

Políticas preventivas de alerta e mitigação do risco sísmico - Lisboa -

IST: Francisco Mota de Sá, Carlos Sousa Oliveira, Mário Lopes, Mónica Amaral Ferreira

CML: Marta Sotto-Mayor, Isabel Genro, Luís Oliveira Pinto, Luísa Ribeiro, Marta Cardoso,
wwwTeresa Pereira, Vitorino Esteves, Maria João Ventura, Susana Marques

Objetivo central da Câmara Municipal de Lisboa

Implementar políticas preventivas de mitigação e alerta para a problemática do risco sísmico

através de:

- sensibilização para a Segurança Sísmica na Reabilitação de edifícios;
- conhecimento da vulnerabilidade sísmica das edificações singulares, na cidade de Lisboa.



Ferramentas

I - Modelo de avaliação de risco sísmico para edificações singulares

Realizado em colaboração com o IST.

II - Carta de classificação dos solos

Atualização da classificação da vulnerabilidade sísmica dos solos de Lisboa, que foi desenvolvido pelo Centro Europeu de Riscos Urbanos, em colaboração com a FCUL e o IST.

III - Guia de Boas Práticas na área do Reforço Sísmico do edificado

De formato apelativo e de profundidade técnica média, a disponibilizar ao Cidadão no Portal do Município. Realizado em colaboração com a CML e o IST.



A participação e o envolvimento da comunidade académica, de outros stakeholders e da sociedade civil, é um dos passos importantes para o melhoria e implementação deste projeto.



MODELO DE AVALIAÇÃO DE RISCO SÍSMICO PARA AS EDIFICAÇÕES SINGULARES



Programa ReSist - Programa Municipal Promoção da Resiliência Sísmica



Modelo de avaliação da vulnerabilidade sísmica de edificações singulares



Direção Municipal de Habitação e Desenvolvimento Local



Programa ReSist - Programa Municipal Promoção da Resiliência Sísmica





Indicador

Definição de uma **metodologia** para a **avaliação do risco sísmico** do edificado

Tipologia de classificação do edificado

Especificidades de cada tipologia em função das seguintes características

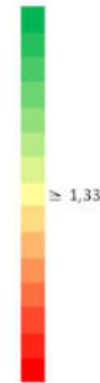
Irregularidades estruturais

Estado de conservação

Tipo do solo (EC8)

Aplicação informática

Implementação de um **protótipo de avaliação resiliência sísmica do edificado**



PARCERIA Câmara Municipal de Lisboa | Instituto Superior Técnico

Porquê um indicador e não um certificado?

Certificado: levantamento, testes, modelos, análise \Rightarrow mais trabalhoso que um projecto de edifício novo \Rightarrow inviável com os recursos que se pretendiam gastar



Análise macro – por zona ou quarteirão – serve para a Protecção Civil saber onde esperar maiores concentrações de danos. Sensibiliza ligeiramente a população para o risco, mas é insuficiente. Cada um quer saber acima de tudo da sua habitação.

Indicador –aplica-se a edificações singulares – sensibiliza muito melhor cada cidadão para o risco da sua habitação. Necessário para mudar atitudes e cultura de segurança

Relevância da **sensibilização** dos cidadãos - Exemplos:

- Contacto da SPES com governo Guterres (Janeiro de 2000) – não é possível obrigar todos os intervenientes a fazerem o que não querem.
- Reunião na AML em 2002: membros da AML inicialmente desagradados com as implicações políticas, no fim queriam informações sobre o risco sísmico das suas habitações.
- Obras de reabilitação: inquilinos são obstáculo porque desconhecem objectivos e benefícios da reabilitação. Exemplo: cabo entre fachadas com descontinuidade longitudinal.



Direção Municipal de Habitação e Desenvolvimento Local



Programa ReSist - Programa Municipal Promoção da Resiliência Sísmica



EE RI SEISMIC LEGISLATION

The Unreinforced Masonry Building (URM) Law SB 547

enacted at the 1991-92 Regular Session, any owner who has received actual or constructive notice that a building located in seismic zone 4 is constructed of unreinforced masonry shall post in a conspicuous place at the entrance of the building, on a sign not less than 5 X 7 the following statement, printed in not less than 30-point bold type:

"This is an unreinforced masonry building. Unreinforced masonry buildings may be unsafe in the event of a major earthquake."



Metodologia

1 – divisão do parque construído em tipologias

2 – distinguir cada edifício, dentro da respectiva tipologia, em função das suas características:

i) Irregularidades estruturais

ii) Estado de conservação

Recursos: aproximadamente 1/2 dia de trabalho (2 pessoas) + elaboração de relatório - centenas de euros



Definição de resistência Sísmica – γ_{sis}

EC 8, + (T_B , T_C , T_D) \Rightarrow definição da acção e da resistência por um único parâmetro

$\Rightarrow T_c=0,6s$ (sismo tipo 1, solo A, B,C ou E)

Resistência (a_{gu}) – $a_g \cdot S$ que o edifício consegue aguentar sem colapsar

