

Petrologia dos Stocks Santa Maria, Monte Pedral, Bom Jardim, Boa Esperança e Niterói, Suíte Intrusiva Serra do Catu, Estado de Sergipe, NE Brasil

*Petrology of Santa Maria, Monte Pedral, Bom Jardim, Boa Esperança
and Niterói Stocks in Serra do Catu Intrusive Suite, Sergipe State, NE Brazil*

Hiakan Santos Soares¹ , Carlos Santana Sousa¹ , Maria de Lourdes da Silva Rosa¹ , Herbet Conceição¹ 

¹Universidade Federal de Sergipe - UFS, Laboratório de Petrologia Aplicada à Pesquisa Mineral - LAPA, Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias - PGAB, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, Cidade Universitária Aloísio de Campos, CEP 49100-000, São Cristóvão, SE, BR (hiakan1@hotmail.com; karlcss@hotmail.com; lrosa@ufs.br; herbet@ufs.br)

Recebido em 8 de abril de 2019; aceito em 29 de outubro de 2019

Resumo

Os *Stocks* Monte Pedral, Boa Esperança, Santa Maria, Niterói e Bom Jardim situam-se na parte Norte do Sistema Orogênico Sergipano. Esses cinco corpos são constituídos por: álcali-feldspato sienito e quartzo álcali-feldspato sienito (Monte Pedral); quartzo álcali-feldspato sienito e álcali-feldspato granito (Boa Esperança); granito (Santa Maria); monzogranito, quartzo monzonito e quartzo monzodiorito (Niterói); granito, quartzo monzonito, granodiorito, quartzo monzodiorito e diorito (Bom Jardim). Essas rochas são porfíricas, com megacristais de feldspato alcalino rico em zoneamentos oscilatórios. A ocorrência de megacristais de feldspato alcalino com zoneamento composicional bem marcado e enclaves máficos é uma feição que distingue esse magmatismo daqueles de outras suítes intrusivas do Domínio Canindé. Os *Stocks* Monte Pedral e Boa Esperança correspondem a um magmatismo *hipersolvus*, enquanto os demais *Stocks* (Bom Jardim, Niterói e Santa Maria) representam magmatismo *subsolvus*. A idade U-Pb_{Shrimp} de 611 ± 4 Ma obtida para o *Stock* Santa Maria permite correlacioná-lo ao plutonismo shoshonítico mais antigo no Sul da Província Borborema. A mica marrom nas rochas corresponde à biotita e flogopita e indica afinidade orogênica para este plutonismo. A Mg-hornblenda e a tschermakita são os anfibólios primários nestas rochas, os quais cristalizaram-se em condições oxidantes e em profundidades que variam de 12 (3 kbar) a 26 (7 kbar) km. Dados geoquímicos revelam que os magmas responsáveis por formarem os *stocks* estudados pertencem a suítes shoshoníticas e evoluem por cristalização fracionada, tendo contribuição de material mantélico, além de exibirem assinatura geoquímica (enriquecimento em Elementos Terras Raras Leves), em relação aos pesados, e anomalias negativas em Ta, Nb, P, Sr e Eu, características de magmas associados à subducção.

Palavras-chave: Petrografia; Química mineral; Suíte Serra do Catu; Ediacarano.

Abstract

Monte Pedral, Boa Esperança, Santa Maria, Niterói and Bom Jardim Stocks are in the Northern part of the Sergipano Orogenic System. These five stocks consist of: alkali-feldspar syenite and alkali-feldspar quartz syenite (Monte Pedral); quartz alkali-feldspar syenite and alkali-feldspar granite (Boa Esperança); granite (Santa Maria); monzogranite, quartz monzonite and quartz monzodiorite (Niterói); granite, quartz monzonite, granodiorite, quartz monzodiorite and diorite (Bom Jardim). These rocks are porphyritic, with alkaline feldspar phenocrysts rich in multiple zonings. The presence of alkaline feldspar phenocrysts and abundance of mafic enclaves is a feature that distinguishes this magmatism from those of the other intrusive suites of Canindé Domain. Monte Pedral and Boa Esperança Stocks correspond to hypersolvus magmatism, while the other stocks (Bom Jardim, Niterói and Santa Maria) represent subsolvus magmatism. The U-Pb_{Shrimp} age of 611 ± 4 Ma obtained for Santa Maria Stock makes it possible to correlate the magmatism represented by the stocks with the oldest shoshonitic plutonism in the Southern Borborema Province. The brown mica in the studied rocks corresponds to

