



Conferência Nacional de Geodecisão

"Intervenção e Medidas de Emergência Pós Sismo"

Maio 2013

Francisco Surrecio (ESTBarreiro/IPS)

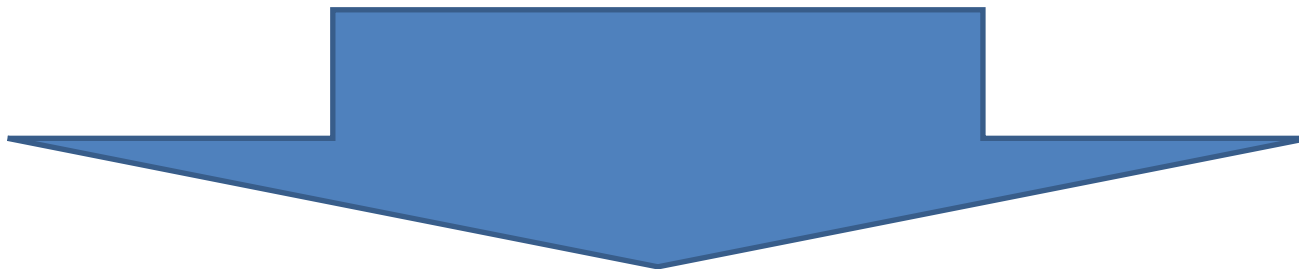
fsurrecio.650@estbarreiro.ips.pt

Prof^a Doutora Cristina Ferreira de Oliveira (ESTBarreiro/IPS)

