

Primeira Ocorrência de Ancilita no Estado da Bahia: Mineral Acessório em *Foid* Sienitos do Complexo Alcalino Floresta Azul

J. J. A. Santos¹; M. L. S. Rosa¹; H. Conceição¹

¹Laboratório de Petrologia Aplicada à Pesquisa Mineral (LAPA-UFS) - Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias (PGAB-UFS), Universidade Federal de Sergipe, 49100-000, São Cristóvão-SE, Brasil

jailson_jras@hotmail.com

(Recebido em 08 de agosto de 2014; aceito em 08 de setembro de 2014)

Microanálises utilizando um espectrômetro de energia dispersiva, em microscópio eletrônico de varredura, tornou possível identificar ancilita [Sr (La, Ce) (CO₃)₂ (OH).(H₂O)] em *foid* sienitos do Complexo Alcalino Floresta Azul, localizado no sul da Bahia. As texturas identificadas, na periferia de cristais de carbonato e em fraturas de cristais de annita, indicam que a cristalização da ancilita representa uma fase tardia na evolução destas rochas.

Palavras-chave: Ancilita, *foid* sienitos, Estado da Bahia.

First Occurrence of Ancylite in Bahia State: Accessory Mineral in the *foid* syenites of the Floresta Azul Alkaline Complex

Microanalysis using energy dispersive spectrometer in the scanning electron microscope has made possible to identify ancylite [Sr (La, Ce) (CO₃)₂ (OH).(H₂O)] in *foid* syenites of the Floresta Azul Alkaline Complex, located in the southern of Bahia State. The textures identified in the periphery of carbonate crystals and fractures in the annite crystals indicate that the crystallization of ancylite represents late stage in the evolution of these rocks.

Keywords: Ancylite, *foid* syenite, Bahia State.

1. INTRODUÇÃO

Carbonatos hidratados de estrôncio e de Elementos Terras Raras são raros na natureza e têm sido descritos em carbonatitos¹, kimberlitos², nefelina sienitos^{3,4} e, de forma esporádica, em granitos⁵ ou riolitos⁶.

No Brasil a primeira ocorrência de ancilita [Sr (La, Ce) (CO₃)₂ (OH).(H₂O)] foi descrita em 1978 na região de Coromandel, Minas Gerais⁷. Posteriormente, vários estudos utilizando-se da técnica de microscopia eletrônica de varredura, identificaram a presença deste carbonato em rochas ígneas brasileiras^{8,9}.

Os estudos petrográficos clássicos em *foid* sienitos do Complexo Alcalino Floresta Azul (CAFA) identificaram nessas rochas a presença de cristais intersticiais de carbonato^{10,11} e interpretaram como sendo os produtos finais da cristalização magmática^{10,12}. Os cristais de carbonato de diversos corpos da Província Alcalina do Sul do Estado da Bahia (PASEBA) foram analisados por isótopos de carbono e oxigênio¹⁰. As razões isotópicas encontradas revelaram assinatura mantélica e estes resultados foram interpretados como a ausência de contaminação importante de fluidos crustais durante o processo de cristalização que formou os *foid* sienitos da PASEBA¹⁰.

Em 2014, iniciaram-se os estudos nos *foid* sienitos do CAFA utilizando a técnica de microscopia eletrônica de varredura. Esse fato possibilitou identificar a presença de diversos minerais acessórios ainda não descritos, até então, nesse complexo como, por exemplo, ilmenita, magnetita, Sr-apatita, esfalerita, monazita, badeleíta e ancilita.

Nesse trabalho apresentam-se os dados químicos obtidos que permitiram identificar, pela primeira vez, a presença da ancilita em rochas da PASEBA e discute-se o significado de sua cristalização.

2. LOCALIZAÇÃO E ASPECTOS GEOLÓGICOS GERAIS DO COMPLEXO ALCALINO FLORESTA AZUL

O CAFA situa-se na região norte da PASEBA, englobando as cidades de Floresta Azul e Santa Cruz da Vitória, no sul da Bahia. A sua parte leste é ocupada por uma intrusão sienítica onde existe exploração comercial de sodalita sienitos de cor azul. A idade Pb-Pb_{Zircão} desta mineralização é de 696 ± 3 Ma e ela é aceita como a da cristalização destes sienitos¹⁰.

A intrusão sienítica do CAFA é constituída por sienitos de granulação média a grossa, sendo que, em sua periferia, ocorrem sienitos com quartzo de forma subordinada, que evoluem a álcali-feldspato sienitos com feldspatóides. A região central é ocupada por sodalita nefelina sienitos, sodalita sienitos e, em certos afloramentos, tem-se ocorrência de sodalitos¹¹.

