



Enquadramento geocronológico pelo método K/Ar das principais seqüências vulcano-estratigráficas da Ilha do Sal - Cabo Verde

TORRES, P.C.¹, SILVA, L.C.¹, SERRALHEIRO, A.², TASSINARI, C.³ & MUNHÁ, J.²

(Recebido em 14-XI-1997)

Apresentam-se os resultados analíticos geocronológicos pelo método K/Ar obtidos para sete amostras representativas das principais seqüências vulcano-estratigráficas da Ilha do Sal, Arquipélago de Cabo Verde, que permitiram precisar / corrigir relações estratigráficas que foram estabelecidas no decurso dos trabalhos de campo que levaram à elaboração da respectiva carta geológica na escala de 1/25000.

Pela análise desses resultados se infere que a actividade ígnea, responsável pela edificação da ilha, cobre um espectro temporal que se estende, pelo menos, por cerca de 26 Ma, tendo a actividade vulcânica cessado há mais de 400000 anos.

Palavras chave: Cabo Verde, Sal, geologia, estratigrafia, geocronologia K/Ar

Seven representative samples of the Sal Island stratigraphic sequence were analysed by the K/Ar method. The new geochronological data, together with detailed geological mapping, enable to establish a chronostratigraphic sequence for the volcanic activity in Sal Island, ranging in age from 26 My to about 400000 y.

Currently available geochronological data for the Cape Verde islands suggests that the earlier stages of volcanic activity in the archipelago became younger from northeast to southwest; this pattern is congruent with the apparent oceanic plate motion relative to the Cape Verde hot-spot.

Keywords: Cape Verde, Sal, geology, stratigraphy, geochronology K/Ar

INTRODUÇÃO

Sobre a geologia cabo-verdiana, de um modo geral, pode-se dizer que a maior parte das ilhas que constituem o arquipélago estarão bem compreendidas sob o ponto de vista da vulcanoestratigrafia relativa; no entanto, em termos da datação absoluta desses fenómenos a informação disponível é ainda extremamente limitada (Bernard-Griffiths et al., 1975; Grunau et al., 1975; Mitchell et al., 1983; Cahen et al., 1984).

Os dados referem-se a algumas ilhas do grupo Sotavento (Maio, Santiago e Brava), sugerindo espectros de idades de $21,1 \pm 6,3$ a $4,3 \pm 0,2$ Ma e de 12 ± 2 a $2,4 \pm 0,2$ Ma, respectivamente para o "Complexo eruptivo antigo" e a "Formação eruptiva principal" destas ilhas.

Com este trabalho pretende-se dar notícia das primeiras datações geocronológicas efectuadas na Ilha do Sal; apesar do número reduzido de análises, os novos dados permitem complementar as observações resultantes da cartografia geológica (corrigindo algumas conclusões que se afiguravam problemáticas em Silva et al., 1990) e constituem uma contribuição para a correlação estratigráfica entre as diferentes ilhas do arquipélago.

(¹) Centro de Geologia do Instituto de Investigação Científica Tropical, Lisboa, Portugal.

(²) Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Portugal.

(³) Centro de Pesquisas Geocronológicas do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, Brasil.

ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO

A Ilha do Sal integra-se no arquipélago de Cabo Verde que, juntamente com os Açores, a Madeira e as Canárias constituem um grupo de arquipélagos existentes no Atlântico norte e central designado por Macaronésia.

O arquipélago de Cabo Verde situa-se no Atlântico central, entre o Trópico de Câncer e o Equador, a cerca de 455 km a oeste da costa ocidental de África, e de 2.000 km a leste da crista média atlântica, apresentando uma área total de 4033 km² (Fig. 1).