cristina.oliveira@estbarreiro.ips.pt

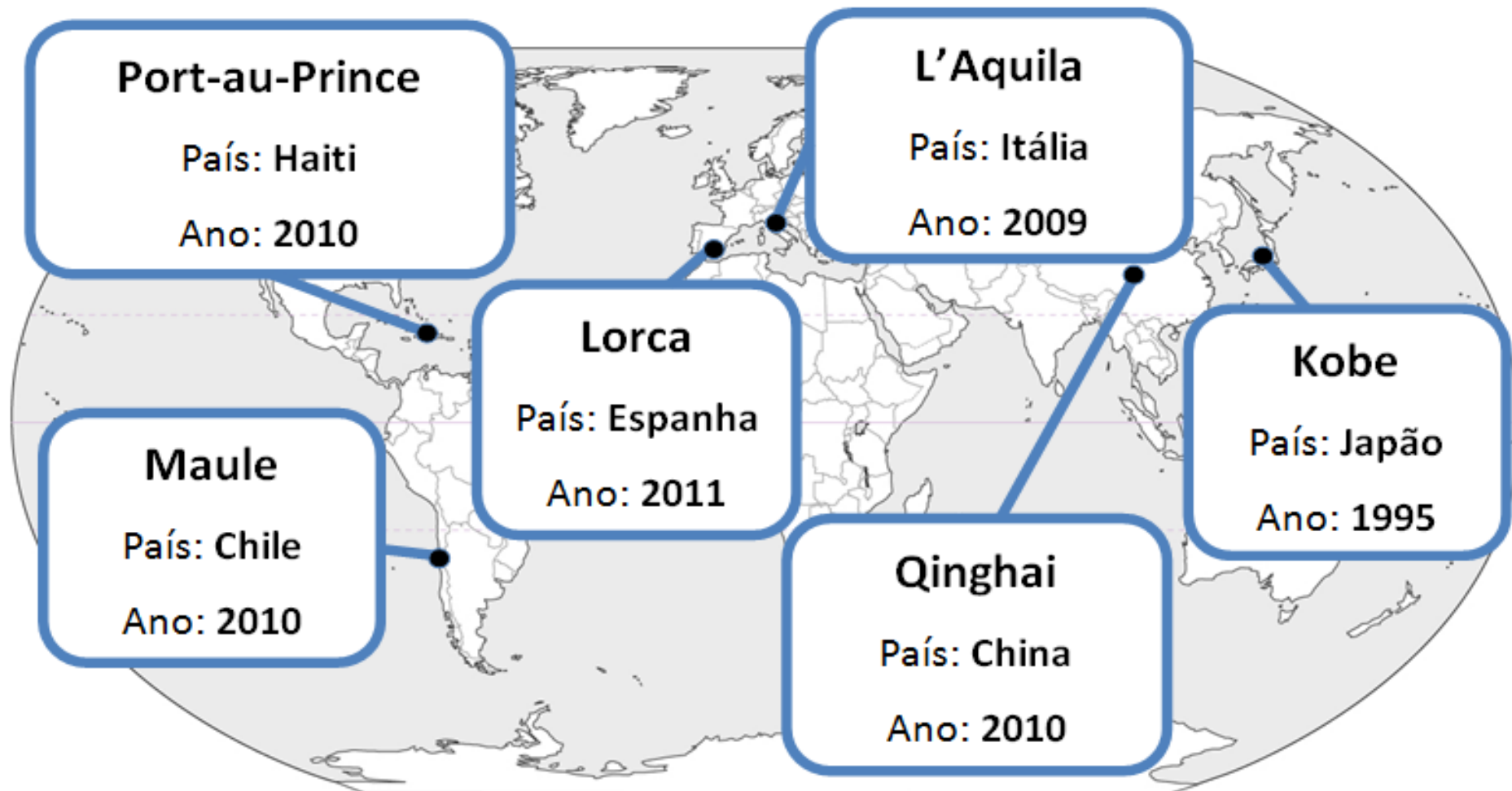
Introdução

Diversos eventos sísmicos têm marcado o panorama mundial



- Estudar o efeito dos sismos nas construções.
- Apresentar soluções de reparação e reforço das construções.
- Analisar e comparar medidas tomadas por outros países após a ocorrência de um sismo.

Casos de Estudo



"Intervenção e Medidas de Emergência Pós Sismo"

Europa

Magnitude M_w
6.3

03:32:39 (no epicentro)
[INGV]

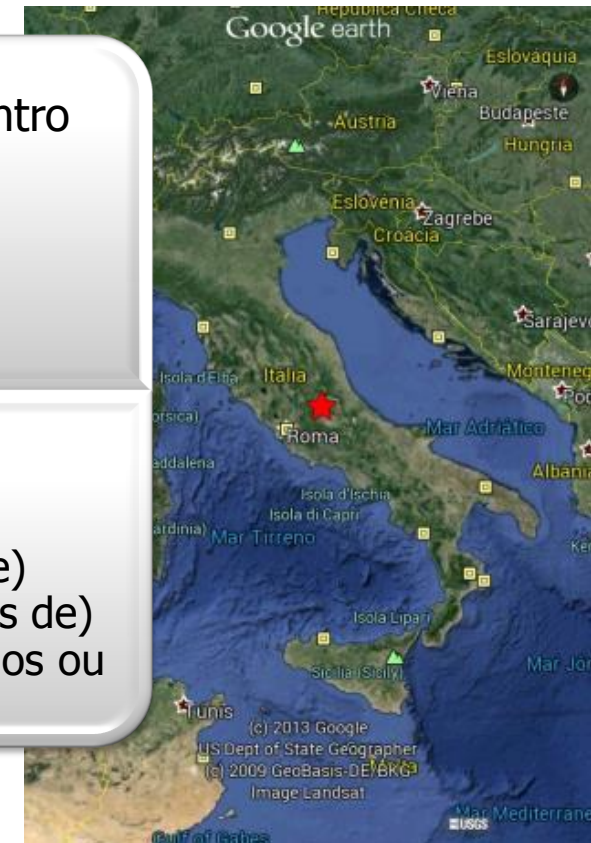
Profundidade do epicentro
10 km
(estimada)

L'Aquila

6 de Abril de 2009

Localização geográfica do epicentro
42.334°N, 13.334°E

305 vítimas mortais
1500 feridos (mais de)
70 000 desalojados (mais de)
15 000 edifícios danificados ou colapsaram (cerca)



[Google, 2013]

Gestão pós-sismo

4:15 (45 min. após o sismo) → **Reunião da Comissão de Operações**

9:00 → organizado a **Sede de Comando e Controle** (Di.coma.C), nas instalações da *Scuola della Guardia di Finanza di Coppito*

L'Aquila

Proteção Civil Italiana destacou (cerca)