Nos sienitos do CAFA os cristais de carbonato são intersticiais. Eles ocorrem isolados ou formando aglomerados milimétricos e com formas elipsoidais. Usualmente os cristais de carbonato encontram-se associados a cristais de biotita e sodalita^{10,11}.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

As investigações sobre a mineralogia acessória em *foid* sienitos do CAFA foram realizadas com o estudo de lâminas delgado-polidas, com dimensões de 27 mm por 46 mm, em microscópio petrográfico com luz transmitida e refletida da Opton (TNP-09NT), do Laboratório de Petrografia e Metalografia do Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias (LPM-PGAB-UFS). As lâminas delgado-polidas foram confeccionadas no Instituto de Geociências da USP. As fotomicrografias foram obtidas em microscópio petrográfico de marca Olympus[®], (BX 41), tendo acoplada câmera digital Olympus SC30 e utilizando-se do software Cell^B da Olympus[®], do Laboratório de Microscopia e Lupas do Departamento de Geologia da UFS. A simbologia apresentada para os minerais nas imagens seguem a recomendação da literatura¹³. As lâminas delgado-polidas foram metalizadas com carbono utilizando-se o equipamento de metalização marca Quorum (Q150R ES) do LPM-PGAB-UFS.

O MEV do Laboratório de Microscopia Eletrônica do PGAB-UFS é um equipamento de marca Tescan[®] (Vega 3), tendo acoplado detectores para elétrons secundários (SE) e elétrons retroespalhados (BSE) e um espectrômetro de energia dispersiva (EDS) da Oxford Instrumentos[®] (X-Act). As condições analíticas do feixe de elétrons foram de 15 Kv e 20 nA. A dimensão do feixe de elétrons utilizado durante as análises ficou compreendida entre 830 nm 1000 nm. Os dados químicos apresentados nesse estudo foram obtidas com EDS e correspondem a composições pontuais de cristais de ancilita.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A paragênese acessória identificada por microscopia petrográfica clássica em *foid* sienitos do CAFA é constituída por zircão, apatita, carbonato e minerais opacos¹¹. Os estudos complementares realizados por microscopia eletrônica de varredura permitiram identificar a presença de outros minerais acessórios, como esfalerita, magnetita, ilmenita, monazita, badeleíta e carbonatos. Dos carbonatos identificados predominou a calcita e, de forma subordinada, estroncianita e ancilita, sendo que este último ocorre normalmente associado às bordas dos cristais de calcita e annita (Figura 1).

Os cristais de carbonato nessas rochas apresentam a cor de interferência clássica, branco de alta ordem, e as geminações características (Figura 1). Alguns dos cristais que ocorriam na periferia ou no interior dos cristais de calcita ao serem analisados com o EDS revelaram tratar-se de ancilita (Figura 1), um carbonato hidratado de estrôncio e terras raras.

Os cristais de ancilita apresentam tamanhos que variam entre 1 μm e 20 μm (Figura 1). Eles ocorrem anédricos e disseminados entre os cristais de calcita ou coroam cristais de monazita e apatita (Figura 1). Ocorrem igualmente em microfraturas e em planos de clivagens de cristais de annita. As relações texturais dos cristais de ancilita na periferia dos cristais de calcita ou em

clivagens e fraturas de cristais de ancilita, indicam que a ancilita cristalizou-se posteriormente a formação da annita e calcita.

