

OCORRÊNCIA DE NARSARSUKITA, BRITHOLITA-(Ce) E NACARENIOSITE-(Ce) EM GRANITOS PERALCALINOS DO COMPLEXO MORRO REDONDO (PR/SC), PROVÍNCIA GRACIOSA

Silvio R. F. Vlach¹ & Frederico C. J. Vilalva

Departamento de Mineralogia e Geotectônica, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo

1. srfvlach@usp.br

Abstract

Detailed petrographic studies in peralkaline granites from the Morro Redondo Complex, Graciosa Province, southern Brazil, have revealed the occurrence of several rare accessory minerals. Among them, narsarsukite, britholite and nacareniobsite are of great mineralogical and petrological interest, and are described for the first time in granitic rocks from Brazil. They occur as interstitial isolated crystals or associated with arfvedsonite and aegirine. Narsarsukite is a late-magmatic phase, being characterized by high ZrO₂ and Al₂O₃ contents. Britholite and nacareniobsite are late- to post-magmatic phases with higher REE and lower CaO contents than other occurrences around the world. We suggest that deformational events played an important role in the development and circulation of late- to post-magmatic alkali- and REE-rich fluids leading to the precipitation of these rare phases.

Keywords: narsarsukite, britholite, nacareniobsite

Introdução

Granitos e sienitos de tipo-A de natureza peralcalina são caracterizados por altas concentrações de álcalis, elementos de alto potencial iônico (HFSE), elementos terras-raras e F. Minerais acessórios comuns incluem zircão, chevkinita, fluorita e thorita. Variedades mais diferenciadas podem apresentar, por outro lado, minerais raros como astrofilita, enigmatita, neptunita, elpidita, entre outros, que lhes conferem um caráter “agpaítico”. Na Província Graciosa (Gualda & Vlach *no prelo*), região sul-sudeste do Brasil, estudos petrográficos detalhados em granitos peralcalinos do Complexo Morro Redondo (ver Vilalva & Vlach, este volume) têm revelado a ocorrência de diversos acessórios raros, com destaque para narsarsukita [Na₂(Ti, Fe³⁺)Si₄.(O, F)₁₁], britholita [(Ce,Ca,Th,La,Nd)₅(SiO₄,PO₄)₃(OH,F)] e nacareniobsita [NbNa₃Ca₃(Ce,La)(Si₂O₇)₂(O, F)₃], descritos pela primeira vez na província. Aspectos texturais e alguns resultados químicos obtidos para estes minerais são apresentados e discutidos neste trabalho.

Materiais e Métodos

Análises quantitativas pontuais (WDS) e imagens de elétrons retro-espalhados em modo composicional (BEI-Compo) para cristais de narsarsukita, britholita e nacareniobsita do Plutônio Papanduva foram obtidas no equipamento JEOL-8600S do Laboratório de Microssonda Eletrônica do IGc-USP. As condições analíticas empregadas nas análises pontuais de narsarsukita e nacareniobsita foram 15 keV, 20 nA e 5 µm para a voltagem de aceleração, corrente e diâmetro do feixe eletrônico. Para a britholita, as condições empregadas foram 15 keV, 20 nA e 10µm, com a interferência da linha Th My sobre a linha U Mβ minimizada através da escolha de posições para leitura de background para o U. As interferências das linhas Ce Mz sobre a linha F Kα e de Ba Lβ sobre Ce Lα foram corrigidas através de procedimento similar ao proposto por Fialin et al. (1997). Nas análises de nacareniobsita, os teores de F medidos foram corrigidos para a interferência com o Ce. As correções dos efeitos de matriz e redução dos valores de intensidades para porcentagens em peso de óxidos foram efetuadas utilizando o programa PROZA (Bastin & Heijligers, 1990).

Para as imagens BEI-Compo, utilizou-se 15 keV, 20 nA e 1 µm para voltagem de aceleração, corrente e diâmetro do feixe eletrônico.

Aspectos texturais

Álcali-feldspato granitos peralcalinos afloram na porção norte do Complexo Morro Redondo. As variedades mais diferenciadas são tipicamente protomiloníticas a miloníticas, com porfiroclastos de arfvedsonita e feldspato potássico em matriz quartzo-feldspática. A mineralogia acessória inclui, além dos minerais aqui apresentados, enigmatita, neptunita, astrofilita, zirconossilicatos de (Na, K), bastnásita e ekanita, entre outros.