Acção - (a_{gs}) - $a_g \cdot S$ para a localização do edifício (incluindo efeitos de solo) de acordo com o EC 8 e o Anexo Nacional (PGA)

$$\gamma_{sis} = \frac{a_{gu}}{a_{gs}}$$



Avaliação do Indicador de Risco – $R_t=1/\gamma_{sis}$

- 1 – divisão do parque construído em tipologias e cálculo do respectivo a_{gu} . Trabalho prévio a qualquer avaliação de risco.**
- 2 - Características de cada edifício:
Inspeção visual de meio dia \Rightarrow Identificação da tipologia e irregularidades estruturais (testado com engenheiros da CML)**



Indicador – não é garantia, porque só analisa arquitectura e envolvente exterior, só tem em conta as características dos materiais e as dimensões de forma aproximada. É o tipo de informação que um eng^o especialista na matéria tenta reunir antes de comprar casa para si e para a sua família (a não ser que tenha podido acompanhar o projecto e a construção). O indicador põe esta informação ao alcance do cidadão comum.

Principal inconveniente – obriga a vistorias a todas as fracções do edifício (na resistência ao sismo, o edifício funciona como um conjunto). Caso contrário reduz-se a fiabilidade do Indicador.



Direção Municipal de Habitação e Desenvolvimento Local



Programa ReSist - Programa Municipal Promoção da Resiliência Sísmica



Principais tipologias estruturais

1755 – 1860 – “Pombalinos”

1860 – 1930 – “Gaioleiros”

1930 – 1950 – Edifícios de Placa – Transição da alvenaria para o BA

1950 – 1960 – 1ª fase do BA (sem cálculo sísmico)

1960 – 1986 – 2ª fase do BA (cálculo sísmico, RSEP – forças estáticas equivalentes)

1986 – 2000 – 3ª fase do BA (RSA – análise dinâmica)

2000 – actualidade (melhor qualidade média)

Cada tipologia divide-se em grupos em função do nº de pisos e tipo estrutural



$$\gamma_{sis} = \frac{a_{gu}}{a_{gs}}$$

- principais tipologias estruturais



UNIVERSIDADE DE LISBOA
INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO



Seismic Risk
New instruments for
Analysis and Communication

Francisco Vítor Mota de Sá

Supervisor: Doctor Carlos Alberto Ferreira de Sousa Oliveira
Co-Supervisor: Doctor Mário Manuel Paisana dos Santos Lopes

*Thesis approved in public session to obtain the PhD Degree in
Civil Engineering*

Jury final classification: *Pass with Distinction and Honour*

Jury

Chairperson: Chairman of the IST Scientific Board

Members of the Committee:

Doctor Raimundo Moreno Delgado
Doctor Rita Maria do Pranto Nogueira Leite Pereira Bento
Doctor Rui Manuel Moura de Carvalho Oliveira
Doctor Mário Manuel Paisana dos Santos Lopes
Doctor João Manuel Carvalho Estevão

2016

Vários anos de trabalho:

- Análise de mais de 100
relatórios e teses de
doutoramento e mestrado,
portuguesas e estrangeiras



Programa ReSist - Programa Municipal Promoção da Resiliência Sísmica



Ficheiro Base Inserir Esquema de Página Fórmulas Dados Rever Ver

Colar

Calibri 11 A A

Moldar Texto Geral

N I S Tipo de Letra

Alinhamento

Unir e Centrar

Número % 000 ,00 ,00

Formatação Condicional Estilos

Formatar como Tabela Estilos de Célula Inserir

170

f_x

	A	B	C	D	E	F	G
2	Classe. Tipol.	Época	Tipologia	Sistema Construtivo	Estrutura dos pavimentos	pisos	R _c (m/s ²)
3	1	... 1755	Alvenaria de Terra (...1755)	Alvenaria de Terra (Taipa ou Adobe)	Madeira	1 - 2	-
4	2		"	"	"	3 - 4	-
5	3		Alvenaria de Pedra Ordinária (...1755)	Alvenaria de Pedra Ordinária não aparelhada	"	1 - 2	-
6	4		"	"	"	3 - 4	-
7	5	1755 - 1850	Pombalino	Alvenaria de Pedra Ordinária com Arcos e Abóbodas em pedra aparelhada ou tijolo maciço no R/C e Estrutura com Gaiola Pombalina nos restantes pisos.	"	1 - 2	-
8	6		"	"	"	3 - 4	-
9	7		"	"	"	5 +	-
10	8	1850 - 1930	Gaioleiro	Alvenaria de Pedra Ordinária não aparelhada, de má qualidade e deficiências construtivas assinaláveis, nomeadamente por más e insuficientes ligações entre os diversos elementos estruturais, bem como por estruturas impulsivas na cobertura e deficiente contraventamento das fachadas.	"	1 - 2	-
11	9		"	"	"	3 - 4	-
12	10		"	"	"	5 +	-
13	17	1930 - 1940	Alvenaria Mista (Transição), 1ª Fase	Alvenaria de Pedra Ordinária, com alguns elementos esporádicos em betão.	Betão Z. Húmidas, Madeira restante piso	1 - 2	-
14	18		"	"	"	3 - 4	-
15	19		"	"	"	5 +	-