biotite and phlogopite and indicates orogenic affinity for this plutonism. Mg-hornblende and tschermakite are the primary amphiboles in these rocks, which were crystallized under oxidizing conditions and depths ranging from 12 (3 kbar) to 26 (7 kbar) km. Geochemical data indicate that the magmas responsible for forming the studied stocks belong to shoshonite suites and evolve through fractional crystallization, with the contribution of mantle material, exhibiting geochemical signature (enrichment in light Rare Earth Elements) in relation to heavy ones, and negative anomalies in Ta, Nb, P, Sr and Eu, which are characteristics of magmas associated with subduction.

Keywords: Petrography; Mineral chemistry; Serra do Catu Suite; Ediacaran.

INTRODUÇÃO

O volume importante de granitos é uma feição característica da Província Borborema (Brito Neves et al., 2003), particularmente na sua porção Sul, representada pelo Sistema Orogênico Sergipano (SOS), em que domina magmatismo brasileiro (Oliveira et al., 2017).

No SOS, o plutonismo limita-se às regiões Central e Norte, com metavulcânicas subordinadas (Santos e Souza, 1988). Este plutonismo é Criogeniano e Ediacarano (Oliveira et al., 2015, 2017; Conceição et al., 2016; Lisboa et al., 2019), tem assinatura geoquímica de arco e é essencialmente formado por intrusões cálcio-alcálicas de médio e alto K_2O (Oliveira et al., 2015) e shoshonítica (Fontes et al., 2018; Lisboa et al., 2019), com volume subordinado de leucogranitos peraluminosos (Conceição et al., 2016).

O plutonismo shoshonítico no SOS foi incluído por Teixeira (2014) na Suíte Intrusiva Serra do Catu (SISC). Esse magmatismo é representado por dois batólitos e diversos *stocks*, sendo os primeiros: Serra do Catu, localizado no Sul de Alagoas (Brito et al., 2009), e Curitiba, no Norte de Sergipe (Gentil, 2013; Lima, 2016). Santos e Souza (1988), com base em dados geológicos, associaram diversos *stocks* da região Norte de Sergipe à SISC. Posteriormente, Soares et al. (2018) confirmaram suas afinidades shoshoníticas.

Este artigo apresenta novos dados geológicos e os primeiros dados petrográficos, de química mineral e de geoquímica de rocha total para os *Stocks* Bom Jardim, Monte Pedral, Boa Esperança, Niterói e Santa Maria da SISC, os quais ocorrem nos municípios de Canindé do São Francisco e Poço Redondo, no estado de Sergipe. Além disso, a idade U-Pb_{SHRIMP} em zircão para o *Stock* Santa Maria é introduzida. Essas informações são discutidas com o objetivo de caracterizar os tipos petrográficos presentes e as afinidades geoquímicas destes corpos, assim como avaliar as suas condições de cristalização e a possibilidade de terem origem em comum.

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

A região em que estão localizados os batólitos e *stocks* da SISC possui história petrológica complexa (e.g., Oliveira et al., 2010, 2017). Os corpos da SISC localizam-se predominantemente no SOS e no Superterreno Pernambuco-Alagoas (STPEAL; Brito Neves et al., 2016; Brito Neves e Silva Filho, 2019).

Davison e Santos (1989) definiram o SOS, anteriormente nomeado de Faixa Sergipana, como um conjunto de terrenos distintos e formados por seis domínios geológicos. Posteriormente, Amorim (1995) e Mendes e Brito (2017) acrescentaram o Domínio Rio Coruripe a esse orógeno, que se localiza ao Norte.

No Domínio Canindé, Teixeira (2014) descreveu a presença de seis suítes intrusivas: Canindé, Curalinho, Sítios Novos, Queimada Grande, Serra do Catu e Glória-Xingó 2.