Narsarsukita ocorre em duas gerações principais. A primeira, mais precoce, aparece intersticialmente como cristais incolores subédricos a euédricos entre 1,0 e 2,0 mm, por vezes acompanhando a foliação. Em imagens BEI-Compo, alguns cristais exibem um zonamento composicional dado por zonas intermediárias poiquilíticas mais escuras, ricas em microinclusões de zirconossilicatos de (Na, K), alternadas com núcleos e bordas mais límpidas e claras (Fig. 1A). A segunda geração, mais tardia, cristaliza-se ao longo de bordas e planos de fraqueza de arfvedsonita e egrina, ou como pequenos cristais (< 1,0 mm) euédricos na matriz.

A **britholita** forma pequenos cristais euédricos ($< 1,0$ mm) intersticiais na matriz, ou junto às bordas de egirina. Os cristais são incolores, límpidos e em geral fraturados. Zonamentos composticionais são discretos e irregulares (Fig. 1B).

Nacareniobsita aparece como cristais euédricos isolados ou como agregados fibro-radiados intersticiais em meio a quartzo. Padrões de zonamento composicional, quando presentes, são bastante complexos, como revela a Figura 1C.

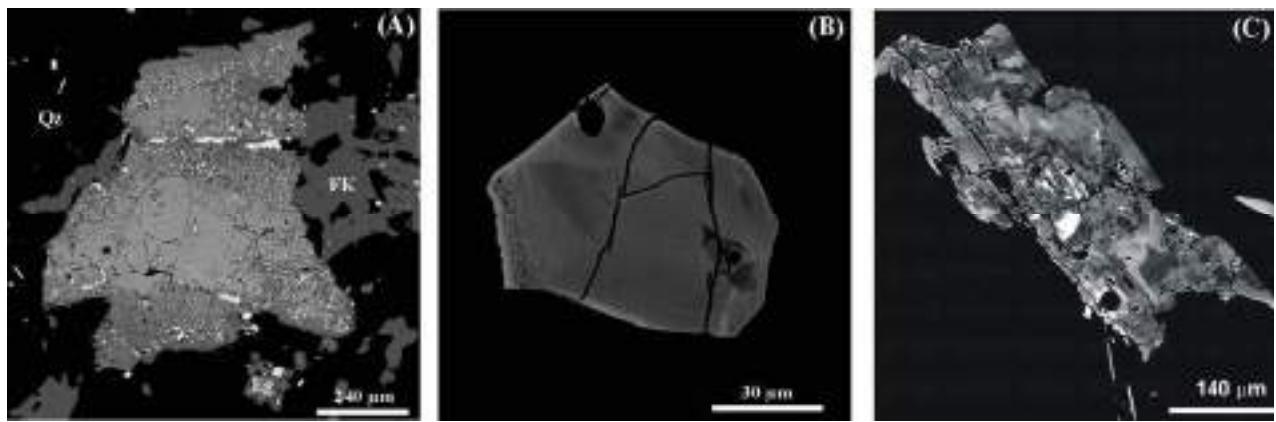


Figura 1: Imagens de elétrons retro-espalhados em modo composicional em amostras de álcali-feldspato granitos peralcalinos do Complexo Morro Redondo. (A):Narsarsukita em meio a quartzo (Qz), feldspato potássico (FK) e egirina (Eg) com zonas intermediárias mais escuras, poiquiliticas, com microinclusões de zirconossilicatos de (Na, K) (branco), alternadas com núcleos límpidos e mais claros ricos em ZrO_2 e bordas externas límpidas pobres em ZrO_2 . (B): Cristal subédrico de britholita substituído por bastnásita junto à borda. Apresenta zonamento composicional discreto e irregular, onde as áreas mais escuras possuem maior teor de $(ETR)_2O_3$. (C): Cristal subédrico intersticial de nacareniobsita com zonamento composicional complexo. Áreas brancas representam uma fase mineral distinta, mais rica em Nb_2O_5 , não identificada.

Quimismo Mineral

Análises químicas representativas de narsarsukita, britholita e nacareniobsita são apresentadas na Tabela 1.