2250 bombeiros

2000 polícias

1500 militares

Bombeiros	202 000 Intervenções (¼ do total nacional) 4 350 000 Horas de trabalho
Forças armadas	230 000 Homens / dia
Cruz Vermelha Internacional	Mais de 1,3 milhões de refeições distribuídas
Voluntários	730 000 Dias

	Primeiras 48 horas	Valor máximo alcançado
População assistida	27 772 "Tendopoli":17 772 Hotel:10 000	67 459 "Tendopoli": 35 690 Hotel: 31 769
Zonas de internamento (Assistência Medica)	30	171
Tendas	2 962	5 957
Cozinhas de campo	10	107
Unidades de saúde - PMA	13	47

"Intervenção e Medidas de Emergência Pós Sismo"

L'Aquila



As despesas de assistência à população para a região de Abruzzo de **456 300 000 €**



L'Aquila

As inspeções das construções

Fichas

Equipas de **2 ou 3 técnicos** das regiões ou autoridades locais

Universidades coordenados pelo *ReLUIS* ("Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica")

Bombeiros

Engenheiros e Arquitetos

Um técnico do Ministério da Cultura



"Intervenção e Medidas de Emergência Pós Sismo"

L'Aquila

Receção da lista de edifícios a inspecionar

Trabalhos de Inspeção / Preenchimento das fichas

Validação das fichas

Introdução dos dados em formato digital

SECTION 1 Building identification

1.1. BUILDING IDENTIFICATION

SECTION 2 Building description

Final number of floors	Height (m)	Year of construction	Use	Category	Number of floors
<input type="radio"/> 1-2	<input type="radio"/> 1-10	<input type="radio"/> 1910-1949	<input type="checkbox"/> Residential	<input type="checkbox"/> Public	<input type="checkbox"/> 1-2
<input type="radio"/> 3-4	<input type="radio"/> 11-20	<input type="radio"/> 1950-1959	<input type="checkbox"/> Industrial	<input type="checkbox"/> Health	<input type="checkbox"/> 3-4
<input type="radio"/> 5-6	<input type="radio"/> 21-30	<input type="radio"/> 1960-1969	<input type="checkbox"/> Office	<input type="checkbox"/> Education	<input type="checkbox"/> 5-6
<input type="radio"/> 7-8	<input type="radio"/> 31-40	<input type="radio"/> 1970-1979	<input type="checkbox"/> Public services	<input type="checkbox"/> Agriculture	<input type="checkbox"/> 7-8
<input type="radio"/> 9-10	<input type="radio"/> 41-50	<input type="radio"/> 1980-1989	<input type="checkbox"/> Warehouse	<input type="checkbox"/> Entertainment	<input type="checkbox"/> 9-10
<input type="radio"/> 11-15	<input type="radio"/> 51-60	<input type="radio"/> 1990-1999	<input type="checkbox"/> Storage	<input type="checkbox"/> Other	<input type="checkbox"/> 11-15
<input type="radio"/> 16-20	<input type="radio"/> 61-70	<input type="radio"/> 2000-2009	<input type="checkbox"/> Other	<input type="checkbox"/> Other	<input type="checkbox"/> 16-20
<input type="radio"/> 21-25	<input type="radio"/> 71-80	<input type="radio"/> 2010-2019	<input type="checkbox"/> Other	<input type="checkbox"/> Other	<input type="checkbox"/> 21-25
<input type="radio"/> 26-30	<input type="radio"/> 81-90	<input type="radio"/> 2020-2029	<input type="checkbox"/> Other	<input type="checkbox"/> Other	<input type="checkbox"/> 26-30

SECTION 3 Building Typology

SECTION 7 Soil and Foundation

SECTION 8 Usability assessment

Risk	Damage	Usability
A	1	1
B	2	2
C	3	3
D	4	4
E	5	5

SECTION 9 Notes

SECTION 4 Damage to structural elements: and existing short term countermeasures

Damage	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

SECTION 5 Damage to non-structural elements: and existing short term countermeasures

Damage	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

SECTION 6 External risk induced by other constructions: and existing short term countermeasures

