

CARACTERIZAÇÃO DA SISMICIDADE HISTÓRICA DA ILHA DE S. MIGUEL

DINA SILVEIRA

Silveira, D. (2007), Caracterização da sismicidade histórica da ilha de S. Miguel. *Boletim do Núcleo Cultural da Horta*, 16: 81-102.

Sumário: Em virtude do seu enquadramento geotectónico, o arquipélago dos Açores é palco de uma actividade sísmica e vulcânica frequente. A ilha de S. Miguel foi afectada por vários terremotos e crises sísmicas com significativo impacte em termos de vítimas, estragos materiais e prejuízos socioeconómicos. O estudo da sismicidade histórica, recorrendo à avaliação macrosísmica, aplicando a Escala Macrossísmica Europeia – 1998 (EMS-98), permitiu produzir um mapa de intensidades máximas históricas para a ilha de S. Miguel, relocalizar os epicentros de alguns dos sismos estudados e detectar a existência de anomalias de intensidade sísmicas.

Silveira, D. (2007), Characterization of the historical seismic activity on S. Miguel Island. *Boletim do Núcleo Cultural da Horta*, 16: 81-102.

Summary: Due to its tectonic setting, the Azores archipelago is affected by frequent seismic and volcanic events. Since the settlement, several earthquakes and seismic swarms of tectonic and volcanic nature struck the Island of S. Miguel causing a significant number of casualties and severe damage. A map of maximum intensities was produced for S. Miguel Island. This map was based on the macroseismic interpretation of historical documents containing coeval descriptions of the events, using the European Macroseismic Scale – 1998 (EMS-98). Isoseismal maps drawn for the studied events allowed the identification of areas characterized by anomalous values of seismic intensity, either positive or negative, and to constrain epicentre location for some seismic events.

Dina Silveira – Centro de Vulcanologia e Avaliação de Riscos Geológicos – Universidade dos Açores – Rua da Mãe de Deus – 9500-801 Ponta Delgada.

Palavras-chave: sismicidade histórica, macrossísmica, risco sísmico, S. Miguel.

Key-words: historical seismicity, macroseismic, seismic risk, S. Miguel.

INTRODUÇÃO

O arquipélago dos Açores localiza-se na zona de fronteira entre as Placas Americana, Africana e Euroasiática. Os acidentes tectónicos dominantes na região são a Crista Média Atlântica,

que cruza o arquipélago entre as ilhas das Flores e do Faial, com uma orientação aproximada N-S (KRAUSE & WATKINS, 1970; STEINMETZ *et al.*, 1976); a Zona de Fractura Este dos

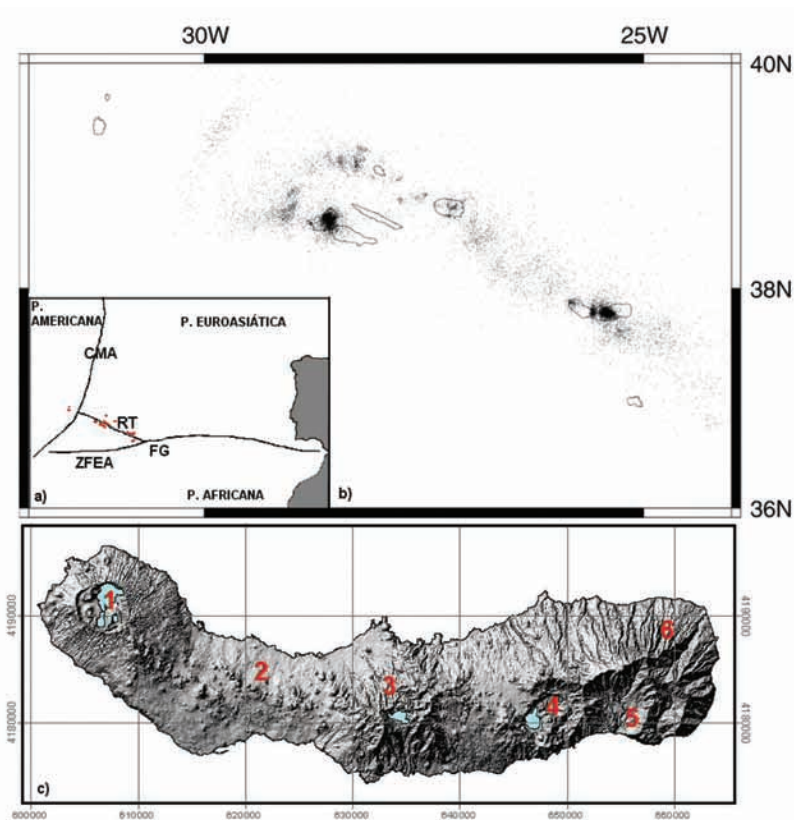


FIGURA 1

Enquadramento sismo-tectónico da ilha de S. Miguel: a) Principais acidentes tectónicos na região dos Açores (CMA – Crista Média Atlântica; ZFEA – Zona de Fractura Este dos Açores; RT – Rife da Terceira; FG – Falha Gloria); b) Carta de Sismicidade dos Açores, para o período de 1998 a 2005 (SIVISA, 2006); c) Principais aspectos morfológicos da ilha de S. Miguel (1 – Vulcão das Sete Cidades; 2 – Região dos Picos; 3 – Vulcão do Fogo; 4 – Vulcão das Furnas; 5 – Vulcão da Povoação; 6 – Complexo Vulcânico do Nordeste; quadricula UTM – 10 Km).

Açores, com uma direcção E-W estendendo-se desde a Crista Média Atlântica até Gibraltar (KRAUSE, 1965), incluindo a Falha Gloria (LAUGHTON & WHITMARSH, 1974), e o Rifte da Terceira com direcção NW-SE localizado ao longo de uma faixa definida pelas ilhas Graciosa, Terceira e S. Miguel (MACHADO, 1959), abrangendo os sistemas de fracturas WNW-ESE das ilhas Faial, Pico e S. Jorge.

A actividade sísmica recente da região, registada instrumentalmente, distribui-se, preferencialmente, ao longo de uma faixa de direcção WNW-ESE que, grosso modo, se estende desde a Crista Média Atlântica até à Falha Gloria, a ESE da ilha de Santa Maria (FIGURA 1a, b).

A ilha de S. Miguel localiza-se no extremo oriental do Rifte da Terceira, apresentando uma grande diversidade de estruturas vulcânicas e tectónicas, designadamente três vulcões centrais com caldeira (Sete Cidades, Fogo e Furnas) (FIGURA 1c), localizados em

zonas de intersecção de sistemas de falhas de direcção NW-SE a WNW-ESE com um sistema de falhas E-W profundas. Ligando estes aparelhos vulcânicos existem diversos alinhamentos de cones de escórias implantados ao longo de fracturas NW-SE a WNW-ESE (Região dos Picos). Na parte oriental da ilha situa-se um vulcão central inactivo (Povoação) e um antigo complexo vulcânico basáltico (Nordeste) (SILVEIRA *et al.*, 2003).

A ilha de S. Miguel foi afectada por vários terremotos e crises sísmicas, quer de natureza tectónica, quer associados a fenómenos de origem vulcânica, com significativo impacte em termos de vítimas, estragos materiais e prejuízos socioeconómicos. Por este motivo considerou-se pertinente alargar o conhecimento sobre a sismicidade que afectou a ilha desde o seu povoamento, recorrendo à reinterpretação macrossísmica de descrições históricas contemporâneas.

