

# TERRAMOTO DE LISBOA DE 1755

O QUE APRENDEMOS  
260 ANOS DEPOIS?

LUCIANO LOURENÇO  
ÂNGELA SANTOS  
(COORDS.)



IMPRESA DA  
UNIVERSIDADE  
DE COIMBRA  
COIMBRA  
UNIVERSITY  
PRESS

*RISCOS*  
E CATÁSTROFES

## ESTRUTURAS EDITORIAIS

Série Riscos E Catástrofes  
Estudos Cindínicos

### DIRETOR PRINCIPAL | MAIN EDITOR

Luciano Lourenço  
Universidade de Coimbra

### DIRETORES ADJUNTOS | MAIN EDITOR

Adélia Nunes, António Bento Gonçalves  
Universidade de Coimbra, Universidade do Minho

### ASSISTENTE EDITORIAL | EDITORIAL ASSISTANT

Fernando Félix  
Universidade de Coimbra

### COMISSÃO CIENTÍFICA | EDITORIAL BOARD

Ana Meira Castro  
Instituto Superior de Engenharia do Porto

António Betâmio de Almeida  
Instituto Superior Técnico, Lisboa

António Duarte Amaro  
Escola Superior de Saúde do Alcoitão

António Manuel Saraiva Lopes  
Universidade de Lisboa

António Vieira  
Universidade do Minho

Cármem Ferreira  
Universidade do Porto

Helena Fernandez  
Universidade do Algarve

Humberto Varum  
Universidade de Aveiro

José Simão Antunes do Carmo  
Universidade de Coimbra

Margarida Horta Antunes  
Instituto Politécnico de Castelo Branco

Margarida Queirós  
Universidade de Lisboa

Maria José Roxo  
Universidade Nova de Lisboa

Romero Bandeira  
Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Porto

Tomás de Figueiredo  
Instituto Politécnico de Bragança

Antenora Maria da Mata Siqueira  
Univ. Federal Fluminense, Brasil

Carla Juscélia Oliveira Souza  
Univ. de São João del Rei, Brasil

Esteban Castro  
Univ. de Newcastle, Reino Unido

José António Vega  
Centro de Investigación Forestal de Lourizán, Espanha

José Arnaez Vadillo  
Univ.de La Rioja, Espanha

Lidia Esther Romero Martín  
Univ. Las Palmas de Gran Canaria, Espanha

Miguel Castillo Soto  
Universidade do Chile

Monserrat Díaz-Raviña  
Inst. Inv. Agrobiológicas de Galicia, Espanha

Norma Valencio  
Univ. Federal de São Carlos, Brasil

Ricardo Alvarez  
Univ. Atlântica, Florida, Estados Unidos da América

Victor Quintanilla  
Univ. de Santiago de Chile, Chile

Virginia Araceli García Acosta  
Univ. Nacional Autónoma de México

Xavier Ubeda Cartañá  
Univ. de Barcelona, Espanha

Yvette Veyret  
Univ. de Paris X, França

# TERRAMOTO DE LISBOA DE 1755

O QUE APRENDEMOS  
260 ANOS DEPOIS?

LUCIANO LOURENÇO  
ÂNGELA SANTOS  
(COORDS.)

IMPRESA DA  
UNIVERSIDADE  
DE COIMBRA  
COIMBRA  
UNIVERSITY  
PRESS

**EDIÇÃO**

Imprensa da Universidade de Coimbra  
Email: imprensa@uc.pt  
URL: [http://www.uc.pt/imprensa\\_uc](http://www.uc.pt/imprensa_uc)  
Vendas online: <http://livrariadaimprensa.uc.pt>

**COORDENAÇÃO EDITORIAL**

Imprensa da Universidade de Coimbra

**CONCEÇÃO GRÁFICA**

António Barros

**PRÉ-IMPRESSÃO**

Fernando Félix

**INFOGRAFIA DA CAPA**

Mickael Silva

**EXECUÇÃO GRÁFICA**

Simões e Linhares, Lda.

**ISBN**

978-989-26-1098-6

**ISBN DIGITAL**

978-989-26-1099-3

**DOI**

<http://dx.doi.org/10.14195/978-989-26-1099-3>

**DEPÓSITO LEGAL**

400562/15

RISCOS - ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE RISCOS, PREVENÇÃO E SEGURANÇA  
TEL.: +351 239 992 251; FAX: +351 239 836 733  
E-MAIL: RISCOS@UC.PT

## SUMÁRIO

O nascimento de uma nova série .....	7
Introdução .....	9
Um terramoto em Lisboa (1755). Uma reflexão de agora, 260 anos depois .....	13
Reflexão acerca da gestão das operações de socorro no terramoto de 1755 .....	35
O papel do planeamento de emergência na resposta a eventos sísmicos na área metropolitana de Lisboa .....	63
A importância da informação, sensibilização e formação na redução do risco sísmico no município da Amadora .....	77
Vulnerabilidade a sismos e incêndios no município de Vila Nova de Gaia .....	97
Comunidades educativas resilientes: perceção do risco e cultura de segurança .....	137
Contributos para o desenvolvimento de um simulador nacional de risco sísmico .....	171
Impacto do risco sísmico na resiliência urbana e nas perdas socioeconómicas .....	181
Avaliação municipal da vulnerabilidade a inundações por tsunamis .....	221
Avaliação do risco de tsunamis nos municípios de Peniche e Lourinhã .....	251
Identificação de depósitos do tsunami de 1755 e sua comparação com cenários de tempestade - estuário da Boca do Rio .....	277
Vestígios do tsunami de 1755: um indicador negligenciado no litoral de Portugal continental? .....	297



## O NASCIMENTO DE UMA NOVA SÉRIE THE BIRTH OF A NEW SERIES

**Delfim F. Leão**

Diretor da Imprensa da Universidade de Coimbra  
leo@fl.uc.pt

Faz parte do perfil de uma editora universitária ter como objetivo primeiro a preocupação de promover a ciência e a cultura, cuja valorização se impõe, por conseguinte, sobre certa premência marcadamente comercial que, boa parte das vezes, caracteriza o espaço da produção livreira externo à publicação académica. E se esse perfil enunciado não pode, ainda assim, servir de desculpa para descurar a obrigação de zelar pela sustentabilidade do trabalho editorial, assinala, em todo o caso, o que deve ser distintivo de uma editora universitária: a busca inconformada e constante da qualidade. Trata-se de um projeto a longo prazo, que nunca está concluído nem assegurado na sua plenitude, pois recomeça a cada nova proposta de publicação. Esta diligência não tem, contudo, de ser um reinício constante a partir do zero, se souber colher as vantagens da crescente maturação científica e profissional de todos os agentes envolvidos no processo de gestão editorial, desde autores e árbitros, até às gráficas, aos técnicos de diagramação ou de biblioteconomia, que dão forma ao livro, a diferentes níveis, neles incluindo o exigente processo de indexação em bases internacionais de referência, de capital importância no universo académico.

Esse caminho de maturação depende, portanto, do concurso de múltiplos fatores, mas um dos sinais claros da sua desejável afirmação pode encontrar-se na criação de séries especializadas, com estruturas editoriais igualmente

especializadas por áreas do saber. Integradas embora na dinâmica editorial de fundo da Imprensa da Universidade de Coimbra, exprimem, por outro lado, a necessidade de o processo que acompanha a publicação científica se tornar mais ágil e mais eficaz na ponderação de novas propostas e na atração de autores, que possam simultaneamente beneficiar deste esforço coletivo, bem como trazer uma mais-valia científica à chancela editorial que lhe dá corpo.

É a esse desafio que pretende responder a série *Riscos e Catástrofes*, inaugurada por este volume, ao criar um espaço aberto a acolher investigação de qualidade no campo das ciências cindínicas. E ao contrário do que poderia sugerir um título que elege como área de intervenção a experiência do desastre ou a prevenção da sua ameaça, possa esta nova série ser coroada de segurança, de estabilidade e de sucesso editorial e científico.

## INTRODUÇÃO INTRODUCTION

**Ângela Santos**

Universidade de Lisboa  
angela.santos@campus.ul.pt

**Luciano Lourenço**

Universidade de Coimbra  
luciano@uc.pt

Portugal continental tem registado uma baixa frequência de sismos de elevada magnitude (acima de 7,0), com o último deles a ocorrer a 28 de fevereiro de 1969, ou seja, há mais de quarenta e seis anos.

Todavia, é muito provável que, no futuro, possa vir a ocorrer um sismo de elevada magnitude e com potencial para causar danos e vítimas. No entanto, até ao presente, o terramoto de Lisboa de 1755 foi, sem dúvida, a maior catástrofe natural que ocorreu em Portugal, tendo-se registado mais de 12 000 vítimas, razão porque decidimos evocá-la.

De facto, neste ano de 2015 decorrem precisamente 260 anos sobre a data deste evento histórico, pelo que nos pareceu oportuno preparar uma publicação que possa transmitir algumas das lições aprendidas, bem como o esforço que tem sido conduzido no país de molde a minimizar os impactes de um futuro sismo com características semelhantes, incluindo o conseqüente maremoto (*tsunami*).

Deste modo, o livro que se apresenta e que será apresentado publicamente no Simpósio Ibero-Afro-Americano de Riscos, precisamente quatro dias depois da efeméride a que diz respeito, é o resultado da colaboração de vários autores, para o qual amavelmente contribuíram com trabalhos que desenvolveram em

várias regiões do país, permitindo assim mostrar uma maior distribuição espacial no território português do continente, de estudos dedicados aos riscos sísmico e de *tsunami*, preferencialmente relacionados com o evento de 1755.

Acresce que os autores possuem uma formação diversificada em vários domínios de especialização, quer em termos das comunidades científica e escolar, quer no que concerne ao planeamento e gestão da emergência e, em particular, no que à Autoridade Nacional de Proteção Civil e aos Serviços Municipais de Proteção Civil diz respeito.

O livro começa, pois, com uma reflexão sobre o terramoto de 1755, onde se recordam, sumariamente, os factos do dia 1 de novembro, com referência especial aos registados em Lisboa. Enumeram-se ainda as possíveis consequências de uma repetição de um sismo semelhante ao de 1755 e são apresentadas algumas sugestões práticas para minimizar danos futuros.

O capítulo seguinte revisita igualmente o sismo de 1755, mas também um anterior, de 1531, igualmente registado na cidade de Lisboa, mas, agora, sob a perspetiva da Medicina de Catástrofe e sobre o modo como foram geridas as operações de socorro para a imediata recuperação da cidade.

Depois, tendo em conta que após este terramoto, a construção antissísmica se foi generalizando em Portugal, ainda subsistem, como é do conhecimento geral, algumas estruturas e infraestruturas eventualmente vulneráveis a sismos de elevada magnitude, sobretudo em termos de edificado antigo, o que pode levar ao seu colapso, total ou parcial, comprometendo o funcionamento societal. Assim, o terceiro capítulo apresenta, de uma forma resumida, o planeamento de emergência como preparação prévia para resposta a eventos sísmicos de elevada magnitude, em particular na Área Metropolitana de Lisboa.

Do mesmo modo, em paralelo com a preparação dos agentes da emergência, é importante que a população em geral tenha conhecimento do risco sísmico existente na sua área de residência, bem como dos procedimentos básicos que deve adotar em caso de emergência. Nesse sentido, o capítulo seguinte mostra a importância da informação, sensibilização e formação dos cidadãos, para a redução do risco sísmico no município da Amadora.

Nesta conformidade, no capítulo quinto, são também apresentadas as ações realizadas no município de Vila Nova de Gaia, relacionadas não só com o risco de sismos e *tsunamis*, mas também com o de incêndios que, muitas vezes, ocorrem na sequência da manifestação do risco sísmico, através dos tremores de terra.

Adicionalmente, no capítulo sexto, apresenta-se e avalia-se o conhecimento da cultura de segurança numa comunidade educativa (Escola Secundária Eça de Queirós, Lisboa), com o objetivo de definir medidas eficazes de prevenção de riscos, em especial incêndios e sismos, nas escolas portuguesas.

A seguir, o capítulo sétimo dá a conhecer o potencial da simulação que é apresentado, de forma sumária, no cálculo da intensidade sísmica do tremor de terra de Benavente, registado em 1909.

Porém, o investimento em políticas de mitigação do risco sísmico é fundamental para controlar a extensão dos danos provocados no edificado, reduzindo-se, deste modo, as perdas sociais e económicas, como se apresenta no capítulo oitavo, onde se dá conta de várias soluções para recuperar e reabilitar o edificado existente, num estudo de caso aplicado a um bairro histórico da cidade de Faro.

Seguidamente, são considerados os efeitos de um maremoto (*tsunami*) semelhante ao ocorrido em 1755, que se apresentam nos dois capítulos seguintes. Assim, enquanto o nono versa sobre a vulnerabilidade relativa à inundação por *tsunami* nos municípios da Figueira da Foz, Setúbal e Vila do Bispo, o capítulo décimo aborda o risco de *tsunami* nos municípios de Peniche e da Lourinhã.

Por fim, nos dois últimos capítulos, apresenta-se a assinatura geológica deste evento histórico. Deste modo, no capítulo und cimo discutem-se os registos sedimentares do *tsunami* que foram descobertos na Boca do Rio, no município da Vila do Bispo, ao passo que no capítulo duodécimo e último, se problematizam os registos sedimentares do *tsunami* descobertos em Lisboa (novo Museu dos Coches), bem como os grandes blocos encontrados no topo de arribas, em Odemira (na área de Malhão), cujo transporte estará, muito provavelmente, associado ao maremoto de 1755.



**UM TERRAMOTO EM LISBOA (1755).  
UMA REFLEXÃO DE AGORA, 260 ANOS DEPOIS  
THE (1755) LISBON EARTHQUAKE.  
A PRESENT REFLECTION, PAST 260 YEARS**

**António Betâmio de Almeida**  
Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa  
betamio.almeida@ist.utl.pt

**Sumário:** O autor recorda o terramoto de 1755 que ocorreu em Lisboa e a importância do mesmo do ponto de vista cultural e científico. 260 anos depois importa analisar como é que este evento é tido em conta na preparação das medidas de protecção contra ameaças deste tipo na área de Lisboa e quais são as respectivas dificuldades.

**Palavras-chave:** Sismo, risco, vulnerabilidade, protecção civil

**Abstract:** The author reminds the 1755 Lisbon earthquake and its importance according to the cultural and scientific points of view. Past 260 years it is important to analyse how this event is now considered in the preparation of protection measures against this kind of threats in the Lisbon area and what are their difficulties.

**Keywords:** Earthquake, risk, vulnerability, civil protection

## Introdução

Há acontecimentos que ficam na História por motivos que não são humanamente felizes. É o caso de grandes guerras e de catástrofes mortíferas. Há casos, contudo, em que o acontecimento se agigantou para além do impacto local e se projectou no espaço, no tempo e no imaginário colectivo das gerações posteriores como um evento marcante e, de certo modo, sempre presente.

O terramoto que ocorreu em Lisboa no ano de 1755 é um desses casos excepcionais que resultou da convergência de diversos factores, nomeadamente a intensidade e o tipo de evento (um terramoto acompanhado por um maremoto ou *tsunami*), os efeitos devastadores na população e no património da cidade, as condições em que ocorreu (dia e hora), a importância do local, (uma capital da Europa), o sobressalto religioso, o ambiente cultural da Europa e a capacidade de comunicação à época do evento. Acresce a resposta muito forte do poder político ao acontecimento incidindo, simultaneamente, em diferentes aspectos humanitários e de segurança pública e numa intervenção planeada e firme na reconstrução da cidade. Muitos textos sobre catástrofes e situações de risco identificam o sismo de Lisboa de 1755, que afectou também outros locais do país, como sendo o primeiro desastre de uma nova época científica e cultural e um marco histórico associado a uma mudança crucial nas percepções sociais das catástrofes naturais (Rubise *et al*, 1995; Walter, 2008). O evento pode também ser considerado como o início simbólico da aplicação de metodologias racionais para o controlo e gestão dos riscos naturais e tecnológicos (Almeida, 2008; Kervern,1995).

O terramoto de Lisboa interpela e desafia a memória e propicia o desenvolvimento erudito de diversos temas associados aos sobressaltos induzidos pelo mesmo, nomeadamente nas artes (literatura, pintura, teatro), na filosofia, na ciência e na engenharia. À época discutiu-se o significado e as causas de tão inusitado evento e procuraram-se formas de proteger melhor a população de Lisboa contra sismos futuros.

Passados 260 anos, Lisboa está muito diferente mas a ameaça de ocorrência de um terramoto com características semelhantes permanece silenciosa e difusa.

A par da efeméride justifica-se uma reflexão sobre o presente e como responder a essa ameaça latente.

## Uma esquina da História

Numa perspectiva histórica, o sismo de 1755, em Lisboa, constituiu uma perturbação muito forte em diversos aspectos:

- Discussão moral e filosófica;
- Comunicação e sensibilização;
- Conhecimento dos fenómenos naturais;
- Responsabilidade política e protecção pública.

Apresenta-se seguidamente uma síntese destes aspectos baseada fundamentalmente em textos do autor (Almeida, 2006 e 2008) apresentados em 2005 (lembrando os 250 anos do evento)<sup>1</sup>.

### Discussão moral e filosófica

O sismo de 1755 originou um conhecido debate moral e filosófico através da Europa, envolvendo alguns dos intelectuais mais proeminentes do Iluminismo: Voltaire (1694-1778), Rousseau (1712-1778) e Kant (1724-1804), entre outros.

As descrições das catástrofes impressionaram Voltaire e deram-lhe a oportunidade de manifestar a sua profunda perplexidade, relativamente a temas como a Bondade e a Providência Divinas, quando confrontado com a destruição, o sofrimento e a morte que aconteceram em Lisboa. As discussões filosóficas da época abordaram a crença na Providência: “Deus (ou os Deuses) não só cria-

---

<sup>1</sup> Com base em comunicações apresentadas numa conferência internacional organizada em Lisboa nesse ano de 2005, reuniram-se em Mendes-Victor *et al.* (2008) um conjunto de textos que abordam com grande profundidade diversos aspectos relacionados com o sismo de 1755, nomeadamente as dimensões históricas, sócio-económicas, e de planeamento urbano, informação e alerta; a construção resistente aos sismos; a génese do sismo de 1755 e as respostas a sismos muito intensos..

ram o mundo mas também o governam e cuidam para a sua prosperidade, em particular para a prosperidade do Homem” (Marques, 2003, p.7).

A resposta de Rousseau a Voltaire (Voltaire, 1755) criou uma nova perspectiva social do desastre quando refere<sup>2</sup> ... "*que a natureza não escolheu vinte mil casas de seis ou sete pisos, e se os habitantes de tão grande cidade se tivessem dispersado e construído casas mais pequenas, menor destruição teria ocorrido, ou talvez nenhuma. Quantos miseráveis morreram neste desastre porque queriam salvar as suas roupas, documentos e dinheiro?*".

Rousseau transfere a responsabilidade para o comportamento ou acções do homem e sugere a ideia que o desastre é uma construção social de acordo com as normas culturais existentes. Se o evento se considera ou não um acidente depende de quem é afectado, onde ocorre e da forma como se toma conhecimento<sup>3</sup> (comunicação do acidente).

De forma similar, mas num contexto de uma contribuição para o conhecimento científico, I. Kant também faz uma análise crítica do plano de Lisboa no que respeita à direcção do vale do Tejo e à orientação dos estragos de acordo com a teoria física do sismo livre de causas religiosas (Kant, 1756).

### Comunicação e sensibilização

O horror no dia de Todos os Santos de 1755, em Lisboa, foi do conhecimento de um grande número de pessoas fora de Portugal. O sismo deu origem a uma literatura popular que descreveu a destruição e a morte associadas ao evento. As descrições do acontecimento por testemunhos de estrangeiros e em livros, ensaios, poemas e peças de teatro tiveram uma influência profunda e duradoura no imaginário Europeu (Francis, 1985). “Candide”, o livro de Voltaire associado ao sismo de Lisboa, publicado em 1759 (Voltaire, 1759), tornou-se um suces-

---

<sup>2</sup> Carta de Rousseau a Voltaire (citação baseada em Fonseca, 2004, p. 110).

<sup>3</sup> Inspirado numa contribuição de Dynes da Russel University Delaware, New York (Dynes, 2000).

so internacional (30 000 exemplares no primeiro ano), “*facto surpreendente à época para um trabalho de ficção*” (Dynes, 2000). Uma boa informação acerca da influência do acontecimento na literatura europeia pode ser encontrada em Buescu e Cordeiro, 2005.

Outro vector de comunicação e difusão de emoções dramáticas foi o grande número de gravuras produzidas: algumas tentam retratar com precisão os acontecimentos com base em testemunhas, outras são retratos imaginários. Foram, no entanto, muito importantes no que respeita à divulgação da mensagem e como documentos que retratam aspectos da magnitude e do poder de destruição do sismo, do sofrimento dos habitantes, das acções de salvamento e também da reconstrução de Lisboa.

As motivações das mensagens escritas ou pictóricas são diversas: para informar, compreender ou pelo desejo de mostrar os danos na cidade. O sismo de 1755 proporcionou, também, um desenvolvimento nesta área da comunicação e também da utilização da imagem em trabalhos científicos (Keller, 1998).

### **Conhecimento dos fenómenos naturais associados ao sismo**

O sismo de 1755 impulsionou novos conhecimentos. Baptista *et al.* (1998) fizeram uma análise cuidadosa de diversos tipos de escritos originais entre 1755 e 1759, incluindo relatórios, crónicas, correspondência e fontes coevas anónimas<sup>4</sup>. O número total dos originais referenciados foi 982. Inquéritos oficiais foram enviados a todos os distritos paroquiais (Portugal e Matos, 1974), salientando-se um inquérito orientado para a identificação dos fenómenos sísmicos (1756). De acordo com alguns autores, este inquérito pode ser considerado como um marco na história da sismologia moderna (Fonseca, 2004, p. 122) atendendo às referências relacionadas com factos quantitativos e qualitativos.

---

<sup>4</sup> J.J. Mendonça relatou os acontecimentos e apresentou um dos primeiros balanços sistemáticos dos efeitos do terramoto e do maremoto de 1755 (Mendonça, 1758).

O debate entre aqueles que acreditavam em causas divinas<sup>5</sup> e os que defendiam as causas naturais era uma realidade da época. J. Wesley, num planfleto intitulado “Serious Thoughts occasioned by the Late Earthquake at Lisbon” (1772) escreveu “*why should we not be convinced...that it is not chance which governs the world...; why, we have a general answer always ready, to screen us from any such conviction; All these things are purely natural and accidental; the result of natural causes*”. But there are two objections to this answer: first, it is untrue secondly it is uncomfortable... what is nature itself but the art of God? Or God’s method of acting in the material world?” (Boer e Sanders, 2005, p. 85-86).

Uma nova maneira de pensar é exemplificada por John Michell, professor na Universidade de Cambridge e um dos pais da sismologia moderna. Michell analisou os relatórios do sismo de 1755 e publicou um livro intitulado *Conjectures concerning the Cause and Observations upon the Phenomena of Earthquakes*, em 1760. Neste livro, o autor propôs “um método para determinação da origem dos sismos” baseado na propagação das ondas em diferentes direcções “o autor confirmou, assim, que o sismo de Lisboa teve origem no Atlântico” (Boer e Sanders, 2005, p. 95). A Sismologia começou a desenvolver-se e um longo caminho foi percorrido até ao conhecimento contemporâneo. Permanecem incertezas, mas o sismo de 1755 constitui uma referência para os cientistas.

## Responsabilização política e protecção pública

A resposta ao evento teve uma liderança política forte e eficiente sob a orientação do Marquês de Pombal<sup>6</sup> e reflecte um dos aspectos das mudanças da época: o desenvolvimento do estado moderno. Confrontado com um grande

---

<sup>5</sup> Rei de Portugal pediu ao Papa um novo santo como o protector do reino: São Francisco (Borgia) um Santo Jesuíta que foi considerado o “protector contra os sismos”. Este pedido foi satisfeito em Maio de 1576 (França, 1977, p. 72). Esta atitude pode ser considerada como uma crença na “medida pública da protecção divina”.

<sup>6</sup> Orientações conhecidas por “Providências de Marquês de Pombal”. Uma colecção das providências oficiais (14, até Dezembro 1758) publicada em 1829 por Cláudio Conceição e baseada numa compilação feita por A. Patrício de Lisboa em 1758 (nova edição publicada em 2005).

desastre na capital, o poder assumiu a responsabilidade das acções de socorro. O Rei de Portugal delegou em Pombal a total responsabilidade e poder na resposta de emergência e para conduzir a reconstrução de Lisboa. Esta liderança é recordada simbolicamente por uma frase famosa, que sintetiza a sua acção, em resposta à pergunta “que podemos fazer agora?”: “Enterrem os mortos e alimentem os vivos”, supostamente proferida por Pombal.

A acção de emergência incluiu diferentes tarefas (Conceição, 1829), nomeadamente as seguintes:

- a) A remoção dos corpos, para evitar epidemias, incluindo o transporte em barcas e afundamento ao largo do rio Tejo;
- b) O tratamento, a alimentação e o acolhimento dos sobreviventes: hospital de emergência e medidas especiais para fornecer alimentos e construção de acampamentos para os desalojados;
- c) Garantia da segurança pública por militares e tribunais para refrear a pilhagem, incluindo penas de morte exemplares;
- d) Luta contra a superstição e as profecias que poderiam induzir o pânico e acções repressivas contra os boatos;
- e) Mobilização especial de recursos financeiros: controlo de preços e legislação (1756) para regulamentar um imposto extraordinário sobre bens importados (França, 1977, p. 69);
- f) Ajuda internacional de diferentes países.

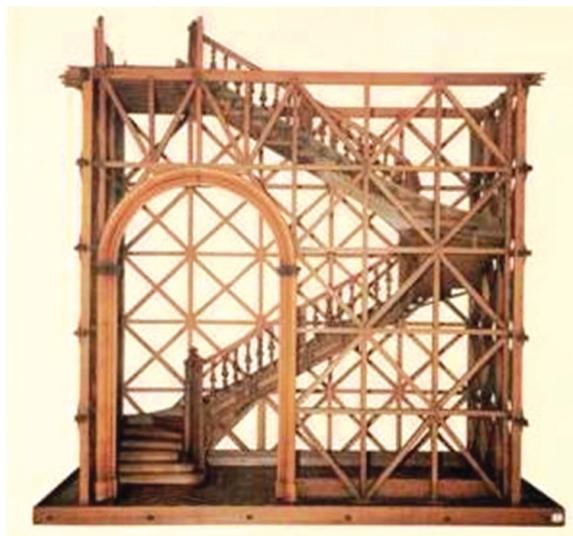
A reconstrução da parte danificada de Lisboa começou pelas demolições e remoção dos destroços e a preparação dos planos de reconstrução iniciou-se com muita rapidez, tendo sido aprovado um conjunto concertado de medidas e de legislação especial durante os meses subsequentes:

- a) O General Manuel da Maia, engenheiro-chefe do Reino, foi responsável por um relatório para a reconstrução da cidade constituído por três documentos, datados de 4 de Dezembro de 1755, 16 de Fevereiro de 1756 e 31 de Março de 1756;
- b) Levantamento e registo das ruas, praças e casas na zona danificada da cidade a fim de evitar questões legais futuras (Conceição, 1829, p. 73

- Providência XIV); a proibição de construção de novas casas e a ordem de demolição das que se encontravam fora do plano de reconstrução;
- c) Planeamento logístico complexo envolvendo materiais, processos de construção, recursos humanos, ajuda financeira e preparação de medidas legais (França, 1977, p. 103);
- d) Elaboração de planos para a reconstrução tendo em consideração a segurança estrutural, a estética urbana e a saúde pública por uma equipa de arquitectos e engenheiros.

Maia recomendou no seu relatório (Dezembro de 1755) que o número de pisos dos novos edifícios deveria ser limitado, para diminuir as consequências da sua ruína em caso de sismo e, também, que as novas ruas deveriam ser mais largas, a fim de permitir fugir e evitar os destroços em queda.

Relativamente à prevenção contra o colapso de edifícios sob forças sísmicas, a medida estrutural mais popular foi a estrutura ou “gaiola de madeira” encaixada nas paredes (fig. 1). De acordo com França (1977, p.158) e Fonseca (2004, p. 93), foram realizados ensaios desta invenção em modelos de tamanho real utilizando soldados em marcha de forma a testar a eficácia da estrutura sob



**Fig. 1** - Um modelo de estrutura de madeira ou “gaiola”. (Museu do IST, Lisboa).  
*Fig. 1* - A wooden structure model or “cage”. (IST Museum, Lisbon).

forças dinâmicas. Estes ensaios podem ser considerados como ensaios dinâmicos num contexto de engenharia sísmica (Fonseca, 2004, p. 93).

## Recordar e Preparar

O sismo permaneceu na memória dos habitantes de Lisboa por um longo período. De acordo com Choffat (1912) “*o sismo de 1755 deixou nos habitantes de Portugal um terror<sup>7</sup> associado aos abalos e a maioria da população espera a repetição desta catástrofe*” ...e o autor refere a reacção pública durante o sismo de 1909 (sismo de Benavente em 23 de Abril)... “*Em Lisboa, muitas pessoas permaneceram fora de casa durante a noite*” (Choffat e Bensaude, 1912, p. 19). Exceptuando alguns episódios sísmicos de moderada magnitude, a população portuguesa (continental), nomeadamente a de Lisboa, não teve (felizmente) durante um século a experiência traumática de um grande terramoto<sup>8</sup> : em 1969 a cidade de Lisboa sofreu um abalo sísmico mas relativamente moderado. Este facto tem relevância na sensibilidade e preparação da sociedade para enfrentar um acontecimento como o de 1755.

No presente, no século XXI, impõe-se, para além de de recordar o evento de 1755, encarar a possibilidade de ocorrer um novo evento sísmico com características semelhantes ao referido, incluindo a possibilidade de ocorrência simultânea de um *tsunami* ou maremoto, e de reflectir sobre as melhores condições de protecção da população. Às autoridades incumbe uma parte significativa da implementação de medidas consideradas adequadas tendentes a minimizar consequências humanas, sociais e materiais. De novo Lisboa será o centro das atenções mas, tendo em conta a experiência histórica, outras

---

<sup>7</sup> Os sismos de 1906 (S. Francisco) e 1908 (Messina) motivaram conferências especiais por associações científicas Portuguesas diferentes com o objectivo de tranquilizar as populações, explicando “a teoria do sismo” (Choffat e Bensaude, 1912, p. 6).

<sup>8</sup> No século XX ocorreu em Lisboa um sismo intenso em 28 de Fevereiro de 1969, felizmente sem consequências catastróficas mas que provocou 11 vítimas mortais e dezenas de feridos. O sismo de 1969 criou, à data, na população portuguesa, a consciência da necessidade de estudar, monitorizar e compreender melhor os sismos.

zonas do país terão também de ser consideradas. Os principais instrumentos à disposição para enfrentar um evento semelhante são os seguintes:

- Investigação científica e melhoria dos conhecimentos nos domínios da sismologia e da engenharia sísmica;
- Apetrechamento e organização eficazes da protecção civil (gestão de crise e do pós-evento);
- Planeamento e gestão do território baseado ou informado pela análise integrada do risco e das vulnerabilidades;
- Controlo da vulnerabilidade física do património construído e incremento da segurança estrutural contra sismos;
- Preparação e sensibilização da população;
- O conhecimento e a gestão da percepção social do risco e da adaptação cognitiva à ameaça.

Os primeiros dois pontos não necessitam, em 2015, de um registo especial. A investigação científica e os órgãos com responsabilidade na protecção civil passaram a ocupar nas últimas dezenas de anos uma centralidade estratégica na sociedade portuguesa. Neste domínio, a investigação científica portuguesa atingiu um nível muito elevado<sup>9</sup> e é o garante de um suporte adequado para a decisão e a implementação de medidas de protecção<sup>10</sup>. Também as principais autarquias das áreas urbanas em risco, nomeadamente a Câmara Municipal de Lisboa, estão sensibilizadas para as diferentes dimensões do problema. É necessário, contudo, uma intervenção adequada por parte do Estado por forma a manter bons níveis de intervenção e de capacidade operacional. As relações

---

<sup>9</sup> Não obstante ser um aspecto crucial no planeamento de medidas de protecção contra a ameaça sísmica, a identificação e a caracterização completa do mecanismo que originou o sismo de 1755 ainda não é definitivo não obstante o enorme empenho nacional e internacional nesse sentido. “*Sabe-se pouco sobre o terramoto de 1755*”, disse o investigador João Fonseca Duarte numa entrevista em 2005 (Gazeta da Física, Vol. 28, Fasc. 4, pp 22-27). No que respeita a origem do sismo, apresentam-se em Cunha et al., 2010, Santos et al., 2009 e Ribeiro *et al*, 2008 diferentes propostas e referências.

<sup>10</sup> Referem-se as instituições oficiais de previsão, as universidades e as instituições de investigação, nomeadamente o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), em particular nos domínios da Sismologia, da Engenharia Sísmica e da Psicologia Social.

e a cooperação internacionais são cruciais para que os resultados possam ser visíveis num momento de crise.

### Os conceitos de Risco e de Vulnerabilidade

O risco é um conceito dominante na sociedade actual e está associado a múltiplos factores: os perigos naturais incertos; as incertezas que envolvem a ciência e a tecnologia e os efeitos na saúde e qualidade de vida; as novas vulnerabilidades da sociedade. O conceito de risco está tão presente que a sociedade actual foi caracterizada, por U. Beck, como "*a sociedade do risco*" (Beck, 1986). A noção de risco é inseparável das ideias de probabilidade e de incerteza (contingência). A resposta ao sismo de 1755 pode ser considerada como uma proto-gestão do risco (Almeida, 2008).

O risco pressupõe que é possível influenciar o futuro através de uma ou outra alternativa (Luhmann, 1992). As decisões racionais podem ser associadas às consequências identificadas de cenários de acontecimentos futuros e a uma responsabilidade ética. Gerir o futuro e a incerteza, justificando racionalmente o custo das medidas de protecção ou de mitigação contra catástrofes, tornou-se uma exigência crescente nas actividades e iniciativas sociais e políticas associadas à melhoria ou manutenção da qualidade de vida.

O risco é considerado como um conceito multi-dimensional para além do técnico: tem uma dimensão social; tem uma dimensão psicológica (percepção do risco), entre outras. A denominada "*dimensão técnica*" do conceito define quantitativamente o risco do seguinte modo (Almeida, 2011):

Risco = Probabilidade da ocorrência (ou da cadeia causal associada) de um evento com uma determinada intensidade x Consequências desse evento

Tendo em conta que as consequências materiais da actuação de um sismo (número de vítimas humanas e danos em edificações e sistemas naturais ou tecnológicos) podem ser estimadas com base em dois operadores operacionais:

- Conjunto de bens expostos à atuação do sismo;
- Vulnerabilidade desses bens sob o impacto do sismo.

Na gestão do risco há, assim, que ter em conta dois aspectos:

- Possibilidade de ocorrer um sismo com determinadas características, numa determinada área e intervalo de tempo, quantificada pela probabilidade da respetiva ocorrência;
- Vulnerabilidade dos bens expostos ou grau provável de danos nesses bens.

Consoante o tipo de bem exposto e os consequentes danos resultantes do impacto sísmico, a vulnerabilidade pode ter diferentes designações: física (edificado e sistemas de infraestruturas), social (pessoas individuais ou agregados de pessoas- população), económica (sistema económico e financeiro), entre outros.

O controlo da possibilidade de ocorrência de sismos de origem natural, nomeadamente de um sismo em Lisboa, não é possível: uma prevenção caracterizada pela diminuição induzida da probabilidade ou da perigosidade dos sismos e dos maremotos associados não está ainda ao nosso alcance. Contudo, o conhecimento dos valores das probabilidades associadas é muito importante.

Num quadro de análise de benefícios versus custos, o valor da probabilidade de ocorrência no futuro de um evento com determinadas características, num determinado intervalo de tempo, reduz, mais ou menos, o valor numérico das consequências estimadas no presente (valor expectável da perda ou dano). O conhecimento da probabilidade de ocorrência permite a avaliação quantitativa do grau de possibilidade de ocorrência do evento, a hierarquização da importância do acontecimento e da preocupação das entidades oficiais e da percepção dos cidadãos e, finalmente, a definição racional do nível de segurança garantido pela regulamentação da construção.

A incerteza aleatória de ocorrências e as probabilidades associadas são frequentemente caracterizadas pela variável período de retorno ou de recorrência: intervalo de tempo expectável entre dois eventos com as mesmas características. No risco sísmico essa variável pode não ser totalmente aleatória e ter uma componente determinística. Por seu turno, a frequência de sismos destrutivos é diminuta em Portugal Continental e depende dos mecanismos que os originam. No caso da cidade de Lisboa, de acordo com a literatura científica, não é possível conhecer com rigor o período de retorno de um sismo semelhante ao

de 1755: pode corresponder a valores da ordem de 1000-2000 anos (Ribeiro, 2008) ou da ordem de 10000 anos (Cunha, *et al.*, 2010).

O controlo da vulnerabilidade e da segurança estrutural das construções, nomeadamente das habitações privadas e dos edifícios públicos, é um aspecto fundamental das medidas de protecção. A designada construção anti-sísmica, com capacidade para resistir a sismos com determinadas características, é crucial para diminuir o risco de perdas de vidas se ocorrer um evento de natureza sísmica. O sistema de “gaiola” anteriormente referido (fig. 1) é uma medida com o objectivo de atenuar a susceptibilidade das construções de alvenaria à acção dos sismos, uma medida para diminuir a vulnerabilidade física dos edifícios construídos após o terramoto. de 1755.

### Gestão e Mitigação do Risco no Presente

Infelizmente, a previsão dos sismos ainda não é garantida ou não é operacionalmente eficaz. Por isso, um sistema fiável de aviso antecipado de ocorrência de sismos intensos ainda não existe. Para maremotos já pode ser possível uma previsão de ocorrência causada por um sismo e a instalação de um sistema de aviso. Contudo, quando o tempo de chegada de um maremoto a uma área urbana importante, que acabou de sofrer o impacto de um sismo intenso, é relativamente curto, a eficácia e a oportunidade de tal aviso pode ser discutível. O controlo das vulnerabilidades físicas, com base na resposta dinâmica dos edifícios e dos sistemas de infraestruturas e na mitigação dos respectivos danos associados, é possível e potencialmente mais eficaz. O ordenamento regional e urbano (cartas de risco e de vulnerabilidades) informado pelo risco sísmico<sup>11</sup>, a engenharia sísmica, as simulações computacionais de comportamentos estruturais e de catástrofes e os códigos ou regulamentos de segurança (nacionais ou europeus-Eurocódigo) são exemplos de instrumentos que contribuem para a mitigação do risco sísmico. A diminuição das vulnerabilidades ao impacto de

---

<sup>11</sup> O PROT Algarve, Volume II, Caracterização e Diagnóstico (2004) é um exemplo

sismos pode reduzir os danos expectáveis no edificado e nos seus ocupantes, constituindo, assim, um instrumento poderoso na protecção da população numa área urbana sob a ameaça de ocorrência de sismos<sup>12</sup>, independentemente da maior ou menor probabilidade ou perigosidade das ocorrências possíveis. No caso de Lisboa e de outras localidades do território nacional, o comportamento dos diferentes tipos edifícios<sup>13</sup> e de qualidade de construção (idade, tipos de materiais utilizados e métodos de dimensionamento segundo diferentes regulamentos de segurança) e as características geológicas locais conduzem a diferentes vulnerabilidades sísmicas. Em SPES e GECORPA, 2001 apresenta-se uma detalhada descrição desta problemática bem como propostas de reabilitação ou reforço dos edifícios e estimativas de custos associados. É importante a conjugação das seguintes acções:

- Ordenamento da ocupação do território tendo em conta a perigosidade sísmica local, incluindo a microzonagem sísmica e a possibilidade de ocorrência de maremotos;
- Aplicação e controlo da qualidade das construções com base em regulamentos, normas anti-sísmicas e fiscalização adequadas;
- Reforço da segurança anti-sísmica das construções mais antigas, incluindo o património histórico e os edifícios estratégicos, com controlo adequado das intervenções na estrutura de edifícios antigos.

Para além das vulnerabilidades físicas, respeitantes às construções e aos sistemas de infraestruturas ou de apoio, há ainda a considerar a vulnerabilidade social ou humana referente à segurança das populações em situação de crise e à capacidade de protecção das mesmas, nomeadamente a possibilidade de resgate eficaz, de evacuação e intervenção médica e alimentar pós evento, bem como de uma comunicação e informação adequadas.

---

<sup>12</sup> Na situação actual, as simulações e as previsões de danos decorrentes da actuação em Lisboa de um sismo como o de 1755 indicam a possibilidade do número de vítimas poder atingir valores da ordem de 17 a 27 mil, de acordo com um estudo do LNEC. Quanto à vulnerabilidade económica, a perda de riqueza nacional poderia atingir valores da ordem de 200% do PIB (para o sismo de 1755 estima-se uma perda de 75% do PIB).

<sup>13</sup> Salienta-se que cerca de 67% dos edifícios da cidade de Lisboa são anteriores ao primeiro regulamento anti-sísmico (1958).

Uma parte da vulnerabilidade económica privada poderá ser (e é) mitigada através da transferência do risco para terceiros ou seja através de seguros adequados. Obviamente com custos durante períodos de tempo muito longos até à ocorrência de um eventual sinistro e com limitações no caso de perdas generalizadas. Contudo, os seguros não protegem a vida física das pessoas, o valor mais importante em jogo.

A Autoridade Nacional de Protecção Civil (ANPC) tem vindo a equipar-se e a preparar-se para enfrentar os diversos tipos de desastres. Em conjunto com autarquias, tem desenvolvido instrumentos de planeamento e de preparação da gestão de crises como, por exemplo, o Guia para a Caracterização de Risco no Âmbito da Elaboração de Planos de Emergência de Protecção Civil. Para a Área Metropolitana de Lisboa e Concelhos limítrofes, a Comissão Nacional de Protecção Civil aprovou, em 2009, o Plano Especial de Emergência para o Risco Sísmico (PEERS-AML) para essa área territorial, documento que enquadra a preparação das acções a desenvolver no caso de ocorrência de um sismo na zona de Lisboa. No presente (2015), estão em preparação novas acções no âmbito da Plataforma Nacional de Redução do Risco e do Sendai Framework for Disaster Reduction (2015-2030). A eficácia da organização dos sistemas de protecção civil depende muito da experiência em situações reais, incluindo a experiência adquirida em eventos ocorridos noutros países, e na execução de exercícios ou simulações de gabinete e no terreno. Este é um aspecto a ter sempre em conta no caso de Lisboa.

### **Preparação pública e percepção social**

A memória e o conhecimento dos cidadãos são elementos muito importantes para a gestão do risco. A preparação e a sensibilização da população exposta à ameaça sísmica constitui um dos vectores indispensáveis de actuação na gestão do risco sísmico. Para este efeito, é crucial o modo como os cidadãos e os decisores públicos e privados percebem a importância do perigo e se disponibilizam a ter iniciativas conducentes à implementação de medidas de mitigação dos

riscos individuais e públicos. Uma análise psico-social dos testemunhos do sismo de 1755 apresentada por L. Lima procura ilustrar os processos de construção social do risco e de adaptação cognitiva à ameaça (Lima, 2008).

A preocupação com o acompanhamento, a preparação e a percepção da população deve ser geral mas incidindo, de um modo particular, em duas faixas etárias relevantes: a dos jovens em idade escolar e a dos idosos. No primeiro caso é a oportunidade de formar hábitos de segurança que podem influenciar positivamente o comportamento dos agregados familiares. No segundo trata-se de um grupo de cidadãos cada vez mais numeroso, muitos já fisicamente vulneráveis, vivendo sozinhos e em habitações muito antigas.

A informação mobilizadora dos cidadãos, por forma a proporcionar uma atitude mais atenta à possibilidade de ocorrência de um sismo e aos seus potenciais efeitos, deve ser uma preocupação constante das autoridades<sup>14</sup>. Em período de crise, em particular se há ocorrência de abalos continuados, as previsões do que poderá acontecer a curto prazo e a comunicação dos procedimentos a seguir pela população podem suscitar ainda muitas incertezas. A participação regular em exercícios de evacuação e em simulacros a nível dos locais de trabalho, das escolas e de outros espaços é de incentivar e organizar. A experiência de países mais desenvolvidos neste domínio, não obstante as culturas e organizações sociais diferentes, deve ser aproveitada.

## O que poderá acontecer?

Depois de 1969, a população de Lisboa nunca mais teve a experiência traumática de sentir abalos sísmicos intensos. Ao contrário de outras regiões europeias (por exemplo na Itália ou na Região dos Açores) a actividade sísmica em Portugal Continental é relativamente reduzida. A experiência prática do

---

<sup>14</sup> A divulgação de informações aos cidadãos de medidas de protecção individual é muito importante. Dois exemplos: O folheto Conhecer para Prevenir o Risco Sísmico na Cidade de Lisboa e Medidas de Auto-protecção, editado pela C.M. L. e ANPC; e o livro Como Sobreviver a um Terramoto em Portugal de J. P. George.

modo como uma cidade com as características de Lisboa poderá resistir a um sismo e maremoto semelhantes aos de 1755, ou mesmo com menor intensidade, não existe (felizmente). Por isso, constitui uma relativa incerteza responder à pergunta “o que poderá acontecer?”

Assim, não obstante os avanços significativos na simulação de eventos e na preparação dos sistemas de protecção civil, subsistem fundadas incertezas:

- Uma incerteza a resposta da generalidade do edificado, nomeadamente o mais antigo e também o mais recente;
- Uma incerteza na reacção da população a uma situação de catástrofe (pânico descontrolado) e à capacidade de deslocação e de comunicação nessa situação;
- Uma incerteza quanto à capacidade de intervenção imediata para orientação da população, de resgate de vítimas em destroços e de acolhimento hospitalar dos feridos pós evento;

Num quadro de análise do risco pode colocar-se a questão de avaliar se o risco sísmico é maior ou menor no presente relativamente a 1755.

Admitindo a possibilidade de ocorrência na área de Lisboa, de um sismo com características semelhantes ao de 1755, as principais diferenças a assinalar no valor global do risco sísmico são as seguintes:

- Aspectos positivos

- Vulnerabilidade física mais controlada ou reduzida, em particular a partir da aplicação da legislação anti-sísmica mais moderna (33% dos edifícios existentes);
- Qualidade técnica da construção anti-sísmica progressivamente melhorada em resultado dos avanços na investigação e nas técnicas da engenharia sísmica;
- Vulnerabilidade social mais atenuada atendendo à existência de um sistema de protecção civil, de serviços de socorro com recursos muito mais poderosos e eficazes e de capacidade de informação colectiva e individual cada vez mais generalizada. A cooperação internacional é mais

rápida e experimentada. No entanto, a melhoria dos meios disponíveis não poderá evitar totalmente a ocorrência de vítimas mortais;

- Rede de cuidados médicos muito mais desenvolvida o que permite esperar uma capacidade de sobrevivência dos feridos muito maior;
- Maior conhecimento científico e capacidade de intervenção técnica e de inovação (novas tecnologias) na preparação e implementação de medidas de protecção;
- População com mais informação e liberta da carga obscurantista relativamente à origem do fenómeno e da suspeita de castigos divinos, mas pouco mobilizada para a sua protecção individual;

- Aspectos negativos

- Maior exposição concentrada de bens, de valores em risco, mais área ocupada, mais população, mais edificado e mais sistemas de infraestruturas sensíveis (pontes, viadutos, sistemas de abastecimento);
- Existência de uma percentagem elevada de edifícios históricos, bairros antigos, ruas estreitas que não favorecem a protecção das populações;
- Vulnerabilidade económica e financeira muito elevada;
- Sociedade mais complexa e sofisticada e mais dependente de sistemas artificiais, necessitando de energia e de uma organização integrada e, portanto, menos resiliente a uma catástrofe inesperada que interrompa os sistemas de suporte ou de apoio;
- Maior percentagem de população idosa e de pessoas vivendo isoladamente.

Ponderados os aspetos globais positivos e negativos, é incerto que a esperada atenuação das vulnerabilidades possa compensar totalmente o extraordinário incremento da exposição e da complexidade sistémica da organização da Sociedade. Sendo incerto o número total de vítimas em 1755<sup>15</sup> torna-se difícil fazer uma comparação entre os riscos quantitativos correspondentes às duas

---

<sup>15</sup> O número exacto de vítimas mortais em 1755 é incerto: há estimativas de 10 000 a 15 000 mortos e outras de 30 000 a 60 000 mortos.

épocas . A atenuação global das vulnerabilidades poderá não conduzir a uma diminuição drástica do risco associado a um sismo de elevada magnitude que venha a ocorrer em Lisboa.

Um levantamento das possíveis acções e condições associadas a um novo 1755 em Lisboa para diminuir o respectivo risco é apresentado em Azevedo, Serrano e Oliveira, 2008. Este trabalho integrou-se num projecto de desenvolvimento de um simulador capaz de gerar diversos cenários de sismos incidindo as acções propostas nos seguintes aspectos principais: planeamento de emergência, organização da protecção civil, preparação e treino, coordenação nacional, regional e internacional, avaliação rápida de danos, sistemas de aviso e alerta, missões pos-terramoto e o papel da comunicação social.

Salientam-se, seguidamente, algumas das dificuldades na execução de medidas de mitigação do risco em causa.

O reforço eficaz da resistência anti-sísmica dos edifícios mais antigos e potencialmente mais vulneráveis, através de um plano de intervenção intensivo, tem um obstáculo de monta na actual situação financeira e económica do país (2015). O nível de investimento que seria exigido a proprietários e aos poderes públicos poderá ser incomportável a curto e a médio prazos. Por seu turno, os efeitos económicos de um sismo muito intenso poderão ser devastadores para o país. A possibilidade de considerar uma relação custo-benefício, num quadro de ocorrência a prazo incerto e de quantificação incerta dos danos, é muito difícil no actual contexto.

A implementação de novas medidas de previsão e de alerta ainda não está definida a curto prazo, não obstante o esforço de investigação multinacional e as iniciativas de aplicação de novas tecnologias.

Por seu turno, a experiência internacional mostra que há ainda muitos aspectos a melhorar em situações de crise sísmica (e.g. a utilização de potenciais sinais precursores de grandes sismos para orientação da protecção civil) e de comunicação do risco em zonas urbanas sob ameaça sísmica, conforme se revelou recentemente no sismo de 2009 na cidade de L'Aquila em Itália (Almeida e Oliveira, 2014). O risco dos maremotos ou *tsunamis* associado ao risco sísmico é um aspecto crítico a ter em conta. Ocorrências recentes mostram os efeitos

potencialmente devastadores dum maremoto, mesmo em países com os mais eficazes sistemas de protecção e de aviso, como é o caso do Japão. Em Portugal, em particular em muitas zonas do Algarve e na zona de Lisboa a protecção das populações contra esse fenómeno continua a ser muito problemática. O ordenamento do território nacional mais exposto a sismos e maremotos não parece garantir a eficácia desejada: a ocupação das zonas litorais no Algarve e na área de Lisboa assim o evidencia.

O aumento da resiliência das comunidades às catástrofes tem sido objecto de muito empenho por parte de instituições internacionais como as Nações Unidas (e.g. o Hyogo Framework for Action 2005-2015 – ISDR, 2005). Os municípios de Amadora e de Lisboa integram o projecto “Cidades Resilientes” esperando benefícios sensíveis na resposta a eventos como o sismo de 1755. O nível de desenvolvimento e de complexidade da sociedade portuguesa pode não propiciar ganhos rápidos e evidentes em resiliência ou em segurança contra catástrofes. É um processo a longo prazo que só é confirmado no caso de se materializar um evento como o terramoto de 1755 (o que não é desejável).

Em conclusão, trata-se de uma ameaça permanente e preocupante com a qual temos de saber conviver mas continuando os esforços no sentido de um melhor controlo das vulnerabilidades e da implementação de medidas cada vez mais eficazes de protecção civil, na zona de Lisboa e nas restantes áreas de Portugal mais expostas ao risco sísmico. Um pouco como acontece relativamente a outras ameaças incertas e incontroláveis, com muito baixa probabilidade de ocorrência e com consequências catastróficas difíceis de caracterizar, a população em risco tende a adoptar um conjunto de “ilusões positivas” como modo de adaptação, um alheamento associado a um sentimento de impotência e resignação. Caberá às autoridades impulsar a alteração progressiva desta situação antes que seja uma tragédia a fazê-lo.

## Referências Bibliográficas

- Almeida, A. B. (2006). *O Significado do Sismo de Lisboa de 1755 no contexto genésico da actual gestão do risco*, in *1755: Catástrofe, Memória e Arte* (organização de H. C. Buescu et al.), Edições Colibri, pp.189-200.
- Almeida, A. B. (2008). The 1755 Lisbon Earthquake and the Genesis of the Risk Management Concept, in *The 1755 Lisbon Earthquake Revisited* (editado por L. Mendes –Victor et al.), Springer, pp. 147-165.
- Almeida, A. B. (2011). *Incertezas e Riscos, Conceptualização Operacional*, Esfera do Caos, 237 p.
- Almeida, A. B. e Oliveira, C. S. (2014). O Caso da Sentença de L’Aquila. Prevenção e Comunicação do Risco: Responsabilidades dos Cientistas, *PROCIV*, Nº 73, abril de 2014, pp.6-9.
- Azevedo, J., Serrano e Oliveira, C. S. (2008). The Next 1755- Myth and Reality; Priorities and Actions to Develop in Case of an earthquake in the Lisbon Metropolitan area, in *The 1755 Lisbon Earthquake Revisited* (editado por L. Mendes –Victor et al.), Springer, pp.559-579.
- Baptista, M. A. et al. (1998). The 1755 Lisbon Tsunami; Evaluation of the Tsunami Parameters, *J. Geodynamics*, Vol. 25, Nº 2, pp. 143-157.
- Beck, U. (2003). *Risk Society. Towards a New Modernity*, Sage Publications, London 260 p. (primeira edição em 1986).
- Boer, J.Z. e Sanders, D.T. (2005). **Earthquakes in Human History. The Far Reaching Effects of Seismic Disruptions**, Princeton University Press, Princeton e Oxford, 278 pp.
- Buescu, H. C. and Cordeiro, G. (2005). *O Grande Terramoto de Lisboa. Ficar Diferente*, Gradiva, Lisboa, 638 p.
- Choffat, P. e Bensaúde, A. (1912). *Estudos sobre o Sismo do Ribatejo de 23 de Abril de 1909*, Imprensa Nacional, Lisboa, 146 p.
- Conceição, C. (1829). Em que se dá Notícia do Terramoto do 1º de Novembro, Capítulo VII do *Tomo XIII do Gabinete Histórico*, Impressão Regia, Lisboa, Franesi, Lisboa, 105 p. (edição de 2005).
- Cunha, T. A. et al. (2010). Neotectónica e períodos de recorrência de grandes sismos e tsunamis na margem SW Ibérica e Golfo de cádis, GEOTIC, Sociedade Geológica de Portugal (*VIII Congresso Nacional de Geologia*), in *e-Terra, Revista Electrónica de Ciências da Terra*, Volume 11- Nº4, 4p.
- Dynes, R. R. (2000). The Dialogue Between Voltaire and Rousseau on the Social Science View, *International Journal of Mass Emergencies and Disasters*, Vol. 18, n.º 1, pp 97-115.
- Fonseca, J. D. (2004). 1755, *O Terramoto de Lisboa*, Argumentum, Lisboa, 139 p.
- França, J. A. (1977). *Lisboa Pombalina e o Iluminismo*, Livraria Bertrand, Lisboa, 389 p.
- Francis, D. (1985). Portugal 1715-1808, *Joanine, Pombaline and Rococo Portugal as seen by British Diplomats and Traders*, Tamesis Books Limited, London.
- George, J. P. (2011). *Como Sobreviver a um terramoto em Portugal*, Livros d’Hoje, 109 p.
- ISDR (2005). Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters, *World Conference on Disaster Reduction*, Kobe, Hyogo, Japan ([www.unisdr.org/wcdr](http://www.unisdr.org/wcdr)), 22 p.
- Kant, I. (1756). *Writings on the Lisbon Earthquake*, edição portuguesa de três ensaios sobre terremotos publicados em Königsberg, Almedina, 137 p. (edição de 2005).

- Keller, S.B. (1998). *Sections and Views: Visual Representation in Eighteenth Century Earthquakes Studies*, BJHS, 31, pp. 129-159.
- Kervern, G.Y. (1995). *Éléments Fondamentaux des Cindyniques*. Economica, 110 p.
- Lima, L. (2008). *Tragédia, risco e controlo: uma releitura pisco-social dos testemunhos do terramoto de 1755*, *Análise Social*, vol. XLIII (1º), pp. 7-28.
- Luhmann, N. (1992). *Observations on Modernity*, Stanford University, Stanford, 147 p.
- Marques, J. O. A. (2003). Facing the Epicurean Dilemma: Rousseau and Voltaire in Search of Providence, *XIII the Colloquium of the Rousseau Association: "Rousseau, Voltaire and Fanaticism"*, Oxford, UK, 19 p.
- Mendonça, J.J.M. (1758), *História Universal dos Terramotos que tem havido no Mundo, de que há notícia, desde a sua Creação até o Século presente, com huma Narração Individual do Terramoto do primeiro de Novembro de 1755, e notícia Verdadeira dos seus efeitos em Lisboa, todo Portugal, Algarves, e mais partes da Europa, África, e América, aonde se estender*. Oficina de António Vicente da Silva, Lisboa.
- Mendes-Victor, L. *et al.* (2008). The 1755 Lisbon Earthquake Revisited, Springer, Série Geotechnical, Geological and Earthquake Engineering (vol. 7), 597 p.
- Portugal, F and Matos, A. (1974). *Lisboa em 1758, Memórias Paroquiais*, C.M.L., Lisboa, 442 p.
- Ribeiro, A. *et al.* (2008). The 1755 Lisbon Earthquake: A Review and the Proposal for a Tsunami Early Warning System in the Gulf of Cadiz, *in The 1755 Lisbon Earthquake Revisited* (editado por L. Mendes –Victor *et al.*), Springer, pp.411-423.
- Rubise, P. e Gautier, Y. (1995). *Les Risques Technologiques*, Cité des Sciences et de l'Industrie, Pocket, 127 p.
- Santos, A., Koshimura, S. e Imamura, F. (2009). The 1755 Lisbon Tsunami: Tsunami Source determination and its Validation, *Journal of Disaster Research*, Vol. 4, Nº 1.
- SPES e GECORPA (2001). Redução da Vulnerabilidade Sísmica do Edificado (organizado por A. Ravara *et al.*), *actas da reunião em Lisboa*, Ordem dos Engenheiros em 3 de Abril de 20001, 143 p.
- Voltaire (1759). *Candide ou l'Optimisme* (edição espanhola), Edhasa, 252 p. (edição de 2004).
- Voltaire (1755). *O Desastre de Lisboa, seguido de Carta a Voltaire por Jean-Jacques Rousseau*, Portuguese, Edition, Franesi, Lisboa (edição de 2005).

**REFLEXÃO ACERCA DA GESTÃO DAS OPERAÇÕES  
DE SOCORRO NO TERRAMOTO DE 1755**  
REFLECTION ON THE MANAGEMENT OF RELIEF  
OPERATIONS IN 1755 EARTHQUAKE

**Romero Bandeira**

Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar  
hmedcat@icbas.up.pt

**Sara Gandra**

Centro Hospitalar do Porto - Hospital de Santo António  
saragandra@gmail.com

**Sumário:** Portugal, muito especialmente o sul do País, tem pago um pesado tributo aos tremores de terra. De 377 a. C. a 1755 cerca de 350 abalos sísmicos atingiram Portugal Continental e Insular. Lisboa em particular e Portugal em geral ficaram indelevelmente marcados por estes fenómenos, designadamente, quando a 1 de Novembro de 1755 cerca das 9h e 30 m se abateu sobre Lisboa uma catástrofe major e complexa, tendo as estruturas sanitárias da época respondido da forma possível, conforme se procurará explanar. Se não podemos, obviamente, aplicar os conceitos actuais em Medicina de Catástrofe, *ipsis verbis*, a uma megacatástrofe com multivítimas e quadros clínicos polifacetados, designadamente, num terramoto como o de 1755, poderemos, face a estas situações, procurar estabelecer um paralelismo de intervenção baseado em procedimentos actuaism.

**Palavras-chave:** Gestão, Lisboa, operações, socorro, terramoto

**Abstract:** Portugal, especially the south of the country has paid a heavy toll for earthquakes. From 377. C. to 1755 about 350 earthquakes hit Portugal mainland and islands. Lisbon in particular and Portugal in general were indelibly marked by these phenomena, in particular, when the November 1, 1755 at about 9 am and 30 m befell Lisbon one major and complex catastrophe, the health structures at the time responded as possible, as will be explained. If we can not, obviously, apply the current concepts in Disaster Medicine, *ipsis verbis*, a major disaster with a significant number of victims and various medical conditions, in particular, an earthquake like the 1755, under these circumstances, seek to establish an intervention parallelism based on current procedures.

**Keywords:** Management, Lisbon, operations, rescue, earthquake

## Introdução

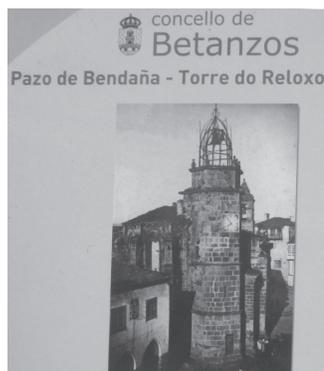
As circunstâncias em que eram conhecidas as hecatombes, anteriormente ao aparecimento dos grandes meios de comunicação social designadamente a televisão, eram profundamente diferentes das actuais. A notícia, hoje, chega de rompanete acompanhada de imagens audio-visuais que penetram no agregado familiar, atingindo todos os escalões etários do mesmo.

Para além da surpresa, desperta reacções que vão da resignação à revolta, passando pelo misticismo, projectando-se cada um a seu modo na situação catastrófica que se lhe depara, equacionando a dita talvez como uma punição divina, e, começando a admitir a hipótese de poder vir a ser uma futura vítima.

A situação deixa assim de estar confinada a um recanto do Planeta, numa determinada hora e data, para passar a ser do domínio público e portanto, a que a solução do mesmo, passe a ser extrapolada, quando é caso disso, para a comunidade internacional.

Os terremotos são um exemplo típico destas hecatombes. Estes passaram a ser medidos em intensidade e magnitude.

De 377 a. C. a 1755 cerca de 350 abalos sísmicos atingiram Portugal Continental e Insular. São de evidenciar, em nossa opinião, os sismos de 1531 e 1755. No primeiro constatamos a acção inolvidável do nosso Gil Vicente, que consignou na época, o conceito de implicado que hoje abordamos em todas as situações catástrofe, designadamente naquelas que configuram uma megacatástrofe. Assim, o implicado no conceito desenvolvido por Noto, é todo aquele que é “atingido” psicologicamente quer tenha estado presente nos locais onde a acção decorreu, ou a muitos quilómetros de distância, tendo tomado conhecimento dos factos só pela comunicação social.



**Fig. 1** - A Torre do Reloxo  
(Fonte: Turismo en Galicia).

**Fig. 1** - The Clock Tower  
(Source: Turismo en Galicia).

Portugal, muito especialmente o sul do País, tem pago um pesado tributo aos tremores de terra. Porém o de 1755 atingiu uma dimensão notória, sendo de relevar que atingiu a região da Corunha, sendo disso exemplo a Torre do Reloxo de acordo com o cliché anexo (fig.1), gentilmente cedido pelo Dr. Rui Ponce Leão em 10.10.2015, com base numa pagela de Turismo en Galicia, onde se lê: “*A sua titularidade é municipal e unha das súas máis lembradas reparacións tivo lugar despois do afamado terremoto de 1755 que devastou Lisboa e toda a costa atlántica galego-portuguesa.*”.

Acerca destes dois terremotos muito se tem escrito, sobretudo quanto ao ultimo, em que nas Comemorações do 250º Aniversário se deram ao prelo inúmeras publicações desde a organizada por Buescu et al. (2006) às magníficas colecções publicadas sob a égide do Jornal “o Público” e Fundação Luso-Americana. Porém, das múltiplas que consultamos, não encontramos aportes significativos em termos de Medicina de Catástrofe.

## Sismo de 26 de janeiro de 1531

Lisboa, a capital do Império Português, alcançou em meados do século XVI um tal grau de desenvolvimento e prestígio que a impôs a todo o Continente Europeu.

A cidade de Lisboa em 1551 foi objecto de um estudo por parte de Custódio Rodrigues de Oliveira (1987). Os apontamentos coligidos nessa obra fizeram dela um dos primeiros documentos de âmbito estatístico não só referindo dados demográficos com interesse, mas também elementos de natureza económica, administrativa, religiosa e assistencial.

Na época, de acordo com o autor citado apresentava dez mil casas, com dezoito mil vizinhos, excluindo a Corte, assim como uma população flutuante marcada.

Aos dezoito mil vizinhos correspondiam cem mil pessoas, incluindo nove mil novecentos e cinquenta escravos.

Tinha trezentas e vinte e oito ruas, cento e quatro travessas, oitenta e nove becos e sessenta e dois postos que não ruas.

De comprimento tinha três mil e cem passos e de largura mil e quinhentos; de cerco, sete mil passos e dado o acidentado do terreno não era possível vê-la toda do mesmo plano. Do lado do mar tinha vinte e duas portas e de terra dezasseis, e, setenta e sete torres nas muralhas.

No plano assistencial refere-se à Confraria da Misericórdia e no concernente à Ordenação das Irmãs da Misericórdia, alude à existência de tumbas sempre prontas a serem utilizadas, com a finalidade de todo o cadáver insepulto, ser enterrado.

Quanto aos hospitais que havia na cidade, menciona desta o Hospital de Todos os Santos, - que será mais dilatadamente tratado no capítulo próprio - com três enfermarias muito grandes em cruz e duas outras mais pequenas, totalizando noventa e oito camas. Existiam ainda cinco camas destinadas à Ordem de S. Francisco, totalizando cento e três leitos.

Em piso inferior sob estas enfermarias existia um asilo para peregrinos e pedintes com a mesma lotação.

Havia botica, sangrador e vários tipos de pessoal auxiliar e ainda "uma casa para doidos".

A superlotação hospitalar era uma constante na época dado que habitualmente se encontravam nas enfermarias cento e cinquenta doentes obrigando a estar dois por cama.

O corpo clínico era constituído por três físicos e dois cirurgiões.

As "Ordenanças dos Enfermos" especificam a metodologia utilizada na admissão dos doentes, a sua triagem e respectivo internamento destacando a acção do enfermeiro-mor.

As crianças abandonadas à porta do Hospital, da Misericórdia ou pela cidade eram recolhidas no Hospital (Oliveira 1987).

Ainda alusivo à mesma época a obra intitulada Grandeza e Abastança de Lisboa em 1552 (Brandão 1990) proporciona dados importantes designadamente os "*géneros de ofícios que há em Lisboa, com o número de tendas e de trabalhadores*". Na área da saúde menciona que havia 42 boticas, e em cada uma mestre e criado; tinha a cidade 40 físicos e 40 cirurgiões; possuía ainda 50 cristaleiras ou clistereiras, na forma erudita, que "*não têm outro ofício senão deitar cristéis*" e informa-nos de que a ermida de S. Sebastião da Padaria, era o local onde estava sediada a Provedoria da Saúde.

O sismo de 26 de Janeiro de 1531, terá ocorrido a uma quinta-feira entre as 4 e as 5 horas da manhã, seguindo-se outros abalos às 7 horas e ao meio dia (Henriques *et al.* 1988).

As informações quanto às perdas humanas, não são coincidentes mas infundem a ideia de que "morreu" muita gente. Há-as referidas ao desabamento de 1500 casas, com o soterramento dos que nelas viviam, outras mencionando o número de mortos, que oscila entre 3 a 7 pessoas e 2000.

O número de vítimas deve ter atingido várias centenas ou milhares; a maioria das informações são nisso coincidentes.

A morte de 3 a 7 pessoas só é testemunhada por António Castilho e deve-se provavelmente ao facto do Cronista Oficial do Reino, não pretender denegrir o reinado de D. João III, com uma hecatombe considerada como castigo divino pela sociedade dissoluta.

Fora de Lisboa e ainda de acordo com os mesmos autores houve zonas de maior e de menor impacto; as actuais regiões da Estremadura e do Ribatejo foram as que mais sofreram. As informações contêm habitualmente a expressão "morreu muita gente" ou "morreu infinita gente", sem haver a possibilidade de quantificar com exactidão.

O pânico apoderou-se das pessoas, e os que permaneceram na capital muitos não se despiam nem se deitavam com medo de mais abalos e muitos outros refugiaram-se no campo vivendo em tendas e cabanas, apesar das intempéries.

O subtil Gil Vicente, que não se encontrava na capital, escreveu ao Rei, chocado com a forma como os frades dramatizavam a situação (Gil-Vicente 1907; Salvado 1993), tendo contribuído decisivamente em Santarém para a acalmia da situação.

*"EXCERTOS DA CARTA QUE GIL VICENTE MANDOU DE SANTARÉM A EL-REI D. JOÃO III., QUE SE ENCONTRAVA EM PALMELLA, SÔBRE O TREMOR DE TERRA DE 26 DE JANEIRO DE 1531*

*Senhor*

*Os frades de cá não me contentarão, nem em pulpito nem em prática, sôbre esta tormenta da terra que ora passou; porque não abastava o espanto da gente, mas ainda elles lhe affirmavão duas cousas, que os mais fazia esmorecer. A primeira, que pelos grandes pecados que em Portugal se fazião, a ira de Deos fizera aquillo, e que não fosse curso natural, nomeando logo os peccados por que fôra; em que pareceo que estava nelles mais soma de ignorancia que de graça do Spirito Sancto. O segundo espantallo, que á gente puzerão, foi, que quando aquelle terramoto partio, ficava ja outro de caminho, senão quanto era maior, e que seria com elles á quinta feira hua hora depois do meio dia. Creu o povo nisto de feição que logo o sabirão a receber por esses olivae, e ainda o lá esperão. E juntos estes padres a meu rôgo na crasta de S. Francisco desta villa, sôbre estas duas proposições lhe fiz hua falla...*

*Concruo que não foi este nosso espantoso tremor, ira Dei; mais ainda quero que me queimem, se não fizer certo que tão evidente e manifesta foi a piedade do Senhor Deos neste caso, como a furia dos elementos e damno dos edificios...*

*E depois de feito Deos e homem, deitou outro pregão sôbre o mesmo caso, dizendo aos discipulos: não convem a vós outros saber o que está por vir, porque isso pertence á omnipotencia do Padre...*

*Concruo, virtuosos padres, sob vossa emenda, que não he de prudencia dizerem-se taes cousas pubricamente, nem menos serviço de Deos; porque prégár não hade ser praguejar...*

*E eu fiz esta diligencia e logo ao sabado seguinte seguirão todolos prégadores esta minha tenção."*

## Sismo de 1 de novembro de 1755 – da estratégia à tática

Lisboa em particular e Portugal em geral ficaram indelevelmente marcados por este fenómeno sísmico, tendo-se generalizado a ideia, de que só poderão ser designadas por catástrofes, as situações análogas.

Tal foi o impacto que aquele sismo deixou, que, ainda em 1992, Vitório Kali publicou, na editora Amadis, um livro intitulado o Terramoto, que o próprio autor definiu como um romance alquímico e que vem a ser a premonição dum hipotético “futuro terramoto” de Lisboa.

Lisboa nas vésperas do terramoto seria uma ”*formosa estrebaria*” no dizer do Cavaleiro de Oliveira, mas era, isso sim, uma urbe de estrutura amalgamada e anacrónica, com enxertos de novas construções irregularmente distribuídas junto às ruas, sem escoamento para o tráfego crescente, e em condições de salubridade paupérrima (Santos *et al.* 1987)

Quando a 1 de Novembro de 1755 cerca das 9h e 30 m se abate sobre Lisboa uma catástrofe *major* e complexa, as estruturas sanitárias da época responderam da forma possível.

Tratou-se de um Terramoto acompanhado de um Maremoto e de um Incêndio de proporções gigantescas que vitimaram milhares de pessoas.

Outras regiões do País não ficaram indemnes, designadamente o Algarve.

Teriam sido destruídos na capital cerca de 10 mil edifícios e o número de mortos avançados estaria compreendido entre 6 e 90 mil, aceitando Saraiva (1993) o número de 12 mil, de acordo com os cálculos mais autorizados e plausíveis.

Com base no trabalho de Gunn (1988) em que os ratios de morbidade/mortalidade observados em quatro terremotos *major*, designadamente na Nicarágua 1972, Paquistão 1974, Guatemala 1976 e Itália 1980, em que a proporção foi de 3.3 feridos para 1 morto, estaríamos perante cerca de 40 000 feridos.

Assumindo a direcção dos Socorros, o Marquês fez expedir ordens locais e para todo o País, tendo organizado aquilo que hoje designaríamos como um Gabinete de Protecção Civil.

O próprio Ministro mandou publicar em 1758 um livro, intitulado "Memórias das Principais Providências que se deram no Terramoto que Padeceu a Corte de Lisboa no ano de 1755", sob o pseudónimo de Amador Patricio de Lisboa (Saraiva 1993). Os documentos designadas por Avisos, Portarias, Decretos, Instruções, Ordens etc. (Lisboa 1758) em número de 283, estão ordenados sob o título genérico de Provisões naquela obra. Juntamente com outros que dela não constam (Nogueira 1934), foram os instrumentos legais de que o Marquês se serviu para gerir a crise. Os que se reputam directamente relacionados com as vítimas, constituem o Apêndice A e B.

O conhecimento moroso das consequências do Terramoto, fruto das difíceis comunicações na época, pode exemplificar-se com o texto seguinte (Sousa 1982):

*"... a triste nova dessa horrorosa catástrofe chegou ao conhecimento da legação de Portugal em Paris, segundo um extracto do officio que o nosso representante diplomático remeteu para a Corte, a 24 daquele trágico mês de Novembro:*

*<<... Louvado seja a divina bondade que se serviu preservar as preciosas Vidas dos Reis N. Ses. e mais Real familia do funesto estrago que Cauzou nessa Cidade o terremotto Succedido no 1º deste Mez cuja Notificação chegou a esta Corte na madrugada deterça feira passada 18 do Corrente, dia em que fomos Comprimentar S. M. Xp.<sup>a</sup> pelo Nascimento do Conde de Provença; mas o Sobredito Monarcha logo que entramos na Sua Camara sem esperar que o felicitassemos, veyo a Mim para me perguntar se tinha recebido Noticias de Lisboa; e dizendolhe que não sabia mais que as da posta do 21 de 8.bro e que Se havia alguma ulterior que S. M. houvesse sido informado quizesse ser servido participarme. Me dice, com demonstraçoens de grande magoa que por hum Corº de M de Bachi tinha recebida a triste nova da ruina de Lisboa ajuntando que S. S. M. M. e a Sua Real família Se tinhaõ*

*Salvado no Sitio de Bellem onde Se achavaõ e felicitandome pela Conservação de Suas preciosas vidas, Me encarregou de fazerlhes presente quanto sentia tão grande desgraça .....*

*<< Logo que sabi do aposento de El Rey fuy a Caza de M. Rouillé que Me Comunicou a Carta do Conde de Bachi na que vi Com a Maior dor do Meu Coração a horrorosa Narração que fez do estrago da nossa infausta Capital e da grande Mortandae dos seus habitantes.*

*<< A minha excessiva e justa dor por tão infeliz Successo me não tem permitido Sahir de Caza onde em Companhia do Balli D. João de Souza e D. Henrique de Menezes estamos esperando Com impaciencia e temor a chegada da posta futura para sabermos alem da perda geral que experimentamos a que Cada hum em p.ar devera Sentir porque tão infeliz estrago Não podemos esperar excepção, e não havendo visto por esta triste razão Mais que o Embaixador de Espanha que nos faz fiel e Sincera Companhia na nossa desgraça, não tendo Sabido Cousa alguma de Noticias publicas que possa refferir a V. Ex<sup>a</sup> nem quando as soubesse teria força para participarlhas pelo abatimento em que me tem posto a nossa Comum infelicidade>>...”*

O material iconográfico que correu a Europa, em gravuras Franceses, Ingleses e Alemães foi profuso; ultimamente, testemunhos de súbditos britânicos ao tempo residentes em Lisboa, foram coligidos e publicados (Machado-de-Sousa e Nozes 1990).

O Marquês promoveu de imediato um inquérito. Por meio de uma ordem datada de 20 de Janeiro de 1756 para os responsáveis eclesiásticos das Dioceses, solicita-lhes que o Inquérito - de que se apresenta cópia do que foi enviado pelo Bispo de Coimbra ao seus párocos - seja respondido, guardando segredo do resultado do mesmo (Themudo-Barata et al. 1988).

O clero era efectivamente a classe que podia dar, e deu, resposta cabal ao Inquérito, com verdade e exactidão, mantendo o secretismo ordenado, no sentido de não alarmar a opinião pública.

Deve ser realçada a qualidade do Inquérito, tanto na metodologia seguida, como nos assuntos que foca.

Mais tarde em 1758, acha-se, através das Memórias Paroquiais de Lisboa (Portugal e Matos 1974), o tipo de mais um Interrogatório, que foi enviado aos

párocos do País. Das 39 freguesias representadas na obra aludida, comprova-se exaustivamente que o Interrogatório vem complementar o Inquérito anterior, designadamente a pergunta 26, sobre o tema: *”se padeceu alguma ruína no Terramoto de 1755, e em quê, e se já esta reparado”*.

No trabalho sobre sismicidade histórica de Portugal Continental, Moreira (1991) faz uma análise detalhada dos principais sismos que afectaram Portugal desde 60 ou 63 A. C., e, em relação ao megassismo de 1755, após aturada consulta das *”Memórias Paroquiais”* coligida pelo Padre Luis Cardoso, apresenta os resultados das suas pesquisas; em função delas conclui-se que nos distritos de Viana de Castelo, Braga, Vila Real, Bragança, Porto, Aveiro, Viseu, Guarda, Coimbra e Castelo Branco nada há a valorizar quanto a danos materiais ou perdas humanas, sendo interessante a informação provinda de Vila Nova de Gaia, que dizia: *”Não padeceu esta Vila coisa considerável no terramoto de 1755, maior que o susto”*.

Este autor numa clara síntese quanto á intensidade do sismo por localidades traçou o quadro seguinte (QUADRO I):

**QUADRO I** – Sismicidade na História de Portugal Continental.

*TABLE I – Seismicity in the history of Continental Portugal.*

LOCALIDADE	INTENSIDADE
	(escala de Mercalli modificada, 1956)
Aljezur, Silves, Loulé, Vila do Bispo, Lagos, Albufeira, Faro e Sagres	X
Cascais, Lisboa, Sesimbra e Setúbal	IX-X
Vila Franca de Xira, Sines, Monchique, Salir, Castro Marim e Tavira	IX
Cabo da Roca, Torres Vedras, Alenquer, Moita, Palmela, Alcácer do Sal e Santiago do Cacém	VIII-IX

Entroncamento, Santarém, Salvaterra de Magos, Benavente, Mourão e Moura	VIII
Peniche, Óbidos, Porto de Mós, Vila Nova de Ourém, Gavião, Chamusca, Almeirim, Vila Viçosa, Serpa e Odemira	VII-VIII
Ovar, Aveiro, Pombal, Ancião, Figueiró dos Vinhos, Alvaiázere, Cadaval, Rio Maior, Batalha, Leiria, Tomar, Vila Nova da Barquinha, Golegã, Mação, Castelo de Vide, Marvão, Crato, Alter do Chão, Avis, Fronteira Monforte, Coruche, Mora, Elvas, Arraiolos, Montemor-o-Novo, Redondo, Évora, Reguengos de Monsaraz, Portel, Vidigueira, Cuba, Ferreira do Alentejo, Beja, Aljustrel, Castro Verde, Ourique, Mértola, Almodôvar e Alcoutim	VII
Cantanhede, Arronches e Campo Maior	VI-VII
Monção, Barcelos, Guimarães, Vila do Conde, Arouca, Almeida, Arganil, Idanha- a-Nova, Castelo Branco, Vila de Rei, Sardoal, Abrantes, Ponte de Sôr e Portalegre	IX
Porto	V-VI
Melgaço, Valença, Caminha, Viana do Castelo, Chaves, Vinhais, Valpaços, Braga, Macedo de Cavaleiros, Vila Nova de Famalicão, Alfândega da Fé, Mogadouro, Vila Flor, Matosinhos, Lamego, Penedono, Moimenta da Beira, Sátão, Pinhel, Fornos de Algodres, Vilar Formoso, Águeda, Guarda, Sabugal, Belmonte, Oliveira do Hospital, Covilhã, Fundão e Oleiros	V

*In: Moreira V (1991)*

Lisboa e toda a faixa costeira até ao Algarve, inclusivé esta província, tal como o autor a designa, foram as zonas mais atingidas.

Na situação de catástrofe criada pelo terramoto, o protagonismo do Marquês de Pombal, como gestor da crise, tem sido analisado e posto em causa por vários autores, que, não lhe atribuem algumas das medidas que tradicionalmente andam ligadas ao seu nome.

Logo após o terramoto, D. José que se encontrava em Belém, inepto e aterrorizado perguntou: «E que se há-de fazer agora?». O velho Marquês de Alorna, D. Pedro de Almeida respondeu-lhe em voz calma: - «*enterrar os mortos, cuidar dos vivos, e fechar os portos*». Esta resposta tem um interesse excepcional por que se a primeira e segunda partes da resposta são objectivas, a alusão ao encerramento dos portos, do ponto vista sanitário e de segurança era fundamental para a Época. O Rei pretendia ainda inculcar a todos a ideia de que o palácio que Sebastião de Carvalho possuía na Rua Formosa, tinha sido salvo por milagre; nesta conjuntura o Conde de Óbidos observou a sua majestade: «*Certo é, senhor; mas semelhante protecção acharam também em Deus as moradoras da Rua Suja*» (Sotto-Mayor 1906).

É dever da História valorizar a acção do Marquês, mas dentro dos parâmetros reais. Apoiado em competentes colaboradores, presidiu ao que hoje poderíamos genericamente designar como um Centro Coordenador de Operações de Emergência de Protecção Civil, nos subsequentes trabalhos de socorro. Camilo Castelo Branco nas páginas do seu livro «Perfil do Marquês de Pombal», no capítulo sobre o Marquês de Pombal e o Terramoto, escreve brilhantemente e sem peias, como é seu apanágio, que: «*O Ministro na sua posição oficial fez o que lhe cumpria. Não fugiu de Lisboa. Nenhum dos seus colegas fugiu. Se fugisse, alguns dos seus cooperadores seria investido da sua autoridade e do expediente que as circunstâncias aconselhavam a qualquer inteligência mediana*»; e mais adiante... «*Em quanto Sebastião de Carvalho, de luneta no olho, e as costas direitas no respaldo da poltrona presidencial, assistia às conferências, viam-se por entre dos escombros da cazaria arrasada os parochos e as religioens salvando os moribundos e sepultando os mortos*».

A matéria legislativa dimanada sob a forma de Providências, teve a sua génese nas juntas civis, eclesiásticas e técnicas. Na área que mais nos interessa, a da saúde, ela partiu dos técnicos que constituíam a junta dos facultativos.

Logo no mês seguinte ao terramoto entrou uma Armada Inglesa com socorro alimentar e pecuniário, tendo sido os bens alimentares precariamente recolhidos em armazéns, onde, grande parte deles permaneceu durante dois anos, deteriorando-se.

A França e a Espanha também ofereceram auxílio financeiro, que foi recusado, com sobrançeria. Só foi aceite o auxílio de Inglaterra por provir de nação aliada. Alguns autores dizem que o motivo foi diferente. As duas primeiras nações ofereceram os Socorros ao Rei, e a Inglaterra directamente a Pombal, tendo a moeda sido distribuída em boa parte pelos protegidos do Ministro. (Sotto-Mayor 1906; Lúcio-d'Azevedo 1922).

Hoje, em algumas situações, há autores que consideram haver situações de catástrofe que acarretam benefícios, mormente se elas vão permitir prevenir ou predizer outras, de mais gravosas consequências. O facto não é inédito e o Marquês compreendeu que, o megassismo, era uma oportunidade política. Assim, é o autor do Discurso, de que se reproduz uma pequena parte (Pombal 1833):

*«Discurso Politico sobre as vantagens, que o Reyno de Portugal pode tirar da sua Desgraça por Occazião do Terremoto primeiro de Novembro de 1755*

#### § 1.

*A política não he sempre a cauza das Revoluções dos Estados.. Phenómenos espantózos mudão frequentemente a face dos Imperios. Póde dizer-se, que estes descartes da natureza são algumas vezes neccessarios...*

#### § 2.

*Se os Governos ambiciozos (fallo daquelles que arrastrão tudo para si, que se considerão sós no Mundo, cujo fim he a pobreza do Universo, e cujo principio he a dominação Universal) se estes Governos, digo eu, se não vissem embaraçados pelas Cauzas Physicas nos projectos da sua grandeza, perigoza habitação seria a terra...*

§ 4.