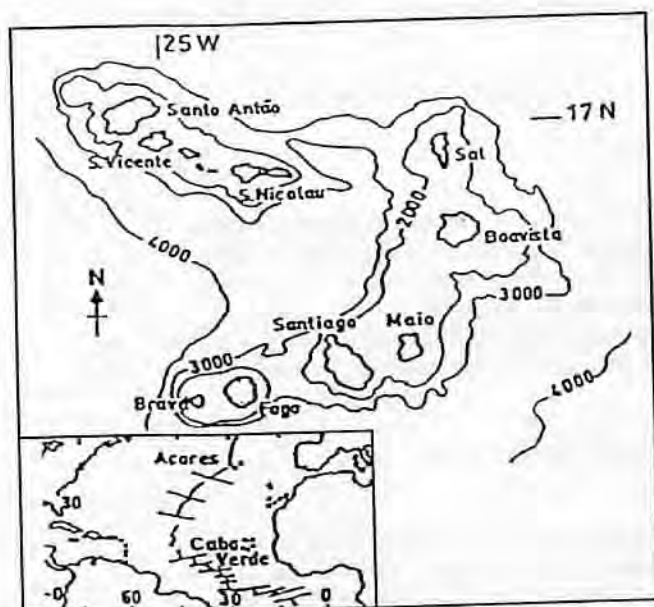


Fig. 1 — Localização do Arquipélago de Cabo Verde (Figura extraída de Davies *et al.*, 1989)

Compõe-se de dez ilhas e oito ilhéus, divididos em 2 grupos, Barlavento e Sotavento, (de acordo com a sua posição relativa ao vento dominante de nordeste), dispostos em forma de “ferradura” com a abertura para oeste, os quais assentam sobre um grande domo topográfico (“Cape Verde Rise”) que ascende a mais de 2000 metros do fundo oceânico antigo, com cerca de 125 Ma. (White, 1989), em pleno domínio intraplaca oceânica.

A Ilha do Sal, juntamente com as ilhas da Boa Vista e do Maio (as mais orientais), pelo elevado grau de arrasamento, deve corresponder a uma das ilhas mais antigas do arquipélago.

RESULTADOS E METODOLOGIA ANALÍTICA

Os resultados obtidos constam da tabela I e a localização da amostragem submetida a determinação geocronológica está contida na figura 2.

As determinações isotópicas foram efectuadas nos laboratórios do Centro de Pesquisas Geocronológicas do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (Brasil). As dosagens de K foram realizadas por fotometria de chama e a extracção de ⁴⁰Ar processou-se em linha de vidro sob condições de ultra-vácuo (2×10⁻⁷ mmHg); na análise de ⁴⁰Ar utilizou-se a técnica da diluição isotópica, recorrendo a um espectrómetro de massa de fonte gasosa tipo “Nuclide”. Nos cálculos geocronológicos a constante de decaimento radioactivo, K⁴⁰ => Ar⁴⁰, utilizada foi λ_c = 0.581×10⁻¹⁰/ano.

Tabela I

Datações K/Ar de rochas da Ilha do Sal

Amostra	Descrição	Nº Lab. (SPK)	K ₂ O (Wt %)	⁴⁰ Ar Radiogénico (x 10 ⁶ CCSTP/g)	Ar Atmosférico (%)	Idade ± 1σ (Ma)
SL-269	Basalto submarino	7516	1.2025	1.20	32.18	25.6 ± 1.1
SL-651	Essexito	7524	1.909	1.22	62.51	16.3 ± 0.6
SL-115	Basalto subaéreo	7415	1.0103	0.62	25.96	15.8 ± 0.9
SL-116	Nefelinito	7523	0.689	0.26	43.64	9.7 ± 0.5
SL-676	Nefelinito	7525	1.044	0.35	54.66	8.7 ± 0.6
SL-1025	Basalto subaéreo	7414	0.9361	0.21	38.42	5.6 ± 0.2
SL-238	Basalto subaéreo	7512	0.9864	0.02	93.61	0.6 ± 0.2

ESTRATIGRAFIA

Obtiveram-se 7 datações geocronológicas (Tabela I), pelo método K/Ar, de amostras representativas de unidades litológicas das 5 principais sequências vulcano-

-estratigráficas que foram definidas na Ilha do Sal (Silva *et al.*, 1990; Torres & Silva, 1993) (Fig.2) e que se descrevem, resumidamente, da mais antiga para a mais recente:

Complexo eruptivo antigo — Neste “Complexo”, as rochas mais antigas correspondem a derrames submarinos de rochas basálticas, alcalinas e olivínicas, que originaram lavas em almofada e hialoclastitos. Foi de um afloramento de “pillow lavas”, representativo de níveis inferiores do Complexo, que se colheu a amostra SL-238 (basalto olivínico) que foi datada de 25.6 ± 1.1 Ma (Tabela I), correspondendo ao Oligocénico superior (Chatiano superior). Este período deve caracterizar os estádios iniciais da actividade vulcânica submarina responsáveis pela estruturação do edifício insular.

