

A ERUPÇÃO DOS CAPELINHOS E O VULCANISMO NOS AÇORES

JOSÉ MADEIRA

Madeira, J. (2007), A erupção dos Capelinhos e o vulcanismo nos Açores. *Boletim do Núcleo Cultural da Horta*, 16: 29-44.

Sumário: As ilhas dos Açores formaram-se por efeito da actividade eruptiva que ocorre desde há cerca de 10 milhões de anos naquela região do Atlântico. A erupção dos Capelinhos, há 50 anos, é um exemplo do modo como a actividade vulcânica contribui para o crescimento das ilhas. Aquele evento vulcânico constitui, todavia, apenas um dos vários tipos de manifestações eruptivas reconhecidas no arquipélago, quer através das descrições coevas das 26 erupções históricas documentadas, quer pelo estudo do vulcanismo anterior ao povoamento preservado no registo geológico.

No presente trabalho apresenta-se o enquadramento dos Açores no contexto da tectónica global. Descrevem-se, também, as características do vulcanismo que ocorre no arquipélago, os processos que controlam o estilo das erupções e a sua localização.

Madeira, J. (2007), The Capelinhos eruption and the volcanism in Azores. *Boletim do Núcleo Cultural da Horta*, 16: 29-44.

Summary: The Azores islands were formed by the eruptive activity that occurs in that region of the Atlantic since 10 million years ago. The archipelago is located in a segment of the Azores-Gibraltar plate boundary, oblique to the Mid Atlantic rift. The transtensional regime is probably responsible for the magmatism, although the contribution of a mantle plume is also invoked. The Capelinhos eruption, whose 50th anniversary is commemorated in this issue of the *Buletin*, provides an example of how volcanism periodically contributes to the growth of the islands. However, the event constitutes just one type of eruptive manifestation among the many that have been documented in the archipelago either in contemporary accounts of the 26 documented post-settlement eruptions, or in the geological record.

Two major groups of magmatic events derive from the nature of the magmas. Basalts are related to smaller and mainly effusive eruptions. Hawaiian and strombolian eruptions characterize sub-aerial extrusions. However, the presence of water may increase the volcanic explosivity, with phreato-magmatic manifestations occurring when subterranean water tables intervene, or surtseyan events when the eruptions occur at shallow depths near the islands' littoral. Trachyte magmas are related to larger eruptive events, with a predominantly explosive nature. Sub-plinian and Plinian magnitude events occur on active central volcanoes. These produce pumice and ash, often associated with or followed by lahars. Sometimes the presence of water generates phreato-plinian phases. Frequently the acidic events end with the formation of domes and thick trachyte coulées.

José Madeira – Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa e LATTEX – Laboratório de Tectonofísica e Tectónica Experimental. Edifício C6, Campo Grande, 1749-016 Lisboa.

Palavras-Chave: Tectónica Global, Açores, estilos eruptivos, erupções históricas.

Key-words: *Plate Tectonics, Azores, eruptive styles, historic eruptions.*

INTRODUÇÃO

Há cinquenta anos teve início ao largo do farol dos Capelinhos, a pouca distância da costa, uma erupção submarina. Tratou-se da segunda erupção a atingir a ilha do Faial em tempos históricos (neste contexto, consideraram-se eventos históricos os que ocorreram após o povoamento). Anteriormente, em 1672 e 1673, uma erupção em terra havia já afectado a região ocidental do Faial. Como marcas desse evento ficaram os cones edificadas (Cabeço do Fogo e Picarito), os derrames lávicos então emitidos (*Mistérios* da Praia do Norte e do Capelo), e a mudança de localização das povoa-

ções do Capelo e Praia do Norte parcialmente atingidas pelos produtos vulcânicos. Outra consequência do evento vulcânico foi um surto de emigração de parte da população afectada para o Brasil com o consequente despovoamento daquela região da ilha. Esta não era, contudo, a primeira erupção no arquipélago após o povoamento, nem seria a última. No presente trabalho trataremos da caracterização destes eventos geológicos e do modo como eles se enquadram nos processos da dinâmica geológica que criou e modifica continuamente o arquipélago dos Açores.

ENQUADRAMENTO GEOTECTÓNICO DOS AÇORES

O arquipélago dos Açores localiza-se numa situação geotectónica designada Junção Tripla. Nesta região encontram-se três das cerca de 15 placas tectónicas em que a camada superficial da Terra se encontra dividida: as placas Norte-Americana, Eurasiática e Africana.

As placas tectónicas encontram-se limitadas por grandes estruturas geológicas chamadas Fronteiras de Placa. Estas podem ser de três tipos: os Riftes e zonas axiais das Dorsais Oceânicas, as Falhas Transformantes e Transcorrentes, as Zonas de Subducção e as Zonas de Colisão. No pri-