*Porém, dirão, he necessario que se abra a Terra, que se transtornem Províncias, que se subvertão Cidades, para dissipar as cegueiras de certas Nações illustradas para o conhecimento de seus verdadeiros Interesses? Sim, afoutadamente o digo; em hum certo sentido, assim he necessario. Dizer-se há que os Elementos mesmos, tem hum certo instincto para embaraçar, que a Terra toda, não venha a ser preza, de certos Póvos ambiciosos...*

§ 5.

*Huma nação ambicioza surdamente há muito tempo no Poder de seus vizinhos... Já tudo estava prompto para pôr em ferros huma parte da Europa, quando o Phenómeno acontecido em Portugal, desbaratou todos os seus Projectos.*

§ 9.

*Da mesma fôrma que as Innundações são necessarias aos Rios extravazadas, para os fazer correr no natural leito, donde tinha sabido, pôde haver cázos onde para restabelecer hum Estado he necessario que hum Estado seja em parte anniquillado, e que o seja por algum Acontecimento extraordinario. Depois do Phenómeno o Terramoto do 1 de Novembro de 1755 huma nova claridade se derramou sobre os espiritos; havendo o tremor que experimentou o Governo Politico, e Civel destruido os Prejuizos; visse as dezordens, o habito, e o encadeamento d'huma infinidade de estranhas couzas, com ellas estavam ligadas, e embaraçavão, e fazião, que não sahisses.»*

Também nos finais do séc. XVIII, em 1756, por meio de uma carta publicada em Lisboa toma-se conhecimento que igualmente a Itália, mais precisamente Pádua, tinha sofrido um sismo de grande intensidade. As informações quanto à prestação de cuidados médicos são limitadas, o que não é para estranhar, atendendo ao tipo de socorro urgente em uso, ao tempo. Não podemos esquecer, de acordo com Santos (1995), que “*Em Lisboa, só vinte anos após a repartição da cidade por três zonas, isto é, só em 1734, foi adoptada e regulamentada uma nova estrutura que como inovação, atribuiu, pela primeira vez o termo bombeiro aos*

*trabalhadores do serviço de incêndios.*” E, igualmente de acordo com Valente(1995) a “*experiência e saber dos carpinteiros da Ribeira das Naus terão sido utilizados em benefício da cidade de Lisboa , quer nos aspetos relacionados com a prevenção dos incêndios , quer mais directamente com o seu combate*”. Pese embora o facto que a debilidade já patenteada dos meios de Socorro na intervenção do incêndio em 1750 do Hospital Real de Todos os Santos, tenha sido profundamente exacerbada pelo Terramoto, condicionou uma reflexão profunda sobre esta problemática, que culminou com a nomeação do mestre calafate Domingos da Costa, em Janeiro de 1766, para o cargo de “Capitão das Bombas”, considerado assim o primeiro Comandante de Bombeiros Municipais.

Devemos ter igualmente presente que no Século das Luzes o Hospital Real de Todos os Santos foi, até ao Terramoto de 1755, a unidade hospitalar de referência, conforme podemos facilmente aquilatar consultando Carmona (1954) e Moita (1992). Não podemos esquecer a insigne acção e influência de Ribeiro Sanches (1763) na formação dos alunos de Medicina, mormente quanto à preparação dos mesmos para as situações de urgência clínica. Merece ser consultado o apêndice que este autor anexou ao *Tratado da Conservação da Saúde dos Povos*, publicado em 1756, intitulado *Considerações sobre os terramotos com referência ao último de 1 de Novembro de 1755* (Araújo 2005). O ambiente , neste século , era de tal ordem propício à divulgação de conhecimentos do foro médico que no final do mesmo é publicado, pela Academia Real das Ciências um pequeno manual de 30 páginas subordinado à temática “*Avisos interessantes sobre as mortes aparentes*” de Pia e Gardanne (1790).

As notícias do megassismo de 1755 tinham abalado a Europa. O medo constringia as pessoas. A carta que aqui se extrata disso é testemunha (F. A. de OL. 1756):

#### **"NOTICIA**

*Meu Amigo do coração, estimei a ultima que V. m. recebi pela noticia da sua feliz saude, sintindo juntamente a magoa que o acompanha na grande, e sensível perda de todos os seus bens, que lastimosamente me diz perdera no trágico, e infeliz sucesso que experimentou essa Cidade...*

*Naõ ignora V. m. que esta Cidade he huma das mais formosas, naõ só de toda a Italia, mas de toda a Europa; o clima delicioso, os ediffícios soberbos, os passeys divertidos, os jardins vistosos, os monumentos celebres a constituem digna da fama, e attençaõ de todos: he o lugar em que honorificamente se acha depositado o Corpo do grande Portuguez Santo Antonio...*

*Aos dezasete dias do mez de Agosto do presente anno de 1756 estando o Ceo sereno claro, e sem-nuvens, depois de terem dado as onze horas e meya do dia repentinamente se escureceu o ar, e congressaraõ as nuvens de tal sorte, que pareciam serem Ave Marias, ou o primeiro crepusculo da noite, repentinamente se levantou um vento taõ forte, horroroso, e tirrivel, que arrancou os telhados, e tectos das casas desta Cidade, impedindo á gente a fugida por ser taõ forte, que levava as pessoas quasi pelos ares até as derrubar na terra; os campos experimentaraõ ruina irreparavel, porque as arvores mais fortes por natureza se arrancaraõ da terra, ficando destruidos os jardins, hortas e pomares, sendo taõ grande este estrago, ainda passou além do referido a perda, por que muitos carros, que hiaõ carregados, foraõ lançados por este furacaõ a distancia muito grande, morrendo todos os animais, que os conduziaõ. O famoso, e celebre rio Brenta experimentou as produçoens do mesmo estrago, porque quasi todos os barcos, que nelle se achavaõ foraõ despedaçados, perdidas as cargas de alguns, e mortos alguns dos que os governavaõ.*

*Considere V. m. entre tante confusaõ os gritos dos afflitos, e as lagrimas de todos, que ferindo os ares com suspiros imploravaõ de Deos a misericordia, e o remedio...*

*Naõ se passariaõ cinco minutos quando a terra entrando-se a mover desconjuntada em si mesmo, começou a pôr em susto a todos os moradores, cresceo a confusaõ, e o temor ao mesmo tempo que se augmentava o Terremoto...*

*Finalmente sem encarecimento a metade de Padua ficou destruida, e inhabitavel, naõ so por estes tres Terremotos, que foraõ os mais fortes, mas tambem por outros que se seguiraõ, e foraõ mais de dez só neste dia,*

*continuando ainda até o ultimo do mesmo mez interpoladamente: o que alem de tudo faz este successo deploravel he o grande numero de pessoas, que ficaraõ sepultadas em suas habitações.»*

*A carta termina dizendo que foram feitas preces invocando a protecção Divina, a exemplo do que pela mesma altura se passava em Lisboa."*

## **Reflexões conclusivas**

Analisando os documentos constantes do Apêndice A e B, constata-se que quem exerceu a verdadeira função de Director das Operações de Socorro (DOS), como hoje a designaríamos, foi o Monteiro-Mor do Reino, coadjuvado pelo Duque Regedor.

A designação de Director das Operações de Socorro, sem a individualizar para qualquer País, evidentemente consubstancia o entendimento classicamente adoptado face à gestão e coordenação das operações de Socorro, quer, por exemplo pela Société Française de Medecine de Catastrophe (SFMC), quer pela Société Européenne de Medecine de Sapeurs Pompiers (SEMSP), perante este tipo de exercício de funções no terreno. Noto et al.(1994) e Huguenard (1996).

O título e as respectivas funções de Monteiro-Mor foram atribuídos desde 1470, sendo o seu 1º titular Rui Borges e o 15º e último, em 1859, D. José de Mello da Cunha de Mendonça e Menezes, 3º Marquês de Olhão.

Ao tempo do Terramoto de 1755 exercia as respectivas funções Fernando José de Mello, que as desempenhou entre 1750 e 1760,. As funções de Duque Regedor, eram exercidas por D. Pedro Henrique de Bragança, 1º Duque de Lafões, cujo Título foi atribuído em 1718 e que faleceu em 1761. Estas duas personalidades tiveram um comportamento notável na gestão das operações de socorro, como hoje poderíamos definir, de acordo com os documentos da época.

Para além do Povo Anónimo, muitos elementos do Clero e da Nobreza, nobilitaram-se verdadeiramente pelos seus actos no terreno (Costa 1964).

Na fase de pós-catástrofe, relativamente à área económica, houve erros profundos. A população de Lisboa, sobretudo a mais desprotegida encontrou-se perante uma dramática falta de alimentos.

Não pode ser olvidado o facto que outras regiões, designadamente a Galiza, como pudemos aquilatar, possam ter sofrido consequências, mesmo que em escala menor, do megasismo de Lisboa.

Em termos de gestão de crise, previsão de novas ocorrências e reorganização na fase pós- catástrofe, na Época, era impossível proceder de outro modo face aos meios existentes, podendo mesmo afirmar-se, em nossa opinião, que a operacionalidade possível foi exemplar.

**"APÊNDICE A  
PUBLICAÇÃO:**

***MEMÓRIAS DAS PRINCIPAIS PROVIDÊNCIAS, QUE SE  
DERÃO NO TERREMOTO, QUE PADECEO A CORTE DE  
LISBOA NO ANO 1755***

***POR: AMADEO PATRICIO DE LISBOA. 1758***

***EXTRACTO:***

***INDÍCE DAS PROVIDÊNCIAS***

***PROVIDÊNCIA I*** Evitar o receio da peste, que ameaçava a corrupção dos cadáveres, sendo inúmeraveis, e não havendo vivos para os sepultarem pela precipitada, e geral deserção dos moradores de Lisboa, pág. 4 e 43

***PROVIDÊNCIA II*** Evitar a fome, que necessariamente que se havia de seguir, não só pelo motivo de não haver quem conduzisse os viveres; mas porque muitos Armazéns deles haviam sepultadas ruínas, e abrazado o incêndio, pág 6 e 58

***PROVIDÊNCIA III*** Curar os feridos, e doentes, que estavam desamparados nas ruas em perigo certo de morrerem, pág 9 e 87

***PROVIDÊNCIA IV*** Reconduzirem-se os moradores de Lisboa, que haviam desertado, para se estabelecer a povoação, sem a qual nada se podia fazer, pág. 11 e 94

## MEMÓRIAS DAS PRINCIPAIS PROVIDÊNCIAS

### § III

*Muito havia a que acudir em dias de tanta calamidade; mas a tudo satisfazia o péssimo coração de El Rei, e o zelo incomparável do seu Ministério. Entre todas as necessidades, a dos feridos, e doentes, que Deus preservara da morte entre tantas ruínas, estava chamando, mais que outras, pelo prompto remédio. Não tardou este; porque o cuidar dos mortos, dos famintos, e dos enfermos foi tudo um tempo.*

*Logo se destinaram os celeiros do magnífico Mosteiro dos Monges Beneditinos, os do Conde de Castelo-Melhor, e o Palácio de D. Antão de Almada para públicas enfermarias, além daquelas, a quem perdoara o incêndio no Hospital Real de Todos os Santos. Não foram tumultuarias (quais sofreriam aquele tempo) as Providências, que se deram a esta necessidade; antes se passaram com tanta prudência, e acordo, que não se confundiram em um mesmo lugar os sexos, os feridos, e os enfermos de diverso mal.*

*Todos experimentaram com liberalidade a piedosa grandeza de El Rei, sendo assistidos de promptos remédios, cirurgiões, e enfermeiros. A tanto cuidado deve hoje suas vidas um considerável número de pessoas, que são outros tantos pregoeiros da liberalíssima caridade do seu soberano. Até a mesma Rainha com suas reais filhas quiseram ter parte em tanto merecimento; porque com suas mesmas mãos [nunca mais ilustres] trabalharam em desfiar panos, e cozer roupa para remédio, e abrigo dos mesmos doentes. Quando nas vidas de Santas Princesas lemos ações semelhantes, a uns causam vergonha, a outros edificam, e a todos espanto: deveriam também agora causar os mesmos efeitos. Um exemplo tão raro, como era para fazer tanta emulação, teve logo quem o seguisse em todas as senhoras da corte, ocupando-se, como à contenda, em tão piedoso exercício.*

*Os religiosos empenhados [como já vimos] em não perder ocasião de agradar ao bom Senhor, a quem servem, e de mostrar igualmente o quanto são úteis ao público em todos os tempos, com especialidade nos calamitosos, praticaram também nesta parte caritativos extremos. Vimos a uns levar a*

*seus ombros muitos feridos às públicas enfermarias, e a outros servir nelas com a cuidadosa assistência, que estavam pedindo as leis da fraternidade, e as circunstâncias da ocasião. Religiões houve, que santificaram mais seus Conventos, recebendo neles, e curando a um grande número de tais necessidades: deste modo salvaram à República muitos homens, que lhe seriam pesados, e inúteis, se depois vivessem ociosos sem o uso de seus membros.*

*Neste tempo, em que a rara piedade de El Rei se ocupava em mandar expedir remédios tão providos, para livrar aqueles, a quem as ruínas deixaram maltratados, mas vivos; teve notícia, de que aos presos das cadeias públicas, que estavam enfermos, faltavam camas, que lhes suavisassem o mal de suas doenças. Promptamente mandou ao Tenente General da Artilharia do Reino, que das barracas, e camas, que se achavam nos armazéns da Milicia, desse à ordem do Duque Regedor todas as que fossem necessárias; piedade que evitou muitas mortes, e consolou aqueles miseráveis, vendo que, não obstante suas culpas, até eles eram objecto do caritativo coração do seu Príncipe, enternecido com suas lástimas.*

#### § IV

*Para bem se executaram as Providências, que deixamos descritas, necessitava-se de gente de trabalho, especialmente daquela, que compõem o ínfimo corpo da plebe; porém quase toda havia desertado da cidade, buscando suas pátrias, uns pelo temor de novo castigo Divino, outros por se pouparem ao trabalho, que em tais circuntâncias previam lhes havia de ser mais pesado, que útil, pela pobreza, a que viam reduzida Lisboa.*

*Promptamente se ocorreu a este mal, expedindo-se Cartas Circulares a todos os Corregedores das Comarcas do Reino, para que fizessem guardar as estradas, e barcas de passagem com tal aperto, que nenhuma pessoa de qualquer qualidade, e condição que fosse, pudesse avançar seu caminho, e menos sair do Reino, ou ainda dentro dele passar de uma para outra Província, sem levar Passe, que lhes franqueasse as estradas; e que entre estes aqueles homens, que antes viviam de seu ínfimo serviço ao povo, esses vivessem logo reconduzidos em levas, até serem entregues nesta Corte à ordem do Duque Regedor das Justiças. Esta Providência, bem avaliada*

*pela política mais fina, parece, que por sua especial utilidade leva entre todas a primazia.*

### **DOCUMENTOS DA PROVIDÊNCIA III**

*Curar os feridos, e doentes, que estavam desamparados nas ruas, em perigo certo de morrerem.*

#### **I**

*Aviso para o Monteiro mor do Reino, em que se lhe ordena, que com o Contador geral do Exército estabeleçam no Convento de S. João de Deus a Vedoria, e Hospital para os soldados doentes.*

*Sua Majestade tem resoluta, que o Hospital para se curarem os Militares se erija no Convento de S. João de Deus, de que se fez aviso ao Marquez Estribeiro mor; e da mesma forma baixou resolução à Junta para o mesmo Convento se fazer o expediente das Vedorias: E é o mesmo Senhor servido, que V. Senhoria passe ao mesmo Convento com o Contador Geral do Exército, e que com o Visitador, Provincial, e Prior elejam o melhor cómodo afim para assistência dos enfermos, como para a referida Vedoria, sem contudo se fazer opressão ao mesmo Convento: dando V. Senhoria as Providências necessárias, para que com o Almojarife, Escrivão, e Serventes se possa logo tratar de matéria tão importante. E do que V. Senhoria encontrar, dará conta por esta secretaria, como também o fará presente na Junta para as mais Providências, que por ela se devem expedir. Deus guarde a V. Senhoria. Paço de Belém, a 23 de Novembro de 1755. - Sebastião José de Carvalho e Melo.*

#### **II**

*Aviso para o D. Abade do Mosteiro de S. Bento da Saúde, em que se lhe ordena, que dê faculdade para no seu Convento se recolherem os feridos do Hospital Real.*

*Sua Majestade sendo informado da impossibilidade, que há no Hospital Real de Todos os Santos para receber os muitos doentes, que nele concorrem; e da disposição, que sempre se acha no religioso ânimo de V. P. para exercitar os actos meritórios aos olhos de Deus: Me manda significar*

*a V.P., que será do seu Real agrado, que V.P. permita ao enfermeiro mor recolher no Celeiro desse Mosteiro os feridos do dito Hospital, enquanto nele se não concluem as comodidades interinas, que se acham próximas a findarse. Deus guarde a V. P. Paço de Belém, a 28 de Fevereiro de 1756.-Sebastião José de Carvalho e Melo.*

### III

*Aviso para o Monteiro mór do Reino, em que de lhe ordena, que para a cura dos doentes do Hospital Real, tanto de febres, como de outras enfermidades semelhantes, se sirva do Celeiro do Mosteiro de S. Bento da Saúde.*

*Sua Majestade atendendo à falta, que V. Senhoria representou, que havia no Hospital Real de Todos os Santos, para se recolherem os doentes que nele se curam com o reparo necessário: é servido, que V. Senhoria, conservando, e recebendo no dito Hospital, e mais lugares, que actualmente se ocupam por conta dele, os doentes de febres, e de outras enfermidades semelhantes, se sirva para a cura de todos os feridos presentes, e futuros, do Celeiro do Mosteiro de S. Bento da Saúde, que já se ocupou na ocasião do terramoto; o que o mesmo Senhor mandou significar ao D. Abade do dito Mosteiro, que somente serviria para se curarem feridos. Com o que ficaram livres os lugares, que estes ocupavam, para a acomodação dos outros enfermos. Deus guarde a V. Senhoria. Paço de Belém, a 28 de Fevereiro de 1756 = Sebastião José de Carvalho e Melo.*

### IV

*Aviso para o Duque Regedor aprovando-lhe o seu parecer sobre a acomodação dos enfermos do Hospital Real no Celeiro do Mosteiro de S. Bento, e se cobrirem as enfermarias do dito hospital.*

#### **ILLmo. EXmo. Senhor**

*Sendo presente a S. Majestade o aviso que V. Excelência me dirigiu em 18 do corrente sobre a falta de cómodos para se curarem os enfermos do Hospital Real: foi o mesmo Senhor servido aprovar o parecer de V. Ex<sup>a</sup>, e na conformidade dele mandou avisar ao Monteiro mor do Reino, e ao D. Abade do Mosteiro de S. Bento da Saúde, para que os feridos presentes,*

*e futuros sejam transportados para o Celeiro do dito Mosteiro. Também S. Majestade se conformou com o parecer de V. Ex<sup>a</sup>, pelo que pertence a se cobrirem as enfermarias do referido hospital com a telha, que se acha nas ruínas das casas, que servirão de tesouro no Castelo de S. Jorge. Deus guarde a V. Ex<sup>a</sup>. Paço de Belém, a 28 de Fevereiro de 1756 = Sebastião José de Carvalho e Melo.*

## V

*Aviso para o Duque Regedor, aprovando-lhe o seu parecer sobre se recolherem os doentes do Hospital Real para as quatro enfermarias, que se achavam concluídas no dito hospital.*

### *ILLmo. Exmo. Senhor*

*Fazendo presente a S. Majestade o aviso, que V. Ex<sup>a</sup> me dirigiu na data de 24 do corrente, sobre se acharem concluídas as quatro enfermarias térreas: foi o mesmo Senhor servido conformar-se com o parecer de V. Ex<sup>a</sup>, e em virtude dele mandou escrever ao Monteiro mor do Reino, o que consta da cópia do aviso que remeto a V. Ex<sup>a</sup>, para lhe ser presente o que S. Majestade determinou. Deus guarde a V. Ex<sup>a</sup>. Paço de Belém a 26 de Maio de 1756 = Sebastião José de Carvalho e Melo.*

## VI

*Aviso para o Monteiro mor do Reino, em que se lhe ordena, que os doentes, que estavam nos Celeiros do Conde de Castelo-Melhor, no Mosteiro de S. Bento, e nas casas de D. Antão de Almada, passassem somente os homens para as quatro enfermarias, se achavam reparadas no Hospital Real, ficando as mulheres nos Celeiros do Conde de Castelo-Melhor.*

*A S. Majestade foi presente acharem-se concluídas as quatro enfermarias térreas que foi servido mandar fabricar, para se curarem os doentes, e ainda que nelas cabem todos os doentes, e feridos, que actualmente se curam nas Casas de D. Antão de Almada, nos Celeiros do Conde de Castelo-Melhor, e no Mosteiro de S. Bento da Saúde; contudo é S. Majestade ordenar que só passem os homens doentes para as novas enfermarias, principiando pelos que se acham nas Casas de D. Antão de Almada: que as mulheres fiquem por ora nos Celeiros do Conde de*

*Castelo-Melhor, em quanto se não fazem os concertos das enfermarias de S. Camilo e S. Francisco; e que os setenta feridos, que se acham no Mosteiro de S. Bento, se conservem nele, enquanto se não lhe disputa enfermaria separada no mesmo edificio, que não foi queimado.*

*Para se evitarem alguns graves inconvenientes: é outrossim S. Majestade servido, que V. Senhoria ordene, que nas enfermarias não tenham comunicação os homens com as mulheres: que não se ajuntem os feridos com os doentes de febres: e que se não consinta, que em cada cama esteja mais de uma pessoa. O que V. Senhoria fará se observe com a maior exactidão. Deus guarde a V. Senhoria. Paço de Belém, a 26 de Maio de 1756 = Sebastião José de Carvalho e Melo.*

## VII

*Aviso para o Duque Regedor, em que se lhe ordena, nome número de pessoas para receber as camas, que S. Majestade mandou dar para os presos doentes do Limoeiro; e faça reparar a enfermaria, que está na Casa das Audiências.*

### **ILLmo. Exmo. Senhor**

*S. Majestade atendendo com a sua Real clemência à urgente necessidade, que padecem os presos do Limoeiro, que nele se acham doentes por falta de camas para descansarem nas suas enfermidades; mandou ordenar ao Tenente General da Artilharia do Reino, que das barracas, e camas, que se acham naqueles armazéns, dê à ordem de V. Ex<sup>a</sup> aquelas, que necessárias forem na conformidade do aviso incluso, que o mesmo Senhor manda remeter a V. Ex<sup>a</sup> pela cópia que vai junta, para V. Ex<sup>a</sup> nomear a pessoa que há-de receber as ditas camas e guardá-las e distribuí-las com a devida arrecadação.*

*E sendo presente a S. Majestade, que devendo servir-se á enfermaria, que está na Casa das Audiências, pela entrada principal da Relação se acha nela uma parede, que necessita de pequenos reparos mediante os quais ficará a mesma enfermaria servindo sem perigo dos que nela entrarem e os presos com maior segurança: é o mesmo Senhor outrossim servido, que V. Ex<sup>a</sup> mande fazer os sobreditos reparos pelo Mestre Pedreiro,*

*que lhe parecer, que os pode expedir com maior brevidade. Deus guarde a V. Ex<sup>a</sup>. Paço de , Belém, a 17 de Agosto de 1756 = Sebastião José de Carvalho e Melo.*

### VIII

*Aviso para o Duque Regedor, ordenando-lhe faça recolher as mulheres doentes do Celeiro do Conde de Castelo-Melhor para as enfermarias do Hospital Real.*

#### **ILLmo. Exmo. Senhor**

*A S. Majestade fiz presente o aviso de V. Ex<sup>a</sup> de 30 de Novembro próximo passado: e é o mesmo Senhor serviço, que visto se acharem promptas as duas enfermarias, de que nele se faz menção, ordene V. Ex<sup>a</sup> ao Syndico do Hospital, que mande logo fazer a mudança das mulheres doentes, assim de febres, como de feridas, que se acham nos Celeiros, e Armazéns das Casas do Conde de Castelo-Melhor às Portas de S. Antão, para as ditas enfermarias. Deus guarde a V. Ex<sup>a</sup>. Paço de Belém, a 5 de Dezembro de 1756 = Sebastião José Carvalho e Melo*

### **APÊNDICE B**

#### **PUBLICAÇÃO:**

**ESPARSOS. PP 238 - 242**

**POR JOSE MARIA ANTÓNIO NOGUEIRA. IMP.**

**UNIVERSIDADE COIMBRA 1934**

#### **EXTRACTO:**

*”S. Majestade é servido ordenar, que V.Ex<sup>a</sup> convoque todos os médicos e cirurgiões da corte, e que dividindo-os nas turmas que lhe parecer, os mande assistir repartidamente aos enfermos e feridos que se acham em diferentes cercas religiosas e outros diferentes campos da mesma corte e subúrbios dela, sem que em tudo de falte aos que estiverem mais distantes, quando o peçam, assistindo V. Senhoria com a botica do Hospital a todas as sobreditas enfermidades. Deus guarde a V. Senhoria. Belém a 3 de Novembro de 1755 - Sebastião José de Carvalho e Melo. - Sr. Monteiro Mor do Reino”*

*”S. Majestade é servido que V. S<sup>a</sup> socorra os doentes e feridos de que o encarregou o mesmo Sr. por outro aviso meu, concorrendo para o remédio destes, não só com médicos, cirurgiões e botica, mas também com o alimento necessário, e mandando V. Majestade dar providências ao pagamento dela. Deus guarde a V. S<sup>a</sup> Paço de Belém a 4 de Novembro de 1755 - Sebastião José de Carvalho e Melo - Sr. Monteiro Mor do Reino”*

*”S. Majestade é servido que V. S<sup>a</sup>, examinando o fogo que infelizmente corre ainda pelo bairro alto, e se diz ter chegado até à travessa da espera, convoque todas as justiças oficiais dela e artífices que lhe parecerem necessários, mande V. S<sup>a</sup> tirar os madeiramentos, telhados e madeiras das casas que necessários forem para se cortar o progresso do referido incêndio. Declarando V. S<sup>a</sup> a todos os sobreditos, que se não executarem com toda a promptidão as suas ordens, procederá contra eles com a ilimitada jurisdição que o dito Senhor concede por este a V. S<sup>a</sup>, para o referido efeito. Deus guarde a V. S<sup>a</sup> Paço de Belém, a 5 de Novembro de 1755 - Sebastião José de Carvalho e Melo - Senhor Monteiro Mor do Reino ”*

*Pelo que respeita aos doentes do Hospital, também não faltaram as adequadas providências:*

*”Sendo presente a S. Majestade que nas portas de Santo Antão se acham umas lojas aonde podem reparar-se da inclemência do tempo, os pobres enfermos do Hospital Real, e os feridos dele. É o mesmo Senhor servido que V. S<sup>a</sup> acomode nas mesmas lojas os sobreditos. Ordenando a todos os ministros e oficiais que executam todos os seus mandatos ao dito respeito, e cominando-lhes, pela apresentação deste aviso, que do contrário se dará o dito senhor por muito mal servido, e lhe fará tomar estreita conta de todo o detrimento que padecerem os miseráveis enfermos e feridos, na estrema necessidade de socorro em que se acham. Deus guarde a V. S<sup>a</sup> Paço de Belém a 10 de Novembro de 1755 - Sebastião José de Carvalho e Melo - Sr. Monteiro Mor do Reino.”*

*”Fiz presente a S. Majestade o que V.S<sup>a</sup> me disse ontem, sobre o ficar o Hospital em o convento de S. João de Deus, e o mesmo Sr. disse que*

*tudo se podia acomodar ao dito convento, não só o dito Hospital, mas também a védoria.*

*Pelo que respeita ao dinheiro que se achou junto á védoria, como se acha em deposito, depois se averiguará se tem dono, para que no caso de se não achar se aplicar ao Hospital Real de Todos os Santos. Deus guarde a V. S<sup>a</sup> Paço de Belém a 23 de Novembro de 1755 - Diogo de Mendonça Corte Real - Sr. Monteiro Mor do Reino”.*

*Esta resolução de colocar o Hospital no convento de S. João de Deus, não se executou, julgando-se melhor arranjar, provisoriamente, algumas enfermarias no próprio local do Hospital, do lado do Poço do Borratem ou Camilos, e assim se fez.*

*”Sua Majestade encarregou ao Duque regedor da casa da Suplicação de mandar fazer promptas, no mesmo sítio do Hospital Real do Rocio, as acomodações interinas que necessárias forem para se repararem os enfermos das injúrias do tempo; empregando na brevidade desta obra da real piedade e desta indispensável urgência, os muitos ministros e oficiais que se acham debaixo da sua jurisdição, o que o mesmo Senhor me manda participar a V. S<sup>a</sup>, para que V.S<sup>a</sup> ordene ao tesoureiro e oficiais da fazenda do dito Hospital que contribuam com o dinheiro que for necessário para a dita obra, nos termos competentes que forem concordados com o Bacharel Manuel Madeira de Sousa. Deus guarde a V. S<sup>a</sup> Paço de Belém, 5 de Dezembro de 1755 - Sebastião José de Carvalho e Melo. - Sr. Monteiro Mor do Reino”.*

## **Bibliografia**

- Araújo, A. C. (2005). *O Terramoto de 1755, Lisboa e a Europa*. Ed. Clube dos Coleccionadores dos Correios, Lisboa.
- Bandeira, R. (2008). *Medicina de Catástrofe – da Exemplificação Histórica à Iatroética* (Dissertação de Doutoramento). ICBAS, U Porto.
- Brandão, J. (1990). *Grandeza e Abastança de Lisboa em 1552*. Livros Horizonte, Lisboa.
- Buescu, H. C., Carvalho, M., Costa, F. G., Flor, J. A. (2006). *1755: Catástrofe, Memória e Arte*. Ed Colibri, Lisboa.
- Carmona, M. (1954). *Hospital Real de Todos os Santos da Cidade de Lisboa*, Imprensa Portuguesa, Porto.

- Costa, A. N. (1964). *Pombal, Mentira Histórica*. Ed. Autor, Lisboa.
- Fuilla, C. (2011). Seisme d' Haiti. Stratégie d'assistance médicale. *Urgences, SFMC*, cap. 56: 1-11
- Gil-Vicente (1907). Obras, vol I. França Amado Ed, Coimbra.
- Gunn, S. A. (1992). Le Medecin et les Catastrophes. *Revue de L'Ameliasap* 13: 20-23.
- Henriques, M. C., Mouzinho, M. T., Ferrão, N. M. (1988). *Sismicidade de Portugal*. Comissão para o Catálogo Sísmico Nacional, Lisboa.
- Hodgetts, T. J., Brett, A. (1999). Major Incidents. In: Graves, I., Porter, K. (Eds) *Pre- Hospital Medicine. The principles and practice of Immediate Care*.
- Huguenard, P. (1996). *Traité des Catastrophes*. Elsevier. Paris
- Lúcio-d'Azevedo, J. (1922). *O Marquês de Pombal e a sua Época*. 2ª ed. An. do Brasil, Seara Nova, Rev. Portuguesa Eds, Rio de Janeiro.
- Machado-de-Sousa, M. L., Nozes, J. (1990). *O Terramoto de 1755, Testemunhos Britânicos*. Lisóptima Ed, Lisboa.
- Moita, I. (1992). *V Centenário do Hospital Real de Todos os Santos*. Ed. Clube dos Coleccionadores dos Correios, Lisboa.
- Moreira, V. (1991). *Sismicidade Histórica de Portugal Continental*. Inst. Nac. Met. e Geofísica (Sep).
- Nogueira, J. M. (1934). *Esparsos*. Imp. da Universidade, Coimbra.
- Noto, R., Huguenard, P. Larcán, A. (1994). *Médecine de Catastrophe*, 2ª Ed, Masson, Paris
- OL, F. A. (1756). *Carta vinda da Cidade de Pádua*. Domingos Rodrigues, Lisboa, 8 p .
- Oliveira, C. R. (1987). *Lisboa em 1551, Sumário*. Livros Horizonte, Lisboa.
- Pia, M., Gardanne, M. (1790.) Avisos Interessantes sobre as Mortes Aparentes. Recopilados da Col. Soc. Humana de Inglaterra. *Ac. Real das Sciencias*, Lisboa
- Pombal, M. (1833). Cartas e outras Obras Selectas, vol IV. Marquês Leão, Lisboa, pp 75-83 .
- Portugal, F., Matos, A. (1974). *Lisboa em 1758*. Câmara Municipal, Lisboa.
- Ribeiro, Sanches A. (1763). Obras – *Método para aprender a estudar a Medicina – Cartas sobre a Educação da Mocidade*, Vol I, Ed. 1959, Un Coimbra. Coimbra
- Salvado, M. A. (1993). Catástrofes Naturais na Visão de Amato Lusitano. *Med. na Beira Interior, Cadernos de Cultura* 6: 15-19.
- Santos, H. (1995). Bombeiros Portugueses, Síntese de 600 anos de acção. In: SNB/LBP(Eds) *Bombeiros Portugueses, Seis Séculos de História*. Vol I. Lisboa pp 13-42.
- Santos, P. B., Rodrigues, T., Nogueira, M. S. (1987.) *Lisboa Setecentista Vista por Estrangeiros*. Livros Horizonte, Lisboa.
- Saraiva, J. H. (1993). *História de Portugal*. Publ. Europa-América. Mem-Martins.
- Sotto-Mayor, M. (1906). *O Marquez de Pombal*. Victorino da Motta Ed, Porto.
- Sousa, J. C. (1982). *Colectânea Olissiponense*. Vol I. 2ª ed. Câmara Municipal , Lisboa.
- Themudo-Barata, M., Braga, L., Wagner, N., Guerre, B., Alve, S. F., Neto, J. (1988). *Sismicidade de Portugal. Estudo da Documentação dos Séculos XVII e XVIII*. Gabinete de Protecção e Segurança Nuclear, Lisboa, 2 vols.
- Valente, R. H. (1995). Os Bombeiros e a Marinha. In: SNB/LBP(Eds) *Bombeiros Portugueses, Seis Séculos de História*. Vol I. Lisboa pp 245-256.

**O PAPEL DO PLANEAMENTO DE EMERGÊNCIA  
NA RESPOSTA A EVENTOS SÍSMICOS NA ÁREA  
METROPOLITANA DE LISBOA**

**THE ROLE OF EMERGENCY PLANNING FACING  
SEISMIC EVENTS IN THE LISBON URBAN AREA**

**Carlos Mendes**

Diretor de Serviços de Riscos e Planeamento, Autoridade Nacional de Proteção Civil  
carlos.mendes@prociv.pt

**Sandra Serrano**

Chefe da Divisão de Planeamento de Proteção Civil, Autoridade Nacional de Proteção Civil  
sandra.serrano@prociv.pt

**Sumário:** As emergências sísmicas acontecem sem aviso. Quando ocorrem, as ações de resposta de proteção civil terão de ser automáticas e estruturadas, contribuindo o planeamento de emergência para as tornar mais céleres e eficazes. Na Área Metropolitana de Lisboa, o Plano Especial de Emergência para o Risco Sísmico assenta numa base científica e representa um passo significativo no sentido de enfrentar os impactos que um sismo de magnitude moderada ou elevada possa causar.

**Palavras-chave:** Proteção civil, planeamento de emergência, socorro, risco sísmico

**Abstract:** Seismic events happen without any warning. When they occur, civil protection actions should be automatic and structured. Emergency planning contributes to make those actions faster and more efficient. In the Lisbon Urban Area, the Special Emergency Plan for Seismic Risk, supported by a scientific basis, represents a significant step to manage the impacts of a moderate or high magnitude earthquake.

**Keywords:** Civil protection, emergency planning, relief, seismic risk

## Introdução

Nos anos recentes, a sociedade mundial testemunhou um vasto leque de emergências sísmicas que causaram perdas significativas de vidas, a deslocação de milhares de pessoas e impactos incalculáveis na economia e no ambiente. Sismos como os registados no Japão (2011), no Haiti (2010), na China (2008) ou na Indonésia (2004) (USGS, 2015), afetaram áreas urbanas, evidenciando, por vezes, fragilidades sociais pré-existentes, incrementado os danos e deixando bem patente a necessidade de um trabalho coordenado dos agentes de socorro e das próprias comunidades, de modo a que se possa responder permanentemente aos desafios que se colocam. O Quadro de Sendai para a Redução do Risco de Catástrofes, das Nações Unidas (UNISDR, 2015), reconhece mesmo que a exposição dos cidadãos a catástrofes tem aumentado, produzindo um *“crescimento constante das perdas relacionadas com catástrofes, com um impacto económico, social, cultural e ambiental significativo, a curto, médio e longo prazo, especialmente a nível local”*.

A globalização das catástrofes e a multiplicação dos atores envolvidos na sua resposta ilustram bem a necessidade de aumentar as capacidades dos Estados para lidar com os riscos. Com efeito, as comunidades enfrentam, hoje, problemas especiais quanto à sua vulnerabilidade e à capacidade de resposta dos seus habitantes. Por este motivo, as questões da proteção e da resiliência assumem importância vital e suscitam a necessidade de um esforço integrado de prevenção,

preparação e resposta, em que a etapa de planeamento se afigura crucial para salvar vidas. Aliás, o acima mencionado Quadro de Sendai, defende ser urgente “*antecipar, planear e reduzir o risco, de modo a proteger os cidadãos, comunidades e países de modo mais eficiente, fortalecendo a sua resiliência*” (UNISDR, 2015).

Os planos de emergência de proteção civil são uma das faces visíveis desse esforço. Tratam-se de instrumentos formais ao dispor das autoridades políticas de proteção civil para determinar o “*modo de atuação dos vários organismos, serviços e estruturas a empenhar em operações de proteção civil*”, conforme definido na Resolução 25/2008, de 18 de julho, alterada pela Resolução 30/2015, de 7 de maio. Destinam-se também a antecipar os cenários suscetíveis de desencadear um acidente grave ou uma catástrofe, definindo, de modo inequívoco, a estrutura organizacional e os procedimentos para a preparação e aumento da capacidade de resposta à emergência (ANPC, 2008).

Tais instrumentos de planeamento incluem, nos termos da Lei de Bases da Proteção Civil (Lei 27/2006, de 3 de julho), uma tipificação dos riscos existentes, a identificação dos meios e recursos mobilizáveis, a atribuição das responsabilidades das estruturas envolvidas, a definição da estrutura operacional de resposta, os critérios de mobilização e os mecanismos de coordenação dos meios e recursos a empenhar. Na prática, exprimem um conjunto de medidas, normas, procedimentos e missões destinados a fazer face a situações de acidente grave ou catástrofe e a minimizar as suas consequências (ANPC, 2010).

## A necessidade de planear

A história da Área Metropolitana de Lisboa tem associados diversos registos de fenómenos sísmicos que, com maior ou menor impacte, causaram danos e consequências severas, deixando marcas na memória coletiva dos portugueses. Destes registos, sobressaem, pelo peso simbólico que lhes estão associados, o terramoto de 1755 e, numa escala mais regional, o sismo de Benavente de 1909 (PEERS-AML-CL, 2009).

A importância desta região no contexto do país é por demais evidente pelas características urbanas, sociais, económicas e políticas deste território. Para além

de uma forte concentração demográfica (de acordo com os dados do PEERS-AML-CL (2009), tendo por base o recenseamento geral da população efetuado em 2001, a região apresentava cerca de 3 milhões de habitantes, representando perto de 30% do total da população de Portugal Continental), animada por intensos fluxos e movimentos pendulares diários, localizam-se nesta área os principais órgãos de decisão política e administrativa do país, a par das estruturas e administrações de importantes grupos económicos e financeiros que tornam esta região um espaço vital e sensível em situações de emergência.

Foi neste contexto que surgiu a necessidade de dotar a Área Metropolitana de Lisboa e seus concelhos limítrofes (AML CL), de um instrumento de planeamento que suportasse a ação da Proteção Civil na gestão operacional em caso da ocorrência de um evento sísmico. Para criar uma base científica de suporte, iniciou-se, em 1997, o desenvolvimento do Estudo para o Risco Sísmico da Área Metropolitana de Lisboa e Concelhos Limítrofes, coordenado pelo então Serviço Nacional de Proteção Civil e que envolveu cinco entidades técnico-científicas: Chiron, Sistemas de Informação Lda., Instituto das Ciências da Terra e do Espaço (ICTE), Instituto Superior Técnico / Instituto de Engenharia de Estruturas, Território e Construção (IST/ICIST), Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) e Universidade de Lisboa / Faculdade de Letras / Centro de Estudos Geográficos (UL/FL/CEG). No âmbito dos trabalhos desse Estudo, foi desenvolvido um simulador (SNBPC, 2003) utilizado para a definição e produção dos cenários que vieram a constituir as hipóteses subjacentes à ativação do Plano e à consequente definição das regras e procedimentos a adotar, em ordem a proteger as populações, bens e ambiente.

Os resultados do Estudo, conjugados com os contributos de um conjunto alargado de entidades, organismos e serviços, públicos e privados, bem como de outros agentes sociais, individual e coletivamente considerados, permitiram à Autoridade Nacional de Proteção Civil elaborar o Plano Especial de Emergência para o Risco Sísmico na Área Metropolitana de Lisboa e Concelhos Limítrofes (PEERS-AML-CL), o qual viria a ser publicado em Diário da República através da Resolução da Comissão Nacional de Proteção Civil nº 22/2009, de 23 de outubro. O Plano aplica-se à área dos municípios de Alenquer, Amadora,

Arruda dos Vinhos, Azambuja, Cascais, Lisboa, Loures, Mafra, Odivelas, Oeiras, Sintra, Sobral de Monte Agraço, Torres Vedras e Vila Franca de Xira (distrito de Lisboa), Benavente, Cartaxo e Salvaterra de Magos (distrito de Santarém), Alcochete, Almada, Barreiro, Moita, Montijo, Palmela, Seixal, Sesimbra e Setúbal (distrito de Setúbal), correspondendo a 26 concelhos (fig. 1 e 2).



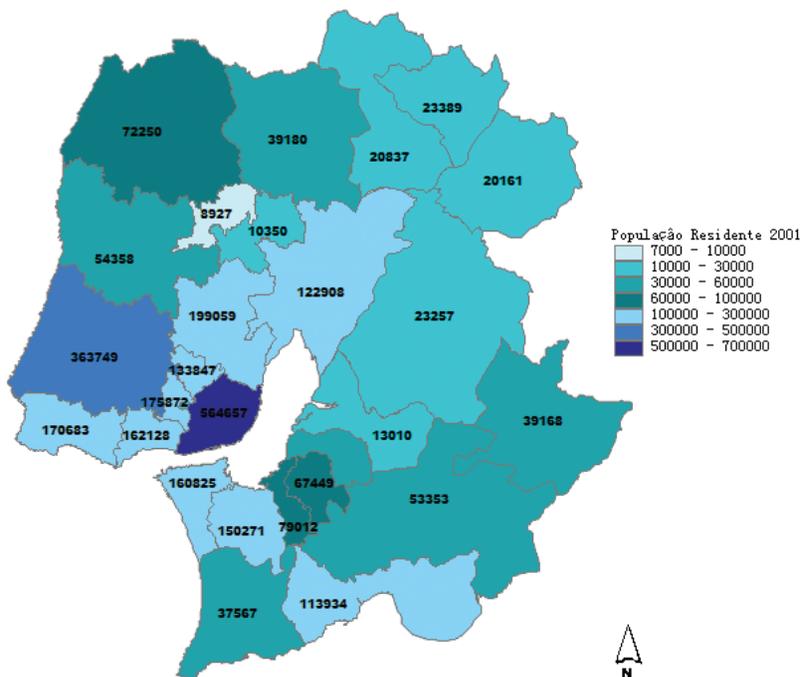
**Fig. 1** - Área de influência do Plano Especial de Emergência para o Risco Sísmico na Área Metropolitana de Lisboa (AML) e Concelhos Limitórfes (GAML).  
Fonte: extraído de PEERS-AML-CL, 2009.

*Fig. 1* - Area of influence of the Specific Emergency Plan for the Seismic Risk in the Lisbon Metropolitan Area (AML) and Adjacent Municipalities (GAML).  
Source: extract of PEERS-AML-CL, 2009.

## Pressupostos de ativação

A ativação do PEERS-AML-CL visa criar as condições favoráveis ao rápido empenhamento, eficiente e coordenado, de todos os meios e recursos nacionais ou resultantes de ajuda internacional, apoiando a direção, o comando e a conduta das operações de proteção civil e socorro de nível distrital e municipal, destinadas a responder às consequências de um evento sísmico. O Plano será ativado mediante decisão da Comissão Nacional de Protecção Civil ou na sequência da emissão de declaração, pelo Governo, da situação de calamidade,

### População Residente – Censos 2001



**Fig. 2** - Distribuição por concelhos da população residente na área de influência do Plano Especial de Emergência para o Risco Sísmico na Área Metropolitana de Lisboa e Concelhos Limítrofes. Fonte: extraído de PEERS-AML-CL, 2009, com base em dados dos Censos 2001.

*Fig. 2 - Distribution of the resident population by municipality in the area covered by Specific Emergency Plan for the Seismic Risk in the Lisbon Metropolitan Area and Adjacent Municipalities. Source: extract of PEERS-AML-CL, 2009, based on data from Census 2001.*

nos termos da Lei de Bases da Proteção Civil (Lei 27/2006, de 3 de julho). Sem prejuízo desta competência legal, os procedimentos previstos no Plano são automaticamente acionados sempre que se registre um evento sísmico com epicentro na AML CL com magnitude igual ou superior a 6,1 na Escala de Richter. Será também ativado sempre que um evento sísmico seja sentido na AML CL (independentemente da localização do epicentro) e cuja estimativa de intensidade máxima, obtida a partir de medidas instrumentais, seja igual ou superior a VIII na Escala de Mercalli modificada.

De notar que esta definição de critérios de ativação resultou dos resultados do Estudo para o Risco Sísmico da Área Metropolitana de Lisboa e Concelhos Limítrofes e inerente simulador. Parte ainda da assunção que, para sismos com valores de magnitude ou intensidade inferiores a estes limiares, os Planos Municipais de Emergência de Proteção Civil existentes nos 26 concelhos assegurarão a necessária resposta operacional, nos termos do princípio da subsidiariedade, tal como definido na Lei de Bases da Proteção Civil.

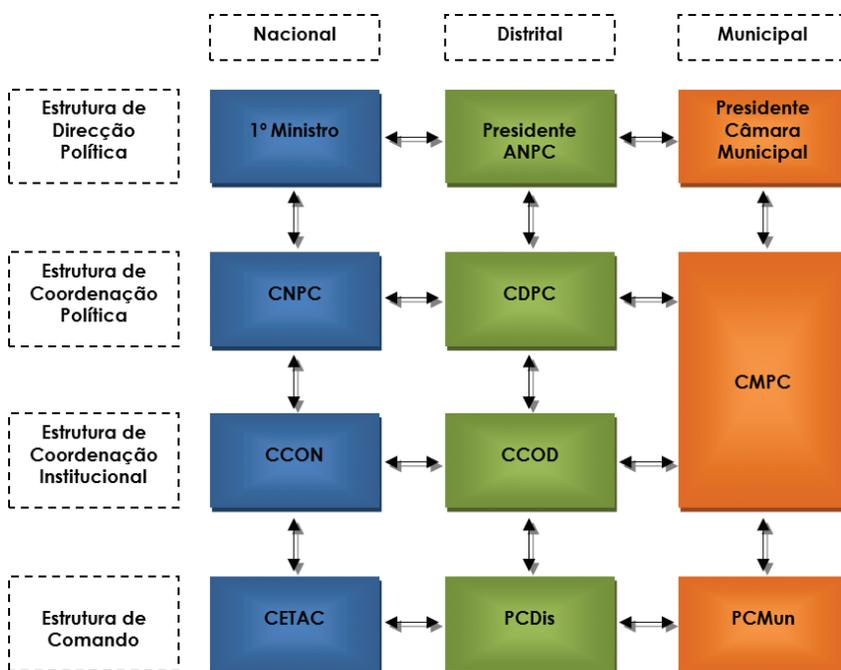
Com a ativação do Plano será mobilizado um Dispositivo Integrado de Resposta, no qual as diversas entidades intervenientes (agentes de proteção civil e organismos de apoio) desempenham missões de intervenção, reforço, apoio e assistência, tanto na resposta imediata, como na recuperação a curto prazo. As ações serão desenvolvidas, aos diferentes níveis, através de estruturas de coordenação política (comissões de proteção civil), estruturas de coordenação institucional (centros de coordenação operacional) e estruturas de comando operacional (postos de comando), conforme se evidencia da fig. 3.

### **Organização da resposta**

As primeiras missões a desempenhar pelo Dispositivo (PEERS-AML-CL, 2009) visam:

- Assegurar a minimização de perdas de vidas, através da coordenação das ações de busca e salvamento e das operações de combate a incêndios decorrentes do evento sísmico;

- Assegurar o comando, o controlo, as comunicações e as informações, bem como a coordenação e gestão dos recursos necessários às operações;
- Garantir em permanência a segurança de todas as forças envolvidas e dos cidadãos, diminuindo ao mínimo o número de baixas;
- Garantir o controlo de acessos à zona afetada, a manutenção de corredores de circulação de emergência e a execução eficaz de operações de movimentação de populações, designadamente as decorrentes de evacuações;



**Fig. 3** - Articulação das estruturas de coordenação política, coordenação institucional e comando operacional. Fonte: PEERS-AML-CL, 2009)<sup>1</sup>.

*Fig. 3 - Articulation of structures for political coordination, institutional coordination and operational command. Source: PEERS-AML-CL, 2009).*

<sup>1</sup> Legenda: CNPC – Comissão Nacional de Proteção Civil; CDPC – Comissão Distrital de Proteção Civil; CMPC – Comissão Municipal de Proteção Civil; CCON – Centro de Coordenação Operacional Nacional; CCOD – Centro de Coordenação Operacional Distrital; CETAC – Centro Tático de Comando; PCDis – Posto de Comando Distrital; PCMun – Posto de Comando Municipal.

- Assegurar a prestação de cuidados médicos adequados e a coordenação das ações de saúde pública e de mortuária.

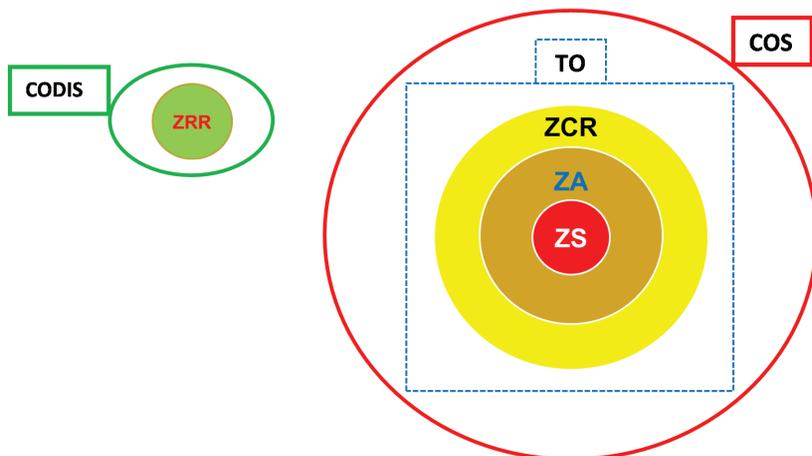
De modo a dotar os postos de comando dos diferentes escalões de informação indispensável ao processo de tomada de decisão operacional, serão constituídas Equipas de Reconhecimento e Avaliação de Situação (ERAS). Estas equipas caracterizam-se pela sua grande mobilidade e capacidade técnica e têm como principal missão percorrer a zona afetada, por via aérea e/ou terrestre, e recolher informação específica sobre as consequências do evento sísmico, nomeadamente no que se refere ao reconhecimento e avaliação de locais com maior número de sinistrados e de danos no edificado, focos de incêndio, eixos rodoviários de penetração (vias principais e alternativas) e operacionalidade de infraestruturas essenciais para as operações (como hospitais, quartéis de bombeiros, instalações das forças de segurança). Paralelamente, existirão também Equipas de Avaliação Técnica (EAT), as quais têm como principal missão reconhecer e avaliar a estabilidade e operacionalidade de estruturas, comunicações e redes.

## **Zonas e sustentação operacional**

Para efeitos do PEERS-AML-CL, a área dos 26 municípios abrangidos, constitui-se como Zona de Sinistro (fig. 4), com três subdivisões distritais (Lisboa, Santarém e Setúbal) e uma municipal (coincidente com os limites geográficos do município de Lisboa). Cada Zona de Sinistro está dotada de uma Zona de Concentração e Reserva, na qual se localizam temporariamente meios e recursos disponíveis sem missão imediata e nas quais se mantém um sistema de apoio logístico e assistência pré-hospitalar às forças de intervenção. Complementarmente, o Plano prevê a existência de sete Zonas de Receção de Reforços (4 terrestres, em Torres Vedras, Torres Novas, Sardoal e Marateca, e 3 aéreas, nas Bases Aéreas de Monte Real, Montijo e Beja), para onde se dirigem os meios de reforço e apoio logístico nacional ou internacional.

Considerando a possibilidade de as estruturas distritais e municipais, responsáveis pelas operações de proteção civil e socorro, poderem vir a ficar parcial ou totalmente inoperativas em resultado do evento sísmico, o PEERS-AML-CL define três Distritos de Sustentação Operacional – DSO (Leiria, Portalegre e Évora) para cada um dos três distritos abrangidos (Lisboa, Santarém e Setúbal, respetivamente), os quais serão responsáveis por assegurar o comando, controlo, comunicações e informações das operações de proteção civil e socorro nos distritos afetados, durante o período de tempo em que as estruturas distritais próprias não o possam fazer (fig. 5). Analogamente, cada município afetado dispõe também de um Município de Sustentação Operacional, com responsabilidades similares.

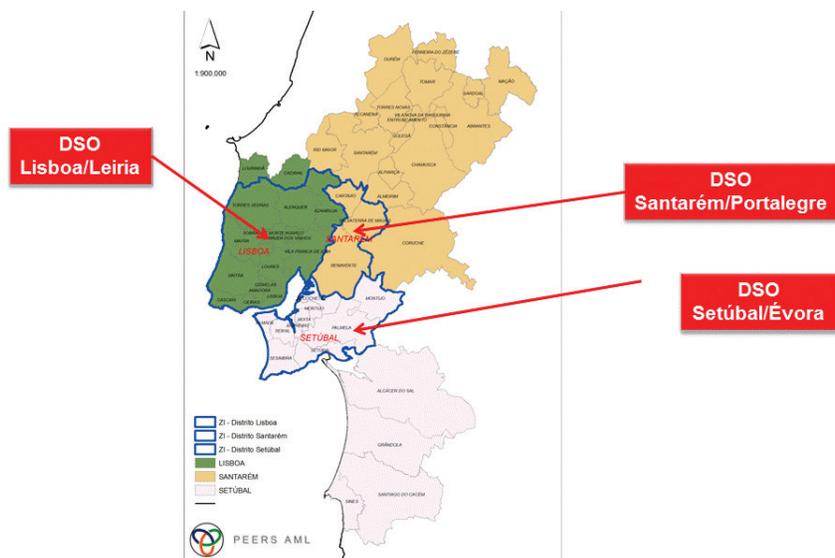
Os municípios e distritos de sustentação operacional, perante a informação ou perceção de ocorrência de um sismo na AML CL, contactam, de imediato, os seus municípios e distritos destinatários até conseguirem obter um ponto de situação. Caso não seja possível contactar nenhum dos destinatários, acionam o



**Fig. 4** - Diagrama das Zonas de Intervenção. Fonte: adaptado de Despacho 3551/2015, de 9 de abril – Sistema de Gestão de Operações<sup>2</sup>.

**Fig. 4** - Intervention Zones. Source: adapted from Order 3551/2015, April 9 - Operations Management System).

<sup>2</sup> Legenda: ZS – Zona de Sinistro; ZA – Zona de Apoio; ZCR – Zona de Concentração e Reserva; ZRR – Zona de Receção de Reforços; TO – Teatro de Operações; COS – Comandante das Operações de Socorro; CODIS – Comandante Operacional Distrital.



**Fig. 5** - Esquema de sustentação operacional distrital. Fonte: PEERS-AML-CL, 2009.  
**Fig. 5** - Operational Support Scheme at District level. Source: PEERS-AML-CL, 2009.

esquema de sustentação operacional, deslocando-se para o distrito afetado com uma equipa de reconhecimento. Esta equipa procederá a uma rápida avaliação da situação e, consoante o cenário verificado, poderá fazer avançar, de forma faseada, meios de apoio destinados a manter a capacidade de coordenação, comando e controlo até que a estrutura operacional própria do município ou distrito afetado tenha capacidade para o efeito.

## Conclusão

A proteção e resiliência das populações localizadas em áreas de risco sísmico implica uma reflexão sobre a melhor forma de se assegurar a gestão da emergência, de um modo eficaz, eficiente e com qualidade. Para tal, é fundamental planear estratégias para que os agentes de socorro estejam conscientes do papel a desempenhar na resposta a um evento sísmico. A existência do PEERS-AML-CL pretende responder a esse desafio, ao constituir-se como um instrumento de

gestão operacional que, na sequência do risco identificado e avaliado, estabelece prioridades, atribui missões e define procedimentos e mecanismos de articulação.

A elaboração do PEERS-AML-CL foi a concretização de um importante desafio para a segurança das populações face a eventos sísmicos. Contudo, uma vez que o conteúdo de um plano de emergência não se poderá assumir como imutável, também o processo de planeamento não se poderá alguma vez assumir como encerrado. Neste sentido, o Plano tem vindo a ser alvo de exercícios, quer de postos de comando, quer com forças no terreno, os quais têm permitido retirar lições ao nível da organização da resposta (estruturas de direção, coordenação e comando), dos procedimentos inerentes a áreas setoriais relevantes para a resposta (mortuária, serviços médicos, apoio social, comunicações, gestão da informação) e dos mecanismos inerentes ao esquema de sustentação operacional e à solicitação e receção de ajuda internacional.

Os ensinamentos recolhidos nos exercícios, conjugados com o contributo das diversas entidades intervenientes no Plano, tem permitido identificar aspetos potenciais para melhoria futura, os quais virão a ser considerados na próxima revisão do Plano, considerando também o novo regime legal para o planeamento de emergência de proteção civil, decorrente da Resolução 30/2015, de 7 de maio.

Importará recordar, todavia, que por mais atualizado, exercitado e operacionalizado que o Plano esteja, este instrumento, por si só, não será suficiente para limitar as consequências dos eventos sísmicos. Com efeito, as ações a desenvolver pelos serviços e agentes de proteção civil e pelos organismos e entidades de apoio poderão ser fortemente condicionadas pela extensão dos danos causados pelo sismo. Assim, será fundamental que as comunidades desempenhem um papel preponderante, não só enquanto socorristas de si mesmas logo após o evento sísmico, como também estando conscientes do risco que enfrentam e sabendo adotar as necessárias condutas de autoproteção. Só assim, os efeitos expetáveis dos eventos sísmicos poderão ser atenuados, minimizando as consequências para a população e seus bens.

## Bibliografia

- ANPC, 2008. Caderno Técnico PROCIV3 - Manual de apoio à elaboração e operacionalização de planos de emergência de proteção civil, [http://www.prociv.pt/Documents/Caderno\\_Tecnico\\_3\\_www.pdf](http://www.prociv.pt/Documents/Caderno_Tecnico_3_www.pdf)
- ANPC, 2010. Estudo do Risco Sísmico e de Tsunamis do Algarve (Capítulo 12 – Planeamento de Emergência), p. 155-162, [http://www.prociv.pt/Documents/ERSTA\\_ANPC.pdf](http://www.prociv.pt/Documents/ERSTA_ANPC.pdf)
- SNBPC, 2003. Relatório final do Estudo do risco sísmico da Área Metropolitana de Lisboa e concelhos limítrofes. [Documento interno].
- Lei nº 27/2006, de 3 de julho, alterado pela Lei Orgânica nº 1/2011, de 30 de novembro. Lei de Bases da Proteção Civil.
- Despacho nº 3551/2015, de 9 de abril – Sistema de Gestão de Operações.
- RESOLUÇÃO DA COMISSÃO NACIONAL DE PROTEÇÃO CIVIL nº 22/2009. Plano Especial de Emergência para o Risco Sísmico na Área Metropolitana de Lisboa e Concelhos Limítrofes (PEERS-AML-CL).
- RESOLUÇÃO DA COMISSÃO NACIONAL DE PROTEÇÃO CIVIL nº 25/2008, de 18 de julho. Diretiva relativa aos critérios e normas técnicas para a elaboração e operacionalização de planos de emergência de proteção civil.
- RESOLUÇÃO DA COMISSÃO NACIONAL DE PROTEÇÃO CIVIL nº 30/2015, de 7 de maio. Revê a Diretiva relativa aos critérios e normas técnicas para a elaboração e operacionalização de planos de emergência de proteção civil.
- UNISDR. Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030. United Nations, 2015. Disponível em [http://www.preventionweb.net/files/43291\\_sendaiframeworkfordrren.pdf](http://www.preventionweb.net/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf)
- USGS. Largest and Deadliest Earthquakes by Year: 1990-2014, consultado eletronicamente em 22 de julho de 2015 no sítio <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqarchives/year/byyear.php>



**A IMPORTÂNCIA DA INFORMAÇÃO,  
SENSIBILIZAÇÃO E FORMAÇÃO NA REDUÇÃO DO  
RISCO SÍSMICO NO MUNICÍPIO DA AMADORA**  
**THE IMPORTANCE OF AWARENESS REGARDING  
SEISMIC RISK REDUCTION IN THE MUNICIPALITY  
OF AMADORA**

**Luís Carvalho**

Serviço Municipal de Proteção Civil da Amadora  
luis.carvalho@cm-amadora.pt

**Ana Freitas**

Serviço Municipal de Proteção Civil da Amadora  
ana.freitas@cm-amadora.pt

**Carlos Rocha**

Serviço Municipal de Proteção Civil da Amadora  
carlos.rocha@cm-amadora.pt

**António Farinha**

Serviço Municipal de Proteção Civil da Amadora  
Manuel.farinha@cm-amadora.pt

**Sumário:** Apesar do município da Amadora apresentar risco sísmico reduzido a moderado, foram realizados inquéritos à população no sentido de avaliar a perceção face ao risco sísmico. Por outro lado, as ações de informação e sensibilização são fundamentais para garantir e permitir o desenvolvimento de uma cultura de segurança. Assim, o presente artigo aborda ainda a pertinência das ações e iniciativas relativas, desenvolvidas pelo Serviço Municipal de Proteção Civil no âmbito desta temática.

**Palavras-chave:** Risco, sismos, resiliência, sensibilização, informação

**Abstract:** Despite the Municipality of Amadora presenting a low/moderate seismic risk population surveys were conducted to assess the perception against earthquake. On the other hand, information and awareness-raising are essential to enable the development of a safety culture. Thus, this paper also discusses the relevance of related initiatives developed by the Municipal Service of Civil Protection under this issue.

**Keywords:** Risk, earthquakes, resilience, awareness, information

## Introdução

A Amadora é um município localizado na área metropolitana de Lisboa, fazendo fronteira com Oeiras (a Sul), Sintra (a Oeste e Noroeste), Odivelas (a Norte) e Lisboa (a Sudeste) (fig.1). Com uma população residente de 175.872 habitantes (INE, 2011), 6 freguesias (Mina de Água, Venteira, Falagueira-Venda Nova, Águas Livres, Encosta do Sol e Alfragide) e com uma área total de 23,8 km<sup>2</sup>, o Município tem a maior densidade populacional do país, com 7.393 habitantes/km<sup>2</sup>.

Os sismos são fenómenos naturais que ocorrem todos os dias, mas, por serem pouco ou nada sentidos pelas populações, não constituem uma razão de preocupação emergente no seio dos seres humanos.

Em 2006, o Serviço Municipal de Proteção Civil da Amadora (SMPC), em conjunto com a Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC), o Gabinete de Fiscalização Técnica e o Gabinete de Informação Geográfica da Câmara Municipal da Amadora, e o Centro de Estudos de Geografia e Planeamento Regional (E-GEO) da Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa elaboraram o documento “Planeamento de Emergência para o Risco Sísmico - Análise do Risco Sísmico” (documento que se encontra em atualização à data).

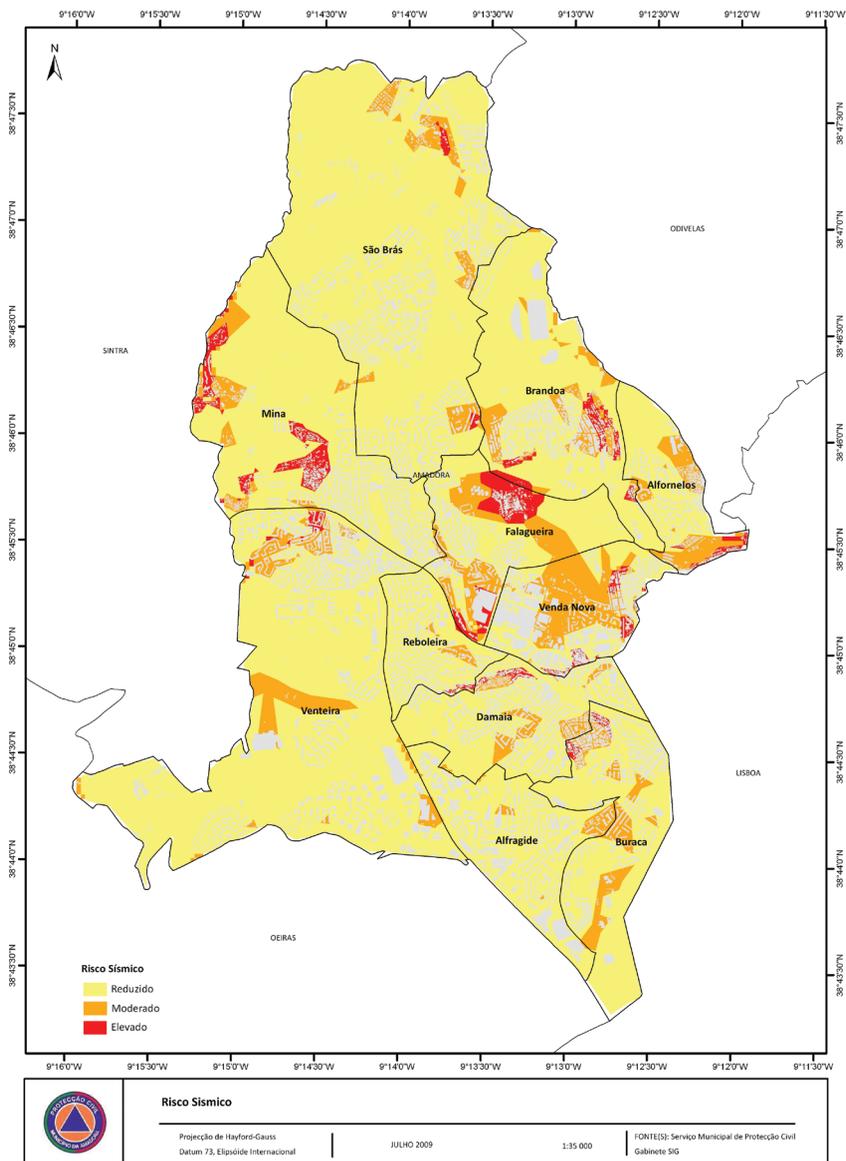
No caso do Município da Amadora, o risco sísmico está associado à sua localização geográfica em termos de proximidade a um local de contato entre

placas tectónicas, à historicidade sísmica, à vulnerabilidade e exposição das populações/edifícios, e ao valor económico inerente dos bens materiais passíveis de serem danificados numa situação de terramoto. Embora existam algumas áreas críticas, identificadas acima e que devem merecer um esforço para minimizar as debilidades apresentadas, o Município apresenta-se como um território no qual predominam áreas de risco sísmico reduzido (fig. 1).

Apesar de não ter sido possível quantificar com o rigor necessário a quantidade dos edifícios existentes, e em que grau estes possam vir eventualmente a ser afetados, foi exequível apurar que cerca de 25% (11.713 edifícios) encontram-se na “mancha” do risco sísmico elevado ou moderado.

A exposição do Município a um sismo estará sempre dependente das condições estruturais das infra-estruturas existentes, das particularidades físicas do território, da preparação e perceção da população. No entanto, todos estes elementos de risco sísmico assumem diversas complexidades difíceis de quantificar e de analisar face as particularidades da manifestação do fenómeno sísmico (Carvalho *et. al*, 2010).

Assim, ao nível do Município da Amadora (MA), tem sido notória a crescente preocupação das autoridades e cidadãos, em adquirir e facilitar a divulgação de informação relativa a medidas preventivas e de mitigação dos efeitos danosos face à probabilidade de ocorrência de um sismo. A divulgação de informação relativa a fenómenos que implicam risco para as populações deve ser uma prioridade nos programas operacionais das várias entidades que fazem parte do Sistema de Proteção Civil. Para o Serviço Municipal de Proteção Civil da Câmara Municipal da Amadora, a informação e sensibilização são pontos-chave para aumentar a resiliência de todos os cidadãos, tendo sido esse um dos motivos que levaram o Município a associar-se à Campanha Internacional para a Redução do Risco de Desastre - Construindo Cidades Resilientes 2010-2015 da Estratégia Internacional para a Redução de Desastres (EIRD) da Organização das Nações Unidas (ONU). Esta campanha aborda a necessidade das comunidades locais enfrentarem o problema do fatalismo associado ao desastre e desenvolverem um conjunto de boas práticas que lhes permitam resistir, adaptarem-se e recuperarem (resiliência) e tem como principais objetivos (UNISDR, 2012):



**Fig. 1** - Mapa do Risco sísmico no Município da Amadora  
(Fonte: Câmara Municipal da Amadora, 2006).

**Fig. 1** - Seismic risk map in the Municipality of Amadora  
(Source: Municipality of Amadora, 2006).

- Reforçar e apoiar os governos locais, grupos comunitários e líderes, envolvidos no processo de gestão do risco;
- Instar a administração local a tomar medidas para reduzir a vulnerabilidade do espaço construído ao desastre;
- Aumentar a consciencialização dos cidadãos e dos governos ao nível da redução dos riscos urbanos;
- Dotar as diversas entidades locais com um orçamento próprio para promover atividades de redução do risco;
- Incluir a temática da redução do risco no processo de planeamento, através de sessões participativas.

A implementação dos desígnios desta campanha, à escala local, tem permitido um maior envolvimento de todos os stakeholders do município na definição de uma estratégia de redução do risco de desastre, com especial enfoque para a sensibilização e prevenção. Assim, neste estudo abordam-se 2 metodologias: análise de perceção do risco sísmico à população, através de inquéritos, e ações de sensibilização

### **Perceção da população ao risco sísmico**

De modo a obter a perceção da população que reside, estuda e trabalha no MA no que concerne ao risco sísmico foi realizado um inquérito por 3 elementos do SMPC, entre setembro de 2012 e março de 2013, em diversos locais do Município (freguesias: Venteira, Mina, São Brás, Brandoa, Reboleira e Alfragide), onde foi possível recolher 390 respostas (0,22 % do município). Estes locais foram escolhidos face à melhor facilidade de contacto com os diferentes grupos etários e pelo grau de envolvimento dos respetivos executivos das juntas de freguesia na Campanha Internacional para a Redução do Risco de Desastre - Construindo Cidades Resilientes 2010-2015.

O inquérito tinha dois grandes grupos de questões de resposta fechada: um primeiro grupo onde se solicitava aos inquiridos que indicassem a sua idade e sexo e que classificassem a probabilidade e possíveis consequências de ocorrên-

cia de um sismo (ambos entre muito reduzida a muito elevada); um segundo grupo onde se perguntou quais os comportamentos e métodos de atuação face a situações de risco, nomeadamente se estavam preparados para enfrentar um sismo, se possuem um kit de emergência e se fizeram um plano familiar de emergência. Num total o inquirido tinha 33 questões, que envolviam todos os riscos naturais e tecnológicos, mas para o presente artigo apenas foram consideradas 5 questões, as relacionadas com o risco sísmico.

Relativamente às características identificativas dos inquiridos, do inquirido referido (TABELA I), destacam-se os jovens com menos de 18 anos (total de 143 indivíduos) e as mulheres com idades compreendidas entre os 35 e os 50 anos (total de 55), inclusive, sendo que estas são também as duas faixas etárias com um maior número de respostas obtidas. Por outro lado, a faixa etária dos inquiridos entre os 25 e os 34 anos, inclusive, destaca-se por ser aquela onde foi recolhido um menor número de respostas (cerca de 11%). Do total do universo estatístico, 13 inquiridos optaram pela não divulgação do seu género, pertencentes à faixa etária dos 18 aos 24 anos (3), dos 25 e os 34 anos (1) e população sénior (9).

De forma a facilitar a leitura gráfica da informação, as respostas correspondentes aos valores 1 e 2 (probabilidade/consequências muito reduzidas a reduzidas, respetivamente) foram agrupadas, assim como as respostas associadas aos valores 3 e 4 (probabilidade/consequências elevadas a muito elevadas, respetivamente), sendo resultantes as duas categorias de resposta presentes na fig. 2. É de referir também que a coluna identificada na TABELA I como “Não Sabe/Não Responde” (NS/NR) diz respeito aos inquiridos (29) que optaram pela não divulgação da sua idade, sendo que 8 destes pretenderam a não divulgação da sua idade e do seu sexo.

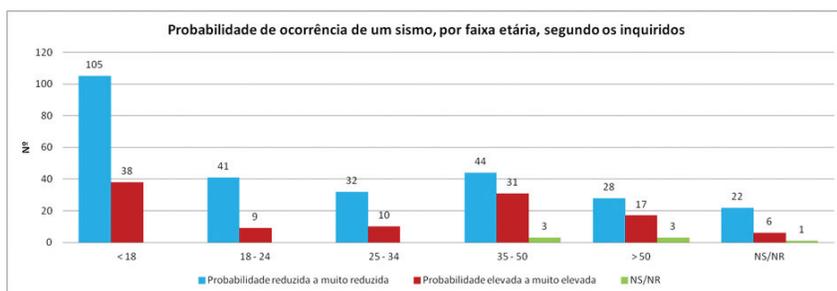
**TABELA I** - Identificação dos inquiridos, por sexo e grupo etário.  
*TABLE I* - Interviewed identification by sex and age group.

<b>Identificação</b>	<b>&lt;18</b>	<b>18 - 24</b>	<b>25 - 34</b>	<b>35 - 50</b>	<b>&gt; 50</b>	<b>NS/NR</b>
Masculino	91	23	12	23	14	6
Feminino	52	24	29	55	25	15
NS/NR	0	3	1	0	9	8

Numa leitura às respostas obtidas (fig. 2), a população com menos de 18 anos (36,6%) indica que a probabilidade de ocorrência de um sismo que afete o Município da Amadora, é reduzida a muito reduzida. Relativamente às possíveis consequências que uma situação de sismo acarretaria para a Amadora, as respostas indicam uma preocupação diferente dos entrevistados.

Enquanto a maioria dos inquiridos, em particular as camadas mais jovens, bem como aqueles que não divulgaram a sua idade, considera, de um modo geral, como improvável a muito improvável a ocorrência deste tipo de risco geológico, a sua opinião altera-se relativamente às consequências destes fenómenos, as quais indicaram como sendo elevadas a muito elevadas. Em todas as faixas etárias, a maioria considerável dos inquiridos considerou como elevadas a muito elevadas as consequências de um terramoto.

É ainda de referir dois casos particulares: o primeiro, que diz respeito às crianças e adolescentes com menos de 18 anos, onde se verifica a maior disparidade entre as respostas que indicam possíveis consequências de um fenómeno de sismo como reduzidas a muito reduzidas, e o número de inquiridos que considera essas mesmas consequências como sendo potencialmente danosas (elevadas a muito elevadas). Por outro lado, a faixa etária imediatamente a seguir (jovens entre os 18 e os 24 anos) distingue-se pela proximidade entre o número de respostas que indicam possíveis consequências de um abalo sísmico



**Fig. 2** - Respostas da população inquirida sobre a probabilidade de ocorrência de um fenómeno sísmico no Município da Amadora (Fonte: Serviço Municipal de Proteção Civil da Amadora).

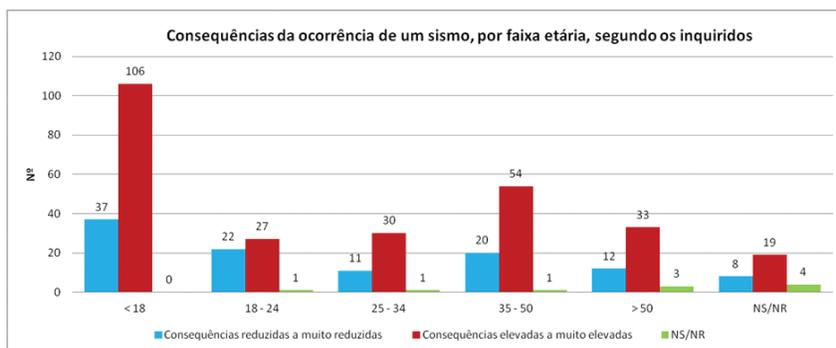
*Fig. 2 - Interviewed answers about the earthquake probability of occurrence in the Municipality of Amadora (Source: Civil Protection Municipal Service – Amadora).*

mico como sendo reduzidas a muito reduzidas, e as respostas que indicam o oposto (fig. 3), ou seja, que uma situação de sismo que afetasse o Município da Amadora acarretaria consequências elevadas a muito elevadas, tanto a nível humano como material.

Dos 390 inquiridos, apenas 38 (9,7%) indicaram que se sentem preparados para enfrentar uma situação de sismo, com destaque para a população com menos de 18 anos (TABELA II). Mais de uma centena de entrevistados (126) indicaram que não se sentem preparados para enfrentar um sismo, nomeadamente a população adulta.

Quanto às respostas por género que indicam uma elevada preparação face à possível ocorrência de uma situação de sismo no Município da Amadora, a proporção entre as respostas dadas por elementos do sexo feminino (45%) e masculino (55%) é bastante semelhante, sendo que há mais homens que consideram os terremotos como um dos fenómenos para o qual se encontram mais bem preparados para enfrentar.

Ao agrupar as respostas relativas aos inquiridos que indicaram os sismos como um tipo de risco para os quais se sentem pior preparados, o número de respostas foi bastante superior ao número de respostas que dizem respeito à população autoconsiderada como bem preparada para reagir face a uma situação



**Fig. 3** - Respostas da população inquirida sobre as consequências face à ocorrência de um fenómeno sísmico no Município da Amadora (Fonte: Serviço Municipal de Proteção Civil).

*Fig. 3 - Interviewed answers about the earthquake consequences in the Municipality of Amadora (Source: Civil Protection Municipal Service – Amadora).*

de terremoto, bem como de mitigar os seus efeitos danosos: dos 390 inquiridos, 126 (35%) afirmaram estar pior preparados para uma eventualidade de sismo no município onde residem e trabalham/estudam. Desses, a maior “fatia” diz respeito às mulheres com menos de 18 anos e entre os 35 e os 50 anos, bem como as mulheres entre os 25 e os 34 anos.

O fato das mulheres serem um dos principais segmentos populacionais a ser vitimado mortalmente face a uma situação de sismo é um dos motivos pelos quais as Nações Unidas, em especial a unidade Estratégia Internacional para a Redução de Desastres (UNISRD, 2012) sublinha a importância das mulheres na redução de riscos de desastres no Quadro de Ação de Sendai 2015-2030, por forma a destacar o papel da mulher num cenário de recuperação pós-situação de catástrofe, permitindo a estas a obtenção de um maior grau de preparação face a um evento de crise que acarrete riscos potencialmente danosos.

Quanto à distribuição etária das respostas relativas a um reduzido grau de preparação por parte da população face à possível ocorrência de um sismo, observa-se que os inquiridos com idade inferior a 18 anos constituem um quarto do total das 196 respostas dadas (25%), seguidos com uma percentagem bastante

**TABELA II** - Inquiridos que estão/não estão preparados para enfrentar um sismo, por sexo e grupo etário\*.

*TABLE II* - People who are or not prepared to face an earthquake, by sex and age group.

<b>Grupos etários*</b>	<b>Preparados para enfrentar um sismo (n.º)</b>	<b>Não preparados para enfrentar um sismo (n.º)</b>
<18	23	32
18 - 24	7	13
25 - 34	2	21
35 - 50	4	28
> 50	2	22
NS/NR	0	10
<b>Total</b>	<b>38</b>	<b>126</b>

\* Nesta questão, foi pedido aos inquiridos que assinalassem os três tipos de eventos potencialmente danosos para os quais consideraram estar mais bem e pior preparados, o que explica o fato do somatório dos dados em coluna da TABELA II não corresponder a 100%, uma vez que nem todos os inquiridos assinalaram os eventos sísmicos nesta questão.

similar os adultos no escalão etário dos 35 aos 50 anos, os inquiridos dos 25 aos 34 e a população com mais de 50 anos, ambos com um peso de 17% no total.

Ainda no âmbito do inquérito efetuado foram colocadas duas questões relativas à segurança pessoal e familiar de cada indivíduo, bem como ao nível da adoção de medidas preventivas, que permitam uma melhor adaptação a um cenário de sismo.

Primeiro, foi perguntado ao universo estatístico de 390 inquiridos se elaboraram um Plano de Emergência Familiar, tendo sido obtidas 58 respostas afirmativas e 321 negativas. Em seguida, foi também questionado dos inquiridos possuíam um Kit de Emergência nas suas casas, com 98 pessoas a responderem que sim (TABELA III) e 283 que disseram que não. De referir ainda que 20 pessoas não responderam às questões referidas, assinalando a opção “Não Sabe/Não Responde”.

Os homens até aos 24 anos destacam-se como sendo a faixa etária na qual se verificou um maior número de respostas afirmativas na questão relativa à

**TABELA III** - Inquiridos que elaboraram plano de emergência familiar e/ou possuem Kit de emergência em casa, por género e faixa etária.

*TABLE III - People who have an emergency kit and a Family Emergency Plan for an earthquake, by sex and age group.*

<b>Grupo Etário</b>	<b>Sexo</b>	<b>Possuem Kit de Emergência</b>	<b>Fizeram Plano Familiar de Emergência</b>
<b>&lt; 18</b>	Masculino	11	10
	Feminino	19	20
<b>18 - 24</b>	Masculino	6	4
	Feminino	3	6
<b>25 - 34</b>	Masculino	20	1
	Feminino	13	6
<b>35 - 50</b>	Masculino	11	1
	Feminino	5	5
<b>&gt; 50</b>	Masculino	3	2
	Feminino	2	3
<b>NS/NR</b>	Masculino	3	0
	Feminino	2	0
<b>TOTAL</b>		<b>98</b>	<b>58</b>

criação de um Kit de emergência para as suas casas, sendo que são, no geral, os inquiridos do sexo masculino que mais se destacam nesta questão.

Quanto à elaboração do Plano Familiar de Emergência, a situação inverte-se: apesar de novamente ser clara uma predominância de respostas afirmativas no seio da população inserida nas duas camadas setoriais mais jovens, são as mulheres aquelas que mais elaboraram o plano para as suas famílias. O fato dos jovens serem aqueles que apresentam uma maior preocupação relativamente à prevenção contra eventos de risco pode ser explicado por um argumento educacional: os jovens possuem informação cada vez mais atualizada, através do programa lecionado nas escolas e formações ministradas pelas várias entidades com autonomia e conhecimento na temática dos riscos, particularmente risco sísmico.

Os resultados do inquérito, no que diz respeito à perceção da população ao risco sísmico, revelam na generalidade dois aspetos importantes: o primeiro relacionado com a inexistência de uma memória coletiva em relação a sismos. A maioria da população, sobretudo as camadas mais jovens, assume que é pouco provável a ocorrência deste fenómeno, pois a ocorrência de sismos com magnitude elevada têm-se registado em períodos bastante espaçados no tempo e no espaço, em Portugal Continental. O segundo aspeto a reter prende-se com o grau de preparação da população para enfrentar um sismo: a maioria revela que não está preparada e que a acontecer as consequências serão elevadas a muito elevadas, o que significa que as autoridades competentes, nos diferentes níveis, devem estabelecer como prioridade, uma aposta na prevenção de forma a dotar o cidadão com as ferramentas necessárias para gerir uma possível adversidade, associada à ocorrência de um sismo.

### **Ações de informação e sensibilização para os diferentes segmentos populacionais**

A informação e sensibilização à comunidade, no que respeita à redução do risco de desastre, iniciou-se com a implementação do “Clube de Proteção Civil” nas escolas do município, através do Serviço Municipal de Proteção Civil da Amadora, em 2005.

Esta iniciativa da ANPC, que tem vindo a ganhar expressão nas escolas da Amadora (2º, 3º ciclo e secundário), tem como missão fornecer informação e preparar a comunidade educativa sobre os procedimentos corretos a adotar em situações de emergência, com especial destaque para os sismos e incêndios.

Em algumas escolas, em que a aceitação a este projeto tem sido favorável, foi possível criar “Núcleos de Proteção Civil Escolares”, que se têm assumido como um espaço onde os alunos desenvolvem trabalhos relacionados com as temáticas da Proteção Civil (riscos, catástrofes, prevenção, socorro, recuperação, etc.) e promovem ações de sensibilização e formação às respetivas turmas onde estão inseridos. Atualmente, existem 3 “Núcleos de Proteção Civil Escolares” na Escola Secundária Fernando Namora, Escola Secundária Seomara da Costa Primo e na Escola Básica 2+3 Miguel Torga. Para cada núcleo existe um grupo de alunos (5 a 10 elementos) responsável por dinamizar ações de sensibilização e exercícios de evacuação. No ano letivo 2014/2015, os núcleos referidos organizaram 14 palestras e 6 exercícios de evacuação, relacionados com a temática do sismo.