A **narsarsukita** apresenta grande variabilidade química. Os cristais maiores da *primeira geração* (Tab. 1, análise 1) possuem teores elevados de ZrO_2 (1,0 – 6,0 % peso) e TiO_2 (11,0 – 16,0%), enquanto os cristais da *segunda geração* (Tab.1, análises 2) são mais ricos em Al_2O_3 (0,4 – 3,0%), Fe_2O_3 (3,0 – 8,0%) e F (ca. 1,5%).

Os dados químicos para a **britholita** indicam tratar-se de uma britholita-(Ce) (Tab. 1, análise 3). As composições são homogêneas, com teores elevados de $(ETR)_2O_3$ (68,0 – 74,0% peso), Na_2O (ca. 2,0%) e baixos de CaO (3,0 – 5,0%) e P_2O_5 (<0,1 – 2,6%). Os padrões de ETR observados revelam fracionamento menor na região dos terras raras leves e médios, quando comparados aos de outras ocorrências (Fig. 2A).

A **nacareniobsita** apresenta teores elevados de Nb_2O_5 (13,0 – 15,0% peso), Ta_2O_5 (ca. 1,0%) e Na_2O (ca. 11,0%), e baixos de TiO_2 (0,1 – 1,0%) e CaO (15,0 – 19,0%) (Tab. 1, análise 4). Corresponde a uma nacareniobsita-(Ce). Os padrões de ETR revelam também fracionamento distinto quando comparados aos descritos na literatura (Fig. 2B).

Considerações Finais

Narsarsukita, britholita-(Ce) e nacareniobsita-(Ce) são descritos pela primeira vez em granitos peralcalinos do Brasil. Estes minerais se formaram nos estágios tardi- a pós-magmáticos de cristalização e indicam que os líquidos e/ou fluidos residuais dos magmas peralcalinos se enriqueceram relativamente em Na, Ti, Nb e ETR, entre outros elementos. A ocorrência desses minerais apenas nos granitos peralcalinos com graus variáveis de deformação tardi- a pós-magmática sugere que esta deformação teve papel importante na introdução e/ou circulação de líquidos/fluidos ricos naqueles elementos.

Tabela 1: Análises químicas representativas para narsarsukita, britholita e nacareniobsita do Complexo Morro Redondo (PR/SC). MgO abaixo do limite de detecção em todas as análises. *: Fe total calculado como Fe_2O_3 . a.l.d.: teores abaixo do limite de detecção; -: elemento não analisado. b: borda; n: núcleo; i: zona intermediária do cristal

Mineral Análise	narsarsukita		britholita	nacareniobsita
	1, n*	2, n*	3, b	4, i
SiO_2	60,79	62,43	20,12	28,00
ZrO_2	5,95	0,13	-	a.l.d.
ThO_2	-	-	0,33	a.l.d.
TiO_2	12,95	11,74	-	0,29
UO_2	-	-	0,08	-
Al_2O_3	0,42	1,09	a.l.d.	0,02
La_2O_3	-	-	14,14	2,70
Ce_2O_3	-	-	32,76	10,14
Pr_2O_3	-	-	3,81	1,73
Nd_2O_3	-	-	13,64	6,26
Sm_2O_3	-	-	2,68	1,25
Gd_2O_3	-	-	1,83	0,70
Dy_2O_3	-	-	0,61	0,08
Yb_2O_3	-	-	0,05	a.l.d.
Y_2O_3	-	-	1,56	0,22
FeO^T	4,08	7,17	0,06	a.l.d.
MnO	0,11	0,03	0,05	0,04
CaO	a.l.d.	a.l.d.	3,79	18,43
SrO	-	-	-	0,11
BaO	0,09	a.l.d.	0,19	a.l.d.
Na_2O	14,90	16,25	1,95	11,02
K_2O	0,15	0,03	-	-
Nb_2O_5	0,48	0,49	-	15,16
Ta_2O_5	-	-	-	0,52
P_2O_5	-	-	1,01	-
F	1,09	1,31	2,04	6,80
O=F	0,46	0,55	0,86	2,86
Total	100,56	100,14	99,84	100,61
ETR_2O_3	-	-	69,52	22,86