meiro caso (rifes e dorsais oceânicas) as placas separadas por esse tipo de fronteira afastam-se uma da outra em resultado da injeção de material magmático na sua zona axial. Forma-se, assim, nova crosta terrestre – a Expansão dos Fundos Oceânicos – naquelas que são chamadas Fronteiras de Placa Construtivas ou Divergentes. Nas zonas de expansão mais lenta, como as que geram os fundos do Atlântico, as velocidades de expansão são da ordem de 2 a 3 cm por ano, enquanto que no Oceano Pacífico existem dorsais onde é criado fundo oceânico a taxas de cerca de 22 cm por ano. No entanto, ao criar nova crosta terrestre no eixo das dorsais e rifes, é necessário destruir área equivalente de superfície terrestre, ou o nosso planeta teria que expandir. A destruição ocorre nas chamadas Fronteiras de Placas Destrutivas ou Convergentes, onde o fundo oceânico (mais propriamente a camada externa da Terra, com comportamento rígido, a que se chama Litosfera) mergulha sob a placa adjacente e é reciclado no interior do Manto Terrestre. As estruturas onde este mergulho se processa são as Zonas de Subducção. Quando as duas placas em confronto contêm crosta continental, menos densa e mais espessa que a oceânica, a subducção deixa de ser possível e as duas placas deformam-se, enrugando e elevando-se para formar cadeias de monta-

nas. É este o caso da cordilheira dos Himalaias resultante da colisão das placas Indiana e Eurasiática. Finalmente, o terceiro tipo de fronteira de placas é constituído pelas Falhas Transformantes e Transcorrentes, em que não existe criação nem destruição de litosfera. Ao longo destas estruturas as duas placas deslizam lateralmente uma pela outra (movimento designado desligamento); exemplo de uma estrutura deste tipo é a Falha de Santo André na Califórnia.

As principais manifestações geológicas associadas às fronteiras de placas são sismos e erupções. Nos rifes e dorsais oceânicas nova crosta terrestre é criada por processos vulcânicos e sub-vulcânicos. Nestes locais a maior parte das erupções ocorre no fundo do mar e, conseqüentemente, não é observada. Contudo, esporadicamente, como na Islândia, as dorsais emergem e o vulcanismo associado pode ser visto. Outro caso em que isto acontece é dos rifes intra-continetais, estruturas que poderão evoluir para um novo oceano. Tal é a situação do Rife Oeste-Africano (região dos Grandes Lagos da África Oriental), com todos os seus vulcões activos. Esta estrutura entronca a norte no Mar Vermelho e Golfo de Adén (onde existe já fundo oceânico formado), constituindo, portanto uma junção tripla. Nas zonas de subducção, existe também importante actividade vulcâ-

nica. São exemplo deste facto as cadeias de vulcões da costa oeste americana (nas cordilheiras dos Andes e das Cascades), ou os arquipélagos da Indonésia, Filipinas, Marianas, Japão, etc.. De facto, a maioria dos mais perigosos vulcões da Terra situa-se neste contexto geotectónico. Nas fronteiras transformantes não existe vulcanismo. As manifestações sísmicas ocorrem nos três tipos de fronteira de placa, com sismos superficiais nas fronteiras construtivas e transformantes e sismos superficiais, intermédios e profundos associados às zonas de subducção e colisão.

Na junção tripla dos Açores estão envolvidas fronteiras de placa construtivas e transformantes. A placa Americana situa-se a oeste do Rifte Médio Atlântico, que a separa das placas Eurasiática e Africana. Estas estão, por sua vez, divididas por uma importante falha transcorrente – a Falha Açores-Gibraltar. O local onde esta estrutura encontra o rifte é o Ponto Triplo dos Açores.

Poderia, então, pensar-se que a actividade vulcânica no arquipélago se relaciona com o Rifte Médio Atlântico. No entanto não parece ser este o caso pois as ilhas não se situam sobre esta estrutura (cuja orientação no sector dos Açores é próxima de Norte-Sul), definindo, antes, um alinhamento oblíquo ONO-ESE que cruza o

rifte. Até há cerca de 10 Ma (milhões de anos) o troço açoriano da fronteira de placas entre a Eurásia e a África situava-se a sul da posição actual do arquipélago. As ilhas não existiam então. Por essa altura o ponto triplo começou a migrar para norte, e a fronteira entre a Eurásia e a África tornou-se oblíqua à crista média e à direcção de expansão dos fundos oceânicos (LUÍS *et al.*, 1998). Esta obliquidade e a diferença das taxas de expansão a norte e a sul do ponto triplo (ligeiramente superior a norte) originam um regime tectónico trans-tensivo neste segmento da fronteira de placas. A placa Eurasiática desloca-se para Este, tal como a Africana, mas um pouco mais rapidamente (o movimento diferencial é de cerca de 0,3 a 0,5 cm/ano; MADEIRA, 1998). A transtensão manifesta-se por uma componente de abertura (associada a desligamento) que permite a ascensão magmática e conseqüente actividade vulcânica no sector açoriano da Falha Transcorrente Açores-Gibraltar. Alguns autores consideram que a este quadro tectónico se junta a acção de uma pluma mantélica (estrutura convectiva sub-litosférica que transporta material do manto a elevada temperatura até zonas pouco profundas onde sofre fusão parcial) que justifica a elevada actividade magmática que aqui se observa.