Após a adesão do município à Campanha Internacional 2010-2015 “*Making Cities Resilient – My City is Getting Ready*” da Estratégia Internacional para a Redução de Desastres, da Organização das Nações Unidas (UNISDR, 2012), em 2010, o Serviço Municipal de Proteção Civil, alargou a oferta no que respeita ao número de ações e na quantidade de entidades a envolver nas ações de sensibilização e informação. Atualmente, existe um documento relativo à oferta formativa designado de “*Programa de Informação e Sensibilização para a Redução do Risco de Desastre no Município da Amadora*”, apresentado anualmente à comunidade escolar e instituições em meados de setembro.

Entre setembro de 2005 e junho de 2015 foram ministradas 490 ações de informação e sensibilização à comunidade escolar, que abrangeram 11079 crianças, desde o 1º ano de escolaridade até alunos dos ensinos secundário e noturno, bem como professores e funcionários de instituições. Desse total, 268 ações foram referentes ou incluíram na sua programática matéria referente à temática do risco sísmico (fig. 4), o que corresponde a 54,7% do total das ações ministradas. Um valor relevante que se justifica devido ao fato de, apesar dos sismos de intensidade elevada serem fenómenos de ocorrência rara, poderem

assumir efeitos negativos acentuados, em termos de perdas humanas e danos em infraestruturas. Esta percentagem denota ainda a importância da divulgação da informação sobre o risco sísmico às várias faixas etárias, de modo a que estas apreendam conhecimentos que lhes poderão significar a diferença entre a vida e a morte, perante uma situação de abalo sísmico na Amadora.

As ações de informação e sensibilização ministradas, durante o período 2005 e 2014, que envolveram a temática do risco sísmico foram:

- Prevenir para proteger (1º ciclo): apresentação aos alunos das medidas preventivas a ter em conta numa situação de incêndio e sismo;
- Riscos Naturais e Tecnológicos (2º ciclo): abordagem aos principais riscos naturais e tecnológicos e a sua problemática à escala municipal;
- Kit de Emergência (1º, 2º e 3º ciclo): Materiais, funcionalidades e características do kit de emergência;
- Risco e desastre (2º e 3º ciclo): abordagem dos riscos e dos desastres ao nível local, e as principais medidas preventivas a ter em conta;
- Exercício SOS Sismo (3º ciclo): causas e consequências de um sismo e as implicações para o território nacional. Exercício prático para os alunos;
- Risco Sísmico (secundário): apresentação do risco sísmico no Município da Amadora e as principais medidas preventivas a ter em conta (fig. 5);



**Fig. 4** - Ação de Sensibilização “Exercício SOS Sismo”, 13 de Fevereiro de 2015 (Fonte: Câmara Municipal da Amadora, 2014).

*Fig. 4 - Awareness session “Exercise SOS Earthquake”, 13th February 2014 (Source: Municipality of Amadora, 2014).*



**Fig. 5** - Ação de Sensibilização “Risco Sísmico”, 7 de Janeiro de 2015 (Fonte: Câmara Municipal da Amadora, 2014).

*Fig. 5 - Awareness session “Seismic Risk”, 7th January 2014 (Source: Municipality of Amadora, 2014).*

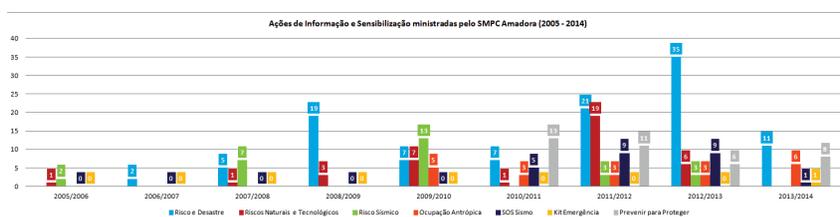
- Ocupação Antrópica (secundário): aborda a ocupação urbana em áreas de risco e a respetiva problemática.

A ação de informação e sensibilização “Risco e Desastre” ao longo do período 2005-2014, foi aquela que mais procura teve, por parte da comunidade escolar, com um total de 107 sessões ministradas. Destaque ainda para a ação “Prevenir para Proteger”, destinada aos alunos do 1º ciclo, e a ação “Exercício SOS Sismo”, para os alunos do 3º ciclo, que ao envolverem uma componente prática (procedimentos para nos abrigarmos numa situação de sismo), motivaram um interesse especial pelas escolas (fig. 6).

Nota para o facto de no atual ano letivo (2014/2015) terem sido introduzidas mais 3 novas ações relativas ao risco sísmico. São elas:

- Viver Sem Riscos com o Tinoni (1º ciclo): apresentação lúdica sobre os principais conhecimentos a ter em conta numa situação de emergência, com destaque para os sismos;
- Nós e os Riscos (2º ciclo): livro interativo onde são apresentados todos os riscos naturais e tecnológicos e as respetivas medidas de autoproteção;
- Preparação e sobrevivência em cenário de Catástrofe (Ensino Secundário, Ensino Noturno e Professores): noções básicas e técnicas a ter em conta para resistirmos a uma situação de catástrofe.

A necessidade de reforçar junto da comunidade escolar a importância da problemática do risco sísmico e a ausência de uma cultura de risco que ainda vai imperando em alguns segmentos da população mais jovem, motivou a que



**Fig. 6 -** Formações ministradas à comunidade escolar sobre a temática dos sismos, pelo SMPC Amadora (Fonte: Serviço Municipal de Proteção Civil da Amadora).  
**Fig. 6 -** Awareness sessions to the school community about earthquakes provide by Civil Protection Municipal Service (Source: Civil Protection Municipal Service – Amadora).

o Serviço Municipal de Proteção Civil alargasse as ações de sensibilização sobre o risco sísmico.

Em 2008 foram iniciadas as formações para a comunidade em geral, tanto para cidadãos individuais como para instituições e outras entidades privadas (fig. 7). Apesar de terem sido ministradas apenas 105 ações, conferências e outros eventos que abordassem a temática do risco sísmico, estas abrangeram um número de pessoas aproximado ao das formações nas escolas (9175). É de referir que os eventos de ações de sensibilização constituem 56,1% do total das iniciativas realizadas para a comunidade (171).



**Fig. 7 -** Formações ministradas à comunidade em geral, sobre a temática dos sismos, pelo SMPC Amadora (Fonte: Serviço Municipal de Proteção Civil da Amadora, 2015).  
**Fig. 7 -** Awareness sessions to community provide by Civil Protection Municipal Service (Source: Civil Protection Municipal Service – Amadora, 2015).

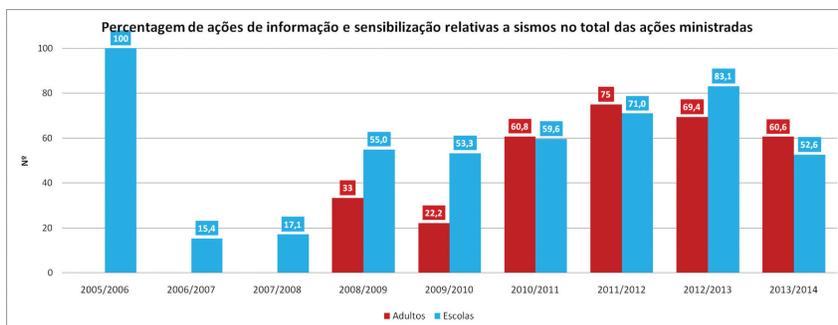
Foram criadas seis ações informativas referentes às medidas de prevenção e de resiliência perante uma situação de abalo sísmico no município da Amadora, sendo que duas delas “Risco Sísmico na Amadora” e “Risco e Desastre” tiveram início em 2008, três outras foram primeiramente implementadas no biénio 2010/2011 e a mais recente teve início no ano de 2013/2014.

Por último, foram calculadas as percentagens das ações informativas à comunidade e população escolar que abordem parcialmente ou na íntegra a temática do risco sísmico. Observa-se que nos primeiros dois anos letivos, as ações nas escolas foram ministradas em número reduzido (3 ações). A partir do ano letivo 2008/2009, data em que surgiram também as formações a adultos, as percentagens das ações ministradas a crianças apresentam uma subida gradual até ao ano letivo 2012/2013, em que os sismos foram tema abordado em 83,1% do total das ações (fig. 8).

É de mencionar que, apesar de não terem sido iniciadas no mesmo ano letivo, para ambos os públicos-alvo, assistiu-se a uma diminuição da percentagem no segundo ano de vigência das ações informativas, sendo este decréscimo de 1,7 e 10,8%, respetivamente, para as ações dadas às escolas e a adultos. Assistiu-se também a uma diminuição considerável na percentagem de formações sobre sismos no panorama total das ações ministradas da Amadora entre os anos letivos de 2012/2013 e 2013/2014, sendo que neste último foram ministradas menos ações para adultos e às escolas (uma diminuição total de 8,5 e 30,5%, respetivamente para a comunidade adulta e a população estudantil).

Esta diminuição poderá ser associada à diminuição do número de ações ministradas, causada por três grandes realidades distintas. São elas:

- Necessidade de melhorar a divulgação da oferta formativa do SMPC e restantes agentes de Proteção Civil;
- As colocações de novo pessoal docente acarretaram problemas em termos de novos pedidos de ações informativas: com a saída de docentes que já se encontravam familiarizados com a oferta formativa para as escolas e a entrada bastante tardia de professores vindos de fora do município da Amadora, perderam-se elos pré-existentes e que resultaram num menor número de ações pedidas por parte das escolas;



**Fig. 8** - Percentagem de ações realizadas sobre a temática dos sismos, em relação ao total (Fonte: Serviço Municipal de Proteção Civil da Amadora, 2015).

**Fig. 8** - Percentage of awareness sessions about seismic risk relative to the total (Source: Civil Protection Municipal Service – Amadora).

- Aumento da diversificação das temáticas abordadas nas ações de informação e sensibilização, como sendo o exemplo a introdução de ações ligadas ao socorrismo.

## Conclusões

O trabalho “Planeamento de Emergência para o Risco Sísmico - Análise do Risco Sísmico” realizado pelo SMPC, em 2006, lançou a pertinência de o Município ter um programa organizado de sensibilização à comunidade e da necessidade de adotar um conjunto de medidas de autoproteção a diferentes níveis (ex.: fiscalização, monitorização, reabilitação e segurança), apesar de o risco sísmico ser predominantemente reduzido a moderado. Esta temática, apesar de não assumir o mediatismo de outros assuntos, no que toca a matéria de proteção civil (ex.: incêndios florestais), tem sido abordada junto da população escolar e da comunidade em geral.

Os resultados dos inquéritos demonstram que a ocorrência de um sismo é considerada como uma situação preocupante para um número muito mais elevado de mulheres do que de homens. Para além disso, o inquérito realizado revela ainda: que apenas 9% dos inquiridos revelaram estar preparados para enfrentar uma situação de sismo, o que indica que boa parte da população terá dificuldades em enfrentar este tipo de fenómeno; cerca de 25% dos entrevistados possui um kit de emergência e 15% efetuou o Plano Familiar de Emergência, o que denota uma baixa preocupação da população em garantir uma adequada preparação para uma situação de sismo; existe por parte da população, com menos de 18 anos e entre os 18 e 24, a percepção de que a probabilidade de ocorrência de um sismo é reduzida a muito reduzida, mas que a ocorrer poderá provocar consequências elevadas a muito elevadas.

No ano letivo 2014/2015, cerca de 38% das ações efetuadas nas escolas foram relativas à temática do sismo. E para isso, muito contribuiu a Campanha Internacional para a Redução do Risco de Desastre - Construindo Cidades Resilientes 2010-2015 da EIRD-ONU, à qual o MA se associou em 2010 e na

qual têm que apresentar boas práticas relativas à redução do risco de desastre. No entanto, é de referir que os resultados dos inquéritos revelam ainda que apesar da informação existente nos currículos escolares, mais propriamente nas disciplinas de Ciências da Natureza, Geografia, Biologia e Geologia, e das ações de informação e sensibilização do SMPC, as respostas denotam uma clara despreocupação com a temática do risco sísmico, à escala local. Esta é uma tendência também visível nas restantes faixas etárias (18-24, 25-34, 35-50 e mais de 50).

A qualidade das ações e os esforços na divulgação das mesmas traduziu-se num crescente aumento do número de ações ministradas (pontos positivos), bem como na criação de novas ações, que abordam temáticas preocupantes e correntes na realidade habitacional e populacional do município da Amadora. No entanto, foram de notar alguns pontos negativos que importa combater, investindo nas áreas que melhor correram durante o período 2005/2014 (formações às escolas) e 2008/2014 (formações, conferências e eventos realizados à comunidade). Neste âmbito, destaca-se como:

- Pontos fortes: elaboração/atualização de estudos académico-científicos sobre a temática do risco sísmico; elevada procura por parte das escolas, e divulgação da informação relativa à oferta educativa entre os vários estabelecimentos escolares; interesse da comunidade escolar na matéria dada; objetivo sólido de tornar a população jovem mais informada e resiliente em matéria de risco sísmico; ações gratuitas potenciam uma maior procura por parte das escolas; colaboração dos agentes de Proteção Civil e organismos de apoio.
- Pontos fracos: cultura de segurança e de riscos nas escolas é, na generalidade, ainda insuficiente; falta de recursos humanos e financeiros que assegurem a melhoria das ações, atendendo ao cenário de crescente procura por parte dos estabelecimentos escolares;
- Potenciais áreas de oportunidade: celebração do protocolo entre a Autoridade Nacional de Proteção Civil e o Ministério da Educação e Ciência para a elaboração de um referencial de Educação para o Risco (RERisco) para educação pré-escolar, o ensino básico, e o ensino secundário, no

quadro da Educação e Cidadania; boa articulação entre as diferentes entidades pode facilitar um trabalho de planeamento ao nível do risco sísmico, mais eficaz e eficiente; continuação do modelo desenvolvido, com um incremento na diversidade de ações informativas à comunidade, bem como de as tornar mais lúdicas para a população a que se destinam; criação de informação multimédia (como sendo um spot publicitário/vídeo de recolha de feedback por parte das várias comunidades) visando atingir um maior número de cidadãos a nível nacional; criação e disponibilização de vídeos educativos de técnicas de segurança e prevenção contra riscos, com menção importante no risco sísmico; possibilidade de replicar este modelo em outros municípios; facilidade de efetuação de contactos com escolas e pessoal docente, permitindo conhecer os Planos de Emergência e Evacuação de cada escola, possibilitando a troca de opiniões e sugestões por parte do SMPC Amadora em termos de medidas de segurança

- Potenciais ameaças: possível falta de pessoal operacional no SMPC Amadora face à crescente procura de ações de formação por parte das escolas; colocações precárias de pessoal docente dificultam a continuação das ações, pela saída de professores que se encontravam a par da oferta formativa do SMPC Amadora e pela entrada de docentes residentes noutros municípios, cujo plano de formações do SMPC lhes é desconhecido.

## Referências Bibliográficas

- CÂMARA MUNICIPAL DA AMADORA (2006). Planeamento de Emergência para o Risco Sísmico - Análise do Risco Sísmico, Serviço Municipal de Proteção Civil, Amadora.
- CÂMARA MUNICIPAL DA AMADORA (2014). Programa de Informação e Sensibilização para a redução do risco de desastre no município da Amadora 2014 - 2015, Serviço Municipal de Proteção Civil, Amadora
- Carvalho, L.; Matias, M., Leitão, N. (2010). O risco sísmico no município da Amadora, *II Congresso Internacional e VI Encontro Nacional de Riscos*, Universidade de Coimbra, Coimbra
- UNISDR (2012). Making cities resilient report 2012 - A global snapshot of how local governments reduce disaster risk, United Nations International Strategy for Disaster Reduction, Geneva.
- UNISDR (2012). Como Construir Cidades Mais Resilientes - Um Guia para Gestores Públicos Locais, United Nations International Strategy for Disaster Reduction, Geneva.



**VULNERABILIDADE A SISMOS E INCÊNDIOS NO  
MUNICÍPIO DE VILA NOVA DE GAIA**  
VULNERABILITY TO EARTHQUAKES AND FIRE IN  
VILA NOVA DE GAIA

**Salvador Almeida**

Cmdt. dos Bombeiros Sapadores e Proteção Civil de Vila Nova de Gaia  
salvadorpfalmeida@gmail.com

**Sumário:** Os sismos são fenómenos cíclicos, imprevisíveis e muito destruidores para a vida humana, bens e ambiente. São fenómenos naturais que originam outro tipo de riscos, de onde emergem os incêndios. Como conciliar e implementar a regulamentação antissísmica (Regulamento de Segurança e Ações em Estruturas de Edifícios e Pontes – 1983 e Eurocódigo 8 – Projeto de Estruturas para resistência aos sismos) e o Regulamento de Segurança Contra o Risco de Incêndios em Edifícios (Dec. Lei n.º220/2008), nomeadamente nos Centros Históricos? A proteção das construções contra o risco sísmico e a prevenção de incêndios devem ser uma grande e prioritária preocupação dos agentes de proteção civil e poderão ser a resposta adequada.

**Palavras-chave:** Risco sísmico, incêndios, prevenção, proteção, centro histórico

**Abstract:** Earthquakes are cyclical phenomena, unpredictable and destructive to human life, property and the environment. They are natural phenomena that cause other risks, which fires emerge. How to reconcile and implement the anti-seismic regulations (Safety Regulations and Actions in Building and Bridge Structures - 1983 and Eurocode 8 - Structures Project for earthquake resistance) and Safety Regulations Against Fire Risk in buildings (Decree Law n.º220 / 2008), particularly in the historic centers? The protection of buildings against seismic risk and fire prevention should be a major priority and concern of civil protection agents and may be the appropriate response.

**Keywords:** Seismic risk, fire, prevention, protection, historic center

## Introdução

O sismo e o posterior *tsunami* de 1755 foram o maior desastre natural ocorrido em Portugal, sendo até hoje o que mais vítimas provocou, com uma estimativa de mais de 12000 mortos (Santos e Koshimura, 2015).

Foram encontrados relatos do sismo em Vila Nova de Gaia, na freguesia de Arcozelo, “... só uma cruz que esta sobre a Capella- Mor com atravessa de Norte ao Sul, depois do terremoto se achou com a travessa des Nazcente a Poente...” Costa, 1983:28, na freguesia de Crestuma, “...abrir hum lado do Cruzeiro hua bicha que desde o principio do seu asento, e fes cahir o remate do Cruzeyro da mesma Igreja.” Costa, 1983:62, na freguesia de Grijó, “... abrir hum lado do Cruzeiro hua bicha qu hoj se acha reparada com huma cinta de ferro que lhe lançarao.” Costa, 1983:71, na freguesia de Lever, “se abriram as padieyras da porta principal desta Igreja.” Costa, 1983:86, na freguesia de Mafamude, “huas coatro moradas de cazas tereas e alguas paredes de huns campos...como também se ruinou a Capella do Senhor do Padrão que abriu algumas fndas nas paredes e no tto também...”

Costa, 1983:100, na freguesia de Valadares, “... *padeceu a Igreja algũa ruina e se cuida muito na reedificação della.*” (Costa, 1983:189).

Por outro lado, há relatos do *tsunami* no Porto, onde as ondas chegaram com cerca de 1.2-1.5 m de altura (Santos e Koshimura, 2015). Os relatos históricos não indicam tempos de chegada do *tsunami* na zona, porém resultados de modelação numérica de *tsunami* apontam para mais de 70 minutos, com alturas máximas das ondas da ordem de 1.5 m (Santos e Koshimura, 2015).

Assim, dado que os sismos são fenómenos cíclicos e perante a sua inevitabilidade é necessário que os “decisores políticos”, as entidades públicas mais diretamente ligadas à problemática, nomeadamente as que têm responsabilidades nos setores da Proteção Civil, do Ordenamento do Território, das Obras Públicas, dos Transportes e das Forças de Segurança e todos os cidadãos estejam devidamente habilitados e contribuam para a prevenção e controlo dos riscos associados a um evento desta natureza.

Em Vila Nova de Gaia, tendo como orientação a Diretiva relativa aos critérios e normas técnicas para a elaboração e operacionalização de planos de emergência e proteção civil (Resolução da Comissão Nacional de Proteção Civil nº 25/2008, de 18 de julho), procedeu-se à atualização e reformulação do Plano Municipal de Emergência e Proteção Civil (PME), articulando com os instrumentos de planeamento e ordenamento do território (versão apresentada para apreciação à Comissão Nacional de Proteção Civil em outubro 2011).

Na análise de risco que se apresenta no PME e que abrange vários riscos com possibilidade de ocorrência (QUADRO I), foram identificados os sismos e *tsunamis* e os incêndios urbanos.

Assim, neste artigo, faz-se uma retrospectiva da sismicidade em Portugal continental, analisa-se o risco de sismo e *tsunami*, enunciam-se as principais ocorrências no município, bem como algumas ações de formação/divulgação junto da comunidade escolar, e finalmente relata-se alguns exercícios levados a efeito no município.

## A sismicidade em Portugal continental (revisão)

### Tectónica de placas

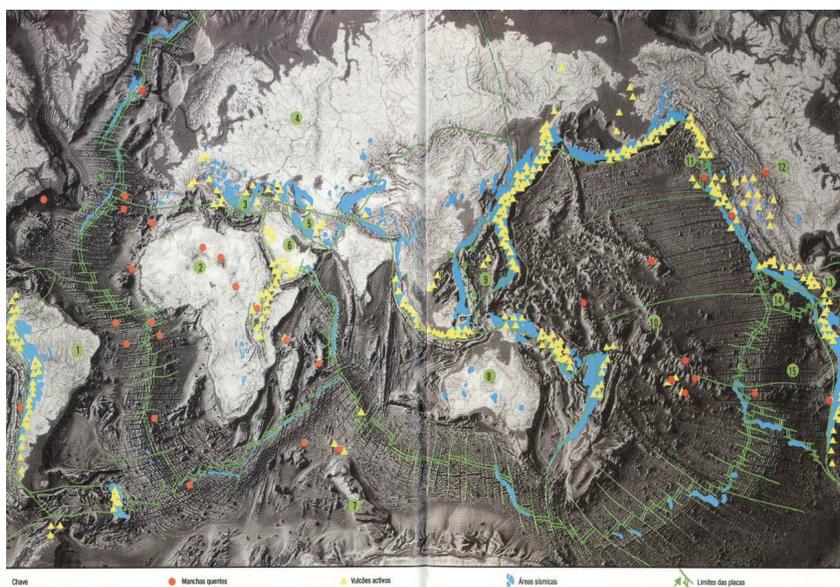
Em áreas sem sismos, a capa exterior da terra não se deforma e é na realidade rígida. Essas zonas rígidas e livres de sismos são conhecidas por placas (fig. 1).

As placas incluem tanto a crosta como a parte superior do manto e têm cerca de cem quilómetros de espessura.

**QUADRO I** - Riscos identificados no concelho (A amarelo estão assinalados os riscos discutidos neste artigo).

*TABLE I – Risks that have been identified in the municipality (yellow marks the risks which are discussed in this paper).*

TIPO		Designação
Riscos naturais	Meteorologia adversa	Vagas de frio
		Ondas de calor
		Secas
		Ciclones violentos e tornados
		Galgamentos costeiros
	Hidrologia	Cheias e inundações
	Geodinâmica interna	Sismos
<i>Tsunamis</i>		
Geodinâmica externa	Movimentos de massa em vertentes	
Riscos tecnológicos	Acidentes graves de transporte	Acidentes rodoviários
		Acidentes ferroviários
		Acidentes aéreos
		Acidentes no transporte de mercadorias perigosas
	Infraestruturas	Incêndios urbanos
		Colapso de túneis, pontes e viadutos
		Rutura de barragens
	Atividade industrial, comercial e social	Acidentes industriais
Acidentes em locais com elevada concentração populacional		
Riscos mistos	Relacionados com a atmosfera	Incêndios florestais



- |                          |                             |                             |
|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1 - Placa Sul-americana; | 6 - Placa Arábica;          | 11 - Placa de Juan Fuca;    |
| 2 - Placa Africana;      | 7 - Placa Antártica;        | 12 - Placa Norte-americana; |
| 3 - Placa Turco-egeia;   | 8 - Placa Indo-australiana; | 13 - Placa das Caraíbas;    |
| 4 - Placa Euro-asiática; | 9 - Placa das Filipinas;    | 14 - Placa de Cocos;        |
| 5 - Placa Iraniana;      | 10 - Placa do Pacífico;     | 15 - Placa de Nazca.        |

**Fig. 1** - A cobertura rígida exterior da terra (Fonte: R. M. Wood, 1986).

**Fig. 1** - *Hardtop foreign land* (Source: R. M. Wood, 1986).

Nos sítios em que uma placa se move em relação à placa adjacente encontra-se uma fronteira entre as duas e é nela que se verifica a deformação e a fratura das rochas da crosta e se originam os sismos. A grande maioria dos sismos causados pela fraturação da crosta rígida ocorre nas zonas de contacto das placas, onde estas colidem de frente ou deslizam uma ao lado da outra.

### Sismos em Portugal Continental

O problema não é simples, existem duas variáveis: intensidade na fonte e distância dessa fonte, as quais interferem nas consequências e danos que se

fazem sentir. A magnitude mais alta até hoje registada foi de 9,2, em Sumatra, em 2004. O terramoto de Lisboa, cuja magnitude foi superior a 8 (8,75-9), e a sua enorme superfície macrossísmica situam-no entre os maiores sismos conhecidos a nível mundial (Fundação Luso Americana, 2005).

Em Portugal a medição dos sismos com instrumentos apareceu no início do século XX. Atualmente, Portugal Continental dispõe de uma rede digital, constituída por estações (fig. 2) em que os dados são transmitidos pelo telefone para Lisboa (Fundação Luso Americana, 2005).

Ao longo dos séculos, vários sismos afetaram Portugal Continental, sendo o de 1755 o de maior magnitude e o mais devastador (QUADRO II).

O ciclo sísmico ou tempo de repetição de movimentos individuais das falhas é ainda uma grande incógnita. A terra tem uma idade de 4,6 mil milhões de anos. O registo histórico dos sismos na Europa e no Médio Oriente estende-se por cerca de mil anos, na China por cerca de dois mil anos, no Chile por cerca de quatrocentos anos, no Alasca por cerca de cento e cinquenta anos (R. M. Wood, 1986).

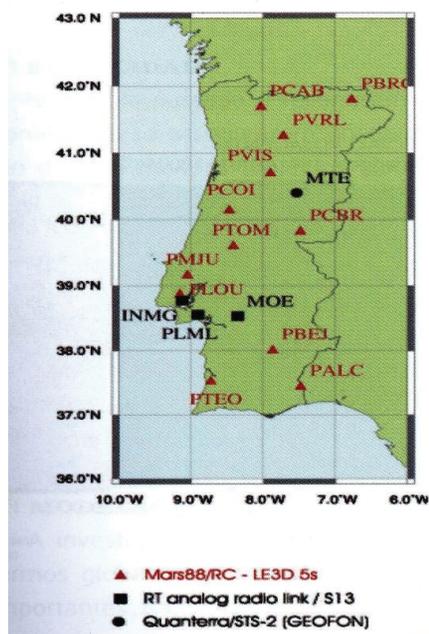


Fig. 2 - Rede Sísmica de Portugal Continental (Fonte: Fundação Luso Americana, 2005).

Fig. 2 - Seismic Network of Portugal (Source : Fundação Luso Americana, 2005).

**QUADRO II** - Sismos que mais afetaram o Continente (Fonte: ANPC, 2010).  
**TABLE II** - *Earthquakes that most affected the Continent (Source: ANPC, 2010).*

<b>Ano</b>	<b>Mês</b>	<b>Dia</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Magnitude</b>
<b>309</b>	2	22	37,00	-11,00	7,00
<b>382</b>	1	1	36,88	-10,00	7,50
<b>1356</b>	8	24	36,00	-10,70	7,50
<b>1504</b>	4	5	38,70	-5,00	7,00
<b>1719</b>	3	6	37,10	-7,00	7,00
<b>1722</b>	12	27	37,17	-7,58	7,80
<b>1755</b>	11	1	36,88	-10,00	8,50
<b>1856</b>	1	12	37,10	-8,00	6,00
<b>1858</b>	11	11	38,20	-9,00	7,20
<b>1896</b>	10	30	37,50	-8,20	5,00
<b>1903</b>	8	9	38,40	-9,00	5,50
<b>1909</b>	4	23	37,10	-8,90	3,00
<b>1921</b>	10	23	37,30	-9,20	4,30
<b>1969</b>	2	28	36,20	-10,60	7,50

Escavações efetuadas por Kerry Sieh em 1975 em Los Angeles na falha de Santo André, conseguiram provar que o período de recorrência dos grandes sismos varia entre cinquenta e cinco e duzentos e setenta e cinco anos com uma média de cento e sessenta anos (R. M. Wood, 1986). O último ocorreu em 1857. Quando vai ocorrer o próximo?

Em Portugal Continental existem registos de sismos desde 63 a.C. até aos dias de hoje (fig. 3). A distribuição dos sismos por classes de magnitude é variável, predominando os situados entre 2 e 3, seguidos pelos de magnitude cujo valor oscila entre 1 e 2 (fig. 4).

A carta das máximas intensidades observadas até à atualidade, permitiu definir uma carta de Isossistas de Intensidades Máximas (fig. 5), concluindo-se que a área metropolitana de Lisboa, litoral alentejano e Algarve são as áreas de maior risco sísmico.

O zonamento sísmico para Portugal Continental, Arquipélagos da Madeira e dos Açores é estabelecido por Concelho, de acordo com a informação do Anexo Nacional NA da Norma Portuguesa – EN-1998-1:2010 que constitui a parte

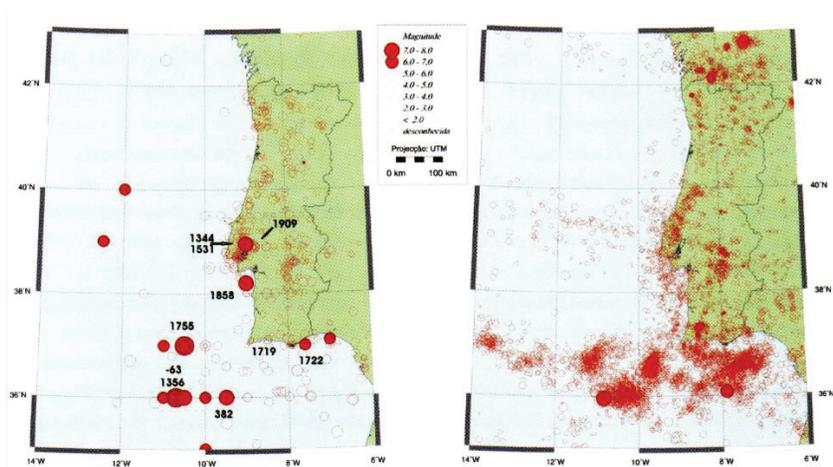


Fig. 3 - Sismicidade histórica 64 a.C. a 1960 d.C. (esq) e sismicidade instrumental 1961-2007 (dir) (Fonte: ANPC, 2010).

Fig. 3 - Historical Seismicity 64 BC to 1960 AD ( left ) and instrumental seismicity 1961-2007 ( right ) ( Source: ANPC, 2010).

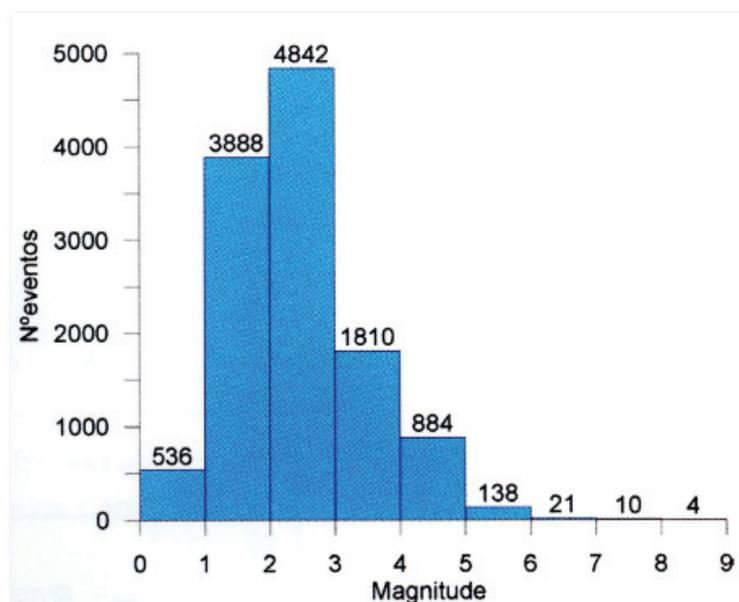
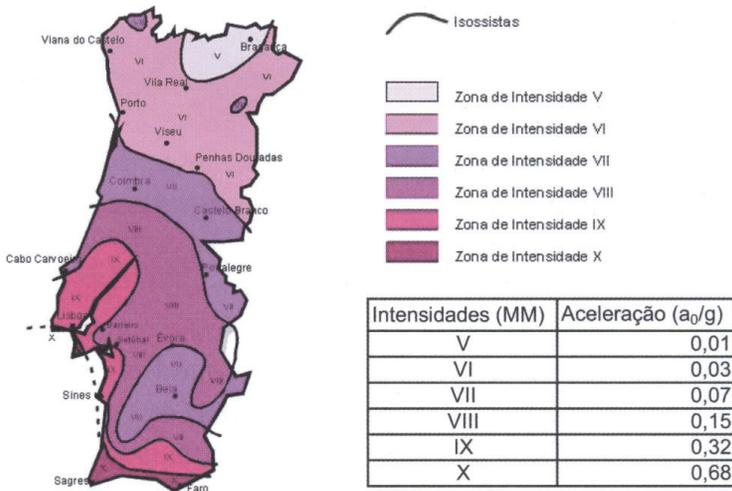


Fig. 4 - Distribuição dos Sismos em função de Classes de magnitude (Fonte: ANPC, 2010).

Fig. 4 - Distribution of Earthquakes in magnitude classes function (Source: ANPC, 2010).

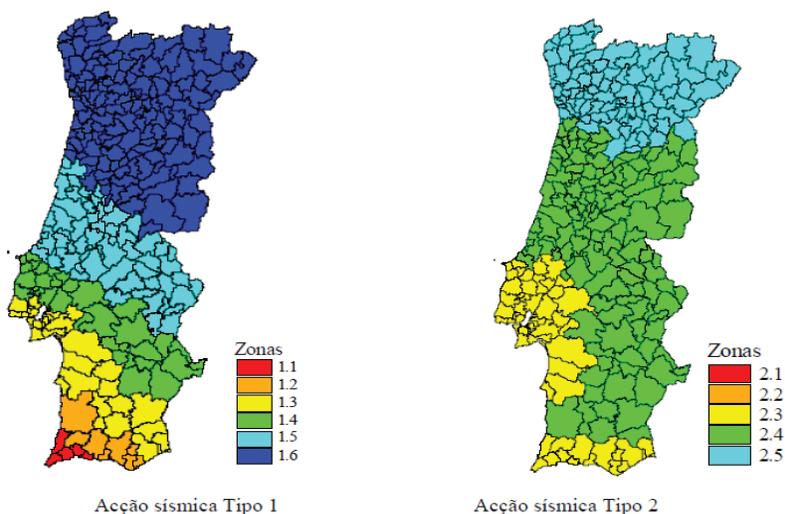


**Fig. 5** - Carta de Isossistas de Intensidades Máximas (Fonte: Fundação Luso Americana, 2005).  
**Fig. 5** - *Isoseismal lines Letter intensities Highest* (Source: Fundação Luso Americana, 2005).

1 do Eurocódigo (projetos, estruturas para resistência aos sismos) em que os valores da aceleração sísmica de referência variam conforme os dois tipos de ação sísmica nas zonas sísmicas existentes e ilustrado na fig. 6.

A intensidade dos sismos refere-se às suas consequências, isto é, aos danos causados. A melhor escala foi imaginada por um sismólogo italiano, Giuseppe Mercalli, em 1902. A Escala Modificada de Intensidades de Mercalli (conhecida internacionalmente por MMI), tem 12 graus expressos em números romanos (QUADRO III).

No que respeita às vulnerabilidades, elas são hoje muito maiores do que eram em 1755, não só na Área Metropolitana de Lisboa, mas em todo o litoral e principalmente na Comunidade Intermunicipal do Algarve (Lei nº 75/2013). Se vier a ocorrer um sismo semelhante, com o epicentro situado a cerca de 150 Km de distância do cabo S. Vicente, o sistema de avisos às populações e os alertas aos Agentes de Proteção Civil não serão eficazes, pois a chegada da primeira onda será cerca de 15 minutos depois do sismo (Fundação Luso Americana, 2005).



**Fig. 6 - Zonamento Sísmico Portugal Continental** (Fonte: Norma Portuguesa – EN 1998 – 1, 2010).  
**Fig. 6 - Seismic zoning mainland Portugal** (Source: Norma Portuguesa – EN 1998 – 1, 2010).

## Análise do risco de sismo, tsunami e incêndios urbanos em Vila Nova de Gaia

A análise efetuada para o território do município teve um enquadramento histórico e territorial e foi produzida de acordo com o Caderno Técnico PROCIV9, da Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC), o Guia para a Caracterização do Risco no Âmbito da Elaboração de Planos de Emergência de Proteção Civil.

Na análise da vulnerabilidade, identificaram-se os elementos expostos o que permitiu aos Bombeiros Sapadores e Proteção Civil e demais agentes, definir as estratégias para a mitigação dos riscos e, de forma permanente, ter medidas ativas, antes da emergência, através de ações de sensibilização, informação, formação dos agentes de Proteção Civil e da população em geral. Deu-se especial atenção à comunidade escolar, devendo salientar-se como exemplo muito meritório a atividade de formação/divulgação junto desta comunidade escolar, que foi levada a efeito diariamente durante um ano letivo (fig. 7). Na análise de risco teve-se em conta essencialmente a localização do risco com o apoio da

base de dados das ocorrências e a sua georreferenciação, bem como a gravidade dos danos potenciais e a probabilidade de ocorrência.

**QUADRO III** - Escala de Mercalli (Fonte: Folheto SNPC, 1990).

**TABLE III** – Mercalli Intensity Scale (Source: Folheto SNPC, 1990).



**Serviço Nacional de Protecção Civil**

INTENSIDADE – ESCALA DE MERCALLI MODIFICADA (síntese)		
I	IMPERCEPTÍVEL	Não sentido pelo Homem.
II	MUITO FRACO	Sentido pelas pessoas em repouso nos andares elevados de edifícios.
III	FRACO	Sentido dentro de casa. Objectos pendentes baloiçam.
IV	MODERADO	Vibração de portas e janelas. Vidros e loiças chocam e tilintam. Veículos estacionados balançam.
V	FORTE	As pessoas são acordadas. Sentido fora de casa. As portas oscilam, fecham-se ou abrem-se.
VI	BASTANTE FORTE	Sentido por todas as pessoas. Vidros e loiças partem-se. Objectos caem. As mobílias movem-se ou tombam.
VII	MUITO FORTE	É difícil permanecer de pé. Sentido nos veículos em andamento.
VIII	RUINOSO	Afecta a condução dos veículos.
IX	DESASTROSO	Pânico geral. Fracturas importantes no solo.
X	DESTRUIDOR	Grandes desmoronamentos de terrenos. Ferrovias levemente deformadas.
XI	CATASTRÓFICO	Ferrovias grandemente deformadas. Grandes danos nas condutas subterrâneas.
XII	DANOS QUASE TOTAIS	Grandes massas rochosas deslocadas. Grandes deformações topográficas. Objectos atirados ao ar.

**DANOS NOS EDIFÍCIOS**

PARCIAL

↓

DESTRUIÇÃO DOS EDIFÍCIOS

↓

TOTAL



**Fig. 7 -** Ações sensibilização nas Escolas (Fonte: Jornal Notícias, 8 abril 2013).

*Fig. 7 - Awareness actions in Schools (Source: Jornal Notícias, 8 abril 2013).*

No âmbito do PME apresentam-se, para os três riscos assinalados no QUADRO I (sismos, *tsunamis* e incêndios urbanos), as atividades relevantes desenvolvidas no âmbito do SMPC, quer para a execução do plano, quer para a sua implementação e treino.

### Sismos

Foi efetuada a caracterização dos principais elementos expostos no território municipal de Vila Nova de Gaia (QUADRO IV).

Admitindo um dos muitos cenários possíveis, caracterizou-se uma ocorrência-tipo, correspondente a um sismo com intensidade 8 na escala de Mercalli, embora, neste concelho, não existam registos históricos com sismos de tal intensidade, mas não se pode excluir a hipótese de vir a acontecer e, assim, termos previstos procedimentos para tal hipótese (QUADRO V).

## Tsunamis

No PME de V. N. de Gaia é possível identificar diversos *tsunamis* que afetaram o território nacional (QUADRO VI).

Do mesmo modo, para o concelho de V. N. de Gaia, foi efetuado o levantamento dos principais elementos expostos a *tsunamis* (QUADRO VII).

Embora não existam registos históricos de *tsunamis* no concelho, não se pode excluir a hipótese de virem a acontecer, pelo que foram previstos procedimentos para tal hipótese (QUADRO VIII).

## Incêndios urbanos

Foram identificados os principais elementos expostos a incêndios urbanos (QUADRO IX).

Caracterizou-se, também, uma ocorrência-tipo de incêndio urbano e, por conseguinte, foram previstos os procedimentos de atuação para este tipo de ocorrência (QUADRO X).

**QUADRO IV** - Principais elementos expostos em zona de suscetibilidade elevada a sismos (Fonte: PME V. N. de Gaia, 2012).

*TABLE IV – Key elements exposed in high susceptibility to earthquakes zone (Source: PME V. N. de Gaia, 2012).*

<b>POPULAÇÃO</b>	População do concelho, destacando-se a dos aglomerados habitacionais mais populosos (5000 ou mais residentes): Santa Marinha, Oliveira do Douro, Madalena, Vilar de Andorinho, Avintes, Serzedo, Pedroso e Olival População em locais sensíveis, destacando-se as escolas e os lares de idosos
<b>SOCIOECONOMIA</b>	Rede rodoviária Rede ferroviária Serviços de saúde Agentes de Proteção Civil Serviços básicos: redes de distribuição de água, eletricidade, gás canalizado
<b>AMBIENTE</b>	Não se identificaram elementos expostos relevantes

**QUADRO V** - Caracterização de ocorrências de riscos naturais, do tipo sismo, e procedimentos para atuação (Fonte: PME V. N. de Gaia, 2012).

**TABLE V** – *Characterization of natural hazard events, like the earthquake, and procedures for action (Source: PME V. N. de Gaia, 2012).*

DESCRIÇÃO	RESPOSTA ESPERADA
<p>O cenário considerado foi o de ocorrência de um sismo de intensidade 8 (escala de Mercalli) na proximidade do concelho.</p> <p>Elevado número de mortos, feridos graves e ligeiros (&gt;50 vítimas padrão) e de pessoas desaparecidas, presumivelmente por debaixo de escombros.</p> <p>Os edifícios anteriores a 1961 sofrem danos mais avultados que os mais recentes.</p> <p>Deflagração de vários incêndios em zonas urbanas.</p> <p>Cortes no abastecimento de água e eletricidade.</p> <p>Elevado número de vias obstruídas por destroços de casas e muros.</p> <p>Capacidade operacional dos agentes de proteção civil e entidades de apoio é condicionada por danos sofridos em meios e infraestruturas, e por indisponibilidade de parte do seu pessoal.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ativar o PMEPCVNG.</li> <li>• Desimpedimento e controlo dos itinerários de emergência.</li> <li>• Prestar os primeiros socorros.</li> <li>• Transportar vítimas para unidades de saúde.</li> <li>• Proceder à busca de vítimas soterradas (apoiar-se em unidades cinotécnicas).</li> <li>• Desencarceramento de vítimas.</li> <li>• Controlar os incêndios urbanos.</li> <li>• Proceder à evacuação das áreas que mostrem ser pouco seguras.</li> <li>• Garantir bens de primeira necessidade da população juvenil (de escolas e creches) até se poder promover a sua reunião com os pais.</li> <li>• Providenciar o alojamento da população deslocada e de bens de primeira necessidade.</li> <li>• Controlar os acessos aos Teatros de Operações.</li> <li>• Proceder à estabilização de infraestruturas (entidades locais, distritais e nacionais) e definir zonas de circulação interdita.</li> <li>• Manter a ordem e promover a calma nas populações (disponibilização de informação).</li> <li>• O COM mantém o CDOS do Porto permanentemente informado sobre a situação.</li> </ul>

**QUADRO VI** - Registo histórico dos *tsunamis* ocorridos em Portugal (Fonte: PME V. N. de Gaia, 2012).

**TABLE VI** - *Registered tsunami in Portugal* (Source: PME V. N. de Gaia, 2012).

DATA	DESCRIÇÃO
60 a.C.	O <i>tsunami</i> de 60 a.C. é o evento mais antigo do qual há descrições na literatura. Os efeitos do <i>tsunami</i> foram observados na costa norte de Portugal e na Galiza.
382	O sismo ocorrido no ano 382 d.C. foi sentido em vários locais, nomeadamente na Sicília, na Grécia, na Palestina, e na península Ibérica. De acordo com os relatos históricos este sismo terá gerado um <i>tsunami</i> com fortes efeitos destruidores ao longo da costa portuguesa.
1504	A data deste evento é incerta. Os documentos históricos referem a ocorrência de um grande sismo durante o reinado de D. Manuel I, no ano de 1504 ou 1505. Mendonça (1758) refere que <i>"no reinado de D. Manuel I um sismo tão grande que subiram as águas do Tejo tão altas que separando-se de suas correntes ficou mesmo a descoberto"</i> . Teria inundado a parte baixa de Lisboa e de várias localidades do vale do Tejo.
1522	É o evento mais antigo relatado nos Açores. Observou-se agitação no mar. <i>"A povoação de Vila Franca foi inundada"</i> .
1531	A intensidade sísmica deste evento, que ocorreu de madrugada, foi estimada em IX-X. Parte da cidade de Lisboa foi inundada pelas águas do Tejo e afundados muitos navios. A intensidade do <i>tsunami</i> deve ter sido de grau IV
1691	Sismo violento ocorrido na ilha Terceira (Açores). A intensidade estimada para o <i>tsunami</i> gerado foi de grau III.
1722	Forte sismo sentido no Algarve entre as 17 e as 18 horas. Citam fontes da época que este <i>tsunami</i> teve por origem um sismo com epicentro no "mar algarvio". A intensidade estimada para o <i>tsunami</i> é III.
1755	O <i>tsunami</i> foi observado desde as ilhas Barbados até à Escócia. No entanto, as ondas mais destrutivas foram observadas em Portugal Continental, em Espanha (golfo de Cádiz) e no norte de Marrocos. De entre as numerosas réplicas só algumas geraram pequenos <i>tsunamis</i> .
1800	Foram sentidos 3 pequenos choques sísmicos na ilha Terceira, cerca das 8 da noite. <i>"Só após o terceiro é que foram observadas três grandes ondas"</i> .

**QUADRO VII** – Principais elementos expostos em zona de suscetibilidade elevada a *tsunamis* (Fonte: PME V. N. de Gaia, 2012).

**TABLE VII** – Key elements exposed in high susceptibility zone to *tsunamis* (Source: PME V. N. de Gaia, 2012).

<b>POPULAÇÃO</b>	População presente na proximidade da faixa costeira, destacando-se a população veraneante e a dos aglomerados habitacionais de Brito, Praia da Granja, Granja, Aguda, Marinha, Miramar, Moutadas, Francelos, Praia, Madalena, Santa Marinha(Centro Histórico) e Afurada.
<b>SOCIOECONOMIA</b>	Rede ferroviária: Linha do Norte Rede rodoviária
<b>AMBIENTE</b>	Ecosistemas dunares e estuarinos

**QUADRO VIII** - Caracterização de ocorrências de riscos naturais, do tipo *tsunamis*, e procedimentos para atuação (Fonte: PME V. N. de Gaia, 2012).

**TABLE VIII** - Characterization of natural hazard events , the type *tsunamis*, and procedures for action (Source: PME V. N. de Gaia, 2012).

<b>OCORRÊNCIAS TIPO – RISCOS NATURAIS</b>		
	<b>Descrição</b>	<b>Resposta Esperada</b>
TSUNAMIS	<p>Considerou-se a ocorrência de um <i>tsunami</i> associado a um sismo sentido com grande intensidade na área do concelho, durante o dia no Verão.</p> <p>Considerou-se que a maioria da população presente nas praias deslocou-se para locais elevados devido a ter sentido o sismo ou devido à ação de agentes de proteção civil.</p> <p>No entanto verifica-se um acentuado número de vítimas (20 a 50 vítimas-padrão).</p> <p>Ocorrência de desalojados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ativar o PMEPCVNG.</li> <li>• Desimpedimento e controlo dos itinerários de emergência.</li> <li>• Controlar a evacuação das praias.</li> <li>• Promover a deslocação da população para zonas longe da costa e em cotas elevadas, ou para os pisos superiores dos edifícios em áreas suscetíveis.</li> <li>• Prestar os primeiros socorros.</li> <li>• Transportar vítimas para unidades de saúde.</li> <li>• Providenciar o alojamento da população deslocada, bem como bens de primeira necessidade.</li> <li>• Controlar os acessos aos Teatros de Operações.</li> <li>• Manter a ordem e promover a calma nas populações (disponibilização de informação).</li> <li>• O COM mantém o CDOS do Porto permanentemente informado sobre a situação.</li> </ul>

**QUADRO IX** – Principais elementos expostos em zona de suscetibilidade elevada a incêndios urbanos (Fonte: PME V. N. de Gaia, 2012).

**TABLE IX** – *Key elements exposed in high susceptibility zone to urban fires (Source: PME V. N. de Gaia, 2012).*

<b>POPULAÇÃO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• População do centro histórico de Vila Nova de Gaia</li> <li>• População de Oliveira do Douro, Avintes, Vilar de Andorinho e Pedroso</li> </ul>
<b>SOCIOECONOMIA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Centro de Saúde Soares dos Reis, Oliveira do Douro e Vilar de Andorinho</li> <li>• Hospital da Arrábida e Centro Hospitalar V.N.Gaia/Espinho</li> <li>• Edifícios do centro histórico de Vila Nova de Gaia</li> </ul>
<b>AMBIENTE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não se identificaram elementos expostos relevantes</li> </ul>

**QUADRO X** – Principais impactes da ocorrência-tipo para incêndio urbano e procedimentos para atuação (Fonte: PME V. N. de Gaia, 2012).

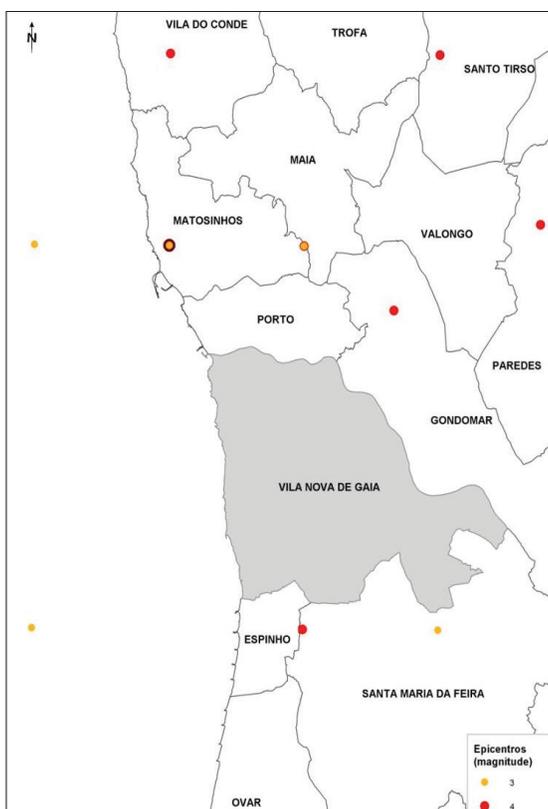
**TABLE X** – *Main impacts of the event - type for urban fire and procedures for performance (Source: PME V. N. de Gaia, 2012).*

<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>RESPOSTA ESPERADA</b>
<p>Considerou-se como cenário, a ocorrência de um incêndio no centro histórico de Vila Nova de Gaia, que se inicia durante a noite num edifício de habitação antigo/devoluto e que rapidamente se alastra aos edifícios contíguos.</p> <p>Assume-se que o incêndio se propaga a 10 edifícios, provocando, para além de avultados danos materiais, 1 morto, 5 feridos graves, 10 feridos ligeiros e 20 desalojados.</p> <p>Não se verifica afetação dos serviços ou do funcionamento da sociedade.</p> <p>Algumas pessoas necessitam de apoio para alojamento temporário.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Declarar situação de alerta de âmbito municipal.</li> <li>• Proceder ao controlo das chamas.</li> <li>• Evacuar zonas em risco.</li> <li>• Desimpedimento e controlo dos itinerários de emergência.</li> <li>• Prestar os primeiros socorros.</li> <li>• Transporte de vítimas para unidades de saúde.</li> <li>• Providenciar o alojamento da população deslocada, bem como bens de primeira necessidade.</li> <li>• Manter a ordem e promover a calma nas populações (disponibilização de informação).</li> <li>• Proceder à estabilização de infraestruturas (entidades locais, distritais e nacionais) e definir zonas de circulação interdita.</li> <li>• O COM mantém o CDOS do Porto permanentemente informado sobre a situação.</li> </ul>

## Principais ocorrências registadas no município

### Sismos

Identificaram-se os epicentros ocorridos nas proximidades do concelho de V. N. de Gaia, ou seja, epicentros que distam menos de 20 Km do concelho (QUADRO XI e fig. 8).



**Fig. 8** - Epicentros de sismos ocorridos na proximidade do concelho de Vila Nova de Gaia (Fonte: PME V. N. de Gaia, 2012) .

*Fig. 8* - Epicenters of earthquakes in the vicinity of Vila Nova de Gaia county (Source: PME V. N. de Gaia, 2012) .

**QUADRO XI** – Epicentros de sismos ocorridos na proximidade do concelho de Vila Nova de Gaia (Fonte: PME V. N. de Gaia, 2012).

**TABLE XI** – *Epicenters of earthquakes in the vicinity of the municipality of Vila Nova de Gaia* (Source: PME V. N. de Gaia, 2012).

ANO	DIA E MÊS	MAGNITUDE	LOCALIZAÇÃO DO EPICENTRO
1651	29 de Março	4.0	No concelho de Vila do Conde, cerca de 17 km a norte da freguesia de Canidelo.
1667	Dezembro	4.0	No concelho da Maia, cerca de 7 km a norte da freguesia de Santa Marinha.
1727	15 de Dezembro	3.0	No oceano, cerca de 12 km a noroeste da freguesia de Canidelo.
1783	13 de Abril	5.0	No concelho de Matosinhos, cerca de 6 km a noroeste da freguesia de Canidelo.
1830	28 de Setembro	3.0	No concelho da Maia, cerca de 7 km a norte da freguesia de Santa Marinha.
1841	15 de Fevereiro	3.0	No concelho de Matosinhos, cerca de 6 km a noroeste da freguesia de Canidelo.
1857	21 de Novembro	3.0	No concelho da Maia, cerca de 7 km a norte da freguesia de Santa Marinha.
1883	31 de Julho	3.0	No concelho da Maia, cerca de 7 km a norte da freguesia de Santa Marinha.
1909	14 de Fevereiro	3.4	No concelho de Paredes, cerca de 15 km a nordeste da freguesia de Avintes.
1913	26 de Outubro	3.6	No concelho de Paredes, cerca de 15 km a nordeste da freguesia de Avintes.
1916	19 de Julho	4.4	No concelho da Maia, cerca de 7 km a norte da freguesia de Santa Marinha.
1916	23 de Julho	4.4	No concelho da Maia, cerca de 7 km a norte da freguesia de Santa Marinha.
1919	13 de Março	4.2	No concelho de Santo Tirso, cerca de 19 km a nordeste da freguesia de Oliveira do Douro.
1931	7 de Novembro	3.0	No oceano, cerca de 13 km a oeste da freguesia de São Félix da Marinha.
1942	27 de Março	4.0	No concelho de Santa Maria da Feira, cerca de 2 km a sul da freguesia de Grijó.
1951	18 de Junho	3.4	No concelho de Matosinhos, cerca de 6 km a noroeste da freguesia de Canidelo.
1959	8 de Janeiro	4.0	No concelho de Ovar, cerca de 13 km a Sul da freguesia de Grijó.
1964	16 de Maio	4.0	No concelho de Gondomar, cerca de 5 km a nordeste da freguesia de Oliveira do Douro.
1967	13 de Junho	3.0	No concelho de Santa Maria da Feira, cerca de 1 km a sul da freguesia de Sandim.
1972	15 de Julho	3.0	No concelho da Maia, cerca de 7 km a norte da freguesia de Santa Marinha.
1972	31 de Julho	3.0	No concelho de Paredes, cerca de 15 km a nordeste da freguesia de Avintes.
1988	31 de Janeiro	4.1	No concelho de Paredes, cerca de 14 km a nordeste da freguesia de Avintes.

## Tsunami

Não há registos de *tsunami* em Vila Nova de Gaia.

Na primeira semana de janeiro de 2014, o concelho de Vila Nova de Gaia assim como grande parte do país foram atingidos com ventos fortes e chuvas intensas. que atingiram a costa atlântica e várias freguesias de Vila Nova de Gaia originando elevados prejuízos materiais.

## Incêndios Urbanos

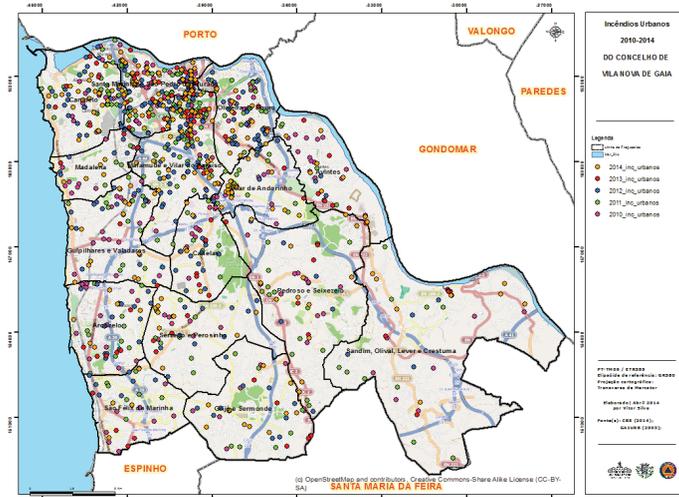
No concelho de V. N. de Gaia, os incêndios são recorrentes (fig. 9) e em alguns casos tiveram consequências trágicas, traduzidas em vítimas mortais, civis e bombeiros.

É de capital importância o Centro Histórico de Vila Nova de Gaia, com as suas gentes convivendo com as caves e armazéns do vinho do porto, objeto de uma candidatura a património da humanidade, onde infelizmente ao longo dos anos aconteceram muitos incêndios (fig. 10).

## Ações de sensibilização e exercícios

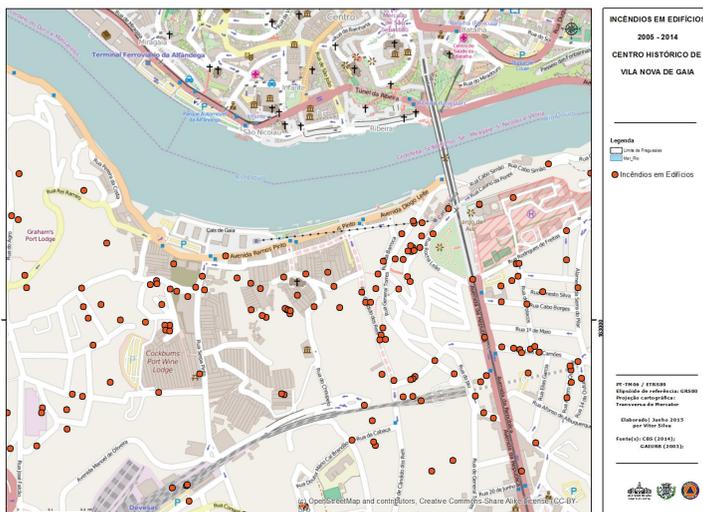
Nos últimos 5 anos fizemos visitas, vistorias, múltiplos exercícios e simulacros (fig. 11), centenas de ações de sensibilização envolvendo escolas (fig. 12), superfícies comerciais, indústrias e transporte de matérias perigosas.

Durante um ano, os bombeiros sapadores e o SMPC, em perfeita sintonia com os responsáveis dos Agrupamentos de Escolas levaram a efeito todos os dias, de manhã e tarde ações de sensibilização (fig. 12 e 13), falando dos vários riscos, distribuindo desdobráveis, panfletos, fazendo jogos didáticos e oferecendo a todos os alunos do 5º ano uma pen com informação dedicada à proteção civil. Foi uma ação muito apreciada e, temos a certeza, com efeitos muito positivos na prevenção e que deveria ser realizada todos os anos.



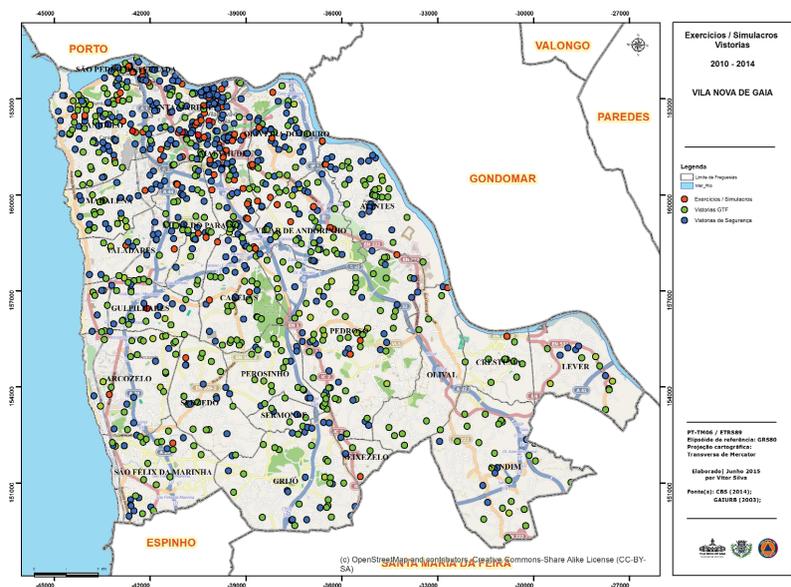
**Fig. 9** - Localização dos incêndios urbanos dos últimos 5 anos no município. (Fonte Bombeiros Sapadores e Proteção Civil Vila Nova de Gaia - 2010-2014).

*Fig. 9* - Location of urban fires of the last 5 years in the city. (Source: Bombeiros Sapadores e Proteção Civil Vila Nova de Gaia - 2010-2014).



**Fig. 10** - Localização dos incêndios urbanos registados no Centro Histórico durante os últimos 10 anos. (Fonte Bombeiros Sapadores e Proteção Civil Vila Nova de Gaia, 2010-2014).

*Fig. 10* - Location of urban fires recorded in the Old Town during the past 10 years. (Source: Bombeiros Sapadores e Proteção Civil Vila Nova de Gaia, 2010-2014).



**Fig. 11** - Localização dos exercícios, simulacros e vistorias de emergência realizadas nos últimos cinco anos. (Fonte Bombeiros Sapadores e Proteção Civil Vila Nova de Gaia, 2010-2014).

*Fig. 11* - Location of the exercises, drills and emergency inspections carried out over the past five years. (Source: Bombeiros Sapadores e Proteção Civil Vila Nova de Gaia, 2010-2014).

Foram centenas os exercícios e simulacros realizados com o objetivo de procurar treinar a estrutura operacional municipal e demais entidades com responsabilidade em matéria de proteção civil, á luz dos princípios do Sistema Integrado de Operações de Proteção Civil (SIOPS), do estipulado no Plano Municipal de Emergência (PME), dos vários Planos Operacionais (Planos Especiais) elaborados para o efeito e dos planos de segurança internos das instituições envolvidas.

Refira-se pela sua importância e, como exemplo, o exercício Municipal de Proteção Civil realizado a 26 de Maio de 2011, designado “Toupeira 11” (fig. 14).

De igual modo, salienta-se a realização, em 29 de Outubro de 2011, do Exercício NEAMWAVE 14.

**GAIA** Bombeiros e Proteção Civil fizeram ações de sensibilização em 116 escolas, entre fevereiro e dezembro

**Inês Garrido Santos**  
locais@jn.pt

**TERMINOU** o conjunto de ações de sensibilização dos Bombeiros Sapadores de Gaia junto das escolas do município. Desde fevereiro até dezembro, técnicos da Proteção Civil, dos Sapadores e dos Bombeiros Voluntários do concelho (com exceção dos Bombeiros Voluntários dos Carvalhos) orientaram 279 ações de sensibilização junto dos mais novos.

**Cultura de segurança**

Ao todo, foram 12 391 os alunos (do 1.º ao 5.º ano do Ensino Básico) abrangidos por este projeto, que chegou a 116 escolas de Gaia. Segundo o comandante dos Sapadores, Salvador de Almeida, este conjunto de ações foi "tremendamente positivo" e de "grande importância". Este contacto com os profissionais dos Bombeiros e da Proteção Civil teve como objetivo "criar nos jovens uma cultura de segurança sensibilizando para os riscos com especial incidência no risco de

[ CARTA DOS ALUNOS DA ESCOLA BÁSICA DO SARDÃO ]  
*ante a educação*



**"Alunos do 1.º ciclo aprendem a agir em situação de risco** Hoje os senhores da proteção civil vieram à nossa escola ensinar-nos cuidados e atitudes em caso de emergência. [...] Os meninos aprenderam o que devem fazer em situações de risco: quando há fogos, tremores de terra, sismos, etc. [...] Foi importante os bombeiros terem vindo cá, porque ficámos a saber o que fazer se nos acontecer alguma destas coisas. [...] Os alunos acharam esta atividade muito divertida, interessante e educativa."

*"Somos os heróis deles [alunos] e eles são uma das nossas maiores preocupações"*

**Salvador de Almeida**  
Comandante dos Sapadores



O comandante adiantou ainda que, no próximo ano, a ação vai continuar com outro tipo de público-alvo. Desta vez, vão ser as IPSS e os idosos a estar no centro da atenção dos bombeiros, num projeto com contornos um pouco diferentes. A interação com as escolas vai depender, assim, dos pedidos que estas queiram solicitar.

No decorrer do projeto, foram distribuídos diversos materiais para divulgação dos conceitos de prevenção e segurança, com o apoio do Programa o Novo Norte ON.2, inserido no QREN. ●

**GAIA** Bombeiros e Proteção Civil fizeram ações de sensibilização em 116 escolas, entre fevereiro e dezembro

**Inês Garrido Santos**  
locais@jn.pt

**TERMINOU** o conjunto de ações de sensibilização dos Bombeiros Sapadores de Gaia junto das escolas do município. Desde fevereiro até dezembro, técnicos da Proteção Civil, dos Sapadores e dos Bombeiros Voluntários do concelho (com exceção dos Bombeiros Voluntários dos Carvalhos) orientaram 279 ações de sensibilização junto dos mais novos.

**Cultura de segurança**  
Ao todo, foram 12 391 os alunos (do 1.º ao 5.º ano do Ensino Básico) abrangidos por este projeto, que chegou a 116 escolas de Gaia. Segundo o comandante dos Sapadores, Salvador de Almeida, este conjunto de ações foi "tremendamente positivo" e de "grande importância". Este contacto com os profissionais dos Bombeiros e da Proteção Civil teve como objetivo "criar nos jovens uma cultura de segurança sensibilizando para os riscos com especial incidência no risco de

[ CARTA DOS ALUNOS DA ESCOLA BÁSICA DO SARDÃO ]  
*ante a educação*



**"Alunos do 1.º ciclo aprendem a agir em situação de risco** Hoje os senhores da proteção civil vieram à nossa escola ensinar-nos cuidados e atitudes em caso de emergência. [...] Os meninos aprenderam o que devem fazer em situações de risco: quando há fogos, tremores de terra, sismos, etc. [...] Foi importante os bombeiros terem vindo cá, porque ficámos a saber o que fazer se nos acontecer alguma destas coisas. [...] Os alunos acharam esta atividade muito divertida, interessante e educativa."

*"Somos os heróis deles [alunos] e eles são uma das nossas maiores preocupações"*

**Salvador de Almeida**  
Comandante dos Sapadores



O comandante adiantou ainda que, no próximo ano, a ação vai continuar com outro tipo de público-alvo. Desta vez, vão ser as IPSS e os idosos a estar no centro da atenção dos bombeiros, num projeto com contornos um pouco diferentes. A interação com as escolas vai depender, assim, dos pedidos que estas queiram solicitar.

No decorrer do projeto, foram distribuídos diversos materiais para divulgação dos conceitos de prevenção e segurança, com o apoio do Programa o Novo Norte ON.2, inserido no QREN. ●

JORNAL DE NOTÍCIAS  
SEXTA-FEIRA 31/1/14



**Preleção:** pretendem alertar as crianças para vários tipos de riscos

**Sapadores dedicaram um ano às crianças**

Fig. 12 - Jornal Notícias 03-01-2014, "Sapadores dedicaram um ano às crianças".

Fig. 12 - Jornal Notícias 03-01-2014, "Sappers devoted one year to children".



C) Nível Internacional – Ativação do mecanismo europeu de proteção civil através do ERCC, sendo o exercício realizado através do Common Emergency Communication and Information System (CECIS).

No âmbito das competências dos Comandos Distritais de Operações de Socorro (CDOS), Corpos de Bombeiros (CB) e Serviços Municipais de Proteção Civil (SMPC), aplicou-se apenas o cenário b), na medida em que os restantes cenários são da competência do CNOS.

O SMPC de Vila Nova de Gaia e o Comandante Operacional Municipal (COM), ao receber a mensagem 01 – NEAMWave14 - Aviso laranja para *tsunami*, de imediato, lançou aviso a todos os agentes e pôs em marcha os procedimentos do PME adequados á situação.

Como exemplo junta-se a fita do tempo correspondente à execução dos procedimentos (QUADRO XII).

Durante a execução do exercício, foi para nós evidente a dificuldade em decidir a melhor resposta operacional, dada a escassez de informação recebida, nomeadamente não foram fornecidos dados técnicos relativamente ao seu im-

O exercício tem como finalidade treinar a estrutura operacional e demais entidades com responsabilidade em matéria de proteção civil, à luz dos princípios do SIOPS, do Plano Operacional Municipal "TOUPEIRA 11" e do Plano de Emergência Interno do Centro Comercial - GaiaShopping, concretamente, no quadro de uma intervenção em caso de **ocorrência de um sismo**, conduzindo à intervenção de equipas de socorro num quadro de multi-ocorrências.



**Fig. 14** - Exercício “Toupeira 11” (Sismo) – excerto do plano operacional. (Fonte Bombeiros Sapadores e Proteção Civil Vila Nova de Gaia, 2010-2014).

*Fig. 14 - Exercise “Mole 11” (Earthquake) - excerpt of the operational plan. (Source: Bombeiros Sapadores e Proteção Civil Vila Nova de Gaia, 2010-2014).*

**QUADRO XII – Excerto Fita do Tempo do Exercício “NEAMWAVE” (Tsunami).**

(Fonte: ANPC, CDOS Porto 2011).

**TABLE XII – Excerpt Exercise Time Tape “NEAMWAVE” (Tsunami).**

(Source: ANPC, CDOS Porto 2011).

Entidade	Meio de comunicação				Observações
	E-mail	Fax	SMS	Voz	
CDOS do Porto	00:00:00	00:00:00	09:43:00	00:00:00	Mensagem 01 - Exercício NEAMWave14 - Aviso laranja para <i>TSUNAMI</i>
COM / Cmdt. CBS	00:00:00	00:00:00	00:00:00	09:44:00	Mobilização do SMPC e Bombeiros Sapadores
CDOS do Porto	09:47:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	IPMA <i>TSUNAMI</i> EXERCISE MESSAGE NUMBER 001 - Aviso laranja para <i>TSUNAMI</i>
COM / Cmdt. CBS	00:00:00	00:00:00	00:00:00	09:55:00	Informa os BV Aguda, solicita aviso à população e evacuação das praias
COM / Cmdt. CBS	00:00:00	00:00:00	00:00:00	09:59:00	Informa os BV Coimbrões, solicita aviso à população e evacuação das praias
COM / Cmdt. CBS	00:00:00	00:00:00	00:00:00	10:00:00	Saída de várias equipas dos Bombeiros Sapadores para aviso às populações e evacuação das praias
CDOS do Porto	00:00:00	00:00:00	10:06:00	00:00:00	Mensagem 02 – exercício NEAMWave14 – em curso alerta laranja para <i>TSUNAMI</i> (Watch)
COM / Cmdt. CBS	00:00:00	00:00:00	00:00:00	10:07:00	Informa os BV Valadares, solicita aviso à população e evacuação das praias
CDOS do Porto	10:11:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	Mensagem 002 – IPMA <i>TSUNAMI</i> EXERCISE (em curso) - alerta laranja
COM / Cmdt. CBS	00:00:00	00:00:00	00:00:00	10:12:00	Informa Polícia Municipal, solicita colaboração para aviso à população e evacuação das praias
COM / Cmdt. CBS	10:18:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	Informa O Sr. Presidente da Câmara e o Sr. Vereador da situação. Fui alertado de aviso Laranja para Portugal pelo CDOS Porto para um exercício de <i>Tsunami</i> . Há momentos aconteceu um sismo a sudoeste do Cabo S. Vicente, de magnitude 8.5 com possibilidade de gerar um <i>Tsunami</i> de uma onda máxima superior a 0.5m e/ou run-up superior a 1m. A hora provável de a onda atingir a costa de Vila Nova de Gaia será pelas 10h11min. Informo que montei um pequeno gabinete de crise no nosso Centro Municipal de Operações de Socorro e que neste momento estou a alertar os Corpos de Bombeiros da zona litoral para os procedimentos de alerta às populações para saírem das praias. Ainda pedi ajuda à Polícia Municipal e uma equipa dos Bombeiros Sapadores para “varrer” toda a faixa litoral rio e mar, desde a Ponte da Arrábida até Espinho.
Comandante Polícia Municipal	10:19:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	Informa acionamento de meios para alerta e evacuação
Vereador Protecção Civil e Bombeiros	00:00:00	00:00:00	10:23:00	00:00:00	Solicita mais informações
COM / Cmdt. CBS	10:27:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	Informado o Sr. Chefe Gabinete do Sr. Presidente Câmara Municipal - <b>alerta para exercício em curso</b>
COM / Cmdt. CBS	10:30:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	Informa o CODIS, O Sr. Presidente e o Sr. Vereador da situação. Estão Corpos de Bombeiros de Aguda, Valadares, Coimbrões, Bombeiros Sapadores e Polícia Municipal a “varrer” todo o litoral desde a Ponte da Arrábida até Espinho para alertar as populações para saírem das praias.
COM / Cmdt. CBS	00:00:00	00:00:00	00:00:00	10:45:00	POSIT - Bombeiros Sapadores no local confirmam evacuação concluída
COM / Cmdt. CBS	10:54:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	Informado o Sr. Presidente Câmara Municipal, Sr. Vereador Protecção Civil e Chefe Gabinete Sr. Presidente - <b>ponto de situação</b>
COM / Cmdt. CBS	11:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	Informado o CODIS, Sr. Vereador Protecção Civil e Bombeiros, 2º CODIS e Sr. Alexandre Alves – <b>aviso à população e evacuação confirmados pelos agentes no local</b>
CDOS do Porto	00:00:00	00:00:00	11:05:00	00:00:00	Mensagem 04 – exercício NEAMWave14 – aviso laranja para <i>TSUNAMI</i> (Watch)
COM / Cmdt. CBS	11:19:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	Solicitação ao CODIS, c/c Sr. Vereador Protecção Civil, 2º CODIS e Chefe de sala de operações do CDOS, Sr. Alexandre Alves mais dados sobre a natureza da ocorrência
CDOS do Porto	00:00:00	00:00:00	12:14:00	00:00:00	Mensagem 05 – exercício NEAMWave14 – aviso laranja para <i>TSUNAMI</i> (Watch) - Terminado
CDOS do Porto	12:18:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	Mensagem 005 – IPMA <i>TSUNAMI</i> EXERCISE (terminado) - alerta laranja

Presidente Conselho Administração Águas de Gaia e Parque Biológico de Gaia, EEM, Eng. Silva Martins	00:00:00	00:00:00	00:00:00	12:21:00	Solicita informações relativas ao exercício
Vereador Protecção Civil e Bombeiros	00:00:00	00:00:00	00:00:00	12:30:00	Solicita Ponto situação
COM / Cmdr. CBS	12:30:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	Informado o Sr. Presidente Câmara Municipal, Sr. Vereador Protecção Civil e Chefe Gabinete Sr. Presidente - <b>Exercício terminado</b>
COM / Cmdr. CBS	12:37:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	Informados os Corpos de Bombeiros da Aguda, Coimbrões e Valadares - <b>Exercício terminado</b>
COM / Cmdr. CBS	12:38:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	Informado Sr. Comandante da Polícia Municipal - <b>Exercício terminado</b>

pacto na costa marítima e fluvial de Vila Nova de Gaia, e até hoje não houve qualquer reunião, não nos foi transmitida qualquer informação nem apresentada análise dos resultados do exercício. Em minha opinião esta situação é no mínimo estranha e incompreensível.

## Discussão e conclusões

### Catástrofes resultantes da manifestação do risco sísmico

Estará Portugal preparado para um sismo similar ao registado no ano de 1755? Como será essa manifestação na Grande Lisboa, onde vivem cerca de três milhões de pessoas? Como resistirão os edifícios e outras infraestruturas? Quantos mortos? Quantos desalojados? O que acontecerá no Algarve? Onde poderão ser instalados os campos de desalojados? Temos identificados os efetivos que poderão ser mobilizados? Temos técnicos preparados para avaliar a segurança dos edifícios? Como vamos gerir uma emergência que pode durar anos? Estas serão algumas das questões que se podem colocar e cujas respostas procuramos enquadrar na continuação.

## Construção antissísmica

Um edifício em forma de caixa é mais seguro do que um outro em forma de U e L, no qual as diferentes alas vibram com diferentes períodos. Grandes espaços internos são piores do que áreas pequenas. As colunas e as paredes devem ser simples e subir das fundações até ao telhado (RSA, 1983). É bem conhecida de todos nós a frase que diz que “*são os edifícios que matam, não os tremores de terra*”.

Será que o desenho das construções obedece a critérios tendo em conta o risco sísmico? Os equipamentos no interior dos edifícios serão bem fixos para evitar que deslizem? As fundações são cuidadosamente estudadas e investigada a possibilidade de liquefação ou ressonância bem como a probabilidade de riscos secundários – deslocamentos de terra e *tsunamis*?

Se uma cidade sofresse grandes sismos todos os anos, de certeza estaria preparada para os suportar. No Japão e no Chile, onde os grandes sismos são comuns e a sua ameaça é bem compreendida, já se tomaram muitas medidas preventivas e que são levadas muito a sério por todos os cidadãos. Ora, o problema, o nosso problema é a sua pouca frequência. Se hoje mesmo ocorresse um sismo similar ao de 1755, as simulações que têm sido efetuadas, apontam para uma calamidade inimaginável (ANPC,2010).

## Prevenção e Proteção das Construções contra Riscos Sísmicos

Não podemos nem devemos esquecer a magnitude do sismo de Lisboa em 1755 (8,75 – 9), a sua enorme superfície macrossísmica e o seu efeito devastador na população e no edificado.

Sabemos que a dimensão e a gravidade dos efeitos de um sismo resultam em simultâneo da intensidade da ação sísmica e da vulnerabilidade dos elementos expostos. A acontecer um sismo, ele será muito devastador na área metropolitana de Lisboa, afetando milhares edifícios de habitação, serviços públicos, comércio, hospitais, indústrias, infraestruturas e terrivelmente devastador no Algarve.

Outro dos fatores é a qualidade da construção antissísmica e o estado de conservação do edificado. Sabemos que na Área Metropolitana de Lisboa existem dezenas de milhares de edifícios em estado precário de conservação e que cerca de um terço da população da região sul do país, vive em casas sem qualquer proteção antissísmica (Fundação Luso Americana, 2005).

Ora, em Lisboa, cerca de sessenta por cento dos edifícios foram construídos antes da legislação antissísmica, que surgiu em Portugal em 1958, e atualmente está em vigor o RSA – Regulamento de Segurança e Ações em Estruturas de Edifícios e Pontes, 1983 e Eurocódigo 8 Norma Portuguesa, EN 1998-1, 2010 (Fundação Luso Americana, 2010).

Assim, como medida de prevenção, propõe-se a obrigatoriedade de fiscalização do cumprimento da regulamentação antissísmica existente.

### **Prevenção e Proteção das Construções contra Risco de incêndio**

É também um facto evidente que o crescimento urbano caótico no litoral, apoiado durante muitos anos na permissividade das autoridades perante a construção clandestina e a falta de preparação técnica para levar a efeito inspeções rigorosas, originou o desordenamento existente com enormes riscos ambientais, sociais, económicos e com efeitos duradouros que se agravarão em caso de derrocada dos edifícios, em resultada da ocorrência de um sismo análogo ao registado em 1755, pelo que se impõem algumas medidas preventivas na reconstrução.

Assim, a reconstrução dos edifícios, nomeadamente dos Centros Históricos, é uma necessidade urgente. O estado degradado em que se encontra o edificado exige obras. Há na sua execução um conjunto de regras que é imprescindível que se cumpram, pois não será viável que, a curto prazo, se recupere uma rua ou um quarteirão completos.

Os edifícios que forem sendo recuperados devem cumprir requisitos mínimos:

- Existência de um isolamento entre os edifícios com paredes resistentes, no mínimo REI= 90 minutos. Estas paredes devem subir 90

a 100 cm na cobertura, para evitar que o fogo passe de um telhado para o outro;

- As escadas devem ser resistentes ao fogo, REI=60 minutos, isoladas, em compartimentos corta-fogo, permitindo a evacuação em caso de incêndio; Devem ser ventiladas (entrada de ar no piso de entrada e saída na cobertura),
- Os pavimentos e as coberturas devem ser em lajes de betão e telha na cobertura, pois são materiais não combustíveis.

As três medidas atrás referidas farão toda a diferença na diminuição de incêndios urbanos no Centro Histórico e evitarão perda de vidas humanas. Apresentam-se, ainda, outras medidas de prevenção ao risco de incêndio que deverão ser implementadas para:

#### **Reduzir o risco de eclosão de incêndio:**

- Remodelar a instalação elétrica, adaptando-a à nova regulamentação, evitando-se essencialmente as sobrecargas e/ou curto-circuitos. Para execução desta medida deve ser promovido um Protocolo de Cooperação entre os Municípios e a EDP.
- Retirar as garrafas de gás, quer em uso quer em reserva, do interior das habitações e colocá-las no exterior em locais arejados. Substituir todas as mangueiras que liguem as garrafas aos fogões, que estejam fora do prazo (4 anos) de validade. Para execução desta medida deve ser promovido um Protocolo de Cooperação entre os Municípios e as empresas fornecedoras de gás.
- Construir ou remodelar as condutas de evacuação de gases e fumos que devem ser materiais da classe de reação ao fogo (materiais não combustíveis). Para execução desta medida deve ser promovido um Protocolo de Cooperação entre os Municípios e os proprietários (senhorios e inquilinos). Providenciar uma campanha anual de

limpeza interior das condutas. Esta medida deve ser executada pelos utentes.

- Promover a limpeza das coberturas, nomeadamente os sótãos quando são utilizados como arrumos.
- O revestimento das coberturas deve ser realizado com materiais não combustíveis. Para execução desta medida deve ser promovido um Protocolo de Cooperação entre os Municípios e os proprietários (senhorios e inquilinos).

#### **Disponibilidade de meios de evacuação:**

- A distância máxima a percorrer ao longo de uma comunicação não deve exceder 10,0 metros.
- As portas dos caminhos de evacuação devem abrir no sentido da saída.
- As escadas de uso comum, que servem de caminho de evacuação, devem dispor de lanços rectos e a sua inclinação deve ser menor ou igual a 75% e o número de degraus deve ser  $3 \leq n < 25$ .

#### **Facilidade para a intervenção dos bombeiros:**

- Devem existir Postos de Chamadas Telefónicas com indicação do número de telefone dos Bombeiros e o número Municipal de Emergência (SOS Emergência). Para execução desta medida deve ser promovido um Protocolo de Cooperação entre os Municípios e a Portugal Telecom e demais empresas similares.
- Outra medida essencial é melhorar a circulação dos veículos de socorro no Centro Histórico havendo plantas em placard assinalando os arruamentos principais, secundários e sem acesso.

Posto isto, devemos interrogar-nos sobre como será no futuro, em função das medidas que têm sido tomadas e de que mencionamos as seguintes:

Foi efetuado o “Estudo de Risco Sísmico da Área Metropolitana de Lisboa e Concelhos Limitrofes”, concluído em 2002 (Fundação Luso Americana, 2010).

