

SISMICIDADE ASSOCIADA A FENÓMENOS VULCÂNICOS

CASO DE ESTUDO – O VULCÃO DOS CAPELINHOS

MATILDE ALMEIDA DA SILVA
JOÃO LUÍS GASPAR

Silva, M. A. & Gaspar, J. L. (2007), Sismicidade associada a fenómenos vulcânicos. Caso de estudo – O Vulcão dos Capelinhos. *Boletim do Núcleo Cultural da Horta*, 16: 45-59.

Sumário: Desde o povoamento das ilhas, no século XV, verificaram-se na região dos Açores várias erupções vulcânicas, importantes terramotos e diversas crises sísmicas, com grande impacto em termos de vítimas, avultados danos materiais e prejuízos socioeconómicos. No presente trabalho apresenta-se a revisão e reinterpretação dos dados de macro-sismicidade relativos à crise sísmica associada à erupção do Vulcão dos Capelinhos. Com base na informação contida em relatórios, notas de imprensa e estudos científicos e utilizando a Escala Macrossísmica Europeia – 1998 (EMS-98), efectuou-se a análise macrossísmica e elaborou-se a carta de intensidades locais referente aos efeitos acumulados da actividade sísmica no período da erupção.

Silva, M. A. & Gaspar, J. L. (2007), Seismic activity associated to volcanic events. The Capelinhos Volcano case-study. *Boletim do Núcleo Cultural da Horta*, 16: 45-59.

Summary: Since the settlement of the Azores Islands, during the 15th century, several eruptions, earthquakes and seismic crises have been reported, some of them causing severe damage and a significant number of casualties.

This work presents a revision and reinterpretation of macroseismic data from the seismic events associated to the Capelinhos eruption. Available data from unpublished reports, press releases and scientific publications were reanalysed according to European Macroseismic Scale – 1998 (EMS-98) and a map of local intensities, which considers the cumulative effects of the whole seismic crisis, is presented.

Matilde Almeida da Silva – Delegação Regional dos Açores do Instituto de Meteorologia. Rua da Mãe de Deus, s/n. 9500-321 Ponta Delgada. matilda@notes.uac.pt
João Luís Gaspar – Centro de Vulcanologia e Avaliação de Riscos Geológicos. Universidade dos Açores. Edifício do Complexo Científico, 3.º Piso, Ala Sul. 9501-801 Ponta Delgada.

Palavras-chave: Erupção dos Capelinhos, Sismicidade, Intensidades, EMS-98.

Key-words: Capelinhos eruption, seismicity, Intensities, EMS-98.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho constitui parte da dissertação de Mestrado intitulada *Caracterização da sismicidade histórica dos Açores com base na reinterpretação de dados de macrossísmica: contribuição para a avaliação do risco sísmico nas ilhas do Grupo Central* (SILVA, 2006) e nele apresenta-se a revisão e reinterpretação dos dados de macrossismicidade relativos à crise sísmica ocorrida em simultâneo com a erupção dos Capelinhos. Para este efeito, definiram-se as seguintes fases de trabalho:

a) compilação de todas as referências bibliográficas, bem como a recolha de notas de imprensa, de modo a permitir a caracterização da crise sísmica; b) reavaliação dos dados de macrossísmica, utilizando a Escala Macrossísmica Europeia – 1998 (EMS-98) segundo os princípios definidos por GRÜNTAL (1998) e adoptados por SILVEIRA *et al.* (2003);

c) integração da informação obtida de modo a gerar-se uma carta de intensidades acumuladas.

A erupção está documentada cientificamente em vários artigos contidos em dois volumes das *Memórias dos Serviços Geológicos de Portugal* (volumes 4 e 9), respectivamente «Le volcanisme de l'île de Faial et l'éruption du volcan de Capelinhos» (1959) e «Le volcanisme de l'île de Faial et l'éruption du volcan de Capelinhos: deuxième partie» (1962). Outros trabalhos não incluídos nos volumes mencionados também apresentam descrições da erupção ou fazem-lhe breves referências; salientam-se os valiosos trabalhos de Frederico Machado (MACHADO, 1958, 1959 e 1961) e as observações de Orlando Ribeiro e Raquel Soeiro de Brito (RIBEIRO & BRITO, 1957/58). Toda a crise ficou documentada na imprensa local: *O Telégrafo e Correio da Horta*.

