

DIANA DE JESUS FERREIRA PONTE

**CONTRIBUIÇÃO PARA O CONHECIMENTO DAS SEQUÊNCIAS
ERUPTIVAS DOS VULCÕES DO FOGO E DAS FURNAS,
ENTRE RIBEIRINHA E LOMBA DA MAIA, SÃO MIGUEL (AÇORES)**



**DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DOS AÇORES
PONTA DELGADA**

2013

DIANA DE JESUS FERREIRA PONTE

**CONTRIBUIÇÃO PARA O CONHECIMENTO DAS SEQUÊNCIAS
ERUPTIVAS DOS VULCÕES DO FOGO E DAS FURNAS,
ENTRE RIBEIRINHA E LOMBA DA MAIA, SÃO MIGUEL (AÇORES)**

**TESE APRESENTADA À UNIVERSIDADE DOS AÇORES PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
EM VULCANOLOGIA E RISCOS GEOLÓGICOS**

**ORIENTADORES:
PROFESSOR DOUTOR NICOLAU WALLENSTEIN
UNIVERSIDADE DOS AÇORES**

**PROFESSOR ANGUS DUNCAN
UNIVERSITY OF BEDFORDSHIRE**



**DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DOS AÇORES
PONTA DELGADA
2013**

À minha mãe

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....	V
ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS.....	IX
ÍNDICE DE TABELAS.....	XI
AGRADECIMENTOS	XIII
PREÂMBULO.....	XV
RESUMO	XVII
ABSTRACT	XIX
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA.....	1
1.2 ENQUADRAMENTO GEODINÂMICO E VULCANOLÓGICO.....	3
1.3 ENQUADRAMENTO VULCANOESTRATIGRÁFICO	6
1.3.1 Vulcão do Fogo.....	6
1.3.1.1 Geomorfologia e Tectónica.....	6
1.3.1.2 Vulcanoestratigrafia	8
1.3.2 Vulcão das Furnas.....	21
1.3.2.1 Geomorfologia e Tectónica.....	21
1.3.2.2 Vulcanoestratigrafia	23
2 VULCANOESTRATIGRAFIA	35
2.1 METODOLOGIA	35
2.2 TRABALHO DE CAMPO.....	38
2.2.1 Unidade de Base	38
2.2.2 Unidade Intermédia.....	44

2.2.2.1	Formação de S. Brás	44
2.2.2.2	Formação do Porto Formoso	49
2.2.2.3	Formação da Chã das Gatas	55
2.2.2.4	Formação da Coroa da Mata	60
2.2.2.5	Sequência Indiferenciada Ante-Fogo A	64
2.2.3	Unidade Recente	66
2.2.3.1	Formação do Fogo A	66
2.2.3.2	Fogo B.....	67
2.2.3.3	Furnas C	70
2.2.3.4	Fogo 1563.....	72
3	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	75
3.1	NOTA PRÉVIA.....	75
3.2	UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS NA ÁREA DE ESTUDO.....	76
3.2.1	Unidade de Base	77
3.2.1.1	Sequência Eruptiva no Porto de Santa Iria.....	77
3.2.1.2	Sequência Eruptiva na Praia da Viola.....	78
3.2.2	Unidade Intermédia.....	81
3.2.2.1	Formação de S. Brás	81
3.2.2.2	Formação do Porto Formoso	83
3.2.2.3	Formação da Chã das Gatas	84
3.2.2.4	Formação da Coroa da Mata	88
3.2.2.5	Sequência Indiferenciada Ante-Fogo A	89
3.2.3	Unidade Recente	90
3.2.3.1	Depósitos correlacionados	90
3.2.3.2	Depósitos não correlacionados.....	93
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	95
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99

ANEXOS

ANEXO I – LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DOS AFLORAMENTOS DOCUMENTADOS.....A-1

ANEXO I.1. TABELA COM AS COORDENADAS DOS AFLORAMENTOS DOCUMENTADOS.....A-3

ANEXO I.2. MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS AFLORAMENTOS DOCUMENTADOS.....A-5

Por opção da autora este documento não foi escrito ao abrigo do Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa de 1990.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 - Localização geográfica da ilha de São Miguel, no arquipélago dos Açores.....	1
Figura 1.2 - Localização da área de estudo na costa norte da zona central da ilha de São Miguel (coordenadas, em metros, da zona 26S da quadrícula UTM).....	2
Figura 1.3 - Representação esquemática das principais estruturas que contextualizam o arquipélago dos Açores. NA - Placa Norte Americana; Eu - Placa Euroasiática; Nu - Placa Africana (Núbia); MAR - Crista Médio-Atlântica; RT - Rifte da Terceira <i>s.l.</i> (área a sombreado); EAFZ - Zona de Fractura Este dos Açores; GF - Falha Gloria (adaptado de Hipólito <i>et al.</i> , 2011).	3
Figura 1.4 - Identificação dos complexos vulcânicos da ilha de São Miguel. 1 - Complexo Vulcânico das Sete Cidades; 2 - Sistema Vulcânico Fissural dos Picos; 3 - Complexo Vulcânico do Fogo; 4 - Sistema Vulcânico Fissural do Congro; 5 - Complexo Vulcânico das Furnas; 6 - Complexo Vulcânico da Povoação; 7 - Complexo Vulcânico do Nordeste.	5
Figura 1.5 - Representação tridimensional da altimetria da região do maciço vulcânico do Fogo (limites baseados em Wallenstein, 1999), elaborada com base na Carta Militar de Portugal, folhas 28, 29, 32 e 33 (IGeoE, 2002) (coordenadas, em metros, da zona 26S da quadrícula UTM).....	6
Figura 1.6 - Aspectos geomorfológicos e tectónicos da região do maciço vulcânico do Fogo (adaptado de Wallenstein, 1999).	7
Figura 1.7 - Escala vulcanoestratigráfica geral do Vulcão do Fogo, de acordo com o proposto por Wallenstein (1999).	8
Figura 1.8 - Representação do testemunho da sondagem realizada no flanco norte do Vulcão do Fogo em 1973 (adaptado de Muecke <i>et al.</i> , 1974).	9
Figura 1.9 - Organização vulcanoestratigráfica do Grupo Superior, de acordo com o proposto por Wallenstein (1999).	11
Figura 1.10 - Mapa de isopacas (valores em metros) do depósito da erupção do Fogo de 1563. A linha a tracejado marca o limite para além do qual os autores não encontraram o depósito (adaptado de Walker & Croasdale, 1971).	19

Figura 1.11 - Localização da erupção histórica de 1563 na caldeira do Vulcão do Fogo e da erupção histórica de 1563 no Pico do Sapateiro (Pico Queimado), com cartografia das escoadas lávicas produzidas no seu decurso (adaptado de Wallenstein <i>et al.</i> , 1998).	20
Figura 1.12 - Representação tridimensional da altimetria da região do maciço vulcânico das Furnas (limites baseados em Wallenstein, <i>com. pess.</i>), elaborada com base na Carta Militar de Portugal, folhas 29, 30, 33 e 34 (IGeoE, 2002 e 2003).	21
Figura 1.13 - Aspectos geomorfológicos e tectónicos da região do maciço vulcânico das Furnas (baseado em dados de Gaspar <i>et al.</i> , 1995; Guest <i>et al.</i> , 1999; Carmo, 2004; Carmo <i>et al.</i> , 2011).	22
Figura 1.14 - Escala vulcanoestratigráfica do Vulcão das Furnas, de acordo com o proposto por Guest <i>et al.</i> (1999).	23
Figura 1.15 - Cronograma das erupções do Grupo Intermédio do Vulcão das Furnas. Dados de Moore & Rubin (1991), Moore (1991b) e Guest <i>et al.</i> (1999).	26
Figura 1.16 - Cronograma das erupções do Grupo Superior do Vulcão das Furnas. Dados de Booth <i>et al.</i> (1978), Moore & Rubin (1991), Queiroz <i>et al.</i> (1995) e Guest <i>et al.</i> (1999).	29
Figura 1.17 - Esquema da estratigrafia do depósito Furnas C, com indicação das Unidades U-1 e U-2 (não se encontra à escala) (adaptado de Pacheco, 2001).	31
Figura 1.18 - Mapa com a localização dos centros eruptivos das erupções do Grupo Superior do Vulcão das Furnas (adaptado de Cole <i>et al.</i> , 1999).	31
Figura 2.1 - Identificação da área de estudo no contexto dos sistemas vulcânicos do Fogo e das Furnas.	35
Figura 2.2 - Mapa de localização dos afloramentos documentados na área de estudo, no contexto dos vulcões do Fogo e Furnas e Sistema Vulcânico Fissural do Congro.	36
Figura 2.3 - Cortes geológicos representativos e correlações estratigráficas da Formação de S. Brás.	47
Figura 2.4 - Cortes geológicos representativos e correlações estratigráficas da Formação do Porto Formoso.	53
Figura 2.5 - Cortes geológicos representativos e correlações estratigráficas do Tufo hidromagmático da Chã das Gatas (Sequência do Calhau do Cabo).	56
Figura 2.6 - Cortes geológicos representativos e correlações estratigráficas da Sequência da Defeira (Formação da Chã das Gatas).	59
Figura 2.7 - Cortes geológicos representativos e correlações estratigráficas da Formação da Coroa da Mata.	63
Figura 2.8 - Cortes geológicos representativos e correlações estratigráficas dos depósitos da Sequência Indiferenciada Ante-Fogo A.	65

Figura 2.9 - Mapa de localização dos afloramentos de depósitos da Formação do Fogo A.	67
Figura 2.10 - Cortes geológicos representativos e correlações estratigráficas do depósito Fogo B.	69
Figura 2.11 - Cortes geológicos representativos e correlações estratigráficas do depósito Furnas C.	71
Figura 2.12 - Cortes geológicos representativos e correlações estratigráficas do depósito Fogo 1563.	73
Figura 3.1 - Esquema simplificado das unidades estratigráficas identificadas na região central da costa norte da ilha de São Miguel, organizadas com base na sua idade e principal área de dispersão. Encontram-se em destaque as unidades e formações estratigráficas propostas no presente trabalho.	76
Figura 3.2 - Corte geológico esquemático representativo da sequência eruptiva exposta no porto de Santa Iria, Ribeirinha (não se encontra à escala).	78
Figura 3.3 - Corte representativo esquemático dos produtos vulcânicos expostos na arriba da praia da Viola, Lomba da Maia (não se encontra à escala).	79
Figura 3.4 - Localização da praia da Viola, no contexto geográfico dos vulcões das Furnas e da Povoação. A seta a tracejado representa a provável direcção do fluxo das escoadas piroclásticas que podem ter estado na origem do Ignimbrito da Viola.	79
Figura 3.5 - Esquema simplificado da organização estratigráfica das formações geológicas incluídas na Unidade Intermédia do presente trabalho.	81
Figura 3.6 - Coluna estratigráfica indicativa da Formação da Chã das Gatas, segundo o descrito por Wallenstein (1999), com a adaptação de Pimentel (2004) e com a organização proposta no presente trabalho.	85
Figura 3.7 - Mapa da dispersão das cinzas da erupção no Vulcão dos Capelinhos em Junho de 1958 (Garcia, 1964 <i>in</i> Pacheco, 2001).	86
Figura 3.8 - Isopacas (em centímetros) da totalidade do depósito do Tufo hidromagmático da Chã das Gatas (● - Dados do presente trabalho; X - Dados de Wallenstein, 1999).	87
Figura 3.9 - Isopacas da espessura total (em metros) da Formação da Coroa da Mata. A cinzento encontra-se identificado o centro emissor e o domo traquítico da Coroa da Mata, de acordo com o proposto por Moore (1991a) e Wallenstein (1999).	89
Figura 3.10 - Mapa de isopacas (em metros) do depósito Fogo A (adaptado de Walker & Croasdale, 1971). Os pontos indicam as espessuras deste depósito em afloramentos documentados no presente trabalho.	91
Figura 3.11 - Mapa de isopacas (em metros) do depósito Fogo B (adaptado de Booth <i>et al.</i> , 1978). CE – Centro emissor. Os pontos indicam as espessuras deste depósito em afloramentos documentados no presente trabalho.	92

Figura 3.12 - Mapa de isopacas (em metros) do depósito Furnas C (adaptado de Pacheco, 1995). CE – Centro emissor. Os pontos indicam as espessuras deste depósito em afloramentos documentados no presente trabalho..... 92

Figura 3.13 - Mapa de isopacas (em metros) do depósito Fogo 1563 (adaptado de Walker & Croasdale, 1971). Os pontos indicam as espessuras deste depósito em afloramentos documentados no presente trabalho..... 93

Figura 3.14 - Mapa de isopacas (em metros) do (a) conjunto dos depósitos Furnas A e B (adaptado de Pacheco, 1995); (b) depósito Fogo C (adaptado de Booth *et al.*, 1978); (c) depósito Fogo D (adaptado de Booth *et al.*, 1978); (d) depósito Furnas I (adaptado de Booth *et al.*, 1978). Os pontos correspondem aos locais dos afloramentos documentados no presente trabalho. 94

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1.1 - Parte da sequência dos depósitos da Formação dos Fenais da Luz.	13
Fotografia 1.2 - Sequência eruptiva da Formação da Ribeira Chã, onde se observa o depósito de pedra pomes do Membro Inferior e o ignimbrito do Membro Superior (fácies soldada e não soldada).	15
Fotografia 1.3 - Formação do Fogo A. (a) Depósitos de pedra pomes. A seta indica o depósito de <i>surge</i> que delimita o Membro Inferior do Membro Superior; (b) Ignimbrito do Membro Superior.	17
Fotografia 1.4 - Formação do Ignimbrito da Povoação. (a) Pormenor dos <i>fiamme</i> ; (b) Intercalação unidades soldadas-não soldadas.	25
Fotografia 2.1 - Aspecto do depósito do Ignimbrito de Santa Iria, exposto próximo do porto de Santa Iria, Ribeirinha.	38
Fotografia 2.2 - Ignimbrito exposto no porto de Santa Iria. E.L. – Escoadas lávica; Seq. Ind. – Sequência indiferenciada de natureza pomítica; Ign. – Ignimbrito de Santa Iria.	39
Fotografia 2.3 - Vista geral sobre a praia da Viola, Lomba da Maia.	39
Fotografia 2.4 - Unidades ignimbríticas expostas na praia da Viola.	40
Fotografia 2.5 - Pormenor de ignimbrito exposto na praia da Viola.	40
Fotografia 2.6 - Escoadas lávicas traquíticas cobertas por depósitos pomíticos, no Porto Formoso.	41
Fotografia 2.7 - Lavas basálticas na costa da freguesia da Maia.	41
Fotografia 2.8 - Aspecto da fajã da Maia.	42
Fotografia 2.9 - Escoadas de blocos e cinzas da Ladeira da Velha (E.L.V.), Porto Formoso.	42
Fotografia 2.10 - Pormenor do depósito de escoada de blocos e cinzas da Ladeira da Velha.	43
Fotografia 2.11 - Aspecto do depósito de cinzas endurecidas (em ZC-N19).	45
Fotografia 2.12 - Aspecto do depósito de cinzas consolidadas (em ZC-N27).	45
Fotografia 2.13 - Pormenor do depósito de cinzas litificadas (em ZC-N22).	46

Fotografia 2.14 - Depósito de pedra pomes com vários níveis com gradação granulométrica inversa (em ZC-N17).	50
Fotografia 2.15 - Aspecto do depósito de pedra pomes fina com troncos carbonizados (em ZC-N17).	51
Fotografia 2.16 - Tufo hidromagmático da Chã das Gatas (em ZC-N13).	55
Fotografia 2.17 - Depósito de pedra pomes com encraves basálticos. (a) Aspecto do depósito no local do corte ZC-N13; (b) Pormenor dos clastos de pedra pomes com encraves de natureza basáltica.	57
Fotografia 2.18 - Aspecto do depósito de cinzas pomíticas com pedra pomes disseminada (em ZC-N13).	58
Fotografia 2.19 - Depósitos da Formação da Coroa da Mata, no local do corte geológico ZC-N15.	60
Fotografia 2.20 - Aspecto dos líticos com brilho iridescente encontrados na Formação da Coroa da Mata.	60
Fotografia 2.21 - Aspecto dos depósitos da Sequência Indiferenciada Ante-Fogo A (em ZC-N45).	64
Fotografia 2.22 - Aspecto de depósito da Formação do Fogo A no local do corte ZC-N43.	66
Fotografia 2.23 - Pormenor do depósito Fogo B no local do corte ZC-N06.	68
Fotografia 2.24 - Pormenor da estratificação de níveis de cinzas, com ondulações (em ZC-N51).	70
Fotografia 2.25 - Aspecto do depósito Fogo 1563 no local do corte ZC-N23.	72
Fotografia 3.1 - Amostra do depósito de cinzas litificadas da Formação de S. Brás.	81
Fotografia 3.2 - Depósito constituído por clastos de composição intermédia, intercalados por níveis de pedra pomes (exposto em ZC-N57).	82
Fotografia 3.3 - Tufo hidromagmático identificado no Porto Formoso, no local do corte ZC-N21.	86

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1 - Lista e características gerais das formações geológicas, com depósitos ignimbríticos associados ao Vulcão das Furnas, definidas por Guest <i>et al.</i> (1999). Dados e datações de Moore (1991a), Duncan <i>et al.</i> (1999) e Guest <i>et al.</i> (1999).	80
---	----

AGRADECIMENTOS

A realização da presente dissertação foi possível graças a diversas pessoas e instituições, a quem quero agradecer:

- Ao Departamento de Geociências da Universidade dos Açores e ao Centro de Vulcanologia e Avaliação de Riscos Geológicos pela possibilidade de realização do presente mestrado e pelos meios concedidos para a realização do trabalho;

- Ao professor Nicolau Wallenstein, orientador da dissertação, pela sua disponibilidade, pelas discussões empreendidas e sugestões que forneceu ao presente trabalho, e também ao professor Angus Duncan pela discussão de ideias e sugestões;

- Um agradecimento muito especial aos meus pais pelo seu incansável apoio e por sempre acreditarem em mim, e aos meus irmãos Márcia, Daniel e Rogério por toda a ajuda e apoio. Um agradecimento especial à Márcia pelo incentivo nesta etapa e ajuda na revisão dos textos e ao Daniel pela companhia no trabalho de campo;

- Ao Paulo Guilherme pelo seu incentivo e apoio constantes nesta etapa, pela sua disponibilidade, paciência e companhia no trabalho de campo.