MAGMAS, VULCANISMO E ESTILOS ERUPTIVOS

Em ambiente intra placa oceânica e nas dorsais oceânicas os magmas são geralmente de natureza basáltica. Estes magmas caracterizam-se por teores em sílica baixos (40-50%) relativamente a outras composições magmáticas (designadas intermédias e ácidas). O teor em sílica está também relacionado com o volume de voláteis (água e gases) dissolvidos no magma. As lavas mais básicas (basaltos) são mais pobres em sílica e em fluidos, enquanto que as lavas intermédias e ácidas apresentam teores progressivamente mais elevados de sílica e de voláteis. Ambos os aspectos constituem os factores intrínsecos ao magma mais importantes para as características das erupções. Quanto menor o teor em sílica, menos longas e complexas são as moléculas que se formam no líquido magmático em processo de cristalização. Este factor torna os magmas básicos mais fluidos. Pelo contrário, à medida que o teor em sílica aumenta mais complexas e longas são as moléculas de silicatos (a maioria dos minerais que constituem as rochas magmáticas são silicatos) que se formam no líquido magmático. Por esta razão, os magmas intermédios e ácidos são tanto mais viscosos quanto maior for o teor em sílica. Os voláteis dissolvidos no magma sofrem exsolução à medida

que o líquido ascende para a superfície em resultado do decréscimo de pressão. Contudo, as bolhas de gás que se formam têm maior dificuldade em libertar-se quanto mais viscoso for o líquido em que estão contidas. Além disso, quanto mais viscoso for o magma maior o teor em voláteis. A dificuldade em libertar os gases torna as erupções mais violentas pois a pressão dos gases é o principal mecanismo propulsor do processo eruptivo.

Os magmas primários básicos podem, contudo, dar origem a líquidos magmáticos mais ricos em sílica por um processo chamado Cristalização Fraccionada. Este mecanismo resulta do facto de as rochas vulcânicas serem formadas por minerais com composições variadas e que cristalizam a temperaturas diferentes. Os minerais que se formam primeiro, a temperaturas mais elevadas, são os que incluem quantidades menores de sílica na sua composição e maior quantidade de elementos como magnésio e ferro (olivina e piroxena, por exemplo). Deste modo, ao cristalizar uma dada quantidade desses minerais, que vão sendo extraídos por decantação gravítica, o líquido remanescente adquire composição diferente da original, aumentando a concentração dos compostos e elementos que não são utili-

zados ou que entram em menor proporção na composição dos primeiros minerais que se formam. Assim, a partir de um líquido inicial de composição basáltica podem produzir-se volumes significativos de líquidos enriquecidos em sílica. Este processo ocorre em câmaras magmáticas e bolsadas onde os magmas estacionam antes de atingir a superfície. Nos Açores este processo é comum nos edifícios vulcânicos que atingiram um certo grau de desenvolvimento. Estes vulcões, formados por numerosas erupções (vulcões poligénicos), desenvolvem bolsadas pouco profundas onde se acumulam progressivamente líquidos mais evoluídos, que atingem a composição traquítica (um magma ácido).

Outros mecanismos, extrínsecos à composição do magma, podem igualmente contribuir para as características eruptivas. Tal é o caso da presença de água em contacto com o magma. Determinadas proporções magma/água provocam significativo acréscimo de explosividade para uma mesma composição magmática.

Nas ilhas açorianas encontram-se dois grandes tipos de sistemas vulcânicos: os sistemas fissurais, constituídos por pequenos edifícios vulcânicos monogenéticos (formados por uma só erupção) alinhados sobre fracturas ou falhas, e os vulcões do tipo central, poligénicos, construídos

pela acumulação dos produtos vulcânicos de sucessivas erupções.

Os sistemas fissurais caracterizam-se pela erupção de magmas básicos. Os vulcões centrais, contudo, apresentam uma evolução das composições dos magmas ao longo do tempo, desde magmas básicos numa fase inicial, passando a líquidos magmáticos progressivamente mais evoluídos até atingir composição traquítica. Durante a fase de erupção de magmas ácidos formam-se caldeiras no topo dos vulcões centrais. Este processo resulta do esvaziamento parcial de bolsadas magmáticas superficiais e do abatimento da parte central do vulcão, criando uma depressão no cume do edifício. De todos os edifícios centrais dos Açores, apenas o vulcão do Pico não atingiu ainda este estágio. Quase todas as ilhas do arquipélago apresentam os dois tipos de sistemas vulcânicos. Em S. Miguel existem quatro vulcões centrais (o conjunto Povoação/Nordeste, inactivo, e os vulcões activos de Furnas, Fogo e Sete Cidades) e um sistema fissural activo a ligar os maciços do Fogo ao das Sete Cidades. Na Terceira há o mesmo número de sistemas vulcânicos: os vulcões centrais da Serra do Cume, Guilherme Moniz (inactivos), Pico Alto e Santa Bárbara (activos), atravessados por um sistema fissural activo. A ilha Graciosa é constituída pelo vulcão central da Caldeira, a

sueste, e por um sistema fissural a noroeste, ambos activos. S. Jorge é a única ilha onde não existe um vulcão central, sendo formada apenas por um sistema fissural a todo o seu comprimento. O Pico possui o vulcão central activo da Montanha do Pico a oeste, o vulcão central inactivo do Topo na região central, e um sistema fissural activo a oriente. No Faial reconheceram-se dois edificios centrais, o vulcão da Ribeirinha, inactivo, e o vulcão da Caldeira ainda activo, e dois sistemas fissurais, um na região da Horta, provavelmente activo, e outro activo na Península do Capelo. A ilha das Flores é um grande maciço vulcânico poligénico com alguma actividade vulcânica pré-histórica, enquanto que a do Corvo é formada por um único vulcão central provavelmente inactivo.