ESCALA MACROSSÍSMICA EUROPEIA 1998 (EMS-98)

Face à evolução nas técnicas de construção, houve necessidade de se proceder a alterações nas escalas macrossísmicas utilizadas, tendo surgido, após um período experimental, a EMS-98. Na edição original da EMS-98 são apresentadas, para além da própria escala que integra um Guia

de Utilização, incluindo diagramas e exemplos elucidativos para uniformizar a interpretação dos utilizadores, várias considerações e orientações sobre a interpretação dos factos e o seu modo de utilização, tais como: avaliação do grau de intensidade; qualidade e incerteza da informação

macrossísmica; quantificação dos diferentes efeitos; descrição de danos; conceito de vulnerabilidade do edificado; efeitos de sítio; registos históricos; parâmetros de movimento de solo; efeitos sísmo-geológicos (GRÜNTHAL, 1998).

A EMS-98 inclui uma tabela de vulnerabilidades onde são considerados diversos tipos de edifícios e respecti-

vos intervalos de vulnerabilidade. Os edifícios são classificados, em função da sua vulnerabilidade em seis classes, de A (mais vulneráveis) a F (menos vulneráveis). Neste trabalho considerou-se que todas as habitações existentes à data do evento pertenciam à classe de máxima vulnerabilidade – classe A.

SUMÁRIO DA ERUPÇÃO

A 16 de Setembro de 1957 começaram a sentir-se numerosos sismos, «... tremores de terra muito repetidos ... às dezenas ... sendo impossível contá-los ...» (RIBEIRO & BRITO, 1957/58) até que no dia 27, às 6h e 30m, apareceram os primeiros vapores à superfície do mar, a 1 km, a NW do farol dos Capelinhos. Registou-se um constante tremor que por vezes atingiu uma intensidade de grau IV na escala MM-31, a que se seguiu uma erupção (RIBEIRO & BRITO, 1957/58). No segundo dia começaram «... a ser projectadas a centenas de metros de altura, nuvens de escórias e cinzas e um grande penacho de fumo visível a muitos quilómetro de distância ...» (RIBEIRO & BRITO, 1957/58). No dia 1 de Outubro «... emergem os primeiros contornos do edifício eruptivo ... e no dia seguinte observa-se uma ilha em forma de ferradura ...» (RIBEIRO & BRITO, 1957/58). A actividade vulcâ-

nica continuou, criando um istmo que fez a ligação à ilha do Faial (CASTELLO-BRANCO *et al.*, 1959).

No dia 5 de Outubro «... as nuvens de lama devem ter-se elevado a cerca de um quilómetro de altura e os fragmentos sólidos ... alcançaram uma área de dispersão de 1200 m de raio ...». As construções da zona sofreram os primeiros danos com destruição de janelas e perfuração de telhados. A primeira grande queda de cinzas ocorreu a 6 de Outubro «... em poucas horas um manto negro cobriu toda a extremidade Oeste da ilha do Faial ...» até uma distância de 2,5 quilómetros da cratera. À queda de cinzas esteve associada uma precipitação intensa. Neste contexto, foi decidida a evacuação «... total das povoações do Norte Pequeno ... e do Canto ...» (RIBEIRO & BRITO, 1957/58). No dia seguinte a espessura das cinzas era de «... 29 cm ... a 1200

metros da cratera e 5 cm a 2500 metros ...». A queda de cinzas continuou, abrangendo, no fim do ano de 1957, uma área de «... 23,5 km² com espessuras que diminuíam de 60 a 5 cm ...». No dia 24 de Outubro «... uma explosão mais violenta ... projectou cinzas e escórias a 1400 metros de altura ...»

(RIBEIRO & BRITO, 1957/58). As cinzas continuaram a fazer sentir os seus efeitos; na zona do Farol e Porto Comprido (FIGURAS 1 a 3) «... a espessura da areia atingiu vários metros soterrando casas e abatendo telhados» (MACHADO, 1958).