DADOS HISTÓRICOS

Desde os primórdios do povoamento que fenómenos naturais como os terremotos e as erupções vulcânicas aterrorizam e marcam profundamente o povo açoriano. Os eventos sísmicos e vulcânicos mais importantes foram relatados por alguns cronistas, designadamente FRUTUOSO (1981), CHAGAS

(1989 [1646-1654?]), MONTALVERNE (1961 [ca. 1700]), CORDEIRO (1981 [1717]) e MALDONADO (1990 [1711]). MENDONÇA (1758) publicou uma compilação de breves descrições dos principais terremotos ocorridos no mundo, onde incluiu os principais sismos e erupções vulcânicas ocorri-

das nos Açores até à data da sua publicação. Pode considerar-se que este é o mais antigo catálogo sísmico que faz referência aos Açores. Outros autores se lhe seguiram (ARAÚJO, 1801; ABRANCHES, 1877; CANTO, 1981 a 1986 [1878-1888]; BESSONE, 1932; BARATA *et al.*, 1989). A partir de meados do século XIX, a imprensa local tornou-se a principal fonte de relatos da ocorrência de fenómenos naturais que afectaram as ilhas dos Açores. Efectuou-se uma recolha sistemática de toda a informação disponível, como relatos de sismos e erupções presentes em obras de cronistas açorianos, manuscritos, artigos de jornais e revistas locais. Procedeu-se também à recolha de informação macrossísmica existente em catálogos e anuários sismológicos, a partir do início do século XX, bem como em estudos realizados por diversos autores que referem aspectos da sismicidade do arquipélago dos Açores, em especial aqueles dedicados à ilha de S. Miguel (CHAVES, 1915; AGOSTINHO, 1936, 1960; *Anuário Sismológico de Portugal*, 1955; DIAS, 1952; FERREIRA, 1956; SILVA, 1956; COSTA-NUNES *et al.*, 1986; COLE *et al.*, 1995; QUEIROZ, 1997; WALLENSTEIN *et al.*, 1998; GUEST *et al.*, 1999; FERREIRA, 2000). A partir da documentação histórica recolhida foi possível enumerar um conjunto de cerca de vinte eventos que tiveram um impacte significativo

nas ilhas dos Açores, dos quais seis afectaram de modo especial a ilha de S. Miguel, desde o seu povoamento. A par da actividade tectónica, a manifestação de fenómenos vulcânicos não tem sido rara nos últimos cinco séculos e meio, conhecendo-se a ocorrência de cerca de vinte e sete erupções (QUEIROZ *et al.*, 1995). Estas tiveram lugar quer em terra, nas ilhas de S. Miguel, Terceira, S. Jorge, Pico e Faial, quer no mar, em pontos elevados da Plataforma dos Açores. No caso das erupções localizadas na ilha de S. Miguel ou nas suas vizinhanças, algumas foram acompanhadas por uma actividade sísmica, suficientemente forte para, por si só, causar danos avultados.

No que respeita à análise dos documentos históricos foram diversas as dificuldades encontradas, como seja o facto de frequentemente a informação presente nestes documentos não ser susceptível de fornecer elementos para realizar uma avaliação macrossísmica. Mesmo nos casos em que tal é possível, a informação é frequentemente qualitativa. Outras dificuldades prendem-se com aspectos linguísticos, não só no modo como são descritos os fenómenos naturais e os seus efeitos, como pelo emprego de expressões do Português antigo, já em desuso. Este facto colocou em evidência a necessidade de elaborar um glossário para este fim.

Para alguns dos casos de estudo, os dados disponíveis não permitiram atribuir, inequivocamente, os danos registados à acção sísmica uma vez que fenómenos como o tremor e as explosões vulcânicas, ou a ocorrência

de movimentos de massa poderão ter contribuído para os efeitos observados. Este aspecto torna-se mais evidente no caso dos enxames sísmicos associados à actividade vulcânica.

CASOS DE ESTUDO

A fim de caracterizar a sismicidade histórica da ilha de S. Miguel, foram seleccionados onze casos de estudo correspondentes aos eventos sísmicos que causaram danos significativos e sobre os quais havia informação disponível que permitisse a avaliação macrossísmica. De entre os principais eventos de natureza tectónica que atingiram S. Miguel, estudaram-se os sismos de 22 de Outubro de 1522; 26 de Julho de 1591; 16 de Abril de 1852; 5 de Agosto de 1932; 27 de Abril de 1935 e de 26 de Junho de 1952 (FIGURA 2).

A 22 de Outubro de 1522 a terra tremeu com violência cerca de duas horas antes do amanhecer, provocando prejuízos em toda a ilha. Vila Franca do Campo foi parcialmente destruída pelo sismo e quase totalmente soterrada por movimentos de massa desencadeados pelo abalo. Em Água de Pau e Lomba de Santa Bárbara também se registaram estragos consideráveis. Houve vítimas mortais em diversas freguesias mas sem dúvida que a maioria se registou em Vila

Franca do Campo. Estima-se que no total tenham perecido entre 3000 e 5000 mil pessoas, podendo este número incluir os mortos provocados pela peste que ocorreu no ano seguinte (FRUTUOSO, 1981). O sismo e as réplicas que se seguiram desencadearam numerosos movimentos de massa em particular na zona central e oriental quer no interior da ilha quer ao longo da linha de costa, matando inúmeras cabeças de gado e destruindo terrenos de cultivo. Admite-se que o epicentro se tenha localizado poucos quilómetros a NW de Vila Franca do Campo e que a intensidade máxima observada tenha sido de grau X (EMS-98).

O sismo de 26 de Julho de 1591, que se fez acompanhar de numerosas réplicas sentidas até 12 de Agosto daquele ano, afectou diversos lugares da ilha de S. Miguel e provocou danos consideráveis nas vilas de Água de Pau e Vila Franca do Campo, sabendo-se que houve ali numerosas vítimas que ficaram soterradas nos destroços das habitações (LINSCHOTEN,

1998 [1596]; TORRES, 1856 *in* CANTO, 1986). Os relatos existentes descrevem a ocorrência de movimentos de massa, fendas no solo e o surgimento de uma nascente, de carácter temporário. Considerou-se que a intensidade observada para aqueles dois locais terá sido grau VIII ou IX (EMS-98). A 16 de Abril de 1852, cerca das 22:05 horas um forte sismo foi sentido em toda a ilha de S. Miguel. Afectou de modo particular a costa NW, desde os Mosteiros até Santo António, e a Lomba de Santa Bárbara (Ribeira Grande) onde atingiu uma intensidade máxima de VIII (EMS-98), provocando também prejuízos em toda a costa N e zona central da ilha incluindo a cidade de Ponta Delgada e as vilas da Ribeira Grande e Lagoa. Contabilizaram-se 9 mortos e vários feridos graves. O evento desencadeou diversos movimentos de massa nas zonas onde atingiu maior intensidade. Sabe-se que este sismo foi ainda sentido em todas as ilhas do Grupo Central bem como na ilha de Santa Maria (*e.g.* *Revista dos Açores*, 1852; *Açoriano Oriental (O)*, 1852a, 1852b, 1852c, 1852d, 1852e, 1852f). O epicentro ter-se-á localizado no mar a cerca de 15 km a ENE de Santo António.

O sismo das 19:24 horas de 5 de Agosto de 1932 foi registado nos sísmógrafos então existentes em Ponta Delgada e Angra do Heroísmo e sen-

tido em toda a ilha de S. Miguel. O concelho da Povoação foi o mais afectado, sabendo-se que pelo menos 50% das habitações sofreram algum tipo de dano, e se registaram cerca de 3000 desalojados. Foram particularmente afectadas a freguesia de Água Retorta e o lugar da Lomba do Cavaleiro. Também no concelho de Nordeste ocorreram danos importantes na Salga e na Lomba da Fazenda. Não se registaram vítimas mortais mas houve vários feridos. Em consequência do abalo, ocorreram movimentos de massa, em especial nas Lombas da Povoação e Ponta Garça. Foram sentidas várias réplicas nos dias seguintes (*e.g.* *Correio dos Açores*, 1932a, 1932b, 1932c, 1932d, 1932e, 1932f, 1932g, 1932h, 1932i, 1932j, 1932k, 1932l, 1932m, 1932n, 1932o; *Diário dos Açores*, 1932a, 1932b, 1932c, 1932d, 1932e, 1932f, 1932g, 1932h, 1932i, 1932j, 1932k, 1932l, 1932m, 1932n, 1932o, 1932p, 1932q, 1932r, 1932s, 1932t, 1932u). Estimou-se a localização do epicentro a cerca de 17 km a SE de Água Retorta, freguesia onde se observou a intensidade máxima de VIII (EMS-98).

O sismo de 27 de Abril de 1935, registado às 17:04 horas, foi sentido em toda a ilha. O concelho da Povoação voltou a ser o mais afectado, especialmente a freguesia da Ribeira Quente e o lugar da Lomba do Cavaleiro onde se observaram intensidades VIII e IX

respectivamente. Há relatos da ocorrência de alguns feridos, de um morto em consequência de uma quebrada e da ocorrência de réplicas sentidas até 11 de Maio (e.g. *Correio dos Açores*, 1935a, 1935b, 1935c, 1935d, 1935e, 1935f, 1935g, 1935h, 1935i, 1935j, 1935k, 1935l, 1935m, 1935n, 1935o, 1935p; *Diário dos Açores*, 1935a, 1935b, 1935c, 1935d, 1935e, 1935f, 1935g, 1935h). O epicentro localizou-se no mar, cerca de 4 km a SSE da Ribeira Quente.

