

CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA E GEOQUÍMICA DAS ROCHAS EFUSIVAS DA ILHA DA GRACIOSA, ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES (PORTUGAL)

Souza, C.S.M.; Dalan, C.A.; Brito, L.C.; Machado, A.

carolina_maia@hotmail.com, clarissa_aguiar@hotmail.com, lucas22brito@gmail.com, adrianemachado@yahoo.com.br

RESUMO

A Ilha da Graciosa pertence ao Arquipélago dos Açores (Portugal) e está localizada na Microplaca Açoriana, limitada pela “junção triplíce” das placas litosféricas Euroasiática, Africana e Americana. É composta por rochas vulcânicas, que estão agrupadas em três grandes complexos vulcânicos: Complexo Vulcânico Serra das Fontes, Complexo Vulcânico Serra Branco e Complexo Vulcânico Vitória-Vulcão Central, sendo este último subdividido nas unidades Vitória e Vulcão Central. As nove amostras de rochas efusivas estudadas apresentam afinidade geoquímica alcalina e foram classificadas como basalto, mugearito, benmoreito e traquito. Petrograficamente foram identificados os seguintes minerais: olivina, minerais opacos, clinopiroxênio e plagioclásio, com presença também de anfibólio e clorita em algumas amostras. Os padrões de elementos terras raras (ETR) normalizados pelo Manto Primitivo apresentam enriquecimento em ETR leves em relação aos ETR pesados.

INTRODUÇÃO

A Ilha da Graciosa situa-se no extremo noroeste do Grupo Central do Arquipélago dos Açores, com latitude 39° - 39°06'N e longitude 27°56' - 28°05'W (figura 1). Apresenta 61,2 km² de extensão, possui uma forma grosseiramente oval e dimensões de aproximadamente 13 km de comprimento e 7 km de largura. A ilha está localizada na Microplaca Açoriana, limitada pela “junção triplíce” das placas litosféricas Euroasiática, Africana e Americana (LARREA *et al.*, 2010).

A área de estudo é composta por rochas vulcânicas, que variam de basaltos a traquitos. Gaspar (1996) reorganizou a estratigrafia da ilha em três grandes complexos vulcânicos: Complexo Vulcânico Serra das Fontes (mais antigo, 620 ± 120 ka, Féraud, *et al.*, 1980), Complexo Vulcânico Serra Branca (350 ± 40 ka, Féraud *et al.*, 1980) e Complexo Vulcânico Vitória-Vulcão Central, sendo este último subdividido nas unidades contemporâneas, Vitória e Vulcão Central. (LARREA, *et al.*, 2010 *apud* SALDANHA, *et al.* 2013).

O Complexo Vulcânico Serra das Fontes localiza-se na porção central da Ilha da Graciosa e é composto por produtos basálticos pouco espessos. O Complexo Vulcânico Serra Branca aflora mais abundantemente na porção SW da ilha e é constituído por depósitos vulcanoclásticos e domos traquíticos. (SALDANHA, *et al.* 2013).

O Complexo Vulcânico Vitória-Vulcão Central constitui em torno de 80% das exposições de rochas vulcânicas da Ilha da Graciosa. A Unidade Vitória domina a porção NW da ilha e é composta por cones de escórias e derrames basálticos associados. A Unidade Vulcão Central representa uma caldeira que aflora na porção SE da ilha e é constituída por uma sucessão de depósitos vulcanoclásticos intercalados com derrames basálticos. (SALDANHA, *et al.* 2013).