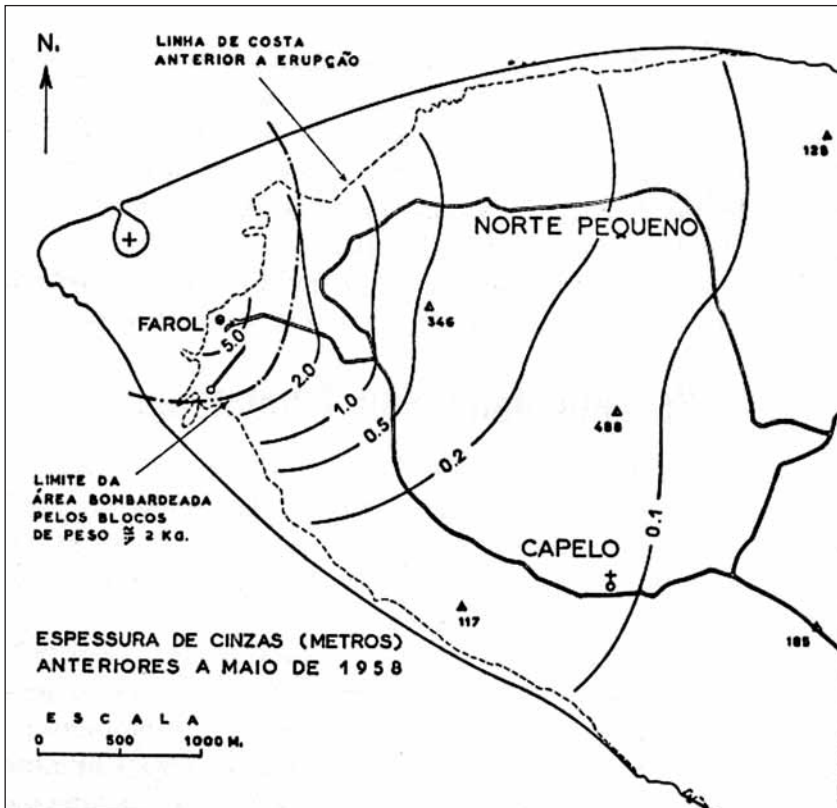


FIGURA 1

Distribuição das cinzas na parte antiga da ilha do Faial, segundo MACHADO *et al.* (1959).



FIGURA 2

Depósitos de cinzas – Vulcão dos Capelinhos (foto cedida por Manuel Rodrigues).

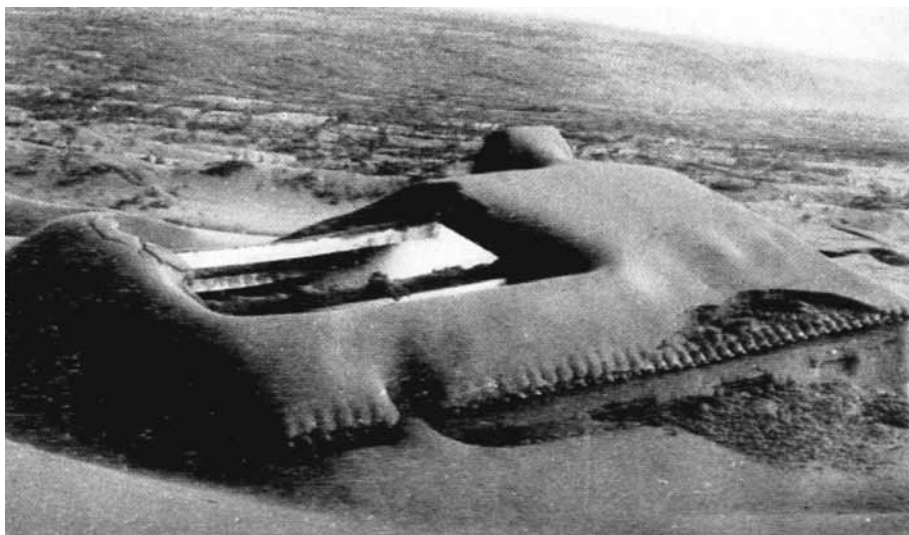


FIGURA 3

Depósitos de cinzas – Vulcão dos Capelinhos (in CAMPOS *et al.*, 1962).

Segundo o relatório apresentado a 15 de Janeiro de 1958 por CAMPOS *et al.* (1962), foram afectadas 164 famílias. A erupção continuou a sua actividade com fases de acalmia alternadas com outras mais explosivas. Durante o período de 11 de Novembro a 16 de Dezembro verificou-se forte actividade explosiva. A 7 de Dezembro a coluna eruptiva atingiu um máximo de 1250 metros de altura e as cinzas, arrastadas por vento que soprava de NW, foram espalhadas até uma distância de 20 quilómetros (CASTELLO-BRANCO *et al.*, 1959).