Elaborou-se o Plano Especial para o Risco Sísmico na Área Metropolitana de Lisboa e Concelhos Limitrofes (PEERS-AML-CL), aprovado pela Resolução nº 22/2009 da CNPC (Fundação Luso Americana, 2010).

Realizou-se o Projeto ERSTA – Estudo do Risco Sísmico e de *Tsunamis* no Algarve, em 2010, executou-se e aprovou-se o Plano Especial de Emergência de Risco Sísmico e de *Tsunamis* na região Algarve, 2011, com a 1ª revisão aprovada em 28 de Janeiro de 2014 (ANPC, 2010).

Foi implementado um sistema alerta e aviso para a região geográfica do Nordeste Atlântico, Mediterrâneo e Mares Conexos- NEAMTWS (*North-eastern Atlantic and Mediterranean tsunami Warning System*), reunindo 38 países, estando prevista, em 2015, a constituição do Centro Nacional de Alerta de Tsunamis-CNAT, a operar pelo IPMA, preparando informação para o Sistema de Proteção Civil, a quem competirá avisar as populações (Boletim PROCIV nº 44).

Entre 28 e 30 de Outubro de 2014 decorreu o Exercício NEAMWave14 em formato CPX e em que participámos (SMPC).

A 12 de Outubro de 2014 realizou-se um seminário internacional no Museu de Eletricidade em Lisboa em que o tema dominante foi “*Comunicar o risco sísmico, despertar consciências, ativar comportamentos*” (Boletim PROCIV nº 44).

A 13 de Outubro de 2014 realizou-se um “Exercício Público de Cidadania a ‘Terra Treme’ durante um minuto” iniciativa muito interessante, mas, face à ausência de uma preparação cuidada receio que tenha sido um fracasso, pois as famílias, empresas, escolas, organizações públicas e privadas, não terão “tempo” para, num processo de aprendizagem mais elaborado, executarem os três gestos que salvam, relativos a cada uma das fases: Antes do sismo - como preparar-se para um sismo; Durante o sismo - executar os três gestos que protegem; Após o sismo - cuidar de si, dos seus e dos mais vulneráveis (Boletim PROCIV nºs 69 e 79).

A Assembleia da República aprovou uma recomendação ao Governo, Resolução da A.R. nº 102/2010 - Adoção de medidas para reduzir os riscos sísmicos, onde está tudo o que deve ser feito para reduzir os riscos sísmicos,

mas citando o Professor Doutor Carlos Oliveira (entrevista de 8 de Julho 2010) “*Se ocorresse já um sismo amanhã, hipoteticamente, o país não saberia como agir*”.

Apesar de todo este trabalho, apesar da qualidade das nossas Universidades, da qualidade do Centro de Excelência em investigação sísmica, de termos regulamentação muito exigente, muito há a fazer e essencialmente envolver as pessoas, pois ocorrências catastróficas aconteceram nos últimos anos (Nugata, no Japão; L’Áquila, em Itália; Port-au-Prince, no Haiti; Tohoku, no Japão; Emília-Romagna, em Itália; Katamandu, no Nepal, ...), com danos em pessoas e bens. Portugal, devido à sua localização geográfica, está sujeito ao risco sísmico e tem grande probabilidade de ser atingido por evento de consequências inimagináveis.

Sabemos que os sismos também têm associados os incêndios urbanos, pelo que todos devemos:

### **Pugnar pela Segurança Contra Incêndios em Edifícios**

Atualmente ocorrem no Portugal Continental cerca de 10 000 incêndios em edifícios, dos quais 7 000 em habitações e 3 000 distribuídos pela indústria, oficinas e armazéns. Como medida fundamental para baixar estes números, deve promover-se o rigoroso cumprimento do Dec-Lei n.º 220/2008, de 12 de novembro, e a Portaria n.º 1532/2008, de 29 de dezembro, executar e implementar as Medidas de Autoproteção (fig. 15), tais como:

- Plano de Prevenção – procedimentos de prevenção, responsável e delegado de segurança, plantas com identificação da classificação do risco, vias de evacuação;
- Procedimentos de Emergência ou Planos de Emergência Interno (PEI);
- Registos de Segurança – mantidos durante 10 anos e sempre auditáveis;
- Procedimentos de Prevenção – acessibilidades de meios de socorro, desimpedimentos de vias de evacuação, vigilância de espaços de

maior risco, manutenção e programa de manutenção dos equipamentos de segurança;

- Formação em Segurança contra Incêndios;
- Simulacros.

**Pugnar pela obrigatoriedade de fiscalização do cumprimento da regulamentação antissísmica.**

O que fazer? Todos os cidadãos se devem informar acerca da parte estrutural do edifício, onde já residem, ou do novo que vão habitar. Neste caso devem exigir uma declaração da Câmara Municipal, confirmando o cumprimento dos regulamentos antissísmicos – Esta é uma grande medida de Prevenção.

Não interessa afirmar que a responsabilidade é dos outros. Não, a responsabilidade também é nossa. Se é verdade que não há apreciação dos projetos e fiscalização, também é verdade que há um enorme desinteresse de todos nós;

Se cada um de nós nada fizer e se mantivermos esquecida a hipótese, muito séria, de um grande sismo e *tsunami*, pagaremos por tal negligência.

Apresentamos mais uma proposta, já enquadrada na legislação da república, precisando unicamente de vontade e decisão política para ser implementada e não ser mais um decreto-lei muito inovador, mas inconsequente.



**Fig. 15** – Tríptico “Incêndios em casa” (Fonte: SMPC V. N. Gaia – 2012).  
**Fig. 15** – Triptych “Home Fires” (Source: SMPC V. N. Gaia - 2012).

Com efeito, a Lei nº 75/2013, de 12 setembro, estabelece o regime jurídico das autarquias, aprova o estatuto das entidades intermunicipais, estabelece o regime jurídico da transferência de competências do Estado para as autarquias locais e para as entidades intermunicipais e aprova o regime jurídico do associativismo autárquico.

Face a este novo instrumento legislativo, nas áreas de maior risco sísmico pertencentes à Comunidade Intermunicipal do Algarve, do Alentejo Litoral e Área metropolitana de Lisboa e concelhos limítrofes, a nossa proposta passa por criar equipas multidisciplinares (Engenheiros, Arquitetos, Sociólogos, Geógrafos, Técnicos Proteção Civil, Técnicos Ação Social, Médicos, Enfermeiros, Bombeiros) que, em colaboração com os serviços municipais de proteção civil existentes, desenvolvam um projeto para 10 anos, objeto duma candidatura aos Fundos Estruturais com o objetivo de sensibilizar, comunicar e proteger as populações:

- Sensibilização às populações (fig. 16)

Portugal criou, em 2010, a Plataforma Nacional para a Redução de Catástrofes a fim de aumentar a capacidade de resiliência das comunidades. Passados estes anos, onde estão as populações inseridas? O que está a ser feito por elas e com elas? Onde a terra tremeu ela voltará a tremer, só não se sabe é quando. Por isso, Portugal voltará a ser atingido por um sismo igual ao de 1 de novembro de



Fig. 16 - Tríptico “Sismo” (Fonte: SMPC V. N. Gaia – 2012).  
 Fig. 16 - Triptych “Earthquake” (Source: SMPC V. N. Gaia - 2012).

1755 ou ainda pior. Estaremos preparados para um sismo de magnitude elevada, semelhante por exemplo, ao de 1755? (Boletim PROCIV, nº 64).

Estão os habitantes e os imigrantes de Lisboa, sensibilizados, para no caso dum novo terramoto, fugirem para um espaço amplo, afastando-se do Tejo? Saberão para onde fugir? O Algarve em 1755 foi totalmente dizimado. Na época era pobre e pouco habitado. O que acontecerá hoje a Lagos, Albufeira, Armação de Pera, Vilamoura, Quarteira, Tavira, se o terramoto acontecer no pico do verão? Os cientistas (muitos) dizem que não estamos preparados.

Ora sabemos que para a determinação das consequências, além da magnitude (energia libertada), é importante a distância ao epicentro, pois quanto mais perto das cidades se localizar, maiores serão as suas consequências, ou seja, um terramoto fraco pode causar mais mortes e danos materiais do que um terramoto forte, se o seu epicentro estiver mais próximo dos aglomerados populacionais.

Por isso, as equipas multidisciplinares devem efetuar ações de sensibilização, todos os dias, ou durante a manhã ou durante a tarde, e prioritariamente aos Centros Históricos, incluindo:

- Visitas e vistorias, com elaboração de relatórios, a:
  - Prédios;
  - Comércio;
  - Unidades industriais-armazéns.
- Transmissão de conselhos muito simples, nomeadamente:
  - Melhorar a instalação elétrica, pois com boa instalação elétrica evitam-se muitos incêndios;
  - Aconselhar as pessoas a usarem equipamentos domésticos, adequados, evitando sobrecargas elétricas e como consequência os incêndios;
  - Aconselhar os moradores ao uso de gás. Não deve haver mais do que uma garrafa nas habitações. Não deve haver garrafas vazias. Substituição das mangueiras dos fogões que só têm um prazo de validade de 4 anos. Existência de condutas para a exaustão diretas à cobertura.

- Uma quarta medida, é acabar com velhos hábitos de guardar velharias no sótão ou na cave, que per si, criam uma enorme carga térmica e são origem de muitos incêndios.
- Comunicar o risco sísmico

Como comunicar o risco sísmico? O que condiciona a perceção social do risco sísmico? Como promover adequadamente a autoproteção? Quando vamos treinar?

A prioridade passa por instalar o CNAT – Centro Nacional Alerta Tsunamis, esperando-se que entre em operação ainda em 2015, e que inclui três componentes principais: deteção sísmica, deteção e análise de *Tsunamis*, emissão de avisos e alertas.

O Estudo para o Risco Sísmico e de *Tsunamis* do Algarve, aponta tempos de aviso situados entre 12 e 24 minutos. Ficaremos com isso mais protegidos? Só poderemos estar tranquilos se trabalharmos antes da emergência. É, pois, necessário envolver as populações, fazendo treinos.

- Proteger as populações

Proteger as populações, implica ensiná-las a como proceder “Antes”, “Durante” e “Após” o hipotético sismo.

Este seria um trabalho diário, da equipa multidisciplinar, rua a rua, lugar a lugar, de modo a envolver cada freguesia no seu todo e com base na cartografia de risco plasmada em escala adequada e de fácil leitura para o comum cidadão, o qual passaria por ensinar a toda a população os 7 passos que ajudam a salvar:

Antes

- 1º Passo: identificar e corrigir os riscos em casa;
- 2º Passo: Plano Emergência Familiar;
- 3º Passo: Preparar o Kit de Emergência;
- 4º Passo: Conhecer os pontos mais fracos do edifício;

Durante

- 5º Passo: Execute os três gestos que protegem: baixar-se, proteger-se e aguardar

Após

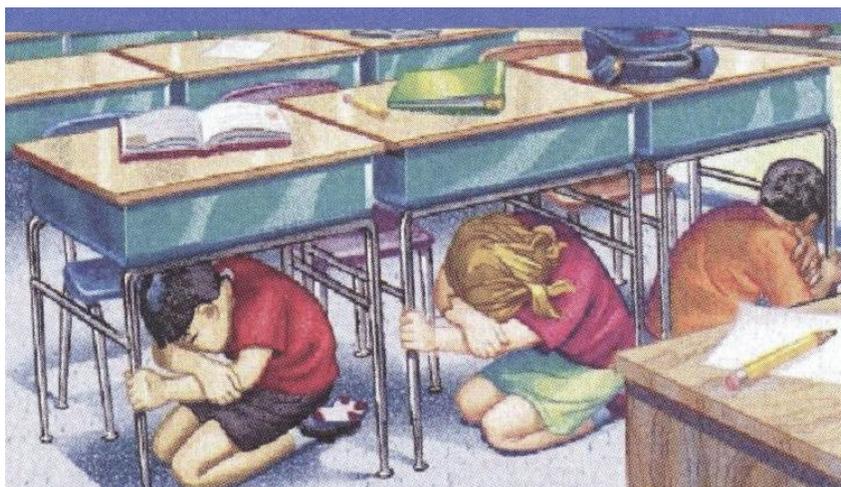
6º Passo: Cuidar de si, dos seus e dos mais vulneráveis;

7º Passo: Estar atento às indicações das autoridades.

É essencial conhecer bem os pontos mais fracos da sua habitação e saber como cortar imediatamente o gás, a água e a eletricidade para evitar incêndios e explosões. Do mesmo modo é importante ter um plano de emergência familiar, um Kit de emergência e ter um plano de treinos, pois treinar é essencial. Se não se treina, de que serve ter um Kit de emergência? De que serve haver extintores, se não os sabemos usar? Os hospitais, as escolas, os parques industriais, as redes de transportes, de energia, de telecomunicações, de água potável e de águas residuais, têm a sua cartografia de risco, identificando as suas vulnerabilidades e as respostas (fig. 17).

Como proceder? A minha proposta é criar condições, isto é, recursos humanos e materiais e por todo o país executar vistorias ordinárias para ajudar a implementar as medidas de autoproteção, exigidas por lei desde 2009.

É bom lembrar que Portugal possui quase 900 quilómetros de costa oceânica, pelo que o nosso País apresenta uma grande vulnerabilidade a mare-



**Fig. 17** - Três gestos que protegem: baixar-se, proteger-se e aguardar  
(Fonte: Fundação Luso Americana, 2005).

*Fig. 17* - Three gestures that protect : download themselves , protect themselves and wait  
(Source: Fundação Luso Americana, 2005).

mentos. Um sismo similar ao de 1755, originará com grande probabilidade um *Tsunami* de dimensões devastadoras, que matará milhares de pessoas e causará grande destruição.

Poderá ser uma grande calamidade se, por exemplo, acontecer em Agosto, durante o dia. Com efeito, devido à localização da costa algarvia muito perto do banco de Gorringe, a principal fonte causadora de sismos que provocam grandes maremotos, a chegada do *tsunami* à costa algarvia será muito rápida, impossibilitando a emissão de Alerta com a antecedência necessária para se poder proceder a uma evacuação das populações (J. P. George, 2011).

Deste modo, há ainda um grande trabalho a realizar para que possam ser minimizadas as consequências da manifestação de um sismo com características análogas ao registado a 1 de novembro de 1755.

## Bibliografia

- Araújo, Ana Cristina (2005). *O terramoto de 1755*. Lisboa e a Europa, CTT Correios;
- Civil, Autoridade Nacional de Proteção (2003). PEERS-AML-CL, Carnaxide, ANPC;
- Civil, Autoridade Nacional de Proteção (2009). *Guia Metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de sistemas de informação geográfica (SIG) de base municipal*. Carnaxide, ANPC;
- Civil, Autoridade Nacional de Proteção (2010) – *Estudo do Risco Sísmico e de Tsunamis do Algarve*. Lisboa, ANPC.
- Civil, Autoridade Nacional de Proteção (2011). *Boletim PROCIV* nº 37. Medidas de Autoproteção e gestão da segurança; pág. 6, Carnaxide, ANPC;
- Civil, Autoridade Nacional de Proteção (2011). *Boletim PROCIV* nº 44. Risco Sísmico: Despertar consciências. Ativar comportamentos; pág. 4-7, Carnaxide, ANPC;
- Civil, Autoridade Nacional de Proteção (2013). *Boletim PROCIV* nº 60, Arquitetura em cenários pós-catástrofe; pág. 4-6, Carnaxide, ANPC;>
- Civil, Autoridade Nacional de Proteção (2013). *Boletim PROCIV* nº 67, Exercício Público de cidadania – A terra treme; pág. 6-8. Carnaxide, ANPC;
- Civil, Autoridade Nacional de Proteção (2014). *Boletim PROCIV* nº 73, O caso da sentença de L'Aquila. Prevenção e Comunicação do Risco: responsabilidades dos Cientistas; pág. 6-9; Carnaxide, ANPC;
- Civil, Autoridade Nacional de Proteção (2014). *Boletim PROCIV* nº 79., Exercício Público de Cidadania – A terra treme – 2ª edição; pág. 6-9, Carnaxide, ANPC;
- Civil, Autoridade Nacional de Proteção (2014). *Boletim PROCIV* nº 81, Sistemas de alerta para Tsunamis; pág. 6-9, Carnaxide, ANPC;

- Civil, Autoridade Nacional de Proteção (2015). Boletim PROCIV nº 83, Proteção Civil e Educação para o Risco; pág. 8-11, Carnaxide, ANPC;
- COSTA, Francisco Barbosa da, 1983 – Memórias Paroquiais de V. N. Gaia de 1758. Vila Nova de Gaia: Câmara Municipal.
- Dec. Lei n.º 235/1983, de 31 de maio, Imprensa Nacional Casa da Moeda, E.P, Aprovou o Regulamento de Segurança e Ações para Estruturas de Edifícios e Pontes.
- Dec. Lei n.º 104/2004, de 7 de maio, Imprensa Nacional Casa da Moeda, E.P, Aprovou um Regime Jurídico excecional da Reabilitação Urbana de Zonas Históricas e de áreas críticas de recuperação e recompressão urbanística.
- George, João Pedro (2011). Como sobreviver a um Terramoto em Portugal. Alfragide, Publicações Dom Quixote;
- Lei n.º 75/2013, de 12 de Novembro (2013), Imprensa Nacional Casa da Moeda, E.P, Aprovou o Regime Jurídico das Autarquias Locais;
- FLAD - Fundação Luso Americana Para o Desenvolvimento (Ed.) (2005). *Prevenção e proteção das construções contra riscos sísmicos*. FLAD, Lisboa, 262 p.;
- Norma Portuguesa (NP) Eurocódigo 8 – EN 1998-1, 2010;
- Projeto Tsurima, <https://sites.google.com/a/campus.ul.pt/tsurima/home>;
- Resolução da Assembleia da República nº 102/2010, de 11 de Agosto, Imprensa Nacional Casa da Moeda, E.P, Aprovou a *Adoção de medidas para reduzir os riscos sísmicos*;
- Rosa, Luís (2004). *O Terramoto de Lisboa e a Invenção do Mundo*. Lisboa, Editorial Presença;
- Santos, Angela; Koshimura, Shunichi, (2015), The Historical Review of the 1755 Lisbon Tsunami, *Journal of Geodesy and Geomatics Engineering* 38-52, doi: 10.17265/2332-8223/2015.04.004;
- Santos, Ângela; Mendes, Susana; Corte-Real, João, (2014). Impacts of the Storm Hercules in Portugal, *Finisterra*, XLIX, 98, 2014, pp. 197-220.
- Santos, Ângela. Zêzere, José Luís; Agostinho, Rui. (2011) – O tsunami de 1755 e a avaliação da perigosidade em Portugal continental. VIII Congresso da Geografia Portuguesa, Repensar a Geografia para Novos Desafios, Comunicações, APG, Lisboa, 6 p;
- Santos, Ruben; Vicente, Romeu da Silva, (2013). Fichas de Registo de Dano Pós-Sismo, *Territorium*, nº 20, Coimbra, p. 147-154;
- Sarmento, Clara; Cardoso, Alexandre, (2006). Testemunhos históricos da influência do terramoto de 1755 na laguna de Aveiro, *Territorium* nº13, Coimbra p. 93-104.
- SMPC V. N. de Gaia (2012). Trípticos Gaia Segura. - <http://www.cmgaia.pt>;
- Universidades do Minho e do Porto* (2010). *Estudo do Risco de Erosão do Litoral do Concelho de Vila Nova de Gaia – (inédito)*,
- Wood, Robert Muir (1986). *Sismos e Vulcões*, Círculo de Leitores.

**COMUNIDADES EDUCATIVAS RESILIENTES:  
PERCEÇÃO DO RISCO E CULTURA DE SEGURANÇA<sup>1</sup>  
RESILIENT EDUCATIVE COMMUNITIES: RISK  
PERCEPTION AND SAFETY CULTURE**

**André Machado**

Escola Secundária Eça de Queirós, Lisboa  
andremachado45@yahoo.com

**Margarida Queirós**

Instituto de Geografia e Ordenamento do Território,  
Centro de Estudos Geográficos, Universidade de Lisboa  
margaridav@campus.ul.pt

**Sumário:** Conhecer a cultura de segurança numa comunidade educativa e avaliar como a perceção do risco é importante para a definição de medidas eficazes de sensibilização, gestão, mitigação e resiliência aos riscos foram os objetivos desta investigação. A realização de um inquérito permitiu conhecer as representações de professores, alunos e funcionários da Escola Secundária Eça de Queirós, em Lisboa, face a um conjunto diversificado de riscos (em particular, risco de incêndio e de sismo) no espaço escolar.

**Palavras-chave:** Comunidade Educativa : Perceção do Risco : Cultura de Segurança : Resiliência

---

<sup>1</sup> Este texto resulta de uma síntese e atualização de uma dissertação de Mestrado. Para aprofundamento do tema: Machado, A. (2012). *Perceção do risco e implementação de uma cultura de segurança: construindo comunidades educativas resilientes*. Dissertação de Mestrado em População, Sociedade e Território. IGOT, Universidade de Lisboa, 114p. Disponível em: <http://repositorio.ul.pt/handle/10451/9352>.

**Abstract:** This investigation aims to identify the safety culture in an educational community and to assess how the perception of risk is important for defining effective awareness measures, management, mitigation and resilience to risk. A survey was launched to recognise the representations of teachers, students and staff of the High School Eça de Queirós, in Lisbon, against a diverse set of risks (in particular, risk of fire and earthquake) at school.

**Keywords:** Educative community : risk perception : safety culture : resilience

## Introdução

A sociedade contemporânea está a alargar o número e a complexidade das suas atividades que hoje se reconhece trazerem riscos de degradação do ambiente natural e da qualidade de vida. Se a tecnologia está em expansão, a organização social é mais complexa, interdependente, informada e reflexiva acerca dos riscos (U. Beck, 2006).

Até muito recentemente, os fenómenos naturais perigosos representavam a maior parte dos riscos para a sociedade, situação que se tem vindo a modificar pois o processo de rápida urbanização aliada ao progresso nos transportes e comunicações a nível mundial, ao promover a concentração de população, infraestruturas e atividades económicas em espaços restritos, tornou as grandes aglomerações urbanas em espaços altamente vulneráveis não só aos riscos provocados por fenómenos naturais, como também aos de origem tecnológica e ambiental.

A tendência no incremento da frequência da ocorrência de fenómenos extremos e catástrofes, entendidas como acontecimentos excecionais aos quais apenas se podia responder com políticas reativas de ajuda de emergência, tem sido gradualmente substituída por uma outra perspetiva proativa, promovendo-se a redução dos riscos como solução sustentável para minimizar os impactos provocados pelas catástrofes na sociedade e na economia. Neste contexto, a defesa

do direito e das aspirações das populações a uma maior segurança pressupõe a implementação de medidas efetivas de avaliação e mitigação dos riscos, tanto por parte dos agentes com responsabilidades (por exemplo, as comunidades científicas e política), como pela sociedade civil, na ação individual/de grupo. Segundo M. Queirós (2000), as percepções individuais dos riscos, profundamente enraizadas no contexto social e individual, devem ser consideradas conjuntamente com os factos científicos na análise do risco. F. Bernardo (1997), E. Figueiredo *et al.* (2004) e M. Queirós *et al.* (2009) salientaram a importância da participação em processos de tomada de decisão sobre medidas de gestão e mitigação de riscos ambientais e tecnológicos; essa importância é devida ao contributo que a integração das percepções das populações locais, em conjunto com o conhecimento técnico e científico, pode dar para a legitimidade e eficácia daqueles processos (A. Delicado *et al.*, 2007).

Estudos diversos reportam um claro crescimento das catástrofes ocorridas em Portugal, nomeadamente a partir de meados de década de 80 do século XX, o que tem provocado um incremento do número total de perdas humanas e avultados danos económicos (J. Zêzere *et tal.*, 2006, 2007a, 2007b; I. Quaresma, 2009). Todavia, a incorporação da perceção e valores na criação e implementação de medidas técnicas, associadas à mitigação e gestão dos riscos de origem tecnológica e ambiental, tem sido frequentemente negligenciada, reduzindo-se a participação pública a ações de carácter pontual e, geralmente, com reduzido impacte nas decisões técnicas e políticas (E. Figueiredo *et al.*, 2004).

Tradicionalmente, a visão que as populações tinham do risco era menos-prezada por ser considerada irracional e subjetiva. Contudo, a investigação tem vindo a demonstrar que as pessoas são construtoras ativas de significado, interpretam o ambiente, resolvem ambiguidades e inferem relações causais (F. Bernardo, 1997). Assim, ao se pretender compreender como são selecionados os riscos que um indivíduo ou uma comunidade receia, deve procurar-se conhecer o modo como estes estruturam o seu pensamento sobre os riscos. Assim, a perceção do risco é produto do cruzamento da perigosidade estabelecida pelos riscos efetivos com as experiências vividas e varia de acordo com a condição económica, social e cultural do indivíduo (M. Queirós *et al.*, 2006).

Os indivíduos avaliam o risco de acordo com as suas perceções subjetivas e contextos de vida. Este processo mental de formação da perceção do risco é de extrema complexidade ao incluir as aprendizagens e experiências que o indivíduo adquiriu ao longo da sua vida e refletindo igualmente a sua esfera sociocultural e ideológica.

Estando o risco diretamente relacionado com as dinâmicas socioeconómicas específicas de cada contexto social e territorial, a dimensão e a intensidade do mesmo não só é percecionada diferentemente em contextos diversos, como o nível de aceitação, a adesão a medidas de mitigação e a capacidade de intervir na gestão são igualmente diversas. Pode-se por isso afirmar que, perante situações de risco, cada contexto social desenvolve reações e comportamentos próprios que se encontram dependentes das suas características socioculturais, económicas e territoriais (A. Machado, 2012).

Se o risco é socialmente construído, muitos dos julgamentos na sua base são influenciados por importantes fatores psicológicos, sociais, culturais e políticos (P. Slovic, 2000, 2010). Assim, a integração da perceção do risco na análise, avaliação e comunicação do risco, tem-se revelado importante na eficácia dos processos de decisão, ao legitimar as medidas de gestão e mitigação adotadas e permitindo uma maior e eficaz adesão das mesmas junto da população-alvo, neste caso concreto, as pessoas que constituem a Comunidade Escolar<sup>2</sup> (CE) da Escola Secundária Eça de Queirós (ESEQ), em Lisboa.

Esta investigação demonstra que a perceção que os indivíduos que constituem a CE da ESEQ têm do risco, varia de acordo com as características do mesmo e a informação adquirida; revela ainda que os comportamentos (práticas) manifestados pela referida comunidade face ao risco variam consoante as representações do risco, as suas características sociodemográficas e o grau de confiança nas instituições. Conclui-se por isso que a forma como os elementos da CE percecionam o risco condiciona a definição de estratégias eficazes de

---

<sup>2</sup> Na Comunidade Escolar (CE) consideram-se todos os alunos, docentes, assistentes operacionais e assistentes técnicos frequentadores habituais do espaço escolar nos Olivais-Sul, Lisboa, e durante um determinado período temporal (neste caso, o ano lectivo de 2010/2011).

sensibilização, gestão e mitigação dos riscos conducentes à implementação de uma cultura de segurança e à constituição de uma comunidade resiliente face às emergências (A. Machado, 2012).

### **O risco em estabelecimentos escolares: a função essencial da educação e formação na sensibilização para os riscos**

De acordo com M. Kano *et al.*, 2007, apesar da abundante e diversificada literatura científica sobre a perceção e o comportamento em relação ao risco e em resposta às catástrofes naturais e aos acidentes de grande magnitude e impacto, deveria existir mais pesquisa e estudos sobre os temas da perceção e prevenção do risco nas organizações e instituições públicas, com particular relevância para os estabelecimentos de ensino básico e secundário. Todavia, em Portugal, alguns estudos foram já realizados sobre esta temática (ver M. Inácio, 2010, A. Machado, 2012)

Segundo M. Kano *et al.*, 2007, uma elevada percentagem de escolas básicas e secundárias cumprem o normativo legal, isto é, possuem extintores, realizam inspeções de segurança às instalações e aos equipamentos de primeiro socorro e possuem planos de prevenção e emergência, mas raramente reportam qualquer informação sobre medidas e atividades de preparação da sua população, especialmente para situações de emergência de grande escala, nomeadamente em situações de incêndio e de sismo (M. Kano *et al.*, 2007). Alguns estudos dedicados à avaliação da preparação das escolas para lidar com situações imprevistas provocadas por fenómenos perigosos, chegam a conclusões pouco animadoras. Um dos estudos conclui que a maioria das escolas não realizava exercícios de emergência com regularidade e registavam uma insuficiente comunicação com os pais e encarregados de educação sobre os procedimentos a tomar em situações de crise. Outro (M. Kano *et al.*, 2007), refere que a maioria das escolas não previa medidas de segurança para as crianças com necessidades especiais e não se coordenavam com as forças locais de proteção civil.

A literatura relativa à prevenção para a emergência refere que é frequente as instituições públicas assumirem que estão preparadas e seguras a partir do momento em que disponham de um plano de emergência. Contudo, os planos de prevenção e emergência só são eficazes com a disponibilidade de meios de primeiro socorro e a realização regular de exercícios de evacuação (M. Kano *et al.*, 2007, M. Inácio, 2010). Porém, a prevenção para a emergência implica uma reflexão sobre o risco e a perceção que dele se tem, compreende não apenas investimentos em tecnologias de segurança passivas e despesas em manutenção ou fiscalização dos edifícios, mas também, ações de informação e participação ativa nos processos de educação para a prevenção, para os quais é pertinente conhecer como as pessoas percecionam o risco.

Em contexto escolar, o factor decisivo para uma resposta adequada à emergência encontra-se na preparação antecipada. Contudo, só será eficaz se existir uma cultura de segurança na CE para que os envolvidos sintam uma efetiva preocupação com a sua própria segurança, promovendo de forma ativa e consciente as medidas de autoproteção, convertendo-se assim nos primeiros agentes de proteção civil, não só na escola, como também nos demais cenários e contextos do quotidiano (A. Machado, 2012).

Uma resposta adequada à emergência não será sólida se os fatores que intervêm e condicionam a perceção e o comportamento face aos riscos por parte dos diferentes elementos que constituem a CE forem desconhecidos. A experiência demonstrou os efeitos positivos da educação na redução do risco; as sociedades familiarizadas e preparadas para os acidentes demonstram que a educação pode contribuir de forma decisiva para a sua proteção nos momentos de gestão das crises (ISDR, 2005). Os programas curriculares do ensino básico e secundário assumem uma particular importância numa estratégia de implementação e desenvolvimento de uma cultura de prevenção, pois permitem lecionar-se temas relacionados com os perigos, os riscos e as vulnerabilidades a que estão expostas as comunidades (M. Inácio, 2010), possibilitando não só um melhor conhecimento e perceção das características do meio local em que os jovens vivem, como também um estímulo para a transmissão aos familiares e amigos dos conhecimentos relacionadas com as medidas e os comportamentos

adequados face às emergências (ISDR, 2005; M. Queirós e A. Santos, 2013; A. Santos e M. Queirós, 2015).

As escolas ocupam uma posição central em qualquer comunidade, pois constituem um elo de ligação entre os elementos das diferentes gerações, conferindo-lhes assim um papel privilegiado na sensibilização e consciencialização da sociedade para os riscos e perigos. Contudo, até recentemente, muito pouco se tem realizado de forma sistemática neste sentido, desperdiçando-se assim um valioso recurso, tendo ainda em consideração o facto de os jovens e as famílias constituírem dois grupos com maior vulnerabilidade aos efeitos de um desastre.

Atualmente, os modelos de prevenção e de resposta aos desastres incorporam a resiliência, conceito que traduz o objetivo da adequada preparação das comunidades para absorver distúrbios e recuperar de um evento danoso no mais curto espaço de tempo possível sem perder a sua identidade. O conceito de resiliência foi pela primeira vez aplicado aos sistemas ecológicos (ecossistemas) por Holling (1973), para descrever a propriedade de manutenção dos sistemas naturais face a mudanças nos ecossistemas provocadas tanto por causas naturais como humanas. Assim, o conceito de resiliência foi inicialmente definido como *a quantidade de perturbação que um sistema pode absorver sem mudar de estado*. Este conceito de resiliência foi adotado pela física e pela engenharia, sendo por isso sido designado por Holling como *engineering resilience* (Holling, 1973).

Segundo Walker *et al.*, (2002) citado em Santos e Partidário, (2011), o principal objetivo na gestão da resiliência de um sistema é impedir que evolua para situação indesejáveis quando sujeito a perturbações externas. Mais tarde, Holling e Walker *et al.* (2004), propuseram um conceito de resiliência aplicado aos sistemas socioecológicos, referindo-se à capacidade de um sistema absorver perturbações e reorganizar-se, quando sujeito a forças de mudança, sendo capaz de manter as suas funções, estrutura, identidade e mecanismos de funcionamento.

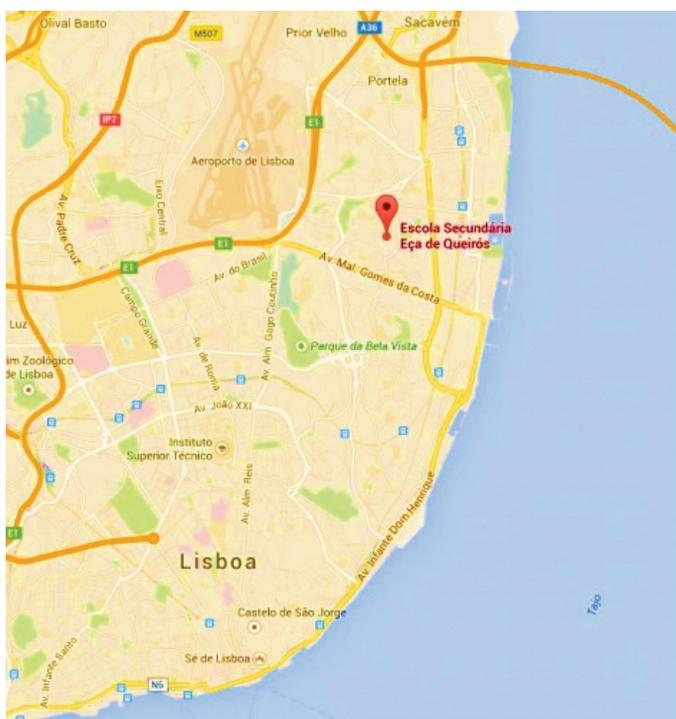
Ao ser transposto para um sistema social, como é uma comunidade escolar, o conceito de resiliência não é sinónimo de invulnerabilidade. Exprime ter “consciência” das próprias vulnerabilidades para conseguir adaptar-se às circunstâncias imprevistas, conseguindo retirar experiência delas em seu proveito (absorvê-las) e utilizá-las para reorganizar a situação. Uma comunidade

escolar resiliente apresenta um baixo risco de alteração. Quando ocorre uma perturbação, o sistema CE tem a capacidade de se reorganizar, permitindo manter no essencial as suas funções, estrutura e identidade. Uma escola que: i) durante e após um “choque” garanta um número mínimo de componentes funcionais (operacionais) em funcionamento, ii) que esses elementos possam ser suficientemente diversificados para garantir a proteção da escola contra os danos provocados, iii) de forma rápida e eficiente e iv) sendo capaz de tudo isto autonomamente, então a CE apresenta as características de um sistema resiliente. Estas componentes da CE funcionam de forma colaborativa, em rede, estão interligadas e são capazes de aprender com a experiência para acomodar a mudança (auto-organizadas). No presente caso, o objetivo da pesquisa foi o de ajudar a comunidade escolar a preparar-se para um acontecimento perigoso, minimizar os danos e recuperar tanto física como psicologicamente. Para tal foi preciso começar por perceber como a CE equaciona o risco.

### **O caso de estudo: enquadramento territorial e social**

A Escola Secundária Eça de Queirós (ESEQ) é uma instituição pública, e situa-se na rua Cidade de Benguela no bairro dos Olivais-Sul, em Lisboa (fig. 1). A sua localização coloca-a numa situação de vulnerabilidade sísmica considerável, mas livre do risco de *tsunami* pela altitude relativamente elevada em relação ao rio Tejo e com diminuto risco de inundação por se edificar numa pequena encosta com um declive acentuado.

De acordo com a carta da vulnerabilidade sísmica dos solos (segundo o *Relatório da Proposta Preliminar de Revisão do PDM de Lisboa*, julho de 2009), a ESEQ encontra-se edificada numa área onde a natureza dos solos lhes confere uma vulnerabilidade média aos sismos (formações argilosas consolidadas, rochas de baixa resistência/solos coerentes rijos, rochas brandas). Está situada numa vertente, a cerca de 1400 metros de distância da margem ribeirinha do rio Tejo, a uma altitude média aproximada de 55 m.



**Fig. 1** - Localização da Escola Secundária Eça de Queirós no bairro dos Olivais-Sul, Lisboa (Fonte: Google Maps). Coordenadas Geográficas do Edifício Central: Latitude: 38° 45' N; Longitude: 09° 06' O; Altitude média: 55 m.

**Fig. 1** - Location High School Eca de Queirós in the neighborhood of Olivais Sul, Lisbon (Source: Google Maps) Geographic coordinates of the Central Building: Latitude: 38° 45' N; Longitude: 09° 06' O; average Altitude: 55 m.

Nesta escola eram lecionados em 2010/2011 os cursos dos ensinos básico, secundário, ensino secundário recorrente noturno por módulos capitalizáveis e os cursos de educação e formação de adultos, num total de 1070 estudantes do regime diurno (704) e noturno (366). Em ambos os turnos, frequentava esta escola uma população discente heterogénea, tanto em termos étnicos e culturais como sob o ponto de vista etário e social, o que constitui um interessante e adequado universo para o tema em estudo. Fazem ainda parte do universo em estudo, o pessoal docente (153) e assistentes, operacionais e técnicos (33) (A. Machado, 2012).

## Metodologia

A ausência de informação oficial sobre o tema e a heterogeneidade da CE em estudo torna-a difícil de avaliar. Como se pretendeu compreender e interpretar como os sujeitos que a compõem experienciam, pensam e agem (que valores, representações, crenças, opiniões e atitudes), relativamente a situações de risco nos espaços considerados e, dada a inexistência de outra fonte de informação disponível, a metodologia utilizada para a realização do referido estudo de percepção de risco contou com o desenho e lançamento de um questionário à CE da ESEQ autorizado pela Direção. Os inquiridos responderam de forma voluntária, após a realização de três sessões de esclarecimento sobre as questões e os objetivos a atingir, tendo o primeiro autor estado sempre presente em todas as sessões de resposta para o esclarecimento de qualquer dúvida.

Os alunos e os assistentes técnicos e operacionais acederam e responderam ao inquérito através do servidor da escola, em salas de aula TIC; os docentes tiveram acesso ao site através do envio autorizado do respectivo link de acesso para os e-mails de 56 professores, dos quais 36 responderam em tempo útil<sup>3</sup>.

Para a conceção dos questionários foi consultada bibliografia relativa à sociologia do risco e estudos de percepção do risco, a partir da qual foram definidos os temas considerados relevantes para a análise das representações e práticas da CE face a um conjunto diversificado de riscos. Os questionários foram estruturados de acordo com sete tópicos (TABELA I), a partir dos quais foi desenhado o “questionário de percepção de riscos na CE” que foi aplicado à CE da ESEQ no ano letivo de 2010/11.

À exceção dos assistentes técnicos, o número de questionários realizados foi superior ao necessário, o que se justificou pelo facto de os mesmos terem sido executados em grupo/turma ou, no caso dos docentes, dentro do prazo

---

<sup>3</sup> Foram ainda realizadas entrevistas a atores-chave da comunidade escolar (professores delegados e coordenadores), a responsáveis de instituições de segurança e proteção civil (bombeiros, serviços municipalizados de proteção civil), e professores delegados de segurança de escolas públicas em Lisboa. Essa informação não foi utilizada neste texto; todavia para aprofundamento cf. A. Machado (2012).

**TABELA I** - Tópicos e objetivos no desenho dos questionários.  
**TABLE I** - Topics and objectives in the design of the questionnaires.

<b>Tópicos</b>	<b>Objetivos</b>
1. Perfil sociodemográfico dos inquiridos	Conhecer o perfil sociodemográfico da população inquirida (idade, sexo, nacionalidade, habilitações literárias/escolaridade, local de residência e profissão e escolaridade dos pais/encarregados de educação dos alunos.
2. Sentimento geral de segurança	Avaliar o sentimento de segurança experienciado pela CE no seu quotidiano e nos espaços considerados; Avaliar diferenças significativas nas representações mentais face aos riscos por parte dos diferentes elementos da comunidade escolar.
3. Perceção aos riscos naturais, ambientais, tecnológicos e humanos nos espaços considerados	Analisar como a CE percebe os perigos nos diferentes espaços (em casa, na escola, no bairro dos Olivais e na cidade de Lisboa), através do grau de preocupação suscitado e da sua probabilidade de ocorrência; Avaliar diferenças significativas nas perceções face aos riscos.
4. Caracterização dos perigos mais preocupantes em casa e na escola	Analisar como a CE percebe os perigos nos espaços considerados; Avaliar diferenças significativas nas perceções, representações mentais e comportamentos face aos riscos por parte dos diferentes elementos da CE.
5. Perceção da frequência dos riscos no espaço escolar	Analisar como a CE percebe a frequência dos riscos no espaço considerado; Avaliar eventuais diferenças significativas nas perceções e representações mentais face aos riscos por parte dos diferentes elementos da CE.
6. Confiança nos agentes e instituições fonte de informação sobre riscos	Avaliar a confiança depositada na informação transmitida pelas diferentes instituições e entidades com responsabilidades na comunicação, na segurança e na proteção civil; Avaliar eventuais diferenças significativas nas perceções e representações mentais face aos riscos por parte dos diferentes elementos da CE.
7. Participação pessoal, conhecimento, prevenção e experiência pessoal dos riscos	Avaliar o grau de participação dos elementos da CE em relação aos riscos, nomeadamente como se informam e que conhecimentos e medidas de prevenção costumam tomar; Avaliar o conhecimento de comportamentos adequados em caso de emergência e a experiência pessoal com situações de incêndio e sismo; Avaliar eventuais diferenças significativas nas perceções, representações mentais e comportamentos face aos riscos por parte dos diferentes elementos da CE. Analisar como a perceção dos riscos determina a definição de estratégias eficazes de sensibilização, gestão, mitigação e resiliência aos riscos.

Fonte/Source: A. Machado (2012)

útil de resposta. Assim, de um total calculado em 202, foram considerados válidos um total de 210 questionários, repartidos pelas diferentes categorias de elementos da CE.

Os questionários foram constituídos com questões de resposta fechada para um tratamento estatístico objetivo, segundo uma amostragem estratificada representativa. A dimensão da amostra foi calculada de acordo com uma tabela a 99,9%, para uma margem de erro inferior a 0.5% (D. Abreu, 2006: A-105), a partir da qual foi apurado o número de questionários a realizar em cada categoria da população (TABELA II).

**TABELA II** - Docentes, Alunos, Assistentes Operacionais e Técnicos, ESEQ  
(ano letivo 2010/2011)

**TABLE II** - Teachers, Students, Operational and Technical Assistants, ESEQ  
(academic year 2010/2011)

<b>Comunidade Escolar</b>	<b>H</b>	<b>M</b>	<b>Total</b>	<b>Questionários a realizar (margem de erro: 0,1%)</b>	<b>Questionários realizados</b>
Docentes	58	95	153	35	36
Alunos	388	682	1070	142	144
Assistentes Operacionais	5	16	21	15	20
Assistentes Técnicos	--	12	12	10	10
TOTAL	451	805	1256	202	210

Fonte/Source: A. Machado (2012)

O questionário foi construído com recurso ao software disponibilizado pela Google.com, e acedido através do servidor da escola; foi alojado num sítio internet criado para o efeito, tendo ficado disponível no endereço electrónico: <https://sites.google.com/a/queiroz.pt/percepcao-de-riscos-eca-de-queiros/home> onde constou ainda uma página com informação de contextualização, a estrutura e os objetivos a alcançar com a sua realização, tendo o prazo útil de acesso e resposta decorrido entre os dias 16 de fevereiro e 11 de março de 2011 (A. Machado, 2012).

A informação relativa às respostas dadas ia sendo contabilizada numa *spreadsheet* anexa ao questionário, de onde foi posteriormente exportada para uma folha de Excel, a partir da qual se constituiu uma base de dados para o tratamento estatístico e gráfico da informação.

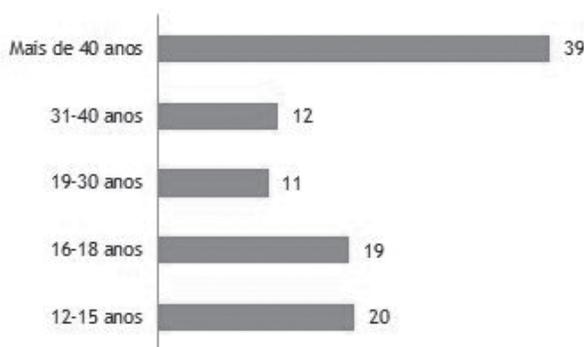
## Segurança e percepção do risco: análise do questionário à Comunidade Escolar da ESEQ

### Perfil dos inquiridos: breve síntese

A análise do perfil sociodemográfico dos inquiridos da CE, permite não só o conhecimento da sua estrutura, de acordo com as variáveis consideradas

mais significativas neste estudo, como também averiguar que relações se estabelecem entre as características sociodemográficas dos inquiridos e o modo como se relacionam com o risco, ou seja, se variáveis como o sexo, a idade e a escolaridade, interferem nas percepções, atitudes e comportamentos relacionados com os riscos. Sempre que a análise da informação sugeriu a pertinência de alguma destas variáveis na explicação dos dados obtidos, procedeu-se à sua interpretação de forma mais específica e contextualizada.

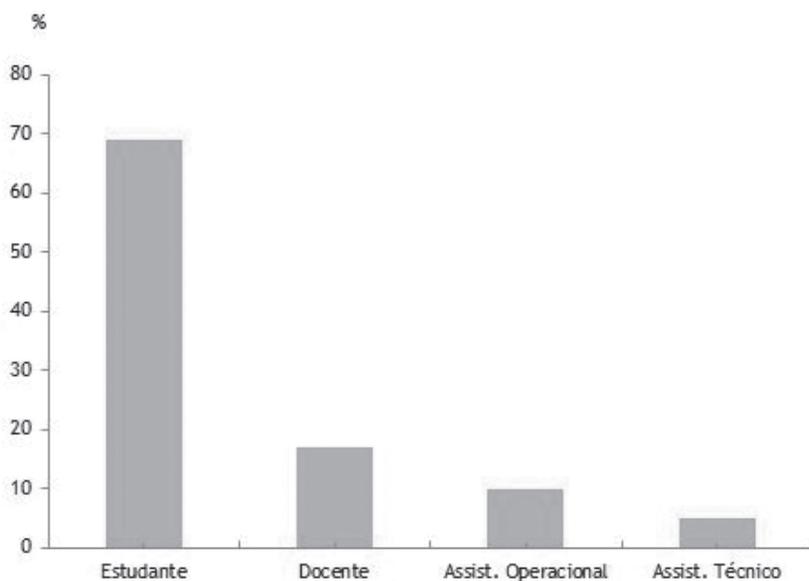
A fig. 2 representa a composição etária percentual dos inquiridos. O elevado valor de pessoas pertencentes ao escalão etário superior, fica a dever-se ao facto de a maioria dos docentes, dos alunos dos cursos noturnos e dos assistentes operacionais terem idades superiores aos 40 anos. Foi registada uma predominância de indivíduos do sexo feminino na CE devido ao maior número de alunos, de docentes, de assistentes operacionais e técnicos daquele sexo.



**Fig. 2** - Composição etária da população inquirida (%) (Fonte: A. Machado, 2012).  
**Fig. 2** - Age composition of the population surveyed (%) (Source: A. Machado, 2012).

O gráfico da fig. 3 representa a dimensão percentual de cada uma das categorias de elementos da CE na amostra em estudo, verificando-se uma óbvia e esperada preponderância dos estudantes.

Na composição da amostra dos estudantes, constatou-se que a maioria frequentava o ciclo de estudos do ensino secundário (54%), não tendo sido possível questionar os alunos inscritos nos cursos secundários por módulos capitalizáveis por indisponibilidade no acesso às salas TIC.



**Fig. 3** - Estatuto dos inquiridos (%) (Fonte: A. Machado, 2012).

**Fig. 3** - Status of the respondents (%) (Source: A. Machado, 2012).

### Sentimento geral de (in)segurança percebido pelos elementos da Comunidade Escolar

No sentido de avaliar o sentimento geral de segurança dos elementos da CE (tópico 2 da TABELA I), foi pedido aos inquiridos que qualificassem como se sentiam no dia a dia tendo em conta os riscos que correm, de acordo com uma escala ordinal de 5 níveis (de 1 – bastante seguro, a 5 – bastante inseguro). Os resultados obtidos revelaram que a imensa maioria (92%) se sentia entre relativamente seguro e bastante seguro no seu quotidiano, contrastando com uma minoria que relatou um sentimento de insegurança (8%), correspondente às opções de relativamente inseguro e bastante inseguro. Estes dados parecem sugerir, tal como foi constatado noutros estudos (M. Queirós *et al.*, 2009), que não existe uma perceção alargada de perigo entre a população inquirida, existindo um sentimento de segurança generalizado, apenas não partilhado por um pequeno grupo que não chega aos 10% dos inquiridos.

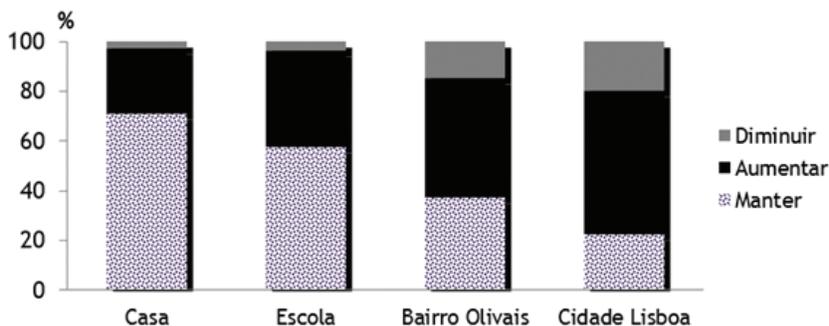
Alguma literatura académica tem salientado a heterogeneidade das preocupações das pessoas acerca dos riscos que correm (G. Frias, 2004; M.L. Lima, 2004 e 2005; M. Queirós *et al.*, 2009). Assim, foi detetado existir uma relação entre o sexo e sentimentos de insegurança, com as mulheres a registarem níveis mais elevados de preocupação e de ameaça, assim como por parte dos grupos socialmente menos favorecidos, isto é, nos menos escolarizados e com menores rendimentos e nos mais idosos. Esta evidência poderia ser explicada pelo menor acesso à informação, maior dificuldade em a descodificar, escolhas mais limitadas e menor capacidade de agir de forma a evitar um risco (M.L. Lima, 2005; A. Delicado *et al.*, 2007).

Pretendeu-se ainda avaliar o grau de segurança percebido em cada um dos quatro espaços considerados no questionário, a saber: casa, escola, bairro dos Olivais e cidade de Lisboa. A sua análise permite afirmar que, tal como já foi constatado relativamente ao sentimento geral de segurança, os indivíduos sentiam-se maioritariamente seguros (desde relativamente seguros a bastante seguros) em todos os espaços, registando o espaço da escola um valor de respostas ligeiramente superior (206) ao do registado para casa (200).

O maior sentimento de insegurança evidenciado em relação ao bairro dos Olivais e à cidade de Lisboa (27 e 38 respostas, respetivamente), apresenta contudo valores significativamente reduzidos, tal como no que diz respeito à percentagem de respostas relativas à tendência da evolução futura da diminuição da segurança, repetidamente mais evidentes para o bairro dos Olivais (15%) e para a cidade de Lisboa (20%). Apesar de pouco significativa, esta perceção de insegurança, novamente maioritária nos indivíduos do sexo feminino com idade mais avançada, poderá explicar-se também pela sua maior vulnerabilidade física, o seu papel na proteção e prestação de cuidados à família e a capacidade em assumir com mais naturalidade os seus medos, colocando-os numa situação de maior ansiedade relativamente à insegurança percebida.

Ainda relativamente à tendência da evolução futura da segurança em cada um dos espaços considerados (fig. 4), constatou-se que a maioria dos respondentes entendia que a segurança se iria manter (em casa e na escola) e aumentar (no bairro dos Olivais e na cidade de Lisboa), contrariando as

opiniões pessimistas obtidas tanto noutros inquéritos nacionais como em estudos internacionais. O estudo das estratégias mentais ou heurísticas que as populações usam para dar sentido a um mundo incerto (F. Bernardo, 1997), e que leva a enviesamentos relacionados com a presença de situações de incerteza e insegurança, pode trazer alterações da perceção em termos de estimativa de risco e do seu impacto.



**Fig. 4** - Evolução futura da segurança (Fonte: A. Machado, 2012).

*Fig. 4* - Evolution of future safety (Source: A. Machado, 2012).

Estudos de psicologia cognitiva (M.L. Lima, 2004) mostram que tendemos a evitar a incerteza, o que necessariamente envia a avaliação dos riscos. Esta estratégia mental ou heurística da evitação da incerteza pode levar a uma tendência de negação do risco a que as pessoas estão sujeitas (M. Lima, 2005). Ficam patentes os elevados valores do sentimento geral de segurança no dia a dia, nos diferentes espaços (nomeadamente em casa e na escola), e na manutenção/aumento da segurança como tendência futura em todos os espaços considerados pela grande maioria dos elementos da CE, o que, como acima se referiu, constitui um resultado bastante atípico comparativamente com outros estudos (M.L. Lima, 2005; A. Delicado *et al.*, 2007). Outra possível explicação diametralmente oposta à tendência de negação do risco por parte das populações encontrar-se-ia numa adoção mais ou menos generalizada da reação adaptativa do optimismo persistente anunciada por A. Giddens (1992), em que os indivíduos acreditam e confiam no advento de novas soluções científicas, sociais e tecnológicas para os principais problemas no futuro.

## Percepção do risco por tipologia de espaço

Há riscos cuja carga simbólica, mais do que a probabilidade efetiva da sua concretização ou os seus potenciais efeitos, os torna especialmente temidos; outros riscos merecem especial atenção dos media; outros suscitam relevância especial para certas populações. Estando a percepção dos riscos também associada às suas características, natureza e aos contextos temporal e espacial, procurou-se compreender como são percecionados os diferentes riscos pelos elementos da CE. Assim, foi questionado o grau de preocupação suscitado por um conjunto de potenciais riscos relativamente aos espaços de casa, à escola e ao bairro dos Olivais, medindo-se essa preocupação numa escala ordinal de 5 níveis (1 – não me preocupa nada a 5 – preocupa-me muito). De uma maneira geral, os inquiridos manifestaram em todos eles graus de preocupação médio a relativamente elevado, com níveis quase sempre superiores a 3.

No que diz respeito aos riscos que suscitaram mais preocupação em casa e na escola, destacam-se os perigos de sismo e de incêndio (com valores médios de 3,73 e 3,62, respetivamente), o que constitui uma percepção desejável da perigosidade real, tendo em conta que são precisamente as duas situações previstas como de maior perigosidade nos planos de prevenção e emergência dos estabelecimentos escolares. Contudo, estes resultados são surpreendentes, nomeadamente no que diz respeito à elevada preocupação manifestada em relação aos sismos; noutros estudos similares, é frequentemente constatada uma menor preocupação com os perigos provocados por fenómenos naturais considerados pouco prováveis, como é o caso dos sismos (A. Delicado *et al.*, 2007). É ainda de assinalar o elevado grau de preocupação manifestado na escola para o risco de contágio de doenças graves (valor médio de 3,5), relacionando-se um problema de saúde pública com um espaço de utilização coletiva.

Uma outra interpretação plausível seria considerar que uma parte destes resultados constituía uma consequência das iniciativas de sensibilização já concretizadas junto da CE da ESEQ. Uma outra provável explicação poderá relacionar-se com as notícias amplamente difundidas pelos media sobre os sis-

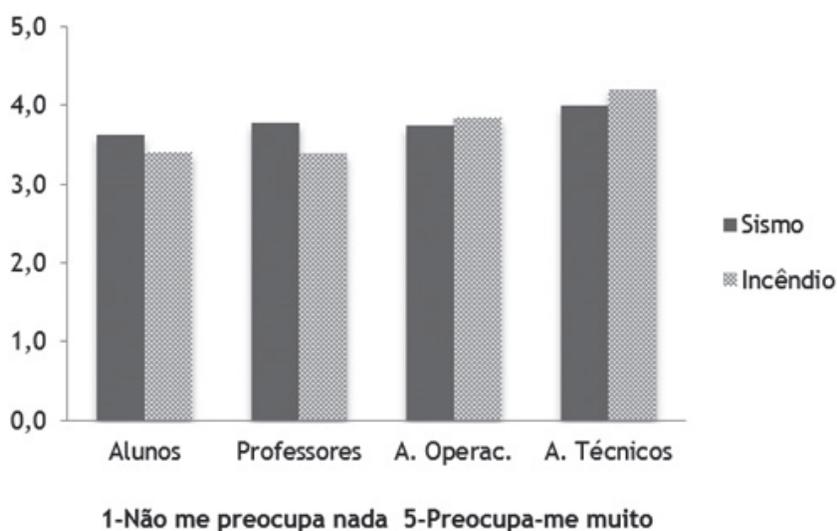
mos ocorridos na Nova Zelândia e no Japão durante a realização do inquérito. Ambas as hipóteses carecem de confirmação.

Os resultados do inquérito revelaram que há uma tendência para que os riscos mencionados como mais preocupantes serem os que mais escapam ao controlo dos indivíduos (que têm reduzidas possibilidades de agirem para os evitarem), aumentando assim a sua sensação de impotência e de vulnerabilidade, como é o caso dos sismos, doenças contagiosas e da guerra/terrorismo/atentados (A. Delicado *et al.*, 2007). Pelo contrário, perigos que são percecionados como mais distantes ou improváveis, ou que consideram poder ser mais facilmente controláveis, tendem a ser desvalorizados. É o caso dos *tsunamis* e das cheias/inundação, em parte devido também ao facto de a escola se situar num local elevado, o que certamente influenciará a perceção relativamente a estes riscos.

Procurou-se ainda averiguar a existência de eventuais diferenças significativas no grau de preocupação manifestada pelos elementos da CE aos riscos de sismo e incêndio no espaço da escola. Pela análise da fig. 5, conclui-se que os alunos e os professores manifestaram menores valores médios de preocupação ao risco de incêndio e de sismo, enquanto os assistentes operacionais e técnicos tenderam a apresentar valores médios superiores para ambos (excetuando o caso dos sismos por parte dos professores que foi ligeiramente mais alto que o verificado para os assistentes operacionais).

Apesar dos dados obtidos apenas compararem o grau de preocupação entre os riscos de sismo e incêndio, poder-se-á concluir da não existência de uma relação entre o nível de qualificação académica e a perceção de riscos. A literatura neste domínio tem mostrado uma maior sensibilização ao risco por parte dos grupos socialmente menos favorecidos, isto é, nos menos escolarizados e nos que têm menores rendimentos (M.L. Lima, 2005; M. Queirós, 2009). Apesar das diferenças não serem muito significativas, os alunos constituem a categoria da CE com menores graus de preocupação com o risco de sismo e os professores com o risco de incêndio, o que constitui provável indício da necessidade de uma maior sensibilização a estas duas categorias de elementos da CE.

A fig. 6 traduz a informação resultante da questão onde se pedia à população inquirida que assinalasse a maior possibilidade de ocorrência na escola

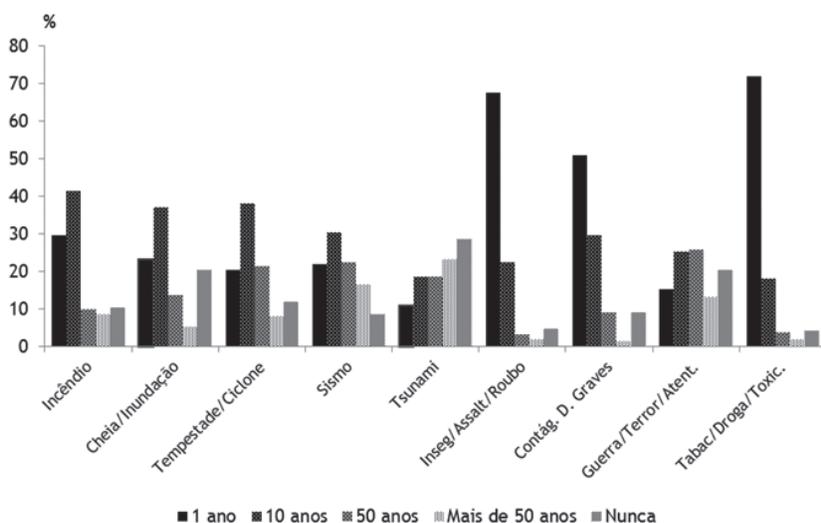


**Fig. 5** - Grau de preocupação aos riscos de sismo e incêndio na escola  
(Fonte: A. Machado, 2012).

*Fig. 5* - Degree of concern to the risks of earthquake and fire at school  
(Source: A. Machado, 2012).

de cada um dos riscos dentro de um horizonte temporal (1, 10, 50, mais de 50 anos e nunca).

Apesar de uma significativa parte dos inquiridos ter manifestado dificuldade em responder a esta questão, o que poderá indiciar uma certa dificuldade na perceção da ocorrência provável dos riscos a que se pode estar exposto, constata-se uma nítida predominância das respostas em relação à maior possibilidade de ocorrência (1 ano), dos riscos de tabaco/droga/toxicoddependência, insegurança (assalto/roubo) e contágio de doenças graves, todas com percentagens superiores a 50%. Num cenário com uma possibilidade a 10 anos, foram assinalados como mais prováveis os riscos de incêndio, tempestade/ciclone, cheia/inundação e sismo com respostas superiores a 30%. Com uma possibilidade de ocorrência a 50 anos, foi referido com 26% de respostas, o risco de guerra/terrorismo/atentado, sendo considerada nula a probabilidade do risco de *tsunami* com 29% das respostas.



**Fig. 6** - Possibilidade de ocorrência dos riscos na escola (Fonte: A. Machado, 2012).  
**Fig. 6** - Possibility of occurrence of the risks at school (Source: A. Machado, 2012).

Relativamente às dificuldades manifestadas na realização de estimativas subjetivas da frequência e probabilidade da ocorrência dos riscos, existe investigação que demonstra que as pessoas colocadas perante a necessidade de fazerem julgamentos complexos ou tomar decisões com muitas variáveis usam estratégias de simplificação. Estas heurísticas são facilitadoras da decisão, mas conduzem simultaneamente a erros sistemáticos e previsíveis. Segundo F. Bernardo (1997), uma das estratégias mentais frequentemente utilizadas em situações nas quais é necessário avaliar a possibilidade de ocorrência de um acontecimento, é a heurística de disponibilidade de um acontecimento ou ocorrência. Neste caso, verifica-se frequentemente que o sujeito é influenciado pela facilidade com que o acontecimento ou ocorrência é recordada, considerando o fenómeno mais recente como mais frequente e provável.

A heurística da disponibilidade tem também consequências na comunicação dos riscos, uma vez que a mera divulgação de um perigo leva a um aumento da preocupação. Deste modo, as notícias na comunicação social acerca de uma determinada fonte de risco, ao tornarem mais disponíveis exemplos específicos, tendem

a produzir uma inflação do risco percebido (M.L. Lima, 2005), facto considerado pertinente na definição de um plano de comunicação eficaz do risco. Esta heurística da disponibilidade poderá explicar, em parte, o relativamente elevado grau de preocupação manifestado em relação ao risco sísmico, devido aos já mencionados eventos/catástrofes naturais ocorridos na Nova Zelândia e no Japão durante a realização do presente inquérito, e que foram amplamente noticiados pelos media.

### **A confiança nas fontes de informação sobre os riscos**

As percepções e os comportamentos do público perante o risco são fortemente influenciados pela sua apreciação da forma como o risco é avaliado e gerido pelas entidades competentes. É frequente a discordância nos discursos sobre o risco (existência ou não existência, dramatização ou minimização) por parte dos diferentes atores (Estado, técnicos, associações ambientalistas e de consumidores, jornalistas, profissionais de saúde, etc.). De acordo com A. Tavares *et al.*, (2011), as questões da confiança e da credibilidade adquirem uma importância central para a relativização do risco e para a cultura de segurança e a resiliência das comunidades (tópico 6 da TABELA I).

A credibilidade das instituições e a confiança nelas depositadas variam, desde logo, consoante a natureza da própria instituição (governo, indústria, grupos ambientalistas/de consumidores), sendo igualmente condicionadas por factores como a capacidade técnica (no que respeita aos técnicos), a abertura e a honestidade (relativamente às autoridades públicas) e a preocupação e cuidados demonstrados (no que respeita às empresas) (A. Delicado *et al.*, 2007). Se a população tiver vivido, por exemplo, uma situação anterior de ocultação ou minimização da informação sobre o risco por parte destas entidades, tenderá a depositar nelas menor confiança.

Considerando estas questões, pretendeu-se avaliar a confiança demonstrada pelos elementos da CE nos diferentes agentes/instituições, fonte de informação do risco à população (fig. 7). Assim, o questionário solicitou aos inquiridos que avaliassem o seu grau de confiança na informação/aconselhamento que os

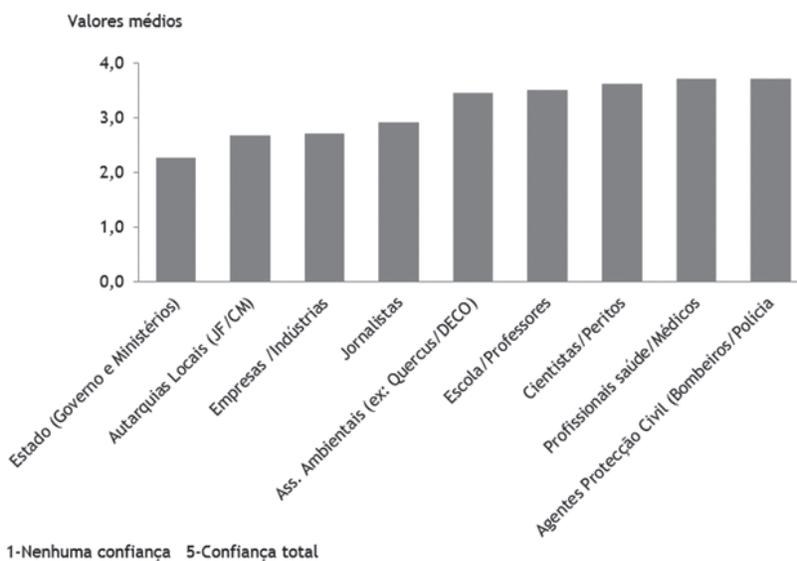
diversos agentes fornecem sobre a segurança, prevenção e mitigação dos riscos à população, numa escala de 1 a 5 (1 – nenhuma confiança, 5 – confiança total).

A análise dos resultados permite concluir que são os agentes de proteção civil (bombeiros e polícia) e os profissionais de saúde que granjearam a maior confiança dos elementos da comunidade (com um valor médio de 3,7). Esta confiança parece demonstrar o reconhecimento do papel fundamental na atuação, aconselhamento e difusão de mensagens de prevenção de riscos, assim como da credibilidade, segurança e valorização positiva da sua atuação em situações de emergência.

O discurso científico e dos técnicos também parece estimular sentimentos de empatia e de confiança entre a população inquirida (valor médio de 3,62). De acordo com M. Queirós (2009), estes resultados estão em desacordo com os estudos internacionais, onde se tem demonstrado que as sociedades pós-industriais tendem a ter uma relação ambígua em relação à ciência; a amplificação dos perigos associados ao desenvolvimento científico e tecnológico pelos media, justifica uma atitude mais crítica por parte das populações.

No entanto, em Portugal, regista-se uma confiança considerável na ciência para resolver os assuntos mais problemáticos (M. Queirós, 2009), facto que os dados do inquérito parecem confirmar e que podem em parte ser explicados pelas baixas taxas de escolaridade, qualificação e esclarecimento da população em geral, favorecendo a opinião acerca das capacidades dos mais qualificados. A. Giddens (1992) considerava que a grande maioria das pessoas não perde muito tempo, pelo menos conscientemente, a preocupar-se com os perigos que não controlam. A necessidade de lidar com as questões práticas da vida quotidiana é, sem dúvida, uma razão para isso. O sentimento de que, apesar de tudo, as ameaças haverão de ser solucionadas por alguém supostamente mais próximo e habilitado e poderoso do que nós, acalma a ansiedade mas também produz indiferença.

A instituição escola/professores e as associações ambientalistas e/ou de consumidores suscitaram também níveis elevados de confiança na informação e aconselhamento dos riscos (valor médio 3,5), o que constitui um valioso capital de confiança social que deve ser devidamente considerado e aproveita-



**Fig. 7** - Confiância atribuída à informação transmitida pelos agentes/instituições  
(Fonte: A. Machado, 2012).

**Fig. 7** - Trust attributed to information provided by agents / institutions  
(Source: A. Machado, 2012).

do, nomeadamente pelos órgãos de administração escolar, na implementação de medidas de sensibilização e mobilização da comunidade para as questões relacionadas com os riscos em espaço escolar.

Os dados apurados permitem também registar que este processo pode ser significativamente facilitado apelando-se à colaboração dos agentes de proteção civil, tendo em conta a confiança demonstrada pelos inquiridos. Por outro lado, a escola não deverá hesitar em solicitar apoio e orientação técnica aos agentes locais e municipais de proteção civil, pois o estabelecimento de contatos regulares facilita o conhecimento mútuo, os recursos disponíveis e ainda a coordenação e a assistência prestada durante as emergências (A. Machado, 2012).

As empresas, as autarquias locais e a administração central constituem as entidades em que foi depositada menor confiança. Estes dados convergem, em larga medida, com os estudos anteriores (A. Delicado *et al.*, 2007, A. Tavares *et al.*, 2011). Este sentimento de desconfiança da opinião pública em relação às

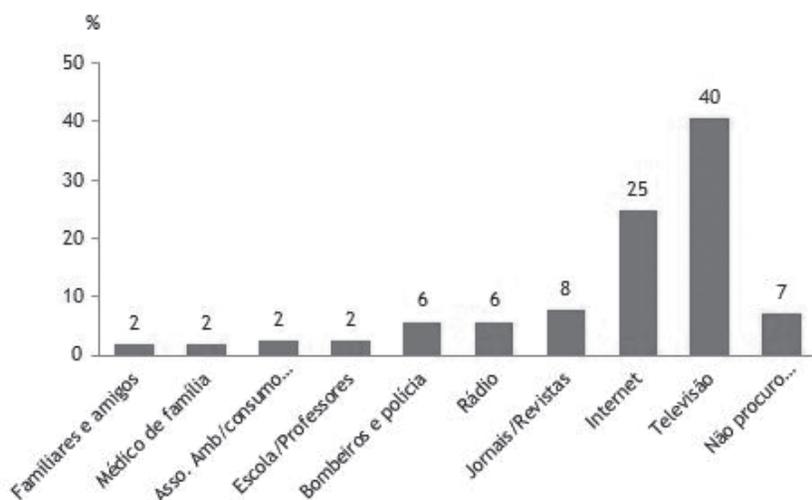
instituições governamentais deve-se em grande parte a um discurso político que recorre frequentemente a estratégias de ocultação, distorção e negação dos factos, elevação dos níveis de permissividade e ênfase nos erros humanos e não nos erros de sistema (U. Beck, 2006; A. Delicado *et al.*, 2007). Além do mais, a falta de transparência e de comunicação, a inexistência de uma prática de prestação de contas e a atribuição de responsabilidades das instituições quase sempre inconsequentes, contribuem também para os baixos níveis de confiança gerados na opinião pública acerca dos poderes públicos nos assuntos dos riscos. A falta de confiança que as pessoas manifestam no governo (valor médio 2,26), ligeiramente inferior ao das autarquias, que apresentam um grau de confiança de 2,68, é uma expressão de mal estar generalizado que as populações sentem atualmente em relação às instituições políticas e que não é exclusivo de Portugal, como aliás sucessivas sondagens e estudos de opinião têm dado conta (M. Queirós, 2000; 2009).

### **A participação e o grau de envolvimento da Comunidade Escolar**

Nesta secção do questionário, pretendeu-se averiguar qual o grau de envolvimento e participação da CE em relação aos riscos. Num país onde a sociedade civil é tradicionalmente pouco ativa, procurou-se avaliar o empenho e participação dos elementos da CE, relativamente à forma como procuram informar-se (ou não) sobre os riscos. Existem estudos que relatam fortes correspondências entre a procura de informação junto de diversas fontes de informação como instituições governamentais e organizações não governamentais (ONG) e a adopção de medidas preventivas (K. Ronan *et al.*, 2005). Assim, conclui-se que a procura ativa de informação sobre riscos junto de várias fontes é um comportamento preditivo de tomada efetiva de medidas de prevenção.

Observa-se na fig. 8 que a maior parte dos inquiridos assinalaram os media tradicionais como principal fonte de informação (79%), de onde se destaca a televisão, o que revela uma atitude passiva, de receção, e não ativa, de procura deliberada de informação; a internet surge em segundo lugar como fonte proativa de informação. Já o contacto com entidades responsáveis é quase residual: os bom-

beiros e a polícia (6%), associações ambientalistas e de consumidores e médico de família (2% cada). A igualmente baixa percentagem de respostas relativas à procura de informação junto da escola/professores (2%), constitui um dado igualmente preocupante. Contudo, o conhecimento destes modelos de perceção revela um desafio para que a escola equacione e implemente novas formas de sensibilização por forma a incrementar os níveis de interesse, confiança e participação dos elementos da comunidade na instituição educativa; a complementaridade com a internet junto das camadas mais jovens da CE parece ser relevante.



**Fig. 8** – Principal fonte de informação sobre riscos (Fonte: A. Machado, 2012).

*Fig. 8* – Main sources of information on risks (Source: A. Machado, 2012).

### A prevenção, o conhecimento e a experiência dos riscos

Este último conjunto de questões pretendeu avaliar que medidas de prevenção são tomadas pelos inquiridos, que conhecimentos possuem face às emergências e qual a sua experiência pessoal com situações reais de sismo e de incêndio.

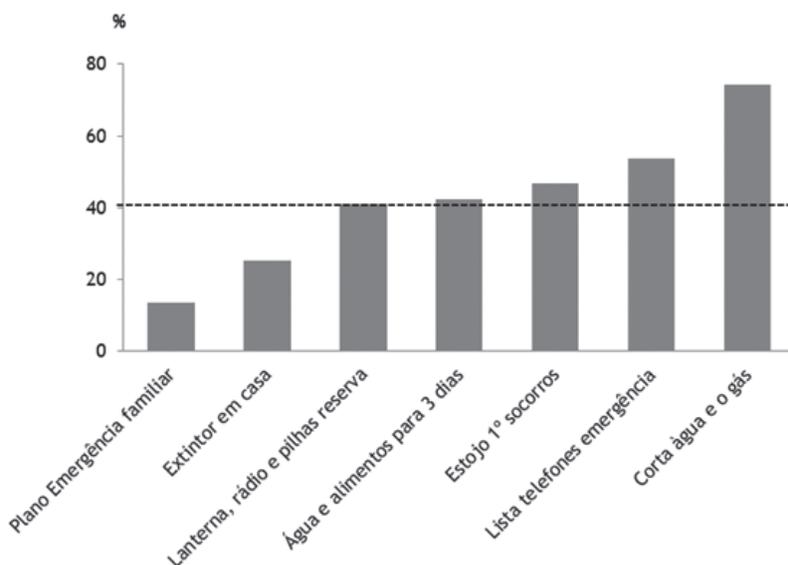
Para se avaliar que medidas de prevenção e mitigação de riscos são empreendidas pelos indivíduos ou pela sua família, foi solicitado que assinalassem,

a partir de uma lista composta por sete itens, aquela(s) que considerassem corresponder ao seu caso (fig.9). O apuramento percentual dessas escolhas revela que dos sete itens, cinco registaram percentagens de resposta superiores a 40%, destacando-se o corte de água e gás aquando da ausência de casa durante vários dias. Estes resultados constituem um indício relativamente satisfatório da conduta dos elementos inquiridos relativamente à prevenção dos riscos.

Já o mesmo não se pode afirmar em relação à existência de um extintor em casa: apenas um quarto dos indivíduos assinalaram a posse deste meio de 1º socorro. Este dado está em desacordo com aquilo que foi apurado anteriormente (onde o risco de incêndio em casa surge logo com o segundo maior grau de preocupação). Esta aparente contradição pode ser em parte explicada pela heurística do otimismo comparativo ou otimismo irrealista e que explica porque é que apesar de os indivíduos reconhecerem a existência de um risco, desenvolvem frequentemente a presunção de que não lhe são vulneráveis. Verifica-se uma tendência a subavaliar os riscos que corremos e que pensamos controlar, sendo mais fácil reconhecer os perigos a que os outros estão sujeitos (M. L. Lima, 2005). Finalmente, o plano de emergência familiar foi mencionado apenas por 13% dos inquiridos, o que era exetável, tendo em conta a menor facilidade de implementação face à sua menor divulgação, necessidade de sensibilização, organização e mobilização de todos os elementos da família.

As questões que avaliam o conhecimento dos indivíduos relativos aos comportamentos adequados a tomar em caso de emergência, em geral, e ao plano de emergência da escola, em particular, revelaram, no primeiro caso, valores relativamente elevados de respostas a todos os itens considerados, variando entre os 41% para a saída adequada da escola em caso de sismo e os 62% na procura de locais seguros ao sismo em casa. Constatou-se uma maior dificuldade nas respostas relativas ao espaço escolar e à rua do que em relação às atitudes corretas a tomar em casa, o que já era esperado, confirmando a necessidade de prosseguir com a sensibilização sobre as medidas de autoproteção, especialmente em caso de sismo, e a realização de exercícios anuais de evacuação das instalações escolares.

Foi demonstrado que os programas de sensibilização para prevenção das emergências conhecem maior eficácia quando se sugerem ações concretas do



**Fig. 9** - Medidas de prevenção empreendidas pelo próprio e/ou pela família.  
(Fonte: A. Machado, 2012).

*Fig. 9 - prevention measures undertaken by itself and/or family.  
(Source: A. Machado, 2012).*

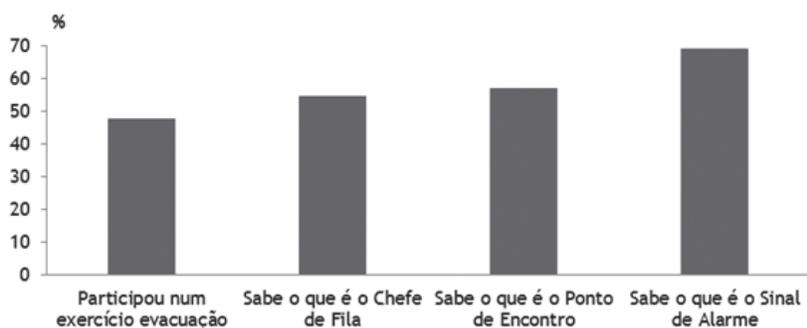
que é correto realizar, comparativamente quando se mostram apenas imagens dos danos provocados. Os indivíduos que assistem a imagens de destruição são capazes de se lembrar mais facilmente delas após seis meses, mas em termos de motivação para a ação, os efeitos demonstraram ser negligenciáveis. Pelo contrário, as pessoas que frequentaram campanhas onde foram indicadas medidas concretas e comportamentos adequados a tomar revelaram um significativo efeito nos esforços de prevenção. O mesmo foi verificado relativamente à prática e cumprimento de um plano de emergência, onde se voltou a verificar que a demonstração do que se deve fazer é preferível a visionar imagens de destruição provocadas pelos desastres (K. Ronan *et al.*, 2005).

A fig. 10 traduz um relativamente elevado conhecimento de alguns aspetos relacionados com o plano de emergência da escola por se registarem valores superiores a 50% em praticamente todos os itens, demonstrando o efeito positivo das ações de sensibilização já realizadas no que diz respeito ao conhecimento

e participação nos exercícios de evacuação, considerados imprescindíveis para uma preparação adequada da CE às situações de emergência.

A última informação recolhida pretendia avaliar a experiência pessoal dos inquiridos com situações de incêndio e sismo, precisamente os riscos que são considerados no plano de segurança da escola. Foram constatados valores relativamente baixos, dado constituírem riscos de baixa frequência. Os alunos destacam a experiência direta com situações de incêndio (12%), enquanto 9% dos professores registam um contacto com pelo menos uma situação de sismo. Os assistentes operacionais e técnicos registaram valores substancialmente mais reduzidos ou mesmo nulos. Esta informação é considerada relevante tendo em conta a importância da memória na percepção dos perigos. Um acidente memorável faz com que um risco seja mais facilmente lembrado, podendo, por isso, suscitar um sentimento de maior ameaça (A. Machado, 2012; M. Queirós e A. Santos, 2013; A. Santos e M. Queirós, 2015).

As experiências pessoais com o risco são um elemento importante na explicação da percepção, na medida em que se tende a atribuir a eles maior importância, mesmo quando comparados com outros estatisticamente mais relevantes. Como já anteriormente mencionado, este processo mental é designado por heurística da disponibilidade de um acontecimento ou ocorrência (F. Bernardo, 1997),



**Fig. 10** - Participação e conhecimento do Plano de Emergência da escola.

(Fonte: A. Machado, 2012).

*Fig. 10* - Participation and knowledge of the School Emergency Plan.

(Source: A. Machado, 2012).

que explica o facto de os indivíduos tenderem a valorizar a ocorrência de acontecimentos que conhecem e de subestimarem a frequência de outros de que não se lembram de exemplos concretos (M.L. Lima, 2005). Compreende-se assim a forma como as pessoas são influenciadas pela facilidade com que um acontecimento ou ocorrência é recordada, considerando o fenómeno mais recente como mais provável e frequente.

### **Síntese: a prevenção dos riscos na comunidade escolar**

Considerando a diversidade valorativa registada pela CE na participação das atividades promotoras da segurança no espaço escolar, o questionário aplicado na ESEQ objetivou o estudo da perceção e o grau de interiorização da noção de risco na CE (A. Machado, 2012). Procurou ainda avaliar até que ponto a ideia de risco está incorporada na CE e como varia essa perceção consoante as suas características sociodemográficas, as categorias de risco e nos espaços considerados relevantes do quotidiano dessa comunidade. Por outro lado, pretendeu conhecer a confiança depositada na informação transmitida pelos media e pelos diferentes agentes e instituições com responsabilidades nesta matéria, a sua participação, conhecimento e experiência pessoal com situações de emergência, de modo a formular estratégias de comunicação adequadas e eficazes na prevenção e mitigação de riscos. Demonstrou também que na formação das perceções e dos comportamentos face aos riscos, intervêm ainda um conjunto de fatores, mais ou menos subjetivos que vão desde a familiaridade com a fonte e os efeitos do perigo, a capacidade de controlo do grau de risco, o potencial catastrófico de que o perigo se reveste e a confiança depositada quer nas fontes de informação disponíveis, quer nas entidades com responsabilidades na gestão do risco (A. Machado, 2012).

Apesar do relativamente elevado grau de preocupação suscitado pela maior parte dos riscos considerados no inquérito, foi detetada uma passividade generalizada em face deles. Os inquiridos procuram (ou melhor, recebem) informação sobre estas matérias através dos media, sobretudo da televisão. De acordo com

os dados apurados, é clara a fraca confiança nas instituições públicas e nas empresas/indústrias e, paradoxalmente, nos jornalistas. A relação com os media é, simultaneamente, de dependência e desconfiança: os indivíduos precisam deles para acederem à informação, mas exprimem reservas quanto à exatidão da informação por eles transmitida.

A noção de impotência associada aos riscos agudos e potencialmente catastróficos opõe-se ao falso sentimento de controlo de acontecimentos focalizados no quotidiano (elevados sentimentos de segurança no dia a dia). Significa isto que se regista uma sensibilidade da CE para as catástrofes incontrolláveis, com amplos efeitos danosos e de consequências trágicas (sismos, incêndios), ao mesmo tempo que tende a desvalorizar e a sentir um otimismo irrealista sobre os riscos difusos e controláveis (tabaco/droga/toxicod dependência).

A confiança e credibilidade demonstrada nas forças de proteção civil, nos cientistas e nos movimentos ambientalistas/consumidores, por oposição às empresas e às instituições do Estado, confirmam o que foi também constatado noutros estudos, tanto nacionais como internacionais. A instituição escola/professores suscitou também níveis elevados de confiança na informação e aconselhamento dos riscos, o que constitui um valioso capital de confiança social que deve ser devidamente considerado e aproveitado, nomeadamente pela Direção, na implementação de estratégias de comunicação que estimulem atitudes de maior prevenção e preparação ao risco e de medidas de sensibilização e mobilização da comunidade para as questões relacionadas com a segurança e a resiliência aos riscos a que está exposta no espaço escolar. Estas ações de sensibilização devem ter uma frequência regular e, no sentido de potenciar a sua eficácia, devem suscitar níveis de preocupação moderados, fornecer informação e instruções sobre os diferentes danos provocados por um perigo e sobre aqueles que poderão ser objeto de prevenção e mitigação, de forma específica, concreta e credível e consistente com outras fontes de informação. Este processo de sensibilização pode ser significativamente facilitado apelando-se à colaboração dos agentes de proteção civil, cientistas, e associações ambientalistas/consumidores, tendo em conta a elevada confiança demonstrada pelos inquiridos. Por outro lado, a escola não deverá hesitar em solicitar apoio e orientação técnica aos agentes locais e municipais de proteção civil, pois o estabelecimento de con-

tatos regulares facilita o conhecimento mútuo, os recursos disponíveis e ainda a coordenação e a assistência prestada durante as emergências. Estas intervenções contribuem para uma melhor preparação e recuperação da CE às emergências, já que a podem ajudar a perceber o que a espera numa situação de desastre, que equipamentos de 1º socorro devem instalar e usar, e que exercícios e treinos devem realizar nas suas instalações.

