)	9 697 042 (99,06%)	Mortos 17 689 (0,18%)
	F. Ligeiros	3 999 (0,04%)	3 479 (0,04%)	212 (0,00%)	74 940 (0,77%)	
	Cuidados Hospitalares	8 945 (0,09%)	6 350 (0,06%)	360 (0,00%)	13 797 (0,14%)	
	F. Graves	5 410 (0,06%)	4 992 (0,05%)	309 (0,00%)	1 691 (0,02%)	
	Total = 9 789 109 indivíduos		27 779 (0,28%)	1 454 (0,02%)	1 640 (0,02%)	
Área perdida total [m <sup>2</sup> ] Total = 610 822 555 m <sup>2</sup>		43 690 670 (7,2%)	37 210 034 (6,1%)	20 853 750 (3,4%)	49 598 760 (8,1%)	39 840 000 (6,5%)
Perda total [Euro × 10 <sup>6</sup> ] (% PIB de 2001)		22 870 (18,6%)	19 799 (16,1%)	10 656 (8,7%)	26 539 (21,6%)	21 293 (17,3%)

Época de construção	Cidade de Lisboa	Área Metropolitana de Lisboa	Portugal Continental
Até 1919	10%	4%	6%
1919 a 1945	17%	7%	8%
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	6%	9%	10%
1996 a 2001	7%	11%	13%
Total de alojamentos	288 481	1 291 652	4 832 537

**Na região de Lisboa: 22% da população vive em construções não construídas para resistir a sismos. É mais de meio milhão de pessoas, mais dos que as que cá viviam em 1755. Ou seja, um sismo menos intenso que o de 1755 pode ter efeitos semelhantes.**

**2 - Cenário altamente provável (50% de probabilidade em 50 anos):** prejuízos de cerca de 10 000 milhões de euros (custo de 10 pontes Vasco da Gama) e centenas ou milhares de mortos

Em Lisboa de vez em quando edifícios antigos desmoronam-se sozinhos

A Câmara Municipal de Lisboa já identificou mais de mil edifícios em risco de colapso eminente

Imagine-se o que acontecerá à maioria destes edifícios no caso de ocorrer um sismo de intensidade média (cenário provável)

João Appletton (autor do projecto de reforço da AR, em Sismos e Edifícios, pág 422): **“Gaioleiros ...são vítimas frequentes de colapsos parciais ou globais e que constituem um universo de potenciais ruínas em caso de ocorrência de sismos intensos”**



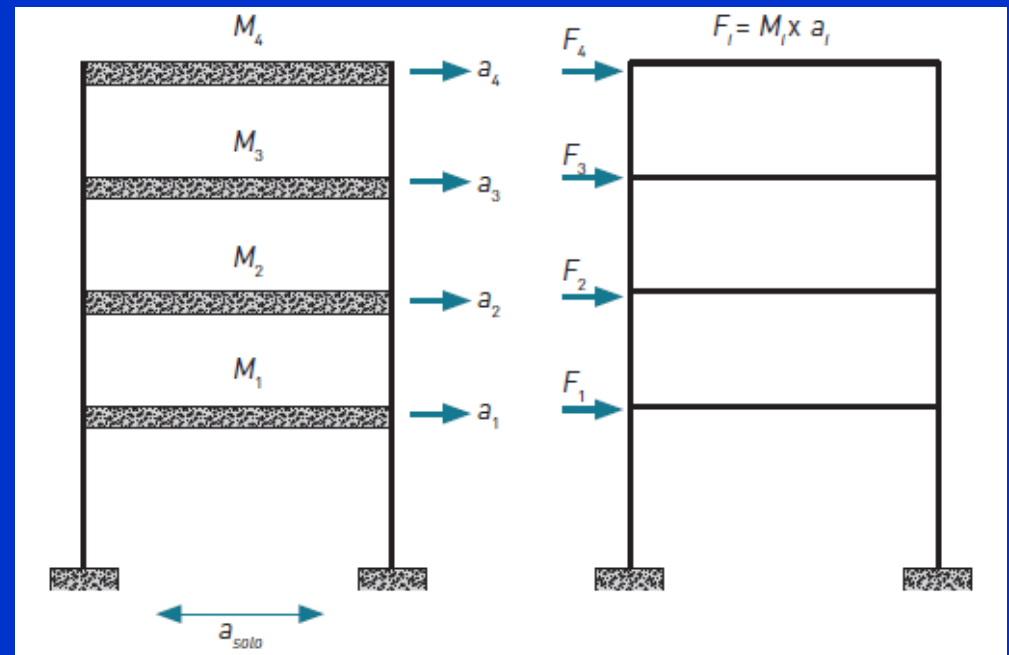
Potenciais consequências dos sismos são evitáveis através de políticas preventivas