Ficheiro Base Inserir Esquema de Página Fórmulas Dados Rever Ver

Normal Esquema de Página Pré-visualização de Quebras de Página Vistas Personalizadas Vistas de Livro Ecrã Inteiro

Régua Barra de Fórmulas Linhas de Grelha Cabeçalhos

Mostrar

Zoom 100% Zoom para Seleção

Nova Janela Dispor Todas Fixar Painéis

Dividir Ocultar Mostrar

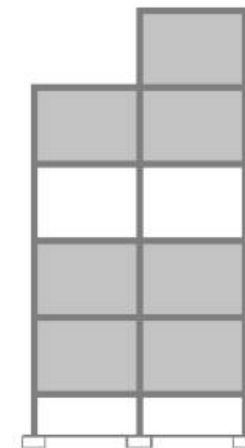
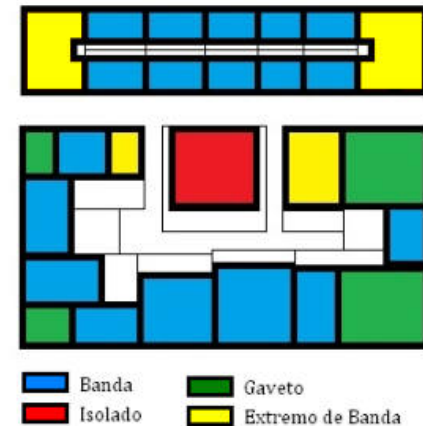
D59 fx "

	A	B	C	D	E	F	G
32	36		"	"	"	5 - 7	-
33	37		"	"	"	8 - 12	-
34	38		"	"	"	13 - 18	-
35	39		"	"	"	19 +	-
36	40	1986 ... 2000	Pórtico em Betão Armado	Pórtico em Betão Armado	"	1 - 2	-
37	41		"	"	"	3 - 4	-
38	42		"	"	"	5 - 7	-
39	43		"	"	"	8 - 12	-
40	44		Estr. Mista (Pórtico + Paredes BA)	Estr. Mista (Pórtico + Paredes BA)	"	1 - 2	-
41	45		"	"	"	3 - 4	-
42	46		"	"	"	5 - 7	-
43	47		"	"	"	8 - 12	-
44	48		"	"	"	13 - 18	-
45	49		"	"	"	19 +	-
46	50		Paredes BA	Paredes BA	"	1 - 2	-
47	51		"	"	"	3 - 4	-
48	52		"	"	"	5 - 7	-
49	53		"	"	"	8 - 12	-
50	54		"	"	"	13 - 18	-
51	55		"	"	"	19 +	-
52	56	2000 ...	Pórtico em Betão Armado	Pórtico em Betão Armado	"	1 - 2	-
53	57		"	"	"	3 - 4	-
54	58		"	"	"	5 - 7	-
55	59		"	"	"	8 - 12	-
56	60		Estr. Mista (Pórtico + Paredes BA)	Estr. Mista (Pórtico + Paredes BA)	"	1 - 2	-

Irregularidades e Estado de Conservação – Modificadores Estruturais

- Baseado em expert opinion

- Estado de conservação
- Interacção com edifícios adjacentes
- Fundações
- Irregularidades em planta
- Irregularidades em altura
- Outras irregularidades



Exemplos: irregularidades em altura



Pisos vazados

“Bairro das Estacas” - Lisboa



Dependências: comentários gerais

$\Delta r_1 = \prod \Delta r_i$, com $i = \{ 16... 29, 33, 36...38, 41 \dots 45, 48 \dots 50 \}$, ie $\Delta r_1 = \Delta r_{16} \times \Delta r_{17} \times \dots \times \Delta r_{41}$

Nota: O símbolo Π significa "Produtório" ou "Piatório", significando a multiplicação sucessiva dos valores (em analogia com "Somatório")

$\Delta r_2 =$ Valor Mínimo (ou Menor dos valores) de Δr_i , com $i = \{ 30, 31, 32, 34, 35 \}$

$\Delta r_3 =$ Valor Mínimo (ou Menor dos valores) de Δr_i , com $i = \{ 39, 40 \}$

$\Delta r_4 =$ Valor Mínimo (ou Menor dos valores) de Δr_i , com $i = \{ 46, 47 \}$

$\Delta r = \Delta r_1 \times \Delta r_2 \times \Delta r_3 \times \Delta r_4$

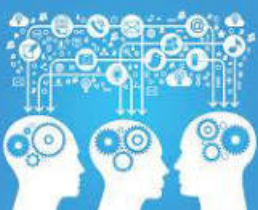
30	Em edifícios de alvenaria, Interrupção de Paredes de alvenaria, nos pisos inferiores até ao piso do meio, numa ou 2 direcções. Em edifícios de Betão Armado, Interrupção de + de 70% da área de Paredes Resistentes, numa ou 2 direcções, em pisos inferiores (pisos até 30% da altura total)
31	Em edifícios de Betão Armado, Interrupção de - de 70% área das Paredes Resistentes, em pisos inferiores (pisos até 30% da altura total)
32	Interrupção de Paredes Resistentes em pisos intermédios (pisos entre 30% e 80% da altura total)
34	Interrupção de Pilares, Nembos ou Colunas em pisos inferiores. (pisos até 30% da altura total)
35	Interrupção de Pilares em pisos intermédios. (pisos acima de 30% e, Nembos ou Colunas abaixo de 80% da altura total)
39	Pilares curtos ($h' \leq h / 2$) (h - Altura dos pilares regulares, h' - Altura de pilares curtos)
40	Escadas apoiadas a meio dos pilares
46	Estrutura da cobertura sem Linha de Asna ou Tirante
47	Deficiente contraventamento de paredes por paredes perpendiculares. (Afastamento de 4m ou + de paredes perpendiculares)