Finalmente, cada exercício de evacuação e/ou simulação realizado, deve ser objeto de uma avaliação, identificando-se os comportamentos mais adequados mas também aqueles que não corresponderam às expectativas e que devem ser objeto de análise de forma a serem identificadas as causas que estiveram na origem do mau desempenho. Este aspeto reveste-se de grande importância, pois o incremento de resiliência da CE aos riscos prende-se diretamente com as aprendizagens adquiridas com as experiências anteriores (que apoiam a construção da designada “memória muscular” – M. Queirós e A. Santos, 2013), por forma a alcançar no futuro uma maior funcionalidade, autonomia e capacidade em lidar e recuperar de situações adversas e de stress, como é o caso das relacionadas com a absorção de desastres, e a gestão da emergência.

Por tudo o que foi exposto, seria importante que outras CE realizassem estudos similares, dinamizadores de uma nova consciência do risco e da validade da prevenção, mitigação e resiliência aos desastres nas escolas portuguesas; estas CE poderiam organizar-se em rede e, pela partilha de experiências e competências, constituir em situações de emergência “polos de resiliência” no território, contribuindo para uma efetiva redução das vulnerabilidades das populações e para uma gestão mais eficaz das catástrofes (A. Machado, 2012).

No espaço urbano, onde a mobilidade é grande e o conhecimento das características do território menor, as informações sobre os riscos e os comportamentos e atitudes ajustados aos perigos existe predominantemente ao nível institucional e, como tal, a escola deve ocupar uma posição estratégica na promoção social da cultura de prevenção e de segurança, indispensável na construção de comunidades resilientes.

## Referências bibliográficas

- Abreu, Diogo (2006) *Análise de Dados II, Estudos para o planeamento regional e urbano nº69*, Centro de Estudos Geográficos, Universidade de Lisboa.
- Beck, Ulrich (2006). *La Sociedad del Riesgo*. Barcelona, Paidós.
- Bernardo, Fátima (1997) *Perceção pública de riscos e planos de intervenção*. Centro Nacional de Informação Geográfica, Lisboa.
- Cutter, Susan, Barnes, Lindsey, Berry, Melissa, Burton, Christopher, Evans, Elijah, Tate, Eric e Webb Jennifer (2008). *Community and regional resilience: perspectives from hazards, disasters, and emergency management*. Research Report. Community and Regional Resilience Institute (CARRI) and Science Advisor Savannah River National Laboratory, Oak Ridge. <http://www.resilientus.org/publications/reports.html> (Acedido em 11 de Janeiro de 2011)
- Delicado, Ana e Gonçalves, Maria E. (2007). Os portugueses e os novos riscos: resultado de um inquérito. *Análise Social*, XLII (184), 687-718.
- Douglas, Mary (1992). *Risk and Blame: Essays in Cultural Theory*. Routledge, USA.
- Figueiredo, Elisabete, Valente, Sandra, Coelho, Celeste e Pinheiro, Luísa (2004). *Conviver com o risco – A importância da incorporação da percepção social nos mecanismos de gestão de cheia no concelho de Águeda*. Centro de Estudos Sociais. Universidade de Coimbra. [http://www.ces.uc.pt/lab2004/pdfs/ElisabeteFigueiredo\\_Valente\\_coelho\\_LuisaPinheiro.pdf](http://www.ces.uc.pt/lab2004/pdfs/ElisabeteFigueiredo_Valente_coelho_LuisaPinheiro.pdf)
- Frias, Graça (2004). *A construção social do sentimento de insegurança em Portugal na actualidade*. Centro de Estudos Sociais. Universidade de Coimbra. <http://www.ces.uc.pt/lab2004/pdfs/gracafrias.pdf>
- Giddens, Anthony (1992). *As Consequências da Modernidade*. Celta, Oeiras
- Inácio, Maria (2010). *A Promoção de uma cultura de segurança nos alunos do ensino básico: um estudo de caso nos segundo e terceiro ciclos* (Dissertação de Mestrado interdisciplinar em Dinâmicas sociais, Riscos Naturais e Tecnológicos). Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra, 97p. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10316/14327>
- Holling, Crawford (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4: 1–23.
- ISDR (2005). *World Conference on Disaster Reduction. Proceedings of the Conference. Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters*. ONU. Disponível em: <http://www.unisdr.org/wcdr/thematic-sessions/WCDR-proceedings-of-the-Conference.pdf>
- Kano, Megumi e Bourque, Linda (2007). Experiences with and preparedness for emergencies and disasters among public schools in California. *NASSP Bulletin*. Sage, 91:201-218.
- Lima, Maria (1995). Viver com o risco: abordagens da Psicologia social ambiental. *Inforgeo*, 9/10: 39-54.
- Lima, Maria (2004). Percepção de riscos ambientais: realismo ou ilusão? *Ambiente e Desenvolvimento*, 157-192.
- Lima, Maria (2005). Percepção de Riscos Ambientais. In Soczka L. (ed) *Contextos Humanos e Psicologia Ambiental*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa: 203-245.
- Machado, André (2012). *Percepção do risco e implementação de uma cultura de segurança: construindo comunidades educativas resilientes*. Dissertação de Mestrado em População, Sociedade e Território. IGOT, Universidade de Lisboa, 114p. Disponível em: <http://repositorio.ul.pt/handle/10451/9352>.

- Quaresma, Ivânia (2008). *Inventariação e Análise de Eventos Hidro-geomorfológicos com Carácter Danoso em Portugal Continental*. Mestrado em Geografia Física. IGOT, Universidade de Lisboa. Disponível em: <http://repositorio.ul.pt/handle/10451/427>.
- Queirós, Margarida, Vaz, Teresa e Palma, Pedro (2006). Uma Reflexão a Propósito do Risco. *Centro de Estudos Geográficos*, Lisboa. Disponível em: [http://www.ceg.ul.pt/ERSTA/..%5CDescarga%5CERSTA%5CMQ\\_TV\\_PP.pdf](http://www.ceg.ul.pt/ERSTA/..%5CDescarga%5CERSTA%5CMQ_TV_PP.pdf).
- Queirós, Margarida (2000). Uma reflexão sobre as perspectivas metodológicas na análise do risco ambiental. Colóquio Geografia dos Riscos, *Planigeo*, Lisboa, FLUL.
- Queirós, Margarida e Henriques, Eduardo (2009). *(In)Segurança numa região de elevada susceptibilidade: implicações para a gestão do risco*, Ed. Salamandra, Lisboa: 181-200.
- Queirós, Margarida e Santos, Ângela, (2013). Segurança contra incêndios em edifícios públicos universitários: uma reflexão a partir de um exercício-piloto de evacuação na Universidade de Lisboa. *Livro de Homenagem ao Prof. Fernando Rebelo*, Universidade de Coimbra, Cap.3:543-553. Disponível em: <https://sites.google.com/a/campus.ul.pt/tsurima/publications/b-chapter-of-books>
- Ronan, Kevin e Johnston, David (2005). *Promoting Community Resilience in Disasters. The role for schools, youth and families*. New York, Springer.
- Santos, Angela e Queirós, Margarida (2015). Public buildings safety: Addressing a pilot evacuation exercise. Nowakowski *et al.* (Eds.), *Safety and Reliability: Methodology and Applications*, Taylor & Francis Group, London, pp. 2009-2015. ISBN 978-1-138-02681-0.
- Santos, Fernando, Partidário, Maria (2011) SPARK: Strategic Planning Approach for Resilience Keeping. *European Planning Studies*, 19. Disponível em: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09654313.2011.533515>
- Slovic, Paul (2000). *The Perception of Risk*. Earthscan, London.
- Tavares, Alexandre, Mendes, José e Basto, Eduardo (2011). *Perceção dos riscos naturais e tecnológicos, confiança institucional e preparação para situações de emergência: O caso de Portugal continental*. *Revista Crítica de Ciências Sociais (Online)* 93. Disponível em: <http://rccs.revues.org/1380>.
- Zêzere, José, Ramos, Ana e Morgado, Paulo (2007b). Perigos Naturais em Portugal e Ordenamento do Território. E depois do PNPOT? *Geographilia – o sentir e os sentidos da Geografia*. CEG: 529-542.
- Zêzere, José, Ramos, Ana e Morgado, Paulo (2006). Perigos Naturais e Tecnológicos no território de Portugal Continental. *Centro de Estudos Geográficos*. Disponível em: [http://www.apgeo.pt/files/docs/CD\\_X\\_Coloquio\\_Iberico\\_Geografia/pdfs/091.pdf](http://www.apgeo.pt/files/docs/CD_X_Coloquio_Iberico_Geografia/pdfs/091.pdf)
- Zêzere, José, Ramos, Catarina, Reis, Eusébio, Garcia, Ricardo e Oliveira, Sérgio (2007a). Perigos Naturais, Tecnológicos e Ambientais na Região do Oeste e Vale do Tejo. *Inforgeo*, 22/23: 37-49.



**CONTRIBUTOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE  
UM SIMULADOR NACIONAL DE RISCO SÍSMICO**  
CONTRIBUTIONS TO THE DEVELOPMENT OF A  
NATIONAL SIMULATOR FOR SEISMIC RISK

**Luis Sá**

Divisão de Riscos e Ordenamento, Autoridade Nacional de Proteção Civil  
luis.sa@prociv.pt

**Patrícia Pires**

Divisão de Riscos e Ordenamento, Autoridade Nacional de Proteção Civil  
patricia.pires@prociv.pt

**Paulo Henriques**

Serviço Municipal de Proteção Civil, Câmara Municipal de Lisboa  
paulo.franco@cm-lisboa.pt

**Maria João Telhado**

Serviço Municipal de Proteção Civil, Câmara Municipal de Lisboa  
joao.telhado@cm-lisboa.pt

**Sumário:** Face à inevitabilidade da ocorrência de sismos é inestimável a existência e a manutenção de um simulador de danos resultantes de um sismo com a capacidade de visualização de um cenário, com indicação de danos potenciais, cuja tipologia possui uma incerteza difícil de determinar empiricamente. Atendendo a essa necessidade a Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC) e a Câmara Municipal de Lisboa (CML) desenvolveram um simulador de Risco Sísmico cujo campo de atuação é aplicável a todo o país.

**Palavras-chave:** Modelação, risco sísmico, Portugal

**Abstract:** Faced with the inevitability of the occurrence of earthquakes is invaluable the existence and maintenance of a simulator of damage resulting from an earthquake with the ability of viewing a scenario, with an indication of potential damage, whose typology has an uncertainty difficult to establish empirically. Facing that, the National Authority for Civil Protection (ANPC) and the Lisbon City Council (CML), developed a Seismic Risk Simulator whose field of expertise is applicable to the country as a whole.

**Keywords:** Modelling, seismic risk, Portugal

## Introdução

É inestimável a existência e a manutenção de um simulador de danos resultantes de um sismo com a capacidade de visualização de um cenário, com indicação de danos potenciais, cuja tipologia possui incerteza difícil de determinar empiricamente. Até ao presente só existiam duas regiões do país abrangidas por tais ferramentas geridas pela Proteção Civil, a Área Metropolitana de Lisboa e a região do Algarve, persistindo uma lacuna no que respeita ao restante território. Assim, numa tentativa de colmatar esta realidade, a ANPC e a CML, unindo esforços e conhecimento técnico, desenvolveram um protótipo de *Simulador Aplicável ao Continente* (SIRCO). Para tal foram desenvolvidas as seguintes etapas:

- I. Recolher, compatibilizar e integrar no simulador dados e metodologias nacionais e internacionais desenvolvidas durante as últimas décadas na área do risco sísmico;
- II. Modelar o simulador com os principais protótipos de cálculo nas áreas de i) Leis de Atenuação, modelo de cálculo dos efeitos do solo na propagação da onda sísmica desde a rocha-mãe até superfície e da ação sísmica à superfície; ii) distribuição espacial, por subsecção estatística, da população móvel, “*in-house*” e “*out-house*” para cada

mês e ao longo de vários períodos do dia; iii) cálculo de danos para o edificado, população e para a componente financeira e iv) breve modelação de *Tsunamis*, sob a forma de altura de onda expectável.

## Desenvolvimento de cenários

Como pré-requisitos, foram utilizadas como fonte principal de informação diversas variáveis estudadas para a realização do *Estudo do Risco Sísmico da Área Metropolitana de Lisboa e Concelhos Limitrofes* (ERSAML-CL), do *Estudo do Risco Sísmico e Tsunamis do Algarve* (ERSTA) e do *simulador de risco sísmico do concelho de Lisboa*. Outras fontes de informação que merecem destaque são as notas técnicas apenas ao software HAZUS (FEMA, 2003) e ao projeto *de investigação EU FP-6 – NERIES* (Erdik et al., 2010).

Sendo desenvolvido e programado em Visual Basic, todos os scripts utilizados no SIRCO são editáveis por um utilizador credenciado, definido consoante o seu tipo de perfil.

Salienta-se que a construção da metodologia assentou na premissa que o risco sísmico é estimado em função do perigo de ocorrência de um fenómeno e da exposição dos elementos vulneráveis a essa ocorrência.

**Lei de Atenuação** - Esta análise foi baseada em leis de atenuação geradas com dados estatísticos de diferentes locais de estudo, incluindo a Península Ibérica. Através de uma metodologia iterativa assente numa combinação dessas leis de atenuação, obtiveram-se resultados que integram uma relação satisfatória entre magnitude, epicentro e a distância a este. Note-se que este simulador permite a introdução de diferentes leis de atenuação, bem como o uso de uma distribuição de intensidades pré-definida. Nesta âmbito merece especial destaque o estudo desenvolvido por Sousa e Oliveira (1997).

As leis de atenuação aplicadas seguiram a enunciação geral:

$$I_{MMI} = C_1 + C_2M_w + C_3 \ln(R_{epi}) + C_4R_{epi} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que  $\beta$  é a distância epicentral e C1 a C4 parâmetros adimensionais que são específicos à região em causa, e Mw é a magnitude do sismo.

**Impedância** - A modificação do movimento sísmico devido às condições topográficas e geotécnicas locais é chamada de efeito de sítio (Le Pense *et al*, 2011). Esta amplificação, ou atenuação é obtida comparando a resposta de um determinado sítio com a de um local de referência, isto é, um ponto localizado na rocha plana. O contraste de impedância entre sedimentos e rocha caracteriza as propriedades de um solo (Le Pense *et al*, 2011). Assim, quanto menor o contraste de impedância, mais brandos os sedimentos são quando comparados com o substrato rochoso (Le Pense *et al*, 2011). Foi considerado o caso simples de uma camada de solo horizontal ao longo de um espaço elástico (1D). A partir da rasterização da carta geológica de Portugal 1:1.000.000 e do cruzamento da informação associada com as subsecções estatísticas do INE, via geoprocessamento em SIG, foi possível identificar a formação geológica predominante por subsecção. Seguidamente obtiveram-se para cada uma delas os valores de referência para a velocidade de propagação de onda ( $V_s$ ) e para a densidade ( $\rho_s$ ), tendo-se estabelecido como rocha-mãe os valores de densidade ( $\rho_r$ ) e velocidade ( $V_r$ ) associados às formações do tipo rocha ígnea plutónica ou intrusiva como são o caso de Monchique, Sintra, Estrela e outras formações rochosas situadas mais a Norte. A partir destes dados foi possível obter uma classificação continental para as diferentes classes de contraste de impedância ( $\beta$ ).

$$\beta = \frac{\rho_s V_s}{\rho_r V_r} \quad (\text{Equação 2})$$

**Estimação da Vulnerabilidade** - A vulnerabilidade é definida como nível de danos de um elemento, ou conjunto de elementos expostos, resultante da ocorrência de um fenómeno natural ou tecnológico (Julião *et al*, 2009). Funções de vulnerabilidade (ou curvas de fragilidade) de um elemento exposto representam a probabilidade de que a sua resposta ao sismo excede os seus vários estados limites de desempenho com base em considerações físicas, económicas e sociais. Os procedimentos genéricos usados para o desenvolvimento de funções de fragilidade podem ser agrupadas como empíricos ou analíticos. Um exem-

plô interessante é o método proposto por Giovinazzi e Lagomarsino (2004) que leva à definição de funções de probabilidade de dano com base na escala EMS-98 (Grünthal, 1998).

**Curvas de Fragilidade** - A escala EMS-98 define descrições qualitativas de "poucos", "muitos" e "a maioria" para cinco graus de danos (D1 a D5) para os níveis de intensidade que variam de V a XII, por cinco classes, A a E (TABELA I), de vulnerabilidade (Teves-Costa *et al*, 2011).

**TABELA I** – Tipologia do Edificado (A/E).  
*TABLE I* – *Building typologies (A/E)*.

Data de Construção	Processo Construtivo		
	Betão	Alvenaria	Adobe/Outros
Antes de 1920	--	B	A
1920 – 1960	C	C	A
1961 - 1985	D	C	A
1986 – 2010	E	D	A

As matrizes de probabilidade de danos produzidas para cada classe de vulnerabilidade foram relacionadas com o parque edificado através da utilização de um índice de vulnerabilidade empírico que depende do edifício e sua tipologia, e as práticas de construção tipicamente utilizadas. As informações sobre o edificado nacional foram recolhidas a partir dos resultados dos Censos 2011 à escala da subsecção estatística. Um método para associar cada edifício a uma tipologia foi feito com base na EMS-98. Os valores mínimos, médios e máximos de índices de vulnerabilidade foram definidos por tipologia (TABELA II), levando em consideração Teves-Costa *et al*. (2011).

A partir do cruzamento das últimas duas tabelas, obteve-se um valor médio de vulnerabilidade ( $V_i$ ) para cada classe. Neste ponto, aplicou-se a expressão para obter  $\mu D$  que permite o cálculo do nível de vulnerabilidade (Giovinazzi & Lagomarsino, 2004).

$$\mu D = 2.5 \left[ 1 + \tanh \left( \frac{1+6.25V_i-13.1}{2.3} \right) \right] \quad (\text{Equação 3})$$

**TABELA II** – Índices de Vulnerabilidade para cada Classe Tipológica (A/E).  
**TABLE II** – *Vulnerability Index for each building typology (A/E).*

Classe Tipológica	Mínimo $V_i$	Média $V_i$	Máximo $V_i$
<b>A</b>	0.686	0.807	0.927
<b>B</b>	0.633	0.745	0.857
<b>C</b>	0.583	0.698	0.803
<b>D</b>	0.539	0.634	0.729
<b>E</b>	0.462	0.544	0.626

Seguidamente a função dano é estimada, usando uma distribuição beta (Giovinazzi & Lagomarsino, 2004) de execução compatível com o software tipo Excel ou MiniTab. As curvas de fragilidade podem finalmente ser estimadas após o cálculo da função de densidade de probabilidade. Concomitantemente, no algoritmo utilizado para o cálculo da vulnerabilidade foram assumidas as funções de distribuição da da população móvel, “*in-house*” e “*out-house*” definidas no ERSTA. Também recorreu-se ainda ao método de Cambridge (Coburn and Spence, 2002) que, no caso dos edifícios efetivamente colapsados (colapso total), considera a taxa de mortalidade de 90%, e a taxa de feridos igual a 10%, seguindo uma distribuição análoga à preconizada no modelo original. Coburn e Spencer (2002) também propuseram um modelo global de estimativa de vítimas, considerando no momento do sismo, por edifício: o tipo de construção, o número de ocupantes discriminando os que se encontram presos no desabamento, a sua ocupação, o número de ocupantes presos, a distribuição das lesões em situações de colapso e a pós mortalidade em colapso. O cálculo da população móvel

**Estimativa do Risco** - O valor final de risco será calculado pela combinação do perigo (cálculo das intensidades macrossísmicas, via leis de atenuação) com a vulnerabilidade do edificado expressa em função de danos: i) nº de vítimas mortais; nº de vítimas com ferimentos ligeiros; nº de pessoas desalojadas; ii) nº edifícios colapsados; nº edifícios com danos severos; nº edifícios com danos moderados; nº edifícios com danos ligeiros; iii) perdas financeiras calculadas através da monetarização das perdas, onde partindo da superfície média dos pavimentos dos edifícios em risco que foi posteriormente multiplicada pelos

preços indicativos da construção estabelecidos por Portaria anual publicada em Diário da República (Sousa, 2007); e iv) altura de potencial *tsunami*, em caso de epicentro no oceano, via metodologia proposta por Gusakov (2011).

### Exemplo de Cenarização

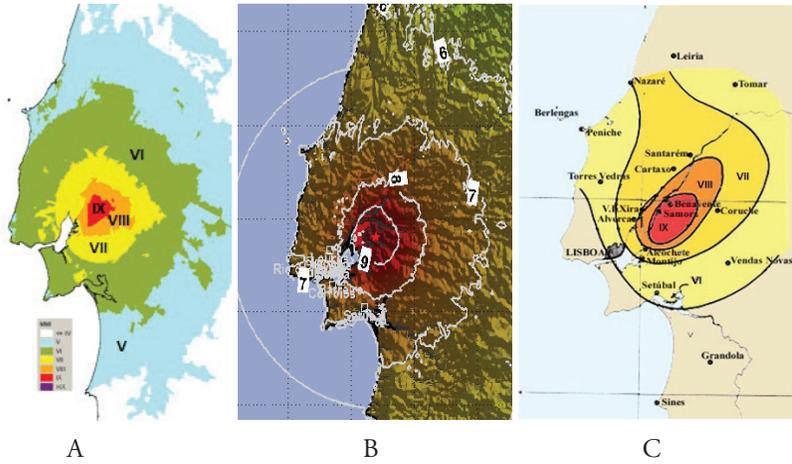
Como exemplo ilustrativo das capacidades deste simulador, optou-se por recriar sinteticamente o sismo de 23 de Abril de 1909, ocorrido em Benavente, procurando estimar quais as perdas associadas face à atual ocupação do solo. Para análise comparativa foi simultaneamente utilizado o software *Earthquake Loss Estimation Routine* (ELER) desenvolvido através do projeto JRC/EU FP-6 – NERIES para a área euro-mediterrânica (Erdik *et al*, 2010). Assim, para uma magnitude ( $M_w$ ) de 6.3 e um epicentro localizado em 37.10N e 8.90W, obtiveram-se os seguintes resultados:

#### Mapa de Isossistas

As intensidades obtidas foram então comparadas com o mapa de Moreira (1991) (fig.1-B) recriado através de análise de testemunhos escritos de quem viveu o evento presencialmente e dos danos no edificado que foram amplamente descritos em relatos coevos. Tanto a simulação ELER (fig. 1-A) (usando a lei de atenuação de Abrahamson & Silva, 1997) como o SIRCO (fig. 1-C) revelam uma razoável aproximação ao mapa recriado por Moreira (1991).

#### Danos em Edifícios e Pessoas

Da análise comparativa dos resultados dos modelos obtidos para os danos e perdas (TABELA III) foi identificada uma variável que não se encaixa no intervalo obtido pelo ELER, que é o valor agregado para os danos no edificado.



**Fig. 1** – Isossitas: A - obtidas via SIRCO; B - obtidas via ELER e C - recriadas por Moreira (1991).

*Fig. 1 – Isoseismal maps: A - obtained via SIRCO; B - obtained via ELER and C - recreated by Moreira(1991).*

No entanto, o valor é supervalorizado por apenas 10% (2143 vs. 2359), uma imprecisão que podemos classificar como aceitável, como observado em análises similares incidindo em outputs de diferentes simuladores de risco sísmico, feitas conforme descrito por Spence *et al.* (2008) e King&Rojahn (1996).

**TABELA III** – Perdas Actuais Estimadas para o Cenário de 1909.  
**TABLE III** – Current Estimated losses for the 1909 scenario.

	<i>Edifícios Não Recuperáveis</i>	<i>Feridos</i>	<i>Mortos</i>
<i>ELER Valor Mínimo (-15%)</i>	<i>1585</i>	<i>2938</i>	<i>735</i>
<i>Sirco Output</i>	<i>2359</i>	<i>3638</i>	<i>962</i>
<i>ELER Valor Máximo (+15%)</i>	<i>2143</i>	<i>3975</i>	<i>994</i>
<i>Desvio em relação ao intervalo ELER</i>	<i>+10%</i>	<i>0%</i>	<i>0%</i>

## Conclusão

Procurou-se com este trabalho proporcionar à ANPC um instrumento de suporte ao planeamento de emergência e de apoio às políticas de Prevenção e Resposta a situações de ocorrência de sismos de moderada a elevada intensidade. Embora aparentemente complexo, o simulador desenvolvido está desenhado por forma a, sem intervenção do utilizador, definir qualquer tipo de cenário, ativando um conjunto de opções pré-definidas, que constituem uma aproximação equilibrada a qualquer situação (Sá *et al.* 2014). Assim, o utilizador somente terá que fazer opções de formulações alternativas se assim o desejar e quando se sentir preparado para o fazer. Por fim, a introdução de um procedimento que gera de forma automática ficheiros de resultados estatísticos pré-formatados para cada um dos cenários escolhidos, constitui uma forma de, com extrema simplicidade, incorporar toda essa informação em textos, relatórios, mapas e apresentações ou outras formas de comunicação, estudo ou divulgação da informação produzida de apoio à mitigação do risco e à emergência.

## Bibliografia

- Abrahamson, N. A., & Silva, W. J. (1997). Empirical response spectral attenuation relations for shallow crustal earthquakes. *Seismological research letters*, 68(1), 94-127.
- Baptista, M. A., Miranda, J. M., Batlo, J., & Ferreira, H. (2012). Tsunami flooding along Tagus estuary, Portugal, the 1531 event. *In EGU G.A. Conference Abstracts* (Vol. 14, p. 4910).
- Bernardini, A., Giovinazzi, S., Lagomarsino, S., & Parodi, S. (2007). The vulnerability assessment of current buildings by a macroseismic approach derived from the EMS-98 scale.
- Carta Geológica de Portugal (2010). Carta Geológica de Portugal Continental à escala 1/1 000 000. Laboratório Nacional de Energia e Geologia.
- Carvalho, E. C., Campos Costa, A., Sousa, M. L., Martins, A., Serra, J. B., Caldeira, L., & Coelho, A. G. (2002). Caracterização, vulnerabilidade e estabelecimento de danos para o planeamento de emergência sobre o risco sísmico na Área Metropolitana de Lisboa e nos municípios de Benavente, Salvaterra de Magos, Cartaxo, Alenquer, Sobral de Monte Agraço, Arruda dos Vinhos e Torres Vedras. Relatório final. Report280/02, G3ES.
- Coburn, A., Spence, R. (2002). *Earthquake Protection*, 2nd Edition ISBN: 978-0-470-84923-1
- Erdik, M., Sesetyan, K., Demircioglu, M., Hancilar, U., Zulfikar, C., Cakti, E. & Harmandar, E. (2010). Rapid earthquake hazard and loss assessment for Euro-Mediterranean region. *Acta Geophysica*, 58(5), 855-892.

- FEMA, H. M. (2003). MR3 Technical Manual. Multi-hazard Loss Estimation Methodology Earthquake Model.
- Giovinazzi, S., Lagomarsino, S. (2004). A macroseismic method for the vulnerability assessment of buildings. *In 13<sup>th</sup> WCEE*, Vancouver, BC, Canada (pp. 1-6).
- Gusiakov, V. K. (2011). Relationship of tsunami intensity to source earthquake magnitude as retrieved from historical data. *Pure and Applied Geophysics*, 168(11), 2033-2041.
- Grünthal, G. (1998). Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie: Volume 15–European Macroseismic Scale 1998. European Center for Geodynamics and Seismology, Luxembourg.
- INE, IP. “Censos 2011 Resultados Definitivos-Portugal.” Lisboa-Portugal: Instituto Nacional de Estatística, IP (2012).
- Julião, R. P., Nery, F., Ribeiro, J. L., Branco, M. C., & Zêzere, J. L. (2009). Guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de sistemas de informação geográfica (SIG) de base municipal. ANPC, Lisboa.
- King, S. A., Rojahn, C. (1996). A comparison of earthquakes damage and loss estimation methodologies. *In 11<sup>th</sup> World Conference on Earthquake Engineering*, CD ROM, paper (No. 1482).
- Le Pense, S., Gatmiri, B., & Maghoul, P. (2011). Influence of soil properties and geometrical characteristics of sediment-filled valleys on earthquake response spectra. *In 8<sup>th</sup> International Conference on Structural Dynamics (EURODYN 2011)* (pp. 130-136).
- Moreira, V.S. (1991). Sismicidade Histórica de Portugal Continental. *Revista do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica*.
- Oliveira, C. S., Pais, I. (1995). Technical approaches for earthquake emergency planning: Recent application to the city of Lisbon. London E and FN Spon, 58-72.
- Sá, L, Pires, P, Henriques, P; Telhado, M. (2014). Modelação E Análise de Perdas Associadas ao Risco Sísmico. *3º Congresso Internacional de Riscos*, Univ. Minho, Guimarães.
- Sousa, M.L. (2007). Hierarquização das regiões de Portugal Continental em função do seu risco sísmico”. *Sísmica 2007 – 7º Congresso de Sismologia e Engenharia Sísmica*, 26-28 de Setembro, FEUP, Porto, Portugal.
- Sousa, M. L., Carvalho, A., Bilé Serra, J., Mateus, M., & Martins, A. (2008). Estudo do Risco Sísmico e de Tsunamis do Algarve (ERSTA). Relatório final. LNEC technical report 295/2008.
- Sousa, M.L., Oliveira, C.S. (1997) Hazard assessment based on macroseismic data considering the influence of geological conditions. *Natural Hazards*. 14: 207-225, Kluwer Academic Publishers.
- Spence, R., So, E., Jenny, S., Castella, H., Ewald, M., & Booth, E. (2008). The Global Earthquake Vulnerability Estimation System (GEVES): an approach for earthquake risk assessment for insurance applications. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 6(3), 463-483.
- Teves-Costa, P, Barreira E, Omira R (2011). Estimativa de cenários de danos para a cidade de Lisboa. RISK-UE. [http://lrxrisk.cm-lisboa.pt/risco\\_sismico.html](http://lrxrisk.cm-lisboa.pt/risco_sismico.html) (acedido em Maio de 2015).

**IMPACTO DO RISCO SÍSMICO NA RESILIÊNCIA  
URBANA E NAS PERDAS SOCIOECONÓMICAS**  
IMPACT OF SEISMIC RISK OVER URBAN  
RESILIENCE AND SOCIO-ECONOMIC LOSSES

**Tiago Miguel Ferreira**

RISCO, Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro  
tmferreira@ua.pt

**Rui Maio**

RISCO, Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro  
ruiamaio@ua.pt

**Romeu Vicente**

RISCO, Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro  
romvic@ua.pt

**Sumário:** O investimento em políticas de mitigação do risco sísmico é considerado fundamental não só na promoção da resiliência urbana e preparação da população para uma situação de catástrofe, mas também no controlo da extensão dos danos provocados no património edificado e assim reduzir ambas as perdas sociais e económicas. Assim, este trabalho tem por objetivo contribuir para a mitigação do impacto de diferentes cenários sísmicos, através da avaliação de diferentes estratégias de reforço, implementadas a parte do núcleo urbano antigo da cidade da Horta.

**Palavras-chave:** Resiliência urbana; mitigação do risco sísmico; vulnerabilidade sísmica; soluções de reforço sísmico; estimativa de perdas

**Abstract:** Investing in disaster risk mitigation policies is a great step towards promoting urban resilience and community preparedness, implicitly limiting damage to the built environment and subsequently reducing both social and economic losses. Hence, this manuscript aims to mitigate the impact of different earthquake scenarios by evaluating the outcome of implementing traditional retrofitting strategies to the building stock of the old city centre of Horta.

**Keywords:** Urban resilience; seismic risk mitigation; seismic vulnerability; seismic retrofit; loss estimation

## Introdução

O conceito de resiliência urbana é frequentemente definido pela capacidade de certas comunidades expostas a determinados eventos naturais, de sustentar, resistir e reconstituir de forma sustentável a qualidade de vida e condições originais de habitabilidade dessas comunidades. A resiliência urbana para eventos naturais pressupõe assim a aplicação de um conjunto de políticas de frentes distintas, desde a mitigação do risco, preparação das comunidades, capacidade de resposta em condições adversas, recuperação e reconstrução de infraestruturas e edifícios danificados, até à reposição do estado de normalidade naquela comunidade (J. Coaffee, 2008). Uma vez sendo sobejamente reconhecido o enorme impacto que o comportamento estrutural do edificado tem na capacidade resiliente das cidades e das respetivas comunidades, neste trabalho os autores pretendem contribuir para a mitigação do risco sísmico do edificado localizado em centros urbanos antigos, zonas particularmente vulneráveis e de relevante interesse patrimonial. Antes de aprofundarmos a nossa abordagem, é importante referir alguns dos mais bem sucedidos exemplos de estratégias e políticas de mitigação do risco, implementadas recentemente um pouco por todo o mundo. Um dos primeiros passos na implementação de medidas para reduzir o impacto e efeitos adversos decorrentes de eventos naturais, é a identi-

ficação dos riscos e potenciais ameaças a que determinada comunidade poderá estar sujeita, assim como avaliar a possibilidade de ocorrência em simultâneo de um ou mais eventos. Várias organizações como a GFDRR (*Global Facility for Disaster Reduction and Recovery*) estão seriamente empenhadas em auxiliar as entidades governamentais e respetivas comunidades localizadas em zonas de elevada perigosidade, através da aplicação de estratégias de disseminação que visam melhorar a perceção, consciencialização e as condições de acesso a informação sobre a exposição social e física a determinado risco. Desta forma, todos os intervenientes encontrar-se-ão melhor capacitados e sensibilizados para o estabelecimento de estratégias de mitigação mais assertivas, decorrentes naturalmente de uma melhor quantificação e estimativa do potencial impacto de determinado desastre natural tanto na economia como na sociedade. Para além disso, estas parcerias colaborativas de partilha de conhecimento e experiências coexistem normalmente muito próximas das entidades governamentais, autoridades de proteção civil e do sector privado, possibilitando a criação e melhoria das atuais leis e políticas locais relativas ao planeamento e ocupação do território, canalizando dessa forma mais fundos para as estratégias de mitigação do risco, atuando simultaneamente como entidades moderadoras num diálogo nem sempre fácil entre as demais partes interessadas (S. Arshad *et al.*, 2013).

Uma vez que a periodicidade de ocorrência de fenómenos sísmicos continua a ser revestida de uma grande incerteza e insusceptibilidade, não sendo por isso passíveis de ser controlados nem evitados pelo homem, a preparação e perceção do risco sísmico deverá ser garantida não só através do desenvolvimento e otimização de planos de emergência e contingência que visem proteger e salvar a integridade física e psicológica das comunidades, mas também através da implementação de estratégias de proteção financeira adequadas ao risco de catástrofes, permitindo que até as comunidades mais expostas aos choques económicos e financeiros consigam dar uma resposta mais rápida e equilibrada, melhorando a sua resiliência face a este tipo de desastres naturais. Existem inúmeros exemplos de sucesso que demonstram o impacto positivo do planeamento e gestão do risco de catástrofes na capacidade resiliente das comunidades, como o caso do RHPP (*Rural Housing Reconstruction Program*), no seguimento do terramoto de Outubro

de 2005 no norte do Paquistão, que causou cerca de 73000 mortes e mais de 2.8 milhões de desalojados (S. Arshad *et al.*, 2013), ou ainda os terremotos do Chile em Fevereiro de 2010 (M. Astroza *et al.*, 2012) e de Christchurch (Nova Zelândia) em Fevereiro de 2011 (M. Mitchelson, 2011). É ainda de destacar o grande terremoto do Japão (*Great East Japan Earthquake*) em Março de 2011, o primeiro mega-desastre alguma vez registado na história da humanidade, que incluiu a ocorrência de um terremoto e *tsunami*, procedidos de um acidente numa central nuclear, falha no fornecimento de energia e ainda uma forte perturbação nas cadeias de produção e abastecimento. Causou cerca de 20000 mortes e levou ao colapso mais de 130000 edifícios, tendo danificando severamente outros 270000, com implicações diretas na economia estimadas em 210 biliões de dólares (F. Ranghieri *et al.*, 2014). Este mega-desastre veio reforçar a importância da consideração dos eventos em cadeia e análise multirrisco nas estratégias de mitigação do risco. De notar que apesar das perdas avultadas, a percepção e preparação da população Japonesa para o risco de terremoto e *tsunami* é uma das mais evoluídas a nível mundial, demonstrando a imprevisibilidade deste cenário de catástrofe, originado pelo terremoto de magnitude 9.0 e o efeito em cadeia que dele decorreu.

## Breve enquadramento

A sismicidade do território nacional tem sido bastante explorada e debatida ao longo do últimos anos pela comunidade científica, no sentido de alertar as autoridade responsáveis para a necessidade de se tomarem sérias providências e medidas pró-ativas de disseminação direcionadas para a população em geral e de planos de preparação e emergência na eventualidade de um desastre natural. Como agravante, é também conhecido o preocupante estado de degradação, falta de manutenção e elevada vulnerabilidade sísmica de grande parte do edificado antigo e também das estruturas mais recentes, que têm vindo a ser construídas desconsiderando a ação sísmica no seu dimensionamento, um panorama que não é de todo desejável em zonas de sismicidade moderada ou elevada e que

por isso tem gerado várias ações de sensibilização por parte da comunidade científica em geral.

Vários estudos desenvolvidos têm alertado para o já referido pobre estado de conservação do edificado antigo, apresentando inclusive algumas medidas corretivas para os problemas estruturais e patologias detetados. Em 2015, Maio *et al.* (2015a) desenvolveu um estudo muito particular no Bairro Ribeirinho da cidade de Faro, onde numa primeira fase foi efetuado um levantamento e caracterização construtiva e arquitectónica da zona sob estudo (R. Maio *et al.*, 2015a), com o duplo objetivo de caracterizar e contribuir para o devido reconhecimento público e histórico do património edificado existente, no sentido de potenciar o interesse de possíveis investidores em recuperar e reabilitar um dos bairros mais antigos da cidade de Faro e de grande valor patrimonial. Este trabalho de levantamento e inspeção serviu posteriormente de base para a realização da segunda fase do estudo, que consistiu na avaliação da vulnerabilidade sísmica dos edifícios pertencentes ao Bairro Ribeirinho (R. Maio *et al.*, 2015b), onde a equipa de investigadores envolvida nesta operação, enquadrada no âmbito do projeto FCT URBSIS (Avaliação da Vulnerabilidade e Gestão do Risco Sísmico à Escala Urbana), teve acesso a um conjunto vasto de informação previamente tratada e organizada, acerca dos sistemas e materiais construtivos tradicionais e tipologias existentes. Paralelamente, foram também realizadas ações de disseminação direcionadas para diferentes públicos alvos, através da realização de um seminário técnico para profissionais e de dois inquéritos, dos quais resultaram importantes indicadores sobre a perceção e comunicação do risco sísmico (R. Vicente *et al.*, 2014a). De uma forma geral, os resultados obtidos neste estudo, conduzido a uma escala urbana, permitiu aferir sobre a vulnerabilidade sísmica e o estado de conservação global do edificado, um trabalho de grande pertinência e utilidade, principalmente para as entidades responsáveis pela salvaguarda dos cidadãos e do património, já que, entre outros indicadores, cerca de 20% dos edifícios localizados neste bairro se encontram em ruína ou devolutos e tantos outros não apresentam quaisquer tipo de preocupações estruturais sísmicas, sendo o Algarve uma das regiões de maior sismicidade em Portugal continental.

O cenário observado no Bairro Ribeirinho da cidade de Faro pode espelhar de certa forma o estado de conservação e a vulnerabilidade do edificado urbano antigo de outras zonas do país de sismicidade moderada a elevada, e em conjunto com o passado histórico importante no que diz respeito a terremotos, tem motivado o desenvolvimento estratégico de algumas das seguintes medidas de mitigação de risco sísmico: o estabelecimento de intervenções e campanhas prioritárias de reforço e reabilitação estrutural do edificado urbano; o desenvolvimento de regimes de seguros para a transferência dos encargos financeiros relativos aos processos de reconstrução das entidades governamentais para o sector privado; a aprovação de legislação adequada para garantir o cumprimento das boas práticas de construção sismo-resistente e ainda o desenvolvimento de planos de emergência a uma escala regional (V. Silva *et al.*, 2014). No entanto, na última década, Portugal tem-se debatido com uma grave crise económico-financeira, que tem condicionado a implementação das medidas anteriores, limitando a resiliência das nossas cidades.

Face à atual conjuntura, os autores têm desenvolvido diversos trabalhos científicos nesta temática, na expectativa de poder contribuir de forma prática na mitigação do risco sísmico no território nacional. Neste sentido, e porque existe uma clara falta de informação sobre os custos adicionais que as práticas tradicionais de reforço sísmico comportam no valor global de uma obra, seja ela de construção ou reabilitação, e os respetivos ganhos em termos de desempenho estrutural, o presente trabalho tem por objetivo estudar a relação do binómio custo-benefício de algumas das medidas mais correntes de reforço sísmico, introduzidas numa metodologia simplificada de avaliação da vulnerabilidade sísmica de edifícios tradicionais de alvenaria de pedra, refutando assim a ideia pré-concebida pela maioria da população em geral, de que as práticas de reforço sísmico são ou demasiado dispendiosas ou mesmo dispensáveis perante a realidade do nosso edificado e respetiva sismicidade do território nacional.

## Mitigação do risco sísmico à escala urbana

De acordo com Vicente *et al.* (2014b), os riscos de catástrofe estão associados a determinados eventos de elevada perigosidade cuja probabilidade de ocorrência e potencial para acarretar consequências catastróficas podem ser, de certa forma, estimados. O conceito de risco sísmico é frequentemente tratado como a combinação entre perigosidade sísmica local, a exposição e a vulnerabilidade intrínseca de um determinado edifício ou conjunto de edifícios. Do ponto de vista da engenharia, a mitigação do risco sísmico está geralmente focada na redução da vulnerabilidade estrutural e sísmica através da implementação de estratégias de reabilitação e reforço sísmico sustentáveis.

Ao nível da gestão do risco, é amplamente reconhecida a necessidade de uma avaliação multidisciplinar que tenha em consideração diferentes cenários de danos e perdas humanas e económicas. Os outputs deverão providenciar elementos importantes no auxílio da tomada de decisão, como a identificação da vulnerabilidade dos elementos expostos a um determinado risco e a sua evolução no tempo, contribuindo assim para uma gestão mais eficaz e sustentável (M-L. Carreño *et al.*, 2007). Neste contexto, a avaliação da vulnerabilidade sísmica de núcleos urbanos antigos como forma de mitigação do risco sísmico, desempenha assim um papel preponderante em virtude do colossal volume de perdas normalmente associadas a estas áreas de acrescido valor patrimonial.

Em muito países, à semelhança de Portugal, o corpo da Proteção Civil é a autoridade responsável pela preparação, coordenação e condução dos planos de emergência nacional para os mais diversos tipos de catástrofes e desastres naturais. De forma a cumprir com a sua missão, este agente de autoridade deverá definir e hierarquizar as áreas mais vulneráveis, exercitando a sua capacidade de resposta em campo através de simulacros e também a sua sensibilidade às questões de foro logístico e recursos humanos necessários para cada tipo de cenário (X. Goula, *et al.*, 2006). No entanto, e de acordo com (T. Ferreira *et al.*, 2013), esta gestão do risco em áreas urbanas é muitas vezes realizada sem uma ferramenta adequada de planeamento, dificultando a tomada de decisão dos técnicos e agentes de autoridade que assim não conseguem construir uma visão global da área sob estudo, podendo inclusive comprometer a eficácia e o arran-

que de estratégias mitigação de riscos. Torna-se assim necessário o uso de ferramentas multiusos interligadas com bases de dados em Sistemas de Integração Geográfica (SIG), através do qual é possível realizar análises espacialmente integradas do edificado e gerir diferentes tipos de dados, desde as características intrínsecas dos edifícios, informação proveniente de fichas de inspeção, ou ainda, por exemplo, outputs relativos à vulnerabilidade sísmica e cenários de danos e perdas de cada um desses edifícios. Este tipo de ferramenta apresenta-se assim como uma mais valia não só para o desenvolvimento de estratégias de reforço sísmico e análises custo-benefício, mas também para suportar a implementação dos planos de emergência desenvolvidos pela Proteção Civil a nível local (F. Neves *et al.*, 2012).

No seguimento das considerações enunciadas no parágrafo anterior, os outputs discutidos ao longo deste trabalho serão apresentados sob a forma de mapas trabalhados através da versão comercial do programa SIG ArcGis® 10.2 (Esri, 2012). Estes mapas cruzam informação gráfica georreferenciada com uma base de dados onde estão reunidas as mais importantes características estruturais dos edifícios avaliados. Todas as rotinas foram programadas em *Python*® e compiladas em *Visual Basic*® (uma linguagem de programação compatível) num ambiente *Microsoft Windows*® 7. Vários módulos foram desenvolvidos para diferentes tarefas, incluindo a avaliação da vulnerabilidade, a estimativa de danos e perdas e ainda custos de reabilitação para diferentes intensidades macrossísmicas, permitindo a construção de múltiplos cenários de dano e perdas com reduzido esforço computacional e de recursos.

## Avaliação da vulnerabilidade sísmica do núcleo urbano antigo da cidade da Horta

### A aplicação da metodologia do índice de vulnerabilidade

O presente caso de estudo diz respeito à avaliação da vulnerabilidade sísmica no núcleo urbano antigo da cidade da Horta, ilha do Faial (arquipélago dos Açores). É importante referir que esta ilha foi uma das mais atingidas na sequência do

terramoto dos Açores de 9 de Julho de 1998, que deixou um manifesto rasto de destruição por toda a ilha, tendo conduzido cerca de 70% do edificado à ruína, e afetado diretamente mais de 5000 pessoas (8 mortos, 150 feridos e 1500 desalojados). O processo de reconstrução desta e das restantes ilhas afetadas por este terramoto foi conduzido pela Sociedade de Promoção e Reabilitação da Habitação e Infraestruturas (SPRHI) e durou cerca de dez anos, permitindo a recolha de uma quantidade de informação sobre dano pós-terramoto sem precedentes no nosso país, que foi posteriormente organizada e arquivada em 2007 pela Secretaria Regional da Habitação e Equipamentos (SRHE), que dirigiu esta iniciativa (F. Neves *et al.*, 2012). A qualidade e a singularidade da base de dados motivou o desenvolvimento de inúmeros trabalhos científicos ao longo dos últimos anos. Apesar do livre acesso à referida base de dados ter-nos sido providenciado, foram ainda realizadas algumas inspeções e levantamentos *in situ* prospetadas no âmbito do já referido projeto FCT URBSIS, de forma a complementar alguma dessa informação e a interpretar a evolução e o processo diacrónico resultante das intervenções de reabilitação implementadas desde 1998. Apesar do nível de dano verificado no edificado urbano da cidade da Horta, classificado com uma intensidade macrossísmica  $I_{EMS-98} = V/VI$  (G. Zonno *et al.*, 2010), não ter sido tão severo como no edificado em ambiente rural, esta acabou por ser a zona selecionada como caso de estudo no presente trabalho, dada a sua significância patrimonial. É importante ainda referir que os autores consideraram a avaliação do edificado existente à data do terramoto de 1998, portanto, imediatamente antes de se darem início os trabalhos de reconstrução, reabilitação e reforço sísmico, condição que daqui para a frente será designada por SR (“sem” reforço).

Neste sentido, a vulnerabilidade sísmica do núcleo urbano antigo da cidade da Horta foi avaliado através da aplicação da metodologia do índice de vulnerabilidade desenvolvido por Vicente (2008), baseado na abordagem da metodologia Italiana GNDT II (GNDT, 1994), e que tem vindo a ser utilizada nos últimos anos na avaliação da vulnerabilidade sísmica de núcleos urbanos antigos de cidades como Coimbra, Seixal e Faro (R. Vicente *et al.*, 2011; T. Ferreira *et al.*, 2013; R. Maio *et al.*, 2015). À semelhança das dificuldades enfrentadas nos anteriores casos de estudo, nomeadamente ao nível da inspe-

ção e levantamento estrutural dos edifícios e da logística associada a este tipo de ações, os autores acabaram por atuar em dois níveis de avaliação distintos. Assim, os 313 edifícios pertencentes à área delimitada sob estudo foram divididos em quatro grupos em função do nível de detalhe da informação disponível. Um primeiro grupo, composto por 50 edifícios avaliados de forma detalhada (Avaliação Detalhada), foi avaliado tendo em conta as plantas de arquitetura e plantas estruturais, reportagens fotográficas pós-terramoto e outros relatórios relacionados com o respetivo processo de reabilitação (especificações técnicas e orçamentos), permitindo recolher de um forma geral, toda a informação necessária à avaliação de todos os parâmetros integrantes da referida metodologia. Um segundo grupo formado por 142 edifícios foi apenas avaliado com recurso a uma inspeção pelo exterior do edifício (Avaliação não-detalhada). Um terceiro grupo composto por 93 edifícios de betão armado não foi incluído neste estudo, uma vez que a metodologia utilizada foi apenas desenvolvida para a avaliação da vulnerabilidade sísmica de edifícios de alvenaria. Finalmente, um quarto grupo foi definido para agrupar 28 edifícios também eles não avaliados neste estudo, uma vez se tratarem de edifícios religiosos ou governamentais (singulares), ou ainda edifícios que se encontram num estado de pré-ruína ou sujeitos a processos de reabilitação. Desta forma, o de índice de vulnerabilidade médio foi estimado através da assemblagem dos dois primeiros grupos, avaliação essa que daqui para a frente será designada por Avaliação global.

A metodologia de avaliação sísmica do índice de vulnerabilidade aqui aplicada, classificada como uma técnica híbrida, apropriada para uma avaliação a larga escala de edifícios de alvenaria (G. Calvi *et al.*, 2006), compreende a determinação de um índice de vulnerabilidade sísmica,  $I_v^*$ , para cada edifício, calculado através da média ponderada de 14 parâmetros, onde cada um deles avalia um determinado aspeto relacionado com a resposta sísmica do edifício, distribuídos em quatro classes de vulnerabilidade crescente,  $C_{vi}$ , de A a D (R. Vicente *et al.*, 2011):

$$I_v^* = \sum_{i=1}^{14} C_{vi} \times p_i$$

Posteriormente, um peso variável  $p_i$ , é atribuído a cada parâmetro com base na opinião de especialistas, assumindo valores desde 0.50 para os parâmetros menos importantes em termos de vulnerabilidade estrutural, até 1.50 para aqueles considerados mais importantes. O valor inicial de  $I_v^*$ , que pode variar portanto entre 0 e 650, é posteriormente normalizado passando a variar entre 0 e 100, designado por  $I_v$ , para facilitar a sua própria leitura e ainda a sua comparação com a estimativa de danos com base em diferentes escalas macrosísmicas (G. Grünthal, 1998) ou perdas. De acordo com a TABELA I, estes 14 parâmetros estão agrupados em quatro grandes grupos por forma a destacar a sua importância relativa e diferenças na resposta sísmica global do edifício.

Apesar da definição do peso de cada um dos parâmetros poder apresentar naturalmente alguma incerteza, os autores acreditam que, com base nas experiências

**TABELA I** - Metodologia do índice de vulnerabilidade (Vicente, 2008).

*TABLE I - Vulnerability index methodology (Vicente, 2008).*

Parâmetros por grupo	Classe $C_{vi}$				Peso $p_i$	Peso relativo sobre $I_v$
	A	B	C	D		
<b>1. Sistema construtivo</b>						
P1 Tipo do sistema resistente	0	5	20	50	0.75	46/100
P2 Qualidade do sistema resistente	0	5	20	50	1.00	
P3 Resistência convencional	0	5	20	50	1.50	
P4 Distância máxima entre paredes	0	5	20	50	0.50	
P5 Altura do edifício	0	5	20	50	1.50	
P6 Posição do edifício e fundações	0	5	20	50	0.75	
<b>2. Irregularidades e interações</b>						
P7 Localização e interação	0	5	20	50	1.50	27/100
P8 Irregularidade em planta	0	5	20	50	0.75	
P9 Irregularidade em altura	0	5	20	50	0.75	
<b>3. Pavimentos e cobertura</b>						
P10 Desalinhamento de aberturas	0	5	20	50	0.50	15/100
P11 Diafragmas horizontais	0	5	20	50	1.00	
P12 Tipo de cobertura	0	5	20	50	1.00	
<b>4. Estado de conservação e outros elementos</b>						
P13 Danos estruturais identificados	0	5	20	50	1.00	12/100
P14 Elementos não estruturais	0	5	20	50	0.50	

anteriores, se a inspeção dos edifícios for conduzida de uma forma detalhada e o mais precisa possível, esta metodologia pode ser considerada robusta, com uma incerteza associada à atribuição das classes de vulnerabilidade de cada parâmetro relativamente baixa (R. Vicente *et al.*, 2011; R. Maio *et al.*, 2015). De acordo com a explicação anterior, numa primeira fase foram avaliados os 50 edifícios pertencentes ao primeiro grupo (Avaliação detalhada). Posteriormente, numa segunda fase, foram avaliados os 142 edifícios avaliados de forma não detalhada (Avaliação não-detalhada), usando como ponto de partida os valores médios obtidos na Avaliação detalhada, assumindo as propriedades da alvenaria homogêneas em toda a zona de estudo. Partindo deste princípio, o valor médio do índice de vulnerabilidade sísmica calculado na Avaliação detalhada foi adoptado como indicador tipológico de vulnerabilidade na Avaliação não-detalhada, sendo posteriormente afetado pelos coeficientes dos parâmetros modificadores (T. Ferreira *et al.*, 2013).

A classificação desses parâmetros modificadores influencia o índice de vulnerabilidade de cada um dos edifícios pertencentes à Avaliação não-detalhada através da soma de cada um dos respetivos coeficientes, definidos na TABELA II. Desta forma, o índice de vulnerabilidade da Avaliação não-detalhada,  $\bar{I}_v$ , é definido de acordo com a equação:

$$\bar{I}_v = \bar{I}_v + \sum \Delta I_v$$

onde  $\bar{I}_v$  é o valor médio do índice de vulnerabilidade calculado na avaliação detalhada e  $\sum \Delta I_v$  é a soma dos coeficientes modificadores para a respetiva classe atribuída. É importante notar que esta estratégia é apenas válida se a Avaliação detalhada compreender um número significativo de edifícios e uma única tipologia construtiva da zona sob estudo. A seguinte equação demonstra como foram calculados os coeficientes relativos a cada uma das classes dos parâmetro modificadores:

$$\frac{p_i}{\sum_{i=1}^6 p_i} \times (C_{vi} - \bar{C}_{vi})$$

onde  $p_i$  representa o peso atribuído a cada parâmetro modificador  $i$ ,  $\sum_{i=1}^6 p_i$  representa a soma de cada um dos pesos  $p_i$ ,  $C_{vi}$  é a classe de vulnerabilidade

**TABELA II** - Coeficientes dos parâmetros modificadores.  
**TABLE II** - *Vulnerability index modifier factors and scores.*

Parâmetros modificadores	Classe $C_{vi}$			
	A	B	C	D
P4 Distância máxima entre paredes	-0.31	0.00	0.94	2.81
P5 Altura do edifício	-0.94	0.00	2.81	8.44
P7 Localização e interação	-0.94	0.00	2.81	8.44
P9 Irregularidade em altura	-0.47	0.00	1.41	4.22
P10 Desalinhamento de aberturas	-0.31	0.00	0.94	2.81
P14 Elementos não estruturais	-1.25	-0.94	0.00	1.88

de cada um dos coeficientes e  $\overline{C_{vi}}$  é a classe de vulnerabilidade média obtida para cada parâmetro na Avaliação detalhada.

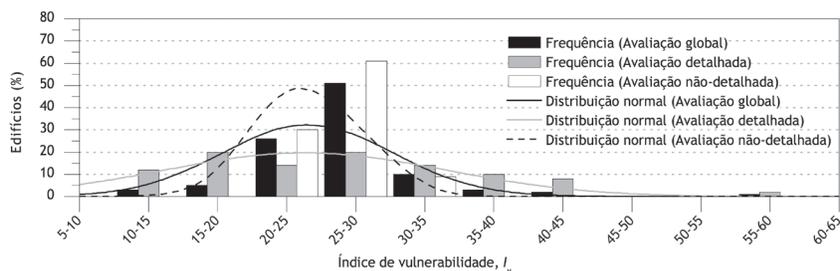
Com a aplicação da metodologia do índice de vulnerabilidade aos 50 edifícios da Avaliação detalhada, foi obtido um valor do índice de vulnerabilidade médio, igual 26.32, com desvio padrão  $\sigma_{I_v}$ , igual a 9.73. Posteriormente, a introdução da Avaliação não-detalhada na referida metodologia levou à obtenção de um valor médio do índice global de vulnerabilidade sísmica (Avaliação global),  $I_{v_{global}}$  igual a 26.55, ao qual está associado um desvio padrão  $\sigma_{I_{v_{global}}}$ , de 5.45. Os valores máximos e mínimos dos índices de vulnerabilidade,  $I_v$ , obtidos com a Avaliação detalhada do edificado do núcleo urbano da cidade da Horta foram 55.00 e 10.96, respetivamente. Os histogramas e curvas de distribuição normal resultantes da aplicação faseada desta metodologia são apresentados na fig. 1.

O mapeamento e distribuição dos índices de vulnerabilidade  $I_v$ , obtidos para a Avaliação global será apresentado e discutido mais à frente na fig. 7 (a), de forma a poder comparar a condição original  $SR$  com os diferentes cenários de reforço sísmico.

É importante notar também que os resultados aqui obtidos para esta condição original  $SR$  podem dizer-se bem ajustados às características do edificado e às fragilidades avaliadas e registadas pelas fotografias anexadas aos respetivos relatórios de dano, aquando do terramoto de 1998, que vêm assim confirmar a robustez e o sentido prático desta metodologia.

## A aplicação de soluções tradicionais de reforço sísmico

A proteção da vida e integridade física da população é um dos principais objetivos das ações de reforço e reabilitação sísmica. Em muitos casos as exigências colocadas aos edifícios existentes em termos de desempenho na salvaguarda da vida humana são difíceis de alcançar apenas recorrendo a pequenas intervenções estruturais. Assim, o reforço sísmico em edifícios existentes é considerado não sustentável em situações em que o capital necessário associado às soluções de reforço exceda o custo inicial do edifício, ou ainda quando estes se encontram num estado avançado de degradação ou pré-ruína. Ainda assim, os custos associados com operações de demolição, redireccionamento de resíduos e a reconstrução de um novo edifício deverão determinar a viabilidade de cada projeto de reforço sísmico ou reabilitação. Para além disso, outros assunto legais deverão ser equacionados quando por exemplo, a segurança de um determinado edifício está condicionada pelo estado de conservação dos edifícios adjacentes, tal como acontece nos edifícios dispostos em banda. Reforçar ou reabilitar sismicamente um edifício em banda sem intervir nos edifícios adjacentes, quando estes não cumprem os requisitos mínimos de segurança sísmica, acaba por se tornar contraproducente (J. Bothara *et al.*, 2011). As seguintes estratégias de reforço têm vindo a ser apontadas por Bothara *et al.* (2011) como as que melhor relação custo-benefício apresentam na melhoria da segurança estrutural e sísmica de edifícios de alvenaria: i) melhorar



**Fig. 1** – Histogramas e curvas de distribuição normal de cada uma das fases de avaliação (Avaliação detalhada e Avaliação não-detalhada) e da Avaliação global, relativas à condição original SR do edificado.

*Fig. 1 – Histograms and best-fit normal distribution curves for each assessment phase (Detailed and Non-detailed assessment) and for the Overall assessment, both relative to the SR original building condition.*

a integridade global do edifício garantindo um comportamento sísmico em caixa (do inglês “*box-like behaviour*”); ii) melhorar a resistência no plano e fora do plano das paredes resistentes de alvenaria e o comportamento dos diafragmas horizontais e ainda iii) reforço ao nível das fundações, uma estratégia de difícil aplicabilidade e por isso pouco viável na maioria dos casos.

Uma vez que a demolição e substituição generalizada dos edifícios tradicionais de alvenaria não devem ser vistas com estratégias a considerar, dadas as implicações de natureza económica, cultural, histórica e patrimonial, as estratégias de reforço sísmico adoptadas neste estudo, desenvolvidas pelo Laboratório Regional de Engenharia Civil dos Açores (LREC) em parceria com uma vasta equipa de técnicos e investigadores das áreas da sismologia, engenharia sísmica e engenharia civil (A. Costa *et al.*, 2008; C. Oliveira *et al.*, 1990), de acordo com as recomendações definidas no processo de reconstrução do Faial (E. Carvalho *et al.*, 1998) na sequência dos terramotos dos Açores de 1990 e 1998, têm na sua génese essa preocupação em manter a integridade construtiva e arquitectónica dos edifícios. Neste sentido, são aqui analisadas seis soluções de reforço de grau de intrusividade e custo crescentes, de *S1* a *S6*, agrupadas em três pacotes de reforço acumulativos, de *PR1* a *PR3*, apresentadas na seguinte TABELA III.

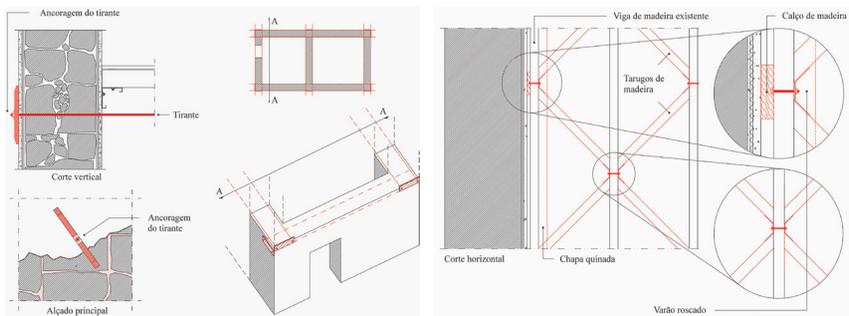
**TABELA III** – Soluções de reforço sísmico adoptadas.  
**TABLE III** – *Seismic retrofitting solutions adopted.*

Pacote de reforço, <i>PR</i>	Solução de reforço	Descrição	Custo estimado €/m <sup>2</sup>
<i>PR1 = S1 + S2 + S3 + S4</i>	<i>S1</i>	Reforço da ligação entre paredes resistentes com tirantes	35
	<i>S2</i>	Aumento da rigidez com tarugamento e contra-soalho	
	<i>S3</i>	Reforço da ligação entre paredes e diafragmas horizontais	
	<i>S4</i>	Reforço da ligação entre paredes e cobertura com tirantes	
<i>PR2 = PR1 + S5</i>	<i>S5</i>	Reforço da ligação entre paredes e cobertura com cinta de coroamento	100
<i>PR3 = PR2 + S6</i>	<i>S6</i>	Consolidação e reforço das paredes de alvenaria com reboco armado	230

A solução de reforço da ligação entre paredes resistentes através da introdução de tirantes, designada por *S1*, é uma das mais antigas e eficazes soluções de reforço sísmico e também uma das mais utilizadas internacionalmente. Com diâmetros compreendidos normalmente entre os 16 e os 20 mm (J. Bothara *et al.*, 2011), estes tirantes de aço são aplicados horizontalmente ao nível dos pavimentos (no caso da solução *S1*), ou ainda ao nível da cobertura (solução *S4*), dispostos com um espaçamento variável em função do vão e da tipologia da parede resistente e devidamente ancorados, tal como ilustrado na fig. 2 (a), adaptada de Carvalho *et al.* (1998) e D’Ayala e Speranza (2002).

Esta solução é duplamente vantajosa pois para além de permitir aumentar a rigidez dos diafragmas horizontais, por natureza extremamente flexíveis, reforça ainda a ligação entre as paredes fachada e as paredes de frontal. Por outro lado, a predominância de diafragmas flexíveis, comprovada pela equipa durante o trabalho de campo, aliada ao avançado estado de degradação global ou parcial dos mesmos (nomeadamente ao nível das ligações e apoios), torna de certa forma imperativa a consideração de uma solução de reforço sísmico e estrutural a este nível, representada pela solução *S2*. Esta solução, ilustrada na fig. 2 (b), incluiu a substituição total ou parcial de todos os elementos de madeira deteriorados e ainda duas medidas para o aumento de rigidez: a instalação de tarugos de madeira de 75 mm dispostos na diagonal entre as vigas de madeira do pavimento, com ancoragem realizada através de varões roscados de 10 mm e chapas quinadas de 3 mm de espessura e a instalação de contra-soalho, disposto perpendicularmente e devidamente pregado/ligado ao soalho existente. Ainda no que diz respeito às soluções integrantes do pacote de reforço *PR1*, o reforço da ligação entre as paredes resistentes e os diafragmas horizontais (*S3*) foi idealizado pela introdução de chapas quinadas de 3 mm devidamente ancoradas às paredes por meio de varões roscados, tal como ilustrado na fig. 2 (c). Finalmente a solução de reforço *S4*, respeitante ao reforço da ligação entre as paredes e a cobertura, compreende o uso da mesma técnica da solução *S1*, com a aplicação de tirantes realizada desta vez ao nível da cobertura.

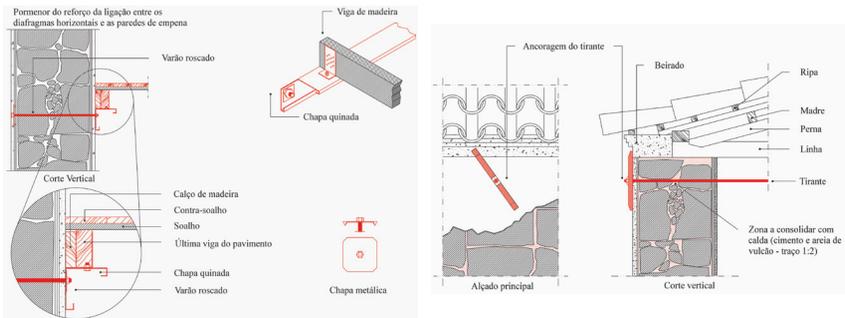
O pacote de reforço *PR2*, tal como foi referido anteriormente, para além de envolver a aplicação das soluções reforço anteriores respeitantes ao pacote *PR1*, pressupõe ainda a introdução de vigas cintas (perimetrais) em betão armado



(a) Solução de reforço S1



(b) Solução de reforço S2



(d) Solução de reforço S4

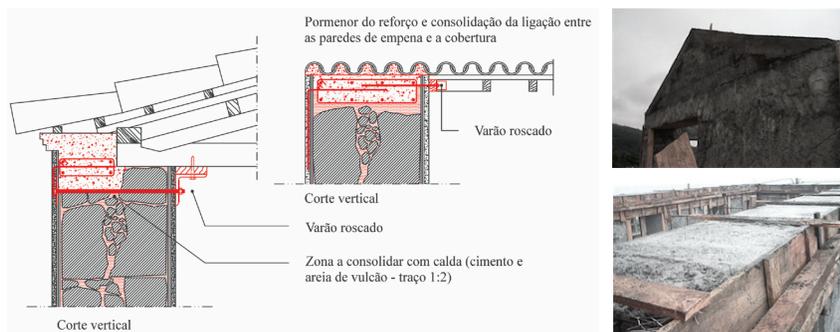


(c) Solução de reforço S3

**Fig. 2** – Pormenores das soluções de reforço implementadas no pacote PR1.

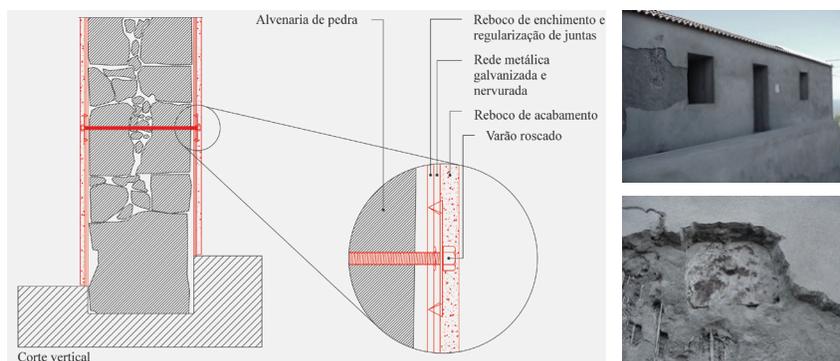
*Fig. 2* – Details of retrofitting actions of package PR1.

no coroamento das paredes resistentes de alvenaria (S5), vigas essas realizadas com  $4\phi 10$  mm (armadura longitudinal) e  $\phi 6//.20$  mm (estribos), reforçando assim o referido *box-like behaviour* dos edifícios e ainda a ligação entre essas paredes e estrutura da cobertura (ver fig. 3).



**Fig. 3** – Pormenores das solução de reforço S5 implementada no pacote PR2.  
**Fig. 3** – Details of retrofitting solution S5 implemented in package PR2.

Por último, o pacote de reforço PR3, compreende a aplicação de todas as seis soluções de reforço consideradas, diferenciando-se do pacote PR2, apenas pela introdução da solução S6, relativa à consolidação e reforço das paredes de alvenaria com reboco armado (ver fig. 4), de acordo com as especificações avançadas por Costa (2002).



**Fig. 4** – Pormenores das solução de reforço S6 implementada no pacote PR3.  
**Fig. 4** – Details of retrofitting solution S6 implemented in package PR3.

## O reflexo de cada solução de reforço na metodologia do índice de vulnerabilidade

No seguimento da seção anterior, aqui serão tecidas algumas considerações sobre a influência efetiva que as seis soluções de reforço consideradas apresentam no cálculo do índice de vulnerabilidade segundo a metodologia simplificada de avaliação da vulnerabilidade sísmica descrita anteriormente e considerada neste estudo. De acordo com a TABELA IV, cada uma das soluções de reforço contribuiu diretamente para a melhoria gradual do índice de vulnerabilidade, através da melhoria das classes de vulnerabilidade  $C_{vi}$ , nomeadamente dos parâmetros P1, P2, P3, P11, P12 e P13. É importante notar uma vez mais que estas soluções foram implementadas de forma cumulativa, de S1 até S6. Assim, todas as soluções de reforço, exceção feita para S4 e S6, implicaram a atribuição direta de uma determinada classe de vulnerabilidade para o respetivo parâmetro em questão, classe essa que foi assim assumida igual em todos os edifícios avaliados.

Convém referir que, em casos muito pontuais de edifícios que à data do terramoto de 1998 já se apresentavam munidos com uma ou mais soluções de reforço equiparáveis, a sua classe de vulnerabilidade não sofreu naturalmente

**TABELA IV** – Influência de cada solução de reforço sobre o índice de vulnerabilidade,  $I_v$   
**TABLE IV** – Influence of each retrofitting solution over the vulnerability index value,  $I_v$ .

Solução de reforço	Descrição	Parâmetro	Classe $C_{vi}$
S1	Reforço da ligação entre paredes resistentes com tirantes	P1	B
S2	Aumento da rigidez com tarugamento e contra-soalho	P11	A
S3	Reforço da ligação entre paredes e diafragmas horizontais	P1	A
S4	Reforço da ligação entre paredes e cobertura com tirantes	P12	+1
S5	Reforço da ligação entre paredes e cobertura com cintas de coroamento	P12	A
S6	Consolidação e reforço das paredes de alvenaria com reboco armado	P2 P3 P13	A $\tau_0$ A

qualquer alteração. A solução de reforço  $S_4$  foi implementada na metodologia melhorando em apenas uma classe a classe de vulnerabilidade do parâmetro P12, originalmente atribuída para a condição original  $SR$  do edificado.

Já a implementação da solução de reforço  $S_6$ , que influenciou diretamente sobre o parâmetro P3, requer maior atenção. Em primeiro lugar convém realçar que em ambiente urbano, exemplo do presente caso de estudo, a tipologia de alvenaria de pedra observada na maioria dos edifícios, difere bastante daquela encontrada em ambiente rural, nomeadamente no que diz respeito à qualidade e tipologia construtiva da alvenaria, propriedades mecânicas da pedra, qualidade de embricamento e das juntas, por exemplo.

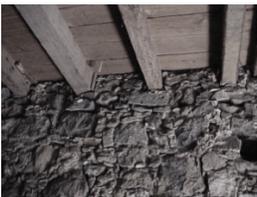
Tal como demonstrado na TABELA V, para a avaliação do parâmetro P3 dos edifícios do núcleo urbano antigo da cidade da Horta, foram consideradas duas tipologias distintas de alvenaria de pedra, baseadas na correspondência entre as tipologias de alvenaria definidas pela Norma Italiana NTC (2008) e a classificação tipológica definida por Costa (2002) para os edifícios em ambiente rural e urbano. Assim, a solução de reforço  $S_6$  teve reflexo não só ao nível da atribuição de uma classe de vulnerabilidade A para os parâmetros P2 e P13, mas também na melhoria do valor da resistência ao corte da alvenaria  $\tau_0$ , valor estimado de acordo com a Norma Italiana NTC (2008) e necessário no cálculo da resistência convencional (P3).

### **Análise comparativa**

Os resultados obtidos para os valores do índice de vulnerabilidade sísmica do edificado urbano na condição original  $SR$ , apresentados na fig. 6 (a), refletem em geral a boa qualidade construtiva e baixa vulnerabilidade sísmica do edificado e estão em conformidade com os relatórios de dano consultados que relatam o baixo impacto que o terramoto de 1998 teve neste núcleo urbano antigo da cidade da Horta, em termos de dano estrutural. Esta baixa vulnerabilidade generalizada deve-se principalmente à geometria e alinhamentos favoráveis da maioria do edificado avaliado, onde os parâmetros P4, P6, P7, P9 e P10 se apresentam como os mais influentes, tal como demonstrado pela fig. 5 (a).

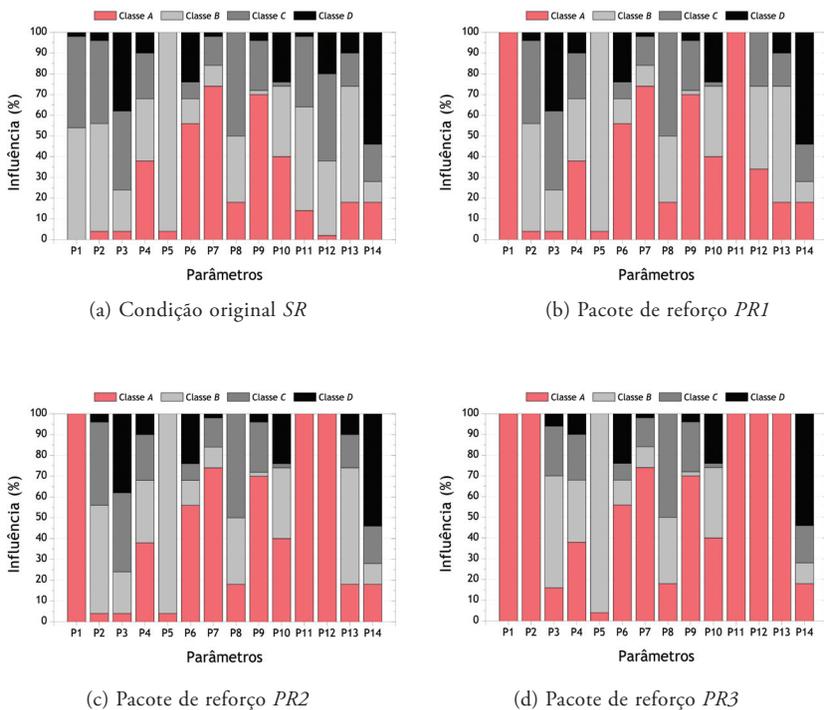
**TABELA V** – Correspondência entre a classificação tipológica de Costa (2002) e da Norma Italiana NTC (2008).

*TABLE V – Correspondence between Costa (2002) and Italian code NTC (2008) typological classification of masonry.*

Tipos de alvenaria	Tipo A	Tipo B
		
Classificação tipológica por Costa (2002)	Alvenaria de boa qualidade, formada por pedras de dimensões regulares	Alvenaria de pedras irregulares, com pequenos fragmentos de pedra
Classificação tipológica da Norma Italiana NTC (2008)	<i>Muratura a blocchi lapidei squadrati</i>	<i>Muratura in pietrame disordinata</i>
$\tau^*_0$ (condição original <i>SR</i> ) [kPa]	90	110
$\tau^*_0$ (pacote de reforço <i>PR3</i> ) [kPa]	40	90

Nesta seção serão apresentados e discutidos os mais relevantes outputs que permitirão estabelecer a comparação a vários níveis entre os três pacotes de reforço estudados. Assim, a primeira análise, apresentada na fig. 5, é feita para avaliar a influência que cada classe de vulnerabilidade  $C_{vi}$  tem em cada parâmetro, isto para cada uma das condições estudadas (*SR*, *PR1*, *PR2* e *PR3*), permitindo compreender o impacto gradual e efetivo que cada pacote de reforço teve no cálculo do índice de vulnerabilidade sísmica,  $I_{V_{global}}$ .

A aplicação da metodologia considerando o pacote de reforço *PR1* conduziu a uma redução do valor médio do índice global de vulnerabilidade sísmica,  $I_{V_{global}}$ , em cerca de 18.9%. Subsequentemente, com a introdução do pacote de reforço *PR2*, e uma vez mais quando comparada com a situação não reforçada (*SR*), esta redução subiu ligeiramente para uma percentagem em torno dos 23.1%. Finalmente, considerando o pacote de reforço *PR3* (o qual inclui os pacotes de reforço anteriores *PR1* e *PR2*), o valor médio do índice de vulnerabilidade sísmica foi reduzido em 51.7%. A fig. 6 apresenta o mapeamento da vulnerabilidade sísmica dos edifícios em situação não reforçada (*SR*), enquanto a fig. 7 apresenta o



**Fig. 5** – Influência global de cada classe de vulnerabilidade sobre  $I_{V_{global}}$

*Fig. 5* – Global influence of the each vulnerability class over  $I_{V_{global}}$

mesmo mapeamento, desta feita tendo em conta a inclusão de todas as soluções de reforço analisadas (correspondente ao pacote  $PR3$ ). Os resultados obtidos em termos do índice vulnerabilidade sísmica encontram-se compilados na TABELA VI. Na mesma tabela apresentam-se ainda as reduções em termos percentuais obtidas com a aplicação de cada um dos pacotes de reforço, sempre em relação à condição original do edifício não reforçado ( $SR$ ).

## Cenários de dano e avaliação de perdas

Tal como discutido anteriormente, a avaliação de perdas desempenha um papel fundamental na implementação de medidas de gestão e planeamento

TABELA VI – Valores de índice de vulnerabilidade e respectivas reduções em termos percentuais.

TABLE VI – Vulnerability index values and reduction values.

Condição do edificado	Avaliação detalhada		Avaliação global		Redução (%)
	$\bar{I}_v$	$\sigma_{\bar{I}_v}$	$\bar{I}_{v_{global}}$	$\sigma_{\bar{I}_{v_{global}}}$	
SR	26.32	9.73	26.55	5.45	-
PR1	21.30	7.64	21.52	4.52	18.9
PR2	20.19	7.18	20.41	4.32	23.1
PR3	12.61	4.72	12.84	3.34	51.7



Fig. 6 – Mapeamento do índice de vulnerabilidade,  $I_v$ , considerado: (a) a situação original SR e (b) a aplicação do pacote de reforço PR3.

Fig. 6 – Vulnerability index,  $I_v$ , obtained for: (a) SR condition and (b) PR3 retrofitting package.

urbano e de reforço do edificado, permitindo o confronto entre os custos associados à implementação dessas medidas e o seu retorno em termos financeiros e humanos (D. D'Ayala *et al.*, 1997). Assim, esta secção apresenta os resultados de perdas estimadas para diferentes cenários de dano calculados para diferentes intensidades macrossísmicas,  $I_{EMS-98}$ . De acordo com Nunes (2008), durante a

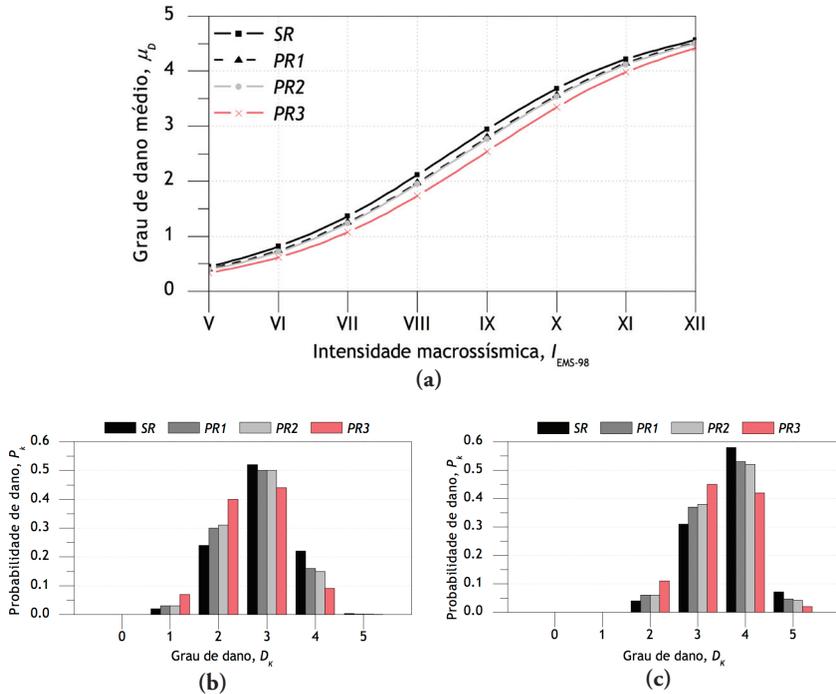
segunda metade do século XX as intensidades macrossísmicas máximas registadas no arquipélago dos Açores variaram entre  $I_{EMS-98}$ =VII e VIII, para os sismos de 1952 (São Miguel), 1964 (São Jorge), 1973 (Pico) e 1988 (São Miguel), tendo sido ainda registada uma intensidade máxima de IX durante as crises sísmicas de 1958, 1980 e 1998. De entre os vários métodos descritos na literatura para estimar perdas em função da probabilidade de ocorrência de um certo grau de dano, optou-se neste trabalho pela construção de cenários de dano baseados em distribuições probabilísticas globais, através dos valores obtidos para o índice de vulnerabilidade sísmica,  $I_{V_{global}}$  para as diferentes condições aqui analisadas (*SR*, *PR1*, *PR2* e *PR3*). Os modelos de distribuição de dano dependem inevitavelmente dos graus de dano físico, compreendendo ainda a definição das correlações entre a probabilidade de excedência de um certo nível de dano e a probabilidade da ocorrência de um determinado fenómeno de perda (por exemplo a probabilidade de colapso ou de inutilização de um edifício devido à falta de condições de segurança estrutural, a probabilidade de ocorrência de mortos ou feridos graves, etc.). Desta forma, e com base nos outputs obtidos para a avaliação da vulnerabilidade sísmica do edificado é possível estimar graus de dano médio,  $\mu_D$ , para diferentes intensidades macrossísmicas. Para isso, Bernardini *et al.* (2007) propôs uma expressão analítica que corelaciona a intensidade macrossísmica com o grau de dano médio ( $0 \leq \mu_D \leq 5$ ) em função da vulnerabilidade sísmica:

$$\mu_D = 2.5 \times \left[ 1 + \tanh\left(\frac{I + 6.25 \times V - 13.1}{Q}\right) \right]; \quad 0 \leq \mu_D \leq 5$$

onde  $I$  representa a intensidade macrossísmica de acordo com a Escala Macrossísmica Europeia (EMS-98),  $V$  é o índice de vulnerabilidade utilizada na metodologia macrossísmica e que se relaciona um valor de índice de vulnerabilidade sísmica,  $I_v$ , através da equação abaixo, e  $Q$  é um factor de ductilidade que tem em conta a ductilidade da tipologia construtiva em análise (variável entre 1 e 4). Seguindo o que é recomendado por Vicente *et al.* (2011) e Ferreira *et al.* (2013), foi adoptado aqui um valor de  $Q$  igual a 3.0.

$$V = 0.592 + 0.0057 \times I_v$$

A fig. 7 (a) apresenta as curvas de vulnerabilidade obtidas a partir do valor médio do índice global de vulnerabilidade sísmica,  $I_{V_{global}}$ , considerando cada uma das condições do edificado analisadas, e para intensidades macrossísmicas entre V e XII. Adicionalmente, a fig. 7 (b) e (c) apresenta dois exemplos de distribuições de grau de dano médio obtidas através da distribuição probabilística *beta* para intensidades macrossísmicas  $I_{EMS-98}=IX$  e  $I_{EMS-98}=X$ , a qual corresponde à máxima intensidade histórica registada na cidade da Horta (J. Nunes, 2008). Importa referir ainda que a variância da distribuição *beta* foi definida com base nos seguintes parâmetros:  $t=8$ ,  $a=0$  e  $b=5$ .