A 26 de Junho de 1952 sentiram-se quatro sismos às 13:06, 13:43, 14:27 e 15:32 horas, dos quais o primeiro e o quarto provocaram danos significativos. Mais uma vez a costa SE da ilha foi fortemente afectada, nomeadamente a Ribeira Quente, onde se observou a intensidade máxima de grau VIII (EMS-98), e em menor extensão Ponta Garça, Vila Franca do Campo e a Lomba do Cavaleiro. Apenas há registo de um ferido ligeiro. Estes eventos originaram diversos movimentos de massa ao longo da linha de costa entre Ponta Garça e Ribeira Quente. Sabe-se que a actividade sísmica prosseguiu com a ocorrência de réplicas sentidas até ao mês de Setembro (e.g. *Correio dos Açores*, 1952a; 1952b, 1952c, 1952d, 1952e, 1952f, 1952g, 1952h, 1952i; *Diário dos Açores*, 1952a, 1952b, 1952c, 1952d, 1952e, 1952f, 1952g, 1952h, 1952i, 1952j, 1952k, 1952l, 1952m,

1952n, 1952o, 1952p, 1952q, 1952r, 1952s, 1952t, 1952u). O epicentro localizou-se a escassos quilómetros a S da Ribeira Quente.

Relativamente à actividade sísmica associada a fenómenos vulcânicos analisaram-se as crises sísmicas associadas às erupções do Vulcão do Fogo e do Pico Queimado em 1563, do Vulcão das Furnas em 1630, do Pico do Paio em 1652, as erupções submarinas de 1811 e ainda a crise sísmica de 1713 que se admite ter estado associada a fenómenos de natureza vulcânica, embora não haja registo da ocorrência de uma erupção em terra naquela data (QUEIROZ, 1997) (FIGURA 3).

No ano de 1563 ocorreram em S. Miguel duas erupções. A primeira iniciou-se a 28 de Junho no Pico das Berlengas, no interior da caldeira do Vulcão do Fogo. Originou uma coluna eruptiva subpliniana, que emitiu grande quantidade de material piroclástico. Os ventos predominantes condicionaram a sua distribuição, cobrindo a zona central e oriental da ilha. A coluna eruptiva cessou a actividade no dia 1 de Julho e no dia seguinte iniciou-se uma segunda erupção no Pico Queimado (ou Pico do Sapateiro) situado no flanco NW do Vulcão do Fogo (FRUTUOSO, 1981). Esta erupção de estilo havaiano (WALLENSTEIN, 1999) emitiu duas escoadas de lava basáltica, uma para

E que, descendo pela ribeira Seca, atingiu o mar, e outra para NW ao longo de uma rotura superficial de direcção NW-SE. Ambas as erupções foram precedidas e acompanhadas de intensa actividade sísmica. A 22 de Junho as populações começaram a sentir numerosos sismos que progressivamente aumentaram de frequência e intensidade, aos quais se sobrepôs um tremor vulcânico contínuo. A informação disponível permitiu avaliar o impacte desta actividade para o período de 22 de Junho a 4 de Julho, verificando-se que as freguesias mais afectadas foram Ribeira Grande e Ribeira Seca, onde a destruição das habitações foi quase total, Lagoa e Água de Pau. Há registos de uma vítima mortal e alguns feridos devido a fenómenos vulcânicos.

A actividade sísmica associada à erupção de 1630 começou a ser sentida em várias localidades no dia 2 de Setembro, intensificando-se a partir das oito horas da noite, tendo sido sentida com violência no Vale das Furnas, Ponta Garça e Vila Franca do Campo. A erupção iniciou-se na madrugada do dia 3 com fortes explosões originando fluxos piroclásticos que, condicionados pela topografia, foram canalizados para a costa S até Ponta Garça e Ribeira Quente (PURIFICAÇÃO, 16?? in CANTO, 1986). Formou-se uma coluna eruptiva que durante três dias diminuiu drastica-

mente a visibilidade e cobriu de cinzas uma extensa área. As cinzas transportadas pelos ventos atingiram todas as ilhas do arquipélago. Chuvas intensas no dia 8 originaram *lahares*. Na sua fase terminal a erupção passou a evidenciar um carácter efusivo, com extrusão de um domo traquítico. Estima-se que tenham perecido 200 a 300 pessoas a maioria das quais em consequência de fluxos piroclásticos (e.g. HOMEM, 1630? in CANTO, 1986; CHAGAS, 1989 [1646-1654?]).

A última erupção subaérea em S. Miguel teve início no dia 19 de Outubro e durou cerca de oito dias. Envolveu vários centros eruptivos ao longo de uma fractura de direcção WNW-ESE no Sistema Vulcânico da Região dos Picos, cerca de 3,5 km a NNW da vila de Lagoa (FERREIRA, 2000). A erupção iniciou-se com a emissão de material piroclástico, ao qual se seguiu a extrusão de três domos. Esta erupção foi precedida por inúmeros eventos sísmicos acompanhados por um tremor vulcânico quase contínuo. Esta actividade começou a ser sentida no dia 10 de Outubro sofrendo um incremento até aos dias 15 e 16 em que fortes abalos provocaram prejuízos elevados nas freguesias de Rosário e Santa Cruz. Não há registo de vítimas e os danos decorrentes dos fenómenos sísmicos e vulcânicos circunscreveram-se ao concelho de Lagoa (e.g. T. K., 1653 in CANTO, 1983; VASCONCELLOS, 1652 in CANTO, 1982).

A 14 de Novembro de 1713 observou-se uma importante actividade sísmica em S. Miguel, a qual provocou danos consideráveis nas povoações do extremo W da ilha, de modo particular as freguesias dos Mosteiros, Ginetes e Candelária. Este enxame sísmico foi sentido pelas populações durante três semanas e a 8 de Dezembro ocorreu o sismo de maior intensidade, o qual desencadeou a ocorrência de numerosos movimentos de massa nas vertentes do maciço das Sete Cidades (*e.g.* SILVEIRA, 1713 *in* CANTO, 1982). Não se encontraram registos da ocorrência de vítimas. Alguns autores admitem que esta actividade estaria associada a uma possível erupção vulcânica submarina que eventualmente terá passado despercebida na época (*e.g.* AGOSTINHO, 1936).

Em meados do mês de Junho de 1810 ocorreu importante actividade sísmica que se prolongou por cerca de um ano. Registaram-se três períodos de incremento da frequência e intensidade, nomeadamente de 17 a 24 de Junho de 1810, de 29 de Janeiro a 1 de Fevereiro de 1811 e de 13 a 22 de Junho de 1811. Destes, os dois últimos estiveram associados a erupções submarinas de estilo surtsiano ao largo da costa ocidental de S. Miguel. A actividade de Junho de 1811 foi responsável pela edificação da ilha Sabrina, que em Outubro daquele ano

acabou por submergir devido à erosão marinha. Mosteiros, Várzea, Candelária, Ginetes e Sete Cidades foram os lugares mais afectados, onde muitos edifícios ficaram destruídos. Associados à actividade sísmica ocorreram movimentos de massa e observaram-se importantes roturas superficiais que se estendiam do flanco W do Vulcão das Sete Cidades até ao mar (*e.g.* ANÓNIMO, 1811 *in* CANTO, 1981; HICHLING, 1811 *in* WEBSTER, 1821; TILLARD, 1812 *in* WEBSTER, 1821). Não houve vítimas mortais.