A erupção de lava de composição basáltica, em ambiente sub-aéreo, caracteriza-se por apresentar baixa explosividade, sendo o volume principal dos produtos extruídos constituído por derrames lávicos. Os estilos eruptivos característicos destes eventos são os que se designam como havaiano e estromboliano. As erupções iniciam-se por fissuras mais ou menos longas, fixando-se, ao fim de algum tempo, num sector restrito. A acumulação, em torno do centro eruptivo, dos produtos fragmentados (piroclastos) mais grosseiros edifica

um cone. A forma e o número de crateras dependem do número de bocas com actividade explosiva. Destas bocas elevam-se jactos de lava geralmente com algumas dezenas a centenas de metros de altura (estilo havaiano), ou colunas eruptivas mais desenvolvidas que podem atingir 3-4 km de altura (estilo estromboliano).

Os derrames lávicos são geralmente emitidos por bocas laterais junto à base do cone e raramente pela cratera. Dada a dimensão das ilhas, os declives geralmente fortes e as elevadas taxas iniciais de efusão da lava, os derrames atingem frequentemente a costa, na maioria das vezes em poucas horas.

Contudo, estas características alteram-se quanto existe água disponível para interagir com o magma. As erupções em que isto sucede são chamadas hidromagmáticas. Estas condições ocorrem quer com corpos de água livre (lagos, mar), quer com água subterrânea (aquíferos), ou mesmo sob calotes glaciares (como na Islândia ou na Antártida). Em qualquer dos casos a explosividade aumenta. A vaporização da água em contacto com a lava, associada à fragmentação da lava cuja superfície é arrefecida pelo contacto com a água, produzem uma mistura de vapor sob pressão e fragmentos de lava ou de rocha preexistente, que origina colunas eruptivas características. Estas são marcadas

pela existência de nuvens convolutas de vapor branco e jactos negros de fragmentos rochosos. No caso de ocorrer interacção com água subterrânea, a rocha que separa a zona de contacto da superfície pode ser fragmentada e os fragmentos projectados, criando uma cratera no chão e um anel de fragmentos rochosos acumulados em torno desta. Estes centros eruptivos são designados «maares» e contêm geralmente lagos. As erupções com estas características são chamadas freato-magmáticas. Quando ocorrem a profundidades inferiores a cerca de 400 m, as erupções subaquáticas (nos Açores predominantemente submarinas) apresentam manifestações à superfície. A coluna eruptiva chega à superfície e frequentemente a acumulação de material piroclástico, mais abundante que nas erupções sub-aéreas, forma um cone que pode emergir originando uma ilha. Este estilo eruptivo foi consagrado na literatura científica com a designação de erupção surtsiana (do vulcão Surtsey, na Islândia). A erupção dos Capelinhos foi deste tipo; Victor Hugo Forjaz defende que deveria ter dado origem à designação de «erupção capeliniana» pois antecedeu a do Surtsey e foi estudada por cientistas portugueses e estrangeiros (RIBEIRO & BRITO, 1957/58; TAZIEFF, 1959; ZBYSZEWSKI & VEIGA-FERREIRA, 1959, 1962).

A emissão de magmas de composição mais evoluída (mugaritos, traquitos) origina, geralmente, erupções altamente explosivas. Formam-se colunas eruptivas que atingem altitudes da ordem das dezenas de quilómetros, a partir das quais «chove» cinza e lapili (normalmente de pedra-pomes). Estes produtos de queda podem atapetar áreas extensas com espessuras consideráveis de depósitos. Estas são as erupções designadas como plinianas. Frequentemente ocorrem, em associação, episódios de fluxo piroclástico em que materiais piroclásticos e gases a elevada temperatura se deslocam rente ao solo a grande velocidade. A interferência com água (subterrânea ou superficial) incrementa também a explosividade. São comuns os episódios hidromagmáticos neste tipo de erupção, gerando depósitos de materiais piroclásticos mais finos e ricos em fragmentos de rochas preexistentes (fragmentos líticos). Na sequência de chuvas intensas, potenciadas pela condensação em torno das partículas finas que ficam em suspensão na atmosfera, durante e/ou após estas erupções e em resultado da destruição da cobertura vegetal e presença dos produtos piroclásticos disponíveis à superfície, são desencadeadas enxurradas com elevada viscosidade e capacidade de transporte (lahares). Na fase terminal, quando a maior parte dos gases foi consumida, a lava já bastan-

te desgaseificada perde a sua explosividade e origina derrames. Estes, dada a elevada viscosidade destas lavas, constituem domas (relevos hemi-

esféricos resultantes da acumulação de lava sobre a conduta) ou escoadas espessas e curtas (coulées).

ERUPÇÕES HISTÓRICAS E PRÉ-HISTÓRICAS NOS AÇORES

Desde que se iniciou o povoamento do arquipélago no século XV, registaram-se numerosas erupções nas ilhas e na região imersa em torno delas. Foram referenciadas erupções nas ilhas de S. Miguel, Terceira, S. Jorge, Pico e Faial e no mar junto ao litoral destas ilhas ou sobre relevos submarinos pouco profundos (bancos submarinos) na área dos grupos central e oriental. O número de eventos considerados tem variado de autor para autor de acordo com a interpretação que é feita dos documentos coevos, conforme os critérios utilizados na contabilização e à medida que ocorrem novas erupções ou são adquiridos novos dados.