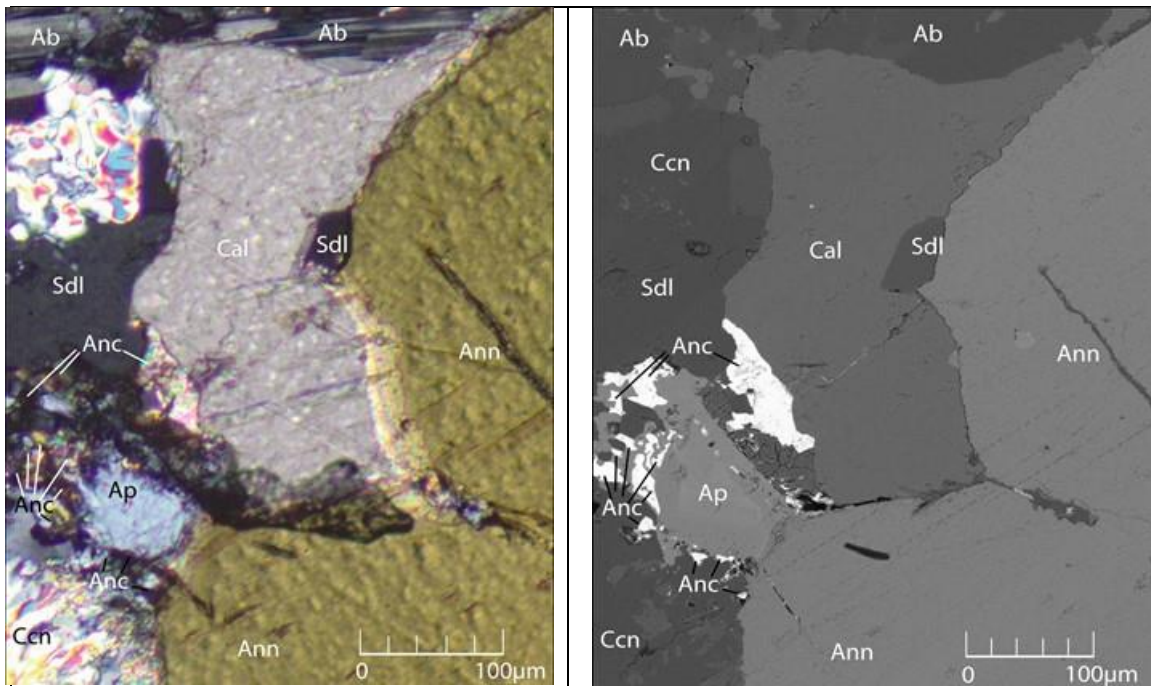


Figura 1. Imagens obtidas em mesma região de lâmina delgado-polida, em microscopia petrográfica em luz transmitida polarizada (esquerda) e em microscopia eletrônica de varredura (direita) apresentando a textura do foid sienito do Complexo Alcalino Floresta Azul. Cristais de: ancilita (Anc), annita (Ann), calcita (Cal), apatita (Ap), cancrinita (Ccn), sodalita (Sdl), albita (Ab). O maior cristal de ancilita anédrico nessa imagem ocorre na periferia do cristal de calcita. Os cristais menores ocorrem de forma irregular em torno do cristal de apatita, exibindo contatos ameboidais.

As composições obtidas para os cristais de ancilita encontram-se apresentadas na tabela 1. Observa-se que esses cristais apresentam variações nos conteúdos dos óxidos de SrO (17,5-20,2%), Ce₂O₃ (24,4-27,2%), La₂O₃ (17,2-22,3%), CaO (2,5-3,8%), Nd₂O₃ (3,6-6,3%), Pr₂O₃ (<0,1-2,9%). O somatório dos Elementos Terras Raras situam-se entre 48,4%-55,2%, havendo a dominância do cério. Os conteúdos de cálcio, cério e lantânio fazem com que esses minerais sejam denominados de Ce-cálcioancilita. Quando se compara as composições dos cristais de ancilita encontrados no CAFA com aqueles de outras intrusões da literatura^{14,15,16,17,18} constata-se que eles tem composições similares, destacando-se os conteúdos menores em neodímio (Figura 2).

A formação de carbonatos ricos em estrôncio e Elementos Terras Raras, como o caso da ancilita, tem sido interpretadas como resultantes da interação de fluidos hidrotermais com a mineralogia magmática em foid sienitos, resultando na recristalização da calcita formando minerais como estroncianita e ancilita¹.

Tabela 1: Análises químicas representativas de cristais de ancilita dos foid sienitos estudados. Os valores de CO₂ foram calculados por estequiometria.

	SrO	Ce ₂ O ₃	La ₂ O ₃	CaO	Nd ₂ O ₃	Pr ₂ O ₃	CO ₂ *	Total
1	17,7	24,9	19,7	3,5	3,7	<0,1	23,3	92,9
2	18,9	26,1	19,7	2,8	3,7	2,7	24,3	98,2
4.1.1. 3	4.1.2. 7,9	4.1.3. 2 5,2	4.1.4. 2 2,2	4.1.5. 2 ,8	4.1.6. 3 ,6	4.1.7. 2 ,2	4.1.8. 2 4,1	4.1.9. 9 7,9
4.1.10. 4	4.1.11 9,0	4.1.12. 5,5	4.1.13. 9,7	4.1.14. ,5	4.1.15. ,2	4.1.16. ,3	4.1.17. 2 4,0	4.1.18. 9 7,3
4.1.19. 5	4.1.20 7,5	4.1.21. 7,2	4.1.22. 0,8	4.1.23. ,7	4.1.24. ,0	4.1.25. ,2	4.1.26. 2 2,4	4.1.27. 9 7,7
4.1.28. 6	4.1.29 9,6	4.1.30. 4,5	4.1.31. 7,2	4.1.32. ,9	4.1.33. ,3	4.1.34. ,9	4.1.35. 2 4,0	4.1.36. 9 7,5
4.1.37. 7	4.1.38 7,9	4.1.39. 4,8	4.1.40. 2,3	4.1.41. ,8	4.1.42. ,6	4.1.43. 0,1	4.1.44. 2 5,2	4.1.45. 9 7,6
4.1.46. 8	4.1.47 0,2	4.1.48. 4,4	4.1.49. 9,4	4.1.50. ,6	4.1.51. ,3	4.1.52. ,2	4.1.53. 2 3,6	4.1.54. 9 7,7