EXPLANATORY NOTES FOR COMPLETING THE RISK ASSESSMENT FORM

1.1. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.2. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.3. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.4. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.5. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.6. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.7. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.8. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.9. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.10. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.11. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.12. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.13. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.14. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.15. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.16. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.17. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.18. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.19. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.20. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.21. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.22. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.23. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.24. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.25. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.26. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.27. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.28. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.29. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.30. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.31. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.32. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.33. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.34. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.35. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.36. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.37. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.38. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.39. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.40. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.41. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.42. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.43. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.44. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.45. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.46. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.47. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.48. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.49. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.50. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.51. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.52. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.53. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.54. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.55. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.56. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.57. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.58. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.59. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.60. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.61. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.62. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.63. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.64. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.65. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.66. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.67. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.68. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.69. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.70. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.71. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.72. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.73. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.74. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.75. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.76. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.77. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.78. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.79. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.80. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.81. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.82. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.83. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.84. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.85. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.86. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.87. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.88. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.89. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.90. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.91. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.92. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.93. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.94. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.95. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.96. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.97. Masonry structures with vertical or unbraced columns

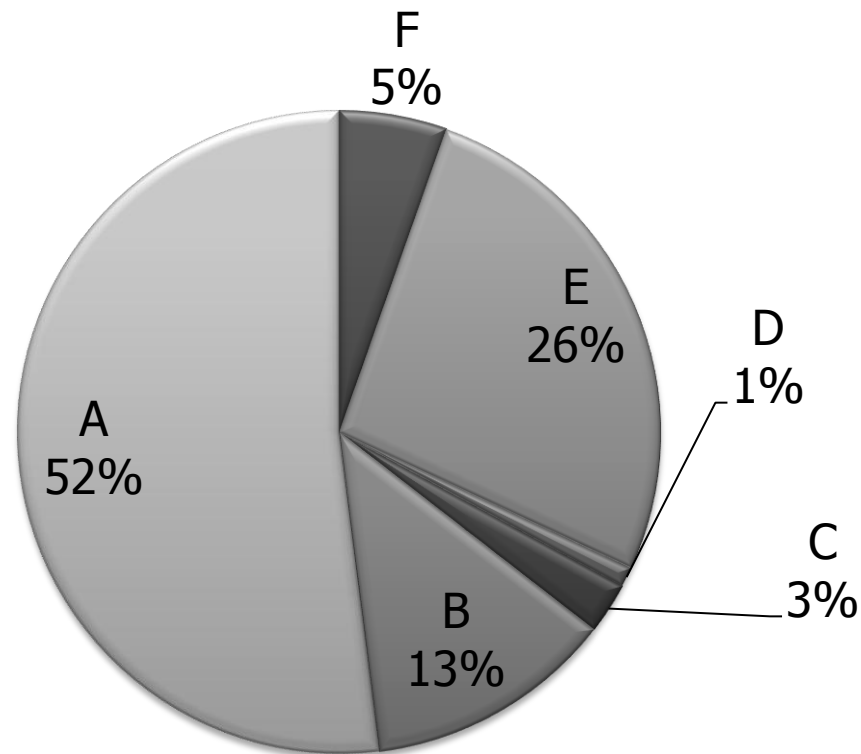
1.98. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.99. Masonry structures with vertical or unbraced columns

1.100. Masonry structures with vertical or unbraced columns

L'Aquila

A	USABLE building	<input type="radio"/>
B	UNUSABLE building (totally or partially), but USABLE after short term countermeasures	<input type="radio"/>
C	PARTIALLY UNUSABLE building (1)	<input checked="" type="radio"/>
D	TEMPORARILY UNUSABLE building requiring a more detailed investigation	<input type="radio"/>
E	UNUSABLE building	<input type="radio"/>
F	UNUSABLE building due to external risk (1)	<input type="radio"/>



Europa



[Google, 2013]

Magnitude Mw
4.5

17:05:13 (no epicentro)

[IGN]

Magnitude Mw
5.1

18:47:25 (no epicentro)

[IGN]

Lorca

11 de Maio de 2011

Profundidade do epicentro

2 km

(estimada)

Localização geográfica do epicentro

37.704°N, 1.681°W

Profundidade do epicentro

3 km

(estimada)

Localização geográfica do epicentro

37.699°N, 1.673°W

- A área de influência dos epicentros foi muito reduzida
- O intervalo de tempo entre sismos, cerca de 2 horas.

