

# Seminário

## Lei 32/2012 – Proposta de Regulamentação do Reforço Sísmico

Mário Lopes

IST, 10 de Janeiro de 2013

# Enquadramento

## 1 – Técnico

1.1 – Características dos sismos

1.2 – Potenciais consequências

1.3 – Capacidade para evitar as consequências

1.4 – Situação actual

## 2 – Político

2.1 – Legislação técnica

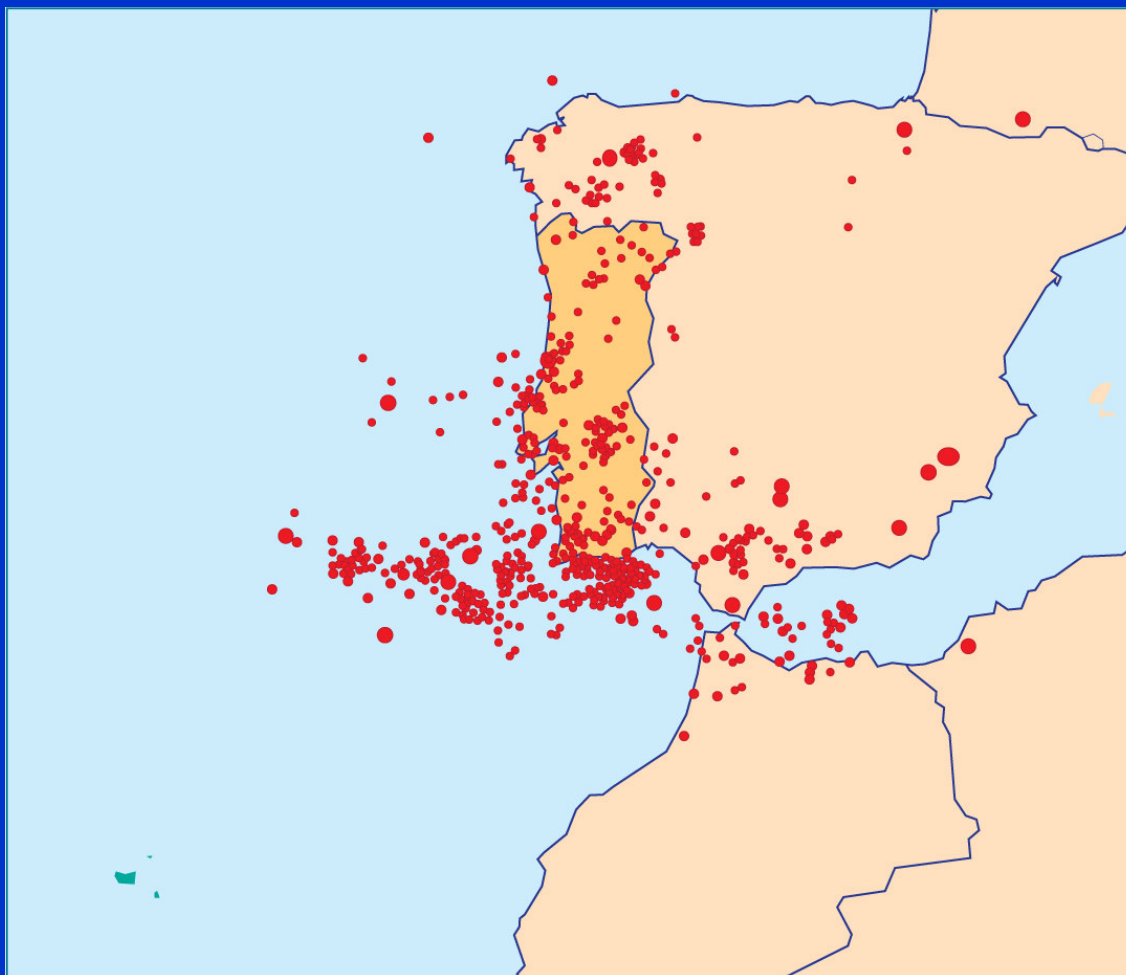
2.2 – Acção da comunidade técnica e Resolução da AR

2.3 – Lei 32/2012 e proposta de regulamentação.