Modificadores Estruturais (alvenarias)

COMPARAÇÕES

		<i>Japan</i>	<i>New Zealand</i>	<i>S. Lagomarsino</i>	<i>Romeu Vicente</i>	<i>IST</i>	<i>Final</i>
I	State of preservation	0.36	-	0.77	0.63	0.73	0.68
II	Interaction with adjacent buildings	0.73	-	0.41	0.49	0.81	0.49
III	Foundations, Soil Stability	0.70	-	0.59	0.70	0.67	0.63
IV	Plan Irregularity	0.55	-	0.77	0.70	0.98	0.77
V	Vertical Irregularity		-	0.65	0.54	0.29	0.38
VI	Other Structural Weaknesses		-	0.46	0.77	0.52	0.55
	Δ	0.101	-	0.042	0.061	0.058	0.034





O que se pede à comunidade científica

3 – Edifícios com reforço estrutural prévio: comentários qualitativos ou proposta de alteração quantitativa

No caso de haver evidência de que o edifício foi alvo de Obras de Reforço Sísmico, o valor da Resistência do edifício, R_t será multiplicado pelo do modificador Δ^+ conduzindo a um valor de $R_e = R_t \times \Delta^+$, se se verificar terem sido levadas a cabo intervenções com contributo significativo para a resistência sísmica do edifício, tais como as indicadas na seguinte lista.

$$R_e = R_t \times \Delta^+$$

I1 - Rigidificação de Pavimentos

I2 - Reforço de Paredes

I3 - Reforço de Colunas

I4 - Adição de Paredes de contraventamento

I5 - Introdução de Tirantes e/ou de Elementos metálicos para melhoria das ligações entre elementos estruturais,

I6 - Introdução de Tirantes ou outros dispositivos para impedimento de colapso das Fachadas para fora do plano,

I7 - Introdução de Linteis, vigas periféricas ou de coroamento para travamento ou uniformização de deslocamentos,

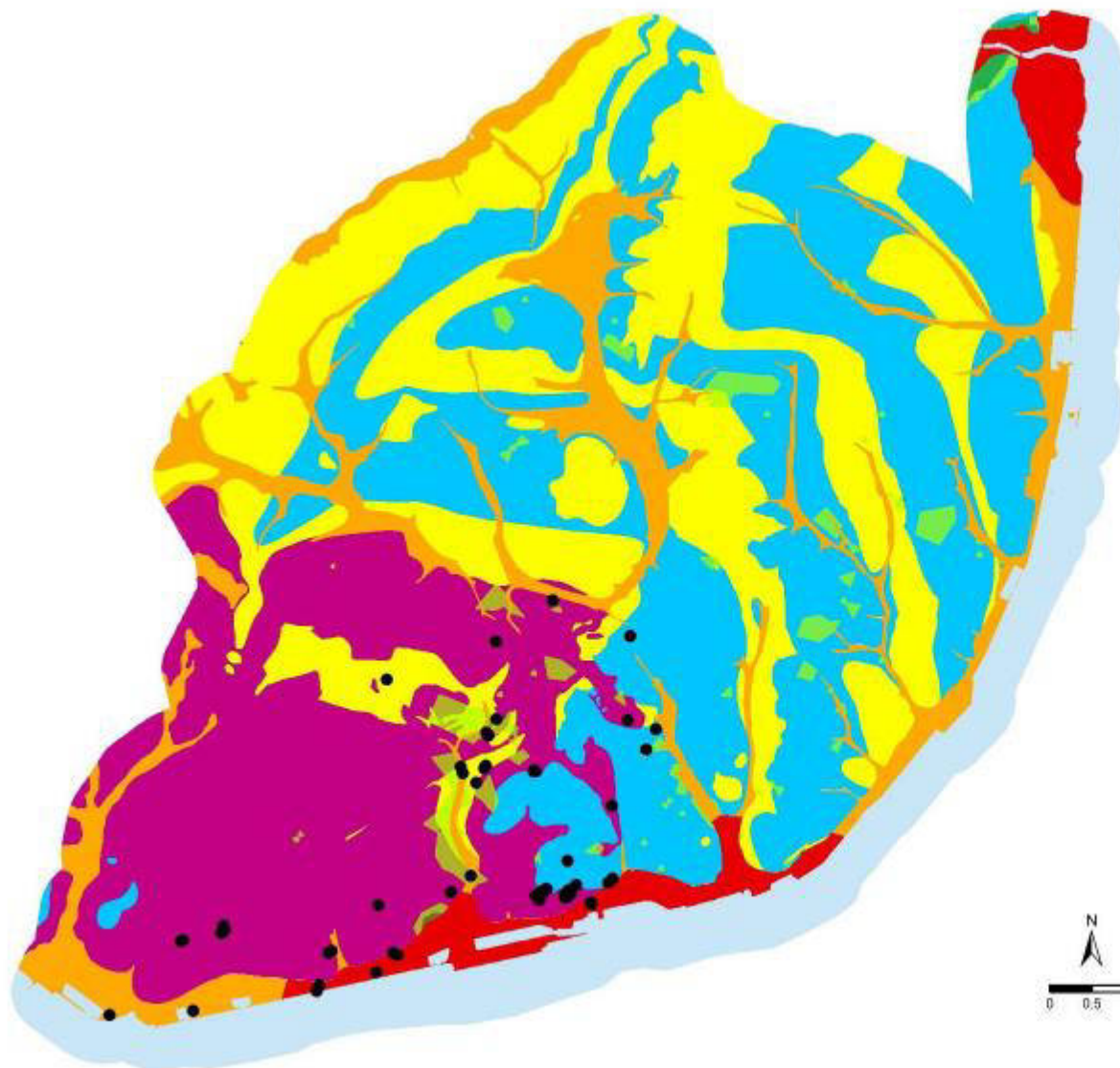
I8 - Introdução de Linha de Asna ou Tirantes na estrutura da cobertura ou outros dispositivos para eliminação de carácter impulsivo.