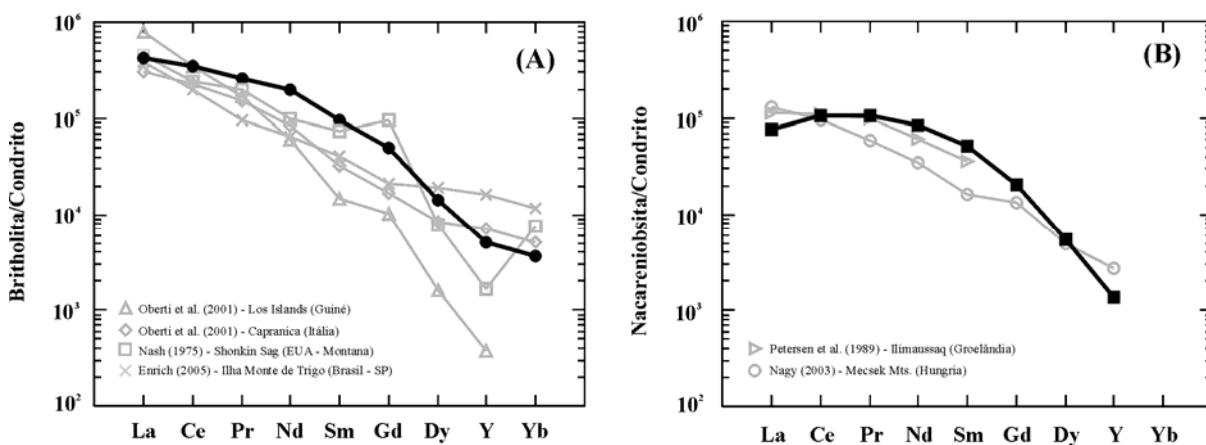


Figura 2: Padrão de ETRs (parcial) normalizado ao condrito para as composições médias de britholita-(Ce) (A) e nacareniobsita-(Ce) (B), com algumas composições de ocorrências descritas na literatura para comparação. Normalização de acordo com Boynton (1984)

Agradecimentos

Os autores estendem agradecimentos à FAPESP pelo continuado suporte ao Laboratório de Microssonda Eletrônica do IGc-USP. F. Vilalva agradece à CAPES pela bolsa de mestrado concedida durante a realização deste trabalho, e à Lucelene Martins pelas sugestões na interpretação dos dados químicos.

Referências

- Bastin G.F & Heijligers H.J.M. 1990. Progress in electron-probe micro-analysis. *Materialwissenschaft und Werkstofftechnik*, **21**: 90-92.
- Boynton W.V. 1984. Cosmochemistry of the rare earth elements: meteorite studies. In: P. Henderson (ed). *Rare earth element geochemistry*. Elsevier, Amsterdam, pp.63-114.
- Gualda G.A.R. & Vlach S.R.F. *no prelo*. The Serra da Graciosa A-type granites and syenites, southern Brazil Part 1: Regional setting and geological characterization. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*.
- Enrich G.E.R. 2005. *Petrogênese da Suíte Alcalina da Ilha Monte de Trigo, SP*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 229p.
- Fialin M., Outrequim M., Staub P.F. A new tool to treat peak overlaps in electron-probe microanalysis of rare-earth element L-series X-ray. *European Journal of Mineralogy*, **9**: 965-968.
- Nagy G. 2003. Nacareniobsite in phonolites in the Mecsek Mts. (Hungary) – Second occurrence in the world? *Acta Mineralogica-Petrographica, Abstract Series*, **1**: p.75.
- Nash W.P. 1975. Apatite chemistry and phosphorous fugacity in a differentiated igneous intrusion. *American Mineralogist*, **57**: 877-886.
- Petersen O.V., Rønsbo J.G., Leonardsen E.S. 1989. Nacareniobsite-(Ce), a new mineral species from the Ilímaussaq alkaline complex, South Greenland, and its relation to mosandrite and the rinkite series. *Neues Jahrbuch für Mineralogie. Monatshefte*, **2**: 84-96.
- Oberti R., Ottolini L., Della Ventura G., Parodi G.C. 2001. On the symmetry and crystal chemistry of britholite: New structural and microanalytical data. *American Mineralogist*, **86**: 1066-1075.
- Vilalva F.C.J. & Vlach S.R.F. *Este volume*. Caracterização e evolução química de anfibólios em granitos peralcalinos do Complexo Morro Redondo (PR-SC), Província Graciosa.