2.4 - Recomendações

# 1.1 – Características dos 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

# 1.2 – Potenciais consequências

**Risco Sísmico =**

**Perigosidade x Exposição x**

**Vulnerabilidade**

**Perigosidade** – possibilidade de ocorrência de sismos intensos

**Exposição** – pessoas e bens nas zonas potencialmente afectadas

## 1.2 – Potenciais consequências

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

**2 - Cenário altamente provável** (50% de probabilidade em 50 anos): prejuizos 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 Luis 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	
	Dano 4	87 586 (2,9%)	86 512 (2,9%)	22 193 (0,74%)	142 973 (4,8%) Total	
Total = 2 997 659 edifícios	Dano 5	41 747 (1,4%)	26 253 (0,88%)	2 635 (0,09%)		
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	Mortos	46 569 (0,48%)	27 779 (0,28%)	1 454 (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%)

## 1.3 – Capacidade para evitar as consequências

**Perigosidade** - não é possível reduzir

**Exposição** - a capacidade para a reduzir é muito limitada

**Vulnerabilidade** - pode ser reduzida. Depende essencialmente da acção do Homem  $\Rightarrow$  Engenharia

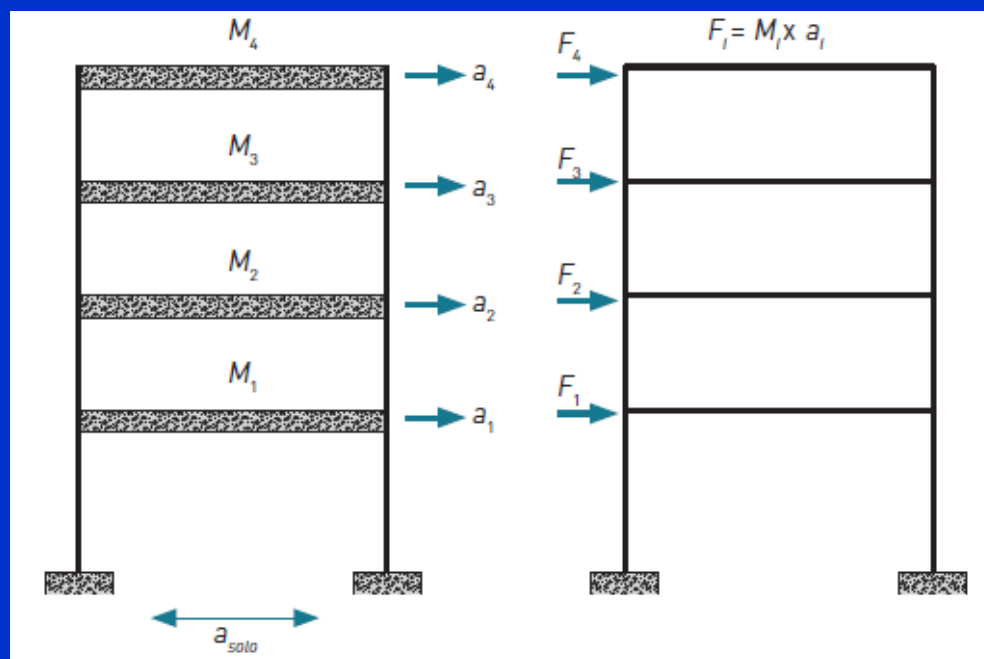


Os edifícios podem ser construídos para resistir a sismos

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

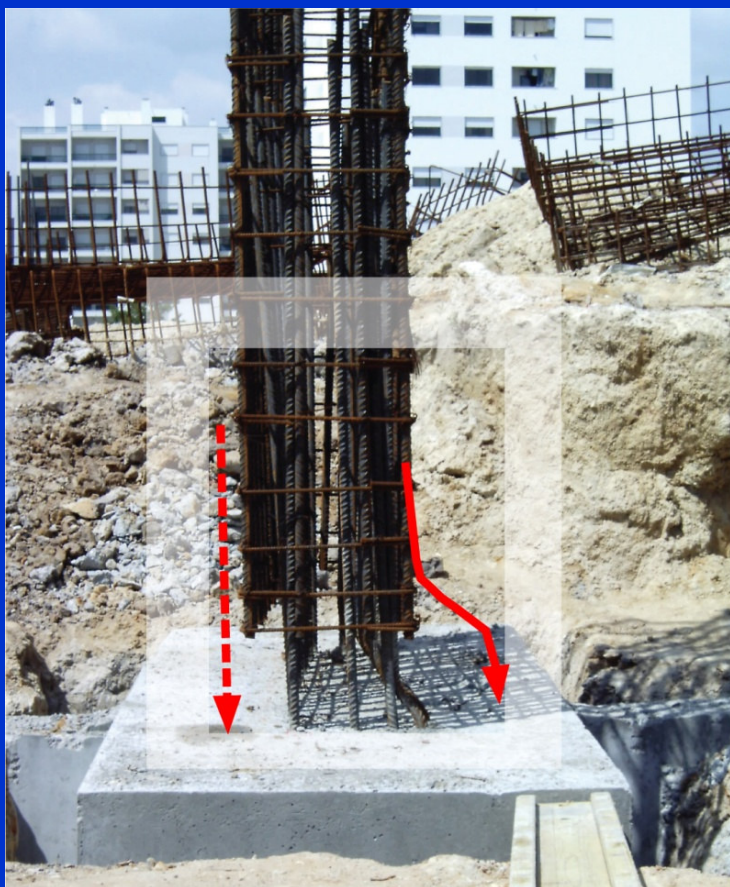
Faial, 1998: efeitos do sismo em duas construções adjacentes, uma reforçada e outra não



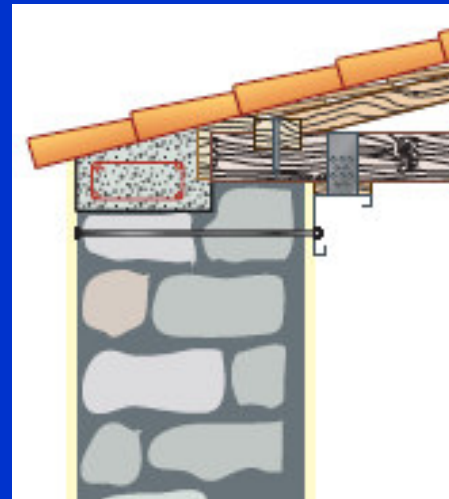
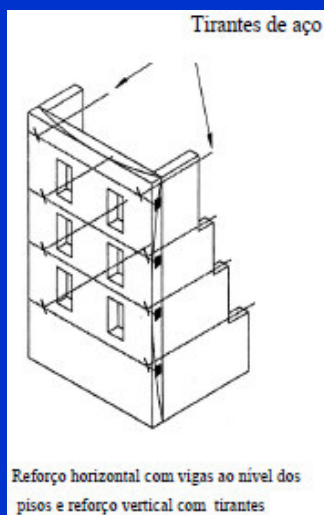
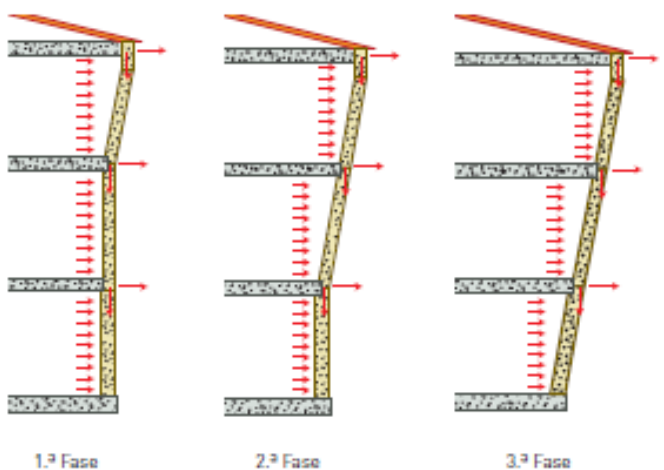
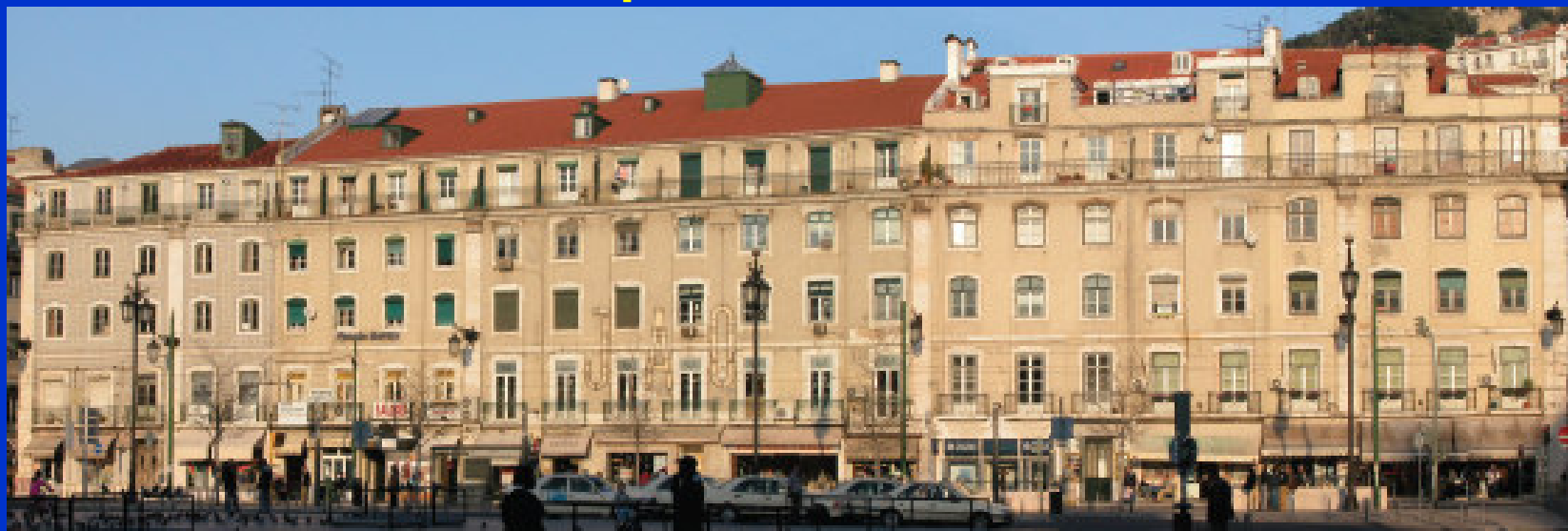
## 1.4 – Situação actual