A Suíte Intrusiva Canindé é formada por associação máfico-ultramáfica. Essas rochas foram identificadas por Silva Filho (1976), e Silva Filho et al. (1979) interpretaram o então Complexo Canindé como uma sequência ofiolítica. Posteriormente, Oliveira e Tarney (1990) reinterpretaram o Complexo Canindé como basaltos de rifte continental comparáveis aos da Bacia do Paraná. Os Elementos Terras Raras (ETR) das rochas básicas desta suíte intrusiva levaram Silva Filho (1998) a propor a existência de arco vulcânico na região. Nascimento (2005) e Liz et al. (2018) obtiveram novos dados geoquímicos para as unidades Novo Gosto e Gentileza, do Domínio Canindé, que apresentaram geoquímica de magmatismo anorogênico.

A Suíte Intrusiva Curalinho é constituída por quartzo dioritos, monzonitos e monzogranitos, com quartzo azulado e abundantes enclaves máficos. Essas rochas representam magmatismo magnésiano, álcali-cálcico e metaluminoso.

A Suíte Intrusiva Queimada Grande é formada por monzonitos e biotita granitos equigranulares ou porfiríticos contendo feições de *mingling*, enclaves máficos e xenólitos das encaixantes. Apresenta assinatura geoquímica cálcio-alcálica de alto K, metaluminosa e magnésiana (Sousa, 2018; Sousa et al., 2019).

A Suíte Intrusiva Sítios Novos é constituída por corpos de naturezas granítica e granodiorítica, inequigranulares e raros enclaves (Carvalho, 2005; Oliveira et al., 2015; Pinho Neto, 2018). Esse plutonismo é caracterizado por granitos cálcio-alcálicos de alto K fortemente evoluídos, com assinaturas geoquímicas de fontes associadas a ambientes de arco-vulcânico e sincrônicos à colisão (Pinho Neto, 2018; Pinho Neto et al., 2019).

Os corpos da SISC ocorrem em dois conjuntos distintos. O primeiro é intrusivo no STPEAL e é representado pelo Batólito Serra do Catu (Silva Filho et al., 1997; Brito et al., 2009; Silva Filho et al., 2016; Soares, 2016). O segundo conjunto é intrusivo no Norte do SOS, representado pelo Batólito Curitiba (Gentil, 2013; Lima, 2016) situado no

Domínio Poço Redondo e por alguns *stocks* (< 15 km²) que ocorrem no Domínio Canindé.

Os *stocks* estudados situam-se no Domínio Canindé (Figura 1), o qual se localiza no extremo Noroeste do estado de Sergipe, adentrando Alagoas e Bahia. Esse domínio faz contato tectônico ao Sul com o Domínio Poço Redondo e ao Norte com o STPEAL. O Domínio Canindé é constituído de rochas máficas, ultramáficas (Suíte Intrusiva Canindé) e fêlsicas (Suítes Intrusivas Serra do Catu e Glória-Xingó 2; Teixeira, 2014), além de rochas metavulcanossedimentares do Complexo Canindé. Os corpos estudados intrudiram nas suítes intrusivas Currallinho e Canindé e no Complexo Canindé.

A Suíte Glória-Xingó 2 é formada por granitos com muscovita, duas micas ou granada e turmalina. Ocorre como *stocks* ou diques que intrudiram as demais suítes da área. Representa magmatismo peraluminoso, álcali-cálcico, ferroano ou magnésiano.

MATERIAIS E MÉTODOS

Neste estudo foram visitados 32 afloramentos e coletadas 30 amostras representativas das rochas dos cinco *stocks* investigados. Um total de 22 lâminas polidas foi confeccionado para o estudo petrográfico.

As lâminas delgadas polidas foram descritas em microscópio petrográfico da marca Opton®, modelo TNP-09NT, com luz transmitida e refletida, no Laboratório de Petrografia e Metalografia do Condomínio de Laboratórios Multiusuários das Geociências da Universidade Federal de Sergipe (CLGeo-UFS). A composição modal das rochas foi obtida por

estimativa visual de 40 campos por lâmina, em aumento de 100 X. Posteriormente, as lâminas foram metalizadas com carbono para serem imageadas utilizando-se um detector de elétrons retroespalhados, que se encontra instalado no microscópio eletrônico de varredura (MEV, Tescan Vega 3 LMU) do Laboratório de Microanálise do CLGeo-UFS.

