



EL VOLCANISMO EO-PALEOZOICO DE LAS CUENCAS DE CAMAQUÁ Y SANTA
BÁRBARA: UNA SÍNTESIS MINERALÓGICA Y GEOQUÍMICA — (RS/BRASIL)

Delia Del Pilar M. de Almeida ¹; Zara G. Lindenmayer ¹;
Miguel Basei ²; Róger Vigley Girardi ³

Las cuencas de Camaquã y Santa Bárbara, localizadas en el Estado do Rio Grande do Sul, junto con otras cuencas genéticamente semejantes existentes en el continente sudamericano y africano, constituyen los rasgos estructurales generados durante las fases finales de los ciclos orogénicos brasileños en las plataformas sudamericanas y africanas [1]. Durante la fase final del ciclo brasiliano fueron estructuradas varias depresiones en las áreas internas y marginales del orógeno, donde se acumularon los sedimentos provenientes de la erosión de las áreas montañosas que estaban surgiendo, las cuales fueron tradicionalmente interpretadas como antefosas o cuencas intermontanas marginales.

Paim, 1994 [2] identificó unidades estratigráficas de carácter temporal (Secuencias Depositionales) que fueron definidas como una sucesión de camadas genéticamente relacionadas a un determinado episodio y separada de las otras por superficies asociadas a hiatus erosivos o de no depositación. Fueron así caracterizadas dos clases de Secuencias de ordenes jerárquicas diferentes (1ª y 2ª orden), ubicándose los niveles volcánicos en la base de las unidades de mayor jerarquía (Secuencias Depositionales de 1ª orden - SD1). En total,

fueron distinguidas 3 SD1, denominadas I, II y III, en orden decreciente de edad.

En las cuencas de Camaquã y Santa Bárbara, el primer evento magmático extrusivo ocurre próximo a la base de la Secuencia Depositional Ib y está constituido por rocas volcánicas andesíticas en la base y riolíticas en el topo, siendo estas últimas las más representativas arealmente. El segundo evento es, sin duda, el más expresivo arealmente y está constituido por un volcanismo bimodal representado por riolitas y basaltos alcalinos.

CARACTERÍSTICAS PETROGRÁFICAS Y QUÍMICAS DE LAS FACIES VOLCÁNICAS

A partir de las clasificaciones de Peccerillo & Taylor, 1976 [3] y de Zanettin, 1984 [4], las rocas ácidas pertenecientes a la Secuencia I y II corresponden a riolitas y riolitas alcalinas. En términos petrográficos, las riolitas de ambas secuencias son similares, mas la textura predominantemente felsítica de la Secuencia I es la principal diferencia, pues, en la Secuencia II predomina la textura esferulítica y las estructuras de flujos, fracturas conchoidales y perlíticas, fiomas e shards.

Las riolitas de la Secuencia I químicamente son supersaturadas, con una media de 77,77% de SiO₂, 3,85% de K₂O, 6,97% de álcalis, 11,37% de Al₂O₃; 0,14% de CaO y baja razón de K₂O/Al₂O₃ (1,20). Las riolitas de la Secuencia II son también supersaturadas, con una media de 76,59% de SiO₂.

1. UNISINOS, Av. Unisinos, 950; CEP 93020 São Leopoldo RS, Brasil
2. USP, Instituto de Geociências
3. Becario FAPERGS (UNISINOS)

0,06% de álcalis; baja razón de K_2O/Al_2O_3 (0,46), bajo porcentaje de CaO (0,20%) y con 11,18% de Al_2O_3 . Químicamente, las riolitas de ambas secuencias constituyen una misma población, mas en los diagramas $K_2O \times SiO_2$ y $K_2O \times Na_2O$ se observa que las riolitas de la Secuencia I forman una subpoblación que se dispone en un trend paralelo a las riolitas de la Secuencia II. Las riolitas atribuidas a la secuencia II de Paim [2], están enriquecidos en REE ($\Sigma REE = 145,4 - 162,1$ ppm) comparadas con las de la secuencia I ($\Sigma REE = 73,88 - 43,08$ ppm).