Aquelas formações, que estão mais ou menos recortadas por filões basálticos e traquíticos (escassos), foram intruídas por rochas granulares (gabros feldspatóidicos e feldspatoidíferos, piroxenitos alcalinos e sienitos feldspatóidicos, também recortados por estruturas filonianas, essencialmente, basálticas), a que se seguiram várias fases de intensa brechificação vulcânica. O “Complexo eruptivo antigo” culmina com pequenos e escassos derrames subaéreos (fissurais) de melanfelinito olivínico e com chaminés, filões e mantos de rochas fonolíticas.

Após um período de intensa erosão sobreveio uma fase de vulcanismo fundamentalmente fissural, que corresponde à “**Formação eruptiva principal**”, constituída por uma série inferior de mantos submarinos (lavas em almofada e hialoclastitos) e subaéreos de natureza basáltica alcalina e olivínica (recortada por filões basálticos), e por uma série superior de derrames subaéreos de nefelinitos olivínicos, mais ou menos ricos de melilite. Das séries vulcânicas da “Formação eruptiva principal” seleccionaram-se duas amostras; uma correspondente à base dos mantos basálticos inferiores subaéreos (amostra SL-115) e outra dos mantos nefeliníticos superiores (SL-116). A unidade basáltica inferior forneceu uma idade de 15.8 ± 0.9 Ma, correspondente, aproximadamente, à passagem do Miocénico inferior (Burdigaliano) ao Miocénico médio (Langhiano). Na amostra SL-116, mantos nefeliníticos aflorantes na área da Serra Negra representativos do topo da “Formação”, obteve-se uma idade de 9.7 ± 0.5 Ma que a situa no Miocénico superior (Tortoniano).

Nas partes noroeste e norte da ilha, nomeadamente na faixa litoral, definiu-se a sequência do “**Complexo da Ponta do Altar-Baleia**” que é constituída por uma série inferior de mantos subaéreos e submarinos (montículos isolados de lavas em almofada) de rochas basálticas olivínicas, separada da série superior de mantos subaéreos nefeliníticos olivínicos (ricos de melilite), por um nível calcarenítico marinho. Estas escoadas nefeliníticas foram emitidas por duas

estruturas do tipo chaminé (Morrinho do Filho e Morrinho do Açúcar), onde ocorrem abundantes xenólitos peridotíticos mantélicos (De Paepe & Klerkx, 1971). Na chaminé do Morrinho do Açúcar colheu-se a amostra SL-676 que foi datada de 8.7 ± 0.6 Ma, correspondente ao Miocénico superior (Tortoniano).

A contemporaneidade, bem como a identidade dos tipos litológicos, das séries superiores da “Formação eruptiva principal” e do “Complexo da Ponta do Altar-Baleia” (ver fig. 2) sugere fortemente que correspondam ao mesmo evento da actividade vulcânica na ilha do Sal.

No interior da mancha definida pelo “Complexo eruptivo antigo” (a oeste e sul do aeroporto internacional; ver fig. 2) ocorrem várias estruturas subcirculares, compósitas, constituídas, essencialmente, por “bandas” piroxeníticas, teralíticas, essexíticas e/ou sieníticas. Estas estruturas representam intrusões, correspondendo a pequenas câmaras magmáticas de composição basanítica, onde, no decurso da cristalização fraccionada e por processos de separação gravítica, se formaram acumulados de piroxenito e diferenciados mais tardios de composição sienítica (Silva, 1991). Numa destas estruturas colheu-se uma amostra de rocha essexítica (SL-651) que forneceu uma idade de 16.3 ± 0.6 Ma, correspondente ao topo do Burdigaliano-base do Langhiano (na passagem do Miocénico inferior ao Miocénico médio). Considerando a contemporaneidade entre esta idade e a obtida para a série inferior da “Formação eruptiva principal” (15.8 ± 0.9 Ma), bem como a ausência da densa rede filoniana que, de forma característica, recorta o “Complexo eruptivo antigo”, sugere-se que aqueles complexos intrusivos representem os equivalentes plutónicos/subvulcânicos de extrusões que constituem a unidade basal da “Formação eruptiva principal”.