**Fig. 7** – Curvas de vulnerabilidade obtidas para cada uma das condições analisadas (a) e correspondentes distribuições probabilísticas de dano,  $P_k$ , obtidas para cada grau de dano,  $D_k$ , para valores de intensidade macrossísmica de  $I_{EMS-98}=IX$  (b) e  $I_{EMS-98}=X$  (c).

*Fig. 7 – Vulnerability curves for the considered building conditions (a) and the corresponding damage probabilities,  $P_k$ , obtained for each damage grade,  $D_k$ , for macroseismic intensities of  $I_{EMS-98}=IX$  (b) and  $I_{EMS-98}=X$  (c).*

Tal como foi já mencionado, a utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) possibilita a representação espacial das distribuições globais de dano para o edificado em análise, permitindo a identificação das áreas e dos edifícios mais vulneráveis, o que, para fins de gestão urbana e de definição de estratégias de ação e planeamento, representa uma mais valia importante. A fig. 8 (a) e (b) apresenta os cenários de dano obtidos para eventos sísmicos de intensidades  $I_{EMS-98}=IX$  e  $I_{EMS-98}=X$ , para as condições *SR* e *PR3*, respectivamente.

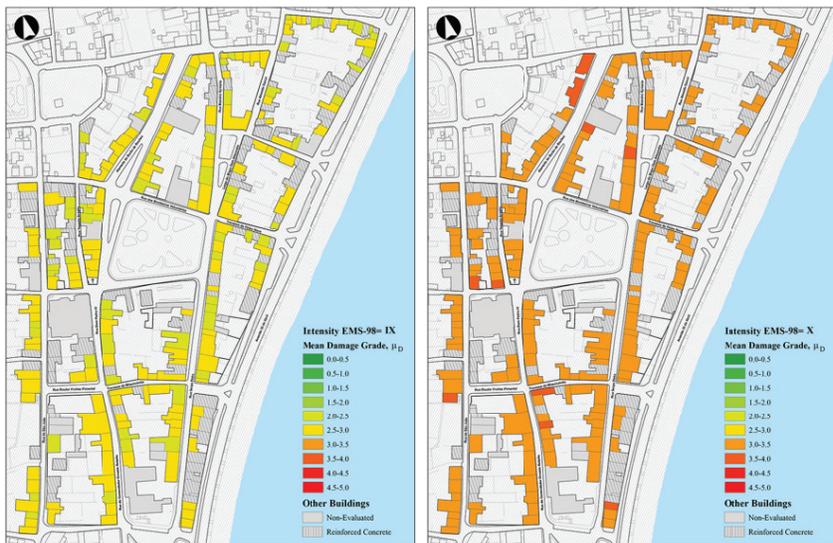
Globalmente, os danos estimados para os edifícios sem reforço (*SR*) variaram entre 2.49 e 3.69 e entre 3.30 e 4.23 para cenários sísmicos correspondentes às intensidades  $I_{EMS-98}=IX$  e  $I_{EMS-98}=X$ , respectivamente. Como pode ser observado na fig. 8 (b), com a aplicação o pacote de reforço *PR3*, os valores obtidos em termos de grau de dano médio reduziram substancialmente, para valores a variar entre 2.30 e 2.88 e entre 3.12 e 3.63 (mínimo e máximo) para intensidades macrossísmicas de  $I_{EMS-98}=IX$  e  $I_{EMS-98}=X$ , respectivamente.

Tendo por base estes resultados, é pertinente notar que alguns autores (L. Pagnini *et al.*, 2011; R. Vicente *et al.*, 2011; T. Ferreira *et al.*, 2013) referem que edifícios com valores de índice de vulnerabilidade igual ou superior a 45, isto é, edifícios para os quais é expectável a ocorrência de danos severos ( $3 \leq \mu_D \leq 4$ ) e de fenómenos de colapso localizado ( $\mu_D > 4$ ), devem ser sujeitos a uma reavaliação com recurso a uma metodologia de análise mais detalhada. O modelo de estimativa de dano utilizado neste trabalho é baseado em graus de dano que relacionam a probabilidade de excedência de um certo nível de dano e a probabilidade de colapso e perda de funcionalidade. Apoiados em observação de dano, a abordagem aqui aplicada foi proposta pelo *Servizio Sismico Nazionale* (SSN) com base nos trabalhos de Bramerini *et al.* (1995). Esta metodologia envolve a análise de informação associada à probabilidade de inutilização dos edifícios para ações sísmica de intensidade baixa e moderada.

Tal como destacado por Maio *et al.* (2015a), apesar deste tipo de ações produzirem baixos níveis de dano estrutural e não-estrutural, valores de dano médio mais elevados encontram-se normalmente associados a probabilidades de colapso, também elas, mais elevadas. Assim, a probabilidade de um certo nível de dano ser excedido é utilizada na estimativa de dano afectada por um factor



(a) Distribuições de dano considerando a condição *SR*, obtidas para intensidades  $I_{EMS-98}=IX$  e  $I_{EMS-98}=X$



(b) Distribuições de dano considerando a condição *PR3*, obtidas para intensidades  $I_{EMS-98}=IX$  e  $I_{EMS-98}=X$

**Fig. 8** – Mapeamento do grau de dano médio,  $\mu_D$ , para a condição: (a) *SR* e (b) após a aplicação do *PR3*.

**Fig. 8** – Mapping of the mean damage grade,  $\mu_D$ , for: (a) *SR* and (b) *PR3* building condition.

multiplicador variável entre 0 e 1. Em Itália, o vasto conjunto de informação analisada e tratada por Bramerini *et al.* (1995) permitiu a aferição dos valores associados a estes factores e a construção das respectivas expressões analíticas de estimativa de perdas. Neste caso, as expressões seguintes foram utilizadas, respectivamente, na determinação da probabilidade de colapso e de inutilização dos edifícios.

$$P_{\text{colapso}} = P(D_5)$$

$$P_{\text{inutilização do edifício}} = P(D_3) \times W_{ei,3} + P(D_4) \times W_{ei,4}$$

onde  $P(D_i)$  é a probabilidade de ocorrência de um certo grau de dano (de  $D_1$  a  $D_5$ ) e  $W_{ei,j}$  são factores multiplicadores que indicam a percentagem de edifícios associados ao grau de dano,  $D_i$ , que sofreram colapso ou, não tendo sofrido colapso, são considerados inutilizáveis. Seguindo o trabalho de Maio *et al.* (2015a), estes fatores multiplicados foram aqui assumidos como  $W_{ei,3}=0.4$  e  $W_{ei,4}=0.6$ . Na fig. 9 apresentam-se as curvas de probabilidade de colapso e de inutilização dos edifícios para as quatro condições estudadas (*SR*, *PR1*, *PR2* e *PR3*). Adicionalmente, na TABELA VII sumarizam-se os resultados globais obtidos em termos para estas mesmas condições, considerando intensidades macrossísmicas variáveis entre  $I_{EMS-98}=VIII$  to  $I_{EMS-98}=XII$ .

Tal como no caso anterior, a proposta apresentada pelo *Servizio Sismico Nazionale* (SSN) foi aqui utilizada para estimar a probabilidade da ocorrência de mortos, feridos graves e desalojados. No que respeita à probabilidade de mortos e feridos graves, esta foi definida como sendo igual a 30% do número total dos ocupantes de edifícios colapsados e inutilizáveis. No caso dos sobreviventes (os restantes 70%), assume-se que é necessário providenciar abrigos temporários para o seu realojamento. As taxas de mortos e feridos graves e de desalojados podem ser determinadas, respectivamente, com recurso às seguintes expressões:

$$P_{\text{mortos e feridos graves}} = 0.3 \times P(D_5)$$

$$P_{\text{desalojados}} = P(D_3) \times W_{ei,3} + P(D_4) \times W_{ei,4} + 0.7 \times P(D_5)$$

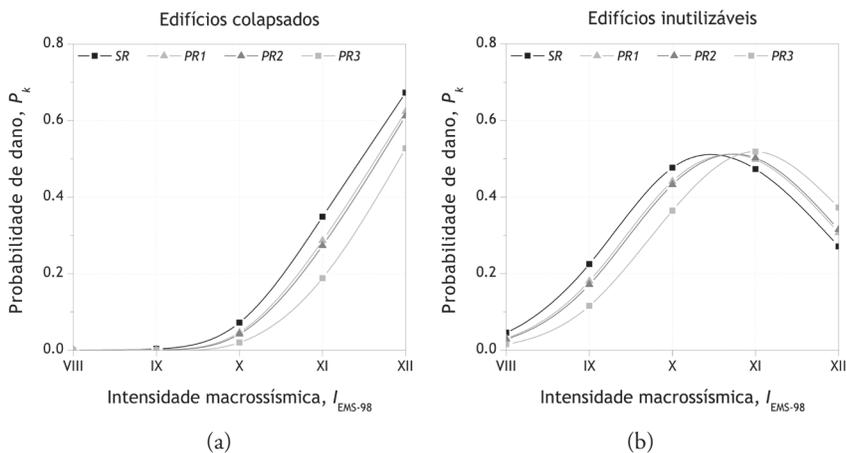
**TABELA VII** – Estimativa do número de edifícios colapsados e inutilizáveis, para um total de 192 edifícios avaliados.

**TABLE VII** – Estimation of the number of collapsed and unusable buildings, for a total of 192 buildings evaluated.

Intensidade $I_{EMS-98}$	Edifícios colapsados			
	<i>SR</i>	<i>PR1</i>	<i>PR2</i>	<i>PR3</i>
VIII	0	0	0	0
IX	1 (0.3%)	0	0	0
X	14 (7.2%)	9 (4.7%)	8 (4.2%)	4 (2.0%)
XI	67 (34.9%)	55 (28.6%)	52 (27.3%)	36 (18.8%)
XII	129 (67.3%)	120 (62.4%)	118 (61.2%)	101 (52.7%)

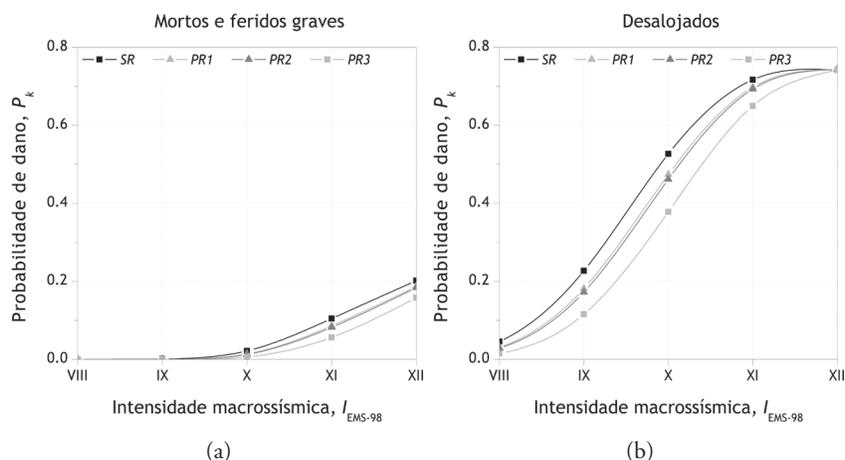
Intensidade $I_{EMS-98}$	Edifícios inutilizáveis			
	<i>SR</i>	<i>PR1</i>	<i>PR2</i>	<i>PR3</i>
VIII	9 (4.5%)	6 (3.1%)	5 (2.8%)	3 (1.5%)
IX	43 (22.4%)	35 (18.1%)	33 (17.1%)	22 (11.5%)
X	92 (47.7%)	85 (44.1%)	83 (43.2%)	70 (36.4%)
XI	91 (47.3%)	96 (49.8%)	96 (50.2%)	100 (51.8%)
XII	52 (27.1%)	59 (30.7%)	60 (31.5%)	72 (37.3%)



**Fig. 9** – Curvas de probabilidade de colapso (a) e de inutilização de edifícios (b) para as diferentes condições de reforço.

**Fig. 9** – Probability of collapsed (a) and unusable buildings (b) for the different building conditions analysed.

Seguindo o mesmo esquema de apresentação, a fig. 10 apresenta a probabilidade de mortos e feridos graves e de desalojados obtidos para cada uma das condições de reforço analisadas (SR a PR3) e para as mesma intensidades macrossísmicas, entre  $I_{EMS-98}=VIII$  e  $I_{EMS-98}=XII$ . Adicionalmente, as frequências globais calculadas a partir destes dois outputs probabilísticos encontram-se compiladas na TABELA VIII. A propósito das frequências apresentados na TABELA VIII importa salientar a redução significativa do número de desalojados em resultado da aplicação das medidas de reforço analisadas. A título de exemplo, refira-se o decréscimo de 15% no número de desalojados (de 841 para 603, num total de 1596 habitantes), para uma intensidade de  $I_{EMS-98}=X$ .



**Fig. 10** – Curvas de probabilidade de mortos e feridos graves (a) e de desalojados (b) para as diferentes condições de reforço analisadas.

*Fig. 10* – Probability of deaths and severely injured (a) and homeless (b) for the evaluated building conditions.

Como comentário final, importa salientar o facto de que estes resultados demonstram a importância de uma preparação logística eficiente por parte das autoridades competentes, nomeadamente no realojamento de um número potencial elevado de habitantes (ver TABELA VIII).

**TABELA VIII** – Estimativa do número de mortos e feridos e de desalojados, para um total de 1596 habitantes.

**TABLE VIII** – Estimation of the number of deaths and severely injured and homeless, for a total of 1596 inhabitants.

Intensidade I <sub>EMS-98</sub>	Mortos e feridos graves			
	SR	PRI	PR2	PR3
VIII	0	0	0	0
IX	2 (0.1%)	1 (0.1%)	1 ( 0.1%)	0
X	34 (2.2%)	22 (1.4%)	20 ( 1.3%)	9 (0.6%)
XI	167 (10.5%)	137 (8.6%)	131 (8.2%)	90 (5.6%)
XII	322 (20.2%)	299 (18.7%)	293 (18.4%)	253 (15.8%)

Intensidade I <sub>EMS-98</sub>	Desalojados			
	SR	PRI	PR2	PR3
VIII	73 (4.5%)	49 (3.1%)	45 (2.8%)	24 (1.5%)
IX	363 (22.7%)	290 (18.2%)	275 (17.2%)	185 (11.6%)
X	841 (52.7%)	756 (47.4%)	737 (46.2%)	603 (37.8%)
XI	1144 (71.7%)	1114 (69.8%)	1106 (69.3%)	1037 (65.0%)
XII	1184 (74.2%)	1186 (74.3%)	1187 (74.4%)	1184 (74.2%)

## Perdas económicas

Nesta secção, o desempenho de cada uma das ações de reforço consideradas neste trabalho é analisada, não apenas do ponto de vista do seu efeito na redução da vulnerabilidade sísmica do edifício, mas também do ponto de vista da sua viabilidade económica. Segundo Benedetti e Petrini (1984), o grau de dano médio, discutido na secção anterior, pode ser interpretado quer economicamente, quer em termos de um índice económico traduzido no rácio entre o custo de reparação e o custo de reposição (isto é, o valor do edifício). A correlação entre

o grau de dano médio e estes dois custos foi proposta por Dolce *et al.* (2006) com base na análise de informação de dano pós-sismo recolhida com recurso à metodologia GNDT-SSN (1994), após os sismos de Umbria-Marche (1997) e de Pollino (1998). Tirando partido da quantidade extensiva de informação recolhida e analisada, estes autores obtiveram valores estatísticos baseados na estimativa do custo associado a ações de reparação padrão aplicadas a um universo de mais de 50000 edifícios.

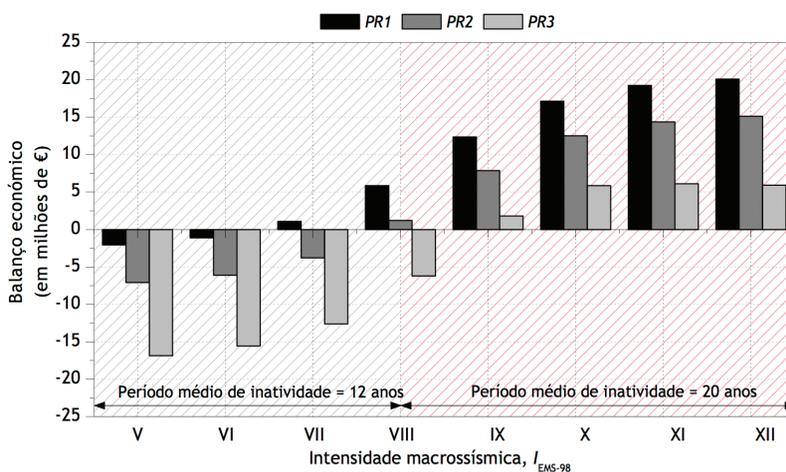
Assim, e de acordo com Vicente *et al.* (2010), a probabilidade associada ao custo de reparação para um determinado evento sísmico caracterizado por uma intensidade  $I$ ,  $P[R|I]$ , pode ser obtido através do produto entre a probabilidade condicionada do custo de reparação para cada nível de dano,  $P[R|D_k]$ , e a probabilidade condicionada da condição de dano para cada edifício sujeito a uma determinada intensidade sísmica,  $P[D_k|I_v, I]$ :

$$P[R|I] = \sum_{D_k=1}^5 \sum_{I_v=0}^{100} P[R|D_k] \times P[D_k|I_v, I]$$

Para estimar os custos de reposição associados às diferentes condições de reforço, foi adoptado um valor médio de 700€/m<sup>2</sup> para o edificado antigo no centro histórico da cidade da Horta, valor que se encontra em linha com o estimado por Dolce *et al.* (2006) a partir do processo de reconstrução conduzido após o terramoto de Irpinia. De forma a entrar em linha de conta com o valor patrimonial do edificado, e uma vez que a adopção de técnicas e materiais tradicionais podem aumentar ligeiramente os custos associados ao processo, o valor médio considerado para os edifícios na situação *SR* foi corrigido para 1000€/m<sup>2</sup>. Vale a pena notar que este valor foi já sugerido no passado por Vicente *et al.* (2011) para a cidade portuguesa de Coimbra.

Com base neste valores probabilísticos é então possível estimar o custo global de reposição do edificado contido na área em estudo (192 edifícios) e obter o balanço económico calculado para cada uma dos três pacotes de reforço sísmico considerados em relação à situação inicial *SR*. Este resultado encontra-se ilustrado na fig. 11 para intensidades macrossísmicas entre  $I_{EMS-98}=V$  e XII, encontrando-

-se ainda sistematizado na TABELA IX sob a forma de valores poupança global associados a este balanço económico. Adicionalmente, os períodos médios de inatividade sísmica referidos por Nunes (2008) para o Arquipélago dos Açores (isto é, a quantidade média de tempo entre dois terremotos de intensidades de  $V < I_{EMS-98} < VIII$  e  $I_{EMS-98} \geq VIII$ ), foram ainda incluídos na fig. 11 com o objetivo de facilitar a interpretação e a análise dos resultados que aqui se discutem.



**Fig. 11** – Balanço económico obtido para as três condições de reforço consideradas em relação à condição inicial *SR*.

*Fig. 11* – Economic balance for the three retrofitting packages considered, in relation to the *SR* building condition.

Da análise da fig. 12 é fácil concluir que os três pacotes de reforço analisados provaram ser viáveis economicamente para intensidades macrosísmicas iguais ou superiores a IX. Apesar deste facto, para as intensidades  $I_{EMS-98}=VII$  e VII, as quais se encontram já dentro do período médio de inatividade de 12 anos, foram obtidas poupanças globais da ordem dos 1.08 e 5.85 milhões de euros (M€) com a aplicação dos pacotes de reforço *PR1* e *PR2*, respetivamente (ver TABELA IX).

Como seria de prever, as poupanças globais obtidas são mais expressivas para intensidades mais elevadas, uma vez que o nível relativo de dano sofrido

pelos edifícios é mais importante para essas intensidades, o que leva a que, do ponto de vista estritamente económico, o pacote de reforço *PR1* tenha sido o mais eficiente em termos económicos, com poupanças globais da ordem dos 20 M€. No entanto, é importante sublinhar que estes resultados devem ser analisados e interpretados lado a lado com os resultados de dano e de perdas apresentados na secção anterior, uma vez que, apesar dos pacotes *PR2* e *PR3*, para determinadas intensidades, serem menos interessantes do ponto de vista económico, a sua aplicação conduz a um decréscimo significativo em termos de perdas humanas. Dê-se como exemplo o pacote *PR2*, com um custo estimado de 100€/m<sup>2</sup>, isto é, cerca de 14% do valor médio do custo de reposição, e que conduz a uma redução de cerca de 0.9%, 6.5%, 3.0% e 4.5% em termos de mortos e feridos graves, desalojados, edifícios colapsados e edifícios inutilizáveis, para uma intensidade  $I_{EMS-98}=X$ . Replicando o exercício para o pacote de reforço *PR3*, com um custo estimado de cerca de 33% do custo médio de reposição, é possível obter uma redução da ordem dos 51.7% em termos do valor global do índice de vulnerabilidade sísmica, o que, em termos de estimativa de danos para uma intensidade  $I_{EMS-98}=X$ , corresponde a uma redução de 1.6%, 14.9%, 5.0% e 11.5% em termos de rácios de mortos e feridos, desalojados, edifícios colapsados e edifícios inutilizáveis.

Finalmente, note-se que ao longo do processo de reconstrução e reforço do edificado da ilha do Faial atingido pelo terramoto de intensidade VIII que abalou o Arquipélago dos Açores em 1998, foi gasto um total de 330 milhões de euros, valor que representa aproximadamente 1/6 do Produto Interno Bruto

**TABELA IX** – Poupanças globais obtidas através de cada um dos pacotes de reforço analisados *PR<sub>i</sub>* (em milhões de €).

**TABLE IX** – Global savings obtained for each retrofitting package *PR<sub>i</sub>* (in millions of €).

Pacote de reforço	Intensidade macrossísmica, $I_{EMS-98}$							
	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	M€							
<i>PR1</i>	-	-	1.08	5.85	12.24	17.15	19.23	20.10
<i>PR2</i>	-	-	-	1.20	7.89	12.53	14.39	15.13
<i>PR3</i>	-	-	-	-	1.80	5.86	6.12	5.91

da Região Autónoma dos Açores. Assim, é fácil perceber que caso alguma destas ações de reforço tivesse sido estudada e implementada antes do terramoto, os custos associados à sua implementação seriam praticamente desprezáveis quando comparados com o valor total despendido no referido processo de reconstrução, tendo sido ainda possível reduzir drasticamente as perdas materiais e humanas associadas ao evento.

## Conclusão

As conclusões e recomendações mais gerais que se retiram do trabalho desenvolvido vão ao encontro da necessidade de melhorar a perceção pública, educação e investigação relacionada com a mitigação do risco sísmico, aproveitando os diversos veículos e agentes de comunicação disponíveis na nossa sociedade. Idealmente, as estratégias de mitigação de risco devem abranger a redução da exposição das comunidades e um planeamento e desenvolvimento urbano mais sustentável, assim como campanhas de reforço sísmico aplicadas em conformidade com uma legislação competente e responsável, que garanta simultaneamente reforçar condignamente o edificado existente e exigir um adequado dimensionamento sísmico em construções novas. Se forem revistas as atuais políticas em torno desta temática e repensados os modelos de apoio financeiro e institucional, tanto numa escala regional como nacional, será possível reduzir a vulnerabilidade sísmica do nosso edificado de forma sustentável e sem custos desmesuráveis para ambas as partes interessadas.

Tal como esperado, os resultados obtidos em termos de perdas e danos para o núcleo urbano antigo da cidade da Horta não resultaram tão gravosos como em outros casos de estudo anteriores (caso do Bairro Ribeirinho de Faro), isto porque o índice de vulnerabilidade médio do edificado apresenta uma grande influência sobre as formulações aqui utilizadas para tais estimativas. Ainda assim, estes resultados podem dizer-se bem ajustados ao dano observado em toda a área de estudo, decorrente do terramoto dos Açores de 1998.

Relativamente à implementação das soluções de reforço consideradas, estas conduziram a uma melhoria significativa do desempenho sísmico global do edificado, traduzido pela melhoria dos valores do índice de vulnerabilidade sísmica, refletindo de forma satisfatória a sua real influência sobre a capacidade de resistência ao corte, ductilidade e comportamento em caixa dos edifícios. No entanto, uma vez mais, os resultados em termos de redução de perdas poderiam ter sido mais expressivos caso tivessem sido atingidos valores mais elevados nos índices de vulnerabilidade sísmica na condição original *SR* dos edifícios. Não obstante, aplicação da solução de reforço *S5*, relativa à melhoria da ligação entre paredes e cobertura através de cintas de coroamento, fez levantar algumas questões sobre o seu contributo efetivo no desempenho sísmico global do edifício. Alguns autores defendem que esta técnica, apesar de bastante comum no edificado da Horta, poderá favorecer o desenvolvimento de mecanismos de colapso nas paredes resistentes quando sujeitas uma excitação sísmica, devido a um importante aumento de massa e rigidez, localizado no topo das paredes, podendo introduzir modificações importantes nos modos de vibração da estrutura, especialmente em edifícios com dois ou mais pisos. Assim, os autores sugerem que este tipo de solução seja revisto e examinado sob o ponto de vista mecânico, numérico e experimental, de forma esclarecer esta questão.

Finalmente, no que diz respeito às perdas económicas, é importante sublinhar que os três pacotes de reforço considerados neste estudo apresentaram uma boa relação custo-benefício para as intensidades macrossísmicas mais elevadas ( $I_{EMS-98}=IX$  a  $XII$ ), permitindo atingir poupanças globais na ordem dos 20 M€. Por outro lado, para intensidades moderadas ( $I_{EMS-98}=VII$  a  $VIII$ ), foram estimadas poupanças ainda assim muito interessantes de 5.85 e 1.20 M€ com a aplicação dos pacotes de reforço *PR1* e *PR2*, respetivamente.

## Agradecimentos

Este trabalho foi financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), desenvolvido ao abrigo do projeto de investigação URBSIS - Avaliação

da Vulnerabilidade e Gestão do Risco Sísmico à Escala Urbana (PRDC/ECM-URB/2564/2012). Os autores agradecem à SPRIH, à REg, ao Eng.º Filipe Neves e ao Prof. Aníbal Costa pela disponibilização de um conjunto de informação relacionada com o processo de reconstrução da ilha do Faial, fundamental para a realização deste estudo.

## Referências bibliográficas

- Arshad, Shahnaz e Athar, Sohaib (2013). Rural Housing Reconstruction Program Post-2005 Earthquake - Learning from the Pakistan Experience - A Manual for Post-Disaster Housing Program Managers. *The World Bank Group*, pp 116 (em inglês).
- Astroza, Maximiliano; Ruiz, Sergio e Astroza, Rodrigo (2012). *Damage Assessment and Seismic Intensity Analysis of the 2010 (Mw 8.8) Maule Earthquake*. *Earthq Spectra* 28:S145–S164.
- Benedetti, Duilio e Petrini, Vincenzo (1984). *Sulla vulnerabilità sismica di edifici in muratura: un metodo di valutazione. A method for evaluating the seismic vulnerability of masonry buildings*. *L'industria delle Costruzioni*, pp 66–74 (em italiano).
- Bernardini, Alberto; Giovinazzi, Sonia; Lagomarsino, Sergio e Parodi, Sonia (2007). Vulnerabilità e previsione di danno a scala territoriale secondo una metodologia macrosismica coerente con la scala EMS-98. *In 12th Conf. Ital. Natl. Assoc. Earthq. Eng.* – ANIDIS. 10-14 Giugno, Pisa, Italia (em italiano).
- Bothara, Jithendra e Brzev, Svetlana (2011). A TUTORIAL: Improving the Seismic Performance of Stone Masonry Buildings, *1st ed. EERI*, Oakland, California, USA. ISBN: 9781932884487 (em inglês).
- Bramerini, Fabrizio; Di Pasquale, Giacomo; Orisini, A. ; Pugliese, A. ; Romeo, R. e Sabetta, Fabio (1995). Rischio sismico del territorio Italiano: proposta per una metodologia e risultati preliminari, Technical report SSN/RT/95/01. Servizio Sismico Nazionale. Roma, Italia (em italiano).
- Calvi, G. Michele; Pinho, Rui; Magenes, Guido; Bommer, Julian J.; Restrepo-Vélez, L. Fernando and Crowley, Helen (2006). Development of seismic vulnerability assessment methodologies over the past 30 years. *ISSET Journal of Earthquake Technology*, Paper No. 472, Vol. 43, No. 3, September 2006, pp. 75-104 (em inglês).
- Carreño, Martha-Liliana; Cardona, O. Darío e Barbat, Alex (2007). Urban Seismic Risk Evaluation: A Holistic Approach. *Nat Hazards* 40:137–172. doi:10.1007/s11069-006-0008-8.
- Carvalho, E. Cansado; Oliveira, C. Sousa; Fragoso, Mário e Miranda, Vidália (1998). Regras gerais de reabilitação e reconstrução de edifícios correntes afectados pela crise sísmica do Faial, Pico e São Jorge, iniciada pelo sismo de 9 de Julho de 1998. LREC/DMCE REL. 100/98.
- Coaffee, Jon (2008). Risk, resilience, and environmentally sustainable cities. *Energy Policy* 36:4633–4638. doi:10.1016/j.enpol.2008.09.048 (em inglês).
- Costa, Aníbal (2002). Determination of mechanical properties of traditional masonry walls in dwellings of Faial Island, Azores. *Earthq Eng Struct Dyn* 31:1361–1382. doi:10.1002/eqe.167 (em inglês).

- Costa, Aníbal; Oliveira, C. Sousa e Neves, Filipe (2008). Reinforcing techniques more commonly used in Faial reconstruction. *Sismo 1998 – Açores. Uma década depois*, 1st ed. pp 531–555.
- Costa, A. Aníbal; Arêde, António; Costa, Aníbal; Guedes, João e Silva, Bruno (2012). Experimental testing, numerical modelling and seismic strengthening of traditional stone masonry: comprehensive study of a real Azorian pier. *Bull Earthq Eng* 10:135–159. doi:10.1007/s10518-010-9209-3 (em inglês).
- D’Ayala, Dina; Spence, Robin; Oliveira, C. Sousa e Pomonis, Antonios (1997). Earthquake Loss Estimation for Europe’s Historic Town Centres. *Earthq Spectra* 13:773–793. doi: 10.1193/1.1585980 (em inglês).
- D’Ayala, Dina e Speranza, Elena (2002). Housing Report: Single-family stone masonry house. Earthquake Engineering Research Institute (EERI) and International Association for Earthquake Engineering (IAEE), pp 15 (em inglês).
- Dolce, Mauro; Kappos, Andreas; Masi, Angelo; Penelis, Gregory e Vona, Marco (2006). Vulnerability Assessment and Earthquake Damage Scenarios of the Building Stock of Potenza (Southern Italy) using Italian and Greek Methodologies. *Elsevier - Eng Struct* 28:357–371. doi:10.1016/j.engstruct.2005.08.009 (em inglês).
- Esri (2012). Environmental Systems Research Institute, Inc. (ESRI). 310 New York Street, Redlands, 92373-8100, USA.
- Ferreira, T. Miguel; Vicente, Romeu; Mendes da Silva, J. A. Raimundo; Varum, Humberto e Costa, Aníbal (2013). Seismic vulnerability assessment of historical urban centres: case study of the old city centre in Seixal, Portugal. *Bull Earthq Eng* 11:1753–1773. doi:10.1007/s10518-013-9447-2 (em inglês).
- GNDT (1994). Scheda di esposizione e vulnerabilità e di rilevamento danni di primo livello e secondo livello (muratura e cemento armato). Grupo Nazionale per la Difesa dai Terremoti - Servizio Sismico Nazionale, Rome, Italy (em italiano).
- Goula, Xavier; Roca, Antoni e Oliveira, C. Sousa (2006). *Assessing and managing earthquake risk - Geo-Scientific and Engineering Knowledge for Earthquake Risk Mitigation: developments, tools, techniques*. Springer. 2nd editon; ISBN: 978-1-4020-3524-1, pp 564 (em inglês).
- Gregersen, Søren; Basham, Peter e Moreira V. S. (1989). Earthquakes at North-Atlantic Passive Margins: Neotectonics and Postglacial Rebound. *Seism. Port. Cont. Margin*, NATO ASI S. Springer Netherlands, pp 533–545 (em inglês).
- Grünthal, Gottfried (1998) European Macroseismic Scale 1998 (EMS-98). European Seismological Commission, Subcommission on Engineering Seismology, Working Group Macroseismic Scales. *Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie*, pp 15:101 (em inglês).
- Maio, Rui; Ferreira, T. Miguel; Vicente, Romeu e Estêvão, João (2015a). Seismic vulnerability assessment of historical centres: case study of the old city centre of Faro, Portugal. *J Risk Res*. doi: 10.1080/13669877.2014.988285 (em inglês).
- Maio, Rui; Ferreira T. Miguel e Vicente, Romeu (2015b). The morphology of old urban centres: architectural and constructive survey of Bairro Ribeirinho of Faro, Portugal. *Conservar Património*. doi: 10.14568/cp2015002.
- Mitchelson, Mark (2011). Haiti and Christchurch Earthquakes Viewed through a resilience lens - A comparative case study. Tese de Mestrado em Emergency Management (MEMMgt). Auckland University of Technology. pp 92 (em inglês).
- Neves, Filipe; Costa, Aníbal; Vicente, Romeu; Oliveira, C. Sousa e Varum, Humberto (2012). Seismic vulnerability assessment and characterisation of the buildings on Faial Island, Azores. *Bull Earthq Eng* 10:27–44. doi: 10.1007/s10518-011-9276-0 (em inglês).

- Neves, Nuno; Arêde, António e Costa, Aníbal (2012). Seismic analysis of a building block. *Bull Earthq Eng*. doi:10.1007/s10518-011-9310-2. pp 1–33 (em inglês).
- NTC (2008). Ministero dei Lavori Pubblici, Decreto Ministeriale 14/1/2008, Norme tecniche per le costruzioni (em italiano).
- Nunes J. Carlos (2008). General description of the Azores region seismicity. Sismo 1998 – Açores. Uma década depois, 1st Edition. Horta, Faial Island, Azores, Portugal, pp 59–72.
- Oliveira, C. Sousa; Lucas, Arcindo e Guedes, J. H. Correia (1990). MONOGRAFIA - 10 Anos após o Sismo dos Açores de 1 de Janeiro de 1980 - Volume I e II. Secretaria Regional da Habitação e Obras Públicas, Delegação da Ilha Terceira, Açores, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Angra do Heroísmo, Açores, Portugal.
- Pagnini, L. Carlotta; Vicente, Romeu; Lagomarsino, Sergio e Varum, Humberto (2011). A mechanical model for the seismic vulnerability assessment of old masonry buildings. *Earthq Struct* 2:25–42 (em inglês).
- Ranghieri, Federica e Ishiwatari, Mikio (eds) (2014). Learning from Megadisasters - Lessons from the Great East Japan Earthquake. The World Bank Group. doi:10.1596/978-1-4648-0153-2. pp 391 (em inglês).
- Silva, Vitor; Crowley, Helen; Varum, Humberto e Pinho, Rui (2014). Seismic risk assessment for mainland Portugal. *Bull Earthq Eng*. doi:10.1007/s10518-014-9630-0 (em inglês).
- Vicente, Romeu (2008). Estratégias e metodologias para intervenções de reabilitação urbana - Avaliação da Vulnerabilidade e do Risco Sísmico do Edificado da Baixa de Coimbra. Tese de Doutoramento. Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro. pp 471.
- Vicente, Romeu; Ferreira, T. Miguel; Maio, Rui e Koch, Herbert (2014a). Awareness, Perception and Communication of Earthquake Risk in Portugal: Public Survey. *Procedia Econ Financ* 18:271–278. doi:10.1016/S2212-5671(14)00940-X (em inglês).
- Vicente, Romeu; Ferreira, T. Miguel; Maio, Rui (2014b). Seismic Risk at the Urban Scale: Assessment, Mapping and Planning. *Procedia Econ Financ* 18:71–80. doi:10.1016/S2212-5671(14)00915-0 (em inglês).
- Vicente, Romeu; Parodi, Sonia; Lagomarsino, Sergio; Varum, Humberto e Mendes da Silva, J. A. Raimundo (2011). Seismic vulnerability and risk assessment: case study of the historic city centre of Coimbra, Portugal. *Bull Earthq Eng* 9:1067–1096. doi:10.1007/s10518-010-9233-3 (em inglês).
- Vicente, Romeu; Mendes da Silva, J. A. Raimundo; Varum, Humberto; Costa, Aníbal; Oliveira, C. Sousa; Ferreira, T. Miguel; Santos, Mário; Santos, Cátia e Subtil, Ana (2010) Avaliação da vulnerabilidade sísmica do núcleo urbano antigo do Seixal. In 8th Port Congr Seismol Seism Eng.
- Zonno, G ; Oliveira, C. Sousa; Ferreira, Mónica Amaral ; Musacchio, G. ; Meroni, F. ; Mota-de-Sá, Francisco e Neves, Filipe (2010). Assessing Seismic Damage Through Stochastic Simulation of Ground Shaking: The Case of the 1998 Faial Earthquake (Azores Islands). *Springer - Surv Geophys* 31:361–381. doi:10.1007/s10712-009-9091-1 (em inglês).



**AVALIAÇÃO MUNICIPAL DA VULNERABILIDADE A  
INUNDAÇÃO POR TSUNAMI**  
**MUNICIPAL VULNERABILITY ASSESSMENT FOR  
TSUNAMI INUNDATION**

**André Fonte**

Centro de Estudos Geográficos, IGOT, Universidade de Lisboa  
marioandre.uc@gmail.pt

**José Leandro Barros**

Centro de Estudos Geográficos, IGOT, Universidade de Lisboa  
joseleandrobarros@gmail.pt

**Alexandre Oliveira Tavares**

Centro de Estudos Sociais e Dep. de Ciências da Terra, Universidade de Coimbra  
atavares@ci.uc.pt

**Ângela Santos**

Centro de Estudos Geográficos, IGOT, Universidade de Lisboa  
angela.santos@campus.ul.pt

**Sumário:** Diversas metodologias têm sido desenvolvidas com o objetivo de avaliar a vulnerabilidade face a *tsunamis*. O presente estudo apresenta a aplicação de uma análise integrada multidimensional de avaliação da vulnerabilidade a *tsunamis* para os concelhos da Figueira da Foz, Vila do Bispo e Setúbal. É calculado o índice compósito de vulnerabilidade que agrega os índices de vulnerabilidade morfológica, estrutural, social e tributária, para a área potencialmente inundada utilizando como referência a modelação numérica da inundação do *Tsunami* de Lisboa de 1755.

**Palavras-chave:** *Tsunami*, vulnerabilidade, metodologia multidimensional, índice compósito de vulnerabilidade, Portugal.

**Abstract:** Several methodologies have been developed with the aim of assessing the vulnerability to tsunamis. This paper presents the application of a multidimensional integrated analysis for the vulnerability assessment to tsunamis for the municipality of Figueira da Foz, Vila do Bispo and Setúbal. The composite vulnerability index, that aggregates morphological, structural, social and tax component vulnerability indices, is calculated to potentially inundated areas using as reference the inundation numerical modeling of the 1755 Lisbon Tsunami.

**Keywords:** Tsunami, vulnerability, multidimensional approach, composite vulnerability index, Portugal.

## Introdução

Os registos históricos permitem identificar um total de 17 *tsunamis* ocorridos ao longo da costa portuguesa desde 60 a.C. até à Miranda, 2009) e o intervalo de tempo de 45 anos que o separa da atualidade faz com que várias gerações não tenham convivido com a manifestação de eventos deste tipo. Esta ausência faz com que haja um falso sentimento de segurança, o que condiciona a perceção da população em relação ao risco de *tsunami*. Em Portugal os valores relacionados com a perceção face a riscos naturais e tecnológicos são genericamente baixos, sendo esta tendência mais clara nas zonas mais próximas dos locais de residência (Tavares *et al.*, 2011). O mesmo estudo conclui que quanto maior é a proximidade à zona de residência menor é a intensidade percebida dos processos perigosos, influenciada pela noção de segurança e controlo dos acontecimentos. O estudo levado a cabo por Mendes e Freiria (2012) do observatório do Risco OSIRIS demonstra que num conjunto de 28 riscos, *tsunami* surge em último lugar numa lista que identifica a importância dos riscos percecionados pelos portugueses. Por outro lado, o estudo realça ainda que 95% dos inquiridos não adotam qualquer medida de prevenção face a um *tsunami*, concluindo que a perceção do

risco de *tsunami* em Portugal é muito baixa, mesmo para as populações que habitam na zona costeira ou em estuários.

A vulnerabilidade, independentemente da sua natureza, apresenta uma variação e heterogeneidade ao longo do território sendo influenciada pelos múltiplos fatores e características intrínsecas ao mesmo. Estando o risco intimamente relacionado com a vulnerabilidade é cada vez mais necessário a criação e adoção de metodologias multidimensionais que agreguem em seu torno as múltiplas realidades inerentes ao perigo e à vulnerabilidade. No que respeita ao risco de *tsunami*, os recentes acontecimentos verificados em 2004 no Oceano Índico e em 2011 no Japão despoletaram um conjunto de metodologias de avaliação do risco de *tsunami*. No entanto, muitas dessas metodologias focam-se apenas na componente estrutural da vulnerabilidade, realizando desta forma uma análise e avaliação incompleta (Dall'Osso *et al.* 2010). O presente estudo é inovador no sentido em que dá a conhecer uma análise integrada da vulnerabilidade, pelo que se distingue das demais metodologias pelo facto de ser uma abordagem multidimensional, abordando e introduzindo novas componentes na avaliação da vulnerabilidade face a um *tsunami*.

Assim, os principais objetivos do presente estudo são: a representação cartográfica da área potencialmente inundável por um *tsunami* nos concelhos da Figueira da Foz, Vila do Bispo e de Setúbal; o cálculo do **índice de vulnerabilidade morfológica** (VM) para a área potencialmente inundada; o cálculo do **índice de vulnerabilidade estrutural** (VE) para os edifícios potencialmente afetados; o cálculo do **índice de vulnerabilidade social** (VS) e tributária (VT). Por fim todos os índices são combinados para se obter o cálculo do índice composto de vulnerabilidade (ICV) para as freguesias dos concelhos da Figueira da Foz, Vila do Bispo e Setúbal.

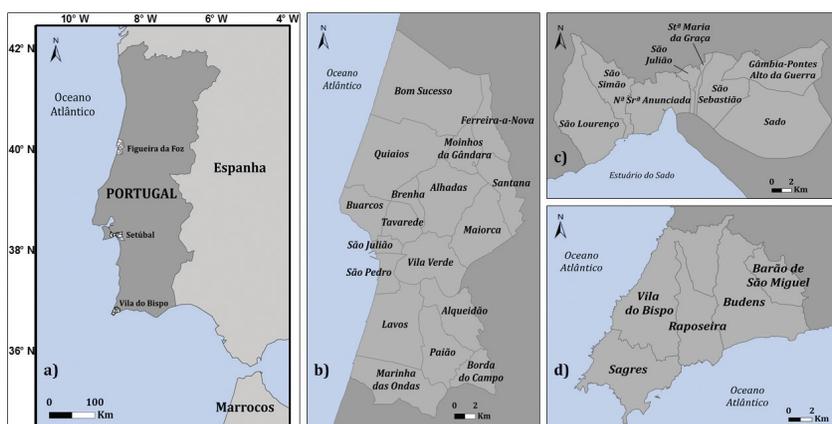
## Caracterização

Este estudo remete-nos para três áreas costeiras portuguesas (Figueira da Foz, Vila do Bispo e Setúbal – fig.1a), com base em relatos históricos e nas características territoriais do *Tsunami* de Lisboa de 1755.

A escolha da Figueira da Foz (fig. 1b) justifica-se por ser um centro urbano com forte presença antrópica e de infra-estruturas relevantes na zona costeira, pela grande flutuação diária e sazonal de população e pela existência de relatos históricos que mostram um *run-up* extremo de 36m (Santos *et al.*, 2012).

A opção de Setúbal (fig. 1c) justifica-se pela existência de relatos históricos, pela elevada densidade populacional e por ser dotado de uma importante zona industrial no panorama nacional e internacional (Santos e Koshimura, 2013). A escolha de Vila do Bispo (fig. 1d) deve-se à existência de relatos históricos associados ao *tsunami* de Lisboa de 1755 (Santos, 2008; Santos *et al.*, 2011) e com o facto de um *tsunami* com uma origem semelhante ao verificado em 1755 demorar menos de 20 minutos a atingir o concelho (Santos *et al.*, 2009). Por último, a existência de aglomerados populacionais junto à costa (Sagres, Burgau e Salema) e a sua considerável flutuação populacional sazonal justificam o seu estudo.

Importa referir que os limites das freguesias utilizados no estudo dizem respeito aos limites anteriores à reorganização autárquica efetuada em 2013.



**Fig. 1** – a) Enquadramento da área de estudo; b) Município da Figueira da Foz; c) Município de Setúbal; d) Município de Vila do Bispo.  
**Fig. 1** - a) Framework of the study area; b) Municipality of Figueira da Foz; c) Municipality of Setúbal; d) Municipality of Vila do Bispo.

## Figueira da Foz

### Caracterização morfológica

O concelho da Figueira da Foz está localizado no bordo oeste Meso-Cenozóico, onde a base é composta em grande parte de material sedimentar, calcários (Dogger) (Rocha *et al.*, 1981). A altimetria da área de estudo varia entre 0 e 257 m na Serra da Boa Viagem, que está localizado no centro do município e se destaca em termos de relevo. A norte e a sul do alinhamento formado pela Serra da Boa Viagem e da Serra das Alhadas as planícies são predominantes, com elevações inferiores a 100 m, incluindo a planície de inundação do Mondego e a planície costeira. Os declives predominantes na área de estudo têm valores <5%, com os maiores valores localizados na encosta norte da Serra da Boa Viagem.

A orla costeira é caracterizado em termos gerais como sendo uma área plana de baixa altitude, com exceção da Serra da Boa Viagem. Ao norte deste sistema montanhoso existe uma extensa planície costeira com formações de dunas bem desenvolvidas (Almeida, 1995). O sul também é dominado por planícies costeiras onde começa o estuário e dunas de areias do Mondego que formam dunas frontais. A área do Cabo do Mondego é dominada por falésias na base na qual se desenvolve uma plataforma rochosa de abrasão (Cunha *et al.*, 1997). O litoral adjacente à cidade da Figueira da Foz é caracterizado pela existência de uma praia com cerca de 500 m de comprimento, resultado da retenção de sedimentos pelo molhe norte do porto da Figueira da Foz. Na foz do rio Mondego estão localizados dois esporões e outra infraestrutura em que ambos tentam proteger a zona do porto e influenciar a dinâmica litoral.

### Caracterização socioeconómica

Em termos administrativos, o concelho da Figueira da Foz pertence à denominada região Centro (NUT II), sub-região do Baixo Mondego (NUT III), abrangendo uma área de 379 km<sup>2</sup>. É delimitado a norte pelo município

de Cantanhede, a este por Montemor-o-Velho e Soure, a sul por Pombal e a oeste pelo Oceano Atlântico.

De acordo com os Censos de 2011 (INE, 2011), o município regista uma população de 62 125 habitantes, distribuídos de forma desigual entre as 18 freguesias, com uma densidade populacional de 163,3 hab./Km<sup>2</sup>. A Figueira da Foz destaca-se como sendo uma cidade de média dimensão no panorama nacional, com um total de 28 338 habitantes, onde a sazonalidade da ocupação humana é distinta. De acordo com os Censos de 2011 (INE, 2011), o município apresenta um total de 24 893 edifícios e 43 300 alojamentos, com uma concentração maior na área costeira. Em termos de setores de atividade, há uma clara predominância do setor terciário (64,9%), seguido do setor secundário (31,6%) e primário (3,5%). Também digno de registo é a existência do porto da Figueira da Foz como um centro dinâmico da economia local e regional.

## **Setúbal**

### **Caracterização morfológica**

Em termos geomorfológicos, consideram-se na região de Setúbal três grandes unidades: área montanhosa, área planáltica e baixas aluvionares (Coelho, 1980).

A área montanhosa compreende um conjunto de relevos alinhados com orientação geral SW-NE, dispostos em arcos sucessivos, onde se destacam a “cuesta” oligomiocénica de Azeitão-Palmela (Serra de S. Francisco – 257m e Serra do Louro – 224m), os relevos monoclinais formados pelos terrenos da Série Continental Neojurássica e Cretácica (Serra de Gaiteiros – 238m, Vales das ribeiras de Alcube e de Corava, Serra de Comenda – 190m e Serra do Viso – 163m) e o monte anticlinal de S. Luís (392m) e o flanco Norte do monte anticlinal do Formosinho.

A área planáltica constitui a área aplanada que envolve a norte e a leste a área montanhosa. Por outro lado, as baixas aluvionares, caracterizam-se por

constituírem zonas planas de cotas baixas com declives inferiores a 2%, passando nas zonas de montante a declives entre 2 e 5% (LNEG, 1994).

Nestas baixas aluvionares considera-se o estuário do Sado formado em grande parte por planícies aluviais com uma altitude média muito baixa. Podem encontrar-se ainda outros tipos de formação como dunas, praias (fluviais e marítimas) e alguns afloramentos plistocénicos e miocénicos. Em ambas as margens existem sapais que são entrecortados por esteiros e canais (ICNF, 2015).

### **Caracterização socioeconómica**

Em termos administrativos, o concelho de Setúbal tem função de capital de distrito e pertence à região de Lisboa (NUT II), sub-região da Península de Setúbal (NUT III), sendo delimitado a oeste pelo município de Sesimbra, a noroeste pelo município do Barreiro, a norte e nordeste pelo município de Palmela, e a sul e sudoeste pelo estuário do Sado. Abrange uma área de 172 Km<sup>2</sup>. O município é dividido em 8 freguesias, que apresentam, no seu conjunto, características urbano-rurais.

Em termos populacionais o município de Setúbal possuía, em 2011, um total de população residente de 121 185 habitantes, um aumento de cerca de 6% face aos números registados em 2001 (113 934) (INE, 2011). Até aos anos 1960, a população residente aumentou sobretudo com base no crescimento natural, acompanhando o desenvolvimento das indústrias conserveiras e do setor terciário, ligado ao comércio e transportes (Faria, 1981), tendo este aumento populacional se mantido nas décadas seguintes, associado ao forte desenvolvimento industrial. A melhoria das acessibilidades, a proximidade com Lisboa, e sobretudo a implantação de indústria e necessidade de mão-de-obra levou à fixação de população oriunda do interior do país e também de ex-colónias portuguesas, desencadeando um forte movimento migratório (Faria, 1981), assumindo um posicionamento estratégico de polarização regional e integrando-se nas mais importantes rotas marítimas internacionais.

De acordo com os Censos de 2011 (INE, 2011), o município relata um total de 24 242 edifícios e 62 829 alojamentos. Em termos de setores de atividade, há uma clara predominância do setor terciário (73,5%), seguido do setor secundário (24,9%) e primário (1,6%).

## Vila do Bispo

### Caracterização morfológica

O concelho de Vila do Bispo pertence, em termos morfo-estruturais, à chamada zona sul e é representado por unidades litológicas do Meso-Cenozóico (Rocha *et al.*, 1979). Há vários registos de sedimentos do *tsunami* de 1755 na área, especificamente na Boca do Rio (Dawson *et al.*, 1995). A altimetria varia entre os 0 e 150 m predominando as encostas com declives <5%. Os valores mais elevados estão localizados em áreas ao longo das falésias costeiras ou em áreas com declives acentuados, que são entalhados por vales fluviais costeiros.

O litoral do município de Vila do Bispo está enquadrado na área protegida do Parque Natural do Sudoeste Alentejano e da "Costa Vicentina". A zona costeira tem uma grande diversidade morfológica, dominada pelas áreas rochosas de penhascos íngremes com dezenas de metros de altura, com o desenvolvimento disperso de áreas arenosas que são frequentemente associadas a áreas na boca de pequenos rios e ribeiras.

Há também processos erosivos e episódios de regressão costeira, principalmente em áreas rochosas, onde há muitas vezes a ocupação humana na base ou no topo de um penhasco (e.g. praia do Beliche e Zavial – fig. 5a).

### Caracterização socioeconómica

Em termos administrativos, o concelho de Vila do Bispo pertence ao Algarve (NUT II), sub-região do Algarve (NUT III), sendo delimitado a norte pelo

município de Aljezur, a este por Lagos, e a sul e a oeste pelo Oceano Atlântico. Localizado na zona mais a sudoeste do território continental, o concelho insere-se na região denominada de Barlavento Algarvio e abrange uma área de 179 km<sup>2</sup>.

De acordo com os Censos de 2011 (INE, 2011), o concelho apresenta uma população de 5 381 habitantes, abrangendo um total de 5 freguesias e apresentando uma baixa densidade populacional (29,2hab/Km<sup>2</sup>). O concelho tem um total de 5 184 edifícios e 5 979 alojamentos (INE, 2011). No que respeita a aglomerados populacionais destaca-se Vila do Bispo que é a sede de concelho e se localiza na zona central do mesmo. Junto à costa destacam-se Sagres, Salema e Burgau como locais de maior concentração populacional. Em termos de setores de atividade, existe um claro predomínio do setor terciário (81,2%), seguido do setor secundário (11,1%) e primário (7,7%).

## Metodologia

Várias metodologias abordam a vulnerabilidade face a um *tsunami*, nomeadamente com enfoque na sua dimensão estrutural (Papathoma *et al.*, 2003; Papathoma e Dominey-Howes, 2003; Dominey-Howes e Papathoma, 2007; Dall’Osso *et al.*, 2009; Dall’Osso, 2010; Ismail *et al.*, 2012).

O presente estudo é inovador pois apresenta uma metodologia multidimensional com base nas componentes de vulnerabilidade morfológica, estrutural, social e tributária face a um *tsunami*, tendo como base os trabalhos de Pendleton *et al.*, 2010 e Ismail *et al.*, 2012 (componente morfológica), Dall’Osso *et al.*, 2009 (componente estrutural), Cutter *et al.*, 2003, Schmidtlein *et al.*, 2008, Mendes, 2009 e Chen *et al.*, 2013 (componente social e económica) e os coeficientes de afetação que servem de base para o cálculo Imposto Municipal sobre Imóveis (IMI) disponíveis no site: <http://www.e-financas.gov.pt/SIGIMI/default.jsp>.

Para tal foram recolhidos e analisados um total de 18 parâmetros para o cálculo da componente morfológica e estrutural, 47 variáveis socioeconómicas para a componente social e 4 coeficientes de afetação para o cálculo da componente tributária.

Esta abordagem metodológica tem como finalidade o cálculo do Índice Compósito de Vulnerabilidade (ICV), que combina as diferentes componentes territoriais. Todas as quatro componentes territoriais e o valor compósito final variam de muito baixo a muito alto, de acordo com o desvio padrão e com as seguintes categorias: “muito baixo”,  $<1SD$ ; “baixo”,  $[-1, -0.5[SD$ ; “moderado”,  $[-0.5, 0.5[SD$ ; “alto”,  $[0.5, 1[SD$ ; “muito alto”,  $\geq 1SD$  (Cutter *et al.*, 2003).

A definição das áreas potencialmente afetadas foi realizada com recurso à modelação numérica de inundação por *tsunami*, tendo como referência o *tsunami* de 1 de Novembro de 1755 (Santos, 2008).

### Vulnerabilidade Morfológica

O processo de análise referente à componente morfológica considera um total de cinco parâmetros: morfologia da área inundada ( $p_1$ ), consolidação dos materiais geológicos ( $p_2$ ), declive médio ( $p_3$ ), distância à linha de costa ( $p_4$ ) e uso e ocupação do solo ( $p_5$ ). A análise e levantamento dos diferentes atributos pertencente a cada parâmetro, foi realizada com recurso a uma matriz que serviu de base para a realização de trabalho de campo, complementado com análise de imagens de satélite e utilização de tecnologia SIG. A matriz apresenta um conjunto de atributos intrínsecos a cada parâmetro e atribui a cada um, valores que variam entre -1 e +1, sendo que os valores positivos representam um aumento da vulnerabilidade e os valores negativos um decréscimo da mesma.

No entanto nem todos os parâmetros assumem a mesma influência na vulnerabilidade morfológica. Como tal foi necessário atribuir diferentes ponderações, tendo-se recorrido para o efeito ao *software* de análise multicritério M-Macbeth® (Bana e Costa *et al.*, 2004) que através da comparação direta entre os diferentes parâmetros permitiu atribuição de ponderações consoante a importância de cada um.

O peso atribuído a cada parâmetro pode variar entre o 1 (valor mínimo) e os 100 (valor máximo). Após a ponderação de cada um dos parâmetros e da atribuição de valores a cada um dos seus atributos é calculada a VM com recurso à seguinte fórmula (Dall’Osso *et al.*, 2009):

$$VM = (100p_1 + 76p_2 + 52p_3 + 38p_4 + 29p_5)$$

Onde “ $p_n$ ” representa o valor atribuído a cada um dos parâmetros. Após o cálculo da VM é utilizado o seguinte algoritmo com o objetivo de reescalonar para o intervalo entre 0 e 1.

$$y = 0.5 \left( \frac{x}{a} + 1 \right)^{\log 2 / \log \left( \frac{b}{a} + 1 \right)}$$

Onde “ $x$ ” representa o valor direto da vulnerabilidade, “ $y$ ” é o valor da vulnerabilidade reescalada, “ $a$ ” é o valor máximo da vulnerabilidade da amostra e “ $b$ ” o valor mínimo.

### Vulnerabilidade Estrutural

No que diz respeito à componente estrutural foram analisados os edifícios potencialmente afetados pelo modelo numérico de inundação por *tsunami* (Santos, 2008). Foram considerados um total de 13 parâmetros que caracterizam os edifícios na sua vertente estrutural, ocupacional e funcional: número de pisos ( $q_1$ ), material de construção ( $q_2$ ), estado de conservação ( $q_3$ ), tipo de fundação ( $q_4$ ), hidrodinâmica do R/C ( $q_5$ ), forma do edificado em planta ( $q_6$ ) e altura emersa do edifício em relação à onda ( $q_7$ ). Além destes foram introduzidos novos parâmetros relacionados com a ocupação, funcionalidade e estrutura dos edifícios (Barros *et al.*, 2015 e Tavares *et al.*, 2015) que não são contemplados nas metodologias precedentes, nomeadamente as apresentadas por Dall’Osso *et al.* (2009) e Ismail *et al.*, (2012), o que veio complementar a análise dos edifícios através da sua distinção funcional, sazonal e ocupacional, bem como complementar a análise estrutural do mesmo, nomeadamente o ano de construção ( $q_8$ ), existência de pisos subterrâneos ( $q_9$ ), forma de ocupação ( $q_{10}$ ), número de unidades de utilização ( $q_{11}$ ), número médio diários de pessoas presentes ou visitantes por unidade de utilização ( $q_{12}$ ) e flutuação da ocupação ( $q_{13}$ ). A aquisição

dos dados baseou-se na realização de trabalho de campo que permitiu não só a identificação dos edifícios potencialmente afetados como também a recolha das diversas características intrínsecas ao edifício e áreas envolventes.

Tal como referido anteriormente, foi elaborada uma matriz que agrega todos os parâmetros que compõem a componente estrutural da vulnerabilidade (VE). A matriz apresenta um conjunto de atributos intrínsecos a cada parâmetro e atribui a cada um, valores que variam entre -1 e +1.

Tal como referenciado anteriormente, os 13 parâmetros pertencentes à componente estrutural contribuem de forma distinta para a vulnerabilidade, tendo sido necessária atribuição de ponderações através do *software* de análise multicritério M-Macbeth® (Bana e Costa *et al.*, 2004).

Após a ponderação de cada um dos parâmetros e da atribuição de valores a cada um dos seus atributos é calculada a VE com recurso à seguinte fórmula (Dall’Osso *et al.*, 2009):

$$VE = (100q_1 + 97q_2 + 95q_3 + 92q_4 + 75q_5 + 72q_6 + 53q_7 + 50q_8 + 47q_9 + 37q_{10} + 34q_{11} + 32q_{12} + 29q_{13})$$

Onde “q<sub>n</sub>” representa o valor atribuído a cada parâmetro.

### **Vulnerabilidade Social**

Para o cálculo da Vulnerabilidade Social (VS) foram recolhidas e analisadas, com desagregação ao nível do concelho e da freguesia, um conjunto de 172 variáveis, de cariz social, económico, demográfico e relacionadas com o edificado da área de estudo (INE, 2013; PORDATA, 2013; Carta Social, 2013).

A vulnerabilidade social foi calculada com recurso à análise fatorial com recurso ao *software* SPSS® que identificou um total de 47 variáveis: agricultura (3), alojamento e edifícios (19), economia (6), população (13), serviços (3) e apoio social (3) e um conjunto de 12 componentes, sendo

que para este conjunto de dados foi atingido um KMO= 0,717, comunalidades superiores a 0,6 e uma taxa de variância de 78%. Estes parâmetros atestam a elevada robustez das variáveis selecionadas para o cálculo da vulnerabilidade social. A matriz de componentes resultantes da análise fatorial permitiu selecionar um conjunto final de 6 componentes principais (Cutter *et al.*, 2003; Schmidtlein *et al.*, 2008; Mendes *et al.*, 2011) que representam 61,7% da variância total. As restantes 6 componentes não foram consideradas uma vez que contribuíam com valores residuais para o total da variância.

O índice de vulnerabilidade social (VS) resultante foi produzido pela soma de todos os 12 fatores usando o mesmo peso, de acordo com Cutter *et al.* (2003) e Chen *et al.* (2013).

### **Vulnerabilidade Tributária**

A combinação dos coeficientes de afetação (habitação, comércio, serviços e indústria) que servem de base ao cálculo do Imposto Municipal sobre Imóveis (IMI) permitiu calcular a Vulnerabilidade Tributária (VT).

A inclusão destes dados na avaliação da vulnerabilidade face a um *tsunami* permite complementar todo o processo de análise, através do conhecimento da variação ao longo do território dos diferentes coeficientes de afetação para as diferentes atividades, permitindo classificar e diferenciar territórios, consoante as atividades implantadas, bem como, melhorar a identificação dos diferentes elementos expostos.

Para o cálculo da VT recorreu-se à seguinte fórmula:

$$VT = a \times b \times c \times d$$

Onde “a” é o valor do coeficiente de afetação referente à habitação, “b” ao comércio, “c” aos serviços e “d” o valor do coeficiente de afetação referente à indústria.

## Índice Compósito de Vulnerabilidade

Após o cálculo da VM, VE, VS e VT procede-se ao cálculo do ICV que agrega as quatro componentes (fig. 2) através da seguinte expressão:

$$ICV = VM + VE + VS + VT$$

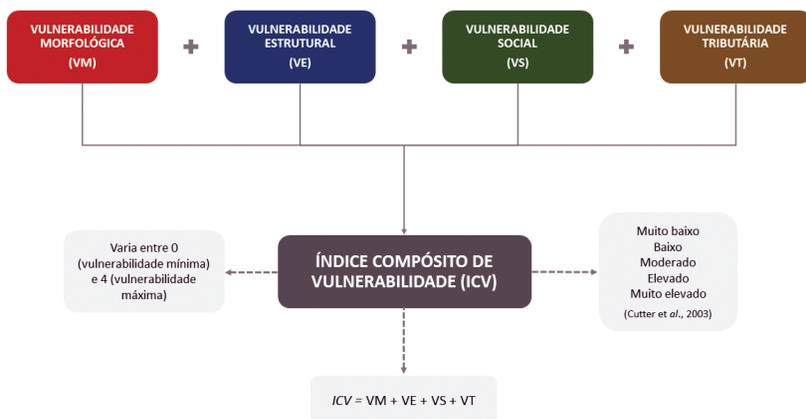
O ICV varia entre 0 (vulnerabilidade mínima) e 4 (vulnerabilidade máxima), sendo as classes de vulnerabilidade definidas de acordo com o desvio padrão e as seguintes categorias: muito baixo:  $<-1SD$ ; baixo:  $[-1, -0.5[SD$ ; moderado:  $[-0.5, +0.5[SD$ ; elevado:  $[0.5, 1[SD$ ; muito elevado:  $\geq 1SD$  (Cutter *et al.*, 2003).

## Dados e Resultados

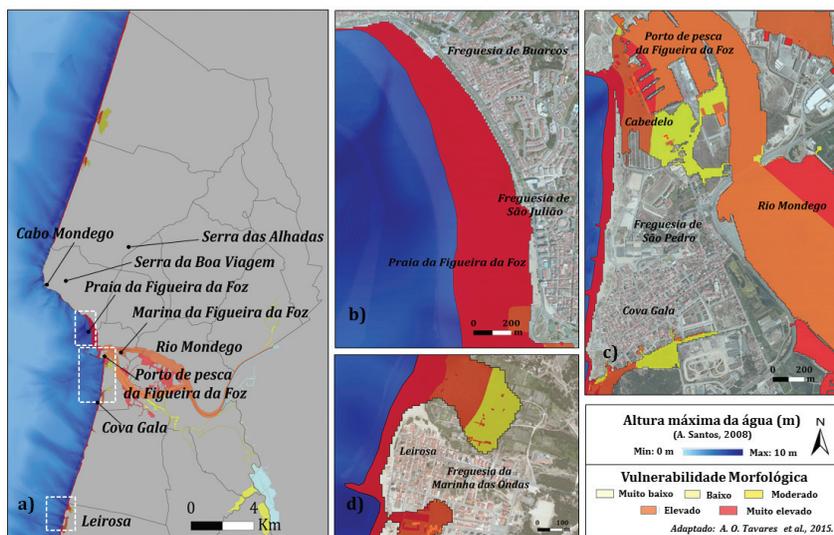
### Avaliação da Vulnerabilidade Morfológica

O cálculo da VM permite concluir que a mesma é fortemente condicionada e influenciada pelo parâmetro “distância à linha de costa”, assistindo-se a uma diminuição da vulnerabilidade com o aumento da distância (fig. 3). Este facto é visível no município da Figueira da Foz, nomeadamente na zona do Cabedelo (fig. 3c) e no Burgau, em Vila do Bispo (fig. 5d). Na Figueira da Foz a vulnerabilidade morfológica é ainda decisivamente influenciada quer pela “morfologia da área inundada”, como também pelo fator “declive”. Este facto verifica-se por exemplo na zona estuarina onde a vulnerabilidade é elevada devido à existência de zonas planas e de canais estreitos

Em Setúbal a VM é igualmente influenciada e condicionada pelo parâmetro “distância à linha de costa e pela “morfologia da área inundada”. Neste último parâmetro, na zona oeste, a vulnerabilidade é baixa devido à existência de arribas e declives elevados, enquanto que na zona este o predomínio de zonas



**Fig. 2** – Índice Compósito de Vulnerabilidade.  
*Fig. 2* – Composite Vulnerability Index.



**Fig. 3** - a) Avaliação da Vulnerabilidade Morfológica no município da Figueira da Foz; b) Detalhes nas freguesias de Buarcos e São Julião; c) Detalhes na freguesia de São Pedro (Cabedelo e Cova-Gala); d) Detalhes na freguesia da Marinha das Ondas (Leirosa).

*Fig. 3* - a) Morphological vulnerability assessment in Figueira da Foz municipality; b) Details in Buarcos and São Julião parishes; c) Details in São Pedro parish (Cabedelo and Cova Gala); d) Details in Marinha das Ondas parish (Leirosa).

planas e declives baixos, nomeadamente nas salinas e na Mitrena, resulta em vulnerabilidade elevada (fig. 4).

Em Vila do Bispo verifica-se também que a diferenciação da VM resulta em larga medida do parâmetro “distância à linha de costa”, no entanto nesta área a morfologia (presença de arribas e declives elevados) e a ocupação antrópica valorizam os parâmetros “morfologia da área inundada”, “declive” e “uso e ocupação do solo” e conseqüentemente o incremento da vulnerabilidade das áreas analisadas (fig. 5).

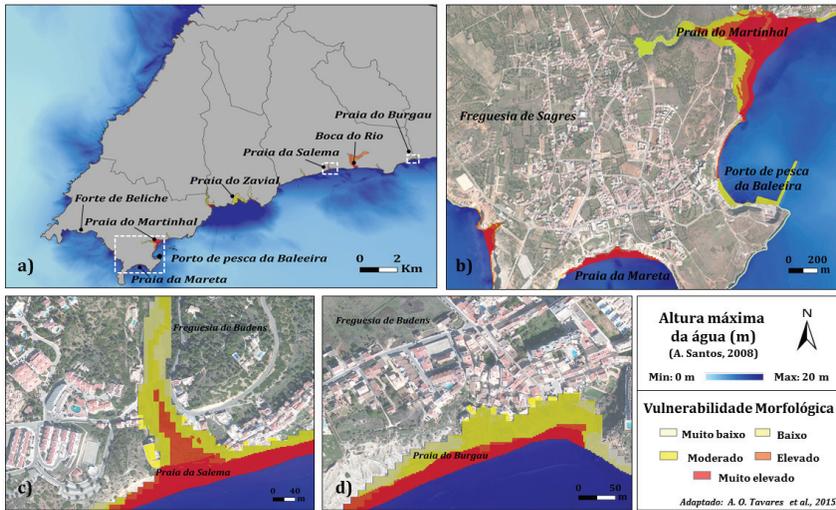
Em todos os municípios a vulnerabilidade morfológica varia entre muito baixa e muito elevada.

### Avaliação da vulnerabilidade estrutural

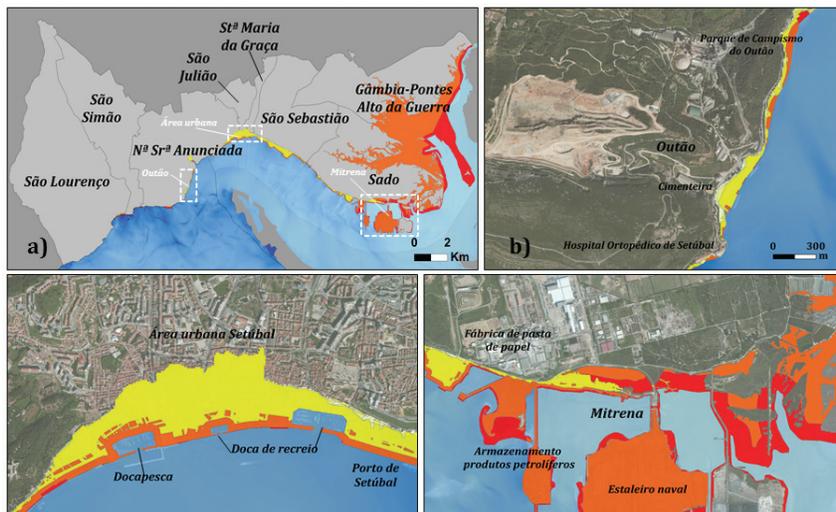
Em termos de VE, o modelo numérico de inundação por *tsunami* com características idênticas ao de 1755, permitiu identificar um total de 1639 edifícios potencialmente afetados nos municípios em análise.

No que concerne à Figueira da Foz foram identificados 144 edifícios (fig. 6), com destaque para as áreas do Cabedelo e do porto (fig. 6c), Cova-Gala (fig. 6c) e Leirosa (fig. 6d). A vulnerabilidade estrutural do município varia entre muito baixa a muito elevada, sendo que 30% (43 edifícios) apresentam uma vulnerabilidade elevada, 28% (40 edifícios) vulnerabilidade muito baixa, 21% (30 edifícios) moderada, 15% (21 edifícios) muito elevada e por último 6% (10 edifícios) apresentam uma vulnerabilidade estrutural baixa. A análise permite concluir que a grande maioria dos edifícios dos edifícios potencialmente afetados (92%) estão localizados na margem esquerda do rio Mondego (Cabedelo, o porto, Cova Gala e Leirosa).

Relativamente a Setúbal (fig. 7) foram identificados um total de 1395 edifícios, onde a VE varia entre muito baixa a muito elevada. Em termos de vulnerabilidade dos edifícios, 454 apresentam uma vulnerabilidade moderada, 362 muito elevada, 302 elevada, 161 muito baixa e 116 apresentam uma vulnerabilidade baixa. Em termos de áreas destacam-se a área urbana da cidade de Setúbal (fig. 7c) e a zona industrial da Mitrena (fig. 7d).



**Fig. 4** – a) Avaliação da Vulnerabilidade Morfológica no município de Setúbal; b) Detalhes no Outão; c) Detalhes na área urbana de Setúbal; d) Detalhes na Mitrena.  
**Fig. 4** – a) Morphological vulnerability assessment in Setúbal municipality; b) Details in Outão; c) Details in urban area of Setúbal; d) Details in Mitrena.



**Fig. 5** – a) Avaliação da Vulnerabilidade Morfológica no município de Vila do Bispo; b) Detalhes na freguesia de Sagres; c) Detalhes na freguesia de Budens (Salema); d) Detalhes na freguesia de Budens (Burgau).

**Fig. 5** – a) Morphological vulnerability assessment in Vila do Bispo municipality; b) Details in Sagres parish; c) Details in Budens parish (Salema); d) Details in Budens parish (Burgau).

No que respeita a Vila do Bispo (fig. 8) foram identificados um total de 100 edifícios, onde a VE varia entre muito baixa a muito elevada. Em termos de vulnerabilidade dos edifícios, 39 apresentam uma vulnerabilidade moderada, 18 muito baixa, 17 elevada, 15 muito elevada e 11 apresentam uma vulnerabilidade baixa. Em termos de áreas destacam-se a praia da Salema (fig. 8c), Burgau (fig. 8d) e Sagres, nomeadamente na área do porto de pesca da Baleeira (fig. 8b).

### **Avaliação da vulnerabilidade social**

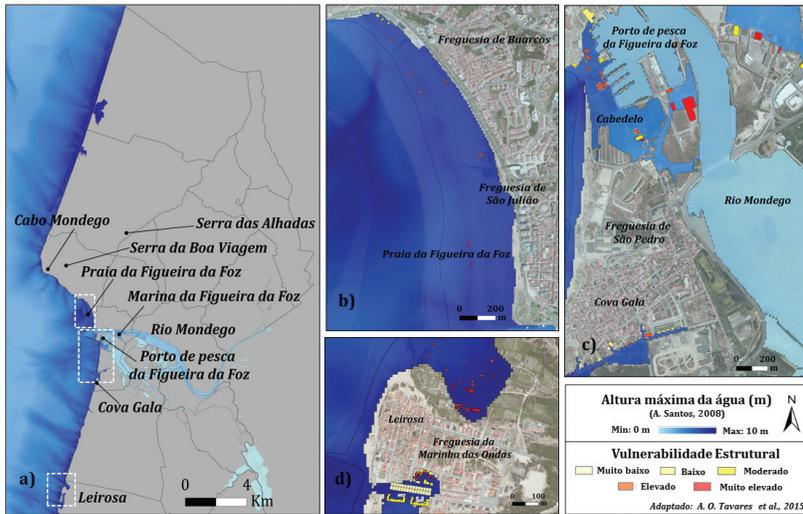
No município da Figueira da Foz (fig. 9a), composto por 18 freguesias, a VS varia entre baixa e muito elevada. As freguesias de São Pedro e Vila Verde são as que apresentam uma vulnerabilidade social muito elevada. Em contrapartida, a freguesia de Marinha das Ondas apresenta uma vulnerabilidade baixa.

No município de Setúbal (fig. 9b) as oito freguesias apresentam uma vulnerabilidade social que varia entre muito baixa e elevada. As freguesias de Nossa Senhora da Anunciada e São Sebastião apresentam vulnerabilidade elevada, contrariamente às freguesias de São Lourenço, São Simão, Santa Maria da Graça e Gâmbia, Pontes e Alto da Guerra, que apresentam uma vulnerabilidade muito baixa.

No município de Vila do Bispo (fig. 9c) as cinco freguesias apresentam uma vulnerabilidade social que varia entre muito baixa e muito elevada. A freguesia de Barão de São Miguel das potencialmente afetadas, a que apresenta uma vulnerabilidade muito elevada, ao invés da freguesia da Raposeira que apresenta uma vulnerabilidade muito baixa.

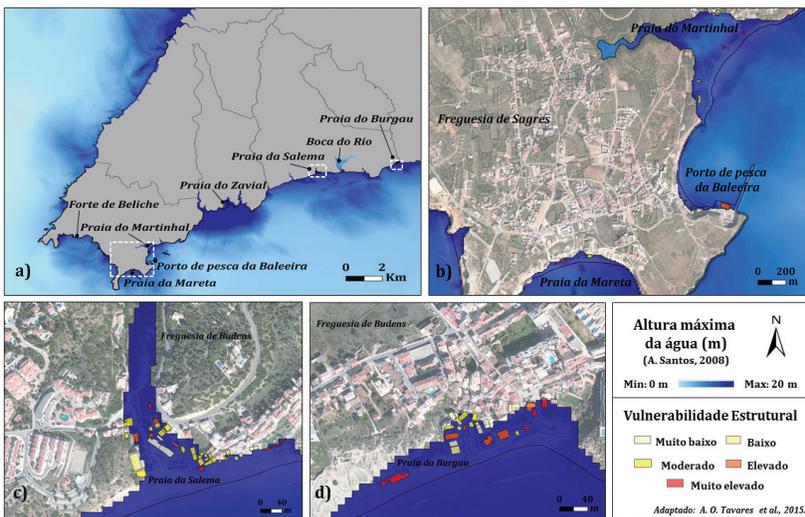
### **Avaliação da vulnerabilidade tributária**

No que respeita ao município da Figueira da Foz a VT varia entre muito baixa a muito elevada com diferenças marcadas ao longo do território municipal. Se analisarmos somente a área potencialmente inundada, os valores mais



**Fig. 6** - a) Avaliação da Vulnerabilidade Estrutural no município da Figueira da Foz; b) Detalhes nas freguesias de Buarcos e São Julião; c) Detalhes na freguesia de São Pedro (Cabedelo e Cova-Gala); d) Detalhes na freguesia da Marinha das Ondas (Leirosa).

**Fig. 6** - a) Structural vulnerability assessment in Figueira da Foz municipality; b) Details in Buarcos and São Julião parishes; c) Details in São Pedro parish (Cabedelo and Cova Gala); d) Details in Marinha das Ondas parish (Leirosa).



**Fig. 7** - a) Avaliação da Vulnerabilidade Estrutural no município de Setúbal; b) Detalhes no Outão; c) Detalhes na área urbana de Setúbal; d) Detalhes na Mitrena.

**Fig. 7** - a) Structural vulnerability assessment in Setúbal municipality; b) Details in Outão; c) Details in urban area of Setúbal; d) Details in Mitrena.

elevados são observados na zona de Buarcos e de São Julião (fig. 10a) devido ao facto de estarmos na presença de áreas urbanas consolidadas, onde os coeficientes são diferentes.

Por outro lado observa-se os valores mais baixos nas áreas rurais (predomínio da agricultura e floresta) e áreas naturais. Na área do Cabedelo e do porto (fig. 10a), os coeficientes de afetação apresentam o mesmo valor, apresentando cada um deles uma vulnerabilidade moderada.

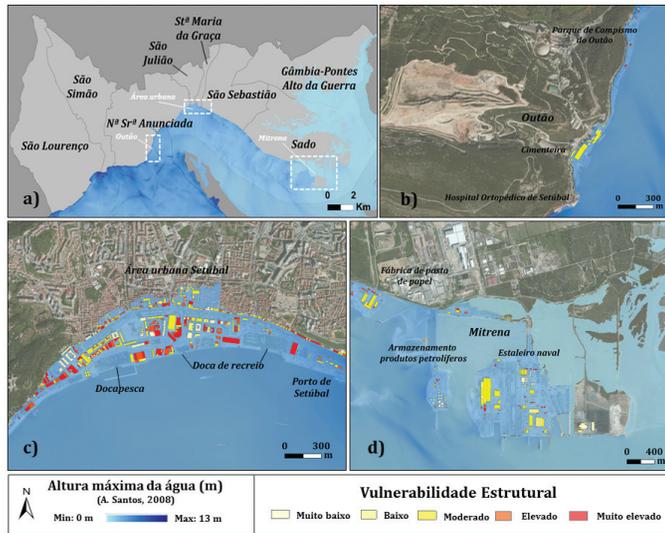
No município de Setúbal a VT varia entre muito baixa a muito elevada. Verifica-se uma diferença entre as áreas urbanas, naturais (Salinas) e industriais (Mitrena). A área urbana de Setúbal (fig. 10b) apresenta uma vulnerabilidade tributária elevada, explicada pela presença do núcleo urbano consolidado e onde os diferentes coeficientes de afetação sofrem um agravamento.

No município de Vila do Bispo a VT varia igualmente entre muito baixa e muito elevada. Verifica-se uma clara distinção entre as áreas urbanas e as áreas naturais/rurais. Sagres, porto da Baleeira e ainda a faixa costeira do Martinhal são as zonas que apresentam os valores mais elevados de vulnerabilidade (fig. 10c). Por outro lado, os valores mais baixos coincidem com as áreas menos artificializadas e com claro predomínio natural/rural.

A área do Burgau (fig. 10c) apresenta uma vulnerabilidade tributária elevada, facto explicado por estarmos na presença de um núcleo balnear consolidado, com alguma pressão urbanística e onde os diferentes coeficientes de afetação sofrem um agravamento.

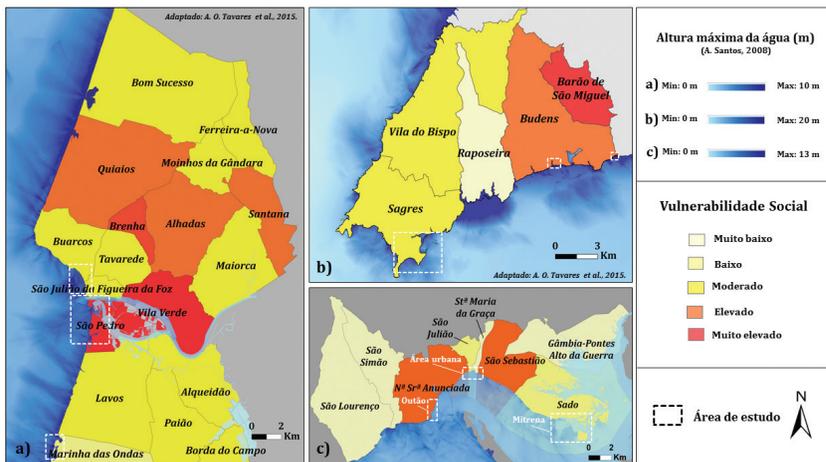
### Índice Compósito de Vulnerabilidade

No que respeita aos resultados do ICV a Figueira da Foz (fig. 11), este apresenta uma média de 1,95 e um desvio padrão de 0,29. Observa-se claramente que os valores mais elevados surgem junto à costa, existindo uma diminuição da vulnerabilidade para o interior. Destaca-se o facto de o ICV ser influenciado pelas características morfológicas e estruturais da área de estudo, variando entre muito baixo e muito elevado. Verifica-se que 6% da área



**Fig. 8** - a) Avaliação da Vulnerabilidade Estrutural no município de Vila do Bispo; b) Detalhes na freguesia de Sagres; c) Detalhes na freguesia de Budens (Salema); d) Detalhes na freguesia de Budens (Burgau).

*Fig. 8 - a) Structural vulnerability assessment in Vila do Bispo municipality; b) Details in Sagres parish; c) Details in Budens parish (Salema); d) Details in Budens parish (Burgau).*



**Fig. 9** - a) Avaliação da vulnerabilidade social no município da Figueira da Foz; b) Avaliação da vulnerabilidade social no município de Setúbal c) Avaliação da vulnerabilidade social no município de Vila do Bispo.

*Fig. 9 - a) Social vulnerability assessment in Figueira da Foz municipality; b) Social vulnerability assessment in Setúbal municipality; c) Social vulnerability assessment in Vila do Bispo municipality.*

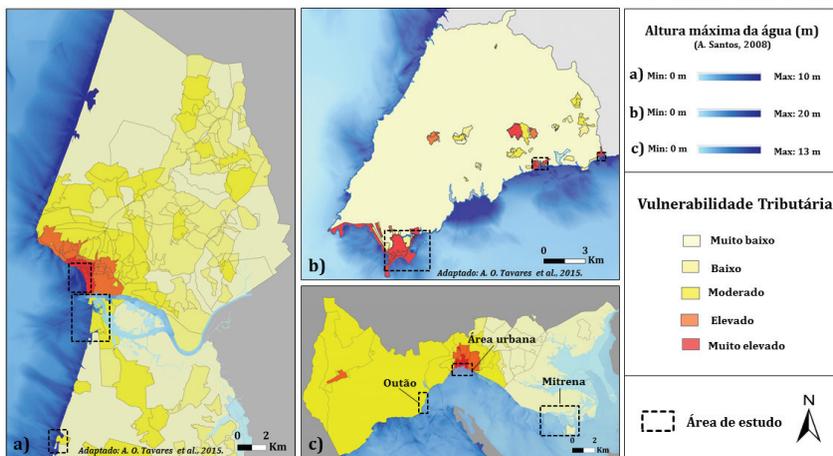
é classificada como muito elevado, correspondendo a edifícios e zona costeira, especialmente as freguesias de Buarcos, São Julião e São Pedro (fig. 11a; b; c). A vulnerabilidade elevada corresponde a pequenos troços litorais e às salinas, enquanto 43% da área apresenta uma vulnerabilidade moderada (zona costeira a norte de Quiaios e a sul da Cova Gala, zonas ribeirinhas do Mondego, porto de pesca da Figueira e marina) (fig. 11b). Com ICV baixo e muito baixo estão identificadas as zonas interiores da área de estudo, o estuário do Mondego e as áreas da Leirosa (fig. 11c).