Para cada caso de estudo, reuniu-se o maior número de documentos que lhes fazem alusão, tendo-se compilado as descrições dos acontecimentos no que respeita ao impacte de modo a permitir a caracterização dos eventos sísmicos e dos seus efeitos. Analisaram-se, ainda, estudos anteriores que se debruçaram sobre estes eventos. Na reinterpretação macrossísmica utilizou-se a Escala Macrossísmica Europeia – 1998 (EMS-98; GRÜNTAL, 1998). Na aplicação desta escala, todas as habitações foram consideradas como pertencendo à classe de máxima vulnerabilidade – classe A. Embora não se tenha procedido a qualquer estudo de pormenor para caracterização do estilo de construção desde o século XVI até ao século XX, admite-se que este não terá sofrido alterações significativas, consistindo em casas de pedra não trabalhada, ainda

hoje comuns nas freguesias rurais e zonas antigas dos centros urbanos. Exceptuam-se algumas casas, construídas com blocos de pedra talhada e reforçadas com cunhais e que podem ser incluídas na classe B. Alterações mais significativas no estilo de construção tradicional datam do séc. XX e generalizaram-se após meados da década de 70 com introdução de novos materiais e técnicas, na remodelação de habitações tradicionais, ou na construção de raiz de habitações e edifícios públicos. Contudo, estas alterações às técnicas de construção não têm qualquer influência no trabalho realizado pois são posteriores aos casos de estudo considerados. No que diz respeito à quantificação do número de habitações afectadas, a informação compilada, salvo raras excepções, era qualitativa, não tendo permitido que se efectuasse um tratamento estatístico.

No que se refere aos eventos de natureza tectónica, procedeu-se à avaliação das intensidades para as várias povoações mencionadas nas descrições, após o que se efectuou o traçado de cartas de isossistas; exceptua-se o sismo de 26 de Julho de 1591 para o

qual a informação disponível é insuficiente (FIGURA 2). Posteriormente sobrepuseram-se as várias cartas de isossistas produzindo-se uma carta de intensidades máximas de sismos tectónicos, considerando o período histórico.

O impacte da sismicidade associada aos fenómenos vulcânicos corresponde ao somatório dos efeitos de inúmeros abalos, assim como de episódios de tremor vulcânico, facto que inviabiliza o traçado de cartas de isossistas específicas para um único evento. Assim, optou-se por realizar uma carta de intensidades locais máximas referentes aos efeitos cumulativos da actividade sísmica ocorrida num determinado intervalo de tempo para cada um dos casos estudados (FIGURA 3). Da integração destas cartas resultou a carta de intensidades locais máximas históricas decorrentes da sismicidade associada a fenómenos vulcânicos. Integrando toda a informação macro-sísmica obtida, independentemente da sua natureza tectónica ou vulcânica, obteve-se para a ilha de S. Miguel a carta de intensidades máximas históricas global (FIGURA 4).

ANÁLISE

As cartas de isossistas traçadas para os sismos de origem tectónica permitiram a localização epicentral dos sismos e a verificação de que deter-

minadas áreas da ilha de S. Miguel se caracterizam por valores de intensidade sísmica anómalos, negativos ou positivos. As anomalias negativas, que

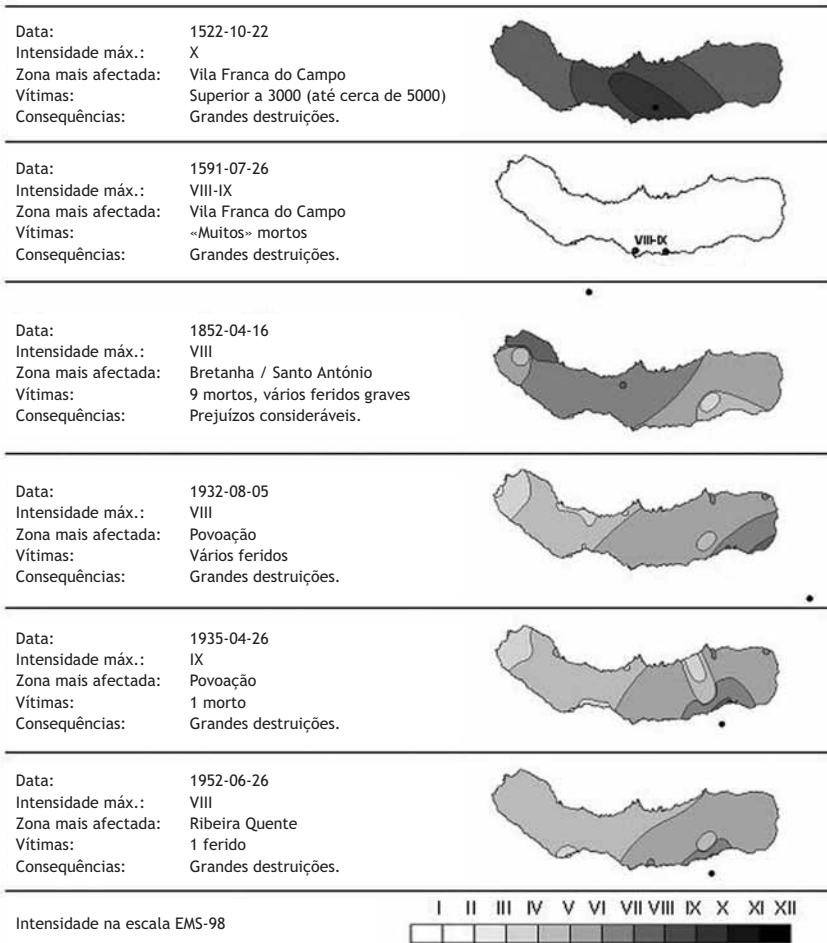


FIGURA 2

Sismos de origem tectónica considerados como caso de estudo – breve descrição e cartas de isossistas;

● – epicentros (SILVEIRA, 2002).

se verificam nas caldeiras das Sete Cidades e Furnas (e.g. 1852, 1932, 1935 e 1952) foram também identificadas por DIAS (1952) e MACHADO (1966). Admite-se, à semelhança do

que defende MACHADO (1966), que tal facto possa dever-se à presença de câmaras magmáticas sob aqueles aparelhos vulcânicos. Efeitos semelhantes podem ocorrer relacionados

Período:	22 Jun. a 4 Jul. 1563	
Fenómeno vulcânico	Erupção subpliniana explosiva na caldeira do Vulcão do Fogo, seguido de uma erupção havaiana no flanco NW (Pico Queimado)	
Intensidade máx.:	X	
Vítimas:	1 morto, alguns feridos	
Consequências:	Grandes destruições. Rótura superficial no flanco NW do Vulcão do Fogo.	
Período:	2 a 8 Set. 1630	
Fenómeno vulcânico	Erupção traquítica explosiva (subpliniana) no Vulcão das Furnas seguido de fase de efusiva com extrusão de um doma	
Intensidade máx.:	VIII	
Vítimas:	~200 mortos	
Consequências:	Grandes destruições. Maioria das vítimas morreram em consequência de surges.	
Período:	10 a 19 Out. 1652	
Fenómeno vulcânico	Erupção no Pico do Paio na Região dos Picos com extrusão de três domas traquíticas	
Intensidade máx.:	VIII	
Vítimas:	Não houve vítimas	
Consequências:	Prejuízos consideráveis.	
Período:	14 Nov. a 8 Dez. 1713	
Fenómeno vulcânico	Não se observaram fenómenos vulcânicos, possível erupção submarina	
Intensidade máx.:	IX-X	
Vítimas:	Não foram reportadas vítimas	
Consequências:	Destruição generalizada.	
Período:	17 a 24 Jun. 1810	
Fenómeno vulcânico	Não se observaram fenómenos vulcânicos, possível erupção submarina	
Intensidade máx.:	VIII	
Vítimas:	Não houve vítimas	
Consequências:	prejuízos consideráveis. Rótura superficial na zonas dos Mosteiros.	
Período:	13 a 22 Jun. 1811	
Fenómeno vulcânico	Erupção surtsiana ao largo da costa ocidental, no flanco do Vulcão das Sete Cidades. Edificação da ilha Sabrina	
Intensidade máx.:	IX	
Vítimas:	Não houve vítimas	
Consequências:	Grande destruição.	

Intensidade na escala EMS-98 (efeitos cumulativos).

FIGURA 3

Sismicidade associada aos fenómenos vulcânicos – breve descrição e cartas de intensidades locais relativas aos efeitos cumulativos da actividade sísmica ocorrida nos períodos considerados;

▲ – focos eruptivos (SILVEIRA, 2002).