Obrigado a todos.

PREÂMBULO

O enquadramento geodinâmico e a génese vulcânica do arquipélago dos Açores tem determinado a realização de inúmeros trabalhos de investigação, especialmente dirigidos para a caracterização dos seus sistemas vulcânicos e avaliação dos riscos naturais a eles associados.

A ilha de São Miguel, formada por diferentes sistemas vulcânicos, tem sido alvo de trabalhos de índole vulcanológica dedicados, essencialmente, ao estudo da história eruptiva dos seus sistemas vulcânicos activos: Vulcão das Sete Cidades (*e.g.* Booth *et al.*, 1978; Queiroz, 1997), Vulcão do Fogo (*e.g.* Walker & Croasdale, 1971; Booth *et al.*, 1978; Wallenstein, 1999), Vulcão das Furnas (*e.g.* Booth *et al.*, 1978; Cole *et al.*, 1995, 1999; Duncan *et al.*, 1999; Guest *et al.*, 1999) e Sistema Vulcânico Fissural dos Picos (*e.g.* Booth *et al.*, 1978; Ferreira, 2000; Gomes, 2013).

A constatação da existência de uma lacuna, no que concerne à estratigrafia de pormenor, na área que se desenvolve entre os maciços vulcânicos do Fogo e das Furnas, na região central da ilha de São Miguel, resultaram na proposta da elaboração de um contributo para o estudo da estratigrafia neste sector da ilha.

A tese que se apresenta, realizada no âmbito do Mestrado em Vulcanologia e Riscos Geológicos, pretende apenas ser mais uma contribuição para o conhecimento das relações estratigráficas numa área de transição entre os vulcões do Fogo e das Furnas, na ilha de São Miguel. No caso vertente, a análise efectuada centra-se nas manifestações vulcânicas subaéreas explosivas, de natureza pomítica, que têm marcado a história recente do vulcanismo no sector central da ilha de São Miguel, através do estudo das sequências eruptivas expostas na costa norte da zona central da ilha.

A presente tese encontra-se organizada em três capítulos. No primeiro capítulo - Introdução - é feito o enquadramento geográfico e geodinâmico do arquipélago dos Açores, o enquadramento vulcanológico da ilha de São Miguel e vulcanoestratigráfico dos vulcões do Fogo e das Furnas, com uma revisão sumária das principais estruturas morfotectónicas e estratigrafia já descritas por outros autores.

No segundo capítulo - Vulcanoestratigrafia - apresentam-se a metodologia utilizada no campo, os vários elementos recolhidos no decurso dos estudos estratigráficos realizados no âmbito do presente

trabalho, nomeadamente perfis estratigráficos, correlações estratigráficas e fotografias e descrevem-se os diferentes cortes representativos das formações geológicas consideradas.

No terceiro capítulo - Discussão dos Resultados - integram-se os dados disponíveis em trabalhos já publicados sobre os vulcões do Fogo e das Furnas com os dados obtidos no decorrer do presente estudo, apresenta-se uma proposta de definição da vulcanoestratigrafia na costa norte da zona central da ilha de São Miguel e estabelecem-se algumas relações estratigráficas, com o intuito de contribuir para o conhecimento da história eruptiva dos vulcões do Fogo e das Furnas.

Por fim, nas Considerações Finais apresenta-se o resumo dos principais resultados, com algumas conclusões e considerações finais do trabalho, e apontam-se sugestões para o desenvolvimento de possíveis trabalhos futuros a realizar neste domínio na ilha de São Miguel.

Em anexo é disponibilizado o mapa de localização e uma listagem das coordenadas dos afloramentos documentados.

RESUMO

O arquipélago dos Açores situa-se no oceano Atlântico Norte, na intersecção das placas litosféricas Norte Americana, Euroasiática e Africana, cuja geodinâmica proporcionou a origem vulcânica das suas ilhas. A ilha de São Miguel edificou-se em diversas fases, com a formação de sistemas vulcânicos centrais e fissurais que deram origem a uma grande diversidade de produtos variando desde as composições mais básicas às ácidas.

Neste contexto, os vulcões do Fogo e das Furnas são dois dos três vulcões centrais activos da ilha de São Miguel, formando, em conjunto com o Sistema Vulcânico Fissural do Congro, a parte central da ilha. Os edifícios do Fogo e das Furnas formaram-se e evoluíram num registo de grande diversidade de estilos eruptivos, materializados quer em actividade associada ao vulcanismo de natureza basáltica, presente no vulcanismo basal em escudo e/ou posteriormente na actividade eruptiva essencialmente desenvolvida nos seus flancos, quer no vulcanismo de natureza mais evoluída, com a produção de lavas e actividade explosiva de natureza traquítica, essencialmente associada às caldeiras daqueles vulcões.

A estratigrafia da costa norte da zona central da ilha de São Miguel tem sido essencialmente estudada no contexto do Vulcão do Fogo. Por outro lado, os estudos da estratigrafia do Vulcão das Furnas têm-se concentrado, essencialmente, na zona das suas caldeiras e do seu flanco sul. A abertura de novas estradas no norte da ilha possibilitou a exposição de novos cortes geológicos, passíveis de documentação estratigráfica mais detalhada.

O presente trabalho teve como objectivo principal a documentação e o estabelecimento de correlações estratigráficas na costa norte da zona central da ilha de São Miguel, de modo a tentar contribuir para um maior conhecimento da relação entre as estratigrafias dos vulcões do Fogo e das Furnas, neste sector da ilha.

Documentou-se, em mais de sete dezenas de cortes geológicos, uma grande diversidade de produtos vulcânicos que, com base nas interpretações efectuadas por outros autores para os vulcões do Fogo e das Furnas e nas informações recolhidas neste trabalho, permitiu um melhor entendimento da estratigrafia desta região. Neste sentido, propôs-se uma organização estratigráfica em três unidades

principais para a área de estudo, as quais foram devidamente enquadradas no âmbito das estratigrafias anteriormente propostas para os vulcões do Fogo e das Furnas.

De um modo geral e nesta região, os produtos vulcânicos de natureza ácida são predominantes quer sobre a forma de escoadas lávicas, quer de depósitos piroclásticos. Nas zonas costeiras observam-se unidades ignimbríticas importantes: Ignimbrito de Santa Iria e Ignimbrito da Viola. As escoadas lávicas basálticas têm maior representatividade no sector leste da área estudada, a partir da freguesia de S. Brás.

Foi possível complementar os dados estratigráficos das Formações do Porto Formoso, Chã das Gatas e Coroa da Mata, definidas por Wallenstein (1999) e propor uma nova unidade vulcanoestratigráfica: a Formação de S. Brás.

Na área em estudo foram identificados depósitos, descritos como pertencentes aos últimos 5 000 anos da história dos vulcões do Fogo e das Furnas, tendo ainda sido caracterizados outros depósitos que não foi possível identificar, mas que foram igualmente enquadrados como de menor idade do que a Formação do Fogo A.

ABSTRACT

The Azores archipelago is located in the North Atlantic Ocean, at the intersection of the North American, Eurasian and African lithospheric plates and these geodynamics explain the volcanic origin of the islands. São Miguel island was built in several stages, with the formation of central and fissural volcanic systems that gave rise to a wide diversity of products ranging from basic to acidic compositions.

The Fogo and Furnas volcanoes are two of the three active central volcanoes on São Miguel and together with the Congro Volcanic Fissural System constitute the central part of the island. Fogo and Furnas have displayed a wide range of eruptive styles, with volcanism of basaltic nature, displayed in the basal shield volcano and on their flanks activity or in volcanism of more evolved nature, with the origin of lavas and explosive activity of trachytic nature, mainly associated with the calderas.

The stratigraphy of the northern central coast of São Miguel island has been mainly studied in the context of the Fogo Volcano. Whereas studies of the stratigraphy of the Furnas Volcano have concentrated essentially in its calderas area and southern flank. The opening of new roads in the north of the island, have created new exposures of geological sections, allowing more detailed stratigraphic documentation.

The present work had as a main objective the establishment and documentation of stratigraphic correlations in the northern central coast of São Miguel island, in an attempt to contribute to a better understanding of the inter-relationships between the stratigraphies of Fogo and Furnas volcanoes in this sector of the island.

A wide variety of volcanic products have been documented in more than seventy geological sections, building on the interpretations made by other authors for the Fogo and Furnas volcanoes, the data from these new deposits allow a fuller understanding of the stratigraphy of this region. Three main stratigraphic units are proposed for the study area, within the framework of the stratigraphies previously proposed for the Fogo and Furnas volcanoes.

In this region and in general the volcanic products of acidic nature are prevalent, in the form of lava flows or pyroclastic deposits. In coastal areas there are important ignimbrite units: Ignimbrito de

Santa Iria and Ignimbrito da Viola. Basaltic lava flows have a more important presence in the eastern sector of the studied area, away from the parish of S. Brás.

It was possible to complement the stratigraphic data of the Porto Formoso, Chã das Gatas and Coroa da Mata formations, defined by Wallenstein (1999) and propose a new stratigraphic unit: the S. Brás Formation.

In this area deposits of the last 5 000 years were identified which can be related to the published stratigraphies for this period of Fogo and Furnas volcanoes. Other deposits younger than Fogo A were documented which could not be correlated with known events.

1 INTRODUÇÃO

1.1 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

As ilhas do arquipélago dos Açores localizam-se no Atlântico Norte dispostas segundo a direcção WNW-ESE ao longo de uma faixa de cerca de 600 km de comprimento, entre as latitudes $39^{\circ} 43'$ e $36^{\circ} 55'$ N e as longitudes $31^{\circ} 16'$ e $24^{\circ} 46'$ W. O arquipélago compreende nove ilhas, agrupadas geograficamente em três grupos, (1) o grupo ocidental com as ilhas Corvo e Flores, (2) o grupo central que engloba as ilhas Terceira, Graciosa, São Jorge, Pico e Faial, e (3) o grupo oriental constituído pelas ilhas São Miguel e Santa Maria.

Com uma área de cerca de 745 km^2 a ilha de São Miguel é a maior dos Açores e com um comprimento e largura máximos de, respectivamente, 62 e 16 km, dispõe-se entre as latitudes $37^{\circ} 41'$ e $37^{\circ} 55'$ N e as longitudes $25^{\circ} 52'$ e $25^{\circ} 07'$ W, segundo a direcção preferencial E-W (Figura 1.1).

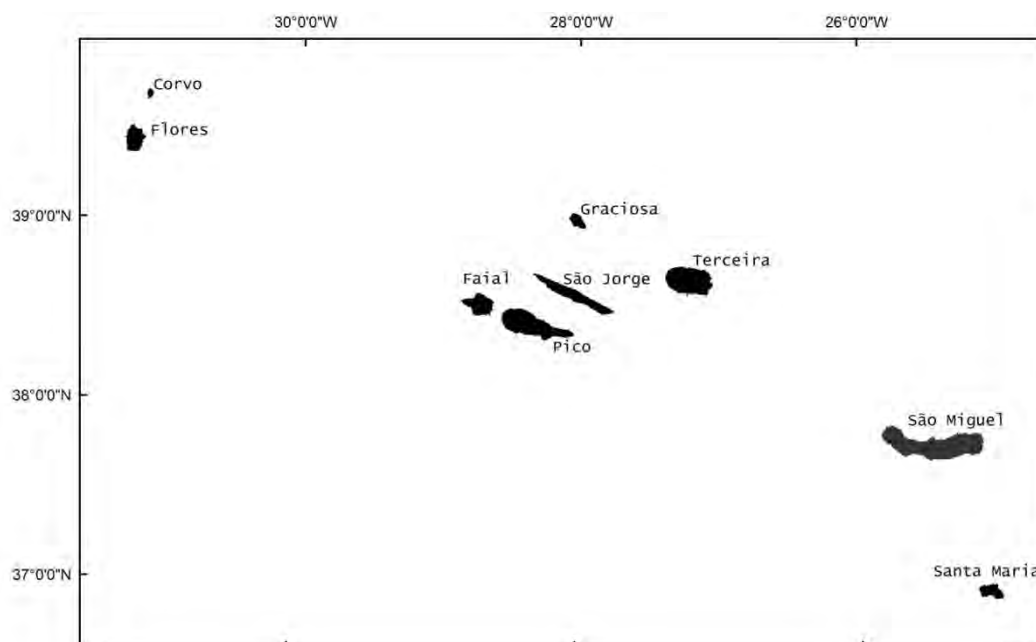


Figura 1.1 - Localização geográfica da ilha de São Miguel, no arquipélago dos Açores.

1. INTRODUÇÃO

CONTRIBUIÇÃO PARA O CONHECIMENTO DAS SEQUÊNCIAS ERUPTIVAS DOS VULCÕES DO FOGO E DAS FURNAS, ENTRE RIBEIRINHA E LOMBA DA MAIA, SÃO MIGUEL (AÇORES)

A área proposta para estudo no âmbito do presente trabalho situa-se na costa norte da zona central da ilha de São Miguel, correspondendo à área entre as freguesias da Ribeirinha e da Lomba da Maia, concelho da Ribeira Grande (Figura 1.2).

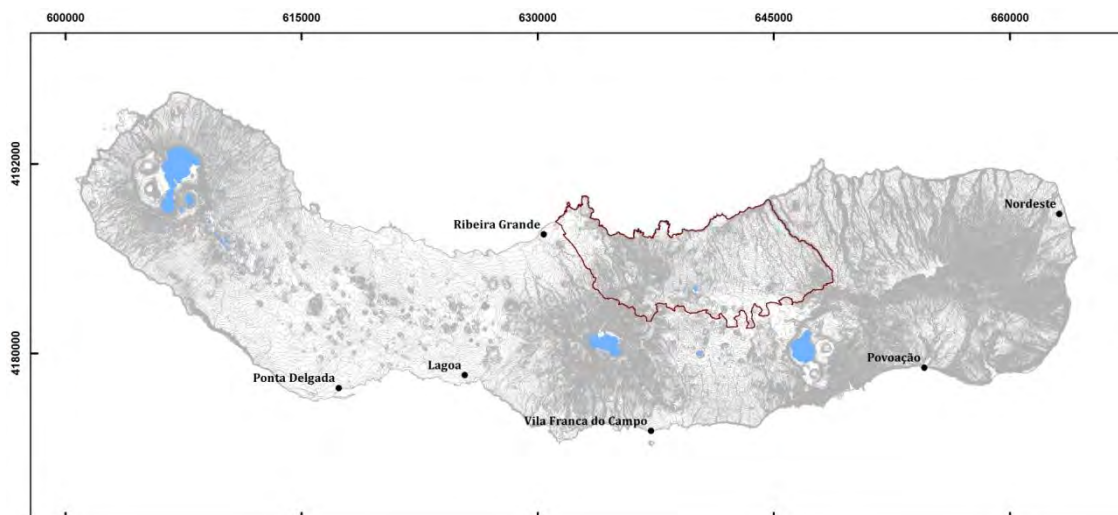


Figura 1.2 - Localização da área de estudo na costa norte da zona central da ilha de São Miguel (coordenadas, em metros, da zona 26S da quadrícula UTM).