Lorca

As inspeções das construções

Semelhante ao processo de L'Aquila

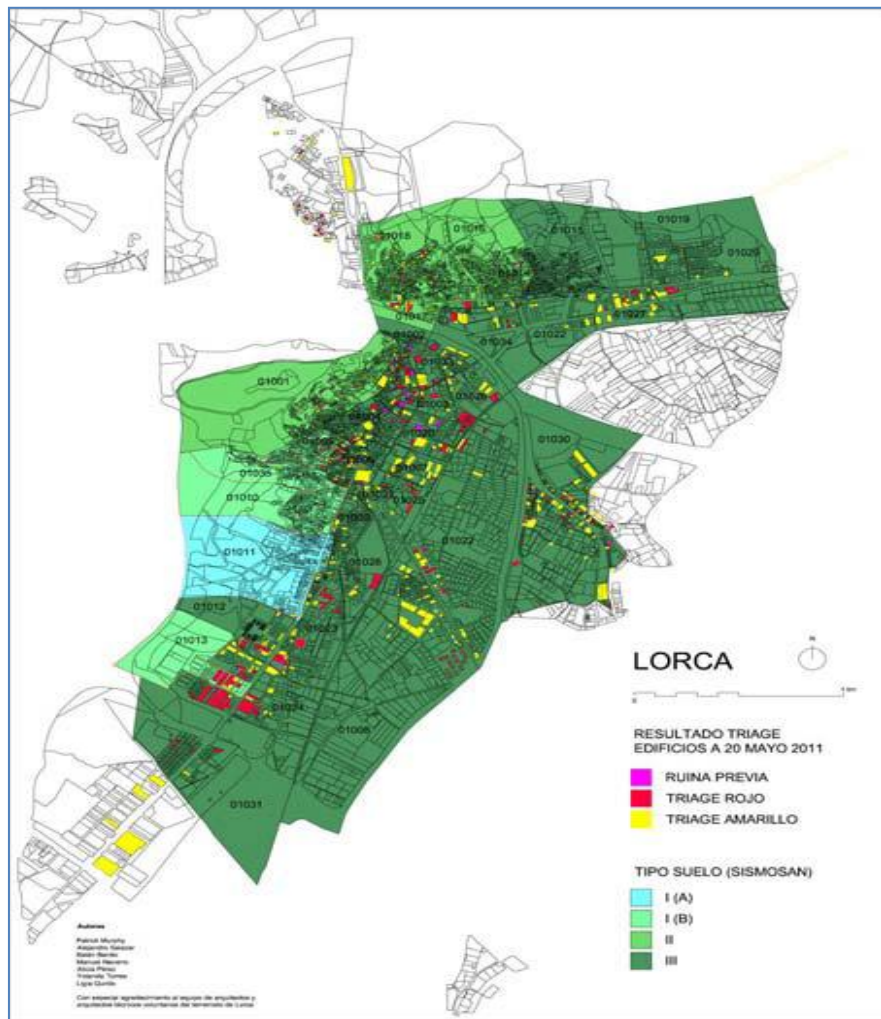
Fichas

Equipas técnicas acompanhadas pelo Instituto Geográfico Nacional e Proteção Civil

Existiram problemas na classificação por falta de preparação dos técnicos



Lorca



Uso seguro, embora o edifício pode apresentar danos leves como fendas ou pequenos destacamentos

Edifício com acesso condicionado, pode ou não apresentar danos estruturais

Edifício com acesso impedido, dano grave a severo ao nível dos elementos estruturais

Edifício em ruína

"Intervenção e Medidas de Emergência Pós Sismo"

América do Sul

Magnitude Mw
8.8

03:34:14 (no epicentro)
(Servicio Sismológico (U. de Chile))

Profundidade do epicentro
30.1 km
(estimada)

Maule

27 de Fevereiro de 2010

Localização geográfica do epicentro
35.909°S, 72.733°W

seguido de **tsunami**
(atingiu as costas Regiões de O'Higgins, Maule e Araucanía)