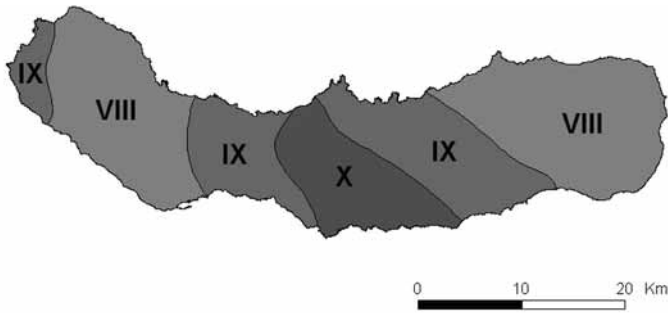


FIGURA 4

Carta de intensidades máximas históricas integrando dados relativos aos sismos de natureza tectónica e aqueles associados a fenómenos vulcânicos (SILVEIRA, 2002).

com o Vulcão do Fogo. Porém, a ausência de povoações em zonas próximas da sua caldeira e a escassez de informação para algumas localidades situadas nos seus flancos junto à linha de costa, não permitiram verificar a ocorrência de tal fenómeno. Nas vilas da Ribeira Grande e Povoação (*e.g.* 1522, 1932 e 1935) as anomalias negativas poderão relacionar-se com fenómenos de atenuação devidos a efeitos de sítio, podendo considerar-se, também, a possível contribuição da existência de edifícios de vulnerabilidade mais baixa (classe B). Observou-se, igualmente, que, regra geral, a zona correspondente ao Sistema Vulcânico da Região dos Picos (*e.g.* 1932), essencialmente constituído por seqüências de escoadas lávicas, apresenta intensidades mais baixas. No que concerne às anomalias positivas, considera-se que as verificadas nas localidades de Santo António,

Lomba do Cavaleiro e Salga (*e.g.* 1932 e 1935) poderão dever-se a efeitos de sítio de origem topográfica, enquanto que, nos casos da Lomba de Santa Bárbara e da Lomba da Fazenda, a origem das anomalias não é clara podendo estar relacionada com aspectos geológicos locais.

A análise macrossísmica destes eventos permitiu reinterpretar a localização de alguns epicentros, nomeadamente pelo padrão de distribuição de zonas de intensidades anómalas em zonas próximas dos vulcões das Sete Cidades e Furnas (*e.g.* 1852, 1932 e 1935).

Da carta de intensidades locais máximas históricas decorrentes da sismicidade associada a fenómenos vulcânicos verifica-se que os locais onde se identificaram anomalias negativas de intensidades sísmicas para os sismos de origem tectónica, sofreram prejuízos elevados no decurso da acti-

vidade sísmica associada a erupções vulcânicas. Tal foi o caso registado na freguesia das Sete Cidades aquando das crises sísmicas de 1810 e 1811, nas Furnas em 1630 e na Ribeira Seca e Ribeira Grande na sequência das erupções do Vulcão do Fogo e do Pico Queimado em 1563.

O estudo efectuado permitiu verificar que a distribuição dos prejuízos não foi homogénea numa área definida por um determinado raio considerado a partir dos focos eruptivos (*e.g.* 1563). De igual modo, constatou-se também que a distância a que se fizeram sentir os efeitos da actividade

sísmica dependeu do estilo eruptivo em causa.

Com a fusão dos resultados destes dois conjuntos de eventos produziu-se a carta de intensidades máximas históricas global para a ilha de S. Miguel (FIGURA 4). Esta é fortemente condicionada pelas isossistas do sismo de 22 de Outubro de 1522 que apresenta uma área de intensidade máxima X, de orientação NW-SE, na zona central do Vulcão do Fogo. No extremo ocidental da ilha, a zona de intensidade IX deve a sua origem aos enxames sísmicos de 1713 e 1811, ocorridos ao largo do Vulcão das Sete Cidades.

CONCLUSÕES

A carta de intensidades máximas históricas constitui uma importante ferramenta para a avaliação do risco sísmico da ilha de S. Miguel, podendo ser utilizada como um documento orientador, não só no planeamento de acções de prevenção e mitigação, mais concretamente no âmbito dos Planos de Emergência Municipais, mas também na gestão da ocupação do solo, nomeadamente nos Planos Directores Municipais. Os casos de estudo analisados podem ser utilizados como possíveis cenários para modelação do impacte de eventos futuros e para definição de medidas de emergência à semelhança do exer-

cício conduzido pelo Comando Operacional dos Açores e o Centro de Vulcanologia e Avaliação de Riscos Geológicos em colaboração com o Serviço Regional de Protecção Civil e Bombeiros dos Açores em S. Miguel em 2005. A metodologia utilizada relativamente à caracterização da sismicidade histórica da ilha de S. Miguel foi já aplicada às ilhas do Grupo Central por SILVA (2005).

As zonas agora identificadas como apresentando intensidades anómalas deverão ser eleitas para futuros trabalhos de campo, no sentido de se interpretar o significado da anomalia, pelas implicações que poderão ter na ava-

liação do risco. Presentemente estão em curso trabalhos na área da sismologia instrumental e da tectónica os quais poderão vir a contribuir para a explicação da origem das anomalias encontradas.

AGRADECIMENTOS

Agradece-se a colaboração dos investigadores J. L. Gaspar, T. Ferreira e G. Queiroz (CVARG). Este estudo beneficiou de comparticipação financeira dos projectos DISPLAZOR (Fundação para a Ciência e a Tecnologia), CARIGE (Secretaria Regional da Habitação e Equipamentos) e RETINA (União Europeia).

BIBLIOGRAFIA

- ABRANCHES, J. C. (1877), *Convulsões da Terra*. 1.^a ed., Ponta Delgada, Typographia de Manoel Corrêa Botelho.
- Açoriano Oriental (O)* (1852a), Ponta Delgada, n.º 898, 17 de Abril, A Última Hora.
- Idem* (1852b), Ponta Delgada, n.º 899, 24 de Abril, Ponta-Delgada 24 de Abril.
- Idem* (1852c), Ponta Delgada, n.º 900, 1 de Maio, Governo Civil do Districto de Ponta Delgada – número 36.
- Idem* (1852d), Ponta Delgada, n.º 901, 6 de Maio, s/título.
- Idem* (1852e), Ponta Delgada, n.º 903, 8 de Maio, s/título.
- Idem* (1852f), Ponta Delgada, n.º 905, 22 de Maio, s/título.
- AGOSTINHO, J. (1936), Tectónica, sismicidade e vulcanismo das ilhas dos Açores. *Açoreana*, Angra do Heroísmo, I, 2: 86-98.
- AGOSTINHO, J. (1960), Actividade vulcânica nos Açores. *Açoreana*, Angra do Heroísmo, 5: 362-478.
- ANÓNIMO (1811?), [s.n.] [excerto] in CANTO, E. (1981), Vulcanismo nos Açores. *Arquivo dos Açores*. Ponta Delgada, Universidade dos Açores, V: 449-450 [reimpresão fac-similada da edição de 1883].
- Anuário Sismológico de Portugal* (1955), dir. H. Amorim Ferreira. N.º 6 – Ano de 1952. Lisboa, Serviço Meteorológico Nacional, I.
- ARAÚJO, L. A. (1801), *Memoria chronologica dos tremores mais notaveis e irrupções de fogo, acontecidos nas ilhas dos Açores: com a relação dos tremores que houverao nesta ilha Terceira... Acrescenta-se a noticia de hum fenomeno observado no dia 25 de Junho...* 1.^a ed., Lisboa, Thypographia Chalcographica e Litteraria do Arco do Cego. [Edição fac-símile, Ponta Delgada, 1977].
- BARATA, M. R. T.; BRAGA, M. L.; WAGNER, M. N.; GUERRA, B.; ALVES, J. F. & NETO, J. (1989) *Sismicidade de Portugal: estudo da documentação dos séculos XVII e XVIII – apêndice documental*. 1.^a ed., Lisboa, Gabinete de Protecção e Segurança

Nuclear do Ministério do Planeamento e da Administração do Território, II.

BESSONE, P. (1932), *Dicionário cronológico dos Açôres*. 1.^a ed., Cambridge, Massachusetts, USA, Edição do autor.

CANTO, E. (1981 a 1986), Vulcanismo nos Açores. *Arquivo dos Açores*. Ponta Delgada, Universidade dos Açores, I, II, III, V, IX e XI [reimpressão fac-similada das edições de 1878 a 1890].