1.2 ENQUADRAMENTO GEODINÂMICO E VULCANOLÓGICO

As nove ilhas do arquipélago dos Açores desenvolvem-se a partir da designada Plataforma dos Açores, anomalia batimétrica definida pela curva dos 2 000 m (Needham & Francheteau, 1974). Em termos geotectónicos o arquipélago localiza-se na zona de confluência das placas litosféricas Norte Americana, Euroasiática e Africana, na designada Junção Tripla dos Açores (*e.g.* Laughton & Whitmarsh, 1974; Searle, 1980). Esta é, portanto, uma região complexa do ponto de vista tectónico, sendo as principais estruturas a Crista Médio-Atlântica, o Rifte da Terceira (Machado, 1959), a Falha Gloria (Laughton *et al.*, 1972) e a Zona de Fractura Este dos Açores (Krause, 1965) (Figura 1.3), descritas sucintamente de seguida.

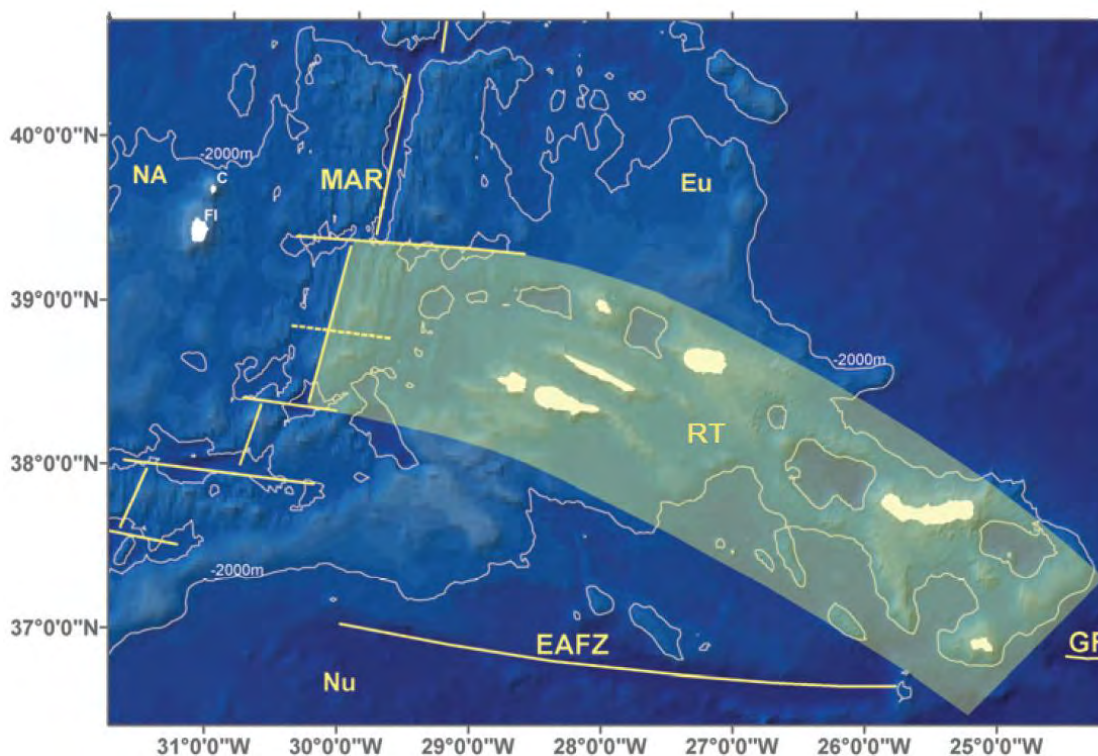


Figura 1.3 - Representação esquemática das principais estruturas que contextualizam o arquipélago dos Açores. NA - Placa Norte Americana; Eu - Placa Euroasiática; Nu - Placa Africana (Núbia); MAR - Crista Médio-Atlântica; RT - Rifte da Terceira *s.l.* (área a sombreado); EAFZ - Zona de Fractura Este dos Açores; GF - Falha Gloria (adaptado de Hipólito *et al.*, 2011).

A Crista Médio-Atlântica, com orientação aproximadamente N-S, é o limite distensivo que materializa a fronteira entre a placa Norte Americana a oeste e as placas Euroasiática e Africana a leste. As ilhas Flores e Corvo encontram-se a oeste da Crista Médio-Atlântica, implantadas sobre a placa Norte Americana, enquanto as restantes ilhas do arquipélago encontram-se dispostas a leste da Crista.

1. INTRODUÇÃO

CONTRIBUIÇÃO PARA O CONHECIMENTO DAS SEQUÊNCIAS ERUPTIVAS DOS VULCÕES DO FOGO E DAS FURNAS, ENTRE RIBEIRINHA E LOMBA DA MAIA, SÃO MIGUEL (AÇORES)

O Rifte da Terceira define, na Plataforma dos Açores, o limite entre a placa Euroasiática a norte e a placa Africana a sul (e.g. Searle, 1980). Este rifte (s.l.) é definido por uma série de bacias submarinas e cristas alinhadas segundo a direcção WNW-ESE (e.g. Searle, 1980; Madeira, 1998). A dinâmica e localização exacta do Rifte da Terceira não são consensuais, considerando-se que corresponde a uma área difusa e complexa, onde a deformação é acomodada por numerosas falhas activas, que segundo alguns autores actua num regime transtensivo direito do tipo *leaky transform* (e.g. Laughton & Whitmarsh, 1974; Madeira & Ribeiro, 1990). As ilhas do grupo central e oriental encontram-se dispostas ao longo deste limite de placas.

Para leste da ilha de Santa Maria o limite entre as placas Euroasiática e Africana é definido pela Falha Gloria, estrutura de desligamento direito com direcção E-W (Laughton *et al.*, 1972).

A sul do arquipélago, entre a Crista Médio-Atlântica e a ilha de Santa Maria, desenvolve-se com direcção E-W a Zona de Fractura Este dos Açores. Esta estrutura é considerada, por alguns autores, inactiva, correspondendo a um antigo troço da fronteira das placas Euroasiática e Africana (e.g. Laughton & Whitmarsh, 1974; Searle, 1980; Madeira, 1998).

A confluência destas estruturas tectónicas e a sua dinâmica na Junção Tripla dos Açores permitiram a edificação das nove ilhas vulcânicas que constituem o arquipélago e são responsáveis pela actividade vulcânica e sísmica registada na região. Os Açores apresentam uma elevada sismicidade, fundamentalmente nos grupos oriental e central, em concordância com as estruturas tectónicas Crista Médio-Atlântica e Rifte da Terceira (s.l.), com o registo de crises sísmicas frequentes.

Desde o seu povoamento, os Açores registaram diversas erupções vulcânicas e a ilha de São Miguel, situada no sector sudeste do Rifte da Terceira (s.l.), registou seis erupções vulcânicas em terra. Actualmente, a actividade vulcânica nesta ilha resume-se às manifestações de vulcanismo secundário materializadas pelas emanações gasosas difusas, fumarolas e nascentes de águas termais e gasocarbónicas existentes nos estratovulcões activos.

Na ilha de São Miguel identificam-se três vulcões centrais activos: Sete Cidades, Fogo (também referenciado na bibliografia como Vulcão de Água de Pau) e Furnas. Entre estes vulcões poligenéticos desenvolvem-se zonas de vulcanismo fissural, onde se identificam vários centros monogenéticos na sua maioria de natureza basáltica s.l., que correspondem ao Sistema Vulcânico Fissural dos Picos (Gomes, 2013), entre os vulcões das Sete Cidades e do Fogo, e ao Sistema Vulcânico Fissural do Congro (Gomes, 2013), entre os vulcões do Fogo e das Furnas. Na extremidade oriental da ilha localizam-se os sistemas vulcânicos da Povoação e Nordeste, considerados extintos (Figura 1.4).

CONTRIBUIÇÃO PARA O CONHECIMENTO DAS SEQUÊNCIAS ERUPTIVAS DOS VULCÕES DO FOGO E DAS FURNAS, ENTRE RIBEIRINHA E LOMBA DA MAIA, SÃO MIGUEL (AÇORES)

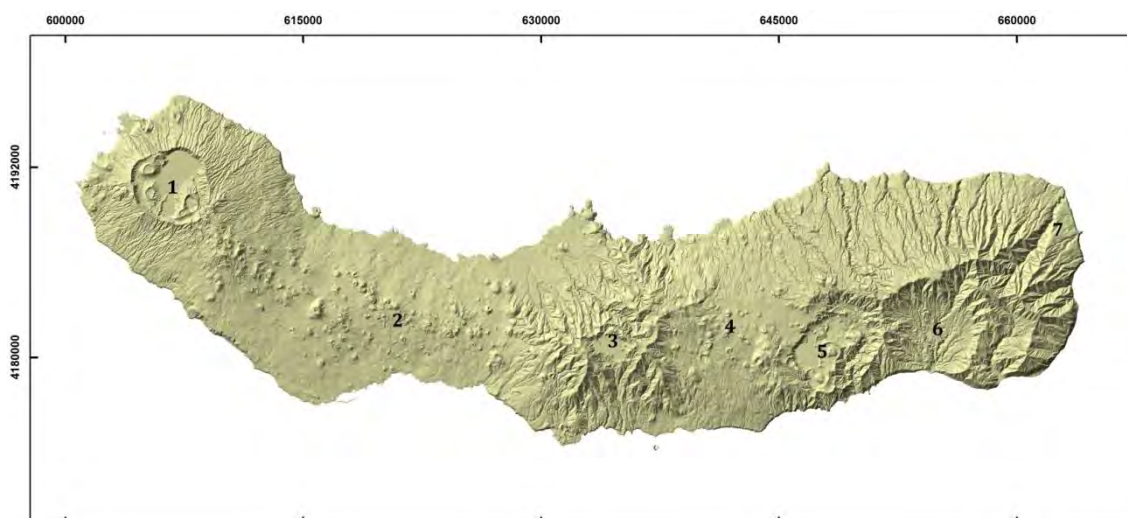


Figura 1.4 - Identificação dos complexos vulcânicos da ilha de São Miguel. 1 - Complexo Vulcânico das Sete Cidades; 2 - Sistema Vulcânico Fissural dos Picos; 3 - Complexo Vulcânico do Fogo; 4 - Sistema Vulcânico Fissural do Congro; 5 - Complexo Vulcânico das Furnas; 6 - Complexo Vulcânico da Povoação; 7 - Complexo Vulcânico do Nordeste.

O estudo vulcanoestratigráfico proposto no âmbito da presente tese, na costa norte da zona central da ilha de São Miguel, abrange parcialmente os complexos vulcânicos do Fogo e das Furnas, que se encontram distanciados cerca de 8 km, ao longo dos quais se desenvolve o Sistema Vulcânico Fissural do Congro.

1. INTRODUÇÃO

CONTRIBUIÇÃO PARA O CONHECIMENTO DAS SEQUÊNCIAS ERUPTIVAS DOS VULCÕES DO FOGO E DAS FURNAS, ENTRE RIBEIRINHA E LOMBA DA MAIA, SÃO MIGUEL (AÇORES)

1.3 ENQUADRAMENTO VULCANOESTRATIGRÁFICO

No presente capítulo apresenta-se a vulcanoestratigrafia dos sistemas vulcânicos do Fogo e das Furnas, com base na análise de estudos anteriores.

1.3.1 VULCÃO DO FOGO

1.3.1.1 Geomorfologia e Tectónica

O vulcão central poligenético do Fogo localiza-se na zona central da ilha de São Miguel, limitado a oeste pelo Sistema Vulcânico Fissural dos Picos e a leste pelo Sistema Vulcânico Fissural do Congro.

Este vulcão, encimado por uma caldeira, atinge a sua maior altitude aos 947 m no Pico da Barrosa e apresenta uma forte componente erosiva, com vales bastante encaixados (Wallenstein, 1999). Os sectores norte e noroeste apresentam flancos interiores com um declive abrupto, apresentando um desnível superior a 370 m na zona do vértice geodésico da Barrosa (Figura 1.5).

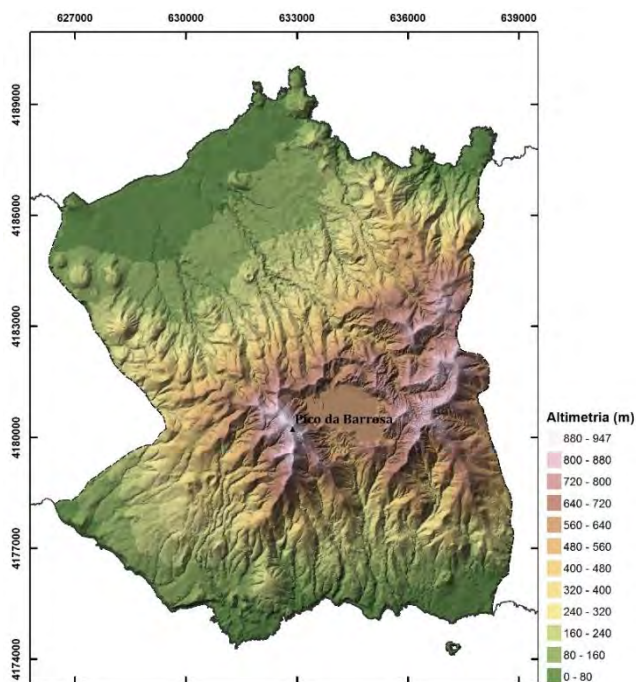


Figura 1.5 - Representação tridimensional da altimetria da região do maciço vulcânico do Fogo (limites baseados em Wallenstein, 1999), elaborada com base na Carta Militar de Portugal, folhas 28, 29, 32 e 33 (IGeoE, 2002) (coordenadas, em metros, da zona 26S da quadrícula UTM).

A caldeira alberga no seu interior uma lagoa - a Lagoa do Fogo, diversos domos e um cone de pedra pomes (Wallenstein, 1999) (Figura 1.6). A lagoa implanta-se na zona mais profunda da caldeira, e a sua forma aparenta ocupar uma linha de pelo menos quatro crateras contíguas (Booth *et al.*, 1978; Wallenstein, 1999).

Moore (1990, 1991a) reconhece duas caldeiras no Vulcão do Fogo, uma mais recente com 3x2,5 km, e outra mais antiga com 7x4 km, preservada nos sectores norte, oeste e leste. Wallenstein (1999) não considera evidentes os critérios utilizados na delimitação desta última caldeira, argumentando que o encaixe e elevada densidade da rede de drenagem naquela área não permitem uma delimitação com confiança. Este autor considera que embora se possa admitir a existência de uma caldeira mais antiga, os limites da actual depressão correspondem a crateras recuadas devido à forte erosão que têm sofrido, não sendo, de qualquer modo, identificável o sector sul da caldeira.

Por outro lado, Booth *et al.* (1978) referem que a actual caldeira pode ser a última de uma série de outras já obliteradas por actividade subsequente, preenchidas por lavas do mesmo modo que o descrito por Self (1976) para as caldeiras de Santa Bárbara e do Pico Alto, na ilha Terceira. Nesse contexto, salienta-se que Wallenstein (1999) refere a existência de domos traquíticos na zona superior do vulcão, cuja distribuição traduz um sistema de falhas circulares associadas à evolução do vulcão.

Para além de domos traquíticos, Wallenstein (1999) identificou no maciço vulcânico do Fogo cones de escórias e de pedra pomes e formas hidrovulcânicas, estas últimas correspondendo a vestígios de cones ou anéis de tufos presentes no interior da caldeira e ao cone de tufos do ilhéu de Vila Franca do Campo, localizado a sul da ilha de São Miguel.