As análises químicas pontuais dos minerais foram obtidas utilizando-se espectrômetro de energia dispersiva (EDS), da marca *Oxford Instrumentos*®, modelo X-Act, que tem resolução de 125 eV e encontra-se instalado no MEV do CLGeo-UFS. As condições analíticas foram: 20 kV de voltagem de aceleração da coluna eletrônica e corrente de feixe de 17 nA, em que o feixe de elétrons tinha diâmetro de 0,4 µm. O tempo médio de contagem foi de 30 segundos.

A calibração do EDS-MEV do CLGeo-UFS é regularmente verificada com a energia do cobre. A avaliação dos resultados é realizada com análises de padrões internacionais da Astimex (Tabela 1). As composições químicas dos minerais foram calculadas com o *software* AZtec 4.0, da Oxford Instrumentos®, com a sub-rotina Quant®, que se utiliza das correções ZAF (Z = número atômico, A = absorção atômica e F = fluorescência). A incerteza analítica dos elementos dosados com EDS foi inferior a 2% para os elementos com conteúdo superior a 10% em peso, e essa incerteza situa-se entre 4 e 19% para elementos com teores inferiores a 5% em peso (Tabela 1). A reprodutibilidade dos resultados para o tempo de contagem de 30 segundos é boa e inferior a 2%.

As fórmulas estruturais foram calculadas seguindo as recomendações de Leake et al. (1997) e Deer et al. (1992). O cálculo do Fe⁺² e Fe⁺³ para os anfibólios assumiu um total de 13 cátions, segundo Stout (1972). O valor de H₂O nas análises de mica e anfibólio foi calculado por estequiometria.

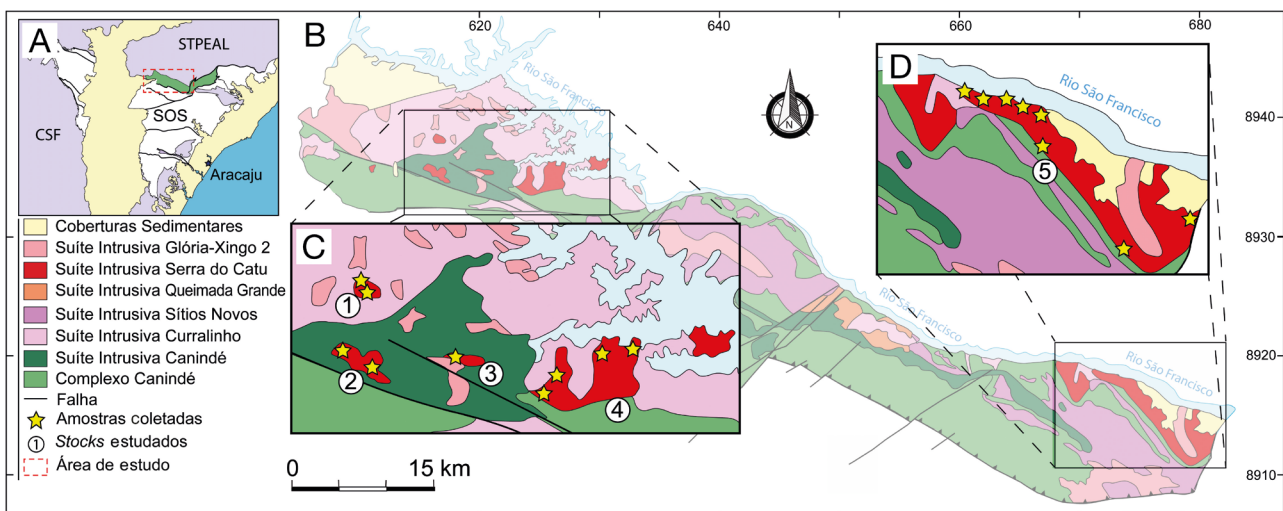


Figura 1. Esquemas geológicos da região estudada com base em Teixeira (2014). (A) Sistema Orogênico Sergipano (SOS), Cráton do São Francisco (CSF) e Superterreno Pernambuco-Alagoas (STPEAL). (B) Esquema geológico do Domínio Canindé após Teixeira (2014). Áreas em que ocorrem os *stocks* estudados (C) e (D). Corpos estudados: [1] *Stock* Santa Maria, [2] *Stock* Boa Esperança, [3] *Stock* Monte Pedral, [4] *Stock* Bom Jardim e [5] *Stock* Niterói.