Vitimas Mortais	521 pessoas
Pessoas Desaparecidas	56 pessoas
Casas destruídas ou danificadas	370 000 (aproximadamente)
Pontes destruídas ou danificadas	221
Hospitais destruídos ou danificados	73
Perdas económicas estimada	U.S. \$ 30 mil milhões



[Google, 2013]

03:34 → permitiu "minimizar" os danos e vitimas nas estradas (menor trafego durante a noite)

Maule

Bombeiros

- 38 mil bombeiros voluntários (Bomberos), não existindo bombeiros profissionais
- Responsabilidades enquanto entidade:
 - supressão de incêndios, manuseamento de substâncias perigosas, e resposta a situações de emergência médica e de busca e salvamento

Forças Armadas (2 Fases)

- controlar as pilhagens e auxiliar a polícia local nas zonas de impacto (1ª Fase)
- para ajudar com apoio logístico, remoção de entulhos, e construção de habitação temporária (2ª Fase)
- reestabeleceu a ordem e assumiu o controlo das operações
- Controlo dos abrigos restantes
- Estabelecimento de hospitais de campanha
- Abastecimento de comida e água para os sobreviventes
- Apoio na assistência médica e a movimentação de pacientes

Maule

Campo de desalojados

- Uma parte da população preferiu procurar abrigo perto do que restava das suas casas
- Era comum ver campos de desalojados com o que os chilenos chamam *Mediasaguas*
- Estas estruturas de madeira com, geralmente, cerca de 3x8 m, são tradicionalmente utilizadas no Chile para abrigar população desalojada



América do Sul



Magnitude Mw
7.0

16:53:10 (no epicentro)
(USGS NEIC (WDCS-D))

Profundidade do epicentro
13 km
(estimada)

Port-au-Prince
12 de Janeiro de 2010

Localização geográfica do epicentro
18.443°N, 72.571°W

3 Milhões de pessoas afetadas
1,5 Milhão de desalojados
316 Mil vítimas mortais

- **Antes** do sismo **metade** da população haitiana **não tinha acesso** a água potável.

- As infraestruturas de transporte ficaram gravemente afetadas:

Torre de controlo do aeroporto

Porto de embarque → ficou **inoperacional** durante **10 dias**, o que dificultou a chegada de navios militares com ajuda humanitária

Port-au-Prince

2 meses após o sismo:

- cerca de **400 mil** desalojados
- cerca de **3,5 milhões** dependiam do programa de ajuda alimentar da ONU.

6 meses após o sismo

- apenas **28 000** de **1,5 milhões** havia sido realojado



Asia

Magnitude Mw
6.9

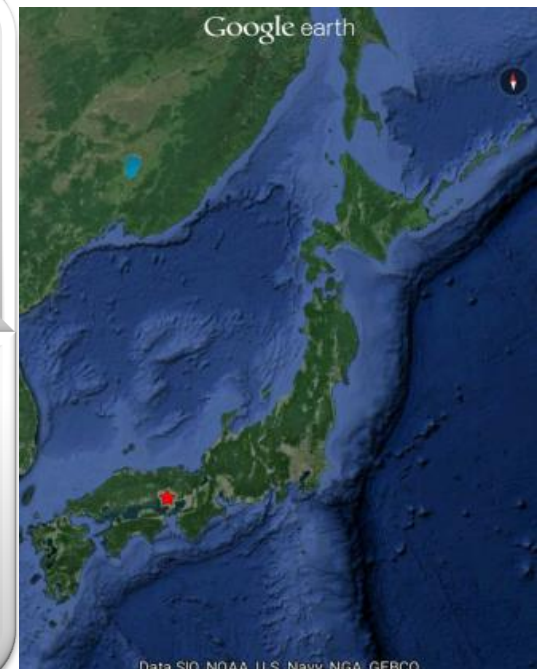
05:46 (no epicentro)
(USGS NEIC)

Profundidade do epicentro
16 km
(estimada)

Kobe
(The Great Hanshin Awaji)
17 de Janeiro de 1995

Localização geografica do epicentro
34.58°N, 135.01°E°

4 571 Vítimas mortais
2 pessoas desaparecidas
14 678 feridos.