Sendo n o nº de intervenções constantes na lista acima indicada (I1 a I8) e que foram introduzidas na estrutura por obras de Reabilitação com Reforço Sísmico, o valor de Δ^+ será o constante na seguinte Tabela:

- No caso de as intervenções de reforço incluírem I2 e I3 e o edifício ter 3 ou menos pisos, os valores deverão ser os recolhidos na coluna II.
- No caso de as intervenções de reforço incluírem I2 e I3 e o edifício ter 4 ou mais pisos, os valores deverão ser os recolhidos na coluna III.
- Nos restantes casos, que não incluíram ambas as intervenções I2 e I3, deverão ser os recolhidos na Coluna I
- NO CASO DE NÃO TEREM OCORRIDO QUAISQUER OBRAS REFORÇO SÍSMICO, ESTE FACTOR, Δ^+ , DEVERÁ SER TOMADO IGUAL A 1,00 ($\Delta^+ = 1,00$)

n	Δ^+		
	I	II	III
<i>Sem obras</i>	1.00	1.00	1.00
1	1.35	1.35	1.35
2	1.65	1.90	1.80
3	1.90	2.15	2.05
4	2.10	2.35	2.25
5	2.25	2.50	2.40
6	2.35	2.60	2.50
7	2.40	2.65	2.55
8 ⁺	2.45	2.70	2.60





Legenda

Terreno Tipo

- A
- AB
- B
- BC
- C
- D
- E

Espessura Formações Cobertura (m)

- 10 - 20
- >= 20
- Plano de água

Carta de Classificação dos Solos do Concelho de Lisboa (CERU, FCUL)



Influência do Solo de Fundação, Factor S

- 5 - Será calculado a partir dos valores que vierem a ser fornecidos pela nova Carta de Solos da CML. Caso os Solos venham classificados de acordo com o Eurocódigo 8 (EC8), ter-se-á os mesmos classificados em { A; B; C; D; E} **acrescidos, pela nova Carta-de-Solos, das novas Classes {AB e BC},** caso em que lhes estará associado um valor de $S_{m\acute{a}x}$ como na tabela seguinte. Assim sendo, deverá ser calculado um factor S tal que:

$$S = (5 \times S_{m\acute{a}x} + 1) / 6$$

Solo	$S_{m\acute{a}x}$	$S = (5 \times S_{m\acute{a}x} + 1) / 6$
A	1,00	1,00
AB	1,18	1,15
B	1,35	1,29
BC	1,48	1,40
C	1,60	1,50
D	2,00	1,83
E	1,80	1,67

Carta de Solos:

permite obter o Factor S, conhecendo a localização do edifício



Ficha de Avaliação



Atualização de dados terminou com sucesso. Cálculo do Índice de Resiliência efetuado com sucesso

Avaliação do Risco Sísmico do Edifício

[Imprimir](#) [Guardar/ Simular](#) [Imagens](#) [Voltar](#)

Código SIG

3100303089001

Morada Edifício

Rua da Palma, 165-165B

Cálculo / Simulação do Risco Sísmico

Índice Risco Sísmico	4,288	
Resistência da Tipologia (Rt)	,75	
Fator Modif. Obras	1	
Resistência Edifício após Obras (Re)	,75	
Modificador de Resistência	,661	
Resistência do Edifício (Redif)	,496	
Fator do Solo	1,417	