Las rocas volcánicas félsicas são alcalinas, potásicas, los contenidos de elementos de las REE muestra que ellas están menos enriquecidas en estos elementos que los basaltos, con la ΣREE comprendida entre 43,08 y 162,11 ppm en las riolitas contra 204,32 y 247,50 ppm en los basaltos. Ellas presentan La/Lu_n variando entre 0,31 - 9,58 ppm; La/Sm_n entre 0,66 - 12,17 ppm. Fraccionamiento pronunciado de las LREE y un patrón cóncavo enriquecido en HREE, con fuerte anomalía negativa de Eu ($Eu/Eu^* = 0,05 - 0,26$). Estos padrones de REE muy semejantes entre todas las rocas félsicas estudiadas indican que ellas deben corresponder a una misma asociación comagmática, probablemente resultante de la diferenciación de un mismo líquido parental. El aumento progresivo de la anomalía negativa de Eu presentada, (con Eu/Eu^* entre 0,059 - 0,091 en las riolitas de la secuencia I y de 0,066 - 0,262 en las riolitas de la secuencia II), puede ser debido al fraccionamiento de plagioclasas, lo que estaría de acuerdo con las dataciones radiométricas disponibles actualmente,

que indican una edad de 545.1 ± 12.7 m.a. para las riolitas asociadas a la secuencia I, y de $546.1 \pm 12,9$ m.a. y $494,9 \pm 15,1$ m.a. para las relacionadas a la secuencia II (Rb/Sr en roca total, Basei, com. verbal). La edad obtenida en las riolitas de la secuencia I puede indicar que estas corresponden a un sill del vulcanismo ácido asociado a la base de la secuencia II. Por lo tanto, tendríamos un segundo evento volcánico (mas joven) asociado a la secuencia deposicional II, el cual presenta la mayor anomalía negativa de Eu.

Con relación a los basaltos alcalinos de la Secuencia II, químicamente corresponden a andesitas basálticas con alto K (AbaK), shoshonitas (Sh) y absarokitas (ABs) (clasificación de Pecceirillo y Taylor, [3]) fonotefritas, tefrifonolitas, fonolitas (clasificación de Zanettin, [4]) o latitas, traquitas, traquiandesitas, latianandesitas, fonotefritas (clasificación de De la Roche, [5]). Estas rocas pueden ser agrupadas considerando su textura y mineralogía en dos grupos: - Con abundantes fenocristales de plagioclasas y de manera subordinada augitas y anfíboles alterados y, - un otro grupo, lamprofírico, con hornblenda y plagioclasas (fenocristales y matriz) con embahiamientos internos. En este artículo será utilizada la clasificación de Pecceirillo y Taylor.

Las AbaK y Sh no lamprofíricas de la Secuencia II tienen una media de 57,07% de SiO_2 ; 15,13% de Al_2O_3 ; 7,53% de álcalis; baja razón de K_2O/Al_2O_3 (0,18) y 4,15% de CaO . Las ABaK, Sh y Abs lamprofíricas de la misma secuencia tienen una media de 52,79% de SiO_2 , 16,87% de Al_2O_3 ; 7,26% de álcalis, baja razón K_2O/Al_2O_3

(0,14) y alto porcentaje de CaO (5,72%). En los ABaK y Sh alcalinos no lamprofíricos el $\text{Na}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O}$; $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ esta comprendido entre 6,43% - 8,52% y la razón $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O} = 0,6$ a 0,49. En los ABaK, Sh, Abs lamprofíricos, el $\text{Na}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O}$; $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ comprendido entre 6,77% - 7,7% y la razón $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O} = 0,66$ - 0,33, mostrando una similaridad química y el carácter sódico de todos los basaltos.

El contenido de los elementos de las REE presentados por los ABaK y Sh no lamprofíricos muestran que estos están dentro del intervalo de una composición característica de los basaltos alcalinos, con un fraccionamiento expresivo de las tierras raras ($\text{La}/\text{Lu}_N = 26,37$ - 37,12), una discreta anomalía negativa de Eu ($\text{Eu}/\text{Eu}^* = 0,74$ - 0,79) y una razón Eu/Sm_N entre 0,209 a 0,218. Los contenidos de LREE están comprendidos entre 196,82 y 240,42 ppm y de las HREE entre 7,08 a 7,50 ppm.

Los basaltos de la Secuencia II comprenden principalmente tipos de afinidad alcalina. Según Lima y Nardi [6], los basaltos lamprofíricos representan un evento final de un magmatismo shoshonítico rico en volátiles, de origen mantélico. Este magma probablemente sufrió un fraccionamiento de anfíbol y contaminación con líquidos o rocas shoshoníticas ácidas.

Roisemberg, [7] destaca la continuidad lineal en la distribución de los resultados analíticos de la Fm. Hilário y Acampamento Velho (ambos correspondientes a los basaltos y riolitas de la Secuencia II de Paim), lo que según este autor "podría indicar relaciones cogenéticas". Almeida et al [2] incluyeron dentro de la Secuencia II las riolitas de las Fm Hilário y

Acampamento Velho así como los basaltos de la Fm. Hilário postulando estos últimos autores relaciones cogenéticas entre estos diferentes tipos petrográficos, destacando el comportamiento bimodal de este volcanismo. Estos dos últimos autores mencionan la ausencia de las andesitas en la secuencia II, las cuales eran tradicionalmente descritas como típicas de la Fm. Hilário.