As primeiras publicações indicam entre 18 (MACHADO, 1958; ZBYSEWSKI, 1963) e 32 eventos (WESTON, 1963/64). As análises mais recentes (MADEIRA, 1998; 2005) apontam para a ocorrência registada de 26 erupções (TABELA I). Na realidade muitas outras deverão ter ocorrido, mas as grandes profundidades existentes em áreas significativas da região dos Açores impedem que as manifestações atinjam a superfície.

Das TABELA I e FIGURA 1, verifica-se que 15 daquelas erupções ocorreram no mar e apenas 11 em terra.

Algumas erupções submarinas são pouco profundas e idênticas à dos Capelinhos. Podem incluir-se neste grupo as de 1638, 1682, 1720, 1800, 1811, 1867 e 1957/58. Estes eventos ocorreram junto ao litoral ou no cume de bancos submarinos pouco profundos. Tratam-se de erupções surtsianas, caracterizadas pela emissão de jactos de piroclastos e nuvens de vapor, com edificação rápida de cones submarinos que, ao emergirem, constituem ilhas. Estas ilhas são frequentemente efêmeras, como sucedeu com as que se formaram em 1638, na erupção de 1720 no Banco D. João de Castro, ou a que deu origem ao episódio da ilha Sabrina em 1811. Muitas vezes a erosão marinha arrasa a ilha rapidamente. Note-se que o topo do Banco D. João de Castro se encontra actualmente a cerca de 10 m de profundidade, o que corresponde aproximadamente ao limite inferior da acção da ondulação mais forte. Noutros casos, o novo edifício resiste e origina uma ilha que permanece durante alguns milhares

TABELA I
ERUPÇÕES HISTÓRICAS NOS AÇORES

n.º	Ano	Localização	Estrutura
1	1439/43	S. Miguel	Pico do Gaspar – Furnas
2	1562/63	Pico	Pico do Cavaleiro (actualmente Cabeços do Fogo)
3	1563/64	S. Miguel	Lagoa do Fogo e Pico do Sapateiro (Pico Queimado)
4	1580	S. Jorge	Ribeira do Almeida, Queimada e Ribeira do Nabo
5	1630	S. Miguel	Lagoa Seca – Furnas
6	1638	no mar	Ao largo da Ponta da Candelária (S. Miguel)
7	1652	S. Miguel	Picos de João Ramos e do Paio (Pico do Fogo)
8	1672/73	Faial	Cabeço do Rilha Boi (Cabeço do Fogo) e Pincarito
9	1682	no mar	Ao largo de Mosteiros (S. Miguel)
10	1718	Pico	Lomba de Fogo, Cabeço de Cima e Cabeço de Baixo
11	1720	Pico	Cabeço do Soldão (actualmente Cabeços do Fogo)
12	1720	no mar	Formou uma ilha no Banco D. João de Castro
13	1761	Terceira	Pico das Caldeirinhas e Mistério Negro
14	1800	no mar	Ao largo da Ponta do Topo (S. Jorge)
15	1808	S. Jorge	Pico do Pedro, Entre Ribeiras e Areias de Santo Amaro
16	1811	no mar	Ao largo da Ponta da Ferraria (S. Miguel), Ilha Sabrina
17	1867	no mar	Ao largo da Ponta da Serreta (Terceira)
18	1902	no mar	Ao largo da Ponta do Topo (S. Jorge)
19	1904	no mar	A sul da Ponta da Ferraria (S. Miguel)
20	1907	no mar	Junto à costa sul de S. Miguel
21	1911	no mar	Banco do Mónaco
22	1957/58	Faial	Capelinhos e explosões freáticas na Caldeira
23	1963	no mar	Ao largo do Cachorro (Pico)
24	1964	no mar	Ao largo a Oeste das Velas (S. Jorge)
25	1981	no mar	Banco do Mónaco
26	1998/01	no mar	A WNW da Ponta da Serreta (Terceira)

Retirado de MADEIRA (2005): baseado em MACHADO (1958), ZBYSZEWSKI (1963), WESTON (1963/64), FORJAZ (1992), QUEIROZ *et al.* (1995), e relatos coevos (ARAÚJO, 1801; AVELLAR, 1902; CANTO, 2001; CORDEIRO, 1981 [1717]; DIAS, 1936; DRUMMOND, 1981 [1846-1864]; MACEDO, 1871; MALDONADO, 1989 [1711]; MONTE ALVERNE, 1988 [ca. 1700]; FRUTUOSO, 1978 [1583?]; 1981[1583?]; 1987[1583?], 1991 [1583?]).