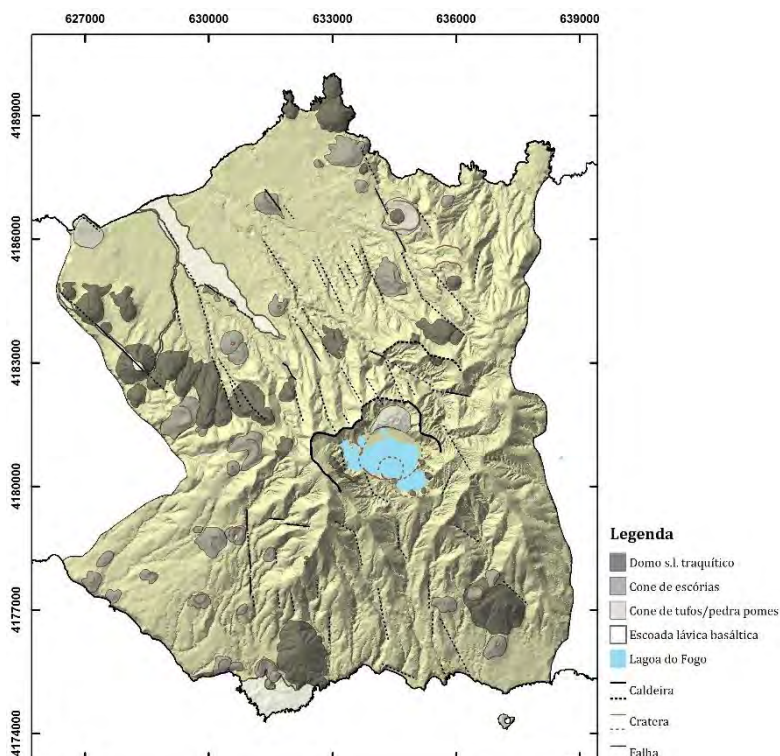


Figura 1.6 - Aspectos geomorfológicos e tectónicos da região do maciço vulcânico do Fogo (adaptado de Wallenstein, 1999).

1. INTRODUÇÃO

CONTRIBUIÇÃO PARA O CONHECIMENTO DAS SEQUÊNCIAS ERUPTIVAS DOS VULCÕES DO FOGO E DAS FURNAS, ENTRE RIBEIRINHA E LOMBA DA MAIA, SÃO MIGUEL (AÇORES)

De acordo com Gandino *et al.* (1985), o complexo vulcânico do Fogo situa-se na intersecção de um sistema de falhas regionais NNW-SSE com o alinhamento E-W correspondente à orientação geral da ilha. Segundo o mesmo autor, o sistema tectónico transversal de direcção NNW-SSE atravessa o maciço do Fogo e materializa-se no flanco norte por uma estrutura em *graben* - *graben* da Ribeira Grande. O *graben* da Ribeira Grande encontra-se limitado a oeste e leste por alturas estruturais, que incluem cones de escórias e domos. De acordo com Muecke *et al.* (1974), o *graben* encontra-se em contínua subsidência, somando um abatimento de cerca de 650 m, já retirado o valor relativo à subida do nível do mar nos últimos 18 000 anos.

Em termos gerais, as estruturas tectónicas associadas a este maciço vulcânico têm direcção predominante NW-SE a NNW-SSE, coincidentes com a direcção do *graben*. O sistema de falhas do *graben* condiciona a distribuição dos centros monogenéticos no flanco norte do vulcão, a distribuição e direcção de algumas linhas de água e a própria geometria da caldeira e aparece também no flanco sul do vulcão, em conjunto com estruturas N-S (Wallenstein, 1999) (cf. Figura 1.6).

1.3.1.2 Vulcanoestratigrafia

O maciço vulcânico do Fogo formou-se há mais de 200 000 anos (Muecke *et al.*, 1974) com a extrusão de materiais de natureza basáltica e traquítica. Wallenstein (1999) organizou a vulcanoestratigrafia deste vulcão em dois grupos, o Grupo Inferior e o Grupo Superior. O Grupo Superior constituído pelos produtos eruptivos dos últimos 40 000 anos, que são os mais representativos e acessíveis no campo, e o Grupo Inferior que inclui os produtos mais antigos (Figura 1.7). Os 40 000 anos correspondem à datação (por Moore & Rubin, 1991) de uma escoada lávica na base de uma arriba na costa sul do Vulcão do Fogo.

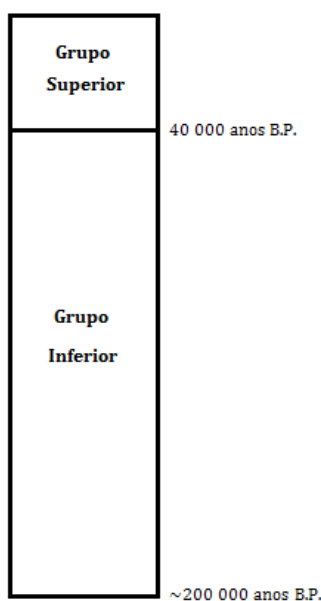


Figura 1.7 - Escala vulcanoestratigráfica geral do Vulcão do Fogo, de acordo com o proposto por Wallenstein (1999).

1.3.1.2.1 Grupo Inferior

Wallenstein (1999) reuniu no Grupo Inferior os produtos vulcânicos mais antigos do Vulcão do Fogo, com idade superior a 40 000 anos B.P., correspondendo aos produtos expostos na base do vulcão e aos produtos intersectados numa sondagem profunda realizada em 1973 no flanco norte. No entanto, este autor não definiu ou individualizou unidades geológicas neste grupo, devido ao reduzido número de afloramentos acessíveis que o permitissem realizar uma estratigrafia de maior detalhe.

A sondagem realizada em 1973 pela Universidade de Dalhousie e pelo Observatório Geológico de Lamont-Doherty iniciou-se aos 72 m acima do nível do mar e atingiu 981 m de profundidade. Perfurou lavas subaéreas e submarinas, piroclastos, brechas basálticas e arenitos, abrangendo um período temporal desde $280\,000 \pm 140\,000$ anos (datação de lava submarina a 950 m de profundidade) a $117\,000 \pm 24\,000$ anos (datação de escoada traquítica a 57 m de profundidade) (Muecke *et al.*, 1974).

De acordo com Muecke *et al.* (1974), a sondagem intersectou produtos eruptivos de condições subaéreas ou de ambiente marinho pouco profundo até aos 786 m de profundidade e apenas aos 880 m de profundidade intersectou lavas em almofada, indicativas de ambiente submarino (Figura 1.8).

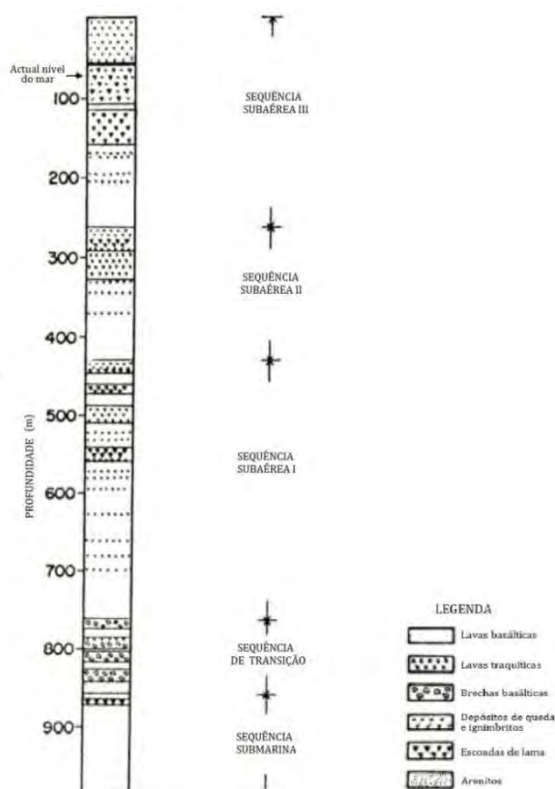


Figura 1.8 - Representação do testemunho da sondagem realizada no flanco norte do Vulcão do Fogo em 1973 (adaptado de Muecke *et al.*, 1974).

1. INTRODUÇÃO

CONTRIBUIÇÃO PARA O CONHECIMENTO DAS SEQUÊNCIAS ERUPTIVAS DOS VULCÕES DO FOGO E DAS FURNAS, ENTRE RIBEIRINHA E LOMBA DA MAIA, SÃO MIGUEL (AÇORES)

Segundo o mesmo autor, a transição do vulcanismo subaéreo para submarino é marcada por uma sequência ígnea e sedimentar, com 107 m de espessura, que inclui camadas grosseiras de arenitos sobrepostos por brechas basálticas intercaladas, na parte superior, por escoadas lávicas.

Nos produtos subaéreos distinguem-se três sequências eruptivas individuais, que se sobrepõem à zona de transição. Cada sequência começa, de um modo geral, com lavas basálticas, seguidas de uma crescente presença de depósitos intercalados de ignimbrito, que aumentam em frequência e espessura para o topo, e terminam com um depósito de pedra pomes (Muecke *et al.*, 1974).

Em termos gerais, o material recolhido na sondagem correspondeu maioritariamente a escoadas lávicas (72% do volume total), predominantemente basálticas *s.l.* e, em menor proporção, a materiais piroclásticos (22% do volume total), maioritariamente de natureza traquítica (Muecke *et al.*, 1974).

Por outro lado, considerando as formações geológicas observadas nas arribas costeiras e na zona central do vulcão, as formações mais antigas aflorantes correspondem a escoadas lávicas e domos traquíticos, presentes na costa norte entre o Calhau do Cabo e o Porto Formoso, e aos domos traquíticos da Eira Velha e do Pico do Vento, no flanco sul do maciço (Wallenstein, 1999).

O domo da Eira Velha, com 181 000 anos (Gandino *et al.*, 1985), corresponde à datação mais antiga das rochas aflorantes no maciço do Fogo. Perto do cume do vulcão, no flanco sul, Moore (1991a) datou uma escoada traquítica de 121 000±5 000 anos e, na costa norte, Gandino *et al.* (1985) datou uma escoada piroclástica soldada de 103 000 anos.

1.3.1.2.2 Grupo Superior

O Grupo Superior inclui os produtos vulcânicos extruídos nos últimos 40 000 anos pelo Vulcão do Fogo (Wallenstein, 1999). Moore (1991a) inclui neste período dois depósitos relativos a eventos de formação de caldeira e, segundo este autor, durante este período a actividade basáltica ter-se-á restringido aos flancos do vulcão, enquanto a actividade traquítica terá ocorrido tanto nos flancos como no cume.

No Grupo Superior encontra-se uma das formações geológicas mais estudadas da ilha de São Miguel, a Formação do Fogo A, datada de há cerca de 4 600 anos, que se tornou um nível de referência para a estratigrafia recente da ilha de São Miguel, pela grande dispersão e características distintivas que apresenta.

Wallenstein (1999) encontrou dificuldades no estabelecimento de correlações estratigráficas entre os produtos eruptivos documentados nos flancos norte e sul do vulcão, devido a factores de tectónica, de erosão e de coberto vegetal. Estas dificuldades levaram a que este autor distinguisse, na

sua estratigrafia, duas sequências eruptivas para os produtos ante-Fogo A: a Sequência do Flanco Norte e a Sequência do Flanco Sul, e incluiu as formações pós-Fogo A na Sequência Eruptiva da Lagoa do Fogo. Este autor reúne todas as formações basálticas ocorridas nos flancos do vulcão numa unidade que designou de Sequência Eruptiva Basáltica dos Flancos do Vulcão (Figura 1.9).

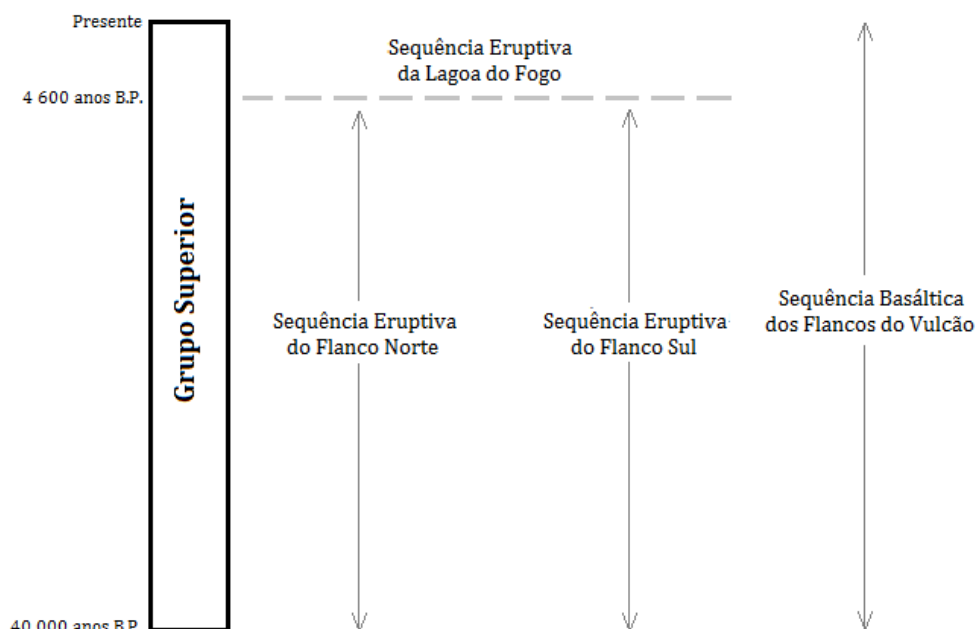


Figura 1.9 - Organização vulcanoestratigráfica do Grupo Superior, de acordo com o proposto por Wallenstein (1999).

As formações geológicas descritas de seguida seguem essencialmente as unidades estratigráficas propostas por Wallenstein (1999), com contributos de Moore (1991a) e Pimentel (2004).

1.3.1.2.2.1 Formação da Caldeira Exterior

(Entre 45 000 e 30 000 anos - Moore, 1991a)

Moore (1990, 1991a) documentou um conjunto de depósitos de pedra pomes de queda e ignimbritos soldados e não soldados, expostos nos flancos nordeste e sudeste do Vulcão do Fogo, que associou à formação da caldeira exterior e que designou de *older caldera-outflow*.

Com base em relações estratigráficas Moore (1991a) indica uma idade entre 30 000 e 45 000 anos para estes depósitos.

1.3.1.2.2.2 Formação da Roída da Praia

(34 200 anos B.P. - Shotton & Williams, 1973); (14 620±60 anos B.P. - Wallenstein, 1999)

Wallenstein (1999) englobou esta formação na Sequência do Flanco Sul e organizou-a em Membro Inferior, Membro Intermédio e Membro Superior.

1. INTRODUÇÃO

CONTRIBUIÇÃO PARA O CONHECIMENTO DAS SEQUÊNCIAS ERUPTIVAS DOS VULCÕES DO FOGO E DAS FURNAS, ENTRE RIBEIRINHA E LOMBA DA MAIA, SÃO MIGUEL (AÇORES)

No Membro Inferior este autor descreveu 11 depósitos de natureza pomítica, um dos quais datado de 34 200 anos (Shotton & Williams, 1973), correspondente ao seu depósito de cinzas ignimbríticas e ao depósito de queda número 14 de Booth *et al.* (1978). Segundo Wallenstein (1999) este é um depósito constituído por cinzas finas, pobre em pedra pomes e líticos e apresenta espessuras de cerca de 10 m num paleovale observado num afloramento da costa sul.

No Membro Intermédio Wallenstein (1999) englobou apenas três depósitos, o da base, datado de $14\ 620 \pm 60$ anos, corresponde a cinzas pomíticas, e os outros dois correspondem a um depósito de pedra pomes de queda com líticos sieníticos e com alteração hidrotermal, com espessura de 2 a 4 m, e a um depósito de cinzas com dois níveis de *lapilli* pomíticos.

O Membro Superior, por seu lado, engloba um total de 12 depósitos, predominantemente de cinzas e *lapilli* pomíticos, existindo, ainda, um depósito de escórias basálticas e um depósito de escoadas de lama (*mudflow*) (Wallenstein, 1999).

1.3.1.2.2.3 Formação do Porto Formoso

($21\ 340 \pm 130$ anos B.P. - Wallenstein, 1999)

A Formação do Porto Formoso integra a Sequência do Flanco Norte e é constituída por depósitos piroclásticos, alguns dos quais, provavelmente provenientes do Vulcão das Furnas (Wallenstein, 1999).