Nas obras novas há de tudo. Edifícios com excelente resistência sísmica e outros que deixam muito a desejar.





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” sísmo 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.

## 2.1 – Legislação técnica

**Regulamentação que obriga ao cálculo sísmico dos edifícios: existe desde 1958, foi actualizada em 1983 e voltará a sê-lo em breve com a entrada em vigor dos Eurocódigos.**

**Edifícios projectados antes de 1958 em geral não foram calculados para resistir a sismos.**



# 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**

**Na situação actual seria o colapso destes edifícios a maior causa de vítimas quando ocorrer novamente um sismo intenso.**

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%
<b>Total de alojamentos</b>	<b>288 481</b>	<b>1 291 652</b>	<b>4 832 537</b>

**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.**

## **2.2 – Acção da comunidade técnica e Resolução da AR**

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

# 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 permitam 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*.

## Pontos 6 e 7

**Está implícito nesta Resolução (aprovada por unanimidade):**

- i) Que há diversas acções para reduzir os risco sísmico que deveriam ser implementadas mas não o estavam a ser em 2010 (e esta situação ainda não se alterou)**
- ii) As responsabilidades políticas na redução do risco sísmico**

## 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.

# Sociedade Portuguesa de Engenharia Sísmica

## DECLARAÇÃO

Através da sua Resolução nº102/2010, publicada no Diário da República, 1.ª série N.º 155, de 11 de Agosto de 2010, a Assembleia da República recomendou ao Governo a “adoção de medidas para reduzir os riscos sísmicos”.

Nesta Resolução, que se anexa, o meio técnico e científico e instituições relevantes na área são convidados a colaborar de uma forma empenhada com as autoridades públicas, na elaboração de estudos, recomendações e documentos de suporte à materialização dos objectivos contidos na referida Resolução.

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.