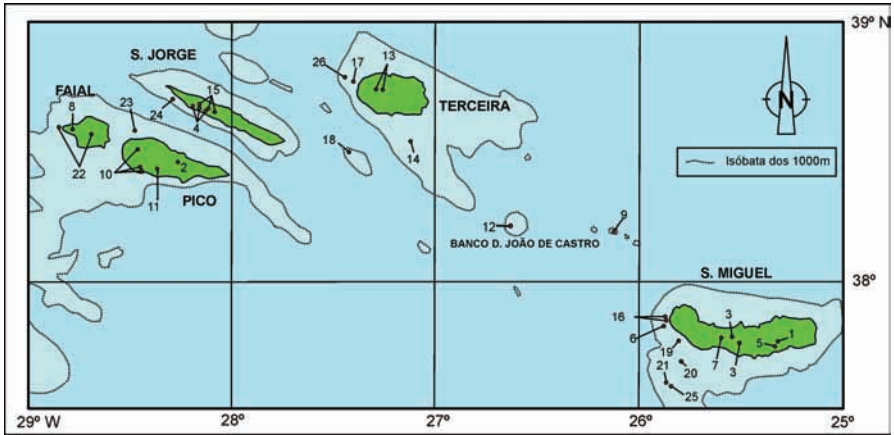


FIGURA 1 – Localização das erupções históricas no arquipélago dos Açores (numeração de acordo com a da TABELA I); modificado de MADEIRA, 2005.

de anos; exemplos pré-históricos são os cones surtsianos do Ilhéu de Vila Franca do Campo, Ilhéu das Cabras ou Ilhéus da Madalena. Sucede também a erupção ocorrer tão perto da costa que o cone recém-formado acaba por encostar à ilha principal. Exemplos desta situação são os cones dos Capelinhos e Monte da Guia (Faial), Monte Brasil (Terceira), Morro Grande das Velas e Morro do Lemos (S. Jorge) ou o Morro de Capelas (S. Miguel).

Nalgumas situações, como sucedeu nos eventos de 1867, 1911 e 1964, apesar de ocorrerem a profundidades reduzidas (~200 m), as erupções manifestam-se apenas por jactos de água e/ou cheiros sulfurosos.

Se as erupções submarinas têm lugar a profundidades um pouco superiores

(em torno dos 400 m) as manifestações que atingem a superfície são muito menos evidentes, podendo facilmente passar despercebidas. Tal foi o caso da erupção da Serreta em 1998. Neste evento chegaram à superfície numerosos blocos ocós de basalto que flutuavam durante alguns minutos, originando plumas de vapor com alguns metros de altura (GASPAR *et al.*, 2000; MADEIRA, 2000). Por vezes, em períodos de maior intensidade, a pluma eruptiva submarina, constituída por minúsculas partículas de vidro vulcânico e bolhas de gás, aflorava dando origem a manchas e descolorações à superfície do mar. Relatos de erupções anteriores (ZBYSZEWSKI, 1963; WESTON, 1963/64; FORJAZ, 1992) são similares às observações feitas na Serreta o que sugere ter-se

tratado de eventos do mesmo tipo. Nestes incluem-se as manifestações de 1800, 1963 e 1981.

Quando a profundidade é superior, apenas por métodos indirectos se pode inferir a ocorrência de uma erupção. No caso dos Açores existem três relatos de cortes de cabos submarinos em 1902, 1904 e 1907; nos três casos a recuperação dos cabos para reparação revelou que estes se encontravam queimados, com a borracha do isolamento derretida ou com material piroclástico colado, confirmando as manifestações eruptivas. Segundo o Coronel Afonso Chaves (*in* ZBYSEWSKI, 1963), nenhuma sismicidade foi registada durante o evento de 1902. Situação parecida ocorreu em 1998, quando a rede sísmica, muito mais sensível e numerosa, registou apenas micro-sismicidade ligeira na área da erupção da Serreta.

As erupções basálticas sub-aéreas caracterizam-se por manifestações que se enquadram nos estilos havaiano e estromboliano. Normalmente formam-se fontes de lava ou pequenas plumas eruptivas, e derrame de lava. Erupções deste tipo constituem a maioria dos eventos associados aos sistemas fissurais basálticos nas áreas emersas das ilhas. Em tempos históricos ocorreram erupções com estas características em 1562/63, 1718 e 1720 no Pico, 1564 em S. Miguel, 1580 e 1808 em S. Jorge, 1672/73 no Faial, e 1761

na Terceira. Tratam-se de eventos que raramente provocam vítimas, embora existam registos de mortes na erupção de 1672/73 no Faial, onde pelo menos três pessoas pereceram por terem ficado encurraladas pelos derrames lávicos; há também relatos de mortes causadas por asfixia por dióxido de carbono em zonas deprimidas (depressões naturais ou poços) onde aquele gás, mais denso que o ar, se acumula; casos destes ocorreram nas erupções de 1718 (2 vítimas) e 1808 (3 vítimas).

No entanto, existem situações em que mesmo as erupções basálticas sub-aéreas podem gerar manifestações muito perigosas. É o caso de vários eventos que estão documentados na ilha de S. Jorge, com a formação de escoadas piroclásticas basálticas. Eventos deste tipo ocorreram nas erupções de 1580 e 1808, tendo provocado mais de duas dezenas de mortos. Também se encontram na ilha depósitos de fluxos piroclásticos de erupções pré-históricas, mostrando que estas são manifestações recorrentes na ilha. Uma parte destes eventos deve-se a actividade freato-magmática (nuvens de surge) ou a colapso gravítico de cones em crescimento ou de escoadas lávicas espessas nas íngremes vertentes da ilha (nuvens ardentes).

Outro tipo de manifestações está representado por eventos pré-históricos

que ainda não ocorreram após o povoamento. Trata-se de erupções basálticas freato-magmáticas que originaram crateras do tipo «maar», frequentes na ilha das Flores e em S. Miguel.