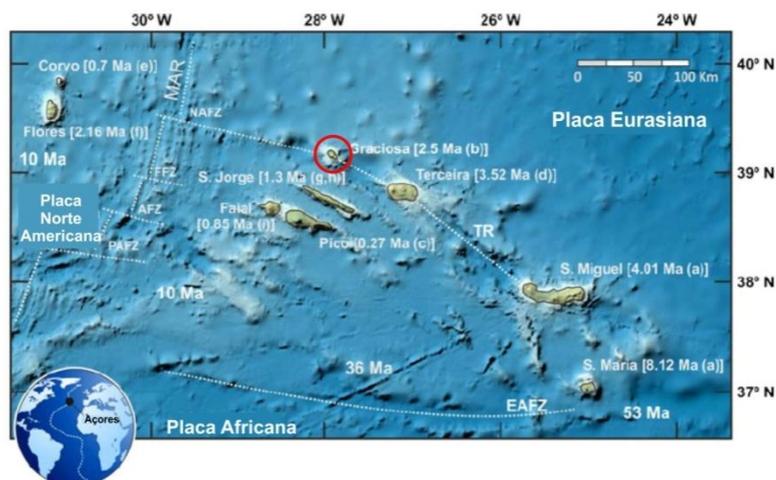


Figura 1. Mapa de localização do Arquipélago dos Açores onde mostra a localização das placas que fazem a junção triplíce (placas Norte Americana, Eurasiana e Africana) e as idades geocronológicas de cada ilha. Em destaque a Ilha da Graciosa localizada no Grupo Central do Arquipélago. EAFZ (Zona de Fratura Leste Açores), TR (Rift Terceira), MAR (Dorsal Meso-Atlântica), NAFZ (Zona de Fratura Norte Açores), FFZ (Zona de Fratura Faial), AFZ (Zona de Fratura Açores), PAFZ (Zona de Fratura Princesa Alice). FONTE: LARREA, et al., 2014.

OBJETIVOS E METODOLOGIA

Este trabalho tem como objetivo a apresentação e interpretação de dados petrográficos e geoquímicos de nove amostras de rochas efusivas, coletadas em trabalho de campo realizado em 2007 na Ilha da Graciosa. A maioria das amostras coletadas pertence ao Complexo Vitória (oito) e apenas uma amostra (GR-07/08) pertence ao Complexo Vitória-Central.

As descrições petrográficas foram realizadas com o auxílio do microscópio petrográfico no Laboratório de Microscopia e Lupas do Departamento de Geologia da Universidade Federal de Sergipe (Brasil). Os dados químicos foram obtidos no **ACME Analytical Laboratories Ltd. (Canadá)**. **Os elementos maiores foram determinados pelo método ICP/OES (Espectrometria de Emissão Ótica com Plasma Acoplado) e os elementos traços e terras raras pelo ICP/AES (Espectrometria de Emissão Atômica com Fonte Induzida de Plasma).** Os dados químicos foram tratados utilizando-se os softwares *Petrograph* e *GCDKit 3.0*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As rochas vulcânicas foram classificadas como basalto, mugearito, benmoreito e traquito, utilizando-se o diagrama TAS (Le Maitre, et al. 1989) e apresentam afinidade geoquímica alcalina.

As rochas apresentam texturas do tipo glomeroporfírica, porfírica, intersertal, intergranular e pilotaxítica. A mineralogia das rochas é constituída por fenocristais de olivina, augita e plagioclásio. A matriz é composta por olivina, augita, plagioclásio, minerais opacos e vidro vulcânico. Nos basaltos ocorre acumulação de olivina e clinopiroxênio. O mugearito apresenta granulometria fina e o plagioclásio é o mineral de maior concentração na matriz. O benmoreito apresenta anfibólio (hornblenda) na matriz e apenas olivina e plagioclásio como fenocristais. O traquito apresenta matriz essencialmente composta de plagioclásio, com presença rara de augita, minerais opacos, vidro vulcânico e clorita (mineral secundário). O plagioclásio é o único mineral presente no traquito e a textura é traquítica.

A olivina está presente em todas as amostras, variando de anédrica a subédrica. Nos basaltos, os fenocristais apresentam oxidação e vidro vulcânico ao redor das bordas. A augita também está presente em todas as amostras com forma variável, de subédrica a anédrica. Alguns fenocristais possuem oxidação (basalto) e vidro vulcânico ao redor das bordas e no núcleo. A hornblenda ocorre em pequena porcentagem apenas no benmoreito. Apresenta forma subédrica, pleocroísmo variando de marrom a verde e está presente apenas na matriz. O plagioclásio ocorre em todas as amostras, como fenocristal e na matriz. Apresenta hábito prismático e forma subédrica. Muitas vezes, apresenta feição de dissolução química (fenocristais), geminações do tipo *Carlsbad-Albite* e oscilatória, e comumente

forma glomeros com a olivina. Os minerais opacos apresentam forma anédrica e estão disseminados pela matriz das rochas. A clorita ocorre como mineral secundário e está presente apenas no traquito. Apresenta forma anédrica com bordas irregulares. Produto de alteração do vidro vulcânico.