Relativamente ao município de Setúbal (fig. 12) os resultados do ICV demonstram uma média de 2,33 e um desvio padrão de 0,34. Em termos gerais verifica-se que os maiores valores de ICV são registados na área urbana de Setúbal (fig. 12b), sobressaindo o estrutural em relação aos outros índices.

Em termos percentuais, 97% da área apresenta um ICV muito baixo, 1,8% baixo, 0,7% moderado, 0,3% muito elevado e por último, 0,2% da área apresenta um ICV elevado.

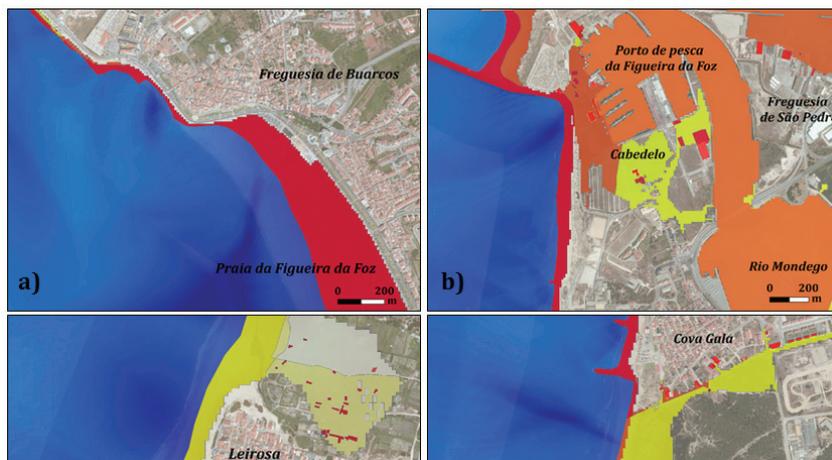
No que respeita ao município de Vila do Bispo (fig. 13) os resultados do ICV demonstram uma média de 1,76 e um desvio padrão de 0,33. Em termos gerais verifica-se que os maiores valores de ICV são registados nas zonas costeiras de cota baixa (e.g., Boca do Rio) e nos principais núcleos balneares (Sagres, Salema, Burgau), com 9% da área de estudo a corresponder a vulnerabilidade muito elevada e 22% a níveis de vulnerabilidade alta. Cerca de 31% da área de estudo apresenta um ICV moderado, que coincide com troços costeiros de transição entre a costa arenosa e a costa de arriba. Por último, os valores de vulnerabilidade baixa (23%) e muito baixa (15%) correspondem genericamente a áreas dominadas por arribas e a áreas interiores.

Neste município o ICV é fortemente influenciado pelas características morfológicas da área de estudo, com destaque para o parâmetro declive e uso e ocupação do solo, bem como pela componente tributária e social da vulnerabilidade.



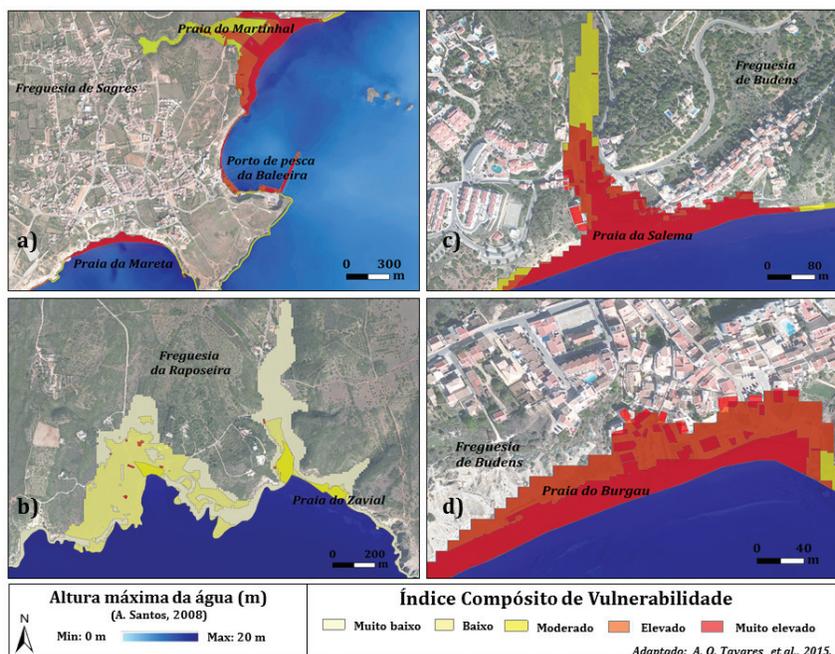
**Fig. 10** – a) Vulnerabilidade tributária no município da Figueira da Foz; b) Vulnerabilidade tributária no município de Setúbal; c) Vulnerabilidade tributária no município de Vila do Bispo.

*Fig. 10 – a) Taxable property vulnerability in Figueira da Foz municipality; b) Taxable property vulnerability in Setúbal municipality; c) Taxable property vulnerability in Vila do Bispo municipality.*



**Fig. 11** - a) Detalhes do ICV (município da Figueira da Foz) nas freguesias de Buarcos e São Julião; b) e d) na freguesia de São Pedro (Cabedelo e Cova Gala); c) na freguesia de Marinha das Ondas (Leirosa).

*Fig. 11 - a) CVI details (Figueira da Foz municipality) in Buarcos and São Julião parishes; b) and d) in São Pedro parish (Cabedelo and Cova Gala); c) in Marinha das Ondas parish (Leirosa).*

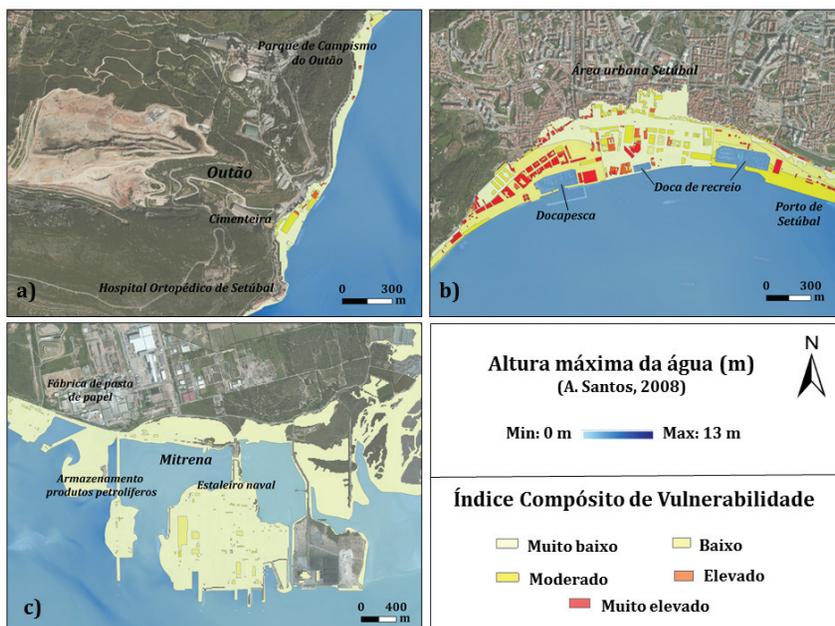


**Fig. 12** - a) Detalhes do ICV (município de Setúbal) no Outão; b) na área urbana de Setúbal; c) na Mitrena.  
**Fig. 12-** a) CVI details (Setúbal municipality) in Outão; b) in urban area of Setúbal; c) in Mitrena.

## Conclusões

A metodologia multidimensional apresentada no presente artigo, através da introdução de novos parâmetros que a diferenciam das suas precedentes, permitiu realizar uma avaliação abrangente da vulnerabilidade associada à inundação por *tsunami*. A análise e avaliação da VM, VE, VS e VT permitiu compreender o território nas suas múltiplas dimensões, sendo esta análise complementada pelo cálculo do ICV, que através da combinação das componentes, permitiu espacializar as diferentes dinâmicas e demonstrar a variabilidade da vulnerabilidade compósita ao longo do território em análise.

O cálculo da vulnerabilidade associada às quatro componentes, bem como o cálculo do ICV expressam diferenças entre as três áreas de estudo. No município da Figueira da Foz é possível observar que a vulnerabilidade



**Fig. 13** - a) Detalhes do ICV (município de Vila do Bispo) na freguesia de Sagres; b) na freguesia de Raposeira (Zavial); c) na freguesia de Budens (Salema); d) na freguesia de Budens (Burgau).

*Fig. 13* - a) CVI details (Vila do Bispo municipality) in Sagres parish; b) in Raposeira parish (Zavial); c) in Budens parish (Salema); d) in Budens parish (Burgau).

das diferentes componentes varia entre muito baixo a muito elevado, com exceção da VS que varia entre baixo a muito elevado. A análise permite também evidenciar que as características morfológicas e tributárias influenciam claramente a vulnerabilidade do território concelhio.

No que respeita ao município de Vila do Bispo, observa-se que as características morfológicas e tributárias marcam igualmente a vulnerabilidade do território, sendo que a dimensão social é mais marcante relativamente aos valores apresentados para o município da Figueira da Foz. Outra conclusão a retirar é o facto de nos municípios da Figueira da Foz e de Vila do Bispo a componente estrutural da vulnerabilidade apresentar valores mais baixos quando comparado com as restantes componentes, o que leva

a concluir que a vulnerabilidade concelhia é fundamentalmente marcada pelas características intrínsecas ao território, sejam elas de natureza morfológica, social ou tributária e não tanto pelas características estruturais dos edifícios nele implantados, ao contrário de Setúbal, que apresenta uma vulnerabilidade marcadamente influenciada pelo estrutural em relação aos outros índices. Esta conclusão suporta a construção da metodologia multi-dimensional utilizada no presente artigo, bem como demonstra a importância das diferentes dimensões da vulnerabilidade na temática da avaliação da vulnerabilidade face a *tsunami*.

O cálculo do Índice Compósito de Vulnerabilidade (ICV) permitiu identificar as áreas costeiras como aquelas que apresentam os maiores valores de vulnerabilidade, com exceção feita a alguns troços costeiros, nomeadamente na zona de Leirosa na Figueira da Foz e nas áreas dominadas pelas arribas no município de Vila do Bispo. Por outro lado verifica-se que a vulnerabilidade compósita (ICV) diminui em relação inversa ao aumento da distância à linha de costa, sendo que existem diferenças entre os dois municípios no que diz respeito às componentes que mais influenciam o cálculo do ICV.

A multiplicidade de fatores presentes no território e que contribuem de forma decisiva para a definição das diferentes vulnerabilidades com expressão no território justificam a adoção de uma metodologia compósita de avaliação da vulnerabilidade face a um *tsunami*. Os diversos outputs que resultaram da aplicação da metodologia adotada no presente estudo podem servir como ferramenta de trabalho para os diferentes *stakeholders* com o intuito de poderem discutir e implementar medidas de prevenção, mitigação e redução do risco associado a *tsunami*.

Por outro lado os resultados obtidos podem também auxiliar no processo de gestão de emergência através da identificação das áreas mais vulneráveis e dos edifícios potencialmente afetados. Podem ainda ser uma base para a definição de rotas de evacuação e definição de edifícios para abrigo em caso de *tsunami*. Constitui ainda um suporte à definição de políticas de ordenamento do território que salvaguardem e integrem a temática dos riscos.

## Agradecimento

Este artigo foi suportado pelo Projeto TsuRiMa - Gestão do risco de *tsunamis* para o ordenamento do território e a proteção civil, Projeto PTDC/CS-GEO/118992/2010, Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT).

## Bibliografia

- Almeida, A. (1995). *Dunas de Quiaios, Gândara e Serra da Boa Viagem. Uma abordagem ecológica da paisagem*. Tese de Doutoramento, Universidade de Coimbra.
- AT - Autoridade Tributária e Aduaneira. (2014). <http://www.e-financas.gov.pt/SIGIMI/default.jsp>.
- Bana e Costa, C. A., Silva P. A. e Correia F. N. (2004). Multicriteria Evaluation of Flood Control Measures: The case of Ribeira do Livramento. *Water Resources Management* 18:263–283. <http://link.springer.com/article/10.1023%2FB%3AWARM.0000043163.19531.6a>
- Bana e Costa, C. A. e Chargas, M. (2004). An example of how to use MACBETH to build a quantitative value model based on qualitative value judgements. *European Journal of Operational Research*. 153:323–331. [http://www.emeraldinsight.com/bibliographic\\_databases.htm?id=1313655&show=abstract](http://www.emeraldinsight.com/bibliographic_databases.htm?id=1313655&show=abstract)
- Baptista, Maria Ana e Miranda, Jorge (2009). Revision of the Portuguese catalog of tsunamis. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 9, 25-42, doi:10.5194/nhess-9-25-2009. <http://www.nat-hazards-earth-systsci.net/9/issue1.html>
- Barros, J. L., Emídio, A., Santos, A. e Tavares, A.O. (2015). Composite methodology for tsunami vulnerability assessment based on the numerical simulation of 1755 Lisbon tsunami—application on two Portuguese coastal areas. In *Safety and Reliability: Methodology and Applications*, ed Nowakowski *et al.* Taylor e Francis Group, 1581-1588. London.
- Carta Social (2013). <http://www.cartasocial.pt>, Gabinete de Estratégia e Planeamento.
- Chen, W., Susan, S., Emrich, C. e Shi, P. (2013). Measuring social vulnerability to natural hazards in the Yangtze river delta region, China. *International Journal of Disaster Risk Science*. 4:169-181.
- Coelho, A. (1980). *A Cartografia Geotécnica no Planeamento Regional e Urbano. Experiência de Aplicação na Região de Setúbal*. Tese apresentada ao concurso para especialista do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa. pp.125-127.
- Cunha, P. P., Pinto, P. e Dinis, J. L. (1997). Evolução da fisiografia e ocupação antrópica na área estuarina do Rio Mondego e região envolvente (Portugal centro-oeste), desde 1947. *Territorium* 4:99–124.
- Cutter, S., Boruff, B., e Shirley, W. (2003). Social vulnerability to environmental hazards. *Social Science Quarterly*, 84:242-261. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1540-6237.8402002/abstract>.
- Dall'Osso, F., Gonella, M., Gabbianelli, G., Withycombe, G., e Dominey-Howes, D. (2009). A revised (PTVA) model for assessing the vulnerability of buildings to tsunami damage. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 9: 1557-1565.

- Dall'Osso, F., Maramai, A., Graziani, L., Brizuela, B., Cavalletti, A., Gonella, M. e Tinti S. (2010). Applying and validating the PTVA-3 model at the Aeolian Islands, Italy: assessment of the vulnerability of buildings to tsunamis. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 10:1547-1562.
- Dawson, A. G., Hindson, R., Andrade, C., Freitas, C., Parish, R., e Bateman, M. (1995). Tsunami sedimentation associated with the Lisbon earthquake of 1 November AD 1755: Boca do Rio, Algarve, Portugal. *The Holocene*, 5: 209-215.
- Dominey-Howes, D., e Papatoma, M. (2007). Validating a tsunami vulnerability assessment model (the PTVA model) using field data from the 2004 Indian Ocean tsunami. *Natural Hazards*, 40:113-136. <http://link.springer.com/article/10.1007/s11069-006-0007-9#>.
- Faria, C. (1981). Novo fenómeno urbano – aglomeração de Setúbal. Ensaio de sociologia urbana. Textos de ciências sociais, 18. Edição assírio e alvim. Lisboa, L24605. 5 p.
- ICNF. (2015). Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, IP – Portugal, Lisboa. <http://www.icnf.pt/portal/ap/r-nat/rnes/geo>.
- INE. (2011). *Censos de Portugal de 2011*, Instituto Nacional de Estatística, IP – Portugal, Lisboa. Disponível online no endereço url: <http://www.ine.pt> (acedido em 17 de Agosto de 2014).
- INE. (2013). Instituto Nacional de Estatística, IP - Portugal, Lisboa. <http://www.ine.pt>.
- Ismail, H., Abd Wahab, A., Mohd Amin, M., Mohd Yunus, M., Jaffar Sidek, F., e Esfandier, J. B. (2012). A 3-tier tsunami vulnerability assessment technique for the north-west coast of Peninsular Malaysia. *Natural Hazards*. 63: 549-573. <http://link.springer.com/article/10.1007/s11069-012-0166-9#>.
- LNEG. (1994). *Carta Geológica de Portugal, 1:50 000, f. 38B e 39A*. Laboratório Nacional de Energia e Geologia, Unidade de Investigação de Geologia e Cartografia Geológica.
- Mendes, J. M. (2009). Social Vulnerability Indexes as Planning Tools: Beyond the preparedness paradigm. *Journal of Risk Research* 12:43-58. <http://www.tandfonline.com/doi/citedby/10.1080/13669870802447962#tabModule>.
- Mendes, J. M., Tavares, A. O., Freiria, S. e Cunha, L. (2011). Vulnerabilidade social aos riscos naturais e tecnológicos em Portugal. *Revista Crítica de Ciências Sociais*, 93:95-128.
- Mendes, José e Freiria, Susana (2012). O risco de tsunami em Portugal: Perceções e Práticas. *OSIRIS*, Centro de Estudos Sociais da Universidade de Coimbra, 25p. <http://www.ces.uc.pt/osiris/pages/pt/publicacoes/relatorios.php>.
- Papatoma, M., Dominey-Howes, D., Zong, Y., e Smith, D. (2003). Assessing tsunami vulnerability, an example from Herakleio, Crete. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 3:377e389. <http://www.nat-hazards-earth-systsci.net/3/377/2003/nhess-3-377-2003.html>.
- Papatoma, M., e Dominey-Howes, D. (2003). Tsunami vulnerability assessment and its implications for coastal hazard analysis and disaster management planning, Gulf of Corinth, Greece. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 3:733-747. <http://www.nat-hazards-earth-systsci.net/3/733/2003/nhess-3-733-2003.html>.
- Pendleton, E., Barras, J., Williams, S., and Twichell, D. (2010). Coastal vulnerability assessment of the Northern Gulf of Mexico to sea-level rise and coastal change. U.S Geological Survey Report 2010-1146. <http://pubs.usgs.gov/of/2010/1146/pdf/ofr2010-1146.pdf>.
- PORDATA. (2013). *Base de dados Portugal contemporâneo*. <http://www.pordata.pt>.
- Rocha, R., Ramalho, M., Manuppella, G. and Zbyszewski, G. (1979). *Notícia explicativa da folha 51-B Vila do Bispo da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50000*. Direção Geral de Geologia e Minas - Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa.

- Rocha, R., Manuppella, G., Mouterde, R., Ruget, C. e Zbyszewski, G. (1981). *Notícia explicativa da folha 19-C Figueira da Foz da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50000*. Direção Geral de Geologia e Minas - Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa.
- Santos, Ângela (2008). *Tsunami Hazard Assessment in Portugal by the Worst Case Scenario: The November 1st, 1755 Lisbon Tsunami*, PhD Thesis, Tohoku University, 210 pp.
- Santos, Ângela *et al.* (2009). "The 1755 Lisbon Tsunami: Tsunami source determination and its validation". *Jour. Dis. Res.*, 4:1, 41-52. <http://www.fujipress.jp/finder/xslt.php?mode=presentation&inputfile=DSSTR000400010006.xml>.
- Santos, Ângela *et al.* (2011). "O tsunami de 1755 e a avaliação da perigosidade em Portugal continental". *VIII Congresso da Geografia Portuguesa, Repensar a Geografia para Novos Desafios*, Comunicações, APG, Lisboa, 6 p., Outubro 26-29, <https://sites.google.com/a/campus.ul.pt/tsurima/publications>.
- Santos, A., Fonseca, N. Pereira, S., Zêzere, J.L., Koshimura, S. (2012). Tsunami risk assessment at Figueira da Foz, Portugal. Paper presented in *15 World Conference of Earthquake Engineering*. September 24 – 28, in Lisbon, Portugal. [http://riskam.ul.pt/images/pdf/paper\\_1931.pdf](http://riskam.ul.pt/images/pdf/paper_1931.pdf).
- Santos, Ângela e Koshimura, Shunichi (2013). "Tsunami hazards at Setubal urban area considering the 1755 Lisbon Tsunami". Pinto Correia, T.; Henriques, V.; Julião, R.P. (Eds.), *IX Congresso da Geografia Portuguesa – Geografia: Espaço, Natureza, Sociedade e Ciência*, p.930-935, Évora, Portugal, 28-30 Novembro, 2013. ISBN:978-972-99436-6-9. <https://sites.google.com/a/campus.ul.pt/tsurima/publications>.
- Santos, A. e Koshimura, S. (2015) The Historical Review of the 1755 Lisbon Tsunami, *Journal of Geodesy and Geomatics Engineering*, 1, 38-52 doi: 10.17265/2332-8223/2015.04.004 <http://www.davidpublisher.com/Public/uploads/Contribute/5538548886a24.pdf>.
- Schmidlein, M., Deutsch, R., Piegorsch, W. e Cutter, S. (2008). A Sensitivity Analysis of the Social Vulnerability Index. *Risk Analysis*. 28:1099-1114. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1539-6924.2008.01072.x/full>.
- Tavares, Alexandre Oliveira *et al.* (2011). Perceção dos riscos naturais e tecnológicos, confiança institucional e preparação para situações de emergência: O caso de Portugal continental. *Revista Crítica de Ciências Sociais*, 93. 167-193. <http://rccs.revues.org/1380>.
- Tavares, A.O., Barros, J. L. e Santos, A. (2015). Tsunami vulnerability in two coastal areas of Portugal: a multidimensional approach. In *Risk, Models and Applications*, CODATA Berlin, Germany.



**AVALIAÇÃO DO RISCO DE TSUNAMI NOS  
MUNICÍPIOS DE PENICHE E LOURINHÁ**  
**TSUNAMI RISK ASSESSMENT AT PENICHE AND  
LOURINHÁ MUNICIPALITIES**

**Ângela Santos**

Centro de Estudos Geográficos, IGOT, Universidade de Lisboa  
angela.santos@campus.ul.pt

**Susana Pereira**

Centro de Estudos Geográficos, IGOT, Universidade de Lisboa  
susana.pereira@campus.ul.pt

**Nuno Fonseca**

Centro de Estudos Geográficos, IGOT, Universidade de Lisboa  
nfonseca@campus.ul.pt

**Raquel Paixão**

Centro de Estudos Geográficos, IGOT, Universidade de Lisboa  
raquelpaixao@campus.ul.pt

**Filomena Andrade**

CEHR-UCP, Universidade Aberta  
fandrade@uab.pt

**Sumário:** Os relatos históricos do *Tsunami* de Lisboa de 1755 são compilados e validados por trabalho de campo e modelação numérica de *tsunami*. Seguidamente, o modelo numérico é usado para o cálculo das áreas inundadas nos municípios de Peniche e Lourinhã. Avalia-se a perigosidade de *tsunami* nas áreas inundadas, sendo cruzada com os elementos expostos. Os resultados demonstram que no caso de ocorrência de um evento com as mesmas características do de 1755, em Peniche a população presente exposta contabiliza 4671 pessoas e há 3124 edifícios que podem ser inundados, enquanto na Lourinhã há 956 residentes, e 68 edifícios em risco.

**Palavras-chave:** *Tsunami* de Lisboa de 1755, modelação numérica, trabalho de campo, perigosidade, risco

**Abstract:** The historical accounts of the 1755 Lisbon Tsunami were compiled and validated by field survey and tsunami numerical modeling. Then, the numerical model is used to calculate the inundated areas on Peniche and Lourinhã municipalities. A criterion for tsunami hazard assessment is applied to the above inundated areas, being crossed with the exposed elements. The results show that a tsunami similar to the one occurred in 1755, Peniche would have 4671 people exposed and 3124 buildings would be inundated, while at Lourinhã there would be 956 residents at risk and 68 buildings that could be inundated.

**Keywords:** 1755 Lisbon Tsunami, numerical model, field survey, hazard, risk

## Introdução

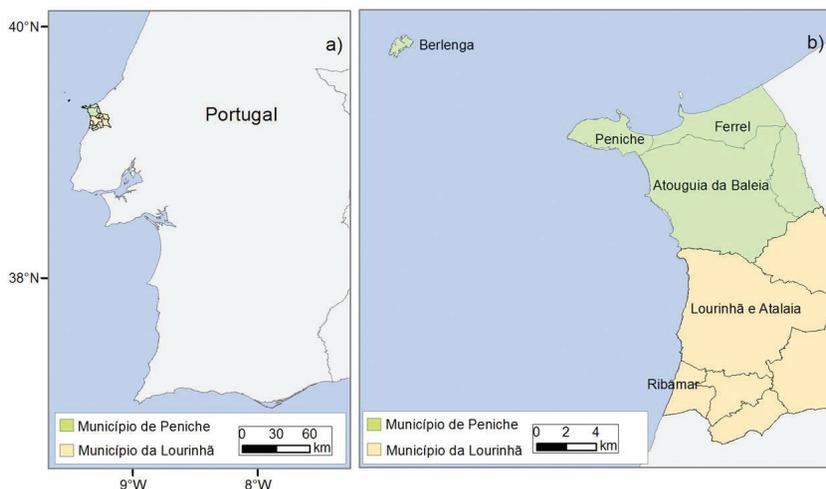
Os relatos históricos do sismo e *tsunami* de 1 de Novembro de 1755 são vastos e bastante completos, tendo sido analisados por vários autores (ex. A. Santos *et al.*, 2009; A. Santos e S. Koshimura, 2015). Este evento histórico foi o maior desastre natural ocorrido em Portugal, com uma estimativa de mais de 12 000 vítimas mortais (A. Santos e S. Koshimura, 2015) devido aos efeitos combinados do sismo, incêndios urbanos (em Lisboa e Setúbal) e *tsunami*.

A modelação numérica é uma ferramenta útil para validação dos relatos históricos do *Tsunami* de Lisboa de 1755 bem como a análise do impacto de um cenário semelhante ao ocorrido nessa altura. A sismotectónica ao largo de Portugal é complexa (A. Santos *et al.*, 2009), sendo o Banco de Gorringe a maior estrutura batimétrica. Esta tem sido indicada como a origem mais provável do *Tsunami* de Lisboa de 1755, através da análise de relatos históricos combinada com a modelação numérica de *tsunami* à escala regional (A. Santos *et al.*, 2009). Mais recentemente, a fonte (*tsunami source model*) foi validada à escala local, tendo sido realizada a modelação numérica em vários municípios, nomeadamente na Figueira da Foz (A. Santos *et al.*, 2012) e em Setúbal (A. Santos e S. Koshimura, 2013; A. Santos *et al.*, 2014).

O objetivo deste estudo consistiu em avaliar o risco de *tsunami* nos municípios de Peniche e Lourinhã, Portugal (fig. 1), considerando o *Tsunami* de Lisboa de 1755 como o pior cenário possível. Para tal, em primeiro lugar procedeu-se à validação dos relatos históricos em Peniche e na freguesia de A-dos-Cunhados (concelho de Torres Vedras), com base em pesquisa dos relatos originais do *tsunami*, no trabalho de campo e na modelação numérica de *tsunami*. Seguidamente calcularam-se as áreas inundadas pelo *tsunami* nos referidos municípios e avalia-se a perigosidade de *tsunami*, com base nos tempos de percurso e alturas da inundação. Finalmente, identificaram-se e quantificaram-se os elementos expostos nas áreas inundáveis.

## Relatos históricos e trabalho de campo

Os relatos históricos do *Tsunami* de Lisboa de 1755 em Portugal são bastante completos, tendo sido analisados (A. Santos e S. Koshimura, 2015) através da interpretação dos relatos históricos originais. O resumo dos parâmetros



**Fig. 1** – Enquadramento da área de estudo: a) localização dos municípios de Peniche e Lourinhã; b) Freguesias costeiras de Peniche e Lourinhã.

*Fig. 1* – Framework of the study area: a) Location of Peniche and Lourinhã municipalities; b) Coastal Civil parishes of Peniche and Lourinhã.

físicos do *tsunami*, dos estragos e número de vítimas mortais em Peniche e na freguesia de A-dos-Cunhados são apresentados na TABELA I. Foi realizado trabalho de campo em Peniche e A-dos-Cunhados, em ocasiões diferentes em 2012: 6 Fevereiro, 21 e 22 de Agosto, 2, 29 e 30 de Dezembro. O objetivo do trabalho de campo foi validar os relatos históricos através do uso de GPS. O resumo dos resultados do trabalho de campo é apresentado na TABELA II, e a localização dos pontos está representada na fig. 2.

**TABELA I** – Resumo do impacto do *Tsunami* de Lisboa de 1755; (1) nas arribas  
(Fonte: A. Santos e S. Koshimura, 2015).

**TABLE I** – Summary of the 1755 Lisbon *Tsunami's* impact; (1) at the cliffs (Source: A. Santos and S. Koshimura, 2015).

		<b>Peniche</b>	<b>A-dos-Cunhados</b>
Tempos de percurso (min)		---	75
Resposta inicial		---	positivo
Run-up (m)		---	16,2 – 18 (1)
Número de ondas		---	3
Duração da perturbação		---	Toda a tarde
Danos		Destruição da muralha, casas e barcos	Destruição do convento de Penafirme
Vítimas mortais	Número	> 50	0
	%	> 1,1	0
População (Idade > 7 anos), 1758		4 673	650

Os relatos do *Tsunami* de Lisboa de 1755 em Peniche são escassos, indicando que o *tsunami* destruiu a muralha, casas e barcos, provocando mais de 50 vítimas mortais, não tendo sido encontrado nenhum outro documento que possa complementar a TABELA I. Esta descrição corresponde à zona histórica (Ponto 1, da TABELA II e fig. 2) que ainda existe hoje. No entanto, o território municipal integra ainda o sistema dunar de Peniche que constitui uma vasta área de acumulação de sedimentos herdados do Holocénico (J.C. França *et al.*,

1960). Trata-se de um troço litoral baixo e arenoso marginado por imponentes relevos constituídos por rochas jurássicas, calcários e arenitos com cerca de 70 milhões de anos (J.C. França *et al.*, 1960), talhadas em arriba – os promontórios rochosos de Peniche, do Baleal e da Consolação – que atingem até 30 m de altitude. Apresenta praias estreitas (com largura  $\leq 80$  m), em forma de arco, que se estendem quer a norte quer a sul por cerca de 3,5 km. A largura do sistema dunar é variável, atingindo, a norte, até 500 m, e a sul, cerca de 800 m. Prolonga-se para o interior da plataforma litoral, evidenciando uma topografia moldada por algumas cristas e depressões interdunares, raras vezes ultrapassando 15 m de altitude.

**TABELA II** – Resultados do trabalho de campo.

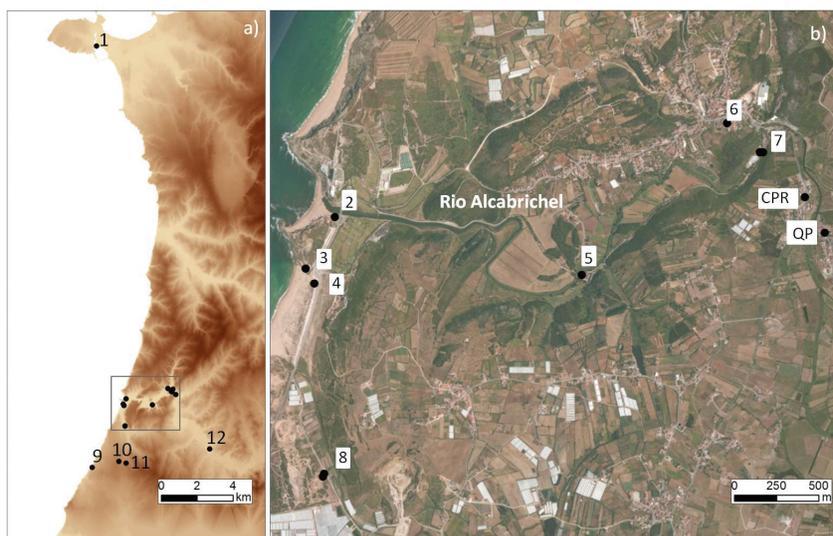
*TABLE II* – Field survey results.

	<b>Longitude (°W)</b>	<b>Latitude (°N)</b>	<b>Cota (m)</b>
1. Peniche, zona histórica	9,37885	39,35387	4,98
2. Praia Porto Novo	9,35504	39,17758	7,04
3. Praia Porto Novo, ponto 2	9,356813	39,174670	17,43
4. Praia Santa Rita	9,356176	39,173863	7,04
5. Termas dos Frades ou “Olhos de Água”	9,337848	39,174508	5,01
6. Maceira	9,328006	39,182824	32,12
7A. Termas do Vimeiro - piscinas	9,325752	39,181274	8,38
7B. Termas do Vimeiro - Águas Santas	9,325523	39,181276	8,28
CPR. Casal Porto Rio	---	---	---
QP. Quinta da Piedade	---	---	---
8A. Ruínas do Convento de Penafirme - entrada	9,355426	39,163392	13,52
8B. Ruínas do Convento de Penafirme - estrada	9,355335	39,163560	15,44
9. Costa da Póvoa de Penafirme – Praia de Santa Cruz	9,376074	39,142129	30,79
10. Póvoa de Penafirme	9,359082	39,145423	69,86
11. Convento de Penafirme	9,354436	39,144532	70,36
12. Igreja de A-dos-Cunhados	9,300535	39,152481	15,14

O sistema dunar evidencia atualmente, indícios de degradação geomorfológica da duna frontal, induzidos por erosão marinha e pisoteio antrópico, o que condiciona em grande medida a sua capacidade de resiliência e vulnerabilidade biofísica (R. Paixão, 2011, 2013).

Este troço litoral sofreu um processo secular de evolução geomorfológica (fig. 2), tendo ficado definitivamente prefigurado no século XVI, quando *a ilha de Peniche perdeu a sua insularidade* (M.L.P. Blot, 2003), embora J.A. Dias (2009) relate que ainda no século XVII, aquando da preia-mar viva, o mar cobria as acumulações sedimentares. Assim, a 1 de Novembro de 1755 a configuração deste troço litoral seria aproximada às características geomorfológicas atuais, considerando-se legítima a hipótese de utilizar a topografia atual na modelação numérica de *tsunami* para validar os relatos históricos.

Por outro lado, os relatos históricos na freguesia de A-dos-Cunhados (na atualidade dividida entre as freguesias de A-dos-Cunhados e Maceira, pertencentes ao município de Torres Vedras) indicam que o *tsunami* chegou a A-dos-Cunhados 75 minutos após o sismo atingindo mais de 16 m de altura



**Fig. 2** – Locais descritos pelas testemunhas, onde o trabalho de campo foi realizado.

*Fig. 2* – Places described by the eyewitnesses, where the field survey was conducted.

nas arribas da praia do Porto Novo (TABELA I). As testemunhas mencionaram ainda que ocorreram três grandes ondas, as quais, apesar de não terem provocado vítimas, destruíram o convento de Penafirme.

De facto, os relatos coevos são muito completos e fornecem uma análise ainda mais detalhada à escala local do que a apresentada na TABELA I. Um dos documentos originais data de Maio de 1756, em que o Padre José Fialho, da Igreja de A-dos-Cunhados, o copiou integralmente à mão chamando-lhe “Algumas notas curiosas” (J. Fialho, 1910); a cópia original de 1910 possivelmente já não existe, mas a fotocópia deste documento ainda se encontra nos arquivos da igreja de A-dos-Cunhados, com oito páginas. Este documento tem sido novamente copiado na íntegra por vários autores, tendo a vantagem de estas réplicas já estarem escritas com letra de imprensa, o que facilita a interpretação (L. Sousa, 1928; J. Camilo; 1998, J. Fontes, 2002). No entanto, as testemunhas relatam o *tsunami* utilizando unidades de medida Históricas Portuguesas, pelo que neste estudo considerou-se a seguinte conversão: 1 légua = 4500 m (A. Oliveira, 1985).

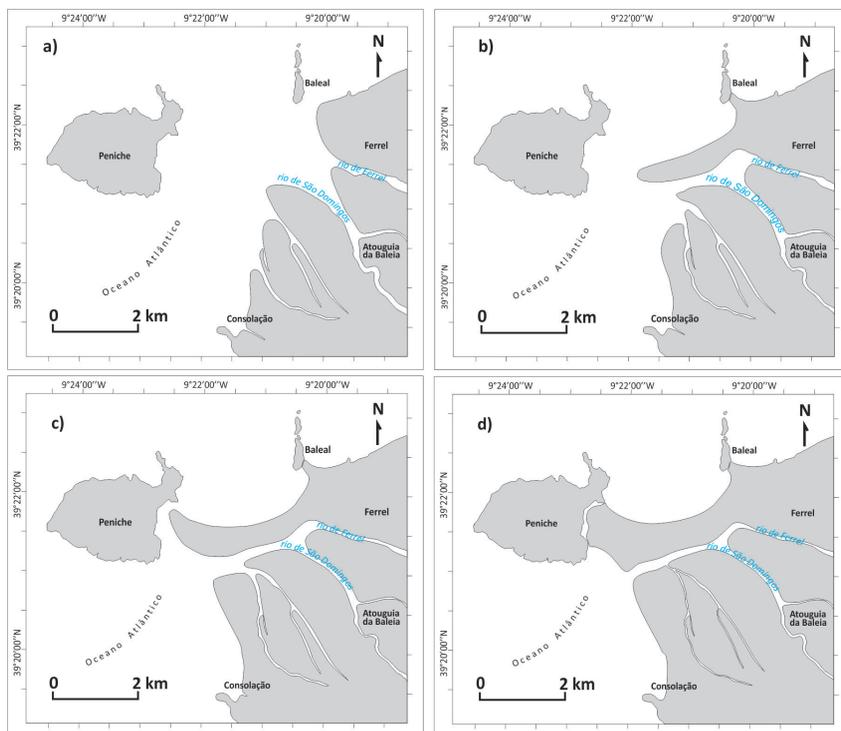
Diz o documento: “(...) *A novidade que se vio [sic] no mar nas partes da Povia e Porto-Novo de Penafirme, que são os limites desta freguezia [sic] que confinão [sic] com o mar, foi levantar-se alto, coiza [sic] de meia légua [2250 m] distante da terra em hum [sic] grande monte (...) chegando pela terra dentro a distancia de que não há tradição chegasse em tempo algum; (...) recolhendo as águas com tanta velocidade que ficava tudo enxuto até à distância em que se tinha levantado (...). A terra não abriu bocas em que houvesse submersão [sic]. Abriu sim fendas em muitas partes e rebentarão [sic] sim muitas fontes e olhos de agua [sic] e em alguns se notou algum mau cheiro que propendia a enxofre (...) muitos que rebentarão [sic] nas varzeas [sic] desta freguezia [sic] que medeia entre os casais do Porto Rio e Quinta da Piedade (...) ficando este sítio meia légua [2250 m] distante do mar e rebentaram os tais [olhos de água] trazendo areia branca (...) e outra ao modo de cinza. (...) Cunhados 24 de Maio de 1756 – O Cura Antonio Duarte”.*

Um outro registo do *tsunami* na freguesia de A-dos-Cunhados foi incluído nos Censos de 1758 reproduzido por J. Fontes (2002): “(...) *Não he [sic] muralha nem tem castello, ou torre antiga [sic]; tem somente o forte do Porto Novo,*

que tem seu Cabo, ou Capitão com seus soldados e que nelle [sic] fazem suas sentinelas. Porem o tal so existe no nome porque se acha arruinado, e em muita parte demolido. (...) o convento de Pena Firme ficou inabitável e hum [sic] novo que os Religiosos edificarão [sic] junto do lugar da Povia onde fizeram um Hospicio [sic] em que morão [sic] ficou tão arruinado que é preciso tornar dos fundamentos no que já se trolha [sic] (...)”.

Um terceiro documento relata, segundo J. Fontes (2002) que “a guarnição do forte do Porto Novo salvou-se tendo-se recolhido numa casa levantada no monte da vigia e as cinco peças de artilharia ficaram encravadas nas rochas.”

Na freguesia de A-dos-Cunhados, o antigo convento de Penafirme, que data do séc. XVI, estava inicialmente localizado mais perto da costa. Antes de 1535 não



**Fig. 3** – Evolução do assoreamento em Peniche: séculos a) XII, b) XIV, c) XV, d) XVI (Fonte: R. Paixão, 2011, adaptado de M.L.P. Blot, 2003).

**Fig. 3** – Coastline evolution in Peniche: a) XII, b) XIV, c) XV, d) XVI centuries (Source: R. Paixão, 2011, adapted from M.L.P. Blot, 2003).

existe praticamente nenhuma documentação referente ao convento, no entanto a partir dessa data houve uma preocupação em preservar toda a documentação (J. Fontes, 2002). Assim, registos mostram que os priores e frades de Penafirme queixaram-se de um ataque de piratas em 1620 (J. Fontes, 2002), e novamente vários ataques entre 1648 e 1650. Na tentativa de proteger o convento foi construído um forte no monte ao sul da praia do Porto Novo, sem resultados significativos. Assim, em 1662 (J. Fontes, 2002) foi mandado construir um novo convento situado nas atuais ruínas do convento (Ponto 8 da TABELA II e na fig. 2, e ainda fig. 4a). Por outro lado, segundo J. Fontes (2002) a guarnição do forte do Porto Novo salvou-se pelo que terão sido muito provavelmente estas as testemunhas que relataram o *tsunami* no Porto Novo. O forte foi totalmente destruído pelo *tsunami* e em 1910 ainda havia alguns vestígios das muralhas (J. Fontes, 2002). As alturas das ondas do *tsunami* relatadas pelas testemunhas (16–18 m) foram muito possivelmente estimadas grosseiramente pela altura a que as peças de artilharia ficaram nas rochas. O trabalho de campo demonstra que o monte ao sul da praia do Porto Novo (Ponto 3) está a cerca de 17 m de altura, o que efetivamente valida os relatos. Por outro lado, vários documentos (J. Fontes, 2002) indicam que na altura do sismo, o antigo convento já estava abandonado e que um novo estava em fase de construção. Este facto demonstra que não havia nenhum religioso no convento e portanto, as únicas testemunhas no porto novo seriam os guardas do forte. No entanto, o novo convento foi totalmente destruído pelo sismo e só a partir de 1758 é que este começou a ser reconstruído na sua atual localização (Ponto 11, e fig. 4b), e a partir de 1764 é que houve a transferência definitiva dos religiosos de Penafirme para o novo convento (J. Fontes, 2002). Adicionalmente, dada a proximidade da Póvoa de Penafirme (Ponto 10) à costa, teria sido possível que os seus habitantes tivessem ido observar o mar, na zona da atual Praia de Santa Cruz (Ponto 9).

Os relatos históricos descrevem ainda o surgimento de depósitos de areia branca e cinza bem como o surgimento de diversos olhos de água. Esta descrição tem levado a uma certa confusão entre os fenómenos associados ao sismo e os que são descrições do *tsunami*. Trabalhos de campo efetuados após sismos modernos demonstram que a liquefação e abertura de fissuras no solo são fenómenos comuns associados a sismos, e que nada têm a ver com *tsuna-*

mi, podendo ocorrer em regiões localizadas longe do mar. Por exemplo, após o sismo de 2003 no Japão ocorreram diversos depósitos de areia branca em campos de arroz (fig. 5a). Por outro lado, após o sismo de 2011 também no Japão há registos do aparecimento de cinza preta (e.g. K. Wakamatsu, 2012) e abertura de fissuras com largura e profundidades significativas. No entanto, o que foi interessante no caso do sismo de 1755 foi o aparecimento de diversos “olhos de água”, fenómeno que se refere a fontes termais, nome que ainda hoje se atribui à fonte dos Frades (Ponto 5 da TABELA II e fig. 5c).

A existência da Fonte Santa (Ponto 7 da TABELA II e localização na fig. 2) é conhecida desde séculos, no entanto os primeiros documentos referentes às suas propriedades terapêuticas datam de 1726 (J. Fontes, 2002): “*junto ao Convento de Penafirme (...) se acha huma [sic] fonte, cuja agoa [sic] he [sic] remedio efficaz [sic] de dores nefríticas [sic], pela insigne virtude que tem de desfazer; e expulsar as pedras, e areas [sic] dos rins e bexiga*”. O nome de Fonte Santa (fig. 5d) deve-se à presença da rainha Isabel. Esta nasceu em 1269 ou 1270, e em 1282 casa com o rei Dinis de Portugal (M. F. Andrade, 2014). Em Portugal, recebe do seu esposo um conjunto de bens, em arras, bem como outras doações que constituem um património que gere por meio dos seus oficiais cobradores de rendas e direitos na relação direta com os produtores (M.F. Andrade, 2011). Deste património faz parte Torres Vedras que, sabemos, a rainha visita por diversas vezes na companhia do seu esposo, para inaugurar um novo porto (na



**Fig. 4** – Convento de Penafirme: a) ruínas (Ponto 8 da TABELA II); b) Novo convento localizado na Póvoa de Penafirme (Ponto 11 da TABELA II).

*Fig. 4* – The Penafirme convent: a) ruins (Point 8 of TABLE II); (b) new convent located at Povoia de Penafirme (Point 11 of TABLE II).

praia do Porto Novo), ou para fazer as suas obras de misericórdia, ou ainda com o intuito de visitar as suas terras e conhecer melhor as suas gentes. A ela atribui o imaginário popular, como em muitos outros locais, intervenções milagrosas que correspondem, com certeza, a uma presença mais ou menos constante da sua figura e das suas ação em prol das comunidades que protege e, neste caso, da torriense (J. Fontes, 2002). Apesar da frequente presença da rainha na zona, e de eventualmente ter passado pela fonte, aquando por exemplo da inauguração do porto, os documentos existentes não provam que era visitante regular da fonte, e muito provavelmente deve-se a crença popular. Porém, só durante os Séc. XIX e XX (e principalmente na década de 1950) foram realizados vários estudos no sentido de avaliar a situação viável comercial das termas (fig. 5b) bem como a realização de análises (p.ex.. H. Chaminé *et al.*, 2004) para avaliar as suas propriedades. As atuais termas do Vimeiro caracterizam-se por terem duas fontes: i) Santa Isabel ou Águas Santas (Ponto 7B, e fig. 5d). Esta água é apenas utilizada para ingestão devidamente prescrita por um médico termal. Na margem oposta do Rio Alcabrichel encontram-se piscinas abertas ao público apenas nos meses de verão (Ponto 7a, e fig. 5e); ii) A fonte dos Frades ou Olhos de Água.



**Fig. 5** – a) Liquefação ocorrida devido ao sismo de Miyagi, Japão a 27 julho 2003. Foto tirada pela primeira autora a 2 de Agosto de 2003; b) Representação esquemática da situação das nascentes do Vimeiro em 1952-54 (J. Magorrinha, 2000); c) Termas dos Frades ou “Ólhos de Água”; d) Termas do Vimeiro – Águas Santas; e) termas do Vimeiro - piscinas.

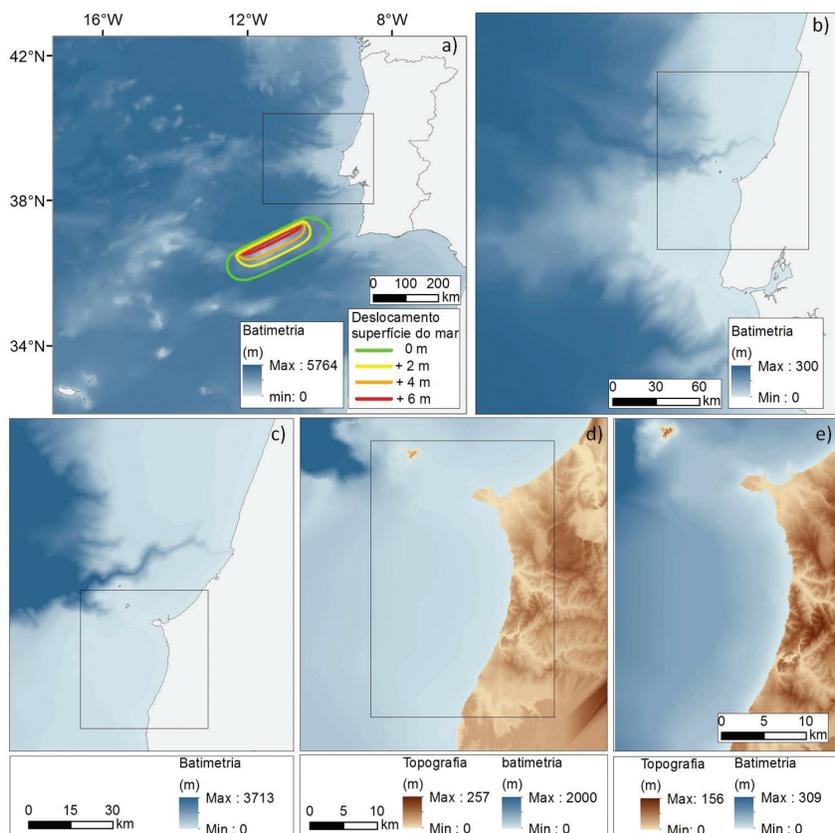
**Fig. 5** – a) Liquefaction due to the July 27, 2003 Miyagi earthquake (Japan). Foto taken by the first author on August 2, 2003; b) Schematic representation the situation of the Vimeiro spring waters in 1952-54 (J. Magorrinha, 2000); c) Frades or “Ólhos de Água” spring waters; d) Vimeiro spring waters – Holy waters; e) Vimeiro spring waters – swimming pool.

## Modelação numérica do tsunami

### Condições do modelo

O deslocamento inicial da superfície do mar foi calculado considerando os parâmetros da falha propostos por A. Santos *et al.* (2009), usando as fórmulas de Y. Okada (1985). O deslocamento inicial máximo é cerca de 6 m, como mostra a fig. 6a. De modo a calcular as áreas inundadas pelo *tsunami* em Peniche e na Lourinhã, as equações não lineares das águas pouco profundas foram discretizadas pelo esquema leap-frog (F. Imamura, 1995). São aplicadas a uma rede de 5 domínios. Cada domínio tem áreas cada vez mais pequenas, requerendo um refinamento do tamanho da grelha utilizada, como é demonstrado na fig. 6. O primeiro domínio é o de maior área e tem uma grelha de 2025 m. Seguidamente, os domínios 2 e 3 têm grelhas de 675 m e 225 m, respetivamente. Finalmente os domínios 4 e 5 tem grelhas de 75 m e 25 m, e já incluem detalhes das zonas costeiras e topografia. Na construção dos vários domínios foram utilizadas cartas batimétricas (GEBCO, 2003, IH, 2011) e mapas topográficos (IGeoE, 2004, 2009).

O modelo numérico foi aplicado duas vezes, com diferenças apenas na topografia no domínio 5 (fig. 6e). Na primeira simulação, para a validação histórica, foi utilizada a topografia histórica na vizinhança nas ruínas do convento de Penafirme cujo trabalho de campo demonstrou que o terreno estava pelo menos 2 m abaixo do nível atual (comparação entre os Pontos 8A e 8B, da TABELA II e fig. 4a). Na segunda simulação, considerando um cenário da atualidade, foi considerada a topografia atual na vizinhança das praias de Porto Novo e Santa Rita (IgeoE, 2004, 2009). A evolução do assoreamento em Peniche demonstra que a topografia não variou significativamente desde o séc. XVIII; além disso, o centro histórico ainda existe, pelo que em ambos os cálculos foi considerada a topografia atual de Peniche no domínio 5. A batimetria também foi considerada a atual em ambos os cálculos.



**Fig. 6** – Condições do modelo: a) deslocamento inicial da superfície do mar na região 1, com uma célula de 2025 m; b) região 2 com uma célula de 675 m; c) região 3 com uma célula de 225 m; d) região 4 com uma célula de 75 m; e) região 5 com uma célula de 25 m.

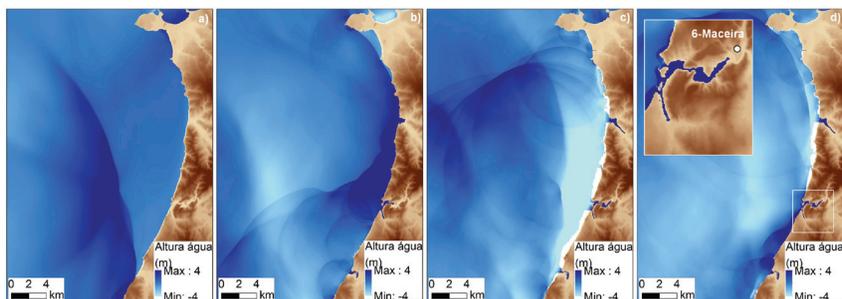
**Fig. 6** – Nesting conditions: a) initial sea surface displacement at region 1 with 2025 m cell size; b) region 2 with 675 m cell size; c) region 3 with 225 m cell size; d) region 4 with 75 m cell size; e) region 5 with 25 m cell size.

## Resultados da modelação numérica

### Validação histórica

A fig. 7 mostra os instantâneos da altura da água aos 50, 60, 70 e 75 minutos após o sismo. Na fig. 7a o *tsunami* aproxima-se da costa, amplificando

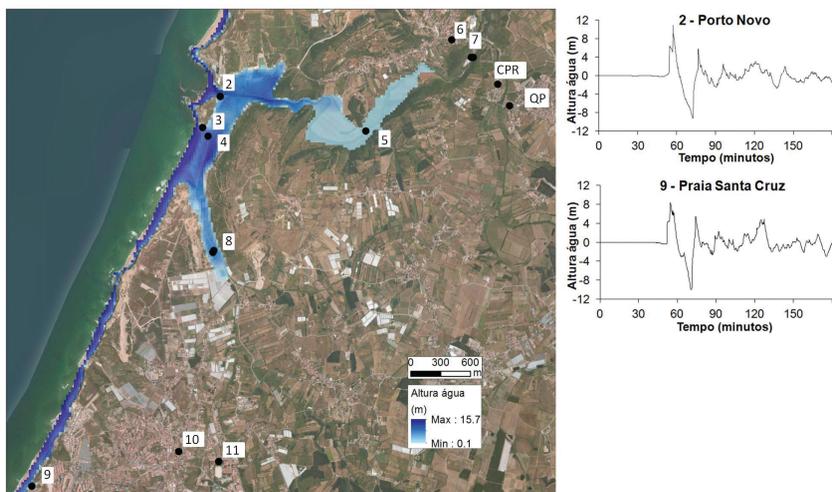
significativamente a cerca de 2 km da costa. Por outro lado, aos 70 minutos (fig. 7c) a primeira onda retrocede sendo visível até cerca de 2 km da costa. Estes resultados estão de acordo com os relatos históricos, resumidos na TABELA I. Por outro lado, o instantâneo calculado aos 75 minutos (fig. 7d) mostra que o *tsunami* aproxima-se de Maceira (Ponto 6) a cerca de 2,8 km da costa. Os habitantes de Maceira (Ponto 6) também sentiram o sismo e muito provavelmente podem ter visto o *tsunami* a subir o Rio Alcabrichel. Estes resultados provam que o tempo de percurso descrito pelas testemunhas está correto, apesar de não ser obtido ao longo da costa.



**Fig. 7** – Instantâneos da altura da água do *tsunami*, em minutos após o sismo: a) 50; b) 60; c) 70; d) 75.

**Fig. 7** – *Tsunami water level snapshots, in minutes after the earthquake: a) 50; b) 60; c) 70; d) 75.*

A altura de inundação nas ruínas do convento de Penafirme (Ponto 8) varia entre 4,7 – 4,9 m (fig. 8), o que é suficiente para causar danos significativos no edifício, confirmando assim os relatos históricos que indicam que o convento ficou inabitável. A variação da altura da água com o tempo no Porto Novo mostra que efetivamente houve uma amplificação local nas arribas chegando aos 10,9 m de altura. Por outro lado, a variação da altura da água com o tempo na Costa da Póvoa de Penafirme – Praia de Santa Cruz (Ponto 9) demonstra que ocorreram três ondas maiores que 4 m de altura, validando os relatos apresentados na TABELA I. Deste modo demonstra-se que o modelo reproduz os relatos históricos, validando as condições do modelo numérico bem como os parâmetros da fonte do *tsunami*.



**Fig. 8** – Resultados do modelo numérico para a validação histórica: altura da inundação na vizinhança da praia de Porto Novo, e variação da altura da água com o tempo no Porto Novo e na costa de Penafirme.

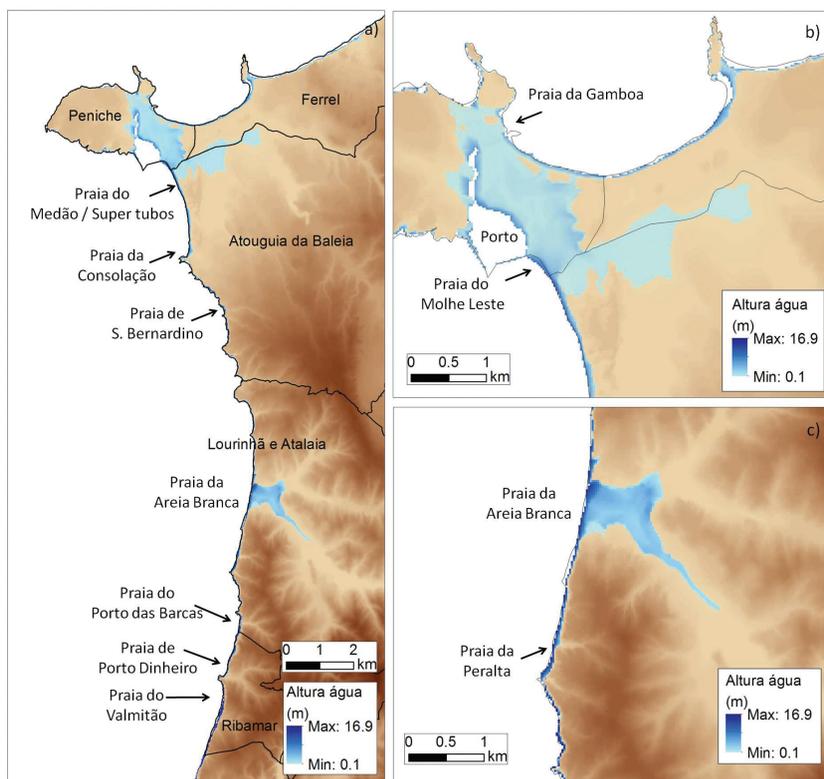
*Fig. 8* – Numerical model results for historical validation: Inundation depth at the Porto Novo beach vicinity and water level waveforms at Porto Novo and at Penafirme coastline.

### Cenário na atualidade

Na segunda simulação foi considerada a topografia atual. A fig. 9 mostra as áreas inundadas e a altura da água, variando entre 0,1 e 16,9 m, em que todas as praias de Peniche e da Lourinhã são totalmente inundadas. Em Peniche, as praias a norte são inundadas com alturas de água que variam de 0,1 m a 6,8 m. O porto de Peniche é inundado até à praia da Gamboa, numa distância horizontal de aproximadamente 1km, chegando às muralhas, com alturas que variam entre 0,2 m e 6,3 m. A praia do Molhe Leste é bastante afetada pelo *tsunami*, com altura máxima de 8,95 m, tendo de um modo geral alturas superiores a 2 m. A praia do Medão/Supertubos tem alturas de inundação que variam entre 0,1 m e 5,95 m. Na praia da Consolação a altura máxima chega aos 6,26 m. Na praia de S. Bernardino as alturas da água variam entre 0,99 m e 8,12 m. A sul da praia de S. Bernardino, mas ainda dentro dos limites do

concelho de Peniche, obtém-se os valores máximos de inundação em todo o concelho, variando entre 10 m e 12,44 m.

No município da *Lourinhã*, o tsunami inunda a praia da Areia Branca e penetra ao longo do vale do Rio Grande até cerca de 2,4 km para o interior. No entanto, a altura da água nos campos agrícolas é de um modo geral inferior a 2 m. Na praia da Peralta verifica-se que a altura varia entre 0,1 m e 11,3 m, enquanto na praia de Porto das Barcas a altura varia entre 0,1 m e 12,9 m. Na praia de Porto Dinheiro verifica-se que a altura varia entre 0,1 m e 15 m, enquanto na praia de Valmitão a altura varia entre 0,1 m e 16,9 m, sendo este o máximo verificado em toda a área de estudo.



**Fig. 9** – Altura da inundação.  
*Fig. 9* – Inundation depth.

## Avaliação do risco de tsunami

### Perigosidade de tsunami

De acordo com a matriz de Avaliação da Perigosidade de *Tsunami* (A. Santos *et al.*, 2011) é necessário ter em consideração a altura da água, combinada com o tempo de percurso da chegada da primeira onda de *tsunami* ao local em estudo, de modo a obter a perigosidade de *tsunami* (fig. 10). A classificação da perigosidade de *tsunami* varia entre reduzida e crítica.

A fig. 7 mostra que o *tsunami* demora cerca de 45 minutos a chegar ao município de Peniche, pelo que a suscetibilidade dos tempos de percurso do *tsunami* é moderada. Por outro lado, a suscetibilidade de inundação por *tsunami*

Altura da água (metros)	Classificação	Tempo de percurso (minutos)	Classificação
Até 2	Reduzida	Até 20	Crítica
Até 5	Moderada	Até 30	Elevada
Até 10	Elevada – moderada	Até 40	Elevada – moderada
Até 15	Elevada	Até 50	Moderada
Mais de 15.1	Crítica	Mais de 50.1	Reduzida

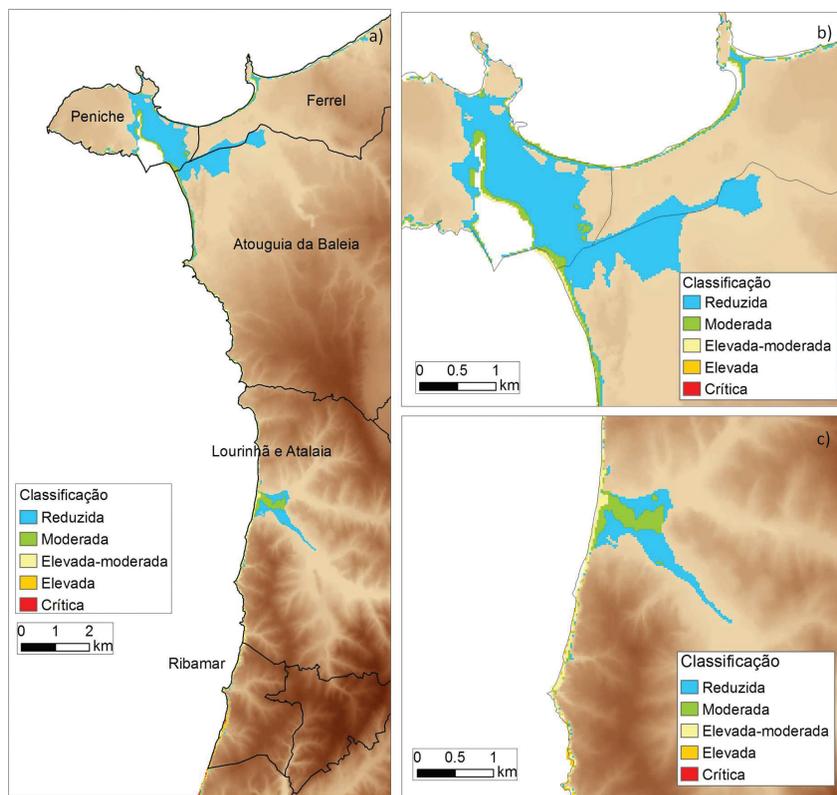
		Perigosidade de Tsunami					
T. Percurso A. água	Crítica	Elevada – moderada	Elevada	Elevada	Crítica	Crítica	
	Elevada	Elevada – moderada	Elevada – moderada	Elevada	Elevada	Crítica	
	Elevada – moderada	Moderada	Elevada – moderada	Elevada – moderada	Elevada	Elevada	
	Moderada	Moderada	Moderada	Elevada – moderada	Elevada – moderada	Elevada	
	Reduzida	Reduzida	Moderada	Moderada	Elevada – moderada	Elevada – moderada	
		Reduzida	Moderada	Elevada – moderada	Elevada	Crítica	

**Fig. 10** – Matriz de Perigosidade de *Tsunami*, considerando a altura da água e os tempos de percurso (Fonte: A. Santos *et al.*, 2011).

*Fig. 10* – *Tsunami hazard matrix, by considering the water level height and travel times (Source: A. Santos et al., 2011).*

varia entre reduzida e elevada, sendo maioritariamente moderada em todas as praias e reduzida no porto e zonas circundantes, como mostra a fig. 11.

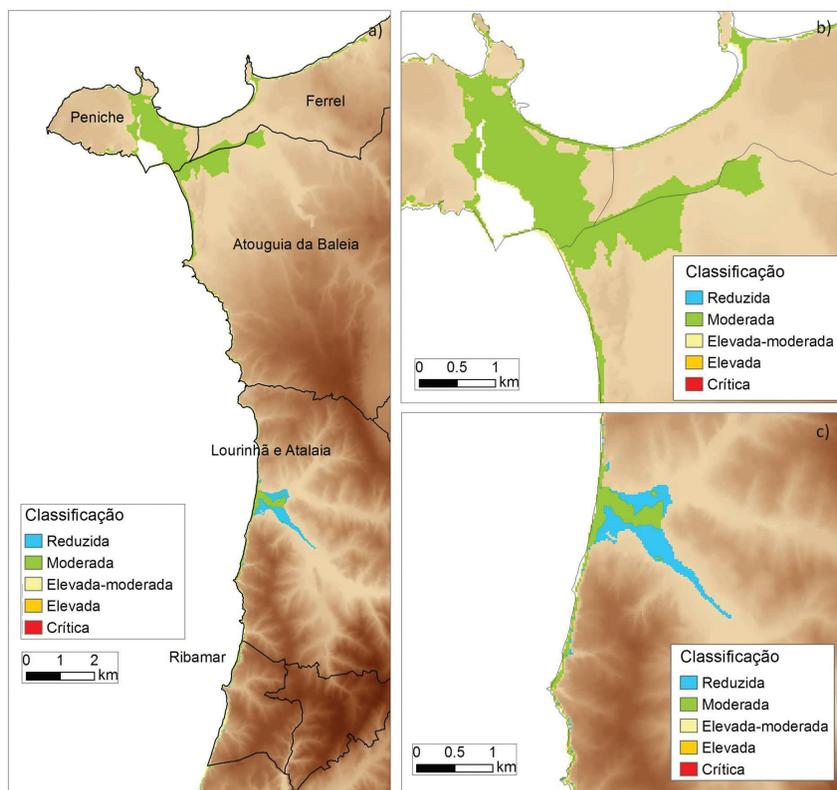
De igual modo, a fig. 7 mostra que o *tsunami* demora cerca de 50 minutos a chegar ao município da Lourinhã, pelo que a suscetibilidade dos tempos de percurso é reduzida. Por outro lado, a suscetibilidade de inundação por *tsunami* varia entre reduzida a elevada na freguesia da união da Lourinhã e Atalaia, sendo maioritariamente elevada-moderada na praia da Peralta e elevada na praia de Porto das Barcas. A suscetibilidade de inundação por *tsunami* na freguesia de Ribamar varia entre reduzida a crítica, sendo esta a freguesia mais suscetível de todo o município (fig. 11).



**Fig. 11** – Suscetibilidade da altura da água.  
*Fig. 11* – Water level susceptibility.

A perigosidade de *tsunami* resulta do cruzamento entre as alturas da água e os tempos de chegada. Assim, o município de Peniche tem duas classes de perigosidade: moderada e elevada-moderada (fig. 12). Praticamente em todo o concelho a perigosidade de inundação por *tsunami* é moderada, exceto nas praias do Molhe Leste e de S. Bernardino onde é elevada-moderada.

No município da Lourinhã a perigosidade de *tsunami* tem 3 classes de perigosidade: reduzida, moderada e elevada-moderada (fig. 12). A freguesia da Lourinhã e Atalaia tem perigosidade que varia entre reduzida e elevada-moderada (praia do Porto das Barcas). A perigosidade é moderada na praia da Peralta. Praticamente toda a costa da freguesia de Ribamar tem perigosidade elevada-moderada, sendo esta a freguesia mais afetada no concelho.



**Fig. 12** – Classificação da perigosidade de *tsunami*.

*Fig. 12* – *Tsunami hazard classification.*

## Elementos expostos

No município de Peniche há elementos estratégicos, vitais e sensíveis no apoio à emergência que se encontram em situação de perigosidade moderada, nomeadamente o quartel de bombeiros, polícia marítima, quatro escolas e dois hotéis, como mostra a TABELA III. É importante salientar que como a zona histórica é inundada, parte da freguesia de Peniche pode ficar isolada (fig. 13). Adicionalmente, encontram-se outros elementos em situação de perigosidade moderada: dois equipamentos desportivos, um ponto da rede PT, dois postos de abastecimento de combustíveis, o tribunal, o mercado municipal, o parque aquático, 262 pontos de recolha de resíduos sólidos e 31 ecopontos. Relativamente à exposição dos eixos rodoviários, há troços que são inundados: cerca de 1720 m do IP6; cerca de 1 km da estrada nacional n.º 114 e 590 m da estrada municipal n.º 578. É ainda de salientar que 3124 edifícios são inundados pelo *tsunami*, dos quais três estão localizados na zona de perigosidade elevada-moderada. A população exposta foi estimada com base nas subsecções estatísticas afetadas pela área inundada do *tsunami*, recorrendo-se a dados dos Censos da população de 2011 (INE, 2011). A população presente estimada contabiliza 4671 pessoas enquanto os residentes são 4763.

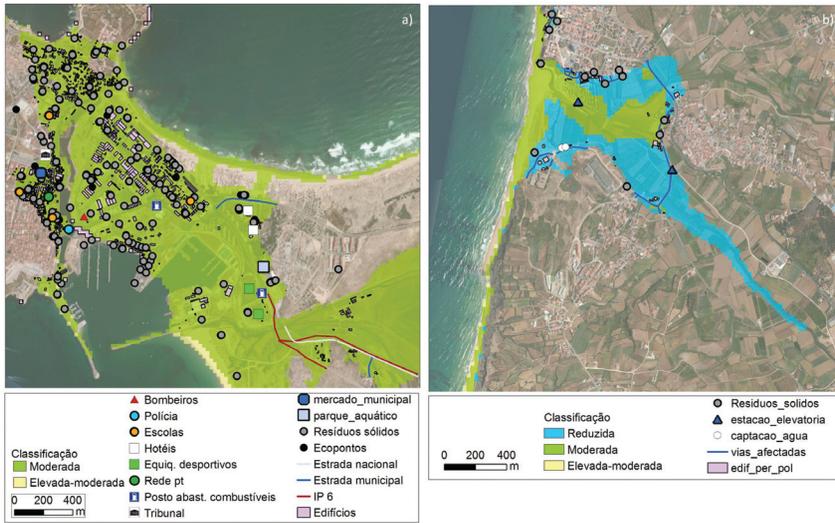
No município da Lourinhã há 68 edifícios afetados pela inundaçã por *tsunami*, sendo que 56 estão na classe de perigosidade reduzida e 23 na classe de perigosidade moderada, como se mostra na TABELA IV. Para além disso, 60 equipamentos para recolha de resíduos sólidos urbanos estão na zona inundada, onde 12 se localizam na zona de perigosidade moderada. Há furos de captaçã de água que se localizam em zona de perigosidade reduzida e há 4 estações elevatórias que são inundadas pelo *tsunami*. No entanto, há troços de vias que são afetados pelo *tsunami*: cerca de 1km de estradas municipais, cerca de 300 m de estradas nacionais, cerca de 180 m de outras vias estruturais, e cerca de 1900 m de outras vias locais, os quais podem tornar alguns zonas isoladas (fig. 13).

**TABELA III** - Elementos expostos no município de Peniche.**TABLE III** - Exposed elements at Peniche municipality.

Elementos expostos	Perigosidade de inundação por tsunami		
	Moderada	Elevada-moderada	Total
Bombeiros	1	0	1
Polícia Marítima	1	0	0
Escolas	4	0	4
Hotéis	2	0	2
Equipamentos desportivos	2	0	0
Rede pt	1	0	1
Posto abast. combustíveis	2	0	2
Tribunal	1	0	0
Mercado municipal	1	0	1
Parque aquático	1	0	0
Resíduos sólidos	262	2	264
Ecopontos	31	0	31
Estrada Nacional	1004 m	0 m	1004 m
Estrada Municipal	588 m	0 m	588 m
IP6	1716 m	0 m	1716 m
Edifícios	3121	3	3124
População presente	---	---	4671
População residente	---	---	4763

## Discussão

Os relatos históricos do *Tsunami* de 1755 em Peniche são escassos, sendo no entanto possível identificar que a zona histórica está a cota inferior a 5 m e que não sofreu alterações significativas desde o séc. XVIII. Os sistemas dunares em geral, e concretamente o sistema dunar de Peniche, constituem por excelência uma proteção natural das terras emersas às recorrentes perigosidades naturais que afetam



**Fig. 13** – Elementos expostos nas áreas inundadas de Peniche (a) e Lourinhã (b).  
**Fig. 13** – Exposed elements on the inundated areas of Peniche (a) and Lourinhã (b).

**TABELA IV-** elementos expostos no município de Lourinhã.  
**TABLE IV - Exposed elements at Lourinhã municipality.**

Elementos expostos	Perigosidade de inundação por tsunami			
	reduzida	moderada	elevada-moderada	Total
Resíduos sólidos	48	12	0	60
Captação água (furo)	2	0	0	2
Estação elevatória	2	2	0	4
Estrada Municipal	608 m	347 m	0	956 m
Estrada Nacional	280 m	24 m	0	304 m
Outras Vias Estruturais	0 m	109 m	74 m	184 m
Outras Vias locais	1408 m	463 m	37 m	1909 m
Edifícios	45	23	0	68
População presente	---	---	---	928
População residente	---	---	---	956

o litoral, como sejam a erosão marinha, os galgamentos oceânicos, as inundações costeiras, as tempestades, o *storm surge* e os *tsunami*, função particularmente relevante no contexto do risco de *tsunami*, fenómeno erosivo menos frequente mas de maior severidade, uma vez que os sistemas dunares constituem muitas vezes o único obstáculo entre o oceano e as populações, bens e infraestruturas em espaço litoral. Assim, é aceitável assumir que aquando do *Tsunami* de Lisboa de 1755 as dunas tenham protegido o território do município de Peniche, afetando apenas as zonas baixas e desprotegidas da zona histórica. Por outro lado, os relatos na freguesia de A-dos-Cunhados são muito completos, tendo sido validados por trabalho de campo e modelação numérica do *tsunami*. Assim, foi possível confirmar: i) o tempo de percurso do *tsunami* até à Maceira (cerca de 3 km da costa) é de 75 minutos; ii) ocorreram três ondas na praia de Santa Cruz (na zona costeira da Póvoa de Penafirme); iii) o *tsunami* amplificou significativamente nas arribas da praia do Porto Novo, chegando aos 11 m de altura; iv) as alturas de inundações nas ruínas do convento de Penafirme foram entre 4,7 -4,9 m, demonstrando que seria suficiente para o tornar inabitável; v) trabalho de campo efetuado após a ocorrência de sismos modernos demonstra que a liquefação do solo pode ocorrer, provocando depósitos de areia branca ou cinza, mesmo em zonas localizadas afastadas do mar, e que nada têm a ver com a inundações de *tsunami*. O modelo numérico demonstra que num cenário de ocorrência de um *tsunami* com magnitude equivalente ao *Tsunami* de Lisboa de 1755, a área sul do sistema dunar de Peniche será potencialmente mais afetada que a área norte. Tal circunstância deve-se fundamentalmente à combinação de alturas de inundações mais elevadas (até 8,95 m na praia do Molhe) e com o facto de as dunas a sul possuírem altura mais modesta, entre 7-8 m, e ainda à presença dos vales fluviais dos rios de Ferrel e São Domingos (com foz neste troço litoral), facilitando a penetração da água do oceano. Por sua vez, a altura de inundações a norte é mais modesta (até 6,8 m) e as dunas a norte possuem maior altitude, entre 5-15 m. Adicionalmente, o troço ocidental do sistema dunar apresenta-se artificialmente estabilizado (com construção de duna artificial e enrocamento da sua base, medidas de proteção do litoral realizadas nas décadas de 1980-90) (R.Paixão, 2011), constituindo um obstáculo mais resistente à inundações das ondas de *tsunami*.

Em praticamente todo o concelho de Peniche a perigosidade de inundação por *tsunami* é moderada, exceto nas praias do Molhe Leste e de S. Bernardino onde a perigosidade é elevada-moderada. Por outro lado, no município da Lourinhã a perigosidade de *tsunami* reparte-se por três classes: reduzida, moderada e elevada-moderada. A freguesia da Lourinhã e Atalaia tem perigosidade que varia entre reduzida e elevada-moderada (praia do Porto das Barcas). A perigosidade é moderada na praia da Peralta. Praticamente toda a costa da freguesia de Ribamar tem perigosidade elevada-moderada, sendo esta a freguesia mais afetada no concelho.

Os elementos expostos no município de Peniche incluem alguns elementos vitais à emergência que podem ficar inoperacionais, nomeadamente os bombeiros e a polícia marítima. Existem ainda 4671 pessoas expostas e 3124 edifícios potencialmente inundados, enquanto na Lourinhã há 956 residentes em risco, e 68 edifícios que podem ser inundados.

## Conclusão

Apesar do porto de Peniche estar protegido por dois quebra-mares, os resultados deste estudo confirmam que o impacto de um *tsunami* semelhante ao de 1755 teria sérias consequências. Por outro lado, as praias do município da Lourinhã localizam-se nas proximidades de locais elevados o que permite aos utilizadores da praia evacuarem rapidamente para local alto em segurança. A exceção é a praia da Areia Branca. Por estas razões é recomendado que estudos de avaliação e gestão do risco de *tsunami* continuem, nomeadamente: i) atualização do modelo de inundação passando de um espaçamento de grelha final de 25 m para pelo menos 10 m, o que implica uma re-avaliação dos elementos expostos; ii) análise comparativa entre a população residente e presente; iii) implantação de painéis informativos acerca do risco de *tsunami* nas praias e no porto de Peniche; iv) assinalar as zonas altas de refúgio, complementada com indicação dos caminhos a percorrer; v) testar estes percursos através de exercícios de evacuação; vi) elevação da altura do quebra-mar do porto de Peniche em pelo menos 0,5 m; vii) ordenamento e gestão sustentável das dunas.

## Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer ao Padre Eduardo Coelho da igreja de A-dos-Cunhados por ter tido a gentileza de permitir a consulta dos arquivos. Este artigo foi suportado pelo Projecto TsuRiMa - Gestão do risco de *tsunamis* para o ordenamento do território e a protecção civil, Projeto PTDC/CS-GEO/118992/2010, Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT).

## Bibliografia

- Andrade, M. F. (2014) Isabel de Aragão. Rainha Santa, Mãe exemplar, Lisboa, Temas e Debates.
- Andrade, M. F. (2014) *In oboedientia, sine proprio, et in castitate, sub clausura. A Ordem de Santa Clara em Portugal (séculos XIII e XIV)*, Tese de doutoramento apresentada à FCSH da Universidade Nova de Lisboa, 2011.
- Blot M .L. P. (2003). Os portos na origem dos centros urbanos. Contributo para a arqueologia das cidades marítimas e fluvio-marítimas em Portugal. *Trabalhos de Arqueologia*, nº.28, Instituto Português de Arqueologia, Lisboa, 338 p.
- Camilo, J. (1998). A região de Maceira e o Terramoto de 1 de Novembro de 1755. *Jornal Badaladas*, Suplemento Freguesias – Maceira, n.º 6, p. 6-7.
- Chaminé, H. I., Fonseca, P. E., Carvalho, J. M., Azevedo, M., Gomes, A. e Teixeira, J. (2004). Geometria, cinemática e dinâmica diapírica da morfoestrutura do Vimeiro (Torres Vedras, Portugal central): implicações para um modelo hidrogeológico *Caderno Lab. Xeológico de Laxe Coruña*, Vol. 29, p. 9-30.
- Dias J. A. (2009). Alguns exemplos da rápida evolução costeira em Portugal. *VII Reunião do Quaternário Ibérico*, 5-9 Outubro 2009, Faro, p.17-21.
- Fialho, J. (1910). Algumas notas curiosas – reprodução dos relatos do Padre António Duarte sobre o Tsunami de 1755, 24 de Maio de 1756, *Arquivos da Igreja de A-dos-Cunhados*.
- Fontes, J. (2002). A dos Cunhados – itinerários da Memória, 575 p.
- França J. C., Zbyszewski G., Moitinho de Almeida F. (1960). *Notícia Explicativa da folha 26-C da Carta Geológica de Portugal 1:50 000*. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 33 p.
- GEBCO Digital Atlas. (2003). General Bathymetric chart of the Oceans, British Oceanographic Data Centre.
- IGeoE – Instituto Geográfico do Exército (2004). Folhas 325AB, 326, 337, 338, 349, 350, 361, 362.
- IGeoE – Instituto Geográfico do Exército (2009). Folhas 374, 375.
- IH – Instituto Hidrográfico (2011). Carta da Série Internacional Oceano Atlântico Norte (CSIOAN) 24202, 24203.
- Imamura F. (1995). Review of tsunami simulation with a finite difference method. Long-Wave runup models, World Scientific, 1995, 25-42.

- INE (2011). Censos de Portugal de 2011. <http://www.ine.pt>.
- Koshimura, S., Oie, T., Yanagisawa, H., e Imamura, F. (2009). Developing fragility functions for tsunami damage estimation using numerical model and post-tsunami data from Banda Aceh, Indonesia. *Coastal Engineering Journal*, 51, 3:243-273.
- Mangorrinha, J. (2000). O Lugar das Termas. Património e desenvolvimento regional. As estâncias termais da região Oeste. Livros Horizonte, 302 pages.
- Okada Y. (1985). Surface Deformation due to Shear and Tensile Faults in a Half Space. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 75,4:1135-1154.
- Oliveira, A. (1985). “Pesos e Medidas”, in *SERRÃO, Joel, Dicionário de História de Portugal*, 5, Porto, Livraria Figueirinhas, 67-72.
- Paixão, R. (2013). Caracterização morfo-ecológica do sistema dunar de Peniche-Baleal (Costa Ocidental Portuguesa). *Finisterra*, XLVIII (95): 41-60.
- Paixão, R. (2011). *Avaliação da vulnerabilidade biofísica do sistema dunar de Peniche-Baleal*. Dissertação de Mestrado em Geografia Física e Ordenamento do Território, Universidade de Lisboa, Lisboa, 137 p.
- Santos, A., Fonseca, N., Pereira, S., Zezere, J. L., e Koshimura, S. (2012). Tsunami risk assessment at Figueira da Foz, Portugal, 15WCEE, September 24-28, Lisbon, Pages 10, paper No. 1931. [http://riskam.ul.pt/images/pdf/paper\\_1931.pdf](http://riskam.ul.pt/images/pdf/paper_1931.pdf)
- Santos, A., e Koshimura, S. (2015) The Historical Review of the 1755 Lisbon Tsunami, *Journal of Geodesy and Geomatics Engineering*, 1, 38-52. Doi: 10.17265/2332-8223/2015.04.004. <http://www.davidpublisher.com/Public/uploads/Contribute/5538548886a24.pdf>
- Santos, A., Koshimura, S., e Imamura, F. (2009). The 1755 Lisbon Tsunami: Tsunami source determination and its validation. *Journal Disaster Research*, 4, 1:41-52.
- Santos, A., Tavares, A. O., e Emidio, A. (2014). Comparative tsunami vulnerability assessment of an urban area: An analysis of Setúbal city, Portugal, *Applied Geography*, nº. 55, 19-29. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.08.009>
- Santos, A., Zezere, J. L., e Agostinho, R. (2011). The 1755 tsunami and the tsunami hazard assessment in Portugal mainland. *VIII CGP*, October 26. Lisbon. Pages 6. [http://riskam.ul.pt/images/pdf/Risco\\_68-375-1.pdf](http://riskam.ul.pt/images/pdf/Risco_68-375-1.pdf).
- Sousa, L. (1928). O terramoto do 1.º de Novembro de 1755 em Portugal e um estudo demográfico. *Serviços Geológicos*, n.º 3, p. 479-949.
- Wakamatsu, K. (2012). Recurrence of Liquefaction at the Same Site Induced by the 2011 Great East Japan Earthquake Compared with Previous Earthquakes, 15WCEE, September 24-28, Lisbon, Pages 10, paper No. 4572.