A 7 de Maio de 1958 «... *deu-se uma explosão muito forte, durante a qual caíram 25 cm de cinzas ...*», que atingiram a cidade da Horta «... *embora com pouca intensidade ...*» (Telégrafo (O), 1958a). A 13 de Maio de 1958, em ligação com uma crise sísmica de extrema violência, começou uma fase efusiva «... *com actividade do tipo estromboliano e emissão ... correntes de lava ...*» que terminou «... *a 24 de Outubro de 1958 ...*» (MACHADO, 1961).

ACTIVIDADE SÍSMICA ASSOCIADA À ERUPÇÃO DOS CAPELINHOS

A erupção foi precedida por mais de 200 abalos sísmicos que ocorreram de 16 a 27 de Setembro com intensidades que não ultrapassaram o grau V da escala de Mercalli (CASTELLO-BRANCO *et al.*, 1959). Os últimos sismos foram acompanhados de um tremor vulcânico contínuo, até que «... *a erupção começou a 27 de Setembro ...*» (RIBEIRO & BRITO, 1957/58), «... *cerca das 8 horas ... rebentou um vulcão submarino ...*» (Correio da Horta, 1957a). Com o início da erupção a intensidade e frequência dos sismos baixou «... *desde que rebentou... os abalos sísmicos tem sido de menor frequência ...*» (Correio da Horta, 1957a). A 28 e 29 de Setembro as populações começaram a abando-

nar as suas casas «... *famílias do sítio do Canto, Capelo abandonaram as suas casas ...*» (Correio da Horta, 1957b). A crise sísmica continuou com menor frequência e intensidade, até que a 12 de Maio «... *a partir das 18 horas ... todas as povoações da nossa ilha, começaram a sentir abalos de terra ... um contínuo tremor vulcânico ...*» (Telégrafo (O), 1958b e 1958c) e na noite de 12 para 13 de Maio de 1958 ocorreram inúmeros abalos (FIGURA 4) que provocaram a destruição das «... *povoações da Praia do Norte e Ribeira do Cabo foram arrasadas totalmente ... Areeiro, Cruzeiro e Espalhafatos ficaram parcialmente destruídas, nos Cedros todas as casas da Ribeira Funda e*

parte das da Praça e Rua de Cima sofreram danificações ...» (Correio da Horta, 1958). As populações de Capelo e Praia do Norte foram mandadas evacuar «... uma hora depois todas as habitações desmantelavam-se num ápice ...» (Telégrafo (O), 1958b). Na manhã do dia 13, a Praia do Norte estava «... totalmente arrasada... o mesmo sucedendo à Ribeira do Cabo, Capelo, Ribeira Funda e Cedros ...» (Telégrafo (O), 1958d). A destruição também estava bem patente «... desde a Lombega, Castelo

Branco até ao Salão...» mas «... a cidade não se encontrava em ruínas ...» (Telégrafo (O), 1958d). Em termos de danos «... O número total de casas desmoronadas é de 500, as estradas apresentam fendas, as pontes ficaram danificadas ...» (Telégrafo (O), 1958d), «... os prédios urbanos totalmente destruídos são 273, 133 na Praia do Norte, 70 na Ribeira Funda, 47 na Ribeira do Cabo, 11 no Areeiro e 12 em Espalhafatos ... e 504 famílias atingidas e desalojadas...» (Telégrafo (O), 1958e).

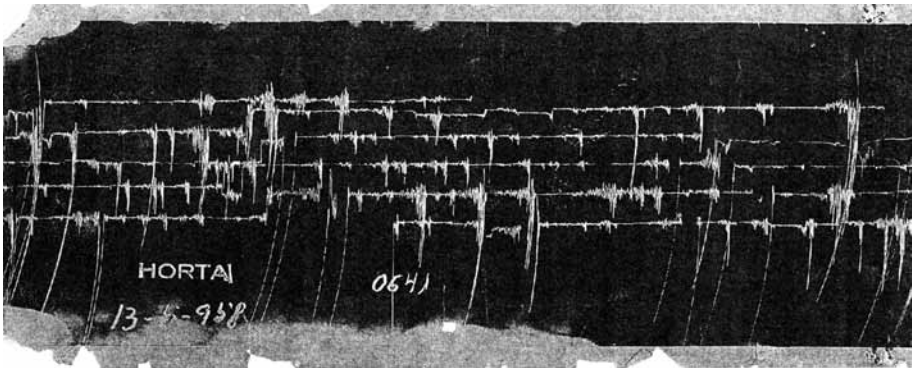


FIGURA 4

Registo da crise de 12 e 13 de Maio (Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica).