As erupções associadas a magmas de composição intermédia encontram-se geralmente associadas a vulcões do tipo central. Em tempos históricos apenas uma erupção envolvendo magmas intermédios foi registada em S. Miguel, mas curiosamente na zona fissural dos Picos. Trata-se do evento de 1652 nos Picos do Paio e João Ramos onde uma erupção de curta duração emitiu bombas, lapili e cinzas e edificou dois domas de lava viscosa (FERREIRA, 2000). Numerosas erupções deste tipo ocorreram na ilha Terceira, originando os numerosos domas que cobrem as vertentes e interior das caldeiras dos vulcões de Santa Bárbara e Pico Alto.

As erupções envolvendo magmas ácidos são menos frequentes mas de magnitude muito superior. Para além dos eventos reconhecidos no registo geológico (nos vulcões centrais das Furnas, Fogo, Sete Cidades, Santa Bárbara, Pico Alto, Guilherme Moniz, Graciosa, Faial e Flores), ocorreram já três eventos em período histórico. Destas erupções, duas tiveram lugar no interior da Caldeira das Furnas (1439/43 e 1630) e outra no vulcão do Fogo (1563) em S. Miguel.

A primeira, reconhecida com base em trabalho de campo (QUEIROZ *et al.*, 1995), deu origem ao Pico do Gaspar, localizado entre a lagoa e a povoação das Furnas. Este evento coincidiu com o início do povoamento de S. Miguel e apenas foi observado na sua fase final, durante a qual se formou o doma localizado no interior do cone de pedra-pomes. Em 1563 aconteceu outra erupção traquítica, desta vez no Vulcão do Fogo. A erupção originou uma coluna eruptiva de grande dimensão e, por acção de ventos de oeste, cobriu de cinzas e pedra-pomes toda a região oriental da ilha. Durante seis dias toda a área ficou imersa em escuridão. Registaram-se espessuras de depósitos de 5 m nas áreas mais próximas do centro eruptivo. A erupção formou uma cratera com 2 km de perímetro e 400 m de profundidade que se pensa corresponder à enseada leste da Lagoa do Fogo. As manifestações eruptivas apresentaram características plinianas e freato-plinianas. Em 1630 deu-se a erupção da Lagoa Seca, a sul da Lagoa das Furnas. Sismicidade intensa precedeu em seis horas o início da erupção. A explosão inicial despoletou um escorregamento nas arribas de Ponta Garça (COLE *et al.*, 1995). A emissão de cinzas causou escuridão nos dias que se seguiram ao início da erupção. Os depósitos de pedra-pomes e cinzas cobriram os terrenos com espessuras

superiores a meio metro para leste de Vila Franca. Na região mais próxima do centro eruptivo acumularam-se cinco a seis metros de espessura. Existem relatos de queda de cinzas desde Santa Maria às Flores e Corvo. Tal como na primeira erupção, o evento terminou com a edificação de um doma traquítico. As explosões iniciais, os escorregamentos nas arribas litorais da costa sul e algumas escoadas piroclásticas causaram 150 a 300 vítimas na Caldeira das Furnas e

em Ponta Garça. Tratou-se da erupção mais mortífera nos Açores; contudo, o número elevado de vítimas advém do facto de haver muita gente acampada em torno da Lagoa das Furnas por se tratar da época de colher a baga de loureiro.

Todavia, erupções muito maiores ocorreram nas ilhas em tempos pré-históricos e são essas que devem ser consideradas na avaliação do risco vulcânico associado aos vulcões centrais dos Açores.

SÍNTESE

A erupção dos Capelinhos corresponde a um dos vários tipos de erupções que se conhecem nos Açores. Esse conhecimento advém das descrições coevas dos eventos registados desde o povoamento do arquipélago, mas também de erupções recentes pré-povoamento que deixaram o seu testemunho no registo geológico. Verifica-se que as manifestações de maior magnitude e perigosidade são as que estão associadas aos vulcões centrais com emissão de magmas traquíticos.

Estas apresentam a potencialidade de afectar toda uma ilha como se verificou em algumas das erupções históricas de S. Miguel, mas também em erupções pré-históricas no Faial ou na ilha Terceira. As manifestações basálticas, para além de prejuízos materiais e da perturbação temporária das actividades socioeconómicas, apresentam menor perigosidade, embora possam gerar perigosas e mortíferas escoadas piroclásticas como está documentado em erupções de S. Jorge.

BIBLIOGRAFIA

ARAÚJO, L. A. (1801), *Memoria chronologica dos tremores mais notaveis e irrupções de fogo, acontecidos nas ilhas dos Açores...* Lisboa, Typographia Chalcographica e

Litterária do Arco do Cego (Edição fac-símile, Ponta Delgada, 1977).
AVELLAR, J. C. S. (1902), *Ilha de S. Jorge (Açores): apontamentos para a sua histó-*