CHAGAS, D. (1989 [1646-1654?]), *Espelho cristalino em jardim de várias flores*. 1.^a ed., [Angra do Heroísmo], [Ponta Delgada], Direcção Regional dos Assuntos Culturais, Centro de Estudos Doutor Gaspar Frutuoso da Universidade dos Açores.

CHAVES, F. A. (1915), *Erupções submarinas nos Açores: informações que os navegantes podem prestar sobre tal assunto*. 1.^a ed., Lisboa, Tipografia d'A Modesta.

COLE, P. D.; QUEIROZ, G.; WALLENSTEIN, N.; GASPAR, J. L.; DUNCAN, A. M. & GUEST, J. E. (1995), An historic subplinian/phreatomagmatic eruption: the 1630 AD eruption of Furnas volcano, São Miguel, Azores. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, Amsterdam, 69: 117-135.

CORDEIRO, A. (1981 [1717]), *Historia insulana das ilhas a Portugal sugeytas no oceano occidental*. 3.^a ed., Angra do Heroísmo, Região Autónoma dos Açores, Secretaria Regional da Educação e Cultura [reimpressão fac-similada da 1.^a ed. de 1717].

Correio dos Açores (1932a), Ponta Delgada, n.º 3539, 6 de Agosto, Abalo de terra.

Idem (1932b), Ponta Delgada, n.º 3540, 7 de Agosto, O abalo de terra da tarde de sexta-feira: informações de toda a ilha.

Idem (1932c), Ponta Delgada, n.º 3540, 7 de Agosto, O Ten.^{te} Coronel José Agostinho fala do sismo de ante-ontem.

Idem (1932d), Ponta Delgada, n.º 3541, 9 de Agosto, A catástrofe da Povoação: primeiras impressões.

Idem (1932e), Ponta Delgada, n.º 3541, 9 de Agosto, O tenente-coronel José Agostinho fala ao «Correio dos Açôres»: o terramoto da Povoação e o da Horta.

Idem (1932f), Ponta Delgada, n.º 3541, 9 de Agosto, Sob a dor da catástrofe.

Idem (1932g), Ponta Delgada, n.º 3541, 9 de Agosto, Novos pormenores.

Idem (1932h), Ponta Delgada, n.º 3542, 10 de Agosto, A catástrofe da Povoação.

Idem (1932i), Ponta Delgada, n.º 3542, 10 de Agosto, Nas localidades sinistradas: últimas notícias.

Idem (1932j), Ponta Delgada, n.º 3543, 11 de Agosto, Vulcanismo dos Açores: a propósito da catástrofe da Povoação.

Idem (1932k), Ponta Delgada, n.º 3544, 12 de Agosto, O registo do sismo do dia 5 no Observatório Meteorológico de Angra.

Idem (1932l), Ponta Delgada, n.º 3544, 10 de Agosto, A catástrofe da Povoação: números e casos curiosos.

Idem (1932m), Ponta Delgada, n.º 3545, 13 de Agosto, A catástrofe da Povoação: As impressões do Capitão de engenharia Vicente Cimbron.

Idem (1932n), Ponta Delgada, n.º 3546, 14 de Agosto, A catástrofe da Povoação.

Idem (1932o), Ponta Delgada, n.º 3562, 3 de Setembro, O «Correio» nas Vilas e Aldeias: abalo sísmico.

Idem (1935a), Ponta Delgada, n.º 4331, 28 de Abril, O abalo de terra de ontem á tarde foi sentido violentamente em toda a ilha. Na Ribeira Quente e Lomba do Cavaleiro registaram-se importantes prejuízos. Um morto e varios feridos.

- Idem* (1935b), Ponta Delgada, n.º 4332, 30 de Abril, A catastrophe de Sabado: ouvindo o chefe do Distrito – os socorros imediatos a fornecer aos sinistrados.
- Idem* (1935c), Ponta Delgada, n.º 4332, 30 de Abril, Alguns quadros emocionantes da tragédia.
- Idem* (1935d), Ponta Delgada, n.º 4332, 30 de Abril, O abalo de Domingo.
- Idem* (1935e), Ponta Delgada, n.º 4332, 30 de Abril, Um fenomeno no mar.
- Idem* (1935f), Ponta Delgada, n.º 4332, 30 de Abril, Ouvindo o Dr. Francisco Pacheco.
- Idem* (1935g), Ponta Delgada, n.º 4332, 30 de Abril, Nota sobre o abalo do dia 27.
- Idem* (1935h), Ponta Delgada, n.º 4332, 30 de Abril, A catastrophe de Sabado em outros pontos da ilha: novos pormenores.
- Idem* (1935i), Ponta Delgada, n.º 4334, 2 de Maio, A catastrophe de Sabado ultimo.
- Idem* (1935j), Ponta Delgada, n.º 4335, 3 de Maio, A catastrophe de Sabado ultimo.
- Idem* (1935k), Ponta Delgada, n.º 4336, 4 de Maio, Ainda o abalo de sabado.
- Idem* (1935l), Ponta Delgada, n.º 4340, 9 de Maio, O correio nas vilas e aldeias: Ponta Garça.
- Idem* (1935m), Ponta Delgada, n.º 4347, 17 de Maio, O correio nas vilas e aldeias: Capelas.
- Idem* (1935n), Ponta Delgada, n.º 4350, 21 de Maio, O correio nas vilas e aldeias: Mosteiros.
- Idem* (1935o), Ponta Delgada, n.º 4355, 26 de Maio, O correio nas vilas e aldeias: Candelaria.
- Idem* (1935p), Ponta Delgada, n.º 4363, 7 de Junho, Ordem do dia: a proposito do abalo de 27 de Abril findo.
- Idem* (1952a), Ponta Delgada, n.º 9395, 27 de Junho, Os repetidos abalos de terra de ontem causaram grandes prejuizos especialmente nos concelhos de Vila Franca e Povoação alarmando a população de toda a ilha.
- Idem* (1952b), Ponta Delgada, n.º 9396, 28 de Junho, Mais pormenores dos nossos correspondentes sobre o sismo de ante-ontem.
- Idem* (1952c), Ponta Delgada, n.º 9397, 29 de Junho, A actuação do Chefe do Distrito nas horas más por que passa esta ilha.
- Idem* (1952d), Ponta Delgada, n.º 9399, 2 de Julho, Os efeitos dos últimos tremores de terra sentidos nesta ilha: os novos abalos de ontem.
- Idem* (1952e), Ponta Delgada, n.º 9404, 8 de Julho, Tremores de terra.
- Idem* (1952f), Ponta Delgada, n.º 9451, 2 de Setembro, Abalos de terra.
- Idem*: (1952g), Ponta Delgada, n.º 9469, 23 de Setembro, Foram sentidos no último domingo quatro abalos de terra em Angra do Heroísmo.
- Idem* (1952h), Ponta Delgada, n.º 9473, 27 de Setembro, 1.000 contos para os sinistrados pobres dos abalos sísmicos de Junho último: o Governo, pelo Ministério do Interior, fez esta importante e valiosa concessão, comunicando a sua deliberação ao Chefe do Distrito.
- Idem* (1952i), Ponta Delgada, n.º 9523, 26 de Novembro, Prevenindo
- COSTA-NUNES, J.; MARTINS, A. & OLIVEIRA, C. S. (1986), *Sismicidade histórica e instrumental do arquipélago dos Açores: sismos sentidos no período 1444-1980, Catálogo preliminar*. Relatório, Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica/Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