Após período de acalmia vulcânica ocorreram duas fases destrutivas que merecem especial citação e que originaram sedimentos terrestres designados por “**Depósito conglomerático brechóide**” e calcarenitos e calcários marinhos fossilíferos que constituem a “**Formação da Fragata**”. Nestes últimos sedimentos os estudos micropaleontológicos de foraminíferos planctónicos, permitiram atribuir-lhe provável idade miocénica superior — pliocénica (M. Lourdes Ubaldo — com. oral).

Àqueles depósitos sedimentares marinhos seguiram-se os episódios vulcânicos da designada “**Formação eruptiva da Serra Negra**”. Esta “Formação” é constituída por espessa sequência de hialoclastitos, incluindo lavas em almofada, de rochas basálticas olivínicas que passam, gradualmente, a

mantos subaéreos de idêntica composição. A datação de uma amostra de manto basáltico subaéreo (SL-1025), forneceu uma idade de 5.6 ± 0.2 Ma, correspondente ao topo do Miocénico superior (Messiniano) — passagem ao Pliocénico.

A actividade vulcânica mais recente no Sal designou-se por “**Formação do Monte Grande — Pedra Lume**” cujos afloramentos se localizam, essencialmente, nas partes nordeste, noroeste e central da ilha. Corresponde a duas séries constituídas, fundamentalmente, por cones de materiais piroclásticos (“lapilli” e escórias soldadas) e mantos subaéreos, predominantemente de rochas nefeliníticas e / ou melilitíticas, olivínicas. Desta “Formação” datou-se a amostra SL-238, correspondente a um manto basáltico no Monte Grande, que forneceu uma idade de 0.6 ± 0.2 Ma (Plistocénico superior — Emiliano).

CONCLUSÕES E PROPOSIÇÕES

Do exposto e pela análise dos resultados analíticos é possível inferir que a actividade ígnea responsável pela edificação da ilha do Sal cobre um espectro temporal que se estende, pelo menos, por cerca de 26 Ma; em contraste com as frequentes manifestações de actividade vulcânica em tempos históricos na ilha do Fogo (Torres et al., 1995), bem como com os indícios de possíveis erupções modernas na ilha de Santo Antão, na ilha do Sal a actividade vulcânica parece ter cessado há mais de 400 000 anos, tendo-se mantido inactiva desde então.

Os resultados obtidos permitem precisar e corrigir relações estratigráficas estabelecidas por Silva et al. (1990) e Torres & Silva (1993). De facto estes autores, na ausência de relações geométricas óbvias optaram por considerar a “Formação da Serra Negra” mais antiga que o “Complexo da Ponta do Altar-Baleia”;

os resultados geocronológicos contrariam claramente esta conclusão, indicando uma relação inversa da inicialmente proposta. Nesta nova perspectiva sugere-se, também, que a série nefelinítica do “Complexo da Ponta do Altar-Baleia” possa ser equivalente à série superior da “Formação eruptiva principal”; embora não existam dados que o confirmem, é igualmente provável que a série basáltica inferior do “Complexo da Ponta do Altar-Baleia” seja correlacionável com alguns dos mantos basálticos da “Formação eruptiva principal”.

As datações agora realizadas permitem demonstrar que algumas das intrusões granulares, tradicionalmente consideradas como característica exclusiva dos “Complexos eruptivos antigos” nas ilhas cabo-verdianas (Serralheiro, 1976; Alves et al., 1979; Silva, 1991), podem, de facto, ser significativamente mais recentes e, por isso, não correlacionáveis com aqueles estádios evolutivos. Este resultado afigura-se nos particularmente significativo, justificando plenamente investigação geocronológica sistemática em idênticos litótipos nas restantes ilhas do arquipélago.

Integrando os resultados obtidos neste estudo com as idades disponíveis para o arquipélago (Griffiths et al., 1975; Grunau et al., 1975; Mitchell et al., 1983; Cahen et al., 1984), em particular para as ilhas do grupo de Sotavento, torna-se aparente uma migração temporal da actividade vulcânica; de facto, as datações dos Complexos antigos nas ilhas do Sal (25.6 ± 1 Ma), Maio (21.1 ± 6.3 Ma), Santiago (10.3 ± 0.6 Ma) e Brava (5.9 ± 0.1 Ma) indicam que o início da actividade vulcânica se torna progressivamente mais recente de nordeste para sudoeste. Esta migração é congruente com o movimento aparente da placa litosférica oceânica relativamente ao “hot-spot”, que se admite esteja centrado no arquipélago de Cabo Verde (Courtney & White, 1986; Gerlach et al., 1988).