O índice de diferenciação (ID) utilizado nos diagramas de *Harker* foi o SiO_2 , por ser o óxido que apresenta maior variação entre as amostras. No diagrama de correlação entre o Al_2O_3 e o ID, as amostras apresentam-se dispersas, o que deve estar relacionado com o variável fracionamento de plagioclásio.

Nos diagramas MgO , Fe_2O_3 , TiO_2 e CaO x ID, as amostras apresentam uma correlação negativa, refletindo o fracionamento de olivina, magnetita, Ti-magnetita e augita, respectivamente.

A correlação é positiva nos diagramas Na_2O e K_2O x ID, demonstrando que estes óxidos não foram fases importantes durante o fracionamento mineral.

Em relação aos elementos traço, no diagrama Ba e Sr x ID, a correlação é positiva até 50 % em peso de SiO_2 . A partir deste valor, observa-se uma inflexão negativa, o que mostra que o Sr e o Ba passam a ser uma fase expressiva no fracionamento mineral, sendo este fato comprovado na petrografia, considerando que amostras com teores de Sr e Ba mais baixos, apresentam grande quantidade de plagioclásio e são as únicas que possuem hornblenda.

No diagrama Ni e Cr x ID não observa-se um *trend* definido, ocorrendo uma dispersão, o que pode estar relacionado à acumulação de olivina e clinopiroxênio em algumas amostras.

No digrama Rb e Zr x ID observa-se uma correlação positiva, evidenciando que estes elementos não são incluídos no processo de fracionamento de fases minerais. Na petrografia não foi identificado o mineral zircão.

Os padrões de elementos terras raras (ETR) normalizados pelo Manto Primitivo de McDonough & Sun (1995) apresentam enriquecimento em ETR leves em relação aos ETR pesados (figura 2). A rocha mais diferenciada, o traquito, mostra uma acentuada anomalia negativa de Eu, o que está relacionado ao fracionamento de plagioclásio. A maior parte das amostras apresenta uma fraca anomalia positiva de Eu, o que pode ser correlacionado a acumulação de plagioclásio. Apenas duas amostras não apresentam anomalias de Eu.

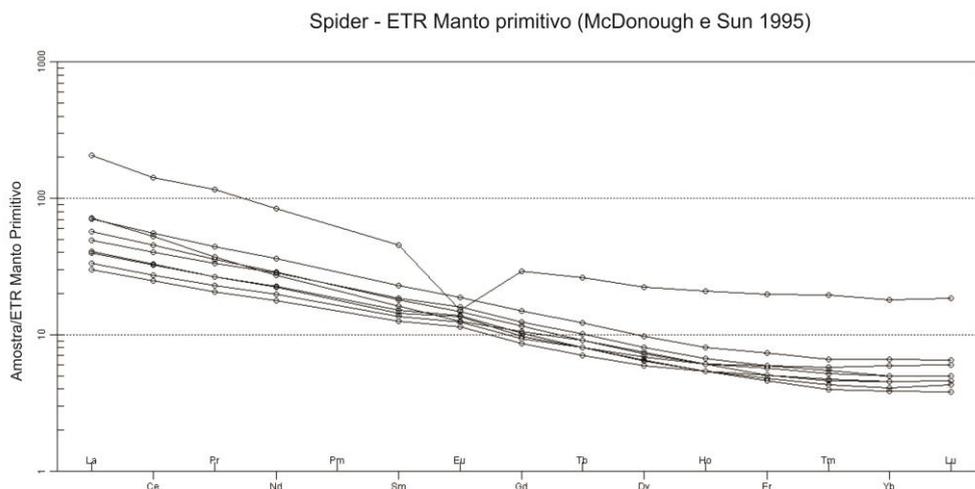


Figura 2. Diagrama multielementar mostrando o padrão de elementos terras raras (ETR) normalizados pelo Manto Primitivo (Mc Donough & Sun, 1995).