**IDENTIFICAÇÃO DE DEPÓSITOS DO TSUNAMI  
DE 1755 E SUA COMPARAÇÃO COM CENÁRIOS DE  
TEMPESTADE– ESTUÁRIO DA BOCA DO RIO**  
IDENTIFICATION OF THE 1755 LISBON TSUNAMI  
DEPOSITS AND THEIR COMPARISON WITH STORM  
SCENARIOS AT BOCA DO RIO ESTUARY

**Nuno Simões**

Centro de Investigação Marinha e Ambiental, Universidade do Algarve  
nunosimoes58@gmail.com

**Cristina Veiga-Pires**

Centro de Investigação Marinha e Ambiental e FCT, Universidade do Algarve  
cvpires@ualg.pt

**Sumário:** Os *tsunamis* apresentam um enorme potencial destruidor, o que faz com que este tema seja bastante importante na investigação. Desta forma, com o presente trabalho, pretende-se enquadrar a caracterização do depósito de *tsunami* que está presente no Estuário da Boca do Rio e que foi gerado pelo terramoto de 1755. Esta caracterização foi realizada através de técnicas de colorimetria, granulometria e magnetismo. Por fim, é realizada uma comparação entre o cenário deste depósito com um cenário de ondas de tempestade, provenientes da tempestade Hércules, que assolaram este estuário entre 5 e 7 de Janeiro de 2014.

**Palavras-chave:** Terramoto 1755, depósitos de *tsunami*, estuário, ondas de tempestade, sedimentos

**Abstract:** The Tsunamis have enormous destructive potential, so the research about this subject is very important. Accordingly, the present work aims to characterize the tsunami deposit that is present at the Boca do Rio Estuary and was generated by the 1755 earthquake. This characterization is performed by colorimetric techniques, grain size and magnetism. Finally, we compare the scenario of this sedimentary deposition to the one related to storm waves, from Storm Hercules, that reached this estuary between 5<sup>th</sup> and 7<sup>th</sup> of January 2014.

**Keywords:** 1755 earthquake, tsunami deposit, estuary, storm waves, sediments

## Introdução

Ao longo dos anos, Portugal tem sido afetado por diversos sismos de magnitude moderada a forte, que muitas vezes resultam em danos consideráveis. A maioria dos sismos de maior intensidade tiveram a sua origem nas zonas interplacas (zonas de sismicidade elevada), mais concretamente no oceano, pois Portugal está próximo da fronteira entre a placa Africana e Euro-Asiática. Um exemplo destes sismos foi o violento terramoto de 1755 que, por si só, fez estragos desde Lisboa ao Algarve e, ainda, foi acompanhado por um maremoto (*Tsunami*) que submergiu e destruiu muitas zonas costeiras. Os *tsunamis*, apesar de pouco frequentes, têm um enorme potencial destruidor comparativamente a outros eventos naturais, o que os torna num importante tema de investigação. Contudo, foi apenas a partir do *tsunami* de Sumatra, em 2004, que a investigação sobre impactos de *tsunami* tem evoluído.

Os diversos impactos devidos aos *tsunamis* variam desde os danos materiais aos danos humanos e económicos, pois estes eventos originam uma inundação efémera mas de forte energia, que produz erosão, sedimentação e retrabalho de sedimentos costeiros, sendo estes processos suscetíveis de preservação e de reconhecimento no registo sedimentar. A identificação de *tsunamis* nos registos sedimentares, ou identificação de *paleotsunamis*, é bastante importante na

compreensão dos impactos destes eventos e na delimitação da sua propagação. No entanto, reconstruir e compreender *paleotsunamis* é ainda difícil, pois é complicado distinguir estes depósitos de um de tempestade, devido a ambos apresentarem mecanismos deposicionais semelhantes (Pratt, 2002; Shanmugam, 2006; Dawson e Stewart, 2007; Morton *et al.*, 2007; Tapin, 2007). Apesar destas limitações, existem depósitos de *tsunami* bem descritos na literatura (Luque *et al.*, 2001; Dawson e Stewart, 2007). Um exemplo deste tipo de depósitos é o proveniente do *tsunami* do terramoto de Lisboa de 1755, que se encontra no Estuário da Boca do Rio, situado na costa Sul do Algarve (Portugal), e que está datado por termoluminescência e bem descrito apresentando ótimas condições de preservação do registo sedimentológico (Font *et al.*, 2010; ; Font *et al.*, 2012; Simões, 2012). Numa primeira fase, para interpretar um depósito de *tsunami* é essencial estudar modelos de inundação aplicados à zona do evento, pois estes modelos fornecem parâmetros físicos (inundação, velocidade e correntes) que podem estar ligados a mecanismos deposicionais (erosão, transporte e deposição) da onda de *tsunami*. Numa segunda fase, os sedimentos relativos aos depósitos de *tsunamis* podem dar informações, indiretamente sobre parâmetros físicos e diretamente sobre os mecanismos deposicionais, quando analisados com técnicas de colorimetria, granulometria e magnetismo (Simões, 2012; Font *et al.*, 2012; Font *et al.*, 2013).

Como referido anteriormente, é ainda difícil distinguir estes depósitos dos depósitos de tempestade, pois ambos apresentam mecanismos deposicionais semelhantes. Desta forma, o presente estudo tem como objetivo, realizar uma comparação entre um depósito de *tsunami* que se encontra localizado na Boca do Rio (Algarve, Portugal) com os registos sedimentológicos e os impactos das ondas de tempestade (*storm waves*) originadas pela tempestade Hércules. Esta tempestade ocorreu devido à existência de uma prevalência de ar polar no continente norte-americano, em dezembro de 2013 e Janeiro de 2014, sendo que temperaturas muito negativas permaneceram durante 4-6 semanas no Canadá e na metade leste dos EUA. Esta situação afetou o Oceano Atlântico Norte, onde causou sucessivas tempestades que assolaram Portugal, provocando diversos estragos no litoral. Uma das tempestades mais intensas,

que originou diversas *storm waves* (ondas de tempestade) no litoral Português, foi a tempestade Hércules, que ocorreu entre o período de 5 a 7 de Janeiro de 2014 (Antunes, 2014).

## Enquadramento

Nas últimas décadas, inúmeras investigações têm sido realizadas na identificação de depósitos induzidos por *tsunamis* de forma a identificar as suas fontes sedimentares e avaliar os impactos naturais associados. Contudo, apesar de os depósitos induzidos por *tsunamis* recentes estarem bem descritos historicamente, a identificação de depósitos induzidos por *paleotsunamis* é mais controversa, pois as evidências geológicas podem ser provenientes de outros eventos de grande energia, como por exemplo as ondas de tempestade (Font *et al.* 2013).

Nos últimos anos, têm sido realizadas diversas investigações de forma a tentar distinguir um depósito induzido por um *tsunami*, de um induzido por uma onda de tempestade. Contudo, continuam a existir poucos estudos para investigar diretamente a diferença entre estes dois depósitos de alta energia (Kortekaas e Dawson, 2007). Um exemplo destes estudos, foi a investigação de Tuttle *et al.* (2004) que comparou o *tsunami Grand Banks* que ocorreu em 1929 na Terra Nova (Newfoundland, América do Norte) com a tempestade *Halloween* que ocorreu em 1991 no Massachusetts (América do Norte). Estes autores mostraram diferenças na sedimentologia e posição dos dois depósitos, afirmando que o depósito de *tsunami* consiste numa de três subunidades de areia classificada, enquanto que o depósito de tempestade apresenta laminação e uma estratificação planar com canais. No mesmo seguimento de comparação de depósitos, Goff *et al.* (2004) compararam um depósito de tempestade recente com um depósito de *tsunami* do século XV no mesmo local da Nova Zelândia, tendo desta forma descoberto que ambos os depósitos diferem na extensão horizontal, e nas características de espessura e tamanho do grão. Da mesma forma, no Martinhal – Algarve, Kortekaas e Dawson (2007) mostraram que existe um determinado número de diferenças entre um depósito de *tsunami*

e um depósito de tempestade, pois os depósitos de *tsunami* contêm burgaus e seixos que por vezes apresentam perfurações de moluscos na sua superfície. Adicionalmente, afirmam ainda que o depósito de *tsunami* apresenta maior concentração de foraminíferos do que o depósito de tempestade, apresentando no entanto ambos características similares de tamanho de grão. Contudo, a maioria das características indicam alto valor energético ou uma origem marinha do depósito, portanto estes dois tipos de depósitos muitas vezes apresentam características similares como se pode visualizar na TABELA I.

**TABELA I** – Diferentes características entre depósitos de *tsunami* e depósitos de tempestade. Adaptado de Kortekaas, 2002.

*TABLE I* – Different characteristics found in *tsunami* and storm deposits. Adapted from Kortekaas, 2002.

Evidence	Tsunami Deposits	Storm Deposits
<b>Morphological</b>	- Washover fans behind breached barriers	- Washover fans behind breached barriers
<b>Stratigraphical</b>	- Thins inland and becomes discontinuous	- Thins inland
	- Fines inland	- Fines inland
	- Erosional basal contact	- Erosional basal contact
	- Large inland extent	- Relative smaller inland extent
<b>Sedimentological</b>	- Boulders	- Boulder deposition has been reported
	- One or more fining upward sequences, sometimes homogeneous	- Fining upward or homogeneous
	- Intraclasts from underlying material	- Not found
	- Loading structures at base	- Not found
	- Bi-directional imbrication	- Unidirectional imbrication
	- Poorly sorted (particle size ranging from mud to boulders)	- Relatively better sorted
	- Sedimentary structures very seldom found	- Sedimentary structures more common
<b>Geochemical</b>	- Increase in geochemical elements indicating marine origin	- No information found, but similar signature is expected because of marine origin
<b>Paleontological</b>	- Marine fóssil	- Marine fóssil
	- Increased diversity (mixture marine and brackfish fóssils)	- Mixture of marine and fresh water fóssil
	- Relative well/poorly preserved fóssil	- Poorly preserved fóssil
	- Plant fragments	- Plants fragments
	- Shell rich units	- Shell fragments
	- Rafting light material	- Not found
	- Buried plants at base	- Buried plants at base

Estes estudos utilizaram várias ferramentas geológicas, geofísicas e geoquímicas para fazer a distinção entre um depósito de tempestade e um depósito de *tsunami*. As ferramentas sedimentológicas (Análise Granulométrica), micropaleontológicas, macropaleontológicas e geomorfológicas são as mais tradicionais para este tipo de estudo (Goff *et al.*, 2012). As abordagens geoquímicas são as menos exploradas, apesar das análises aos sedimentos provenientes de ambientes costeiros e lagunares já terem sido utilizadas com sucesso como indicador de inundações provocadas por um *tsunami* (Andrade *et al.*, 2003). As análises magnéticas (por exemplo: Anisotropia de Suscetibilidade Magnética; Andrade *et al.*, 2003; Font *et al.*, 2010) e as análises de colorimetria (Simões, 2012; Font *et al.*, 2013) foram, recentemente, de igual forma aplicadas a depósitos de *tsunamis*, contudo estes métodos precisam de ser expandidos e calibrados mundialmente. A identificação dos depósitos induzidos por *tsunamis* não é ainda muito concreta, pois estes depósitos dependem essencialmente do seu local de deposição e da fonte sedimentar, sendo estes fatores importantes para relacionar os depósitos com o meio ambiente e as geomorfologias circundantes.

## Área de Estudo

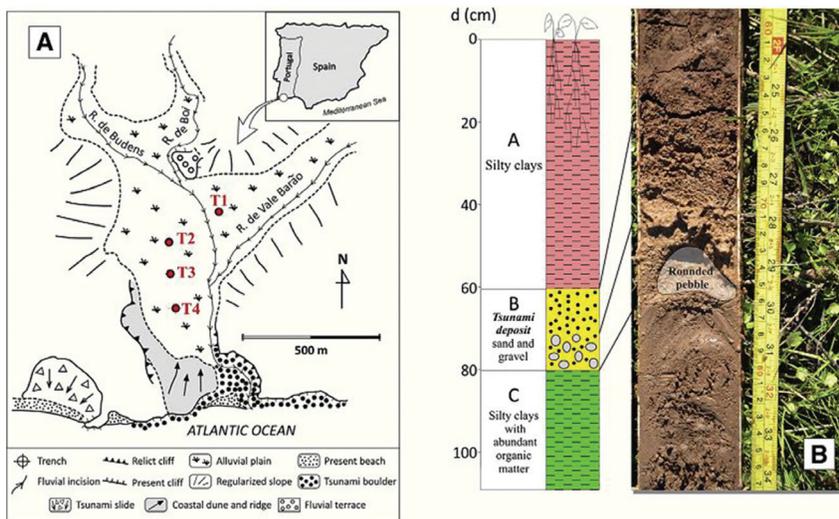
Tal como referido anteriormente, o depósito de *tsunami* gerado pelo terramoto de Lisboa de 1755, alvo de estudo no presente trabalho, encontra-se devidamente identificado no Estuário da Boca do Rio, no Algarve, a Sul de Portugal, tendo sido já alvo de estudo e de reconhecimento prévio (fig. 1), (Font *et al.*, 2010; Simões, 2012; Font *et al.*, 2012; Font *et al.*, 2013). Estes reconhecimentos indicaram que as observações realizadas no testemunho sedimentar BR-5 (T4 – fig. 1) permitiram a identificação de três camadas principais (A, B e C). As camadas A e C são lodosas e enquadram as areias da camada B. Estas duas camadas, para além de serem lodosas, contêm ainda restos de plantas, ou seja, são muito monótonas em relação à sua textura. Adicionalmente, apresentam

também um elevado teor em matéria orgânica, sugerindo que essas camadas pertencem a ambientes de deposição de baixa energia, de pouco contato com ondas, ocasionalmente de águas estagnadas e com pouca profundidade (Costa *et al.*, 2005, fig. 1). A camada B, identificada como depósito de *tsunami*, é uma unidade constituída essencialmente por areias bioclásticas, por vezes finas. Na base desta camada estão burgaus, seixos e mesmo blocos calcários. No topo, apresenta uma ou duas seqüências sedimentares arenosas com diminuição da dimensão das partículas na direção do topo, e sempre com a presença de restos de conchas de bivalves marinhos (fig. 1). Na análise granulométrica, os autores utilizaram três parâmetros de análise (média do tamanho do grão ( $\mu\text{m}$ ), calibração da amostra ( $\mu\text{m}$ ), classificação do grão ( $\mu\text{m}$ )) e nos três tipos de amostra (a Amostra Total onde a análise é realizada à totalidade da amostra; a Amostra Mineral onde a matéria orgânica é removida do sedimento com o Peróxido de Hidrogénio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ); a Amostra Siliciclástica onde são removidos os carbonatos com ácido clorídrico (HCL) a 10%), a unidade A e C têm características similares (*Fine Silt* - Silte Fino ou *Medium Silt* - Silte Médio), enquanto a unidade B, identificada como depósito de *tsunami*, é representada por vários picos, atingindo classes granulométricas maiores, como Silte Grosseiro – *Coarse Silt* e Silte Muito Grosseiro - *Very Coarse Silt*, indicando assim a presença de uma maior percentagem de grãos de maior dimensão na amostra.

Este registo sedimentológico está presente no Estuário da Boca do Rio, uma área que apresenta baixa energia (Ondulação (Altura Média): 1m) e uma costa mesotidal (3.4 m – 3.5 m), sendo ainda um caso próprio de enseada de praia (Extensão da frente de praia; ~138m), que interrompe um troço costeiro rochoso calcário, de forma erosiva e essencialmente modelado em arribas vivas (APA, 2011). Esta interrupção é composta por um vale, que possui uma forma aplanada e quase horizontal (muito diferente das secções em “V”) resultante do intenso e contínuo preenchimento por parte de aluviões, depositados na existência de cheias efémeras (fig. 1). Neste vale, são recebidas drenagens de terrenos de natureza calcária com uma grande quantidade de carga sólida e lodosa, de proveniência continental, ao contrário do aporte de areias, que é diminuto (Costa *et al.*, 2005).

Aproximadamente a 1km da linha de costa, a ribeira que está incorporada no vale e desagua no mar junto ao seu limite nascente, numa diminuta praia de areia e cascalho, divide-se em 3 afluentes com dimensões diferentes: a Ribeira de Budens, a Ribeira de Boi e a Ribeira de Vale Barão (Costa *et al.*, 2005). Esta pequena e estreita praia apresenta uma orientação OSO-ENE, estando diretamente exposta às ondas de Sudeste. No entanto, a sua reduzida saliência em direção ao mar permite às ondas de Sudoeste também terem impacto na praia. Adicionalmente, esta praia é, ainda, composta por areia média que está sobreposta a burgaus, em que estão separadas da terra por um *storm ridge* no centro e por um *erosional bluff* a oeste (Carrasco *et al.*, 2007).

Tal como apontado por Font *et al.*, (2010), sendo este vale nivelado a uma cota que excede o máximo de preia-mar de marés vivas, e onde as ondas de tempestade não o ultrapassam, proporciona assim excelentes condições (características morfológicas e sedimentares) para preservar registos sedimentológicos do *tsunami* de 1755.



**Fig. 1** – A) Mapa geológico e estrutural da Boca do Rio (Fonte: Font *et al.*, 2013).

B) Fotografia e descrição do testemunho sedimentar do *Trench 4* (T4) – BR-5.

**Fig. 1** – A) *Geologic and Structural Map at the Boca do Rio* (Source: Font *et al.*, 2013).

B) *Description of gutter sampled in Trench 4 – BR-5.*

## Tempestades e Agitação marítima no Inverno de 2013-2014 que tiveram impacto na área de estudo

A forte agitação marítima que atinge a costa portuguesa é na sua maioria gerada por tempestades extratropicais que se formam no Atlântico Norte e se desenvolvem de Oeste para Este. No núcleo destas tempestades, existem ventos persistentes e concentrados que formam largas áreas de atrito entre o mar e a atmosfera, aumentando assim os valores de geração de ondas de *swell* (Antunes, 2014). Na costa portuguesa, entre Dezembro de 2013 e Março de 2014, existiu um fenómeno, aparentemente novo, caracterizado por uma intensa e persistente agitação marítima que originou galgamentos e causou danos costeiros consideráveis. No entanto, este tipo de agitação, que atingiu a costa portuguesa, encontra-se dentro dos parâmetros habituais (Ondas Significativas: 9 – 12 m; Períodos: 14 – 16 s; Picos Máximos: chegaram aos 15 m; Marégrafo de Cascais e de Lagos. Antunes, 2014). Contudo, a quantidade de eventos desta natureza que se repetiram em menos de 3 meses, e a frequência com que ocorreram, é que está fora do habitual. Um exemplo destes eventos foi a tempestade Hércules, que ocorreu a 6 de Janeiro de 2014, sendo que durante este evento registaram-se períodos de ondas na ordem dos 22 segundos, o que constituiu também um evento atípico. Esta tempestade causou diversos danos costeiros e foram registados galgamentos que não são comuns para esta altura significativa de ondas (Antunes, 2014).

## Metodologia

Após um breve enquadramento relativamente à identificação de depósitos de *tsunamis* e às tempestades que assolaram Portugal entre Dezembro de 2013 e Março de 2014, é então explicada a metodologia utilizada neste trabalho. Como referido anteriormente, o período de inverno em causa registou uma persistência atípica de tempestades e, por consequência, uma persistente agitação marítima. De modo a registar esta persistência no Estuário da Boca do Rio, e de forma a

ser possível comparar um depósito associado a uma onda de tempestade - *storm waves* com um depósito de *tsunami*, realizou-se uma campanha observacional durante a tempestade Hércules no dia 6 de Janeiro de 2014, e outra após a tempestade no dia 11 de Janeiro de 2014.

Na campanha durante a tempestade, apenas se realizaram observações e registos dos limites de espraio. Na campanha após a tempestade, identificaram-se estes limites e os sedimentos transportados por parte desta movimentação. Desta forma, com auxílio de um dispositivo GPS, de uma espátula e de sacos de amostragem, recolheram-se amostras destes sedimentos (BRCH-3) e obtiveram-se as coordenadas dos limites. Paralelamente, também se recolheram amostras superficiais (BRCH-1 e BRCH-2) na zona alagada por água doce e também se identificaram os limites desta zona inundada. Assim sendo, e através destes limites, criaram-se dois modelos, um modelo tridimensional e um modelo conceptual da área de estudo com a representação das áreas de sedimentação dos diferentes fenómenos associados. Por fim, foram recolhidos vários testemunhos locais para fundamentar algumas conclusões.

Para comparar as amostras superficiais (BRCH-1, BRCH-2, BRCH-3) com o testemunho do depósito de *tsunami* (BR-5), analisaram-se estas amostras ao nível da granulometria. Nestas análises, utilizaram-se as mesmas técnicas que foram utilizadas para analisar o testemunho BR-5, nomeadamente a utilização do granulómetro laser Malvern™, no qual se utilizou o programa Malvern MasterSizer™ para a obtenção dos resultados. Os dados obtidos através desta análise foram então exportados para o Excel e introduzidos no GRADISTAT® (Blott, 2010) para calcular os diversos parâmetros granulométricos (Média, Classificação e Calibração do grão ( $\mu\text{m}$ )). De referir, ainda, que estas técnicas foram apenas aplicadas às amostras totais.

## Resultados e Discussão

### Observação da tempestade e da sua influência na área de estudo

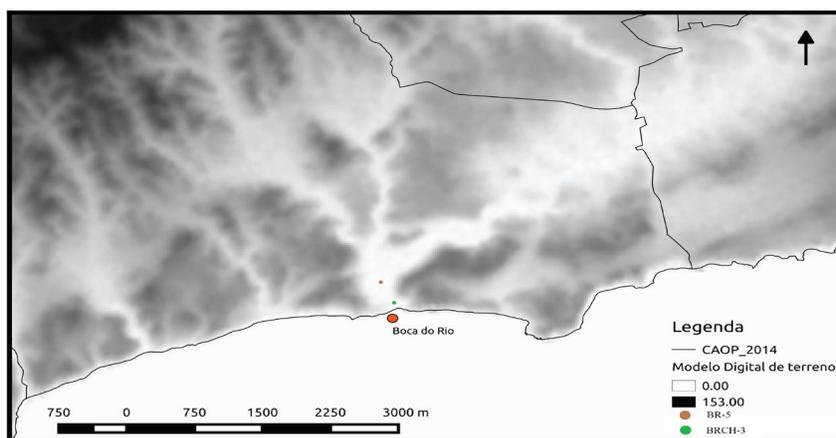
Através das observações realizadas durante a campanha observacional, aquando da tempestade em causa, verificou-se que o máximo que a água do mar atingiu (Espraio) foi a localização de BRCH-3 (Lon: -8.80°; Lat: 37.06°), permitindo, desta forma, definir a zona que foi alvo da água do mar (fot. 1). O facto desta enseada de praia ter presente uma pequena ribeira que desemboca no mar, permitiu que as ondas produzidas durante esta tempestade provocassem o bloqueio desta ribeira através do transporte de areias. Assim sendo, este bloqueio permitiu o acumular de areias na zona circundante à ribeira, sendo que à medida que nos afastamos da mesma (E para O) a quantidade de areia passa a ser mínima. Para além da areia e dos vestígios de areia que o bloqueio da ribeira provocou na zona que foi afetada pela água do mar, este bloqueio também provocou uma inundação de água doce a norte do limite afetado pela água do mar. No entanto, esta zona foi alagada (assinalada a amarelo na fot. 1) com água oriunda de escorrências das vertentes e de precipitação, o que provocou uma inundação de água doce até à localização de BRCH-2 (Lon: -8.81°; Lat: 37.06°) e BRCH-1 (Lon: -8.81°; Lat: 37.07°). Nesta área que se encontrava alagada por água doce, não existia vestígios de areia e o sedimento da superfície era idêntico ao topo do testemunho BR-5. Este registo observacional está presente na fot. 1 e na fig. 2.

Portanto, e através destas observações, é possível afirmar que durante esta tempestade ocorreu um evento de inundação, pois a água do mar atingiu o primeiro limite de praia mas já não teve força suficiente para depositar e atingir a zona amarela, o que descarta um possível *overwash*. Adicionalmente, o facto de a ribeira ficar bloqueada permitiu a ocorrência de uma inundação e de uma deposição sedimentar na zona próxima da ribeira (zona vermelha na fot. 1) e, ainda, permitiu que a zona a amarelo (fot. 1) ficasse alagada por água doce proveniente de escorrências das vertentes e precipitação.

## Modelo tridimensional da área de estudo e representação das áreas de sedimentação dos diferentes fenômenos analisados

De forma a representar espacialmente a área de estudo, juntamente com as áreas de sedimentação dos diferentes fenômenos analisados, foram elaborados dois modelos, um tridimensional e um modelo conceptual. Na fig. 2 está presente um modelo digital de terreno da área de estudo com o intuito de auxiliar as interpretações das áreas de sedimentação. Neste modelo, pode-se verificar a forma aplanada (1 a 2m de altitude) onde está presente o depósito de *tsunami* e que está incluído no vale que interrompe o trecho costeiro rochoso calcário. Adicionalmente, é ainda possível verificar que existe um limite mais elevado entre a praia e esta forma aplanada (4 a 10m), sendo que na zona da ribeira (Este) esta zona elevada não existe ou é mínima devido à existência da ribeira (1 a 2 m). Portanto, este limite mais elevado é o que não deixa que a água do mar inunde e chegue à planície (forma aplanada). Por outro lado, as baixas elevações na zona da ribeira permitiram inundações nesse local.

Como este modelo não apresenta uma resolução espacial que permita uma análise detalhada, criou-se um modelo conceptual da área de estudo com as



**Fig. 2** - Modelo Digital de Terreno da área de estudo. Fonte: SRTM com resolução espacial de 25 m.

*Fig. 2 - Terrain Digital Model from study area. Source: SRTM, spacial resolution 25 m.*

áreas de sedimentação dos diferentes fenómenos analisados (fot. 1). Este modelo conceptual foi criado através de uma fotografia panorâmica da área de estudo, pois permite uma melhor visualização e análise destas áreas. Desta forma, delimitou-se a zona que a água do mar atingiu por zona vermelha, sendo que, a zona que foi mais afetada por esta inundação e por acumulação sedimentar foi a região mais próxima da ribeira (Este). Por outro lado, delimitou-se a zona alagada por água doce e que contém o depósito de *tsunami*, mas que não foi afetada pela água do mar. Como referido anteriormente, a zona a amarelo apenas foi inundada devido ao bloqueio da ribeira, que por sua vez fez com que a precipitação e as escorrências das vertentes a fizessem alagar.

Para completar esta interpretação das zonas afetadas pela tempestade, compararam-se alguns modelos de inundação aplicados a esta área de estudo por outros autores, com o limite máximo de inundação gerado pelas *storm waves*. Segundo os modelos de inundação AnuGA e COMCOT (Fernandes, 2009) e, ainda, pela simulação numérica de Font *et al.*, (2010), verificou-se que o *tsunami* de 1755 foi suficientemente forte para ultrapassar a duna litoral de areia, erodir e afetar consideravelmente a morfologia do Estuário da Boca do Rio, no qual depositou sedimentos até, aproximadamente, 1km no interior e com um máximo de *run up* de 7m, com inundações de profundidade entre 0,5-6m e velocidades de corrente 2-7m/s (fig. 4). Ilustradamente, compararam-se estes



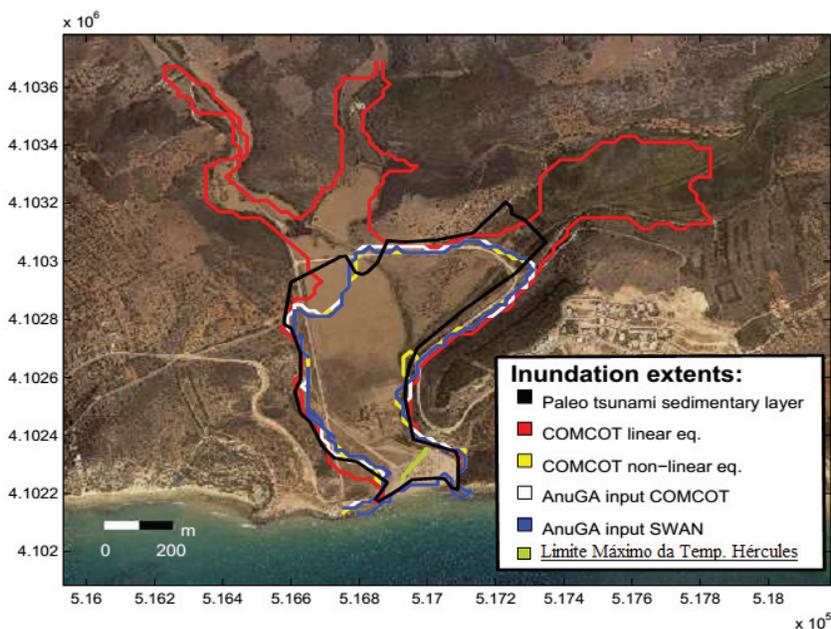
**Foto. 1** - Efeitos da tempestade no Estuário da Boca do Rio. Vermelho: Zona de inundação da água do mar; Amarelo: Zona alagada com água doce; Cinzento: Retroescavadora a abrir a ligação da ribeira ao mar; Roxo: Amostra BRCH-1; Verde: Amostra a sul é BRCH-2 e a Amostra a norte é BRCH-3.

**Photo 1** – Effects of storm at the Boca do Rio. Red: Flooding zone of seawater; Yellow: Flooded area with fresh water; Gray: Backhoe to open the connection of the riverside to the sea; Purple: Sample BRCH-1; Green: BRCH-2 (South) and BRCH-3 (North).

modelos de inundação com o limite máximo de inundação gerado pelas *storm waves* provenientes da tempestade Hércules, observadas e registadas durante a campanha observacional. Desta forma, e através da fig. 3, verifica-se que uma *storm wave*, com as características registadas durante esta tempestade, não tem capacidade para criar um depósito como o registado no testemunho BR-5 (localização e morfologia), pois esta onda de tempestade apenas transportou sedimento fino até ao limite assinalado a verde na fot. 1.

### Observação direta às amostras recolhidas

As amostras (BRCH-1 e BRCH-2) recolhidas na zona alagada por água doce apresentam as mesmas características que o topo do testemunho BR-5 (Camada A). Isto é, são amostras lodosas, contêm restos de plantas, apresentam elevado



**Fig. 3** - Modelos de inundação do *tsunami* de 1755 em comparação com o limite máximo que a água do mar atingiu (Adaptado de: Fernandes, 2009).

**Fig. 3** - *Inundation models of 1755 tsunami in comparison with maximum limit that water reached (Adapted from: Fernandes, 2009).*

teor em matéria orgânica (o que sugere que estas amostras pertencem a um ambiente de deposição de baixa energia). Detêm pouco contacto com ondas e, ocasionalmente, são de águas estagnadas, de baixa profundidade e anóxicas (Costa *et al.*, 2005). A amostra (BRCH-3), recolhida na zona de espraio ao contrário do depósito de *tsunami* do testemunho BR-5 (Camada B), apenas apresenta uma estrutura laminar constituída por areias bioclásticas finas. Esta constituição deve-se ao facto de a camada B, para além destas areias, ser na sua base composta por burgaus, seixos e mesmo blocos calcários, sendo que o tamanho das partículas diminuem na direção do topo. Adicionalmente, esta camada B também é composta por restos de conchas e bivalves marinhos (Costa *et al.*, 2005). Por fim, é ainda importante referir que a espessura das amostras recolhidas durante a campanha observacional não eram suficientemente espessas para se poder observar alguma estrutura vertical.

### **Análise granulométrica**

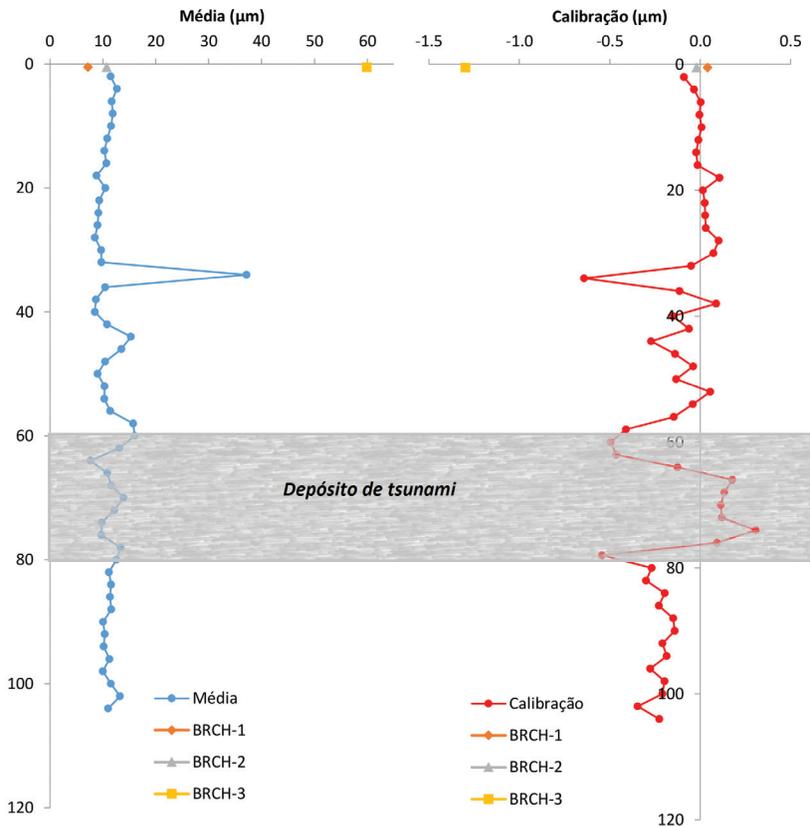
Realizaram-se análises de granulometria (média do tamanho do grão, calibração da amostra e classificação do grão) às amostras recolhidas durante a tempestade Hércules. Os resultados foram representadas graficamente em conjunto com os resultados do testemunho BR-5, de forma a compará-las com o depósito de *tsunami* (fig. 4).

Através da fig. 4, e tal como Simões (2012) e Font *et al.* (2013) identificaram, no testemunho BR-5 as camadas A e C apresentam características muito similares (Silte Fino e Silte Médio), enquanto que, por outro lado, a camada B (Depósito de *tsunami*) é representada por vários picos, atingindo classes granulométricas superiores (Silte Grosso e Silte Muito Grosso). De referir ainda que o pico na profundidade 34 cm é considerado como um erro de análise, uma vez que não se observa a olho nu nenhuma variação associada no testemunho.

As amostras BRCH-1 e BRCH-2, recolhidas na zona alagada por água doce, apresentam características idênticas (Silte Fino e Silte Médio, respetivamente)

ao topo do testemunho BR-5. Já a amostra BRCH-3, que foi recolhida na zona de espraio, atingiu classes granulométricas superiores comparativamente a todas as outras (Areia Siltosa).

Desta forma, torna-se então possível afirmar que as amostras recolhidas na zona alagada por água doce, a nível de granulometria, são similares ao topo do testemunho BR-5. Assim sendo, a zona alagada não foi atingida por areias transportadas pela *storm wave* da tempestade Hércules. Relativamente à amostra



**Fig. 4 - Média e Calibração do grão (em  $\mu\text{m}$ ) do testemunho BR-5 e das amostras BRCH-1, BRCH-2 e BRCH-3.**

**Fig. 4 - Grain mean and Sorting (in  $\mu\text{m}$ ) of BR-5 sediment core and BRCH-1, BRCH-2 and BRCH-3 samples.**

**TABELA II** - Classificação do grão (%).  
**TABLE II** - Grain Classification (in %).

	<b>% Areia</b>	<b>% Lama:</b>
BRCH-1	7.8%	92.2%
BRCH-2	16.2%	83.8%
BRCH-3	69.8%	30.2%

BRCH-3, como a mesma apresentou classes granulométricas superiores (Areia Siltosa), pode-se então afirmar que a energia das ondas que transportou estas areias foi elevada.

Com esta análise granulométrica pode-se afirmar que a tempestade Hércules não teve capacidade para atingir a zona alagada, pois esta zona não sofreu *input* de areias durante a tempestade. Por outro lado, a zona que a água do mar atingiu foi alvo de transporte de areias.

Adicionalmente, é ainda possível afirmar que o depósito de *tsunami* é induzido por uma onda suficientemente forte para erodir quantidades importantes de areias e compostos marinhos da duna litoral, onde estes materiais são retrabalhados e misturados entre si e com materiais que encontram durante o seu percurso. Este fenómeno deve-se ao facto das ondas de *tsunami* apresentarem um período bastante longo, permitindo a tal mistura. Esta mistura é constituída maioritariamente por material autóctone, isto é proveniente da própria praia e do próprio estuário (Font *et al.*, 2013). Por outro lado, esta *storm wave* (Hércules) contém um período bastante menor do que o de uma onda de *tsunami*, ou seja, estas ondas de tempestade apenas transportam e depositam os materiais que a sua força permite (nesta situação: areias siltosas). Assim, esta *storm wave* não teve intensidade nem período suficientemente elevados para criar um depósito de tipo *tsunami* como o identificado em BR-5, ou seja, um depósito com uma grande mistura de materiais.

## Conclusão

Através das observações realizadas aquando da tempestade é possível afirmar que ocorreu um evento de inundação, pois a água do mar atingiu o primeiro limite de praia mas já não teve força suficiente para depositar e atingir a zona alagada por água doce, o que descarta um possível *overwash*. Assim sendo, foi o facto da ribeira ficar bloqueada que permitiu a ocorrência de uma inundação e de uma deposição sedimentar na zona próxima da ribeira (zona vermelha na Fot. 1), permitindo, ainda, que a zona a amarelo (fot. 1) ficasse alagada por água doce proveniente de escorrências das vertentes e precipitação.

Adicionalmente, procedeu-se a uma comparação entre os modelos de inundação AnuGA e COMCOT (Fernandes, 2009), e, ainda, entre os modelos de inundação testados por Font *et al.* (2010), com o limite máximo de inundação das *storm waves* oriundas da tempestade Hércules (5 a 7 de Janeiro de 2014), tendo-se verificado que ondas de tempestade com as características idênticas às geradas por estas tempestades não têm capacidade para gerar um depósito como o identificado no testemunho BR-5.

No que respeita às amostras recolhidas durante a campanha observacional, as mesmas permitem identificar diversas diferenças entre o depósito de *tsunami* e os materiais transportados pelas ondas de tempestade. A nível observacional, as amostras BRCH-1 e BRCH-2 apresentam características similares comparativamente ao topo do testemunho BR-5, enquanto que a amostra BRCH-3 apresenta na sua maioria areias. Estas diferenças nas análises granulométricas também foram identificadas. Relativamente às amostras BRCH-1 e BRCH-2, estas também apresentam as mesmas classes granulométricas (Silte Fino e Silte Médio, respetivamente) que o topo de BR-5, enquanto que a amostra BRCH-3 apresenta classes granulométricas superiores (Areia Siltosa) às do testemunho BR-5 na sua totalidade, o que indica que a onda que transportou estes sedimentos tinha elevada energia. Desta forma, e através das comparações das análises granulométricas entre o testemunho BR-5 e as amostras recolhidas durante a campanha observacional, verificou-se que a *storm wave* em estudo não teve capacidade para transportar areias até à zona alagada, enquanto que a zona que foi atingida por água do mar foi alvo de transporte e deposição de areias.

Por último, todos estes resultados apontam para um cenário onde a energia libertada pela onda do *tsunami* é suficientemente forte para erodir quantidades importantes de areia e compostos marinhos da duna litoral e, adicionalmente, para misturar e retrabalhar os materiais que encontram no seu percurso. Como a onda de *tsunami* apresenta um longo período, torna-se então possível a existência de uma grande mistura de materiais, mistura esta que é constituída maioritariamente por material autóctone. Pelo contrário, a *storm wave* em estudo, como contém períodos menores que as ondas de *tsunami*, apenas transporta e deposita o que a sua força lhe permite (neste caso: areias siltosas). Neste caso de estudo, a *storm wave* da tempestade Hércules não teve intensidade nem período elevados para criar um depósito como o depósito de *tsunami* de BR-5, ou seja, um depósito com uma grande mistura de materiais. Perante este facto, há que também ter em consideração a influência que a batimetria e a topografia têm na deposição sedimentar.

## Bibliografia

- Andrade, C., Freitas, C., Miranda, J.M., Baptista, M.A., Cachão, M., Silva, P., Munhá, J., (2003). Recognizing possible tsunami sediments in the ultradissipative environment of the Tagus estuary (Portugal). *Coastal Sediments '03 The fifth International Symposium on Coastal Engineering and Science of Coastal Sediment Processes*, 18-23 May, Clearwater Beach, FL., ed. CD-ROM, 14 pp.
- APA - AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE (2011). Perfis de águas balneares da Boca do Rio.
- Antunes, C. (2014). Eventos extremos e a variação do nível do mar. *Actas das 3as Jornadas de Engenharia Hidrográfica*, Instituto Hidrográfico, Lisboa 24-26 de Junho de 2014 pp. 37 – 40.
- Blott, S. (2010). GRADISTAT: A Grain Size Distribution and Statistics Package for the Analysis of Unconsolidated Sediments by Sieving or Laser Granulometry (v. 4.0).
- Costa, A., Andrade, C., Seabra, C., Matias, L., Baptista, Maria. e Nunes, S. (2005). 1755 – *Terramoto no Algarve*. Centro de Ciência Viva do Algarve. Faro
- Dawson. A. G., Stewart. I. (2007). Tsunami: deposits in the geological record Sediment. *Geol.* 200, 166-183.
- Fernandes, M. (2009). *Systematic comparison on the inundation response of AnuGA and COMCOT tsunami modelling code applied to the Boca do Rio and Alvor Bay área* (Tese de Mestrado em Oceanografia). Universidade do Algarve – Faro
- Font, E., *et al.*, (2010). Identification of tsunami-induced deposits using numerical modelling and rock magnetism techniques: A study case of the 1755 Lisbon tsunami in Algarve. Portugal. *Phs. Earth Planet.* In (2010). Doi: 10.1016/j.pepi.2010.10.006.

- Font, E., C. Veiga-Pires, F. Ruiz Muñoz, M. Pozo, M. Abad, S. Duarte, N. Simões, S. Nave, S. Costa, L. Rebelo (2012). Testing Rock Magnetic and AMS Methods in Tsunami- and Storm-induced Deposits. *13<sup>th</sup> Castle Meeting, Zloven*, poster session.
- Font, E., C. Veiga-Pires, M. Pozo, S. Nave, S. Costa, F. Ruiz Muñoz, M. Abad, N. Simões, S. Duarte, J. Rodríguez-Vidal (2013). Benchmarks and sediment source(s) of the 1755 Lisbon tsunami deposit at Boca do Rio Estuary. *Marine Geology* 343, pp. 1-14. Doi: /10.1016/j.margeo.2013.06.008.
- Goff, J., McFaden, B.G., Chagué-Goff, C. (2004). Sedimentary differences between the 2002 Easter storm and the 15th-century Okoropunga tsunami, southeastern North Island, New Zealand. *Marine Geology* 204, 235–250
- Goff, J., Chague-Goff, C., Nichol, S., Jaffe, B., Dominey-Howes, D., (2012). Progress in paleotsunami research. *Sedimentary Geology* 243, 70-88.
- Kortekaas, S. 2002. *Tsunamis, storms and earthquakes: distinguishing coastal flooding events.*(PhD-thesis)Coventry University, UK. 171p
- Kortekaas, S., Dawson, A.G., (2007). Distinguishing tsunami and storm deposits: an example from Martinhal, SW Portugal. *Sedimentary Geology* 200, 208–221
- Luque, L., Lario, J., Zazo, C., Goy, J.L., Dabrio e Silva, P.G. (2001). Tsunami deposits as paleoseismic indicators examples from the Spanish coast. *Acta Geologica Hispanica* v.36, pp. 197-211.
- Morton, R. A., Gelfenboum, G., Jaffe, B. E. (2007). Physical criteria for distinguishing sandy tsunami and sotrm deposits using modern exemples. *Sediment. Geol.* 200, 184-207.
- Pratt, B, (2002). Storms versus tsunamis: dynamic interplay of sedimentar, diagenetic, and tectonic processes in the Cambrian of Montana. *Geology* 30, 423-426.
- Shanmugam, G. (2006). the tsunamite problema. *J. Sediment. Res* 76, 718-730
- Silva, A. (2009). Estudo das propriedades físicas dos sedimentos estuarinos. Relatório do trabalho decorrente da atribuição de Bolsa de Integração na Investigação. Universidade do Algarve – Faro
- Simões, N. (2012). Identificação de depósitos de tsunamis de 1755, na região Algarvia, seu estudo e comparação com amostras de outras regiões. Projeto de final de licenciatura (Ciências do Mar) – Universidade do Algarve.
- Tapin, R. (2007). Sedimentary features of tsunami: deposits-their origin, recognition and discrimination: on introduction. *Sediment. Ged.* 200, 151-154.
- Tuttle, M.P, Ruffman, A., Anderson, T., Jeter, H., (2004). Distinguishing tsunami from storm deposits in eastern North America: the 1929 Grand Banks tsunami versus the 1991 Halloween storm. *Seismological Research Letters* 75 (1), 117–131.

**VESTÍGIOS DO TSUNAMI DE 1755:  
UM INDICADOR NEGLIGENCIADO NO LITORAL  
DE PORTUGAL CONTINENTAL?  
1755 TSUNAMI REMNANTS:  
A NEGLECTED INDICATOR OF COASTAL HAZARD  
IN PORTUGAL MAINLAND?**

**Ana Ramos-Pereira**

Centro de Estudos Geográficos, IGOT da Universidade de Lisboa  
anarp@campus.ul.pt

**Jorge Trindade**

Centro de Estudos Geográficos, IGOT da Univ. de Lisboa / Univ. Aberta  
jorgetrd@uab.pt

**João Araújo-Gomes**

Centro de Estudos Geográficos, IGOT da Universidade de Lisboa  
joaopgomes@campus.ul.pt

**Alexandre Leandro**

Centro de Estudos Geográficos, IGOT da Universidade de Lisboa  
alexandreleandro@campus.ul.pt

**Sumário:** Os *tsunamis* podem originar fenómenos de inundações marinhas extremas em áreas costeiras com efeitos devastadores. Este capítulo refere parte da investigação que tem vindo a ser desenvolvida sobre os vestígios do *tsunami* de 1755 em Portugal continental, talvez o mais devastador registado até hoje no nosso território. O contexto geoestrutural do país torna-o susceptível a este fenómeno extremo que deixou marcas na costa W e S de Portugal continental. A multiplicidade tipológica dos registos de *tsunami* é comprovada por diversos trabalhos, entre os quais dois estudos distintos, um em Lisboa (novo Museu dos Coches) e outro em Odemira (na área de Malhão).

**Palavras-chave:** *Tsunami*, 1755, Belém, Malhão, *tsunamito*

**Abstract:** Tsunami may cause extreme flooding of coastal areas with devastating effects. This chapter covers part of the research carried out on the remnants of the 1755 tsunami in Portugal mainland, perhaps the most devastating in our territory. The country geosturutral context makes it prone to this extreme event, which left its remains on the Western and Southern coast of Portugal mainland, shown by several research studies. The typological multiplicity of tsunami records is proven in this study by two distinct works, one in Lisbon (new Coach Museum) and the other in Odemira (in Malhão area).

**Keywords:** Tsunami, 1755, Belém, Malhão, tsunamiite

## Introdução

*Tsunamis* constituem eventos hidrodinâmicos extremos, gerados por diversos mecanismos físicos, sejam sismos, atividade vulcânica, grandes deslizamentos ou queda de meteoritos, que ocorrem em espaço marinho e cujas ondas se propagam a várias centenas de quilómetros por hora, podendo atingir as terras emersas. Aí, em águas pouco profundas, a velocidade da(s) onda(s) de *tsunami* (maremoto, como eram chamados pelos nossos descobridores no século XVI) diminui, mas a altura da onda(s) aumenta, podendo atingir dezenas de metros. O seu efeito destruidor no território litoral deve-se sobretudo à energia que essas ondas possuem, mesmo que a sua altura seja da ordem dos poucos metros.

Aqui serão referidos apenas os vestígios reconhecidos do *tsunami* de 1755, ocorrido na sequência do sismo de magnitude 8,5 (8,5-9 de acordo com M.-A. Gutscher *et al.*, 2006). A altura estimada da onda de *tsunami* que se lhe seguiu terá sido de 10-12 m no Cabo de S. Vicente, 4,28 m em Oeiras e 6 m em Lisboa (M. A. Baptista *et al.* 1996,1998, 2003). O seu efeito destruidor em Lisboa, e também no Algarve, foi objeto de inúmeros relatos de viajantes, de pinturas, de descrições em documentos oficiais e arquivos paroquiais, sem contudo ser conhecida, até ao final da década passada, a sua assinatura sedi-

mentar no espaço urbano de Lisboa (A. Ramos-Pereira *et al.*, 2013). A maior parte das investigações realizadas em Portugal evidenciou claramente os vestígios de *tsunami* no Algarve.

## Posição geoestrutural de Portugal continental

A posição geo-estrutural de Portugal continental torna-o suscetível a sismos com epicentros submarinos, alguns de elevada magnitude, geradores de *tsunamis*.

Situado na proximidade da complexa fronteira tectónica entre a placa africana e a microplaca ibérica (falha Açores-Gibraltar), ou da falha Marquês de Pombal, ao largo da costa alentejana ou ainda do início de uma subdução incipiente na margem ibérica ocidental (A. Ribeiro *et al.*, 1996; J. F. Borges *et al.*, 2001; P. Terrinha *et al.*, 2003), o território litoral de Portugal continental ao sul de Peniche é um território perigoso, suscetível a este fenómeno. Esta parte do território português continental contém extensas áreas urbanizadas, como a área Metropolitana de Lisboa e o Algarve, onde este risco não deve ser negligenciado.

## Os vestígios de tsunami na costa de Portugal continental

### A sua posição geomorfológica

Os vestígios de *tsunami* até agora reconhecidos ocupam quatro contextos geomorfológicos distintos associados:

- (i) ao enchimento sedimentar dos estuários
- (ii) a sistemas de barreira
- (iii) a lagunas (lagoas costeiras)
- (iv) a topos de arribas

No primeiro caso os sedimentos resultam do galgamento da(s) ondas de *tsunami* (i). Como o *tsunami* ocorreu há 260 anos, os sedimentos que o testemunham estão soterrados por outros mais recentes ou mesmo por aterros e podem distar dezenas de metros para o interior da atual linha de costa. Por esse motivo, a sua presença só pode ser revelada após a realização de sondagens ou aberturas de sanjas. Esses testemunhos podem encontrar-se a diferentes profundidades no interior de vários estuários, dependendo da taxa de sedimentação subsequente, que é variável consoante as características do escoamento fluvial e a disponibilidade sedimentar. Este tipo de vestígios foi revelado em áreas de estuários não artificializados, a maior parte dos quais em áreas rurais ou em áreas litorais protegidas. Citem-se, a título de exemplo, os pequenos estuários assoreados da Boca do Rio (R. A. Hindson e C. Andrade 1999; S. Dawson *et al.* 1995) e Martinhal (Andrade *et al.*, 1997; S. Kortekaas e A. Dawson, 2007; P. Costa *et al.*, 2011). Só excepcionalmente foram encontrados em área urbana (A. Ramos-Pereira, 2013; fig. 1).

A morfologia específica deixada pelos galgamentos *tsunâmicos* (ii) foi também referenciada no sistema de barreira da Formosa, no Algarve (C. Andrade, 1990 e 1992), evidenciada pela rotura da barreira arenosa, bem como pela injeção de sedimentos arenosos associados a galgamentos que criaram deltas coalescentes.

Mais recentemente começaram a surgir testemunhos no enchimento de lagunas (iii), como nos Salgados, no Algarve, ou na paleolaguna de Santa Rita, na Estremadura, a NW de Lisboa (P. Costa *et al.*, 2014, A. Ramos Pereira, em publicação).

São escassos os vestígios encontrados no topo das arribas (iv). Estes estão expostos e podem ser confundidos com sedimentos de temporal (citem-se a título de exemplo Costa *et al.*, 2008; Goto *et al.*, 2009; Shah-Houssaini *et al.*, 2013). Grandes blocos provavelmente colocados naquela posição por onda(s) de *tsunami* foram registados na plataforma de Cascais, a sul do Cabo da Roca, e em Malhão, no Alentejo (A. Scheffers e D. Kellat, 2005 e A. Ramos Pereira *et al.*, 2009, respetivamente).

Não deve deixar de salientar-se que, apesar de apenas se tratar aqui da área emersa, são conhecidos vestígios ao largo, na margem portuguesa, traduzidos

em deslizamentos desencadeados pela actividade tectónica nas falhas Marquês de Pombal e Pereira de Sousa (P. Terrinha *et al.*, 2003; Abrantes *et al.*, 2005).

### A assinatura sedimentar

Do exposto se pode deduzir que a assinatura sedimentar dos *tsunamis* é distinta consoante o seu contexto geomorfológico, em estuários e costas arenosas e em costas rochosas, com arriba e rampas.

Os sedimentos em estuários e costas arenosas distinguem-se dos enquadrantes por possuírem as seguintes características:

- (i) Composição textural específica, nomeadamente mistura de sedimentos de diversas proveniências e com várias composições, a matriz é em geral arenosa, mais grosseira (C. Trog *et al.*, 2015) e pode ter uma distribuição bimodal (A. Scheffers e D. Kelletat, 2004) é também possível encontrar bolas de argila envolvidas por areia, como sucede no Martinhal (S. Kortekaas e A. G. Dawson, 2007); os grãos de quartzo podem também exibir marcas específicas, embora até agora os resultados da investigação não tenham sido concludentes (P. Costa *et al.*, 2012). Os cortejos de minerais pesados indicam também particularidades específicas (P. Costa *et al.*, 2015).
- (ii) Estrutura marcada por disposição caótica dos vários componentes no seio do sedimento depositado pelo *tsunami* (Hindson *et al.*, 1996), como sucede em Belém, Lisboa - *tsunamito* (A. Ramos-Pereira *et al.*, 2013).
- (iii) Composição geoquímica marcada pela presença de elementos que revelam a presença de água salgada, como por exemplo na laguna dos Salgados, no Algarve (Moreira *et al.*, 2014; P. Costa *et al.*, 2014; fig 1).
- (iv) Presença de macrorrestos, nomeadamente fragmentos de conchas (E. Bryant *et al.*, 2008).
- (v) Presença de microfauna como diatomáceas, foraminíferos, ostracodos específicos descritos na bibliografia internacional e também estudados,

por exemplo, no Martinhal (S. Kortekaas e A. G. Dawson, 2007) e nos estuários de Alvor e Alcantarilha (Trog *et al.*, 2013).

- (vi) Presença de um cortejo polínico revelador da mistura de materiais movimentados pelo *tsunami* (A. G. Dawson, 1995).

Uma única destas características é insuficiente para atribuir a génese *tsunâmica* aos sedimentos. É sobretudo o resultado do cruzamento de 2 ou mais destas características que revela a sua originalidade em relação aos sedimentos enquadrantes (Vott *et al.*, 2011).

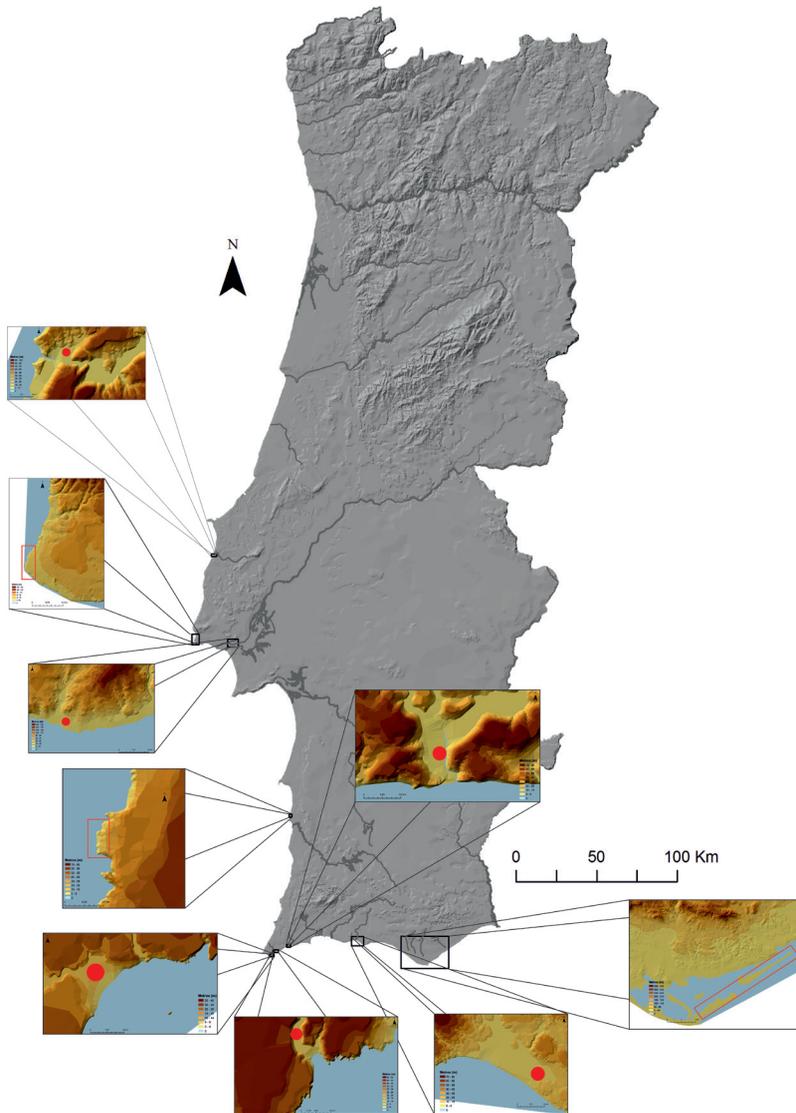
Não deve ainda deixar de se referir que, no interior dos estuários, além dos sedimentos relativamente finos que constituem no geral os *tsunamitos*, também se encontram blocos de grandes dimensões com marcas de biocorrosão por seres vivos marinhos, a centenas de metros para o interior da foz, como sucede no estuário do Barranco de Benaçoitão e das Furnas, no Algarve (Oliveira *et al.*, 2008; P. Costa *et al.*, 2008; fig.1).

Os sedimentos de *tsunamito* atribuídos ao fenómeno ocorrido em 1755 têm sido datados por radiocarbono e luminescência opticamente estimulada (P. P. e Cunha *et al.* 2010).

Os sedimentos testemunhos de *tsunami* no topo das arribas são exclusivamente (até ao momento presente das investigações) acumulações de grandes blocos. Pela sua posição alcandorada no topo da arriba, os testemunhos sedimentares são presa da erosão hídrica e eólica, pelo que apenas restam os grandes blocos, esparsos e isolados no topo da arriba ou formando amontoados ao longo da linha de costa. Estes blocos provêm das áreas submersas próximas ou foram arrancados pelo *tsunami* à face da arriba. Estes últimos, porque estiveram expostos, contêm marcas da meteorização a que foram sujeitos e alguns deles estão no topo da arriba em posição invertida.

## O *tsunamito* de Belém (Lisboa)

Há cerca de 260 anos, as áreas marginais ao Rio Tejo, na área de Belém, exibiam uma paisagem completamente diversa da atual. Tratava-se de uma



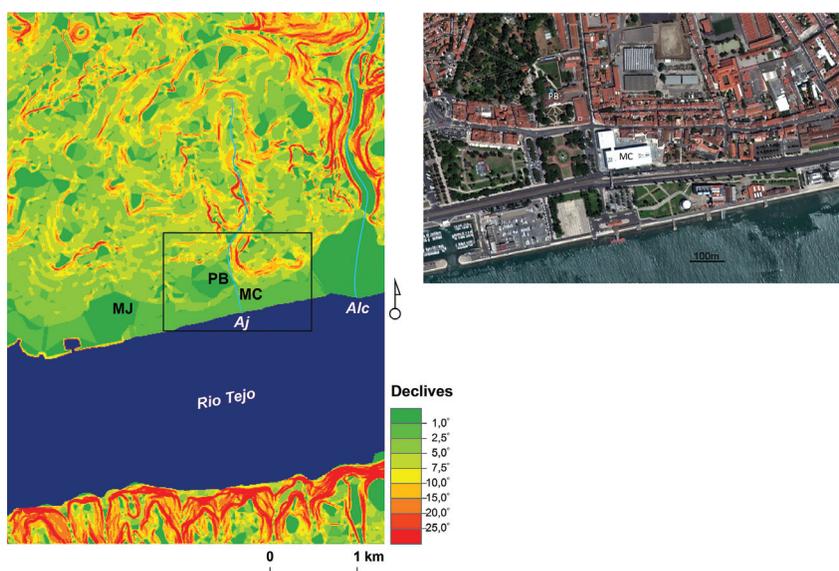
**Fig.1** - Locais citados no texto, onde foram registados vestígios do *tsunami* de 1755. Na costa ocidental de norte para sul: estuário do Rio Alcabrichel; Plataforma de Cascais; Belém; Malhão. Na costa meridional de oeste para este: Martinhal; Barranco de Benaçoitão e Furnas; Salgados; Sistema de Barreira da Formosa.

**Fig.1** - Sites mentioned in the text where the 1755 tsunami traces were recorded. In the Western coast, from North to South: Rio Alcabrichel estuary; Cascais platform; Belém; Malhão. In the Southern coast, from West to East: Martinhal; Barranco de Benaçoitão e Furnas; Salgados; Barrier Islands of Formosa.

fímbria de planície, marginal ao rio, construída por aluviões das várias ribeiras afluentes do Tejo e do próprio Rio Tejo e por uma praia estuarina e áreas de sapal (fig. 2). A Ribeira da Ajuda, por exemplo, cujo escoamento se fazia aproximadamente onde existe hoje a calçada com o mesmo nome, desaguava aí. A área era marcadamente rural e com baixa densidade populacional (A. Ramos-Pereira *et al.*, 2014).

As obras para a construção do novo Museu dos Coches, que se iniciaram em 2008, constituíram uma oportunidade única para a reconstituição dessa paleopaisagem e das vicissitudes a que foi sujeita.

A sequência de sedimentos postos a descoberto pela abertura de várias sanjas mostrou, da base para o topo (fot. 1):



**Fig. 2** - O estuário do Tejo na área de Belém. A) MC – novo Museu dos Coches; PB – Palácio de Belém; Aj – Ribeira da Ajuda; Alc – Ribeira de Alcântara. MJ – Mosteiro dos Jerónimos. B) Imagem de 25 de maio de 2013, extraída do Google Earth, mostra o Museu dos Coches.

*Fig. 2 - The estuary of the Tagus in the Belém area A) MC - New Coach Museum; PB - Palace of Belém; Aj - Ajuda stream; Alc - Alcantara stream; MJ - Monastery of Jerónimos. B) Image taken May 25, 2013, taken from Google Earth, shows the new Coach Museum.*

- (i) Sedimentos cascalhentos rolados, inclinados para o Tejo e com uma matriz arenosa quase inexistente; estes sedimentos inteiramente constituídos por basalto provêm da vertente do estuário (antiga arriba) e revelam ter sido rolados *in situ*, pela ondulação que afeta (ainda hoje) aquela parte terminal do estuário; trata-se de uma praia estuarina cascalhenta;
- (ii) Areia amarelada, média a fina, com finos leitos escuros, que termina em bisel para terra; a estrutura destas areias mostra que está também ligeiramente inclinada para o Tejo; este leito evidencia uma praia estuarina arenosa;
- (iii) Material cascalhento, diferente do da base por os seixos e blocos não serem apenas de basalto, mas também de calcário, dispostos de forma caótica, envolvidos numa matriz de areia grosseira a muito grosseira, relativamente abundante, com fragmentos de conchas de bivalves visíveis a olho nu e manchas escuras, por vezes com formas caprichosas; este depósito é interpretado como um *tsunamito* (A. Ramos-Pereira *et. al*, 2013);
- (iv) Areia idêntica a (ii), de uma praia estuarina;
- (v) Aterro que sela a sequência sedimentar.



**Fot. 1** - Sequência sedimentar posta a descoberto numa das sanjas aberta em 2008, na fase exploratória de avaliação do tipo de substrato. Da base para o topo, 1 – praia cascalhenta, 2 – praia estuarina, 3 – *tsunamito*, 4 – praia estuarina, 5 - aterro, de acordo com a referência no texto.

**Photo. 1** - *Sedimentary sequence lay bare in a trench opened in 2008, for exploratory evaluation of the substrate type. From the bottom to the top, 1 – gravel beach 2 - estuarine beach, 3 - tsunamite, 4 - estuarine beach, 5 - landfill, according to the reference in the text.*

Importa salientar a presença de areias negras em (ii) e (iii), dispostas em finos leitos ou que constituem manchas difusas. Trata-se de areias com elevado teor em minerais pesados, frequentes em algumas praias. A sua disposição é, se não afetadas posteriormente por movimentos bruscos, idêntica às restantes areias (de quartzo). Porém, quando afetadas por estes movimentos, as areias de quartzo e de minerais pesados podem liquefazer-se, e a expulsão de bolhas de ar e de água (escape de fluidos) pode perturbar a sua disposição original. Não existem evidências regionais de outros fenómenos causadores de vibrações com magnitude suficiente para justificar as deformações descritas, para além das vibrações sísmicas.

O terramoto de 1755, atingiu uma magnitude capaz de gerar um fenómeno hidrodinâmico altamente energético, competente para depositar o material referido em (iii). As deformações encontradas nos leitos de areia escura são típicas de sedimentos afetados por fortes vibrações, que originam o escape de fluidos presentes nos depósitos. As réplicas que se seguiram ao grande terramoto e que atingiram magnitude estimada de 5,5, afetaram os depósitos (ii) e (iii - *tsunamito*), que nessa altura já existiriam (fot. 2). A tipologia das deformações encontradas, especialmente visíveis nos leitos de areia negra, está conforme com as geradas por sismos de grande magnitude (ver síntese sobre essas deformações em J. Araújo-Gomes, 2013).



**Fot. 2** - Pormenor das deformações dos leitos de minerais pesados por liquefação, na praia arenosa estuarina (ii).

**Photo. 2** - Detail of heavy mineral layer deformations by liquefaction in estuarine sandy beach (ii).

Num equivalente sedimentar lateral do *tsunamito*, foram encontrados ossos de dois esqueletos, cuja datação radiocarbono é consentânea com o século XVIII. No local estudado, o *tsunami* de 1755 apenas penetrou 400m para norte em relação à posição atual do canal do Rio Tejo.

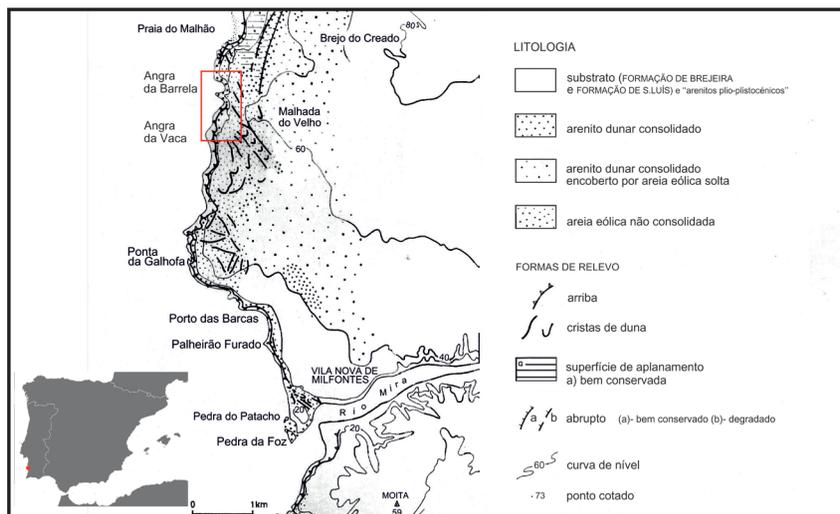
## O *tsunamito* de Malhão

No litoral do Alentejo, ao norte de Vila Nova de Milfontes, no Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina, entre Angra da Barrela e Angra da Vaca (fig. 3), foram pela primeira vez registados por A. Ramos-Pereira (1987 e, posteriormente em 1990) a existência de grandes blocos no topo de uma arriba, cuja origem era desconhecida. Foi então colocada a hipótese de se tratar de blocos colocados por *tsunami*. Posteriormente, A. Ramos Pereira *et al.*, (2009) retomaram este assunto, possuindo-se agora novos dados.

A área de Malhão é constituída por um extenso campo dunar, hoje carbonatado, que ocupa cerca de 20km<sup>2</sup> e penetra 3km para o interior da atual linha de costa. A sua idade provável é do Plistocénico médio (OIS 6?; A. Ramos-Pereira e D. Angelucci, 2004), quando o nível do mar se situava abaixo do atual. Está cortado em arriba (foto) onde o eolianito (arenito dunar) chega a ter uma espessura superior a 15 m. Está parcialmente coberto por areia solta. Localmente, o eolianito pode contactar com o mar por uma rampa (que atinge 13° de declive) ou estar cortado em arriba que pode ultrapassar 20m (fot. 3).

Com o objetivo de avaliar o agente hidrodinâmico capaz de mover os grandes blocos e descartar a hipótese destes terem sido depositados por temporal, foi realizado um levantamento de campo com vista a caracterizar o modelado específico do promontório de Malhão (inteiramente constituído por eolianito). Foram também georeferenciados os blocos de grandes dimensões (43), avaliados os respetivos volumes e pesos, que atingem 9,5m<sup>3</sup> e 19 toneladas, respetivamente. Estes blocos são de eolianito e encontram-se desde o topo da arriba até 136m para o interior da atual linha de costa e atingem 19m de altitude (fot. 4).

Merecem especial atenção alguns dos blocos por: (i) se localizarem a grande distância da linha de costa, até 134m de distância para o interior; (ii) terem grande envergadura, até 19 toneladas, com um volume estimado de  $9,5\text{m}^3$ , e se localizar a 116m da linha de costa e a 15m de altitude (fig. 7 e quadro 1) e (iii) por estarem em posição invertida, demonstrando terem estado expostos a



**Fig. 3** - A área de Malhão. O retângulo indica o local onde foram encontrados os grandes blocos (Extraído de A. Ramos-Pereira 1987).

**Fig. 3** - The Malhão area. The rectangle indicates the location where large blocks were found (From A. Ramos-Pereira 1987).



**Fot. 3** - Os dois tipos de contacto do eolianito de Malhão com o mar (arriba e rampa).

**Photo. 3** - The two types of coastline cut in the Malhão eolianite (cliff and ramp).



**Fot. 4** - Aspeto da rampa talhada em eolianito com uma cobertura esparsa de grandes blocos, na área de Malhão.

**Photo. 4** - Aspect of eolianite carved ramp with a sparse coverage of boulders in Malhão area.

meteorização subárea e sido destacados da arriba pela onda (fot. 5). O bloco invertido, localizado mais para o interior, situa-se a 106m de distância da linha de costa.

Dos blocos que se destacam claramente pela elevada dimensão é possível determinar a altura de onda necessária para sua deslocação e deposição (J. Nott, 2003). Considerando a rede de fracturação, a natureza dos materiais e a morfologia da arriba, utilizou-se a formulação de J. Nott (2003) associada a blocos destacados do substrato para determinar as alturas de onda de *tsunami* ( $H_t$ ) e de onda de temporal ( $H_s$ ), cujos resultados se encontram expressos no QUADRO I.

$$H_t = \frac{0,25(\rho_s - \rho_w/\rho_w)\alpha}{C_l}$$

$$H_s = \frac{(\rho_s - \rho_w / \rho_w) a}{C_l}$$

em que  $\rho_s$  corresponde à densidade do bloco ( $\text{g/cm}^3$ ),  $\rho_w$  é o equivalente da densidade da água salgada para a costa portuguesa ( $\text{g/ml}$ ),  $a$  corresponde ao eixo A do bloco (m) e  $C_l$  representa o coeficiente adimensional de levantamento do bloco.



**Fot. 5** - Um dos grandes blocos encontrados em posição invertida. O eolianito na parte inferior do bloco tem claras marcas de meteorização subaérea.  
**Photo. 5** - One of the boulders found in the inverted position. The eolianite boulder bottom surface has clear marks of subaerial weathering.

**QUADRO I** – Parâmetros dos blocos de maior dimensão em Malhão. R – rampa,  $H_t$  – altura da onda de *tsunami*,  $H_s$  – altura da onda de temporal.

**TABLE I** - Parameters of larger boulders. R – rampa,  $H_t$  – *tsunami* wave height,  $H_s$  – storm wave height.

Bloco	Altitude (m)	Comando da arriba (m)	Distância à linha de costa (m)	Peso (ton)	Volume ( $\text{cm}^3$ )	$H_t$ (m)	$H_s$ (m)
4	12,12	12,12	0,00	13,61	7370000,00	5,27	21,07
25	14,67	R	115,80	19,04	9490000,00	6,69	26,78
27	16,49	R	80,80	18,23	9230000,00	6,02	24,09

Note-se, que para os três casos (QUADRO I), a altura da onda de *tsunami* prevista pelo modelo de J. Nott (2003) se enquadra nas alturas determinadas para o litoral sul português, que, como já foi referido, se podem encontrar entre os 4,28m e os 10-12m. Blocos com o peso dos encontrados em Malhão, às altitudes e distâncias da linha de costa apontadas, necessitariam de ondas de temporal de altura improvável na costa portuguesa e o seu *run-up* já teria destruído grande parte do campo dunar de areia solta (saliente-se que este campo dunar de areia solta é também herdado, pois não existe hoje a área de alimentação em areias).

O temporal Hércules que assolou o litoral português em janeiro de 2014 ajuda a calibrar os dados obtidos. Durante esse temporal foi registada, na bóia ondógrafo de Sines, uma altura de onda máxima de 17m. Esta foi capaz de arrancar um bloco de eolianito ao substrato (ou face da arriba) e colocá-lo a 15m de altitude, a cerca de 120m da linha de costa. Embora não tenha sido avaliada a sua densidade, o eolianito deste bloco parece ser muito menos denso do que os restantes blocos (menos pesado) e de menores dimensões (foto 6), encontrando-se fragmentado. Assim, as ondas do temporal Hércules apenas deslocaram um pequeno bloco, menos pesado e que não penetrou tanto para o interior como os restantes (foto 6).



**Fot. 6** - Bloco fragmentado de eolianito atirado pelo temporal Hércules para a rampa de Malhão. As setas indicam os dois fragmentos.

*Photo. 6* - Fragmented boulder of eolianite thrown by the storm Hercules to the ramp of Malhão. The arrows indicate the two fragments.

A micromorfologia do esporão de Malhão é também complexa. A superfície do eolianito está acidentada por pequenos sulcos e por depressões circulares de pequenas dimensões de erosão mecânica. Tendo em consideração a morfologia sintetizada por E. Bryant (2008) e G. Goff (2009) para as superfícies atuadas por *tsunamis*, reconheceram-se em Malhão as seguintes formas (fot. 7 e fig. 4): arribas truncadas (A), rampas (B), grutas (C); promontório em flauta (D), mini canhões de drenagem (E); sulcos transversais; entalhes sinuosos (F), numa superfície pontuada de buracos decimétricos de erosão mecânica.



**Fot. 7** - Micromorfologia da rampa de Malhão. As setas assinalam os promontórios em flauta, entre os quais a superfície do eolianito, subjacente aos grandes blocos, está sulcada transversalmente. Aproximadamente ao centro da imagem situa-se o bloco de 19 toneladas.

**Photo. 7** - Malhão ramp micromorphology. The arrows indicate the headlands in flute, among which the surface of eolianite underlying the boulders is transversely grooved. The 19 tons boulder is at about the center of the image.



**Fig. 4** - Geomorfologia do promontório de Malhão.  
*Fig. 4 - Malhão headland geomorphology.*

## Conclusão

Esta contribuição visa tão somente chamar a atenção para um fenómeno extremo de efeito destruidor que ocorreu na costa portuguesa. Volvidos 260 anos sobre o terramoto e *tsunami* de 1755, o litoral mudou muito de fisionomia. A nível nacional, este território concentra cerca de 75% da população, é responsável pela produção de 85% do produto interno bruto, nele se localizam as principais áreas urbanas e industriais, as áreas de turismo intensivo, que alternam com áreas naturais, rurais e de pesca. Estima-se que cerca de 30% da costa portuguesa esteja ocupada com construções.

Algumas das áreas onde têm vindo a ser registados vestígios do *tsunami* de 1755 são atualmente marcadas por extensas e densas urbanizações, *resorts* e marinas,

como sucede em Lisboa e em alguns locais do Algarve, com exceção das áreas costeiras protegidas, mas sobre as quais é grande a ambição de alguns agentes económicos, como já sucedeu por diversas vezes no litoral da Costa Vicentina.

Existem vários instrumentos de gestão territorial que condicionam o uso dos espaços litorais que não devem deixar de ser aplicados, por razões economicistas, de “interesse nacional”. O tipo de fenómeno tratado é de elevada magnitude, apesar da sua baixa frequência de ocorrência. Porém, não deve ser negligenciado porque, dado o contexto de Portugal continental, este fenómeno pode repetir-se, com consequências ainda mais devastadoras, com trabalho acrescido e difícil para os agentes da protecção civil.

## Referências bibliográficas

- Andrade, César (1990). Estudo da susceptibilidade ao galgamento da Ria Formosa. *Geolis*, vol. IV (1,2), p. 69-76.
- Andrade, César (1992). Tsunami generated forms in the Algarve barrier islands (South Portugal). *Science of Tsunami Hazard*, nº 10, p. 21-33.
- Andrade, César; Andrade, A. M., Kortekaas, Stella; Dawson, Alistair G. (1997). Sedimentological traces of tsunamigenic overwash of the Martinhal lowland. Seminário sobre a Zona Costeira do Algarve. Littoral '97. Proceedings, *International Symposium Eurocoast*, Faro, p. 11-17.
- Araújo-Gomes, João (2013). Deformações em sedimentos finos não consolidados interpretados como sismitos. *Finisterra – Revista Portuguesa de Geografia*, Lisboa, vol. XLVIII, nº 95, p.125-138.
- Borges, José F.; Fitas, Augusto J.S.; Bezzeghoud, Mourad; Teves-Costa, Paula, (2001). Seismotectonics of Portugal and its adjacent Atlantic area. *Tectonophysics*, vol. 337, p. 373-387.
- Baptista, Maria Ana; Miranda, Pedro M., Miranda, J. Miguel, Mendes-Victor, L. (1996). Rupture extent of the 1755 Lisbon earthquake inferred from numerical modelling of tsunami data. *Phys. Chem. Earth*, 21 (12), p. 65-70.
- Baptista, Maria Ana; Heitor, S. C.; Miranda, J. Miguel; Miranda, Pedro; Mendes-Victor, Luiz (1998). The 1755 Lisbon Tsunami: evaluation of the tsunami parameters. *Journal of Geodynamics*. 25 (2), p.143-157.
- Baptista, Maria Ana, Miranda, Pedro M.; Chierici, Francesco; Zitellini, Nevio (2003). New study of the 1755 earthquake source based on multi-channel seismic survey data and tsunami modelling. *Natural Natural Hazard Earth Science*, Systems 3, p. 333-340.
- Bryant, Eduard A. (2008). *Tsunami. The Underrated Hazard*. Cambridge University Press, 2nd ed., Cambridge.
- Costa, Pedro J. M.: Andrade, César; Cascalho, Joao; Dawson, Alistair, G.; Freitas, M. Conceição; Paris, Raphaël; Dawson, Stella (2015). Heavy mineral assemblages of onshore palaeotsunami sediments. *The Holocene*, 25(5), p. 795–809.

- Costa, Pedro; Andrade, César; Oliveira, Maria Alexandra; Taborda, Rui e da Silva, C. M. (2008). High energy Boulder deposition in Barranco and Furnas lowlands, western Algarve (south Portugal). Second International Field Symposium, IGCP Project 495, *GPS Coast Research Publication*, 6, p. 19–22.
- Dawson, Alistair G.; Hindson, R. A.; Andrade, César; Freitas, Conceição; Parish, Richard; Bateman, M. (1995). Tsunami sedimentation associated with the Lisbon earthquake of 1 November AD 1755: Boca do Rio, Algarve, Portugal. *Holocene*, 5 (2), p. 209-215.
- Goto, Kazuhisa; Okada, Kiyohiro; Imamura, Fumuhiko (2009). Characteristics and hydrodynamics of boulders transported by storm waves at Kudaka Island, Japan. *Marine Geology*, 262, p.14-24.
- Goff, J.; Dominey-Howes, D. (2014). Tsunami. In *Treatise on Geomorphology. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, Volume 13: Geomorphology of Human Disturbances, Climate Change, and Natural Hazards*, p. 204–218.
- Hindson, R. A.; Andrade, César; Dawson, Alistair G. (1996). Sedimentary processes associated with the tsunami generated by the 1755 Lisbon earthquake on the Algarve coast, Portugal. *Physics and Chemistry of the Earth*, 21, p. 57-63.
- Hindson, R. A.; Andrade, César (1999). Sedimentation and hydrodynamic processes associated with tsunami generated by 1755 Lisbon earthquake. *Quaternary International*, 56, p. 27-38.
- Kortekaas, Stella; Dawson, Alistair G. (2007). Distinguish tsunami and storm deposits: an example from Martinhal, SW Portugal. *Sedimentary Geology*, 200, p. 208-221.
- Ramos-Pereira, Ana (1987). *Acumulações arenosas eólicas consolidadas do litoral do Alentejo e Algarve ocidental*. Centro de Estudos Geográficos, Linha de Acção de Geografia Física, L.A.G.F. n.º 27, Lisboa.
- Ramos-Pereira, Ana e Angelucci, Diego E., (2004). Formações dunares no litoral português, do final do Plistocénico e inícios do Holocénico, como indicadores paleoclimáticos e paleogeográficos. In: Tavares, A.A., Tavares, M. J. F. & Cardoso, J. L. (Eds.), *Evolução Geohistórica do Litoral Português e Fenómenos Correlativos*, Universidade Aberta, Lisboa, p. 221-256.
- Ramos-Pereira, Ana; Trindade, Jorge; Neves, Mário; Borges, Bruno (2009). Indicadores geomorfológicos de tsunami no Parque Natural do SW Alentejano e Costa Vicentina (Malhão). *Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos*, vol VI, APGeom, Braga, p. 51-56.
- Ramos-Pereira, Ana; Trindade Jorge; Araújo-Gomes, João (2013). Seismite and tsunamiite in urban environment (Lisbon). *Finisterra – Revista Portuguesa de Geografia*, Lisboa, vol. XLVIII, n.º 95, p. 141-147.
- Ramos-Pereira, Ana; Araújo-Gomes, João e Trindade, Jorge (2014). Vestígios do tsunami de 1755, na zona de Belém ou o que esconde o novo Museu dos Coches. *Rossio estudos de Lisboa*, n.º3, *Issue online edition*. Câmara Municipal de Lisboa.
- Ribeiro, António; Cabral, João; Baptista, R.; Matias, Luís (1996) - Tectonic stress pattern in Portugal Mainland and the adjacent Atlantic Region. *Tectonics*, 15, p. 641-659.
- Scheffers, Anja e Kelletat, Dieter (2005). Tsunami relics on the coastal landscape west of Lisbon, Portugal. *Science of Tsunamis*, vol. 23, n.º 1, p.3-16.
- Shah-Hosseini, M.; Morhange, C.; De Marco, A.; Wante, J.; Anthony, E. J.; Sabatier, F.; Mastronuzzi, G.; Pignatelli, C.; Piscitelli, A. (2013). Coastal boulders in Martigues, French Mediterranean: evidence for extreme storm waves during the Little Ice Age. *Zeitschrift für Geomorphologie, Supplementbände Volume 57 Supplementary Issue 4*, p. 181-199
- Scheffers, A.; Kelletat, D., (2004). Bimodal tsunami deposits – a neglected feature in paleo-tsunami research. *Coastline Reports*, 1, p. 67-75.

- Terrinha, Pedro; Pinheiro, Luís M.; Henriot, Jean-Pierre; Matias, Luís; Ivanov, M. K.; Monteiro, J. Hipólito; Akhmetzhanov, A.; Volkonskaya, A.; Cunha, T.; Shaskin, P.; Rovere, M. (2003). Tsunamigenic-seismogenic structures, neotectonics, sedimentary processes and slope instability on the southwest Portuguese Margin. *Marine Geology* 195, p. 55-73.
- Trog, Carmen; Hempel, Rita; Frenzel, Peter; Mäusbacher, Roland (2015). Holocene palaeoenvironmental changes in three lagoons on the Algarve coast of Portugal. *Palaeobio Palaeoenv*, 95, p. 203–221.
- Trog, Carmen; Höfer, Dana; Frenzel, Peter; Camacho, Sarita; Schneider, Heike; Mäusbacher, Roland (2013). A multi-proxy reconstruction and comparison of Holocene palaeoenvironmental changes in the Alvor and Alcantarilha estuaries (southern Portugal). *Revue de Micropaléontologie*, 56, p. 131–158
- Vött, A.; Lang, F.; Brückner, H.; Gaki-Papanastassiou, K.; Maroukian, H.; Papanastassiou, D.; Giannikos, A.; Hadler, H.; Handl, M.; Ntageretzis, K.; Willershäuser, T.; Zander, A. (2011). Sedimentological and geoarchaeological evidence of multiple tsunamigenic imprint on the Bay of Palairos-Pogonia (Akarnania, NW Greece). *Quaternary International*, Volume 242, Issue 1, p. 213-239.

## Agradecimento

Os autores desejam deixar expresso o seu agradecimento aos revisores científicos deste capítulo, cujas sugestões em muito contribuíram para o melhorar.





I  
IMPRESA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA  
COIMBRA UNIVERSITY PRESS  
U

RISCOS  
E CATÁSTROFES