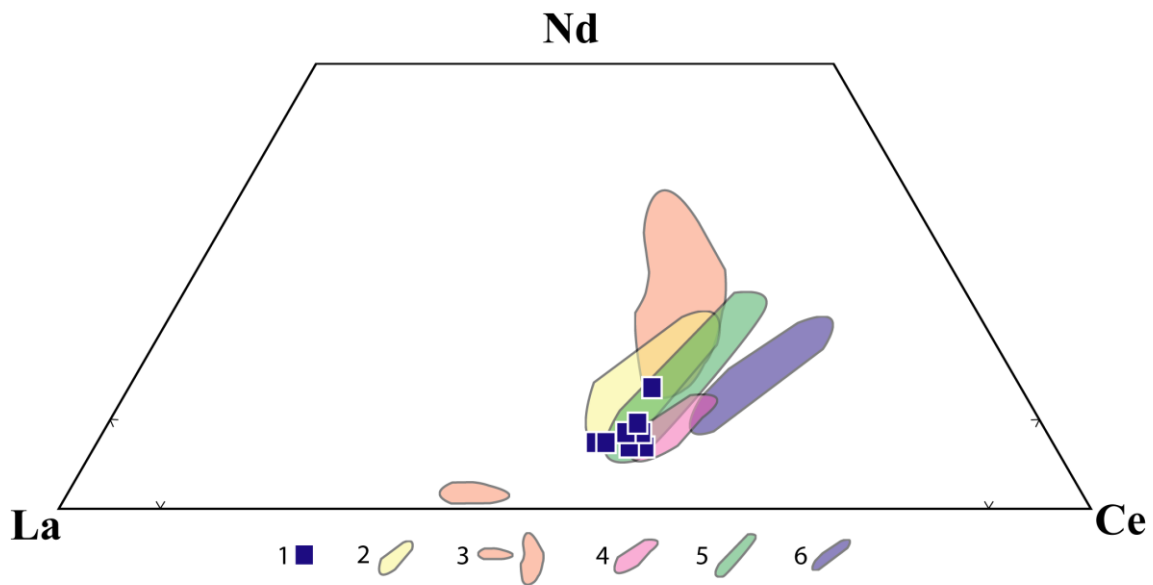


Figura 2. Diagrama Nd-La-Ce aplicado aos cristais de ancilita estudados [1]. Composições de cristais de ancilita de outros corpos ígneos da literatura: Murun, Rússia¹⁸ [2]; Bearpaw Mountains, USA¹⁷ [3]; Khibina, Rússia¹⁶ [4]; Naissârssuk, Rússia¹⁵ [5]; Benfontein, África do Sul¹⁴ [6].

5. CONCLUSÕES

Cristais de ancilita foram identificados pela primeira vez no Estado da Bahia em *foid* sienitos do Complexo Alcalino Floresta Azul. Eles ocorrem de forma anédrica intersticial, com tamanhos variando de 1 µm e 20 µm. As presenças de cristais de ancilita na forma intersticial ou em fraturas foram interpretadas como sendo resultantes de fase fluida tardia que recrystalizou a calcita formando concomitantemente o carbonato hidratado de estrôncio e Elementos Terras Raras Leves.

6. AGRADECIMENTOS

J.J.A. Santos agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES) por sua bolsa de mestrado. O desenvolvimento desta pesquisa foi possível devido aos recursos obtidos junto ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação de Apoio à Pesquisa e à Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe (FAPITEC), processos números: 307785/2011-4 (CNPq-PQ), 308754/2013-1 (CNPq-PQ), 473013/2012-4 (CNPq-Universal 2013) e 019.203.02538/2009-7 (PRONEX/FAPITEC/CNPq).