Los basaltos lamprofíricos, considerando los resultados obtenidos por Lima y Nardi [6], presentan una razón $\text{La}/\text{Lu}_N = 24,43$ a 14,72, una discreta anomalía negativa de Eu ($\text{Eu}/\text{Eu}^* = 0,9270$ a 1,079) y una razón $\text{Eu}/\text{Sm}_N = 0,2476$ - 0,2936. Los contenidos de LREE están comprendidos entre 143,16 - 187,12 ppm y las HREE entre 3,899 - 4,241 ppm.

CONSIDERACIONES FINALES: La diferencia textural observada entre las riolitas de la secuencia I y II probablemente se deba a que las primeras se encuentran más alejadas del centro de emisión y/o también debido a la introducción forzada de la lava entre las rocas sedimentarias de la Secuencia Depositional I.

Los BAak, Sh y Abs no lamprofíricos así como las lamprofíricas tienen los padrones de REE muy similares, así siendo, postúlase que ellos deben corresponder a una misma asociación comagmática, originados por la diferenciación de un mismo líquido parental.

El aumento de HREE mostrado por los ABaK, Sh y Abs lamprofíricos (10,23 - 12,95 ppm contra 7,08 - 7,50 ppm de los ABaK y Sh no lamprofíricos) posiblemente es un reflejo de la presencia importante de anfíbol en las primeras rocas mencionadas.

Los padrones de las REE de los ABaK, Sh y Abs indican que estas

rocas pueden ter sido generadas a partir de fusión (11-15%) de un manto de espinela lherzolítica [8], o de granada lherzolítica [9], donde la granada sería un importante residuo de fusión. Para las rocas vulcanicas félicas, las razones Eu/Sm_N inferiores a 0,24 y las discretas anomalías negativas de Eu sugieren una diferenciación anterior al posicionamiento de las mismas, y el enriquecimiento pronunciado en HREE sugieren la presencia importante de granada o de anfíbol en el melt.

AGRADECIMIENTOS: Este proyecto fue desarrollado con el apoyo financiero de la FAPERGS (proc. 90.02395.0), UNISINOS y FINEP (proc. 6.5.91.0361.00).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 01) ALMEIDA, F. F. M., 1971. Geochronological Division of the Pre-Cambrian of South America. Rev. Bras. Geocienc., 1: 13-21.
- 02) ALMEIDA, D. del P. M.; PAIM, P. S.; VIERA Jr., N., 1993. Caracterização Petrográfica e Geoquímica do vulcanismo Eo-paleozóico das Bacias de Camaquã e Santa Bárbara, RS. Acta Geológica Leopoldensia, vol XVI (37): 145-185.
- 3) PECCERILLO, A.; TAYLOR, S. R., 1976. Geochemistry of Eocene Calc-alkaline Volcanic Rocks from Kastamonu Area, Northern Turkey. Contributions to Mineralogy and Petrology, 58: 63-81.
- 4) ZANETTIN, B., 1984. Proposed New Chemical Classification of volcanic Rocks. Episodes, 7 (4): 19-20.
- 5) DE LA ROCHE, H.; LETÉRIER, P.; GRANDCLAUDE, P.; MARCHAL, M., 1980. A Classification of Volcanic and Plutonic Rocks using R1R2 diagram and Major Element Analyses. Its Relationships with Current
- Nomenclature. Chem. Geol.; 29: 183-210.
- 7) ROISEMBERG, A.; LOSS, E. L.; ALTAMIRANO, J. A. F.; FERREIRA, A. C., 1983. Aspectos Petroológicos e Geoquímicos do vulcanismo Pré-cambriano Eo-paleozóico do R.G.S, com base nos elementos maiores. Atas I Congresso Sul Brasileiro de Geologia, p. 273-282.
- 6) LIMA, E. F.; NARDI, L. V. S., 1991. Os Lamprófiros Espessartíticos da Associação Shoshonítica de Lavras do Sul, R.S. Geochim. Brasil, 5 (1/2): 117-130.
- 8) SUN, S.S. & HANSON, G.G. 1975. Evolution of the mantle: Geochemical evidence from alkali basalt. Geology 3: 297-302.
- 9) KAY, R.W. & GAST, P.W. 1973. The rare earth content and origin of alkali-rich basalts. Jour. Geol., 81: 563 - 682.