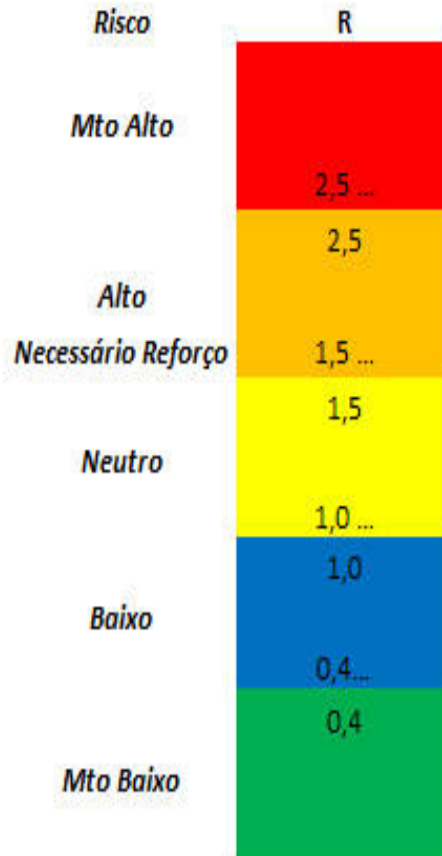
Rua do Comércio, 16-22

1755-1850 Pombalino

6 pisos

Solo E

R_t	1,300
$S_{m\acute{a}x}$	1,800
S	1,667
Δ^+ (ref. Paredes)	1,650
$R_e=R_t*\Delta^+$	2,145
Δ_r	0,666
Edifs. Alt. \neq 1 lado	0,970
Gaveto	0,950
Paredes interr. Pisos infer.	0,850
Acresc. 1 piso	0,850
$R_{edif}=R_e*\Delta_r$	1,428
$R=1,5*S/R_{edif}$	1,751



Rua da Palma 165-165b

1850-1930 Gaioleiro

6 pisos

Solo BC

R_t	0,750
$S_{m\acute{a}x}$	1,480
S	1,400
Δ^+	1,000
$R_e=R_t*\Delta^+$	0,750
Δ_r	0,628
Banda	1,100
Paredes interr. Pisos infer.	0,850
Grandes aberturas	0,950
Interrupc. Pilares	0,950
Introd. Águas e ...	0,950
Deficiente contravent. Paredes	0,950
Assent. Fundações	0,970
Acresc. 1 piso	0,850
$R_{edif}=R_e*\Delta_r$	0,471
$R=1,5*S/R_{edif}$	4,459



Uniformidade de critérios – importante para a credibilidade do processo: evitar que edifícios semelhantes tenham classificações tipológicas ou indicadores diferentes.

Classificação tipológica – cria grandes dúvidas, em particular devido a intervenções ao longo do tempo

Necessidade de **formação e acompanhamento** dos técnicos na fase inicial (como já se fez, mas sem sequência)





Indicador

Protótipo de avaliação resiliência sísmica do edificado

Logo of the Municipality of Lisbon | Serviço: MARIA JOÃO VENTURA | Ferramentas: Ferramentas | Feedback | Dev

✓ Cálculo do Índice de Resiliência efetuado com sucesso

Avaliação do Risco Sísmico do Edifício

Código SIG * 190017902001 | Botões: Limpar | Guardar | Cancelar | Imprimir | Voltar

Morada Edifício * Rua de Comércio, 19-22

Cálculo - Descrição do Risco Sísmico

Índice Risco Sísmico *	381
Resiliência de Topografia (RT) *	1,3
Fator Modif. Obras *	2,5
Resiliência Edifício após Obras (RE) *	1,25
Multiplicador de Resiliência *	0,75
Resiliência do Edifício (REd) *	2,188
Fator de Influência do Solo *	0,50

Elementos comuns a todos as aplicações

Ano Construção: []

Época Construção * 1800 - 1900

Nº Pisos acima Solo * 6

Nº Pisos abaixo Solo * 6

Sistema de Construção * Alvenaria vista transição, 1ª Fase

Classe Tipológica Alvenaria

Estado atual de Pavingimento * Bom 2. Humidade - Madeira restaura por

Anos e ou pilótos no 1ºC não sim

Em Projeto existentes - Pisos não sim

Em Projeto existentes - Alçofões não sim

Em Projeto existentes - Colunas não sim



Direção Municipal de Habitação e Desenvolvimento Local



Programa ReSist - Programa Municipal Promoção da Resiliência Sísmica



GUIA DE BOAS PRÁTICAS NA ÁREA DO REFORÇO SÍSMICO DO EDIFICADO

Mónica Amaral Ferreira



Programa ReSist - Programa Municipal Promoção da Resiliência Sísmica



Disponível ao Cidadão em:

<https://login.lisboa.pt/guia-de-boas-praticas-reforco-sismico/entrada/>

Visa fornecer informações sobre técnicas e pormenores construtivos para reforço de edifícios de alvenaria de Lisboa. É interactivo e de fácil navegação. Apresenta uma bibliografia extensa sobre o tema.

 LISBOA

Guia de Boas Práticas - Reforço Sísmico

ENTRADA

MANUAL

PRINCÍPIOS BÁSICOS

BIBLIOGRAFIA

PERGUNTAS FREQUENTES

O Guia de Boas Práticas – Reforço Sísmico é uma ferramenta de trabalho, não acabada e aberta a propostas criadoras de mais e melhor conhecimento.