Os edifícios podem ser construídos para resistir a sismos

Os edifícios existentes podem ser reforçados

As redes de infraestruturas e instalações industriais podem ser projectadas e construídas para resistir a sismos

Até os monumentos podem ser reforçados



## Eficiência do reforço

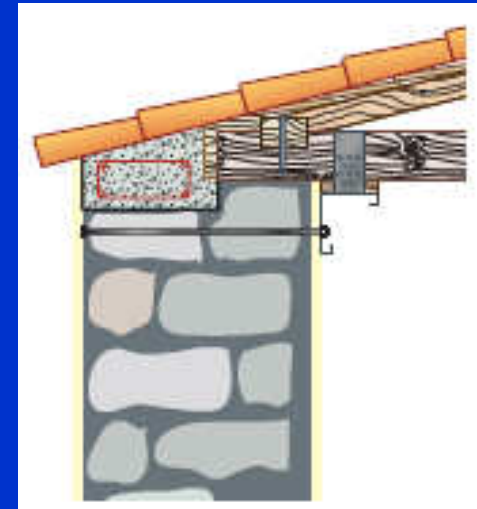
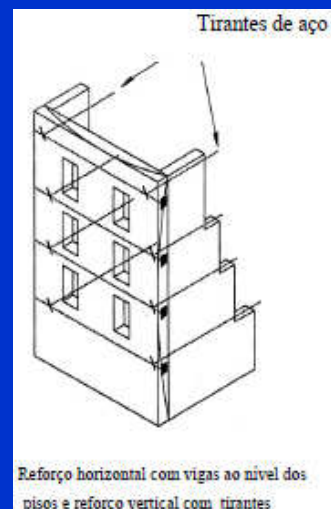
Faial, 1998: efeitos do sismo em duas construções adjacentes, uma reforçada e outra não



## Reforço sísmico de edifícios – situação actual

- Não há legislação que torne obrigatória a sua aplicação
- Não há recomendações técnicas (excepção: Açores)
- Na realidade em muitas obras ditas de reabilitação urbana reduz-se a resistência sísmica dos edifícios

Exemplos de intervenções que não resolveram o problema e que obrigarão a desfazer o que se fez se se quiser reforçar os edifícios no futuro ⇒ **desperdício de recursos**



## Intervenções que enfraqueceram a resistência dos edifícios



Corte de pilar no r/c, onde os efeitos dos sismos são mais fortes



Aumento do nº de pisos  $\Rightarrow$  aumento do peso do edifício e das forças induzidas pelo sismo na zona mais gravosa

## Intervenções que enfraqueceram a resistência dos edifícios



### Edifício pombalino

- canalização inserida em parede com “Gaiola” sismo resistente em madeira;
- o corte reduziu fortemente a sua contribuição para a resistência sísmica do edifício;
- Nesta obra, paga com dinheiros públicos, escondeu-se o “problema”, rebocando a parede com argamassa de cimento.

### 4. Recomendações

### CML 2005

#### 4.1 Intervenções a evitar em edifícios existentes

Recomenda-se que em quaisquer intervenções em edifícios existentes não sejam permitidas intervenções que reduzam a sua resistência global a forças horizontais. São exemplos deste tipo de intervenções: (i) demolições de elementos de suporte de cargas verticais (o que não inclui paredes divisórias em tabique ou tijolo furado, até determinada percentagem da área total dos elementos por piso), (ii) acrescento de novos pisos, e (iii) introdução de canalizações no interior de elementos estruturais se esta afectar significativamente a sua capacidade resistente, o que é o caso em que se cortam armaduras em elementos de betão armado, ou se cortam barrotes de madeira em frontais de edifícios de alvenaria (pombalinos ou gaioleiros).