- ria. Horta, Typographia Minerva Insulana.
- CANTO, E. (Editor) (2001), *Arquivo dos Açores*. Reprodução fac-similada editada em CD-Rom pela Universidade dos Açores.
- 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*, 69: 117-135.
- CORDEIRO, A. (1981 [1717]), *História Insulana das ilhas a Portugal sugeytas no Oceano Occidental*. Reimpressão fac-similada da edição *Princeps*, Angra do Heroísmo, Secretaria Regional da Educação e Cultura da Região Autónoma dos Açores.
- DIAS, U. M. (1936), *História do valle das Furnas*. Vila Franca do Campo, s.e..
- DRUMMOND, F. F. (1981 [1846-1864]), *Anais da ilha Terceira*. Reimpressão fac-similada, Angra do Heroísmo, Secretaria Regional da Educação e Cultura da Região Autónoma dos Açores, 4 volumes.
- FERREIRA, T. (2000), *Caracterização da actividade vulcânica da ilha de S. Miguel (Açores): vulcanismo basáltico recente e zonas de desgaseificação. Avaliação de riscos*. Ponta Delgada, Universidade dos Açores [Tese de doutoramento].
- FORJAZ, V. H. (1992), Considerações sobre o risco vulcânico dos Açores. In «10 anos após o sismo de 1 de Janeiro de 1980», C. S. Oliveira, A. R. A. Lucas e J. H. Correia Guedes (editores), Angra do Heroísmo/Lisboa, Secretaria Regional da Habitação e Obras Públicas da Região Autónoma dos Açores e Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1: 215-221.
- FRUTUOSO, G. (1978 [1583?]), *Livro Sexto das Saudades da Terra*. 2.^a edição. Ponta Delgada, Instituto Cultural de Ponta Delgada.
- IDEM (1981), *Livro Quarto das Saudades da Terra*. Volume II. Ponta Delgada, Instituto Cultural de Ponta Delgada.
- IDEM (1987), *Livro Quarto das Saudades da Terra*. Volume III. Ponta Delgada, Instituto Cultural de Ponta Delgada.
- IDEM (1991), *Livro Quarto das Saudades da Terra*. Volume I. Ponta Delgada, Instituto Cultural de Ponta Delgada.
- GASPAR, J. L.; QUEIROZ, G.; FERREIRA, T.; COUTINHO, R.; ALMEIDA, M. H.; WALLENSTEIN, N. & PACHECO, J. M. (2000), The volcanic eruption of 1998-1999 on the Serreta Submarine Ridge (W of Terceira island, Azores): eruptive model. *Livro de Resumos da 2.^a Assembleia Luso Espanhola de Geodesia e Geofísica*, Lagos, Instituto Geofísico Infante D. Luís: 355-356.
- LÚIS, J. F.; MIRANDA, J. M.; GALDEANO, A. & PATRIAT, P. (1998), Constraints on the structure of the Azores spreading center from gravity. *Marine Geophysical Research*, 20 (3): 157-170.
- MACEDO, A. L. S. (1871), *História das quatro ilhas que formam o Distrito da Horta*. Horta, Typographia de L. P. Silva Correa, 3 volumes (reimpressão fac-similada da Secretaria Regional da Educação e Cultura da Região Autónoma dos Açores, 1981).
- MACHADO, F. (1958), Variação secular do vulcanismo açoreano. *Boletim do Núcleo Cultural da Horta*, 1 (3): 225-235.
- 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].
- IDEM (2000), O controlo estrutural da erupção da Serreta (Terceira, Açores). *Livro de*

- Resumos da 2.^a Assembleia Luso Espanhola de Geodesia e Geofísica*, Lagos, Instituto Geofísico Infante D. Luís: 353-354.
- IDEM (2005), *The volcanoes of Azores Islands: a world-class heritage. Examples from Terceira, Pico, and Faial Islands*. Field Trip Guide Book, IV International Symposium ProGEO on the Conservation of the Geological Heritage, Braga, LATTEX.
- MALDONADO, M. L. (1989 [1711]), *Fenix Angrence*. Angra do Heroísmo, Instituto Histórico da Ilha Terceira, 1989, 2 volumes.
- MONTE ALVERNE, A. (1988 [ca. 1700]), *Crónicas da Província de S. João Evangelista das ilhas dos Açores...* Ponta Delgada, Instituto Cultural de Ponta Delgada, 2.^a edição, 1988, 3 volumes.
- QUEIROZ, G.; GASPAS, J. L.; COLE, P. D.; GUEST, J. E.; WALLENSTEIN, N.; DUNCAN, A. M. & PACHECO, J. (1995), Erupções vulcânicas no Vale das Furnas (ilha de S. Miguel, Açores) na primeira metade do século XV. *Açoreana*, 8 (1): 159-165.
- RIBEIRO, O. & BRITO, R. S. (1957/58), Primeira notícia da erupção dos Capelinhos na ilha do Faial. *Naturália*, 7 (1/4): 192-224.
- TAZIEFF, H. (1959), L'éruption de 1957-1958 et la tectonique de Faial (Açores). *Memórias dos Serviços Geológicos de Portugal*, 4: 71-88.
- WESTON, F. S. (1963/64), List of recorded volcanic eruptions in the Azores with brief reports. *Boletim do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Faculdade de Ciências de Lisboa*, 10 (1): 3-18.
- ZBYSZEWSKI, G. (1963), Les phénomènes volcaniques modernes dans l'archipel des Açores. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, 47.
- ZBYSZEWSKI, G. & VEIGA-FERREIRA, O. (1959), Rapport de la deuxième mission géologique sur le volcanisme de l'île de Faial. *Memórias dos Serviços Geológicos de Portugal*, 4: 29-55.
- ZBYSZEWSKI, G. & VEIGA-FERREIRA, O. (1962), Compte rendu de deux visites au volcan de Capelinhos (Açores) après son éruption. *Memórias dos Serviços Geológicos de Portugal*, 9: 21-25.