2 de Janeiro de 2012

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

O Presidente

*[Handwritten signature]*



*[Handwritten signature]*

Carlos Pina  
Presidente do LNEC

*[Handwritten signature]*



Universidade de Évora decivil

FACULDADE DE ENGENHARIA  
UNIVERSIDADE DO PORTO

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*



*[Handwritten signature]*

Prof. Doutor Fernando Santana  
Director  
Faculdade de Ciências e Tecnologia / UNL

UNIVERSIDADE DOS AÇORES  
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS



A declaração está assinada por:

Nome	Cargo/Instituição
António Cruz Serra	Presidente do Instituto Superior Técnico
Carlos Pina	Presidente do Laboratório Nacional de Engenharia Civil
Paulo Cachim	Director do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro
Paulo António Alves Pereira	Presidente da Escola de Engenharia da Universidade do Minho
João Queiroz	Reitor da Universidade da Beira Interior
Sebastião Feyo de Azevedo	Director da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Luís Neves	Director da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra
Fernando Santana	Director da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa
Carlos Braumann	Reitor da Universidade de Évora
João Pinto Guerreiro	Reitor da Universidade do Algarve
Virgílio Cruz	Director do Departamento de Geociências da Universidade dos Açores
Francisco Fernandes	Director do Laboratório Regional de Engenharia Civil dos Açores
José Pinto Paixão	Director da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

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

**é uma situação pela qual um dia se pagará um preço elevado,  
não só material como em vias humanas**

**Alterar esta situação é um  
imperativo ético e cívico**



## 2.3 – Lei 32/2012 e proposta de regras para assegurar resistência sísmica

Lei n.º 32/2012

de 14 de agosto

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.

A Assembleia da República decreta, nos termos da alínea c) do artigo 161.º da Constituição, o seguinte:

### Artigo 1.º

#### Objeto

A presente lei aprova medidas destinadas a agilizar e a dinamizar a reabilitação urbana, nomeadamente:

- a) Flexibilizando e simplificando os procedimentos de criação de áreas de reabilitação urbana;
- b) Criando um procedimento simplificado de controlo prévio de operações urbanísticas;
- c) Regulando a reabilitação urbana de edifícios ou frações, ainda que localizados fora de áreas de reabilitação urbana, cuja construção tenha sido concluída há pelo menos 30 anos e em que se justifique uma intervenção de reabilitação destinada a conferir-lhes adequadas características de desempenho e de segurança.

### Artigo 51.º

[--]

1 — A emissão da licença ou a admissão de comunicação prévia de obras de reconstrução ou alteração de edifício inseridas no âmbito de aplicação do presente decreto-lei não podem ser recusadas com fundamento em normas legais ou regulamentares supervenientes à construção originária, desde que tais operações:

- a) Não originem ou agravem a desconformidade com as normas em vigor; ou
- b) Tenham como resultado a melhoria das condições de segurança e de salubridade da edificação; e
- c) Observem as opções de construção adequadas à segurança estrutural e sísmica do edifício.

**A proposta de regulamentação em discussão que refere foi elaborada por um grupo informal constituído por elementos da Direcção da Sociedade Portuguesa de Engenharia Sísmica, da Comissão de Especialização em Estruturas da Ordem dos Engenheiros, dos Órgãos Directivos da Ordem dos Engenheiros Técnicos e outros especialistas em estruturas e reabilitação de edifícios. Inclui tanto cientistas e académicos, como profissionais com experiência de projecto e obras de reabilitação . Esta proposta não inclui outros aspectos que também podem precisar de ser regulamentados (térmica, acústica, acessibilidades, etc.)**

# Objectivos desta proposta:

- 1 - **Desencadear a avaliação sísmica de edifícios correntes aquando de intervenções de reabilitação com alguma expressão económica**
- 2 - **Definir as condições em que, em função dessa avaliação, será obrigatório o reforço sísmico**
- 3 - **Definir a exigência, quanto à acção sísmica a considerar no projecto do reforço**

# Conteúdo e forma

O conteúdo da proposta foi pensado em termos da materialização dos objectivos propostos.

Não houve preocupações de forma com questões jurídicas na linguagem com que a proposta foi redigida. Por esta razão pode ser necessário fazer adaptações ou melhoramentos ao texto.