### CML 2011

económicas e urbanísticas, tal como está explícito no nº1 do art 42 do Regulamento de revisão do PDM. De facto, no nº 3 alíneas a,b,c e no nº 4 alíneas a,b,c,d deste artigo abre-se a porta a obras que envolvam o aumento do número de pisos de edifícios existentes bem como a alterações de vãos, que podem implicar o corte de pilares ou outros elementos estruturais. Este tipo de intervenções conduz ao enfraquecimento das estruturas dos edifícios sob a acção dos sismos, e provocará um aumento do número de vítimas e danos materiais quando Lisboa for novamente atingida por um sismo forte.

A comunidade técnica tem feito inúmeras sugestões transmitidas ao poder político (incluindo ao nível da UE) em numerosos contactos directos **desde Janeiro de 2000**.

O Governo do eng<sup>o</sup> Sócrates foi directamente informado de tudo em 2005. O actual Governo ainda não.



## **DOCUMENTOS** (enviados à COPTC da AR em 2008)

- ♦ **1 - Programa Nacional de Redução da Vulnerabilidade Sísmica do Edificado, SPES e GECORPA, Abril de 2001**
- ♦ **2 - Prospecto de apresentação da Sociedade Portuguesa de Engenharia Sísmica, 2003**
- ♦ **3 - Mensagem do anterior Presidente da República sobre a Redução do Risco Sísmico, Fevereiro de 2003**
- ♦ **4 - Carta enviada ao Presidente da República e entregue em mão ao 1º Ministro em funções. Contém lista de medidas sugeridas para enfrentar o problema sísmico, organizada por ministérios. SPES, Novembro de 2003**

- ♦ **5 - 1º Projecto de Resolução da Assembleia da República sobre a redução do risco sísmico. Deputados do PSD e do CDS, Março de 2004**
- ♦ **6 - Correspondência com a Comissão Europeia, 2004 e 2005**
- ♦ **7 - Estudo Sectorial sobre Risco Sísmico. Estudo realizado para a Câmara Municipal de Lisboa. Contém lista de acções para reduzir o risco sísmico que podem ter contribuições ao nível das autarquias locais. Março de 2005**
- ♦ **8 - 2º Projecto de Resolução da Assembleia da República sobre a redução do risco sísmico. Deputados do PCP, Janeiro de 2006**
- ♦ **9 - Excertos de uma tese de doutoramento sobre risco sísmico em que se analisam possíveis cenários sísmicos em Portugal com base nas ferramentas de simulação mais sofisticadas que existem. Junho de 2006**

- ◆ **10 - Earthquake Risk Reduction in Europe. Documento que contém as propostas da Associação Europeia de Engenharia Sísmica (EAEE) para actuação da União Europeia com vista a reduzir o risco sísmico na Europa. Fevereiro de 2007**
- ◆ **11 - Apresentação das propostas da EAEE num “Information Meeting” no Parlamento Europeu. Fevereiro de 2007.**
- ◆ **12 - REGI – Report on the Regional Impact of Earthquakes, Parlamento Europeu, Novembro de 2007**
- ◆ **13 - Carta do relatório REGI ao Presidente da Comissão Europeia, Maio de 2008**
- ◆ **14 - Sismos e Edifícios / Mário Lopes [ et al] Edições Orion, Setembro de 2008**

# CUSTOS (do reforço sísmico)

Extremamente variáveis (dependem do estado inicial da construção ,nível de exigência, etc.). Exemplo: escolas  $\Rightarrow$  0 a 100 euros/m<sup>2</sup> (0 a 20% do custo de construção nova)

Padrões de exigência na reabilitação podem ser mais baixos que na construção nova (por razões de razoabilidade económica e social para viabilizar as intervenções), mas devem-se assegurar níveis mínimos de proteção sísmica em todos os casos

Rendas devem aproximar-se dos valores de mercado para potenciar o financiamento privado  $\Rightarrow$  manter rendas baixas por via administrativa é promover a degradação urbana

Manter a situação actual, em que se permite tudo, inclusivé estimular o enfraquecimento dos edifícios, é

# ◆ NEGLIGÊNCIA

(pela qual um dia se pagará um preço elevado, não só material como em vias humanas)

## Recomendação da SPES e da AR

Assegurar a obrigatoriedade de segurança estrutural anti-sísmica nos programas de reabilitação urbana existentes ou a criar.