- A partir de **18/01/1995**, evacuação de **222 127** pessoas para abrigos
- **24/01/1995** cerca de **236 899** pessoas usaram os serviços de abrigo
- **26/01/1995** havia **599** abrigos em funcionamento

Os campos de desalojados funcionavam em instalações escolares, o que encurtou o tempo de aulas

"Intervenção e Medidas de Emergência Pós Sismo"

Kobe

O plano de reconstrução do sismo "The great Hanshin-Awaji", consistia num plano faseado com uma meta de 10 anos.

Plano de Reconstrução do Grande Terremoto "Hanshin Awaji"

(Plano de Phoenix Hyogo)

planos de reconstrução a 3 anos, com prioridade:
Habitação, Infra-estrutura, Indústria

Criação de um Fundo para a Reconstrução (estabelecido em abril de 1995):

Prestação de Serviços à população afetada pelo sismo
(Subsídio para a recuperação independente de vidas, juros bonificados para o empréstimo à habitação, etc)

fomentar a colaboração entre:

Cidadãos, Organizações Sem Fins Lucrativos, Corporações e Governo

(comissão de apoio à vitima do terramoto)

A partir de janeiro de 1995

Fase de aplicação das Medidas de Emergência



A partir de agosto de 1995

Fase Habitação Temporaria



No início de abril de 1998

Fase de Transição Habitação Permanente



No final de abril de 2000

Fase final de reconstrução

Asia

Magnitude Mw
6.9

07:49:38 (no epicentro)
(USGS NEIC (WDCS-D))

Profundidade do epicentro
17 km
(estimada)

Qinghai
13 de Abril de 2010

Localização geografica do epicentro
33.224°N, 96.666°E

Pelo menos **2.500** vítimas mortais
270 desaparecidos
12 135 feridos
15 000 edifícios danificado



[Google, 2013]

A província de Qinghai situa-se numa **região montanhosa**

- altitudes elevadas (**elev. 4000m**)
- temperaturas na ordem do **5º negativos**
- 93% da comunidade local é tibetana, logo não falavam mandarim

Qinghai

850 soldados demoraram apenas **10 minutos** depois do sismo a chegar ao local



Plano de Emergência demorou cerca de **40 minutos** a ser posto em pratica



4 mil pessoas partiu de Xining, a capital da província de Qinghai, cerca de **3 horas após** o sismo



A **Equipe de Resgate Nacional** chegou à região afetada com **equipamento profissional**, **11 horas** após o sismo



[AP Photo/Andy Wong]



[AP/China's Xinhua news agency]

Considerações Finais

Casos de Estudo

•Itália

- Guia pratico para inspeção de edifícios pós-sismo com aval da *Comissão Europeia*

•Espanha

- Revisão das normas construtivas

•Chile

- Problemas no dimensionamento de estruturas

•Haiti

- Caos, destruição total, epidemias e problema de saneamento

•Japão

- Evolução acentuada da engenharia sísmica e despertou a atenção para o fenómeno de liquefação do solo

•China

- Condições climatéricas bastante exigentes, com operações de busca e salvamento a grande altitude

Trabalhos Futuros

Criação de um guia prático direcionado para o levantamento de danos após sismos

- Constituído por fichas com resposta de escolha múltipla que poderão ser melhoradas e adaptadas às tipologias construtivas existentes em Portugal

Criar uma base de dados, contendo as vulnerabilidades dos edifícios e averiguar os grupos de risco

- Deveria começar por edifícios considerados estratégicos em caso de catástrofes, nomeadamente, instalações hospitalares, escolas, entre outros e posteriormente alargado a edifícios privados
- Poderia permitir estabelecer prioridades de intervenção a nível regional, definir soluções e decisões de intervenção adequadas num intervalo de tempo tanto menor

"Intervenção e Medidas de Emergência Pós Sismo"



Obrigado pela atenção

Francisco Surrecio (ESTBarreiro/IPS)

fsurrecio.650@estbarreiro.ips.pt

Prof^a Doutora Cristina Ferreira de Oliveira (ESTBarreiro/IPS)

cristina.oliveira@estbarreiro.ips.pt