



MAGM-SG: Sesión General Magmatismo y Metamorfismo

Petrología de la carbonatita Passo Feio Sul con énfasis en la isotopía de estables (C-O), Caçapava do Sul, Brasil

Beatriz Andrea Morales De Almeida¹, Delia Del Pilar Montecinos De Almeida², Edinei Koester³, Alexandre Magno R. Da Rocha⁴, Nilson Torres Dorneles⁵, Marcelo Barcellos Da Rosa⁶, Andre Abreu Martins³.

- (1) Universidad de Concepción
- (2) Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA)
- (3) Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
- (4) Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN)
- (5) Minerogeo
- (6) Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

Resumen

El estudio petrológico llevado a cabo en la Carbonatita *Passo Feio* (CPF), en la región sur de Brasil, permitió clasificarlo como un alvikito compuesto esencialmente por calcita, apatita, flogopita y tremolita. Subordinadamente, fueron identificados hematitas, magnetitas, ilmenitas, piritas, baritas, zircones y minerales de tierras raras monazitas-(Ce) y aeschynitas-(Ce). Los contenidos de Elementos Tierras Raras (ETR) obtenidos no sugieren potencialidad económica, entretanto, los datos geoquímicos de los suelos asociados a la carbonatita demostraron un enriquecimiento de ETR comparado a los obtenidos en la roca. La variación encontrada en los valores de isótopos estables puede atribuirse al proceso de enfriamiento del propio magma, sin sugerir procesos metamórficos o demás influencias posteriores. Considerando la deformación encontrada en el CPF y su proximidad a grandes estructuras a nivel cortical, esta carbonatita probablemente fue producto de una reactivación de fuentes mantélicas en un contexto magmático pos-colisional.

Palabras Clave: Carbonatita, Geoquímica, Isótopos Estables, Petrología Ígnea.

1 Introducción

Las carbonatitas son rocas ígneas poco comunes compuestas de más del 50% de carbonatos primarios, nominadas a partir del mineral de carbonato principal que las constituye; pueden ser subdivididas en carbonatitas calcíticas o dolomíticas, ferrocarbonatitas y natrocarbonatitas. En el caso especial de las carbonatitas calcíticas, todavía pueden ser denominadas *sövitos* si la textura es gruesa, o *alvikitos* si la textura es fina (Le Maitre, 2002). Alrededor del mundo se reportan 527 ocurrencias de carbonatitas, de las cuales sólo 5.5% se encuentran en Sudamérica (Woolley y Kjarsgaard, 2008). La mayoría de las carbonatitas presentan enriquecimiento en Elementos Tierras Raras Livianas (ETRL), con valores de La superiores a los de Lu, lo que refleja un predominio de minerales ricos en LREE. Los complejos carbonatíticos, y en algunos casos el enriquecimiento supergénico respectivo, son favorables para la concentración de minerales metálicos e industriales (Wall y Mariano, 1995). Actualmente, los depósitos relacionados con las carbonatitas representan una gran parte de los recursos de ETRL y niobio (Möller, 1989). Según Chakhmouradian (2009), dos tipos principales de carbonatitas pueden ser encontradas, de acuerdo con sus ambientes tectónicos y su geoquímica de elementos traza: I. Carbonatitas posicionadas en zonas de *rif* o en estructuras extensionales que se desenvuelven en cratones Arcáicos y cinturones paleo-orogénicos; II. Carbonatitas posicionadas en configuraciones colisionales, sucediendo la orogénesis. Morfológicamente, Lapin y Ploshko (1988) subdividieron las carbonatitas en dos clases: I. Carbonatitas del tipo central, con formatos circulares u ovalados, asociados con la activación tectono-magmática de cratones; II. Carbonatitas del tipo lineal, localizadas en zonas de fallas profundas, con formatos lineares y siendo generalmente paralelos o subparalelos con las encajonantes. Cuanto a la génesis de los magmas carbonatíticos, Woolley y Kjarsgaard (2008) proponen dos mecanismos principales: a partir de magmas que emanan directamente del manto y de magmas generados por procesos de diferenciación magmática.