Têm sido várias as intervenções em património edificado, pequenas ou médias e até, em alguns casos, profundas, tendo como prioridade a reposição do grau de vetustez, eliminando definitivamente as patologias pré-existentes, redimensionando os espaços interiores e criando uma "modernidade" nas instalações sanitárias e cozinha, ainda que omitindo o estudo e resolução da segurança e prevenção antissísmica.

Guia de Boas Práticas - Reforço Sísmico

FUNDAÇÕES

PAREDES

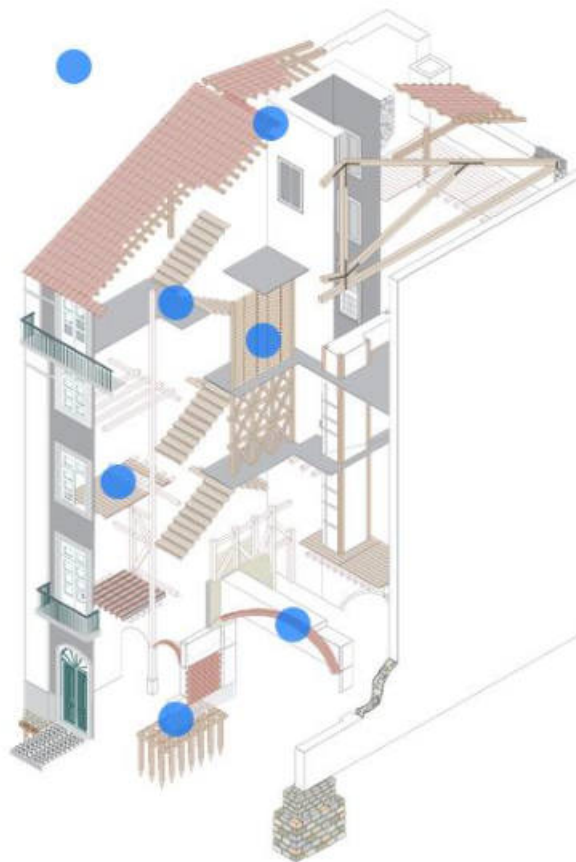
PAVIMENTOS

ESCADAS

COBERTURAS

ARCOS E ABÓBADAS

ELEMENTOS NÃO ESTRUTURAIS



Manual

Guia de Boas Práticas - Reforço Sísmico

ENTRADA **MANUAL** PRINCÍPIOS BÁSICOS BIBLIOGRAFIA PERGUNTAS FREQUENTES

FUNDAÇÕES

PAREDES

PROCEDIMENTOS DE INSPECÇÃO

PATOLOGIAS E ANOMALIAS

REPARAÇÃO E REFORÇO

REMOÇÃO DE PAREDES

PAVIMENTOS

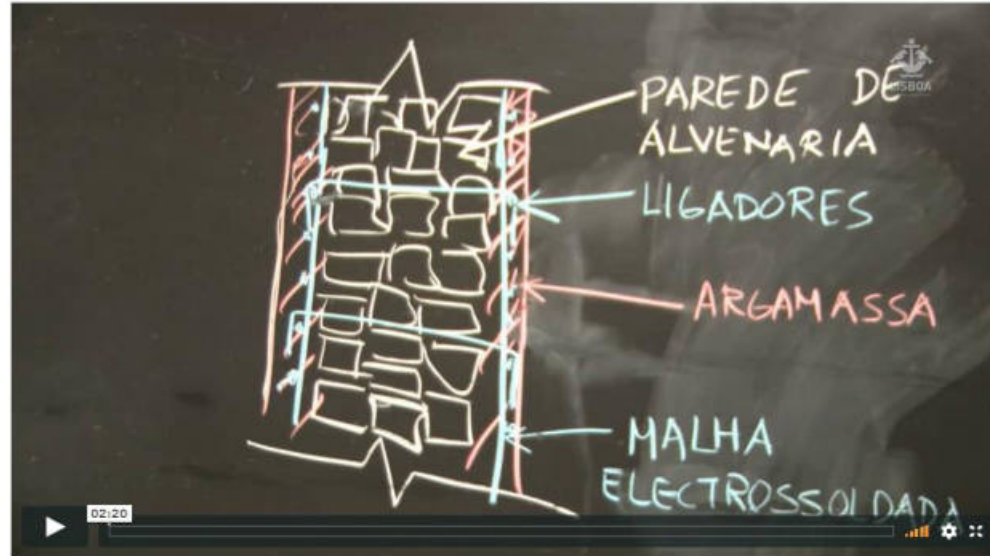
ESCADAS

COBERTURAS

ARCOS E ABÓBADAS

ELEMENTOS NÃO ESTRUTURAIS

PAREDES



CONSIDERAÇÕES GERAIS

Aplicabilidade dos procedimentos descritos

A reabilitação com reforço sísmico, e naturalmente o que aqui se indica para as paredes em particular, deverá ocorrer