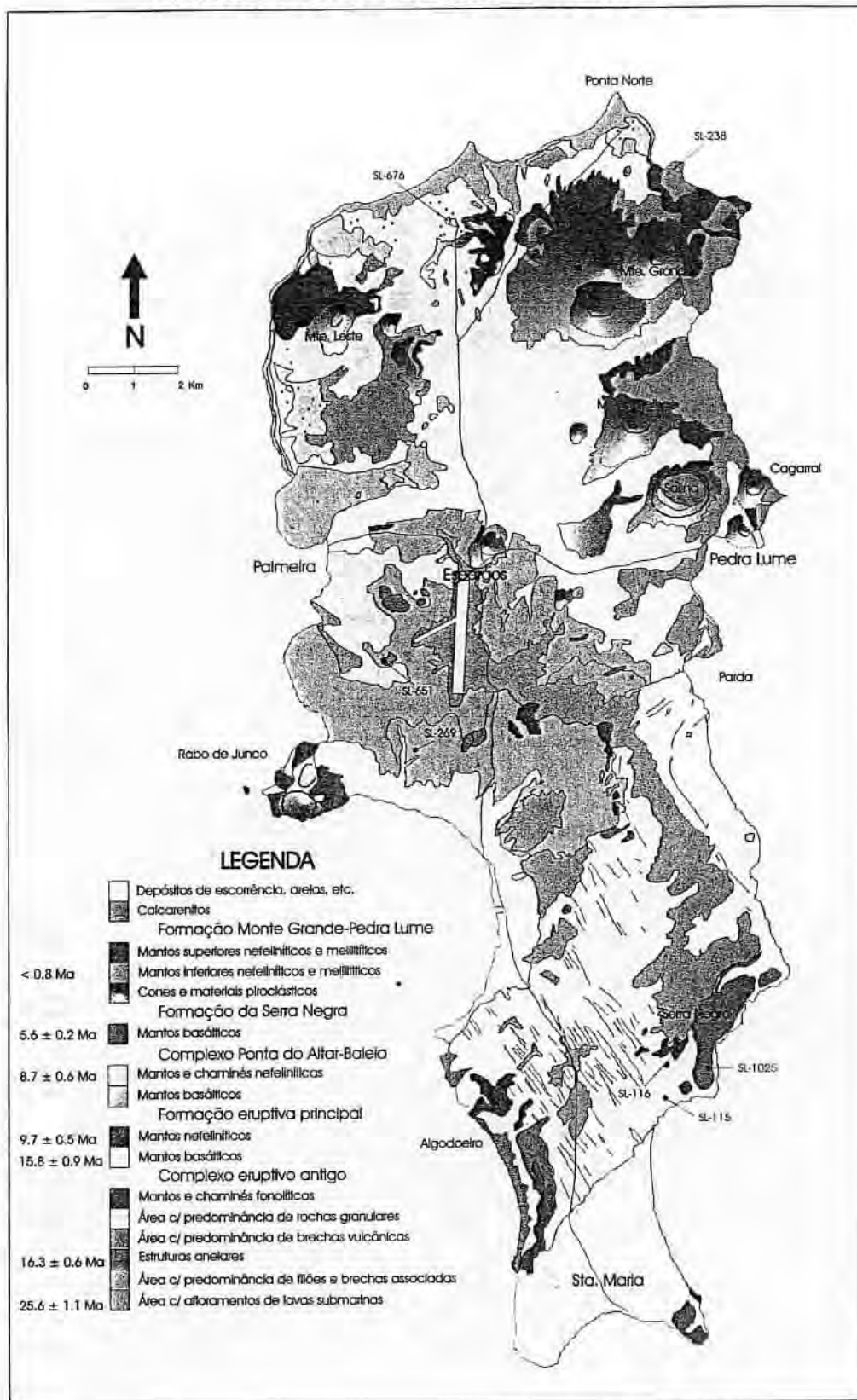
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, C.A. MATOS, MACEDO, J.R., SILVA, L.C., SERRALHEIRO, A. & FARIA, A.F. PEIXOTO (1979) — Estudo geológico, petrológico e vulcanológico da ilha de Santiago (Cabo Verde). *Garcia de Orta, Sér. Geol.*, 3(1-2), 47-74.
- CAHEN, L., SNELLING, N.J., DELHAL, J. & VAIL, J.R. (1984) — Phanerozoic anorogenic igneous activity in Africa. In: The geochronology and evolution of Africa. Colarendon Press. Oxford.
- COURTNEY, R.C. & WHITE, R.S. (1986) — Anomalous heat flow and geoid across the Cape Verde Rise: Evidence for dynamic support from a thermal plume in the mantle. *Geophys. J. Roy. Astr. Soc.*, 87, 815-868.
- DE PAEPE, P. & KLERKX, J. (1971) — Peridotite nodules in nephelinites from Sal (Cape Verde islands). *Ann. Soc. Geol. Belgique*, 41, 311-316.
- GERLACH, DAVID C., CLIFF, ROBERT A., DAVIES, GARETH R., NORRY, MICHAEL & HODGSON, NEAL (1988) — Magma sources of the Cape Verdes archipelago: Isotopic and trace elements constraints. *Geochim. Cosmochim. Acta*, vol. 52, 2979-2992.
- GRIFFITHS, J., CANTAGREL, J.M., ALVES, C.A., MENDES, F., SERRALHEIRO, A. & MACEDO, J.R. (1975) — Données radiométriques potassium-argon sur quelques formations magmatiques des îles de l'archipel du Cap-Vert. *C.R. Acad. Sc. Paris*, T. 280, Sér. D, 2429-2432.