Nesta formação, Wallenstein (1999) descreveu depósitos pomíticos de cinzas e *lapilli*, ignimbrítico e piroclastos basálticos. Segundo a descrição deste autor, o depósito ignimbrítico, com uma espessura de 2,5 m, é composto por pedra pomes e líticos de natureza diversa que se destacam numa matriz de cinzas de cor castanha amarelada.

Um depósito constituído por pedra pomes e líticos muito finos e com troncos carbonizados encontra-se datado de $21\ 340 \pm 130$ anos (Wallenstein, 1999).

1.3.1.2.2.4 Formação da Barrosa

A Formação da Barrosa, incluída na Sequência do Flanco Norte, é constituída por um depósito ignimbrítico na base, seguido de depósitos pomíticos de *lapilli* e cinzas intercalados em camadas de escórias basálticas, e no topo por uma brecha grosseira não consolidada (Wallenstein, 1999).

De acordo com este autor, o depósito ignimbrítico tem uma espessura que varia de 1 m no interflúvio a 15 m no paleovale e é constituído por uma matriz de cinza muito rica em clastos de pedra pomes mais grosseiros, com líticos de natureza traquítica, e a brecha grosseira corresponde a um depósito remobilizado de materiais pomíticos com blocos basálticos e traquíticos.

1.3.1.2.2.5 Formação da Coroa da Mata

(18 600±300 anos B.P. - Moore & Rubin, 1991)

A Formação da Coroa da Mata, integrada na Sequência do Flanco Norte (Wallenstein, 1999), terá sido responsável pela construção do cone de pedra pomes, bem como, na fase final da erupção, do domo traquítico da Coroa da Mata (Moore, 1991a; Wallenstein, 1999).

Esta formação consiste num depósito espesso de pedra pomes de queda muito grosseira, muito rica em cristais de feldspato e anfíbola, com blocos que chegam a atingir 30 cm, rico em líticos com dimensões muitas vezes superiores a 50 cm, e que apresenta alternância de níveis muito grosseiros com níveis mais finos de cinzas, e o topo alterado em paleosolo (Wallenstein, 1999). Este autor não conseguiu medir a espessura total do depósito na zona proximal, por não ter observado a sua base em nenhum afloramento.

1.3.1.2.2.6 Formação dos Fenais da Luz

A Formação dos Fenais da Luz, exposta na arriba da costa norte da ilha de São Miguel desde os Fenais da Luz até à praia da Ribeira Seca, insere-se na Sequência do Flanco Norte (Wallenstein, 1999) e consiste numa sequência de depósitos piroclásticos, essencialmente pomíticos onde se destacam dois depósitos de pedra pomes de queda, com espessuras de 2-4 m (Booth *et al.*, 1978; Wallenstein, 1999) (Fotografia 1.1).



Fotografia 1.1 - Parte da sequência dos depósitos da Formação dos Fenais da Luz.

O depósito de *lapilli* pomíticos inferior é constituído por pedra pomes média a grosseira e moderadamente rico em líticos, entre os quais de natureza sienítica, com fragmentos até 10 cm (Booth *et al.*, 1978). Pimentel (2004) refere que em afloramentos na zona leste da praia da Ribeira Seca os clastos constituintes deste depósito são mais grosseiros do que nos Fenais da Luz.

No depósito de *lapilli* pomíticos superior os líticos de natureza sienítica são raros e a pedra pomes apresenta, por vezes, estruturas de mistura de magmas do tipo *mingling* (Wallenstein, 1999).

1. INTRODUÇÃO

CONTRIBUIÇÃO PARA O CONHECIMENTO DAS SEQUÊNCIAS ERUPTIVAS DOS VULCÕES DO FOGO E DAS FURNAS, ENTRE RIBEIRINHA E LOMBA DA MAIA, SÃO MIGUEL (AÇORES)

Segundo Pimentel (2004) a granulometria deste depósito é mais fina em afloramentos na praia da Ribeira Seca do que na zona dos Fenais da Luz.

Booth *et al.* (1978) referem que estes depósitos são demasiado espessos e grosseiros (pedra pomes até 40 cm e líticos até 10 cm) para serem provenientes das caldeiras quer das Sete Cidades quer do Fogo.

1.3.1.2.2.7 Formação da Chã das Gatas

A Formação da Chã das Gatas, exposta entre o Calhau do Cabo e o Pico das Freiras, na Ribeirinha, integrada na Sequência do Flanco Norte, é constituída por uma sequência de depósitos de *lapilli* e cinzas pomíticas intercaladas por um depósito de escórias basálticas e um tufo hidromagmático (Wallenstein, 1999).

Segundo Wallenstein (1999), o tufo hidromagmático, de natureza basáltica e cor cinza escuro, apresenta-se estratificado, com leitos de granulometria fina e muito fina, e apresenta espessuras inferiores a 1 m. Sobre o tufo este autor descreveu uma sequência piroclástica de depósitos de cinza muito alterados e um depósito de cinzas caracterizado por apresentar a meio um leito de pedra pomes com enclaves de fragmentos de escórias, muito rico em líticos.

O ignimbrito que Wallenstein (1999) documentou no topo desta formação - Depósito ignimbrítico gresoso - foi mais tarde identificado por Pimentel (2004) como correspondendo ao ignimbrito da Formação da Ribeira Chã.

1.3.1.2.2.8 Formação da Ribeira Chã

(15 190±280; 15 180±150 anos B.P. - Moore & Rubin, 1991; 14 820±60 anos B.P. - Wallenstein, 1999)

Englobada por Wallenstein (1999) na Sequência do Flanco Sul, onde atinge espessuras superiores a 18 m, e posteriormente documentada e incluída na Sequência do Flanco Norte por Pimentel (2004), a Formação da Ribeira Chã é composta por um conjunto de depósitos de pedra pomes de queda, cinzas e ignimbrito soldado e não soldado (Fotografia 1.2) (Moore, 1991a; Wallenstein, 1999; Pimentel, 2004).

Wallenstein (1999) organizou esta formação em dois membros, o Membro Inferior e o Membro Superior. O Membro Inferior, com espessuras superiores a 3 m, é formado por um depósito homogéneo de pedra pomes grosseira, branca, relativamente pobre em cristais, pouco vacuolar e com fractura de arrefecimento, rico em nódulos sieníticos (Wallenstein, 1999; Pimentel, 2004). Sobre este depósito

Pimentel (2004) documentou, no flanco norte do vulcão, uma camada de cinzas com estrutura do tipo *surge* e uma sequência de níveis de cinzas e *lapilli* pomíticos intercalados.

O Membro Superior é constituído pelo Ignimbrito da Ribeira Chã, que apresenta uma fácies soldada e não soldada. A fácies soldada, com tonalidade castanha acinzentada e níveis de concentração de *fiamme*, ocorre apenas na costa sul ao longo do eixo dos paleovales (Booth *et al.*, 1978; Wallenstein, 1999), enquanto a fácies não soldada aflora nos flancos norte e sul do vulcão e é constituída por uma matriz de cinza de cor castanha rósea, com níveis mais grosseiros de pedra pomes e líticos, nomeadamente sienitos (Booth *et al.*, 1978; Wallenstein, 1999; Pimentel, 2004).

De acordo com Pimentel (2004), no flanco norte, o ignimbrito apresenta-se bastante compacto e com o topo constituído por cinzas grosseiras alteradas em paleosolo. Por outro lado, no flanco sul, Wallenstein (1999) documentou uma passagem gradual do ignimbrito a uma sequência de depósitos de cinzas, alguns com pedra pomes e líticos dispersos, e o topo alterado em paleosolo. Este autor referiu que em alguns afloramentos a parte superior do ignimbrito é composta por escoadas de lama.



Fotografia 1.2 - Sequência eruptiva da Formação da Ribeira Chã, onde se observa o depósito de pedra pomes do Membro Inferior e o ignimbrito do Membro Superior (fácies soldada e não soldada).

Moore (1990, 1991a) denominou estes depósitos de *younger caldera-outflow*, reconhecendo, no entanto, que as evidências de que estes depósitos resultam da formação da caldeira mais recente do Vulcão do Fogo são pouco convincentes. Wallenstein (1999), por outro lado, considera que esta é responsável por uma importante fase de formação da actual caldeira do Vulcão do Fogo.

Wallenstein (1999) salienta que a idade de cerca de 15 000 anos obtida para o Membro Inferior desta formação não está de acordo com a sua posição estratigráfica relativamente ao Membro Intermédio da Formação da Róida da Praia, datado de 14 620 anos. Deste modo, baseando-se no modelo de estratificação da câmara magmática proposto por Widom *et al.* (1992) e considerando a distribuição temporal de quatro depósitos com características comuns (Membro Intermédio da Róida da Praia, Ribeira

1. INTRODUÇÃO

CONTRIBUIÇÃO PARA O CONHECIMENTO DAS SEQUÊNCIAS ERUPTIVAS DOS VULCÕES DO FOGO E DAS FURNAS, ENTRE RIBEIRINHA E LOMBA DA MAIA, SÃO MIGUEL (AÇORES)

Chã, Fogo A e Fogo 1563), aquele autor estimou, para esta formação, uma idade entre 8 000 e 12 000 anos.

1.3.1.2.2.9 Formação do Espigão

(Entre 15 000 e 4 600 anos B.P.)

Esta formação, incluída por Pimentel (2004) na Sequência do Flanco Norte, aflora na zona do Espigão e é constituída por depósitos de escórias basálticas e depósitos de cinzas pomíticas, no geral, com pedra pomes e líticos disseminados, alguns dos quais sieníticos.

Destaca-se um depósito de cinzas pomíticas rico em cristais de feldspato e mica escura, que atinge mais de 1 m de espessura, e um depósito de escórias muito rico em cristais subcentimétricos esverdeados e escuros no topo (Pimentel, 2004).

1.3.1.2.2.10 Formação do Poço do Cavalo

(Entre 15 000 e 4 600 anos B.P.)

Pimentel (2004) identificou e descreveu a Formação do Poço do Cavalo englobando-a na Sequência do Flanco Norte.

De acordo com este autor, esta formação é constituída por uma sequência de depósitos pomíticos de granulometria cinza e *lapilli* e de escórias basálticas intercaladas, que dado o seu grau de alteração não permitiram o estabelecimento de relações estratigráficas. Um dos depósitos de cinzas pomíticas apresenta 1,5 m de espessura.

1.3.1.2.2.11 Formação do Pisão

(4 760±60 anos B.P. - Wallenstein, 1999)

A Formação do Pisão, documentada por Wallenstein (1999) na Sequência do Flanco Sul do vulcão, aflora imediatamente abaixo da Formação do Fogo A e, de acordo com este autor, é constituída por um depósito de cinzas compactas com vesículas na base, sobreposto por um depósito de pedra pomes branca, de grão médio, com raros fenocristais de feldspato.

1.3.1.2.2.12 Formação do Fogo A

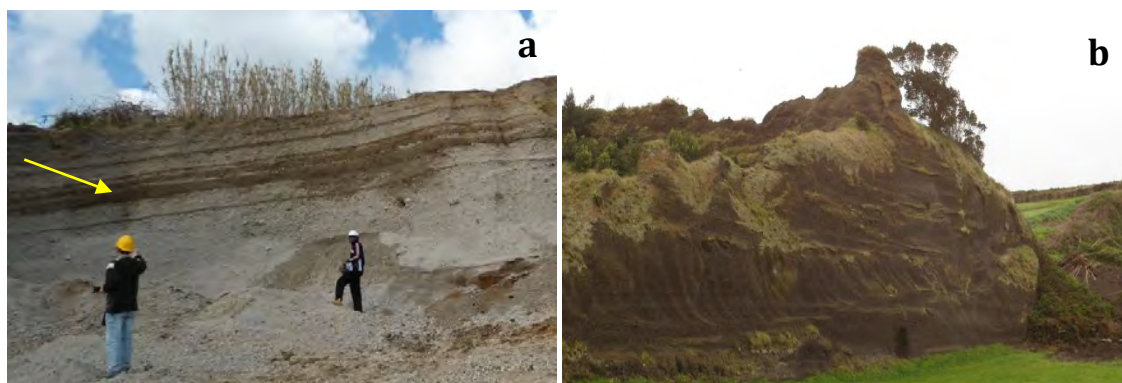
(4 672±100 anos B.P. - Shotton *et al.*, 1968; 4 435±99 anos B.P. - Shotton *et al.*, 1969; 4 550 anos B.P. - Booth *et al.*, 1978; 4 480±180 a 5 380±210 anos B.P. - Moore & Rubin, 1991; 4 230±150 e 4 520±90 anos B.P. - Wallenstein, 1999)

A Formação do Fogo A foi incluída por Wallenstein (1999) na Sequência Eruptiva da Lagoa do Fogo e corresponde a um depósito bastante disperso e com características distintivas, que o tornaram um nível cronoestratigráfico de referência para a estratigrafia recente da ilha de São Miguel. Em termos gerais é constituída por um depósito pomítico, grosseiro e homogéneo, por vezes intercalado por pequenos leitos de grão fino que variam em número e espessura, e culmina com um depósito ignimbrítico espesso e com um depósito estratificado (Walker & Croasdale, 1971) (Fotografia 1.3).

Wallenstein (1999) realizou um estudo da estratigrafia fina dos depósitos constituintes desta formação e dividiu-a em Membro Inferior e Membro Superior, separados por um depósito de *surge*, que segundo este autor marca um colapso parcial da coluna eruptiva.

O Membro Inferior é constituído por uma alternância de níveis de cinzas e de *lapilli* pomíticos, destacando-se o nível de *lapilli* pomítico L4 (Wallenstein, 1999), que corresponde ao nível mais espesso, mais característico, de maior dispersão e que aflora mais frequentemente da Formação do Fogo A. É um depósito completamente solto, com bom *sorting*, composto por pedra pomes grosseira, vesicular, de cor amarela clara a cinza e rica em cristais de feldspato (Walker & Croasdale, 1971; Wallenstein, 1999). Os cristais de feldspato soltos são um constituinte principal da fracção fina do depósito, enquanto os fragmentos líticos constituem uma pequena percentagem do todo, destacando-se os de natureza sienítica (Walker & Croasdale, 1971; Wallenstein, 1999).

Ainda de acordo com Wallenstein (1999), no Membro Superior a alternância de níveis de pedra pomes de queda com níveis de cinzas e *lapilli* pomíticos do tipo *surge*, torna-se mais frequente e espessa para o topo, culminando com depósitos ignimbríticos que chegam a atingir mais de 20 m de espessura. Estes cobrem grande parte do *graben* da Ribeira Grande e alguns paleovales do flanco sul do Vulcão do Fogo, e são constituídos essencialmente por cinzas de cor cinza acastanhada ou tons róseos e marcados por um enriquecimento em sienitos, no teor dos cristais e pela presença de pedra pomes bandada ou escura (Walker & Croasdale, 1971; Wallenstein, 1999).



Fotografia 1.3 - Formação do Fogo A. (a) Depósitos de pedra pomes. A seta indica o depósito de *surge* que delimita o Membro Inferior do Membro Superior; (b) Ignimbrito do Membro Superior.

1. INTRODUÇÃO

CONTRIBUIÇÃO PARA O CONHECIMENTO DAS SEQUÊNCIAS ERUPTIVAS DOS VULCÕES DO FOGO E DAS FURNAS, ENTRE RIBEIRINHA E LOMBA DA MAIA, SÃO MIGUEL (AÇORES)

1.3.1.2.2.13 Fogo B

(3 240±90 anos B.P. - Shotton *et al.*, 1970)

O depósito Fogo B insere-se na Sequência Eruptiva da Lagoa do Fogo de Wallenstein (1999) e corresponde a um depósito estratificado e muito rico em cristais de feldspato, com espessura máxima de 10 m e bastante disperso para leste e norte. O centro emissor, fora da caldeira, corresponde à cratera que corta o domo da Mata do Botelho (Booth *et al.*, 1978; Wallenstein, 1999).

A base deste depósito é constituída por cinza fina e cinza grosseira-*lapilli* fino, o sector intermédio por líticos e pedra pomes grosseira intercalada em camadas de grão fino, e o topo por cinzas finas com pedra pomes dispersa e um paleosolo bem desenvolvido (Booth *et al.*, 1978; Wallenstein, 1999). Wallenstein (1999) refere que nos afloramentos mais afastados do centro emissor o topo do depósito apresenta-se com estruturas do tipo *surge*.