- Diário dos Açores* (1932a), Ponta Delgada, n.º 12040, 6 de Agosto, A opinião dum ilustre cientista sobre o abalo de ontem.
- Idem* (1932b), Ponta Delgada, n.º 12041, 8 de Agosto, Cenas de miséria e de dor: o terramoto de sexta-feira ultima.
- Idem* (1932c), Ponta Delgada, n.º 12042, 9 de Agosto, Telegramas oficiais.
- Idem* (1932d), Ponta Delgada, n.º 12042, 9 de Agosto, O abalo de terra de sexta-feira ultima: mais pormenores.
- Idem* (1932e), Ponta Delgada, n.º 12043, 10 de Agosto, Em Água Retorta: ninhos desfeitos.
- Idem* (1932f), Ponta Delgada, n.º 12043, 10 de Agosto, Na Lomba do Cavaleiro: sem lar e sem haveres; duas ruínas.
- Idem* (1932g), Ponta Delgada, n.º 12044, 11 de Agosto, Localização do epicentro do sismo do dia 5.
- Idem* (1932h), Ponta Delgada, n.º 12045, 12 de Agosto, O terramoto do dia 5.
- Idem* (1932i), Ponta Delgada, n.º 12046, 13 de Agosto, O terramoto do dia 5.
- Idem* (1932j), Ponta Delgada, n.º 12052, 22 de Agosto, A catástrofe da Povoação.
- Idem* (1932k), Ponta Delgada, n.º 12053, 23 de Agosto, Correspondencia da Povoação.
- Idem* (1932l), Ponta Delgada, n.º 12053, 23 de Agosto, No Faial da Terra.
- Idem* (1932m), Ponta Delgada, n.º 12057, 27 de Agosto, Ao deambular do pensamento e das coisas: ante a catástrofe do concelho da Povoação.
- Idem* (1932n), Ponta Delgada, n.º 12058, 29 de Agosto, O abalo sísmico de S. Miguel.
- Idem* (1932o), Ponta Delgada, n.º 12067, 8 de Setembro, Ao deambular do pensamento e das coisas: deante das ruínas de Água Retorta.
- Idem* (1932p), Ponta Delgada, n.º 12074, 16 de Setembro, A catástrofe da Povoação.
- Idem* (1932q), Ponta Delgada, n.º 12075, 17 de Setembro, Ao deambular do pensamento e das coisas: a linda freguesia do Faial da Terra – olhando as suas ruínas.
- Idem* (1932r), Ponta Delgada, n.º 12092, 8 de Outubro, Ainda o abalo sísmico do dia 5 de Agosto.
- Idem* (1932s), Ponta Delgada, n.º 12100, 18 de Outubro, A catástrofe do dia 5 de Agosto.
- Idem* (1932t), Ponta Delgada, n.º 12115, 7 de Novembro, Os prejuizos do terramoto da Povoação.
- Idem* (1932u), Ponta Delgada, n.º 22128, 22 de Novembro, A catástrofe de 5 de Agosto.
- Idem* (1935a), Ponta Delgada, n.º 12833, 29 de Abril, Momentos de Angústia: um forte abalo de terra.
- Idem* (1935b), Ponta Delgada, n.º 12834, 30 de Abril, O abalo sísmico de sábado.
- Idem* (1935c), Ponta Delgada, n.º 12835, 1 de Maio, Os abalos sísmicos: atravez da ilha.
- Idem* (1935d), Ponta Delgada, n.º 12836, 2 de Maio, O abalo de terra de sabado.
- Idem* (1935e), Ponta Delgada, n.º 12839, 6 de Maio, O abalo de terra de 27 de Abril.
- Idem* (1935f), Ponta Delgada, n.º 12840, 7 de Maio, O abalo sísmico de 27 de Abril.
- Idem* (1935g), Ponta Delgada, n.º 12844, 11 de Maio, Abalos de terra.
- Idem* (1935h), Ponta Delgada, n.º 12845, 13 de Maio, Os ultimos abalos sísmicos em S. Miguel.
- Idem* (1952a), Ponta Delgada, n.º 22057, 27 de Junho, Durante a tarde de ontem foram sentidos na nossa ilha quatro abalos de terra dois dos quais com maior intensidade.

- Idem* (1952b), Ponta Delgada, n.º 22059, 30 de Junho, Os últimos abalos sísmicos: Ribeira Quente freguesia mártir merece a carinhosa solidariedade da população micaelense.
- Idem* (1952c), Ponta Delgada, n.º 22060, 1 de Julho, Os últimos abalos sísmicos: na Ribeira Quente a vida tende a normalizar-se, em Ponta Garça há 147 habitações destruídas.
- Idem* (1952d), Ponta Delgada, n.º 22061, 2 de Julho, Em Vila Franca continuam a registar-se ainda abalos de terra – Precês à Virgem de Fátima.
- Idem* (1952e), Ponta Delgada, n.º 22061, 2 de Julho, Na Ribeira Quente sentiram-se ontem e hoje mais abalos sísmicos.
- Idem* (1952f), Ponta Delgada, n.º 22062, 3 de Julho, Na Ribeira Quente: novo abalo sísmico na noite passada.
- Idem* (1952g), Ponta Delgada, n.º 22063, 4 de Julho, Campanha de solidariedade a favor dos sinistrados da Ribeira Quente: o Clube Naval de Ponta Delgada por intermédio do «Diário dos Açores» dirige um veemente apelo a todas as almas generosas.
- Idem* (1952h), Ponta Delgada, n.º 22068, 10 de Julho, Ponta Garça foi visitada pelos srs. Governador do Distrito e Governador Militar dos Açores.
- Idem* (1952i), Ponta Delgada, n.º 22070, 12 de Julho, O reconhecimento do povo da Ribeira Quente para com todos os seus benfeitores.
- Idem* (1952j), Ponta Delgada, n.º 22071, 14 de Julho, A população da Ribeira Quente duramente castigada pelos abalos sísmicos e vivendo entregue a si mesma confia no Poder Central e na solidariedade dos seus conterrâneos para a reconstrução dos seus lares.
- Idem* (1952k), Ponta Delgada, n.º 22074, 17 de Julho, Já passaram três semanas...
- Idem* (1952l), Ponta Delgada, n.º 22079, 23 de Julho, Fenais da Luz: abalos de terra.
- Idem* (1952m), Ponta Delgada, n.º 22079, 23 de Julho, As freguesias de S. Miguel respondem ao apelo a favor dos sinistrados da Ribeira Quente: a subscrição chegou hoje aos 40 contos, mas é preciso muito mais.
- Idem* (1952n), Ponta Delgada, n.º 22081, 25 de Julho, A Lomba de Santa Bárbara contribui galhardamente para a subscrição a favor dos sinistrados da Ribeira Quente.
- Idem* (1952o), Ponta Delgada, n.º 22084, 29 de Julho, O Clube Naval e a Ribeira Quente: ouvindo o sr. dr. Silveira da Rosa sobre a louvável iniciativa daquela agremiação desportiva a favor dos trabalhadores do mar que perderam os seus lares.
- Idem* (1952p), Ponta Delgada, n.º 22085, 30 de Julho, Governo do Distrito Autónomo de Ponta Delgada: O Governador informa a população do seguinte – Sobre os abalos sísmicos recentemente sentidos em S. Miguel, providências tomadas pelas autoridades e assistência prestada aos sinistrados.
- Idem* (1952q), Ponta Delgada, n.º 22086, 31 de Julho, Em auxílio dos sinistrados da Ribeira Quente.
- Idem* (1952r), Ponta Delgada, n.º 22109, 28 de Agosto, Em Vila Franca do Campo: as tradicionais festas do Senhor Bom Jesus da Pedra.
- Idem* (1952s), Ponta Delgada, n.º 22112, 1 de Setembro, Abalo sísmico.
- Idem* (1952t), Ponta Delgada, n.º 22169, 7 de Novembro, Na Ribeira Quente: a reconstrução de casas sinistradas efectuada pelo Clube Naval com o produto da subscrição aberta neste jornal.