Ocorreram alguns efeitos sismo-geológicos «... na Praia do Norte as fendas alargam progressivamente... e alterações na orografia da região...» (Telégrafo (O), 1958f).

Alguns destes sismos foram sentidos na ilha do Pico «... sentiram-se... vários tremores de terra... nos dias 12,

13 e 14...» (Telégrafo (O), 1958d). MACHADO (1959) concluiu que a série sísmica ocorrida de 12 para 13 de Maio não teve um epicentro comum, mas sim três zonas epicentrais como se pode verificar no mapa de isosistas (FIGURA 5).

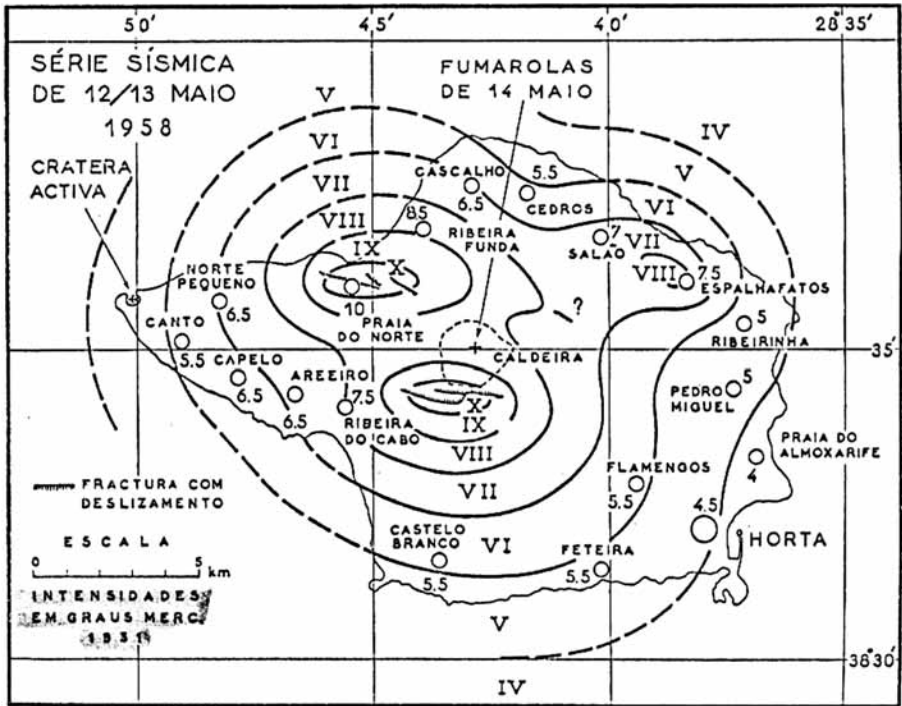


FIGURA 5

Carta de isossistas de MACHADO (1959), intensidades na escala MM-31.

Aquele autor considerou uma zona epicentral na Praia do Norte, onde nenhuma casa ficou habitável e houve fracturas no solo (FIGURA 6), com escorregamento vertical e muitas derrocadas em falésias; uma segunda zona epicentral a sul da Caldeira, onde se verificaram escorregamentos e desmoronamento de ravinas; e uma terceira zona epicentral na região de Espalhafatos.

De acordo com os dados constantes no *Anuário Sismológico de Portugal*

(1959, n.º 12), na ilha do Faial a crise sísmica atingiu intensidades máximas de VIII-IX (MCS-17) na Praia do Norte e Ribeira Funda; VII-VIII (MCS-17) em Espalhafatos e Ribeira do Cabo; VI-VII (MCS-17) no Salão, Cascalho e Norte Pequeno; V-VI (MCS-17) em Cedros, Canto, Flamengos, Feteira e Castelo Branco; V (MCS-17) na Ribeirinha e Pedro Miguel; IV-V (MCS-17) na Praia do Almojarife; e IV (MCS-17) na Horta. Nas ilhas vizinhas a crise sísmica