# Resolução nº 102/2010 da Assembleia da República

*Diário da República, 1.ª série—N.º 155—11 de Agosto de 2010*

### Resolução da Assembleia da República n.º 102/2010

#### Adopção de medidas para reduzir os riscos sísmicos

A Assembleia da República resolve, nos termos do n.º 5 do artigo 166.º da Constituição, recomendar ao Governo que:

1 — Promova junto das autarquias e com apoio dos serviços do Estado e estimulando a colaboração do meio técnico e científico a elaboração de cartas de risco sísmico que identifiquem as zonas mais vulneráveis à acção sísmica, as tipologias do edificado que mais contribuem para o risco e a sua localização, as quais devem ser vertidas nos planos de ordenamento de âmbito municipal de modo a orientar os usos do solo e as acções de urbanização e edificação.

2 — Proceda a um levantamento da vulnerabilidade sísmica do edificado público que tenha em conta a caracterização da sua tipologia estrutural e ocupacional, disponibilizando os meios para que os privados possam requerê-lo, hierarquizando a urgência da intervenção sobre cada um desses edifícios ou infra-estruturas, através de um plano de avaliação e hierarquização de prioridades.

3 — Elabore, em articulação com as autarquias locais, um plano nacional de redução da vulnerabilidade sísmica das redes de infra-estruturas industriais, hospitalares, escolares, governamentais, das infra-estruturas de transportes, energia, telecomunicações, gás, água e saneamento e de outros pontos críticos, bem como as de património histórico e zonas históricas dos núcleos urbanos, com identificação e hierarquização das situações de risco.

4 — Para as infra-estruturas tuteladas pelo Estado como para o património histórico-cultural sejam realizados programas específicos de intervenção para a redução da vulnerabilidade sísmica, sempre que assim se justifique, a promover pelos ministérios com as respectivas tutelas e de acordo com o plano de avaliação e hierarquização das prioridades.

5 — Reforce os meios de controlo de qualidade dos edifícios novos, assegurando que o projecto está de acordo com a legislação em vigor e a sua execução é congruente com os projectos aprovados, nomeadamente no que toca aos mecanismos de redução da vulnerabilidade sísmica da construção.

6 — Assegure a obrigatoriedade de segurança estrutural anti-sísmica nos programas de reabilitação urbana existentes ou a criar, conforme a sua localização nas zonas do mapa de risco sísmico e vertidas nos planos de ordenamento de âmbito municipal.

7 — Crie um grupo de trabalho em articulação com a comunidade técnica e científica e instituições relevantes na área com o objectivo de definir a aplicação de medidas de curto, médio e longo prazo, no quadro de um plano nacional de redução da vulnerabilidade sísmica, a iniciar com carácter de urgência.

8 — Realize regularmente acções de formação para a prevenção, articulando as diversas entidades com intervenção na protecção civil, bem como as escolas e as empresas, com vista à sensibilização e preparação da população.

9 — Estimule a investigação científica nas áreas da prevenção, sismologia, engenharia sísmica e caracterização geotectónica do território nacional, partindo da criação de programas específicos de apoio a projectos, e reforce os meios dos organismos nacionais com funções de vigilância e acompanhamento das questões relacionadas com a sismicidade, desenvolvendo também ferramentas que per-

mitam a avaliação socioeconómica das consequências dos sismos, estabelecendo métodos racionais para a avaliação e reforço de estruturas, e identificação de metodologias de protecção sísmica a implementar.

Aprovada em 22 de Julho de 2010.

O Presidente da Assembleia da República, *Jaime Gama*.