2 Metodología

El trabajo de campo se llevó a cabo en dos campañas que comprendieron mapeo geológico a escala 1:20000 y muestreo de roca y suelo. La preparación de las muestras para geoquímica y el estudio de las láminas petrográficas y de química mineral fueron realizados en los laboratorios de la *Universidade Federal do Pampa* (UNIPAMPA) y *Universidade Federal do Rio Grande do Sul* (UFRGS). La geoquímica fue realizada por ICP-MS en el Laboratorio ActLabs, en Canadá. La isotopía de estables fue desenvuelta con la reacción de los carbonatos y ácido fosfórico a 70°C, por medio del *gas bench* semiautomático acoplado al espectrómetro Delta V del Laboratorio de Geología Isotópica de la UFRGS.



MAGM-SG: Sesión General Magmatismo y Metamorfismo

3 Resultados y discusión

El CPF varía de masivo a fuertemente foliado, exhibe una textura porfídica con cristales de apatitas, flogopitas y tremolitas rodeadas por una masa calcítica. Esta variación textural probablemente refleja las condiciones de colocación de la intrusión, donde las capas de tremolitas alternadas con las capas de calcita forman una foliación espaciada. Probablemente el mecanismo que generó esta foliación fue la diferencia de competencia entre la calcita y la tremolita ante la aplicación de un estrés. La composición modal media encontrada fue calcita (~59%), apatita (~18%), tremolitas (~10%), flogopitas (~7%) y minerales accesorios (< 6%), incluyendo hematitas, magnetitas, ilmenitas, zircones, monazitas-(Ce), aeschynitas-(Ce), piritas y baritas, determinados por microscopía electrónica de barradura. Con excepción de los zircones y magnetitas que aparentan ser minerales de fases iniciales de cristalización, los demás accesorios ocurren rellenando fracturas o bordeando otros cristales. Considerando la clasificación de Le Maitre (2002), es posible clasificar geoquímicamente esta ocurrencia como una *alvikita*, debido a su fina textura y su composición calciocarbonatítica. De acuerdo con los análisis de roca total, se observa que las concentraciones de los elementos en general están dentro de los estándares establecidos en la literatura para este grupo de rocas. En los diagramas normalizados al condrito, se puede observar que el CPF muestra el enriquecimiento típico en ETRL de las carbonatitas, formando un patrón similar al encontrado los apatitos-sövitos de Fen, Noruega. Con relación a los análisis de isótopos estables valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$ variaron entre -4.14 y -3.89‰ y los de $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ entre 10.01 y 11.32‰ (Figura 1). La pequeña variación isotópica encontrada entre las muestras de CPF podría explicarse por el proceso descrito por Demény *et al.*, (2006), en el cual esta variación se derivaría de los procesos de cristalización y enfriamiento del propio magma. Debido a la variación relativamente baja de $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$, probablemente la asimilación de la corteza no fue un factor determinante en la evolución de esta carbonatita y el comportamiento de las muestras no sugiere la ocurrencia de metamorfismo. Sin embargo, es probable que durante este proceso la calcita haya sido recrystalizada. A través de la similitud geoquímica cuanto a ETR entre dos muestras de suelo y el CPF, fue posible establecer una zona por la cual el cuerpo de la carbonatita se extendería, interpretando su posible formato una vez que los afloramientos son escasos. La muestra de suelo PGS-37B presentó 1.67 veces más ETR que la propia carbonatita, demostrando un enriquecimiento de estos elementos en el perfil de alteración; probablemente este enriquecimiento se debe a la concentración de minerales ricos en ETR en el suelo, como las monazitas-(Ce), aeschynitas-(Ce) y zircones. La deformación observada en el CPF, su formato interpretado y su proximidad a importantes estructuras a nivel crustal como la Anomalia Magnética de *Caçapava do Sul*, respaldaría la hipótesis de que esta ocurrencia corresponde a una carbonatita de tipo lineal, de acuerdo con la clasificación de Lapin y Ploshko (1988). En cuanto a la génesis, esta carbonatita probablemente se originó por una reactivación de fuentes mantelicas, dentro de un contexto tectónico pos-colisional, soportado por la edad obtenida por Cerva-Alves (2017) de 603 ± 4.5 Ma.