atingiu intensidades máximas de III (MCS-17) no Pico, II-III (MCS-17) em S. Jorge e I-II (MCS-17) na Terceira. No mesmo documento é referido que «... desde as 19h02m até cerca das 11h do dia 13 sentiram-se no Faial cerca de 460 sismos cujos epicentros se situaram entre a Caldeira e o vulcão dos Capelinhos... cerca de 500 edifícios de Ribeira Funda, Praia do Norte e Ribeira do Cabo ficaram inabitáveis e alguns destruídos». ZBYSZEWSKI & VEIGA-FERREIRA (1959) consideraram que a fase sísmica da erupção começou a 12 de Maio, atingindo o máximo de intensidade IX no dia 13, na Ribeira Funda e Praia do Norte, VIII na Ribeira do Cabo e VII no Capelo, não tendo ultrapassado o grau V em todo o resto da ilha. Durante esta série de sismos foram abertas diversas fracturas, tendo ocorrido fissuras no interior da Caldeira que provocaram a infiltração de água e consequentemente a ocorrência de uma violenta explosão que projectou pedras a grande altura e poeiras muito finas e esbranquiçadas sobre a área adjacente. A metade oriental do fundo

da Caldeira secou e formaram-se fissuras circulares e ovais de onde eram expelidos vapores, gases sulfurosos e jactos de lama a uma altura superior a 30 m (ZBYSZEWSKI & VEIGA-FERREIRA, 1959).

TAZIEFF (1959) verificou a abertura de fracturas na parte ocidental da ilha com direcção N70W (azimute 290°), com uma largura que variava de centímetros a mais de um metro. Esta direcção é paralela à dos grandes acidentes tectónicos da ilha. No entanto, considerou estes sismos de baixa magnitude, dados os danos serem muito confinados e não terem sido registados por nenhuma das agências internacionais. Estes factos podem ser justificados por uma zona focal muito superficial com origem na própria erupção.

MADEIRA (1998), com base na interpretação de fotos da época, sugere a possibilidade da existência de componente de desligamento nas roturas superficiais, nomeadamente desligamento direito associado às componentes normais e de abertura.

ANÁLISE

Na avaliação desta série de eventos sísmicos associados à erupção, tentou-se individualizar os danos provocados pela própria erupção, como por exemplo, os resultantes da queda e

acumulação de produtos piroclásticos, dos danos decorrentes da actividade sísmica.

Devido à ocorrência de múltiplos eventos, os danos relatados corres-

pondem ao somatório dos prejuízos referentes ao total de abalos ocorridos, bem como do tremor vulcânico verificado. Esta intensidade poderá ser considerada uma intensidade máxima acumulada, pelo que não foram desenhadas cartas de isossistas mas sim, uma carta de intensidades locais máximas (FIGURA 13).

Numa primeira fase, até Maio de 1958, as zonas que sofreram maior impacto da erupção vulcânica e da actividade sísmica foram as localidades mais próximas do centro eruptivo, Norte Pequeno, Canto e Capelo, resultante da queda de cinzas e material piroclástico mais grosseiro que atingiu o máximo de 60 cm de diâmetro, do forte tremor vulcânico e de vários sismos de intensidade variável que acompanharam toda a erupção. Esta situação provocou o colapso dos telhados pelo peso das cinzas, agravado com a precipitação intensa que ocorreu em simultâneo.

Tais danos foram incrementados com os efeitos dos sismos de 12 para 13 de Maio, os quais arrasaram completamente a Praia do Norte e a Ribeira do Cabo, causando graves prejuízos na Ribeira Funda, Areeiro, Capelo e Espalhafatos, provocaram danos mais ligeiros na região dos Cedros (Praça e Rua de Cima) e alguma destruição nas zonas da Lombega, Castelo Branco e Salão.

Considerando que todas as habitações pertenciam à classe de máxima vulnerabilidade (classe A) de acordo com os parâmetros da Escala Macrosísmica Europeia – 1998 (EMS-98), os danos acumulados foram equivalentes aos efeitos de um sismo de intensidade VIII (EMS-98). Assim, atribuiu-se uma intensidade máxima VIII (EMS-98) na zona da Praia do Norte justificada por danos de nível 4 e alguns 5 (FIGURAS 6 a 10).

Nas localidades de Ribeira Funda, Capelo, Ribeira do Cabo (FIGURA 11) e Areeiro consideraram-se danos ligeiramente inferiores, atribuindo-se uma intensidade máxima de VII a VIII (EMS-98).