# Domínio de aplicação

## ⇒ Edifícios correntes

Decisões de organismos do Estado relativos a monumentos e património construído classificado sobrepõem-se a esta proposta de regulamentação da Lei 32/2012

Deve estudar-se a possibilidade de, para construções de pequeno porte, substituir a presente proposta por normas práticas passíveis de aplicação sem cálculo ou com cálculos simplificados

**Questões a considerar na análise desta  
questão**

# CUSTOS

**Reabilitação (todas as componentes) - podem ser extremamente variáveis**

**Acréscimos devidos ao reforço sísmico – parte do custo do reforço estrutural. Exemplos: em geral inferior a 100 euros/m<sup>2</sup>**

**Termos de comparação (valor dos bens a proteger):**

**Custo da construção nova: 600 – 800 euros/m<sup>2</sup>**

**Custo incluindo recheio: 600 – 1000 euros/m<sup>2</sup>**

**No entanto note-se que após um sismo a procura aumenta e a oferta diminui, pelo que os custos de construção e reparação podem subir bastante nesse período.**

# CUSTOS (do reforço sísmico)

**Padrões de exigência de resistência sísmica na reabilitação podem ser mais baixos do 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.**

**Não consideração do reforço sísmico  $\Rightarrow$  desperdício, se mais tarde se quiser melhorar o nível de segurança, ou custos de reparação e reconstrução provavelmente superiores e concentrados num período de tempo mais curto.**



# Financiamento

**Estado – reduzido no actual contexto económico**

**União Europeia – actualmente não é possível usar Fundos da UE para reabilitar edifícios particulares, mas o reforço sísmico pode ser um argumento para alterar esta situação**

# Aspectos Técnicos e Políticos

A delimitação das situações em que o reforço sísmico deve ser obrigatório e o grau de exigência do reforço envolve aspectos técnicos e políticos.

**Aspectos técnicos: avaliação do risco e dos custos**

**Aspectos políticos: decisões sobre aceitação dos riscos e dos custos**

Por estas razões, e porque a engenharia não é uma ciência exacta, há na proposta aspectos subjectivos e passíveis de discussão. Os valores propostos reflectem opiniões dominantes, pontos de equilíbrio, e não unanimidade.

# Monitorização e Revisão

Recomenda-se a monitorização da aplicação da proposta e sua revisão e melhoramento periódico. Por exemplo a Comissão Europeia prevê uma periodicidade de 5 anos para a revisão dos Eurocódigos (regulamentos europeus para a construção). Neste caso, dado a falta de experiência passada, recomenda-se uma periodicidade menor. A entrada em vigor de novas versões deve ser divulgada com antecedência suficiente para não alterar projectos em curso.

## 2.4 - Recomendações

**1 - Recomenda-se ao Governo que, em conjunto com as Ordens Profissionais (Ordem dos Engenheiros, Ordem dos Engenheiros Técnicos e Ordem dos Arquitectos) e associações empresariais relevantes, desenvolva todos os esforços possíveis para garantir a qualidade das obras novas e a reabilitar, incluindo:**

**1.1 - criação e/ou melhoria de mecanismos de fiscalização de projectos e obras**

**1.2 - melhoria das habilitações requeridas aos intervenientes técnicos nessas obras (considerando a maior complexidade das obras de reabilitação) e a promoção de acções de formação (mestrados, pós-graduações, etc.) que permitam a muitos técnicos melhorar as suas habilitações.**

**2 -Promova a elaboração de recomendações e normas técnicas de suporte ao reforço estrutural de edifícios**

**3 -Promova a investigação sobre reforço sísmico de construções**

**4 – Promova a informação à população, de forma a aumentar o grau de exigência na aquisição bens imobiliários, a aceitação das obras de reabilitação e a contribuição financeira do sector privado para as mesmas**

# Observações finais

**As recomendações e apresentações deste Seminário, bem como a proposta de regulamentação da Lei 32/2012 no domínio do reforço sísmico, são públicos e serão disponibilizados na internet no site indicado no convite para o Seminário. Destinam-se essencialmente a apoiar todas as entidades com responsabilidades técnicas e políticas na reabilitação urbana em Portugal, em particular na elaboração de legislação.**

**Obrigado pela vossa  
atenção**