- Idem* (1952u), Ponta Delgada, n.º 22187, 28 de Novembro, Começaram os trabalhos de reparação da igreja da Ribeira Quente.
- DIAS, A. A. M. (1952), *Os sismos de 26 de Junho de 1952 e a sismicidade de S. Miguel*. Ponta Delgada, s.n..
- FERREIRA, H. A. (1956), Macrossismos sentidos em Portugal no período de 1901-1954. *Boletim da Ordem dos Engenheiros*, Lisboa, V, 1, Memória n.º 128: 1-10.
- FERREIRA, T. (2000), *Caracterização da actividade vulcânica da ilha de S. Miguel (Açores): vulcanismo basáltico recente e zonas de desgasificação. Avaliação de riscos*. Ponta Delgada, Universidade dos Açores [Tese de Doutoramento em Geologia na especialidade de Vulcanologia].
- FRUTUOSO, G. (1981), *Livro Quarto das Saudades da Terra*. 2.ª ed., Ponta Delgada, Instituto Cultural de Ponta Delgada, II.
- GRÜNTAL, G. (ed.) (1998), *European Macro-seismic Scale 1998* [em linha]. 1.ª ed. Luxembourg, European Seismological Commission [citado em 10 de Maio de 2002]. Disponível em <URL: <http://www.gfz-potsdam.de/pb5/pb53/projekt/ems/>>.
- GUEST, J. E.; GASPAS, J. L.; COLE, P. D.; QUEIROZ, G.; DUNCAN, A. M.; WALLENSTEIN, N.; FERREIRA, T. & PACHECO, J. M. (1999), Volcanic geology of Furnas Volcano, São Miguel, Azores. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, Amsterdam, 92: 1-29.
- HICHLING, T. (1811), [s.n.] [excerto] in WEBSTER, J. (1821), A description of the St. Michael. 1.ª ed., Boston, R. P. & C. Williams Ed..
- HOMEM, J. (1630?), Relação... do que sucedo n'esta Ilha de S. Miguel e se vio nesta dita cidade... Ms. da Biblioteca de Évora, Códice CIX/1.13 [excerto] in CANTO, E. (1986), Vulcanismo nos Açores. *Arquivo dos Açores*. Ponta Delgada, Universidade dos Açores, II: 536-541 [reimpressão fac-similada da edição de 1880].
- KRAUSE, D. (1965), East and West Azores Fracture-Zones in the North Atlantic. In WITTHARD, W. & BRADSHAW, R. (Eds.), *Submarine geology and geophysics*. London, Butterworths Publ.: 163-172.
- KRAUSE, D. & WATKINS, N. (1970), North Atlantic crustal genesis in the vicinity of the Azores. *Geophysical. Journal of the Royal Astronomical Society*, United Kingdom, 19: 261-283.
- LAUGHTON, A. & WHITMARSH, R. (1974), The Azores-Gibraltar plate boundary. In KRISTJANSSON, L., *Geodynamics of Iceland and the North Atlantic Area*. 1.ª ed., Dordrecht, Holland, D. Reidel: 63-81.
- LINSCHOTEN, J. H. (1998), *Itinerário, viagem ou navegação para as Índias Orientais ou Portuguesas*. [tradução da edição original de 1596]. 2.ª ed., Lisboa, Comissão Nacional para as Comemorações dos Descobrimientos Portugueses.
- MACHADO, F. (1959), Submarine pits of the Azores plateau, *Bulletin of Volcanology*, Série II, Tomo XXI: 109-116.
- MACHADO, F. (1966), Anomalias das intensidades do terramoto de S. Miguel (Açores) em 1522. *Boletim do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Faculdade de Ciências*, Lisboa, 10, 2: 109-117.
- MALDONADO, M. L. (1990 [1711]), *Fenix an-grenee*. 1.ª ed., Angra do Heroísmo, Instituto Histórico da Ilha Terceira, II.
- MENDONÇA, J. J. M. (1758), *Historia universal dos terramotos que tem havido no Mundo, de que ha noticia, desde a sua creação até o seculo presente: com huma narração individual do terremoto do primeiro de Novembro de 1755... e huma dissertação phisica sobre as causas*

- geraes dos terremotos... 1.^a ed., Lisboa, Offic. de Antonio Vicente da Silva.*
- MONTALVERNE, A. (1961 [ca. 1700]), *Crónicas da Província de S. João Evangelista das Ilhas dos Açores*. 1.^a ed., Ponta Delgada, Instituto Cultural de Ponta Delgada, II.
- PURIFICAÇÃO, M. (16??), De como se destruiu e abraçou o Valle das Furnas em uma noite, e das mais couzas que a isso se seguiram. Principios, criação e progressos da Congregação Eremitica do valle das Furnas. Chron. Ms. Original. Cap. 29, p. 123v. [excerto] in CANTO, E. (1986), *Vulcanismo nos Açores*. *Arquivo dos Açores*. Ponta Delgada, Universidade dos Açores, II: 527-534 [reimpressão fac-similada da edição de 1880].
- QUEIROZ, G. (1997), *Vulcão das Sete Cidades (S. Miguel, Açores): história eruptiva e avaliação do hazard*. Ponta Delgada, Universidade dos Açores [Tese de Doutoramento em Geologia na especialidade de Vulcanologia].
- QUEIROZ, G.; GASPAR, J.; COLE, P.; GUEST, J.; WALLENSTEIN, N.; DUNCAN, A. & PACHECO, J. (1995), Erupções vulcânicas no Vale das Furnas (ilha de S. Miguel, Açores) na primeira metade do Século XV. *Açoreana*, Angra do Heroísmo, VIII, 1: 131-137.
- Revista dos Açores* (1852), Ponta Delgada, vol. I: 275-276 [«Omnium: Terremoto de 16 d'Abril»], 308 [«Terremoto de 16 d'Abril, 1852»], 327 [«Terremoto de 16 d'Abril, 1852»].
- SILVA, M. (2005), *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 em Vulcanologia e Riscos Geológicos].
- SILVA, M. A. V. (1956), Apontamentos duma visita à ilha de S. Miguel para estudo dos efeitos dos abalos sísmicos de 5 de Agosto de 1932 e 27 de Abril de 1935. *Boletim da Ordem dos Engenheiros*, Lisboa, V, 4, Memória n.º 142: 1-8.
- SILVEIRA (1713), Sobre a grande esterilidade dos Ginetes, no anno de 1713 por causa dos tremores de terra. Livro 2.º do Registo da Camara de P. Delgada, f. 347 [excerto] in CANTO, E. (1982), *Vulcanismo nos Açores*. *Arquivo dos Açores*. Ponta Delgada, Universidade dos Açores, IX: 432-433 [reimpressão fac-similada da edição de 1887].
- SILVEIRA, D. (2002), *Caracterização da sismicidade histórica da ilha de S. Miguel com base na reinterpretação de dados de macrossísmica: contribuição para a avaliação do risco sísmico*. Ponta Delgada, Universidade dos Açores [Tese de Mestrado em Vulcanologia e Riscos Geológicos].
- SILVEIRA, D.; GASPAR, 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: 615-623.
- SIVISA (2006), Carta de Sismicidade dos Açores, no período de 1998 a 2005.
- STEINMETZ, L.; HIRN, A.; SAPIN, M.; WHITMARSH, R. & MOREIRA, V. (1976), Zone of P Wave attenuation beneath the crest of Mid-Atlantic Ridge. *Bulletin de la Société Géologique de France*, Paris, 18 (4): 931-936.
- T. K. (1653), Jornal (ou diário) breve e verdadeira descrição de uma grande catástrophe, que aconteceu na ilha de S. Miguel, ... [excerto traduzido] in CANTO, E. (1983), *Vulcanismo nos Açores*. *Arquivo*

- dos Açores*. Ponta Delgada, Universidade dos Açores, XI: 570-572 [reimpressão fac-similada da edição de 1890].
- TILLARD (1812), [s.n.] [excerto] in WEBSTER, J. (1821), *A description of the St. Michael*. 1.^a ed., Boston, R. P. & C. Williams Ed.
- TORRES, J. (1856), Itinerario [excerto traduzido] in CANTO, E. (1986), *Vulcanismo nos Açores*. *Arquivo dos Açores*. Ponta Delgada, Universidade dos Açores, II: 194-195 [reimpressão fac-similada da edição de 1880].
- VASCONCELLOS, L. (1652), Informação do que passou na Ilha de Sam Miguel com os terremotos de terra insendio de fogo desde dezanove do mes de Outubro athe a data desta. Arquivo Nacional da Torre do Tombo, Col. de Ms., vol. 1104, p. 295 [excerto] in CANTO, E. (1982), *Vulcanismo nos Açores*. *Arquivo dos Açores*. Ponta Delgada, Universidade dos Açores, IX: 422-424 [reimpressão fac-similada da edição de 1887].
- WALLENSTEIN, N. (1999), *Estudo da história recente e do comportamento eruptivo do Vulcão do Fogo (S. Miguel, Açores): Avaliação preliminar do hazard*. Ponta Delgada, Universidade dos Açores [Tese de Doutoramento em Geologia na especialidade de Vulcanologia].
- WALLENSTEIN, N.; DUNCAN, A. M.; ALMEIDA, H. & PACHECO, J. (1998), *A Erupção de 1563 do Pico do Sapateiro, S. Miguel (Açores). Procedings da 1.^a Assembleia Luso-Espanhola de Geodesia e Geofísica* [CD-ROM]. Almeria, Espanha.
- WEBSTER, J. (1821), *A description of the Island of St. Michael comprising an account of its geological structure*. 1.^a ed., Boston, R. P. & C. Williams Ed..