Na região a sul da Caldeira (FIGURA 12) onde ocorreram fendas no solo (Lomba do Meio e Cabeço Gordo), consideraram-se efeitos sismo-geológicos de grau VII (EMS-98).

Em Espalhafatos, com destruição parcial das suas habitações, consideraram-se danos de nível 3 e 4 correspondendo ao grau VII (EMS-98).

Nos Cedros algumas casas ficaram danificadas pelo que se consideraram danos de nível 3 e poucos de nível 4 correspondendo a intensidade não superior a VII (EMS-98).

Na Lombega, Castelo Branco e Salão os danos foram de nível 3, o que corresponde a grau VI (EMS-98).

Nas zonas da Horta e da Praia do



FIGURA 6

Fenda na Praia do Norte (ZBYSZEWSKI & VEIGA-FERREIRA, 1959).



FIGURA 7

Igreja na Praia do Norte (ZBYSZEWSKI & VEIGA-FERREIRA, 1959).



FIGURA 8

Destrução na Praia do Norte (ZBYSZEWSKI & VEIGA-FERREIRA, 1959).



FIGURA 9

Destruição na Praia do Norte (ZBYSZEWSKI & VEIGA-FERREIRA, 1959).



FIGURA 10

Destruição na Praia do Norte (ZBYSZEWSKI & VEIGA-FERREIRA, 1959).



FIGURA 11

Destruição na Ribeira do Cabo (ZBYSZEWSKI & VEIGA-FERREIRA, 1959).



FIGURA 12

Fenda provocada pelo sismo no Cabeço Gordo (in ZBYSZEWSKI & VEIGA-FERREIRA, 1959).

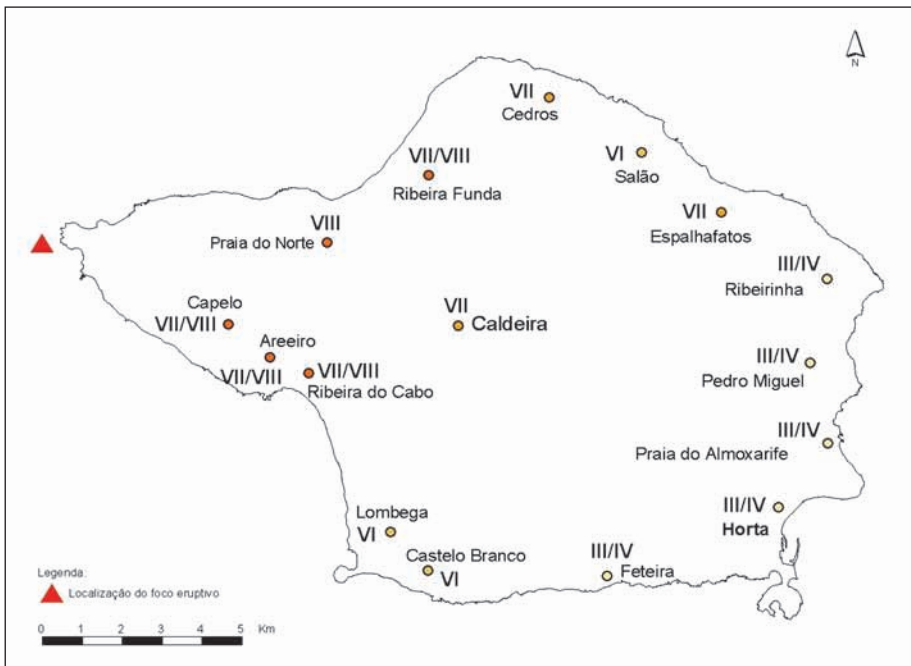


FIGURA 13

Carta de intensidades locais correspondentes aos efeitos cumulativos da actividade sísmica ocorrida no decurso da erupção dos Capelinhos, com base na Escala Macrossísmica Europeia – 1998 (EMS-98).

Almoxarife já não ocorreram quaisquer danos, pelo que se atribuiu uma intensidade III a IV (EMS-98). A avaliação agora proposta reflecte os danos acumulados desde o início da crise.

AGRADECIMENTOS

Agradece-se ao Prof. Doutor José Madeira, da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, a revisão crítica do documento e o incentivo na elaboração deste trabalho.