**CONFRONTAR A  
ASSEMBLEIA DA REPÚBLICA  
COM AS SUAS  
RESPONSABILIDADES  
MORAIS E POLÍTICAS**

## Hipótese 1

**Assembleia da República aprova legislação sobre reabilitação urbana que omite o problema sísmico, ou seja, de sentido contrário à sua própria Resolução.**

## Hipótese 2

**A Assembleia da República deseja contribuir para a aplicação da Resolução que aprovou.**



# Hipótese 1 = demonstração ostensiva de HIPOCRISIA

**Que credibilidade política mereceria a  
Assembleia da República?**

**A Assembleia da República promoveu o reforço  
sísmico do seu próprio edifício, mas nega essa  
protecção aos restantes 10 milhões de  
portugueses**

**Que credibilidade moral e respeito mereceria a  
Assembleia da República ?**

## Hipótese 2

**A Assembleia da República deseja  
contribuir para a aplicação da  
Resolução que aprovou**

# Reabilitação urbana

## Inclusão do reforço estrutural

- i) Elaborar recomendações técnicas para reforço sísmico das construções,
- ii) Elaborar legislação sobre obrigatoriedade de incluir o reforço sísmico nas obras de reabilitação de edifícios.
- iii) Elaborar legislação para defesa do património construído de maior valor cultural.
- iv) Informar a população sobre o problema do risco sísmico, pois sem percepção do risco pelos principais envolvidos não haverá redução do risco.
- v) Criar mecanismos de fiscalização sistemáticos e eficientes das obras de construção e reforço.
- vi) Desenvolver a investigação e formação.
- vii) Dar o exemplo: os órgãos do Estado, Governo e Câmaras em particular, deveriam cuidar do seu património.

## Propostas da SPES para a reabilitação urbana (e não só)

### Muito curto prazo

1 – Como a nova legislação deve ser aprovada rapidamente devido a compromissos internacionais, apenas é possível incluir a proibição de obras que reduzam a resistência sísmica.

2 – Governo deve nomear coordenador do Grupo de Trabalho referido no ponto 7 da Resolução nº102/2010 da AR

## Curto/médio prazo

**3 – Elaborar e aprovar legislação técnica sobre reforço estrutural e o seu domínio de aplicação na reabilitação de edifícios, até ao final de 2013**

**4 – Iniciar o desenvolvimento dos pontos iii) a vii)**

**Obs: o Governo e a Assembleia da República poderão contar com o apoio e empenho da SPES e da comunidade técnica.**

## Declaração das instituições de investigação

Os signatários consideram que as instituições de investigação portuguesas têm já ou podem desenvolver as capacidades necessárias à execução das tarefas de natureza científica e técnica necessárias à implementação eficiente dos diversos pontos daquela Resolução.

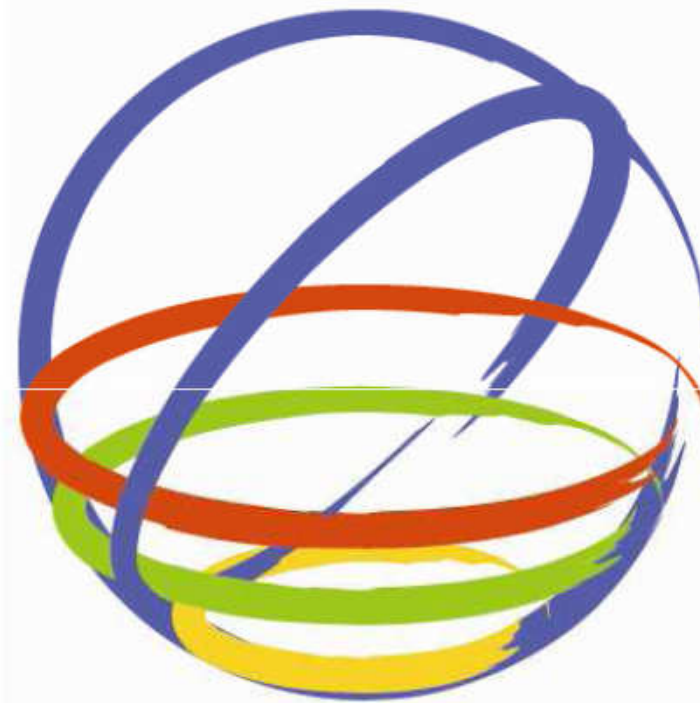
Face ao exposto, os signatários declaram que, para a implementação da Resolução, o Governo e o Estado Português podem contar com o empenho e pró-actividade dos investigadores e técnicos das instituições que subscrevem a presente declaração.

# 15<sup>th</sup> WORLD CONFERENCE ON EARTHQUAKE ENGINEERING

LISBOA 2012



**15 WCEE**  
LISBOA 2012



**15 WCEE**  
LISBOA 2012

**Obrigado pela vossa  
atenção**