4 Referencias

- Cerva-Alves, T., 2017. Geología dos carbonatitos ediacaranos de Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. Chakhmouradian, A., 2009. The geochemistry of carbonatites revisited: two major types of continental carbonatites and their trace-element signatures. Geophys. Res. Abstr. EGU Gen. Assem. Vienna, Austria 19–24. Demény, A., Sitnikova, M.A., Karchevsky, P.I., 2006. Stable C and O isotope compositions of carbonatite complexes of the Kola Alkaline Province: phoscorite-carbonatite relationships and source compositions. Mineral. Soc. Ser. 10. Keller, J., Hoefs, J., 1995. Stable Isotope Characteristics of Recent Natrocarbonatites from Oldoinyo Lengai. pp. 113–123. https://doi.org/10.1007/978-3-642-79182-6_9 Lapin, A. V., Ploshko, V. V., 1988. ROCK-ASSOCIATION AND MORPHOLOGICAL TYPES OF CARBONATITE AND THEIR GEOTECTONIC ENVIRONMENTS. Int. Geol. Rev. 30, 390–396. <https://doi.org/10.1080/00206818809466019> Le Maitre, R.W. (Roger W., International Union of Geological Sciences. Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks., 2002. Igneous rocks : a classification and glossary of terms : recommendations of the International Union of Geological Sciences, Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks. Cambridge University Press. Möller, P., 1989. Rare Earth Mineral Deposits and Their Industrial Importance, in: Lanthanides, Tantalum and Niobium. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 171–188. https://doi.org/10.1007/978-3-642-87262-4_6 Wall, F., Mariano, A., 1995. Rare earth minerals in carbonatites: a discussion centred on the Kangankunde Carbonatite, Malawi. Mineral. Soc. 100 Ser. 193–226. Woolley, A.R., Kjarsgaard, B.A., 2008. Paragenetic types of carbonatite as indicated by the diversity and relative abundances of associated silicate rocks: Evidence from a global database. Can. Mineral. 46, 741–752. <https://doi.org/10.3749/canmin.46.4.741>



MAGM-SG: Sesión General Magmatismo y Metamorfismo

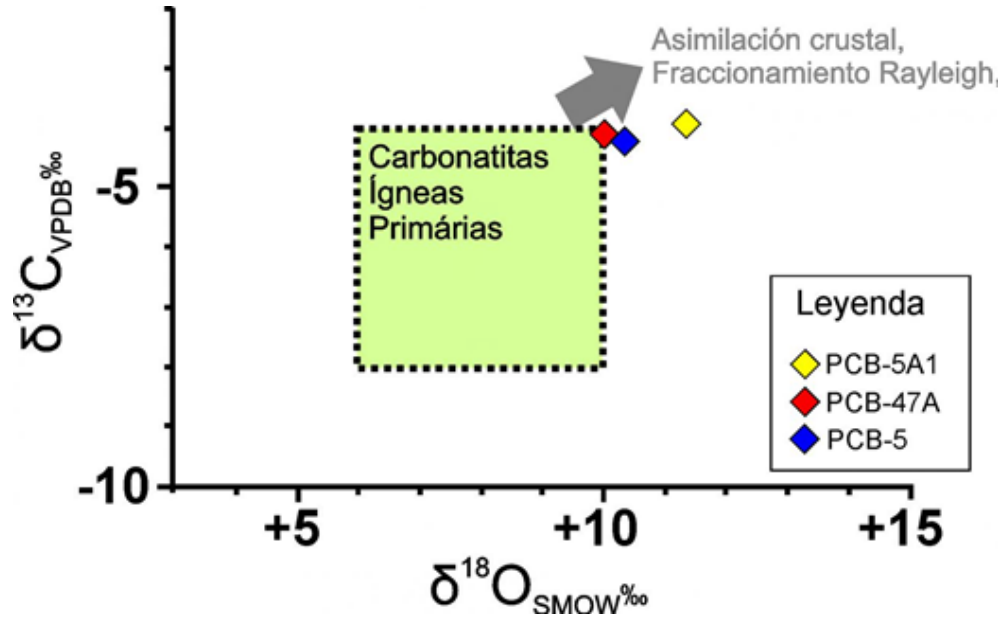


Figura 1 – Valores de isotopos estables encontrados para el CPF (Modificado de Keller and Hoefs, 1995 y Demény et al., 2006).