BIBLIOGRAFIA

- Anuário Sismológico de Portugal* (1959). Dir. H. Amorim Ferreira. N.º 12 – Ano de 1958. Lisboa, Serviço Meteorológico Nacional.
- CAMPOS, V.; MACHADO, F. & GARCIA, J. (1962), Relatório da missão técnica do Ministério das Obras Públicas para remediar as primeiras consequências da erupção vulcânica da ilha do Faial. *Memórias dos Serviços Geológicos de Portugal*, 9: 35-50.
- CASTELLO-BRANCO, A.; ZBYSZEWSKI, G.; MOITINHO-DE-ALMEIDA, F. & VEIGA-FERREIRA, O. (1959), Rapport de la première mission géologique sur le volcanisme de l'île de Faial. *Memórias dos Serviços Geológicos de Portugal*, 4: 9-29.
- Correio da Horta* (1957a), Horta, n.º 7.555, 27 de Setembro, Rebentou hoje um vulcão próximo do farol dos Capelinhos.
- Idem* (1957b), Horta, n.º 7.559, 30 de Setembro, Aumentou a actividade do vulcão dos Capelinhos. Começou a formar-se um ilhéu.
- Idem* (1958), Horta, n.º 7.746, 14 de Maio, Depois do terramoto de 31 de Agosto de 1926. O terramoto da noite de 12 para 13 de Maio de 1958.
- GRÜNTAL, G. (ed.) (1998), *European Macro-seismic Scale 1998*. Luxembourg Cahier du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, vol. 15.
- MACHADO, F. (1958), Actividade vulcânica na Ilha do Faial. Notícia preliminar relativa aos meses de Janeiro a Abril de 1958. *Atlântida*, 2 (5): 305-315.
- IDEM (1959), Actividade vulcânica na Ilha do Faial (1957-58). Notícia preliminar relativa aos meses de Maio a Agosto de 1958. *Atlântida*, 3 (1): 38-55.
- IDEM (1961), Erupções históricas do sistema vulcânico Faial-Pico-S. Jorge. *Atlântida*, 6: 84-91.
- MACHADO, F.; NASCIMENTO, J. M. & DENIS, A. F. (1959), Evolução topográfica do cone vulcânico dos Capelinhos. *Memórias dos Serviços Geológicos de Portugal*, 4: 65-70.
- MADEIRA, J. (1998), *Estudos de Neotectónica nas ilhas do Faial, Pico e S. Jorge: uma contribuição para o conhecimento Geodinâmico da junção tripla dos Açores*. Lisboa, Universidade de Lisboa [Tese de Doutoramento].

- RIBEIRO, O. & BRITO, R. S. (1957/58), Primeira notícia da erupção dos Capelinhos na ilha do Faial. *Naturália*, VII (I-IV): 1-33.
- SILVA, M. (2006), *Caracterização da sismicidade histórica dos Açores com base na reinterpretação de dados de macrossísmica: contribuição para a avaliação do risco sísmico nas ilhas do Grupo Central*. Ponta Delgada, Universidade dos Açores [Tese de Mestrado].
- SILVEIRA, D.; GASPAS, J. L.; FERREIRA, T. & QUEIROZ, G. (2003), Reassessment of the historical seismic activity with major impact on S. Miguel Island (Azores). *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 3: 1-8.
- TAZIEFF, H. (1959), L'éruption de 1957-1958 et la tectonique de Faial (Açores). *Memórias dos Serviços Geológicos de Portugal*, 4: 71-88.
- Telégrafo (O)* (1958a), Horta, n.º 17.537, 9 de Maio, Vulcão dos Capelinhos.
- Idem* (1958b), Horta, n.º 17.540, 13 de Maio, Vulcão dos Capelinhos.
- Idem* (1958c), Horta, n.º 17.541, 15 de Maio, Os faialenses vivem horas trágicas. Os abalos de terra e as suas prováveis consequências.
- Idem* (1958d), Horta, n.º 17.542, 16 de Maio, A tragédia faialense, Do Pico.
- Idem* (1958e), Horta, n.º 17.548, 23 de Maio, A maior lição do Faial.
- Idem* (1958f), Horta, n.º 17.557, 4 de Junho, Actividade vulcânica.
- ZBYSZEWSKI, G. & VEIGA-FERREIRA, O. (1959), Rapport de la deuxième mission géologique. *Le volcanisme de l'île de Faial et l'éruption du volcan de Capelinhos. Memórias dos Serviços Geológicos de Portugal*, 4: 339-345.