1.3.1.2.2.14 Fogo C

Wallenstein (1999) englobou o depósito Fogo C na Sequência Eruptiva da Lagoa do Fogo que, de acordo com a descrição de Booth *et al.* (1978), consiste num depósito de cinzas finas, rico em *lapilli* de acreção, que apresenta uma espessura máxima de 2,2 m. Segundo Wallenstein (1999), as cinzas são de cor amarelada a castanho claro, sempre muito alteradas e o topo do depósito é normalmente limitado por superfícies de erosão e parcialmente alterado para paleosolo.

1.3.1.2.2.15 Fogo D

O depósito Fogo D insere-se na Sequência Eruptiva da Lagoa do Fogo (Wallenstein, 1999) e, em termos gerais, corresponde a um depósito de grão fino, bem estratificado e muito rico em líticos. Na maioria dos afloramentos a pedra pomes, de tonalidade amarela a amarela acastanhada e moderadamente rica em fenocristais de feldspato, é apenas ligeiramente maior do que os líticos (Booth *et al.*, 1978).

1.3.1.2.2.16 Fogo 1563

O depósito Fogo 1563, incluído na Sequência Eruptiva da Lagoa do Fogo (Wallenstein, 1999), é produto de uma erupção histórica, de magnitude pliniana, com início a 28 de Junho e foi precedida por actividade sísmica, que teve início a 23 de Junho. A erupção terminou a 3 de Julho do mesmo ano e os produtos eruptivos foram dispersos para leste, devido ao vento que soprava de W-SW (Figura 1.10).

Em termos gerais o depósito resultante mostra uma estratificação de camadas de pedra pomes fina e cinzas intercaladas em níveis de pedra pomes grosseira, sendo os níveis de granulometria fina ricos em líticos, e apresenta cristais de feldspato soltos e líticos de natureza sienítica (Walker &

Croasdale, 1971). A pedra pomes é branca, pobre em cristais, mais ou menos angular e exibe fractura de arrefecimento. O topo do depósito encontra-se frequentemente ausente devido à erosão e à acção antrópica (Wallenstein, 1999).

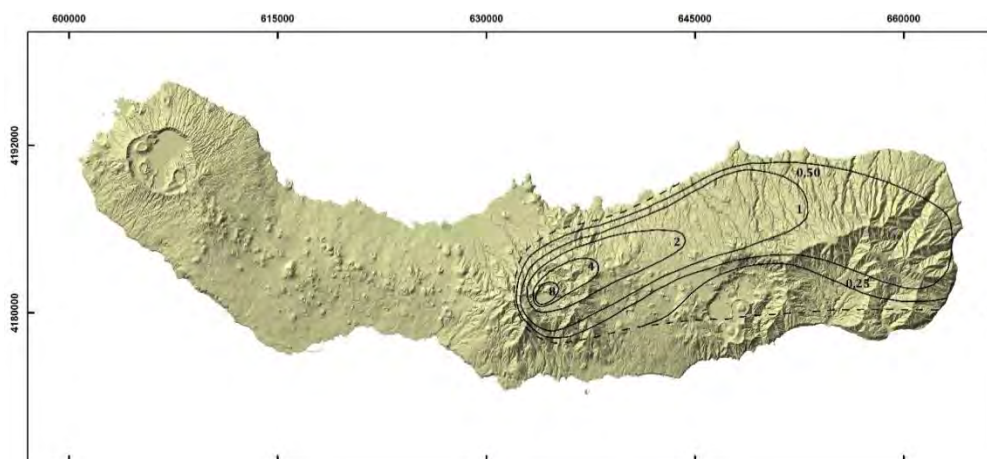


Figura 1.10 - Mapa de isopacas (valores em metros) do depósito da erupção do Fogo de 1563. A linha a tracejado marca o limite para além do qual os autores não encontraram o depósito (adaptado de Walker & Croasdale, 1971).

No ano seguinte, a 10 de Fevereiro de 1564, a caldeira do Vulcão do Fogo terá entrado novamente em actividade. Wallenstein (1999), com base nos relatos históricos de Gaspar Frutuoso (1522-1591†), refere que esta terá consistido em explosões freáticas, que terão contribuído para um maior afundimento e alargamento da cratera da erupção de 1563 e gerado pequenos *lahars* canalizados para as linhas de água do flanco sul do vulcão. Contudo, o mesmo autor ressalva que as evidências relativas à existência desta erupção são contraditórias e que os dados de campo são escassos ou mesmo inexistentes.

1.3.1.2.2.17 Sequência Basáltica (*s.l.*) dos Flancos do Vulcão

Wallenstein (1999) juntou na Sequência Basáltica (*s.l.*) dos Flancos do Vulcão as escoadas lávicas e depósitos piroclásticos basálticos identificados nos flancos do Vulcão do Fogo. Este autor organizou esta sequência em duas sub-unidades geológicas, com base na sua posição estratigráfica em relação ao depósito da Formação do Fogo A: (1) Cones de escórias e escoadas lávicas ante-Fogo A, e (2) Cones de escórias e escoadas lávicas pós-Fogo A.

Este autor identificou um total de 15 cones de escórias de idade ante-Fogo A e descreveu diversos depósitos de piroclastos basálticos com características peculiares: clastos com xenólitos ricos em minerais ferromagnesianos, provavelmente de natureza gabrítica (cone N do Pico do Vento), escórias com xenólitos sieníticos refundidos (Pico das Freiras e Pico da Multa). O depósito de piroclastos e

1. INTRODUÇÃO

CONTRIBUIÇÃO PARA O CONHECIMENTO DAS SEQUÊNCIAS ERUPTIVAS DOS VULCÕES DO FOGO E DAS FURNAS, ENTRE RIBEIRINHA E LOMBA DA MAIA, SÃO MIGUEL (AÇORES)

escoada lávica do Monte Gordo cuja escoada lávica cobre toda a área entre a freguesia da Ribeirinha e o mar, no flanco norte, encontra-se datada de $4\,990 \pm 100$ anos B.P. (Moore, 1990, 1991a).

Relativamente às formas pós-Fogo A, Wallenstein (1999) descreveu três unidades: o depósito de piroclastos e escoadas lávicas ricas em xenólitos sieníticos que formam a fajã lávica da Caloura no flanco sul, e, no flanco norte, a escoada lávica responsável pela formação do delta lávico a norte da freguesia de Ribeira Seca, que data de $1\,790 \pm 150$ anos B.P. (Moore & Rubin, 1991) e os produtos da erupção histórica de 1563 no Pico do Sapateiro.

A erupção histórica de 2 de Julho de 1563 (Menezes *in* Wallenstein *et al.*, 1998 e Frutuoso, 1522-1591†) no topo do domo traquítico do Pico do Sapateiro (posteriormente designado de Pico Queimado) produziu escórias com uma distribuição limitada em torno das bocas eruptivas e escoadas lávicas que correram uma para leste, inflectindo depois para norte atingindo a freguesia de Ribeira Seca, e a outra para noroeste (Figura 1.11) (Wallenstein *et al.*, 1998).

Não se conhece a data em que terminou esta erupção, mas segundo relatos históricos (Menezes *in* Wallenstein *et al.*, 1998) decorreu até, pelo menos, o dia 28 de Julho. A lava resultante desta erupção, de natureza basáltica, apresenta textura porfírica, com fenocristais de olivina e é rica em xenólitos de natureza sienítica parcialmente refundidos (Wallenstein *et al.*, 1998).

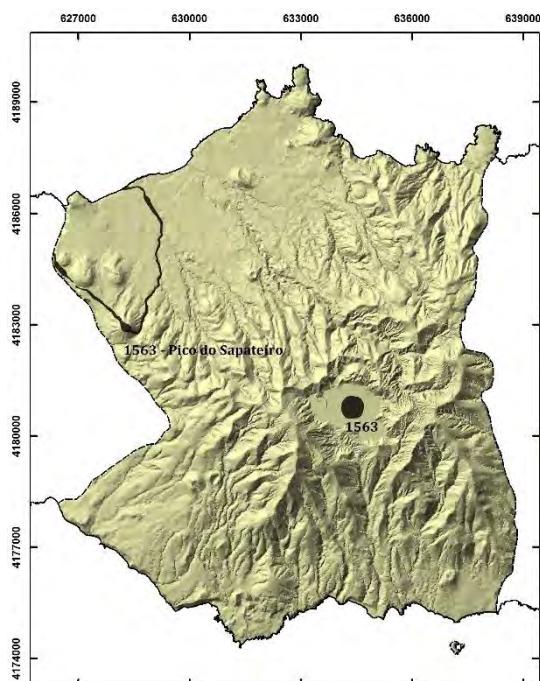


Figura 1.11 - Localização da erupção histórica de 1563 na caldeira do Vulcão do Fogo e da erupção histórica de 1563 no Pico do Sapateiro (Pico Queimado), com cartografia das escoadas lávicas produzidas no seu decurso (adaptado de Wallenstein *et al.*, 1998).

1.3.2 VULCÃO DAS FURNAS

1.3.2.1 Geomorfologia e Tectónica

O maciço vulcânico das Furnas corresponde a um vulcão central poligenético situado na parte leste da ilha de São Miguel entre o Sistema Vulcânico Fissural do Congro, a oeste, e a caldeira da Povoação, a leste. Este vulcão atinge a sua maior altitude aos 805 m no Pico do Salto do Cavalo e apresenta o flanco sul com um relevo acidentado e declives abruptos, a contrastar com o flanco norte que se desenvolve num relevo mais aplanado e suave (Figura 1.12).

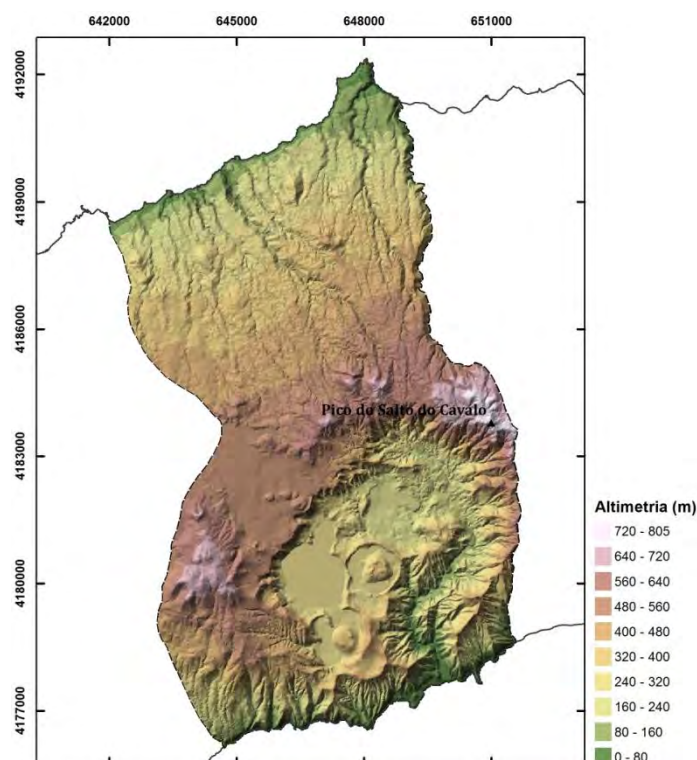


Figura 1.12 - Representação tridimensional da altimetria da região do maciço vulcânico das Furnas (limites baseados em Wallenstein, *com. pess.*), elaborada com base na Carta Militar de Portugal, folhas 29, 30, 33 e 34 (IGeoE, 2002 e 2003).

O Vulcão das Furnas encontra-se encimado por duas caldeiras, reconhecendo-se uma maior e mais antiga, com um diâmetro aproximado de 8x5 km, bem definida a norte, nordeste e sudeste, e outra mais recente, relativamente centrada na mais antiga, com cerca de 6x3,5 km, definida a norte e noroeste por uma escarpa com mais de 200 m de altura (Guest *et al.*, 1999).

No interior deste complexo de caldeiras encontram-se uma lagoa - a Lagoa das Furnas, cones e anéis de pedra pomes, domos traquíticos e crateras de menores dimensões, formadas em várias fases com fenómenos de colapso e explosão (Gaspar *et al.*, 1995) (Figura 1.13).

1. INTRODUÇÃO

CONTRIBUIÇÃO PARA O CONHECIMENTO DAS SEQUÊNCIAS ERUPTIVAS DOS VULCÕES DO FOGO E DAS FURNAS, ENTRE RIBEIRINHA E LOMBA DA MAIA, SÃO MIGUEL (AÇORES)

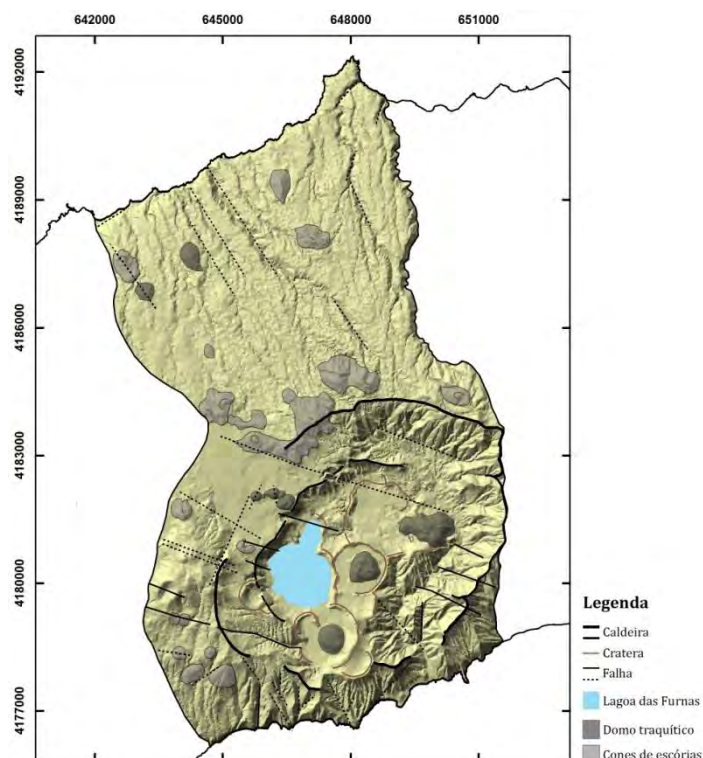


Figura 1.13 - Aspectos geomorfológicos e tectónicos da região do maciço vulcânico das Furnas (baseado em dados de Gaspar *et al.*, 1995; Guest *et al.*, 1999; Carmo, 2004; Carmo *et al.*, 2011).

No sector noroeste da caldeira exterior (mais antiga), no topo dos produtos de enchimento da mesma, desenvolve-se uma cadeia de domos, onde o maior, o domo do Pico do Ferro, apresenta cerca de 500 m de diâmetro e o domo situado mais a leste encontra-se quase totalmente cortado pela escarpa da parede da segunda caldeira (Guest *et al.*, 1999).

No bordo sudeste da caldeira exterior situa-se o domo dos Bodes, também cortado pela escarpa da parede da segunda caldeira e por falhas de direcção WNW-ESE e no bordo leste localiza-se o Pico do Canário, um cone de pedra pomes que se formou na intersecção das falhas que limitam a caldeira exterior e a caldeira interior (Guest *et al.*, 1999). Nos flancos norte e oeste do vulcão predominam os cones de escórias basálticas, com escoadas lávicas associadas.

De acordo com Gaspar *et al.* (1995), a distribuição dos centros eruptivos e dos principais sistemas fluviais e a morfologia das duas caldeiras principais estão relacionadas com as principais estruturas tectónicas nesta região, que têm direcção dominante WNW-ESE. Segundo os mesmos autores, a orientação de alguns vales sugere o controlo estrutural de direcção E-W, coincidente com a orientação da ilha, e nas vertentes sul e oeste do vulcão encontra-se representado um sistema conjugado de fracturas N-S e NNE-SSW (cf. Figura 1.13).

Gaspar *et al.* (1998) referem que a actividade basáltica no exterior da caldeira parece estar relacionada com falhas de direcção WNW-ESE, enquanto a actividade traquítica intracaldeira ocorre, normalmente, na intersecção dos sistemas de fractura WNW-ESE e NNE-SSW.

1.3.2.2 Vulcanoestratigrafia

O Vulcão das Furnas, com cerca de 100 000 anos (Moore, 1990, 1991a), é o vulcão central activo mais jovem da ilha de São Miguel e, de acordo com Guest *et al.* (1999), extruiu essencialmente material traquítico. Segundo Gaspar *et al.* (1995), as manifestações de natureza basáltica *s.l.* concentraram-se nos flancos norte e oeste do vulcão, com a presença de diversos cones de escórias e escoadas lávicas associadas.