Um total de 22 análises geoquímicas foi realizada em amostras representativas dos *stocks* da SISC. Os elementos maiores e menores foram dosados com a fluorescência de raios X (Shimadzu — 180) do CLGeo-UFS. A perda ao fogo foi obtida por calcinação da amostra a 1.000°C. Obtiveram-se análises em 13 amostras para os elementos-traço com espectrometria de massa por plasma acoplado indutivamente (ICP-MS) no laboratório comercial Geosol S.A. No tratamento dos dados geoquímicos, o *software* GCDkit 4.0 foi empregado (Janousek et al., 2006).

A análise geocronológica U/Pb em zircão foi realizada com a microsonda iônica de alta resolução do tipo SHIRIMP IIe/MC do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. O procedimento analítico e as condições de análises são as mesmas descritas em Sato et al. (2014).

GEOLOGIA LOCAL E PETROGRAFIA

Os afloramentos dos *stocks* estudados correspondem a lajedos descontínuos que se destacam no relevo da região (Figuras 2A e 2B). Os contatos entre as rochas estudadas e as encaixantes foram raramente observados em campo. Todavia, o caráter intrusivo desses *stocks* foi inferido pela presença de xenólitos das encaixantes (anfíbolitos, gabros e granitos).

Os *stocks* são constituídos por rochas de coloração rósea à cinza (Figuras 2C e 2D), granulação média à grossa, com texturas inequigranulares ou porfíricas e megacristais de feldspato alcalino (Figuras 2E e 2F). Ocasionalmente, essas rochas exibem textura equigranular e granulação fina à média, apresentam orientação e, por vezes, observam-se diques pegmatíticos graníticos e sieníticos.

Uma característica comum aos afloramentos dos *stocks* é a presença de enclaves máficos, que apresentam dimensões

variando de 1 a 30 cm, exibindo contatos ondulados com a encaixante ou totalmente ou parcialmente difuso (Figura 2C). Além disso, esses enclaves usualmente contêm xenocristais de feldspato alcalino da rocha sienítica hospedeira (Figura 2C). Essas relações entre enclaves e encaixantes indicam a coexistência nos diversos *stocks* investigados de, no mínimo, dois magmas: um félsico e outro intermediário ou máfico. A presença de orientação por fluxo magmático (Figura 2F) dos megacristais de feldspato alcalino (≤ 5 cm) é mais frequente nos *stocks* que ocorrem ao leste do DC.

Os xenólitos estão presentes em todos os *stocks* e correspondem a rochas metamórficas foliadas, com formas angulares e contatos bem definidos. Essas feições sugerem que esses xenólitos correspondem a sólidos incorporados aos magmas, sem efeitos aparentemente importantes de assimilação.

Os *stocks* do SISC são constituídos por monzonito, quartzo monzonito, quartzo sienito, granito, álcali-feldspato granito e álcali-feldspato sienito (Figura 3).

Stock Santa Maria

É uma intrusão de forma arredondada (2 km², Figura 1), constituída de sienogranitos (Figura 3) maciços de coloração rósea a cinza claro, granulação fina à média, texturas equigranular e inequigranular, nas quais destacam-se os megacristais de feldspato alcalino (Figura 2D). Quando a rocha é porfírica, os megacristais perfazem até 54% do seu volume.

Os minerais essenciais nesses granitos são microclina, plagioclásio, quartzo, hornblenda, biotita e titanita. Os minerais acessórios são ilmenita, magnetita, epidoto, zircão e apatita. Os megacristais subédricos (até 6,3 mm) de feldspato alcalino pertítico (Figura 4A) exibem zoneamentos oscilatórios, ocorrem

Tabela 1. Comparação entre as composições dos padrões de referência fornecidos pela Astimex e aquelas obtidas com o espectrômetro de energia dispersiva (EDS) do Laboratório de Microanálise do Condomínio de Laboratórios Multiusuários das Geociências da Universidade Federal de Sergipe.