- GRUNAU, H.R., LEHNER, P., CLEINTUAR, M.R., ALLENBACH, P. & BAKKER, G. (1975) — New radiometric ages and seismic data from Fuerteventura (Canary Islands), Maio (Cape Verde Islands) and Sao Tome (Gulf of Guinea), in: *Progress in Geodynamics*. Royal Academy of Arts and Sciences, Amsterdam, 90-18.
- MITCHELL, J.G., LE BAS, M.J., ZIELONKA, J. & FURNES, H. (1983) — On dating the magmatism of Maio, Cape Verde Islands. *Earth Planet. Sci. Letters*, 64, 66-76.
- SERRALHEIRO, A. (1976) — A geologia da Ilha de Santiago (Cabo Verde). *Bol. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciênc. Univ. Lisboa*, 14(2), 218 p. (Tese de doutoramento).
- SILVA, L.C. (1991) — Petrologia e geoquímica de complexos subvulcânicos anelares — Ilha do Sal, República de Cabo Verde. *3º Congresso Brasileiro de Geoquímica / 1º Congresso de Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa, São Paulo, Brasil*, Vol.1, 98-99.
- SILVA, L.C., SERRALHEIRO, A., MACEDO, J.R., GOMES, A. MOTA & TORRES, P.C. (1990) — Carta Geológica de Cabo Verde, Ilha do Sal, na escala de 1/25.000 (folhas 1 e 2). Editada pelo Instituto de Investigação Científica Tropical, com o patrocínio do Instituto para a Cooperação Económica.
- TORRES, P.C. & SILVA, L.C. (1993) — Considerações geológicas e geoquímicas sobre as sequências vulcano-estratigráficas da Ilha do Sal, Arquipélago de Cabo Verde. *IX Semana de Geoquímica e II Congresso de Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa, Porto*, 193-196.
- TORRES, P.C., SILVA, L.C. & GOMES, A. MOTA (1995) — Geologia e vulcanologia da erupção de 1995 na Ilha do Fogo — Arquipélago de Cabo Verde — e formações enquadrantes. In *IV Congresso Nacional de Geologia. Mem. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciênc. Univ. Porto*, 4, 1019-1023.
- WHITE, ROBERT S. (1989) — Asthenospheric control on magmatism in the ocean basins. In: *Magmatism in the Ocean Basins*. Saunders, A.D. & Norry, M.J. (eds). Geological Society Special Publication, 42, 17-27.