Guest *et al.* (1999) organizaram a estratigrafia do Vulcão das Furnas em três grupos, o Grupo Inferior, o Grupo Intermédio e o Grupo Superior (Figura 1.14). Seguindo esta organização, o topo do Grupo Inferior é definido pela Formação do Ignimbrito da Povoação (Schmincke & Weibel, 1972 *in* Duncan *et al.*, 1999; Booth *et al.*, 1978) datada de 30 000 anos B.P. (Guest *et al.*, 1999), o topo do Grupo Intermédio é definido pelo depósito do Fogo A e o Grupo Superior inclui os depósitos das erupções ocorridas nas Furnas nos últimos 5 000 anos, incluindo duas após o povoamento da ilha.

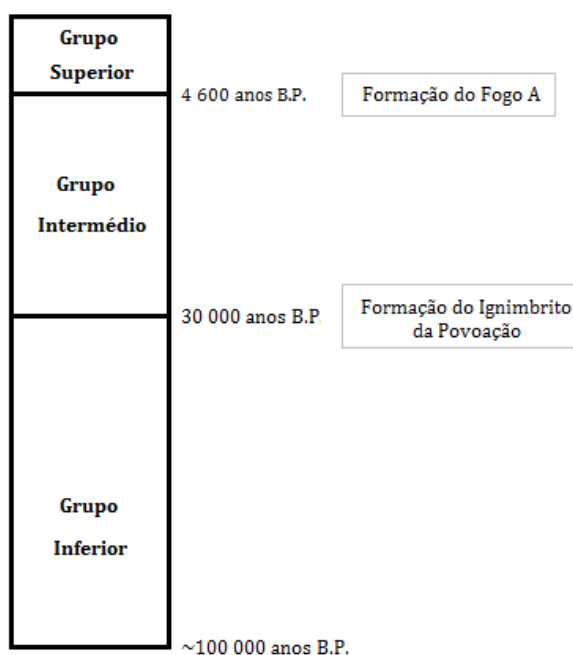


Figura 1.14 - Escala vulcanoestratigráfica do Vulcão das Furnas, de acordo com o proposto por Guest *et al.* (1999).

1.3.2.2.1 Grupo Inferior

O Grupo Inferior inclui quatro formações geológicas que constituem as sequências eruptivas mais antigas do Vulcão das Furnas até à formação da primeira caldeira, que ocorreu há 30 000 anos B.P.

1. INTRODUÇÃO

CONTRIBUIÇÃO PARA O CONHECIMENTO DAS SEQUÊNCIAS ERUPTIVAS DOS VULCÕES DO FOGO E DAS FURNAS, ENTRE RIBEIRINHA E LOMBA DA MAIA, SÃO MIGUEL (AÇORES)

(Guest *et al.*, 1999) e que originou os depósitos da Formação do Ignimbrito da Povoação. A formação da primeira caldeira é um marco na vulcanoestratigrafia do Vulcão das Furnas, correspondendo à sua maior erupção (Duncan *et al.*, 1999; Guest *et al.*, 1999).

1.3.2.2.1.1 Formação das Amoras

Guest *et al.* (1999) dividiram a Formação das Amoras em Formação Inferior e Formação Superior, estando estas separadas por uma inconformidade.

De acordo com a descrição desses autores, a Formação Inferior, com cerca de 40 m de espessura na praia da Amora, é constituída por ignimbritos não soldados, que ocorrem em unidades de fluxo de 0,5-5 m, sobrepostos por pelo menos quatro unidades pomíticas, algumas com estratificação *lapilli*-cinza, separadas por paleosolos.

A Formação Superior, com mais de 35 m de espessura, inclui pelo menos seis camadas de *lapilli* pomítico, cada uma com mais de 1 m, intercaladas em depósitos de escoadas detríticas (*debris flows*), com mais de 3 m de espessura.

1.3.2.2.1.2 Formação da Albufeira

(Entre 93 000 e 44 000 anos B.P. - Moore, 1990 e Guest *et al.*, 1999)

Segundo Guest *et al.* (1999), a Formação da Albufeira encontra-se sobre uma escoada lávica espessa - a Escoada lávica traquítica do Garajau - e totaliza mais de 100 m de espessura. Esta formação consiste numa sequência de depósitos de *lapilli* de queda, *surges* e escoadas detríticas, sobreposta por uma sequência de escoadas de blocos e cinzas de material silicioso - as Escoadas de blocos e cinzas da Unidade Quente.

Estes depósitos encontram-se bem expostos nas arribas da Ribeira Quente e correspondem, aparentemente, a produtos de mais de uma erupção pliniana, sobrepostos pelas escoadas de blocos e cinzas, associadas à formação de um domo a poucos quilómetros de distância (Guest *et al.*, 1999).

1.3.2.2.1.3 Formação do Cavaleiro

A Formação do Cavaleiro aflora sobre as lavas do Complexo Vulcânico do Nordeste, num local a oeste da Povoação. Esta formação engloba mais de 18 unidades separadas por paleosolos que correspondem a depósitos pomíticos de queda (*lapilli* e cinza), exceptuando-se uma unidade que corresponde a um depósito de *surge* (Guest *et al.*, 1999).

1.3.2.2.1.4 Formação do Ignimbrito da Povoação

(30 000 anos B.P. - Guest *et al.*, 1999)

Os depósitos da Formação do Ignimbrito da Povoação estão associados à erupção da formação da primeira caldeira do Vulcão das Furnas, que correspondeu à maior erupção explosiva deste vulcão (Duncan *et al.*, 1999; Guest *et al.*, 1999). Os depósitos cobrem grande parte da vizinha caldeira da Povoação, encontrando-se bem expostos aí e nas arribas costeiras sul do Vulcão das Furnas (Booth *et al.*, 1978; Moore, 1990, 1991a; Duncan *et al.*, 1999).

A Formação do Ignimbrito da Povoação, com uma espessura total superior a 50 m, é constituída por depósitos de *lapilli* de queda, depósitos espessos de *surge* e unidades ignimbríticas soldadas e não soldadas (Duncan *et al.*, 1999).

De acordo com Duncan *et al.* (1999), esta formação exhibe uma variação vertical que se traduz numa estratificação em unidades de arrefecimento singulares, em intervalos de 20-30 cm, com camadas de diferente grau de soldagem e tamanho de clastos. As unidades soldadas evidenciam uma fábrica produzida pelo achatamento de clastos de material juvenil, formando *fiamme* paralelos à superfície de deposição (Fotografia 1.4). Nas unidades soldadas encontram-se líticos de sienito com 1-2 e até 9 cm dispostos paralelamente à fábrica.

Duncan *et al.* (1999) reconheceram nesta formação duas fácies principais: (1) a fácies de preenchimento dos paleovales, onde o ignimbrito tem uma espessura considerável e a unidade soldada chega a atingir 40 m de espessura (e.g. pedreira no vale da Ribeira Quente), e (2) a fácies dos interflúvios, que exhibe uma alternância de unidades soldadas e não soldadas, e onde as unidades soldadas apresentam-se mais finas ou passam lateralmente a unidades não soldadas.



Fotografia 1.4 - Formação do Ignimbrito da Povoação. (a) Pormenor dos *fiamme*; (b) Intercalação unidades soldadas-não soldadas.

1. INTRODUÇÃO

CONTRIBUIÇÃO PARA O CONHECIMENTO DAS SEQUÊNCIAS ERUPTIVAS DOS VULCÕES DO FOGO E DAS FURNAS, ENTRE RIBEIRINHA E LOMBA DA MAIA, SÃO MIGUEL (AÇORES)

1.3.2.2.2 Grupo Intermédio

O Grupo Intermédio é composto por sete formações geológicas, com idade compreendida entre 30 000 e 5 000 anos B.P. (Figura 1.15) e engloba a sequência eruptiva associada à formação da segunda caldeira do Vulcão das Furnas (Guest *et al.*, 1999).

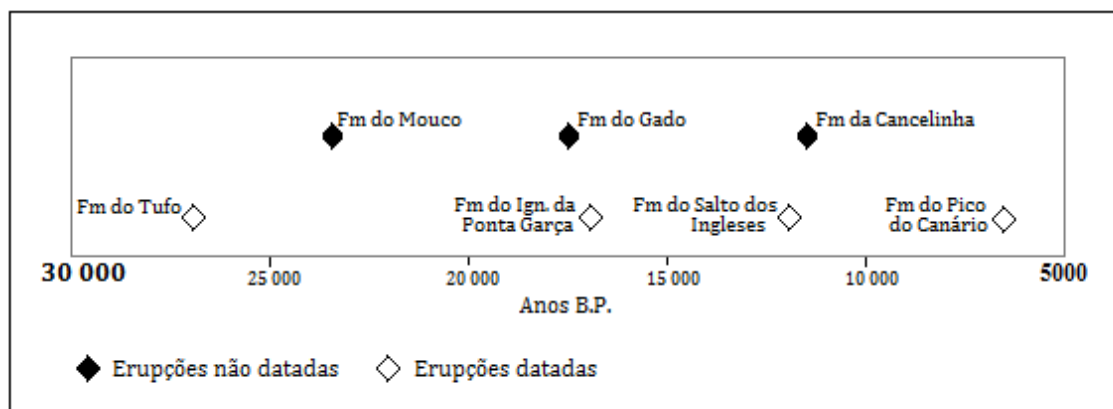


Figura 1.15 - Cronograma das erupções do Grupo Intermédio do Vulcão das Furnas. Dados de Moore & Rubin (1991), Moore (1991b) e Guest *et al.* (1999).

1.3.2.2.2.1 Formação do Tufo

(27 000 anos B.P. - Guest *et al.*, 1999)

A Formação do Tufo apresenta mais de 45 m de espessura na Ribeira do Tufo e é constituída por uma sequência de ignimbrito, várias sequências estratificadas de *lapilli* pomítico, tufo soldado e depósitos de *surge* (Guest *et al.*, 1999).

Segundo estes autores, a base do depósito é constituída por uma camada de *lapilli* pomítico bem calibrado, rica em fragmentos de carvão, e evolui superiormente para um tufo soldado, com 2-4 m de espessura, interpretado como um depósito de queda soldado. Este depósito encontra-se sobreposto por depósitos de queda de pedra pomes angular e relativamente densa, com 2-5 m de espessura, intercalados por camadas mais finas e descontínuas, interpretadas como depósitos de *surges*.

Na Ribeira do Tufo, perto da base da sequência, aflora um ignimbrito com cerca de 10 m de espessura (Guest *et al.*, 1999).

1.3.2.2.2.2 Formação do Mouco

(Entre 30 000 e 17 000 anos B.P. - Guest *et al.*, 1999)

A Formação do Mouco, com cerca de 30 m de espessura, é composta por três camadas de escórias basálticas, cada uma com espessuras até 4 m, uma escoada lávica basáltica e dois depósitos

pomíticos de alternância *lapilli*-cinza. A escoada lávica e as escórias basálticas serão provenientes de centros eruptivos exteriores à caldeira das Furnas (Sistema Vulcânico Fissural do Congro), enquanto os depósitos pomíticos serão provenientes do interior da mesma (Guest *et al.*, 1999).

Os mesmos autores referem que esta formação encontra-se coberta por uma sequência de depósitos de escoadas detríticas, com mais de 10 m de espessura.

1.3.2.2.3 Formação do Ignimbrito da Ponta Garça

(17 000 anos B.P. - Guest *et al.*, 1999)

De acordo com Guest *et al.* (1999), a Formação do Ignimbrito da Ponta Garça apresenta uma espessura total superior a 15 m e é composta por várias unidades ignimbríticas, com 1-2,5 m de espessura, intercaladas por alguns depósitos de *surges* grosseiros e ricos em pedra pomes.

Segundo os mesmos autores, as unidades ignimbríticas apresentam gradação do tipo *coarse-tail grading*, o que significa que a fracção mais grosseira do depósito exhibe gradação normal.

1.3.2.2.4 Formação da Cancelinha

(Entre 17 000 e 5 000 anos B.P. - Guest *et al.*, 1999)

A Formação da Cancelinha aflora na área da Ponta Garça e é composta por pelo menos nove depósitos pomíticos de queda, podendo alguns ser contemporâneos das unidades que constituem a parte superior da Formação do Gado (descrita em seguida) (Guest *et al.*, 1999).

Guest *et al.* (1999) referem que alguns dos depósitos que constituem esta formação são distintos pela sua estratificação cinza-*lapilli*, e outros dos depósitos, constituídos por *lapilli*, são distintos por exibirem leitos finos de cinza.

1.3.2.2.5 Formação do Gado

A Formação do Gado corresponde a uma sequência de pelo menos 14 depósitos de piroclastos de queda separados por paleosolos que aflora no interior da caldeira da Povoação (Guest *et al.*, 1999).

De acordo com a descrição efectuada por Guest *et al.* (1999), a maioria das unidades que constituem a Formação do Gado, principalmente as da parte inferior da sequência, são compostas por *lapilli* pomítico de queda e as unidades que constituem a parte superior da sequência são formadas por numerosas camadas de alternância *lapilli*-cinza pomítico.

1. INTRODUÇÃO

CONTRIBUIÇÃO PARA O CONHECIMENTO DAS SEQUÊNCIAS ERUPTIVAS DOS VULCÕES DO FOGO E DAS FURNAS, ENTRE RIBEIRINHA E LOMBA DA MAIA, SÃO MIGUEL (AÇORES)

Estes autores referem, ainda, que a pedra pomes dos depósitos inferiores é rica em cristais e a do topo não, podendo este facto ser uma característica distintiva dos depósitos que constituem esta formação.

1.3.2.2.6 Formação do Salto dos Ingleses

(27 000±1 000; 25 500±500; 24 000±500 anos B.P - Moore & Rubin, 1991); (12 000 anos B.P. - Moore, 1991a)

A Formação do Salto dos Ingleses é constituída por uma sequência de materiais piroclásticos de enchimento da caldeira mais antiga do Vulcão das Furnas e encontra-se exposta na parede norte da Lagoa das Furnas, cortada pela parede da segunda caldeira. No entanto, os afloramentos são, na generalidade, inacessíveis (Guest *et al.*, 1999).

Moore (1991a) documentou parte desta sequência estratigráfica num afloramento num vale a sul do Pico do Ferro. De acordo com a descrição deste autor, a sequência cobre uma escoada basanitóide e é constituída por três leitos de depósitos lacustres, com idades entre 27 000 e 23 000 anos, intercalados por depósitos finos de pedra pomes de queda e lavas em almofada (basanitóides e traquíticas). Esta sequência encontra-se oculta por 30 m e depois é sucedida por camadas de pedra pomes e por uma escoada lávica.

A cobrir estes depósitos e subjacente aos domos do Pico do Ferro encontra-se um ignimbrito soldado, datado de 12 000 anos (Moore, 1991a), designado por Guest *et al.* (1999) como a Unidade do Pico do Ferro.

Guest *et al.* (1999) referem que os materiais piroclásticos que constituem a sequência eruptiva de enchimento da primeira caldeira encontram-se expostos em outros locais na caldeira (*e.g.* estrada entre as Furnas e a Ribeira Quente), mas esses afloramentos encontram-se muito alterados, não sendo possível distinguir se correspondem a depósitos de escoadas piroclásticas primárias ou a depósitos de escoadas detríticas.

De acordo com Guest *et al.* (1999), os depósitos associados à formação da segunda caldeira do Vulcão das Furnas não são evidentes, no entanto, estes autores assumem como candidato o ignimbrito da Unidade do Pico do Ferro.

1.3.2.2.7 Formação do Pico do Canário

(Aproximadamente 6 600 anos B.P. - Moore, 1991b)

O Pico do Canário, localizado entre o bordo da caldeira das Furnas e da caldeira da Povoação, consiste num cone de pedra pomes, formado em pelo menos quatro fases eruptivas, comprovadas pelos horizontes de paleosolos (Guest *et al.*, 1999).

Em sequências proximais observam-se camadas de *lapilli* pomítico grosseiro com diferentes quantidades de material lítico, e em algumas sequências encontram-se camadas de *lapilli* pomítico divididas por leitos finos de cinza arenosa, grosseira e escura, constituída por materiais líticos (Guest *et al.*, 1999).