	Biotita			Albita (~5%An)			Andesina (50%An)			Anfíbolio			Sanidina		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
SiO ₂	38,72	39,05	0,33	67,39	68,20	0,81	58,23	59,1	0,23	40,09	40,12	0,03	64,67	64,58	0,09
TiO ₂	1,77	1,54	0,23							5,04	5,61	0,57			
Al ₂ O ₃	15,30	15,27	0,03	20,35	19,56	0,79	26,60	26,9	0,30	12,36	13,07	0,71	18,76	18,92	0,16
FeO	10,72	9,53	1,19							12,23	11,36	0,87	0,18	0,34	0,16
MnO	0,04	0,13	0,09							0,18	0,16	0,02			
MgO	19,52	20,34	0,82							12,55	12,95	0,40			
CaO	0,10	0,10	0,00	0,91	1,0	0,09	8,50	8,2	0,3	11,56	11,32	0,24			
BaO													1,09	1,26	0,17
Na ₂ O				11,4	12,0	0,6	6,70	7,2	0,5	2,44	2,51	0,07	3,01	2,90	0,11
K ₂ O	9,91	10,05	0,14							1,19	0,96	0,23	12,11	12,14	0,03
Total	96,08	96,01		100,05	100,76		100,03	101,4		97,62	98,06		98,82	100,14	

1: resultados fornecidos pela Astimex; 2: análises obtidas com o EDS; 3: o módulo da diferença entre os resultados.