CARTA GEOLÓGICA DA ILHA DO SAL ARQUIPÉLAGO DE CABO VERDE

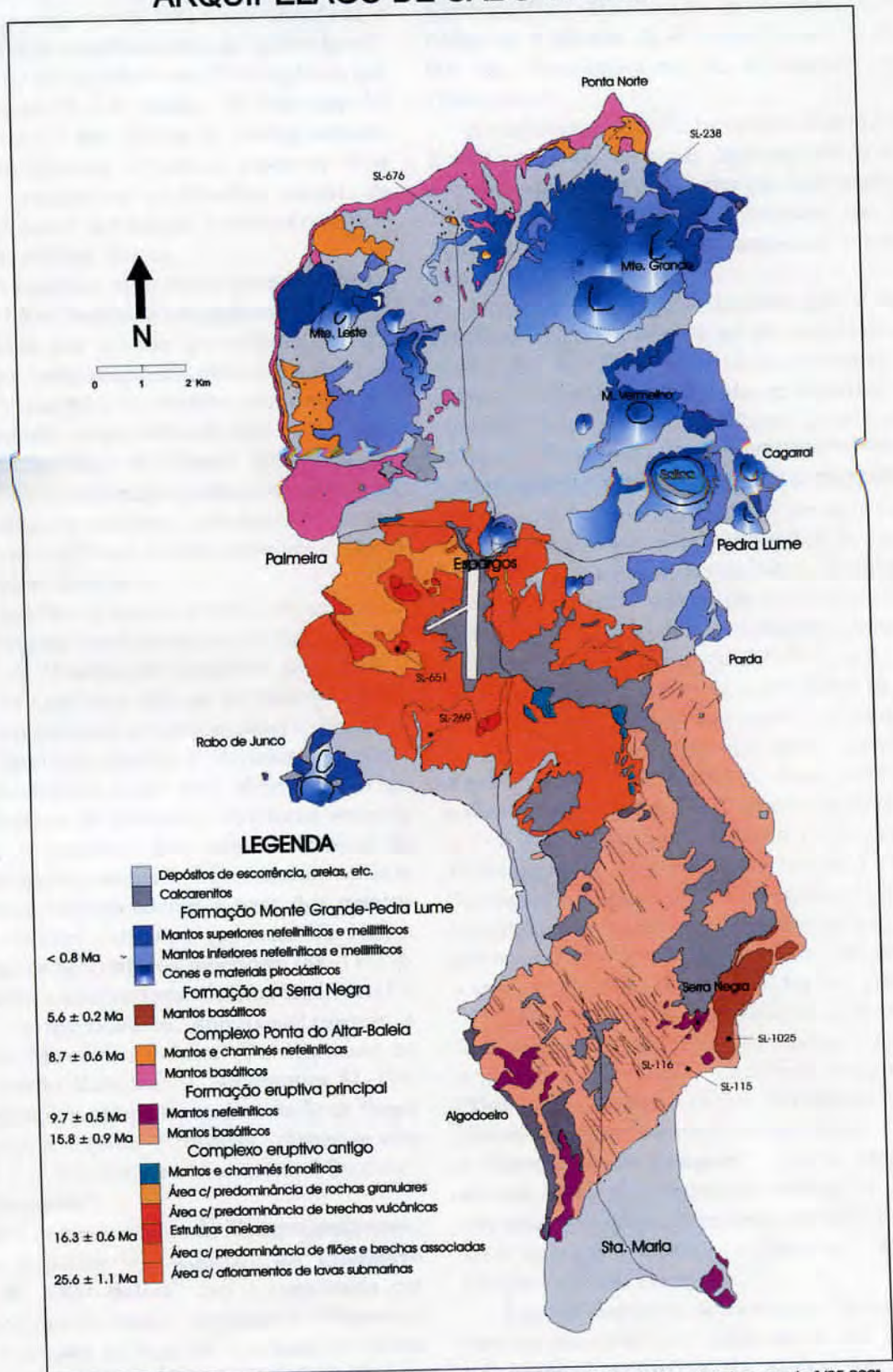


Reduzido, simplificado e modificado por P.C. Torres, a partir da "Carta Geológica da Ilha do Sal na escala 1/25.000", editada pelo Instituto de Investigação Científica Tropical em 1990

Fig. 2

Rubén Barona Toesca

CARTA GEOLÓGICA DA ILHA DO SAL ARQUIPÉLAGO DE CABO VERDE



Reduzido, simplificado e modificado por P.C. Torres, a partir da "Carta Geológica da Ilha do Sal na escala 1/25.000", editada pelo Instituto de Investigação Científica Tropical em 1990

Fig. 2