As rochas vulcânicas estudadas e representativas dos complexos Vitória e Vitória-Central não apresentaram diferenças mineralógicas e geoquímicas significativas. Entretanto, apenas uma amostra pertencente ao Vitória-Central foi usada neste trabalho, sendo necessário um número mais representativo de amostras desta unidade para inferir sobre as possíveis diferenças.

As características mineralógicas e químicas apresentadas para a Ilha da Graciosa são similares as de outras ilhas do Arquipélago dos Açores como as ilhas do Pico (França, *et al.*, 2006), São Jorge (Hildenbrand *et al.*, 2008) e Faial (Lima, *et al.*, 2011).

As rochas vulcânicas da Ilha da Graciosa apresentam padrões geoquímicos de elementos maiores traço e terras raras diferentes das assinaturas observadas em amostras eruptadas ao longo da Cordilheira Meso-Atlântica (CMA). Os padrões são semelhantes aos de basaltos de ilhas oceânicas, com enriquecimento em elementos incompatíveis e significativo fracionamento de elementos terras raras leves em relação aos pesados.

O magma fonte que deu origem as rochas açorianas teria origem em fontes mantélicas heterogêneas (Windom & Shirey 1996 e Silveira *et al.* 2006), incluindo uma componente MORB, uma pluma mantélica regional, que foi incorporada a um manto harzburgítico Arqueano empobrecido (Schaefer, *et al.* 2002) e uma componente de manto enriquecido (Turner, *et al.* 1997).

CONCLUSÕES

As rochas efusivas da ilha da Graciosa apresentam afinidade geoquímica alcalina e são representadas por basaltos, mugearitos, benmoreítos e traquitos. O padrão retilíneo observado nos diagramas de *Harker* indica, que as rochas foram geradas pelo processo de cristalização fracionada de \pm olivina, \pm clinopiroxênio, \pm plagioclásio e \pm magnetita. O enriquecimento em elementos traço e o fracionamento de elementos terras raras leves em relação aos pesados é compatível com os padrões de basaltos de ilhas oceânicas.

REFERÊNCIAS

1. França, Z.T.M.; Tassinari, C.C.G.; Cruz, J.V.; Aparicio, A.Y.; Araña, V.; Rodrigues, B.N. 2006. Petrology, geochemistry and Sr–Nd–Pb isotopes of the volcanic rocks from Pico Island—Azores (Portugal). *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 156 (2006) 71–89.
2. Hildenbrand, A.; Madureira, P.; Marques, F. O.; Cruz, I.; Henry, B.; Silva, P. 2008. Multi-stage evolution of a sub-aerial volcanic ridge over the last 1.3 Myr: S. Jorge Island, Azores Triple Junction. *Earth and Planetary Science Letters* 273 (2008) 289–298.
3. Larrea, P.; Lago, M.; França, Z.; Widom, E.; Galé, C.; Ubide, T.; Arranz, E. Geochemistry of Gabbroic Xenoliths in the Graciosa Island Vulcão Central Unit (Azores, Portugal). 2010. *Revista de La Sociedad Española de Mineralogía*.
4. Larrea, P.; Wijbrans, J. R.; Galé, C.; Ubide, T.; Lago, M.; França, Z.; Widom, E. (2014): $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ constraints on the temporal evolution of Graciosa Island, Azores (Portugal). Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
5. Le Maitre, R. W., Mateman, P., Dudek, A., Keller, J. *et al.* 1989. A Classification of Igneous rocks and Glossary of Term: Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
6. Lima, E. F.; Machado, A.; Nardi, L. V. S. N.; Saldanha, D. L.; Azevedo, J. M. M.; Sommer, C. A.; Waichel, B. L.; Chemale Jr, F.; Almeida, D. Del P. M. (2011): Geochemical evidence concerning sources and petrologic evolution of Faial Island, Central Azores, *International Geology Review*, 53:14, 1684-1708.
7. McDonough, W. F. and SUN, S. S. 1995. Composition of the Earth. *Chemical Geology* 120: 223-253. doi: 10.1016/0009-2541(94)00140-4.
8. Saldanha, D. L.; Rosseti, L. N.; Lima, E. F.; Machado, A.; Sommer, C. A., Waichel, B. L. (2013). Geologia e geomorfologia da Ilha Graciosa – Arquipélago dos Açores. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.