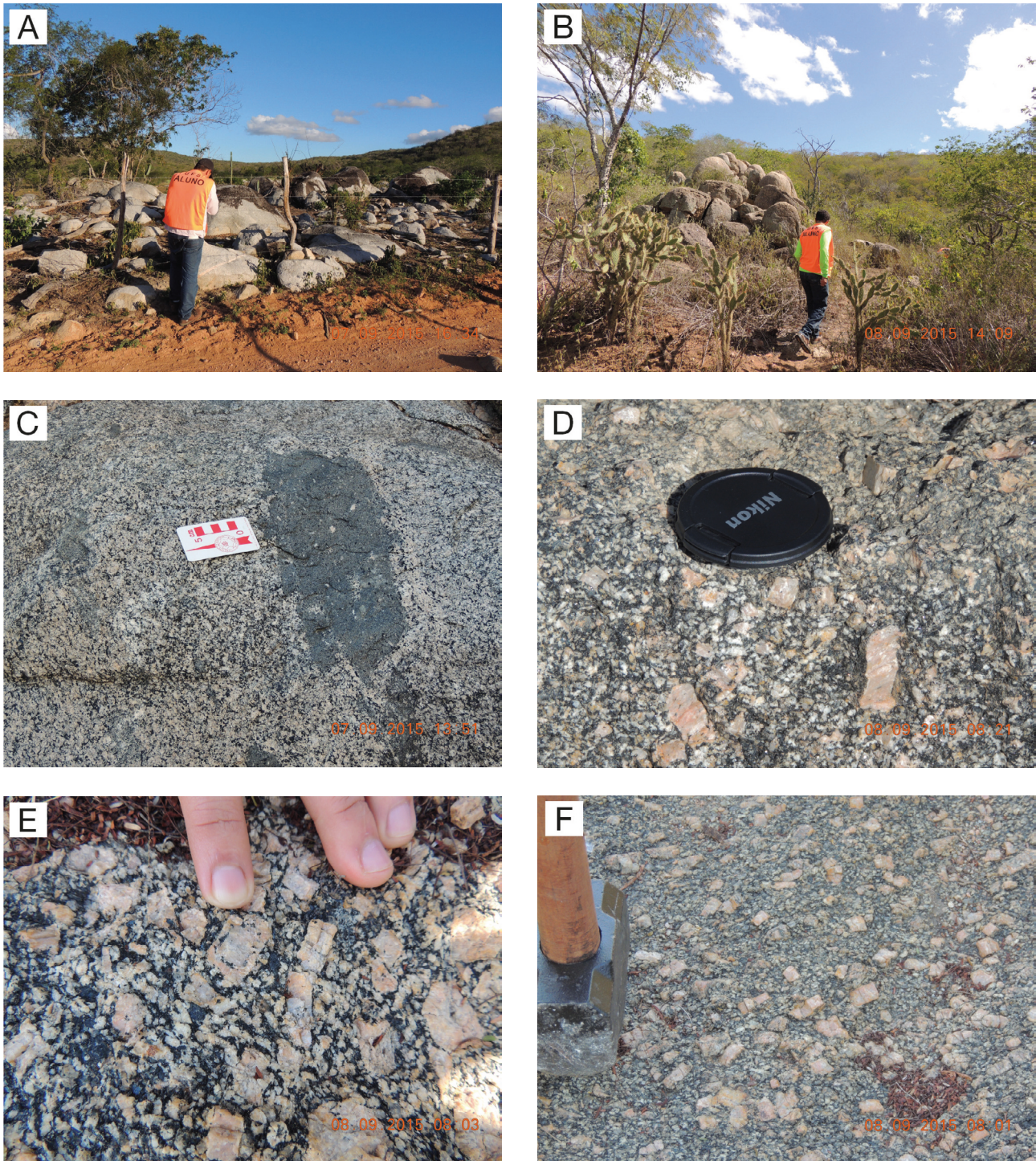


Figura 2. Imagens obtidas em afloramentos dos stocks estudados. (A) Visão global das dimensões dos afloramentos comuns nos corpos investigados. (B) Afloramentos são formados por grandes blocos que se destacam no relevo da região. (C) Enclaves máficos (cor cinza) com bordas irregulares e xenocristais de feldspato (pontos brancos na área cinza), da rocha sienítica hospedeira. (D) Textura porfírica, com megacristais de feldspato alcalino. (E) Megacristais com textura poiquilítica visível a olho nu, marcada por inclusões de minerais escuros que ocorrem paralelas e alinhadas às faces do cristal. (F) Megacristais de feldspato alcalino orientados pelo fluxo magmático.

imersos na matriz equigranular (Figura 4B) e incluem cristais de quartzo, apatita e plagioclásio. A microclina da matriz é pertítica e exhibe geminação albita-periclina bem desenvolvida.

O plagioclásio (albita (> 5% An) e oligoclásio) é subédrico e anédrico, exhibe geminações albita, combinada ou não com Carlsbad. Possui inclusões de quartzo, apatita e titanita. Alguns cristais de plagioclásio exibem textura mirmequítica e têm centro alterado para saussurita, contrastando com a borda sem alteração. A biotita marrom e a hornblenda verde são os minerais máficos presentes (Figura 4G). É comum ocorrerem em aglomerados associados à titanita, ilmenita e magnetita. Incluem apatita e zircão. Os cristais de quartzo são anédricos, apresentam extinção ondulante e inclusões fluidas alinhadas.