1.3.2.2.3 Grupo Superior

O Grupo Superior é constituído pelas formações resultantes dos episódios eruptivos ocorridos nos últimos 5 000 anos no interior da caldeira das Furnas (Guest *et al.*, 1999). No geral, resultaram de actividade subpliniana, e apresentam, com frequência, estratificação cinza-*lapilli* pomítico (Cole *et al.*, 1999).

Este Grupo inclui um total de 10 formações, que Booth *et al.* (1978) designaram de 'Furnas A' a 'Furnas J'. As duas últimas resultaram de erupções históricas ocorridas em 1439/43 (Queiroz *et al.*, 1995) e em 1630 (Cole *et al.*, 1995) (Figura 1.16).

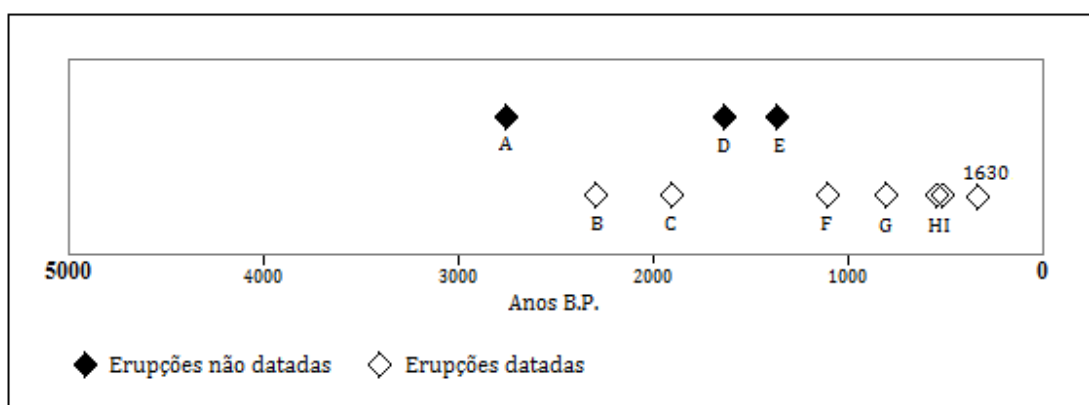


Figura 1.16 - Cronograma das erupções do Grupo Superior do Vulcão das Furnas. Dados de Booth *et al.* (1978), Moore & Rubin (1991), Queiroz *et al.* (1995) e Guest *et al.* (1999).

1. INTRODUÇÃO

CONTRIBUIÇÃO PARA O CONHECIMENTO DAS SEQUÊNCIAS ERUPTIVAS DOS VULCÕES DO FOGO E DAS FURNAS, ENTRE RIBEIRINHA E LOMBA DA MAIA, SÃO MIGUEL (AÇORES)

1.3.2.2.3.1 Furnas A

(Entre 3 240±90 e 2 310±160 anos B.P. - Shotton *et al.*, 1970 e Guest *et al.*, 1999)

O depósito Furnas A é constituído por uma cinza fina, provavelmente resultante de actividade freatomagmática (Guest *et al.*, 1994 *in* Pacheco, 1995), que apresenta uma espessura máxima de 80 cm e encontra-se intensamente erodido (Pacheco, 1995).

Segundo Pacheco (1995), este depósito posiciona-se estratigraficamente entre os depósitos Fogo B e Furnas B.

1.3.2.2.3.2 Furnas B

(2 310±160 anos B.P. - Guest *et al.*, 1999)

Furnas B apresenta uma alternância de camadas de cinza e *lapilli*, predominando as cinzas nos cortes mais afastadas da caldeira (Pacheco, 1995). As cinzas, de tonalidade cinza escura, apresentam em alguns locais estruturas tubulares com alteração limonítica, que são interpretadas como restos de caules de erva enterrados no depósito durante a erupção (Booth *et al.*, 1978).

1.3.2.2.3.3 Furnas C

(2 900±120 anos B.P. - Shotton & Williams, 1971; 1 870±120 anos B.P. - Guest *et al.*, 1999)

O depósito Furnas C está associado à erupção de maior magnitude registada no Vulcão das Furnas nos últimos 5 000 anos. Em termos gerais é um depósito pomítico, com estratificação cinza-*lapilli*, rico em *lapilli* de acreção (Booth *et al.*, 1978).

Pacheco (1995) definiu duas unidades estratigráficas neste depósito, a Unidade-1 (U-1) e a Unidade-2 (U-2) (Figura 1.17).

Segundo Pacheco (1995), a Unidade-1 tem uma espessura máxima de 2,70 m e corresponde à camada de cinzas finas que constituem a base do depósito. Estas apresentam cor cinza clara, com alguns níveis de *lapilli* difusos e exibem em alguns locais uma estratificação muito fina. Nesta Unidade, Pacheco (1995) destaca a presença de vesículas, de *lapilli* de acreção e de vestígios de vegetação (*e.g.* troncos de plantas lenhosas, moldes negativos de folhas). Booth *et al.* (1978) e Pacheco (1995) referem, ainda, a presença, na base deste depósito, de estruturas tubulares, verticais com alteração limonítica que são interpretadas como caules de vegetação cobertos pela cinza.

De acordo com Pacheco (1995), a Unidade-2 corresponde aos restantes níveis do depósito, que começa com um nível de *lapilli* relativamente grosseiro, seguido de uma alternância de níveis de cinza e *lapilli*, sendo o topo, geralmente, constituído por uma importante camada de cinzas. Nesta Unidade

destaca-se a existência de níveis de *lapilli* com variação lateral de espessura ou estratificação entrecruzada, interpretados como *surges*.

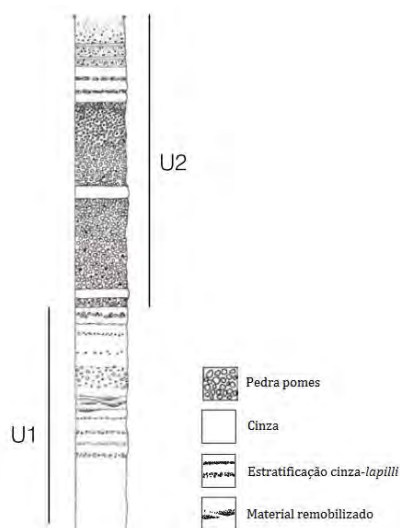


Figura 1.17 - Esquema da estratigrafia do depósito Furnas C, com indicação das Unidades U-1 e U-2 (não se encontra à escala) (adaptado de Pacheco, 2001).

O centro emissor deste depósito corresponde à cratera onde se insere a maior parte do património construído da freguesia das Furnas (Booth *et al.*, 1978; Pacheco, 1995) (Figura 1.18).

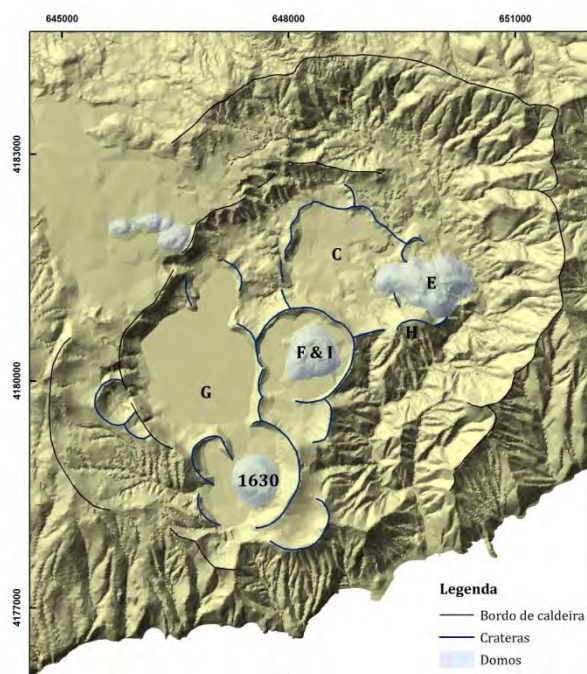


Figura 1.18 - Mapa com a localização dos centros eruptivos das erupções do Grupo Superior do Vulcão das Furnas (adaptado de Cole *et al.*, 1999).

1. INTRODUÇÃO

CONTRIBUIÇÃO PARA O CONHECIMENTO DAS SEQUÊNCIAS ERUPTIVAS DOS VULCÕES DO FOGO E DAS FURNAS, ENTRE RIBEIRINHA E LOMBA DA MAIA, SÃO MIGUEL (AÇORES)

1.3.2.2.3.4 Furnas D

De acordo com a descrição de Booth *et al.* (1978), o depósito de Furnas D consiste numa camada muito fina de cinza, com 30 cm de espessura, geralmente rica em líticos com diâmetro máximo de 2 cm, que terá sofrido dispersão para norte.

1.3.2.2.3.5 Furnas E

Furnas E, com 2,4 m de espessura máxima, corresponde a um depósito estratificado de cinza e *lapilli* pomítico, constituído por pedra pomes porfírica (Booth *et al.*, 1978).

Booth *et al.* (1978) localizam o centro eruptivo deste depósito no pico das Marconas, enquanto Cole *et al.* (1999) indicam o Pico das Caldeiras (cf. Figura 1.18). Apesar de ambos concordarem que esta erupção terminou com a edificação de um domo, para os primeiros este corresponderá ao domo das Marconas e para os segundos ao domo do Pico das Caldeiras.

1.3.2.2.3.6 Furnas F

(1 100±60; 1 120±120 anos B.P. - Moore & Rubin, 1991)

O depósito Furnas F apresenta uma alternância de camadas de cinza e *lapilli* e corresponde a um membro pouco comum devido à abundância de líticos em relação à pedra pomes (Booth *et al.*, 1978). De acordo com os mesmos autores, a pedra pomes, de cor cinzenta escura, é densa, mais máfica e rica em fenocristais do que em qualquer outro depósito do Vulcão das Furnas.

Booth *et al.* (1978) referem que a correlação de Furnas F é em muitos locais incerta, pois onde a camada é fina (*e.g.* afloramentos no bordo noroeste da caldeira) a pedra pomes está ou completamente decomposta ou amarelada devido à meteorização. O centro emissor de Furnas F terá sido a cratera do Gaspar (Booth *et al.*, 1978; Cole *et al.*, 1999) (cf. Figura 1.18).

1.3.2.2.3.7 Furnas G

(780±120 anos B.P. - Moore & Rubin, 1991)

De acordo com Booth *et al.* (1978) este é um depósito com espessura máxima de 1,5 m, estratificado, com alternância de camadas de cinza e *lapilli* e que se distingue pela presença de pedra pomes de cor pálida na base do depósito e pelo topo arenoso e escuro.

Estes autores referem que a ausência de grão grosseiro e a riqueza em líticos, especialmente na parte superior do depósito, onde se encontram fragmentos de obsidiana, são características distintivas deste depósito e que a pedra pomes é frequentemente escura e porfírica, bastante semelhante à presente no depósito Furnas F.

Cole *et al.* (1999) localizam o centro eruptivo na área sul da Lagoa das Furnas, indicando esta erupção como responsável pela formação daquela cratera da lagoa (cf. Figura 1.18).

1.3.2.2.3.8 Furnas H

1425 AD (490±50; 560±50 anos B.P. - Queiroz *et al.*, 1995)

O depósito Furnas H teve origem numa erupção puramente magmática, explosiva, curta e violenta, de magnitude subpliniana (Cole *et al.*, 1999), localizada no pico das Marconas (cf. Figura 1.18), onde o depósito encontra-se exposto com uma espessura inferior a 5 m (Booth *et al.*, 1978).

Este é um depósito relativamente massivo e homogéneo, composto inteiramente por pedra pomes vesicular (Cole *et al.*, 1999) e com teor moderado de fenocristais de feldspato e biotite, correspondendo a um dos depósitos mais grosseiros e menos disperso do Vulcão das Furnas (Booth *et al.*, 1978). O depósito é moderadamente rico em líticos e em alguns afloramentos contém madeira carbonizada (Booth *et al.*, 1978).

Furnas H encontra-se separado de Furnas I por um horizonte fino e irregular, indicando que o período de tempo entre os dois eventos eruptivos foi curto (Queiroz *et al.*, 1995; Cole *et al.*, 1999).

1.3.2.2.3.9 Furnas I

1439-43 AD (Queiroz *et al.*, 1995)

A erupção que originou o depósito Furnas I, de magnitude subpliniana (Cole *et al.*, 1999), iniciou-se com actividade explosiva, com emissão de cinzas e pedra pomes, seguindo-se a efusão de lavas que edificaram um domo traquítico.

De acordo com Booth *et al.* (1978), no depósito Furnas I distinguem-se duas partes, a parte inferior que consiste numa alternância de camadas de cinza e *lapilli* e tem uma espessura máxima de 6 m, e a parte superior, que se constitui por uma camada de pedra pomes pura e homogénea, onde os líticos são praticamente ausentes, a pedra pomes apresenta tendência lamelar e são abundantes os fenocristais de feldspato, também de tendência lamelar e até 8 mm.

Queiroz *et al.* (1995) referem que, segundo documentos históricos, estaria a decorrer uma erupção vulcânica na ilha de São Miguel aquando do seu povoamento, entre os anos de 1439 e 1443. Estes autores apresentando elementos vulcanológicos, estratigráficos, geocronológicos e documentais situam no Vulcão das Furnas a referida erupção e associam-na ao depósito Furnas I, indicando o Pico do Gaspar como o centro eruptivo (cf. Figura 1.18).

1. INTRODUÇÃO

CONTRIBUIÇÃO PARA O CONHECIMENTO DAS SEQUÊNCIAS ERUPTIVAS DOS VULCÕES DO FOGO E DAS FURNAS, ENTRE RIBEIRINHA E LOMBA DA MAIA, SÃO MIGUEL (AÇORES)

Segundo Queiroz *et al.* (1995), quando os povoadores chegaram à ilha a fase explosiva da erupção já teria terminado e estaria a decorrer a fase efusiva, correspondente à edificação do domo.

1.3.2.2.3.10 Furnas J (1630)

O depósito Furnas 1630 resultou da última erupção histórica ocorrida no Vulcão das Furnas, tendo provocado a morte de 195 pessoas (Corrêa, 1924 e Dias, 1936 *in* Guest *et al.*, 1999).

A erupção iniciou-se a 3 de Setembro de 1630 (Corrêa, 1924 e Jerónimo, 1989 *in* Cole *et al.*, 1995) e foi precedida por actividade sísmica que terá desencadeado movimentos de vertente nas regiões mais próximas (na praia da Ribeira Quente encontram-se depósitos de vertente subjacentes aos depósitos vulcânicos desta erupção) (Cole *et al.*, 1995).

O depósito é constituído por uma alternância de níveis de cinza e de *lapilli* pomíticos, sendo a pedra pomes de cor pálida e moderadamente porfírica (Booth *et al.*, 1978). De acordo com Booth *et al.* (1978), a base do depósito é composta por uma camada fina de pedra pomes particularmente grosseira. O depósito tende a ficar mais fino para o topo, mas culmina numa camada homogénea de pedra pomes grosseira (Booth *et al.*, 1978; Cole *et al.*, 1995).

As camadas de cinza contêm *lapilli* de acreção, texturas vesiculares (Booth *et al.*, 1978; Cole *et al.*, 1995) e apresentam variações laterais de espessura e estratificação oblíqua, sugerindo a ocorrência de *surges* (Cole *et al.*, 1995). No decorrer da erupção ocorreram, também, escoadas piroclásticas que foram canalizadas pelos vales e atingiram a costa sul, desde o litoral da Ribeira Quente até à Ponta Garça (Cole *et al.*, 1995).

O centro emissor desta erupção localizou-se junto à margem sul da Lagoa das Furnas (Cole *et al.*, 1995) (cf. Figura 1.18). Dias (1936 *in* Cole *et al.*, 1995) refere a existência de três lagoas na caldeira das Furnas antes da erupção de 1630: a Grande, a Escura e a Barrenta. A Grande seria aproximadamente do tamanho da actual Lagoa das Furnas e a Escura e a Barrenta estariam situadas no sector sul da caldeira, sendo destruídas durante a erupção (Cole *et al.*, 1995).

A fase explosiva terá durado três dias e quando cessou, iniciou-se a fase efusiva, com extrusão de um domo traquítico, que terá decorrido durante cerca de dois meses (Cole *et al.*, 1995). De acordo com Cole *et al.* (1999) este evento, de magnitude subpliniana, foi um dos episódios eruptivos mais pequenos ocorridos no Vulcão das Furnas nos últimos 5 000 anos.