Guia de Boas Práticas - Reforço Sísmico

PAREDES

PROCEDIMENTOS DE INSPECÇÃO

PATOLOGIAS E ANOMALIAS

REPARAÇÃO E REFORÇO

REMOÇÃO DE PAREDES

PAVIMENTOS

ESCADAS

COBERTURAS

ARCOS E ABÓBADAS

ELEMENTOS NÃO ESTRUTURAIS

Reparação das paredes de alvenaria



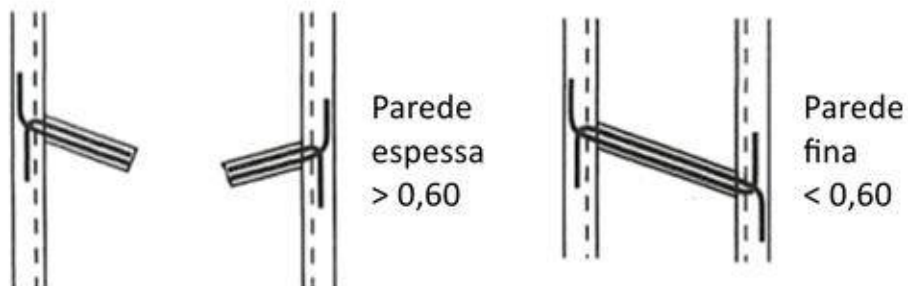
Os danos provocados em elementos estruturais (cortes de vigas de pavimentos, eliminação de paredes estruturais e não-estruturais), aumento do número de pisos, corte das gaiolas Pombalinas (Figura 1) são normalmente irreversíveis, pelo que a reparação destas anomalias é da maior importância.

Figura 1 - Corte da gaiola Pombalina, para inserir canalização, reduziu fortemente a sua contribuição para a resistência sísmica do edifício (Mário Lopes, comunicação pessoal)





Figura 2 - Reparação de frontal com substituição das alvenarias degradadas por alvenaria nova (V. Córias)



Uma vez mais, de forma semelhante ao que foi dito para a reparação das fundações, podem ser utilizadas injeções de caldas com vista à colmatação de fendas ou à melhoria/reposição da resistência da alvenaria degradada. As zonas fendilhadas podem ser reparadas, recorrendo à utilização de redes ancoradas à alvenaria (Figura 3).

Princípios Básicos

Guia de Boas Práticas - Reforço Sísmico

ENTRADA MANUAL **PRINCÍPIOS BÁSICOS** BIBLIOGRAFIA PERGUNTAS FREQUENTES

SISMOLOGIA

PROTEÇÃO CIVIL - PREVISÃO E PREVENÇÃO

CAPACIDADE TÉCNICA EM PORTUGAL

CONSTRUÇÃO SISMO-RESISTENTE

MATERIAIS

ESTRATÉGIAS DE REFORÇO

CUSTOS

PROTEÇÃO DO PATRIMÓNIO

RESPOSTAS AOS TEMPOS DE HOJE

RESPOSTAS AOS TEMPOS DE HOJE

Pretende fazer um conjunto de recomendações para que o parque edificado resista com um mínimo de danos, a sismos que possam vir a ocorrer no futuro. Não é intenção obstaculizar a reabilitação mas, antes, dar-lhe a segurança suficiente para que não venham a surgir mais tarde problemas graves.

Neste sentido, toda a reabilitação sísmica deverá ser a custos razoavelmente baixos quando comparados com os custos da reabilitação que não entra com a parte sísmica, e deverá encontrar soluções que se coadunem com as expectativas de quem quer viver em espaços modernos, e não apenas em pequenos espaços como eram os que a tecnologia mais antiga exigiam. Cabe aos arquitetos e engenheiros trabalhar em conjunto para que consigam encontrar soluções interessantes aos possíveis compradores e permitam um negócio atraente.

Porquê o reforço sísmico dos edifícios de alvenaria?

As Figuras 1A, 1B e 2, seriam, por si só, inequivocamente elucidativas de "Porquê o reforço sísmico dos edifícios de alvenaria?". Podemos, assim, observar o efeito de um sismo com acelerações à superfície de $0,43g$ ($\sim 4m/s^2$) – que deixou totalmente destruída a vila de Amatrice, no centro de Itália, recentemente reabilitada para atrair investimento –, sem reforço sísmico das edificações, e como ficou uma outra vila, Norcia, próxima da primeira, depois de atingida por um sismo, com acelerações à superfície de $0,49g$ ($\sim 5m/s^2$) (superiores às de Amatrice), mas que tinha sido reabilitada com reforço sísmico das edificações.



Domínio de aplicação

O reforço sísmico com base em técnicas e pormenores construtivos sem cálculo, pode ser suficiente para conferir um nível razoável de resistência sísmica em edifícios de pequeno porte.

É por isso importante definir o que são edifícios de pequeno porte. Propõe-se que sejam edifícios com um máximo de R/C + 3 pisos.



- Sem percepção do risco não há redução do risco

⇒ **Informação à população é fundamental**

- Cidadão comum não acredita (no subconsciente) nos avisos de técnicos e políticos, porque não vê preocupações reais de quem tem responsabilidades.

⇒ **Exemplo da própria CML** (e do Governo) nas obras de reabilitação que é responsável

- Para que o processo tenha continuidade ao longo de várias legislaturas/mandatos autárquicos

⇒ **Consenso político e social** alargado é importante



OBRIGADO