-
1. Burtseva MV, Ripp GS, Doroshkevich AG, Viladkar SG, Varadan R. Features of Mineral and Chemical Composition of the Khamambettu Carbonatites, Tamil Nadu. *Journal Geological Society of India*, 2013; 81.
 2. Oleynikov OB, Suknev VS. Ancylyte from kimberlites of Kuoykskoye Field Yakutia. *Zapiski Vserossiyskogo Mineralogicheskogo Obshchestva, Proceedings of the Russian Mineralogical Society*. 1999;128(5):96-99.
 3. Mitchell RH, Chakhmouradian AR. Instability of Perovskite in a CO₂-Rich Environment: Examples from Carbonatite and Kimberlite. *Can. Mineralogist*. 1998.36(4):939-952.
 4. Chakhmouradian AR, Mitchell RH. The mineralogy of Ba-and Zr-rich alkaline pegmatites from Gordon Butte, Crazy Mountains (Montana, USA): comparisons between potassic and sodic agpaite pegmatites. *Contrib. Mineral. Petrology*. 2002.143(1):93-114.
 5. Orlandini P, Pasero M, Vezzalini G. Calcio-ancylyte-(Nd), a new REE-Carbonate from Baveno, Italy *Eur. J. Mineral.* 1990;2:413-418.
 6. Pingitore N, Clague J, Gorski D. Round Top Mountain Rhyolite (Texas, USA), a Massive, Unique Y-bearing-fluorite-hosted Heavy Rare Earth Element (HREE) Deposit. *Journal of Rare Earths*. 2014;32:90-96.
 7. Pomerancblum M. Carbonato Hidratado de Cério e Estrôncio – Ancilite: Primeira Ocorrência no Brasil. *Anais do XXX Congresso Brasileiro de Geologia, Salvador-Bahia, SBG; 1978*. 3:1156-1159.
 8. Pereira VP, Conceição RV, Formoso MLL, Pires AC. Alteration of Perovskite to Anatase in Silica-Undersaturated Rocks of the Catalão-I Carbonatite Complex, Brazil: A Raman study. *Rev. Bras. Geociências*. 2005;35(2):239-244.
 9. Manfredi TR. A Mineralização de Parisita-(Ce) Associada ao Carbonatito Fazenda Varela (Correia Pinto, SC). *Dissertação (mestrado)*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013. 57p.
 10. Rosa MLS, Conceição H, Macambira MJB, Galarza MA, Cunha MP, Menezes RCL, Marinho MM, Cruz Filho BE, Rios DC. Neoproterozoic anorogenic magmatism in the Southern Bahia Alkaline Province of NE Brazil: U-Pb and Pb-Pb ages of the blue sodalite syenites. *Lithos*. 2007;97:88-97.
 11. Santos JJA. Petrografia da Intrusão Sienítica do Complexo Alcalino Floresta Azul, Sul do Estado da Bahia. *Trabalho de Conclusão de Curso (graduação)*. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2013. 79p.
 12. Pimenta ACS, Conceição H, Rosa MLS. Mineralogia das Vênulas Brancas e do Material Afanítico Preto em Planos de Fraturas em Sodalititos de Cor Azul do Stock Itajú do Colônia, Bahia. *Scientia Plena*. 2014;10(5):1-9.
 13. Whitney DL, Evans BW. Abbreviations for Names of Rock-Forming Minerals. *American Mineralogist*. 2010;95:185-187.
 14. Mitchell RH. Accessory rare earth, strontium, barium and zirconium minerals in the Benfontein and Wesselton calcite kimberlites, South Africa. In *Kimberlites, Related Rocks and Mantle Xenoliths (H.O.A. Mayer & O.H. Leonards, eds.)*, Proc. 5th Intem. Kunb. Conf., Brasil, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, Rio de Janeiro, 1995. 1:15-128.
 15. Pekov IV, Petersen OV, Voloshin AV. Calcio-ancylyte-(Ce) from Ilimaussaq and Naissârssuk, Greenland, Kola peninsula and Polar Urals, Russia; ancylyte- (Ce) - calcio-ancylyte-(Ce) an isomorphous series. *Neues Jahrb. Mineral. Abh.* 1997;171(3):309-322.
 16. Zaitsev AN, Wall F, Le Bas MJ. REE-Sr-Ba Minerals from the Khibina Carbonatites, Kola Peninsula, Russia: Their Mineralogy, Paragenesis and Evolution. *Mineralogical Magazine*. 1998; 62(2):225-250.
 17. Reguir EP, Mitchell RH. The Mineralogy of Carbonatites and Related Potassic Syenites from the RockyBoy Stock, Bearpaw Mountains, north-central Montana. In: *GeoCanada 2000 Conference CD (extended abstracts)*, 2000. File 374.pdf.

18. Reguir EP. Aspects of the Mineralogy of the Murin Alkaline Complex, Yakutia, Russia. Dissertação (mestrado). Thunder Bay: Lakehead University, 2001. 193 p.