Stock Boa Esperança

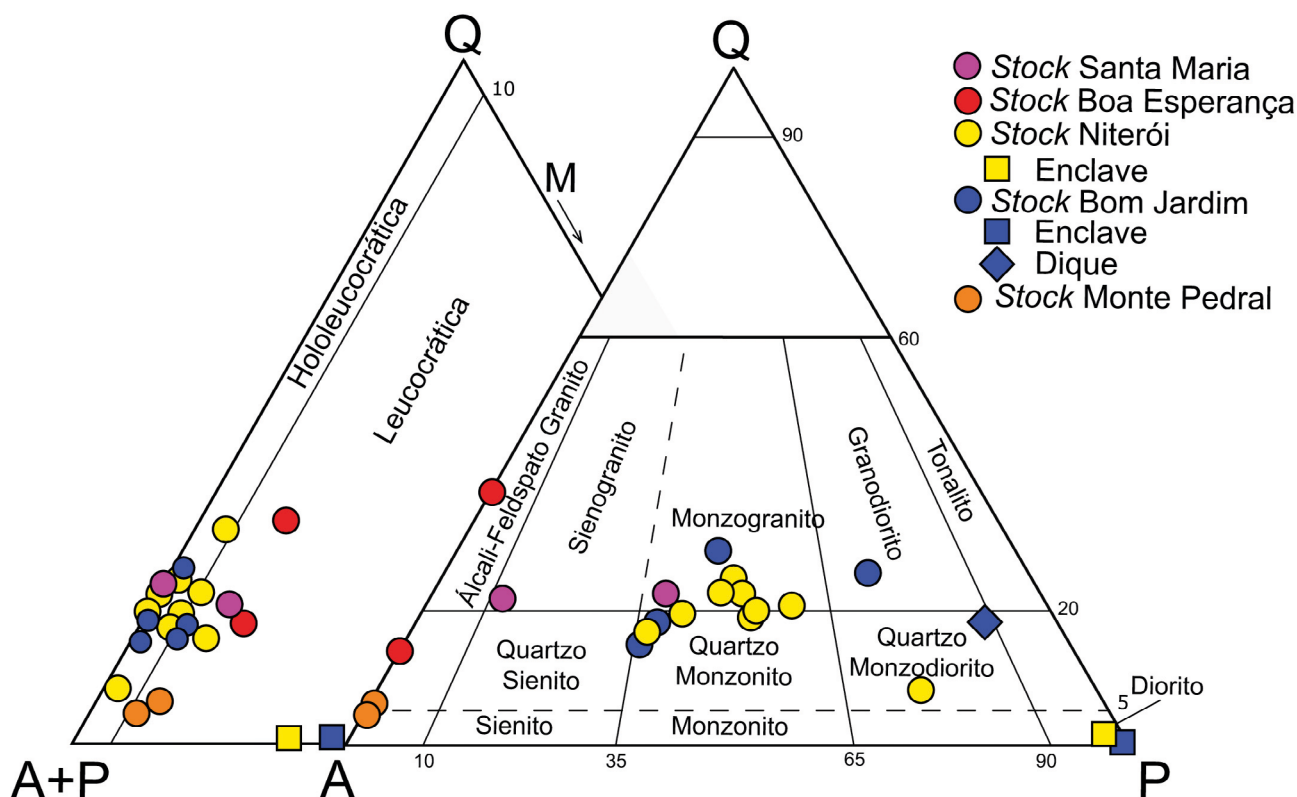
Este Stock (~2 km²) tem forma alongada na direção NW-SE e é intrusivo em gabros da Suíte Intrusiva Canindé (Figura 1). É composto por hornblenda quartzo álcali-feldspato sienito e hornblenda álcali-feldspato granito (Figura 3) *hipersolvus* porfiríticos. Essas rochas apresentam granulação média e megacristais de feldspato alcalino pertítico (2,0 – 6,0 mm), que frequentemente exibem textura *synneusis* (Figura 4C).

Caracterizam-se pela presença de abundantes enclaves máficos elipsoidais com eixo maior de até 10 cm (Figura 2C) e veios de quartzo.

Os megacristais de feldspato alcalino são subédricos, apresentam-se geminados segundo as leis Carlsbad, Manebach, albita-periclina, têm zoneamentos composicionais múltiplos e paralelos às faces cristalinas (Figura 4D). Incluem cristais de hornblenda, biotita, feldspato alcalino euédrico, minerais opacos, titanita, apatita e zircão. A hornblenda verde ($\leq 12,1\%$ de volume) e a biotita ($\leq 3,6\%$ de volume) são os minerais máficos dominante dessas rochas. O anfibólio ocorre associado com biotita, titanita, minerais opacos e quartzo. Apresenta inclusões de: quartzo anédrico (< 0,03 mm), biotita (< 0,07 mm), minerais opacos (< 0,03 mm) e zircão (< 0,03 mm). Localmente observa-se que hornblenda e biotita alteram-se para clorita. Cristais de titanita ocorrem coroando os minerais opacos, e essas relações sugerem que a titanita foi formada pela destabilização deles.

Stock Monte Pedral

É um corpo elíptico (~ 1 km²) com eixo maior E-W, intrusivo em granitos da Suíte Intrusiva Curalinho e em gabros



Q: quartzo; A: feldspato alcalino; P: plagioclásio; M: minerais máficos; círculos: rochas dominantes nos stocks; quadrado: enclave; balão: dique.

Figura 3. Diagramas ternários Q-A-P e Q-(A + P)-M utilizados para classificar as rochas ígneas plutônicas propostos por Streckeisen (1976) e aplicados às rochas estudadas. As cores correspondem aos diferentes stocks.

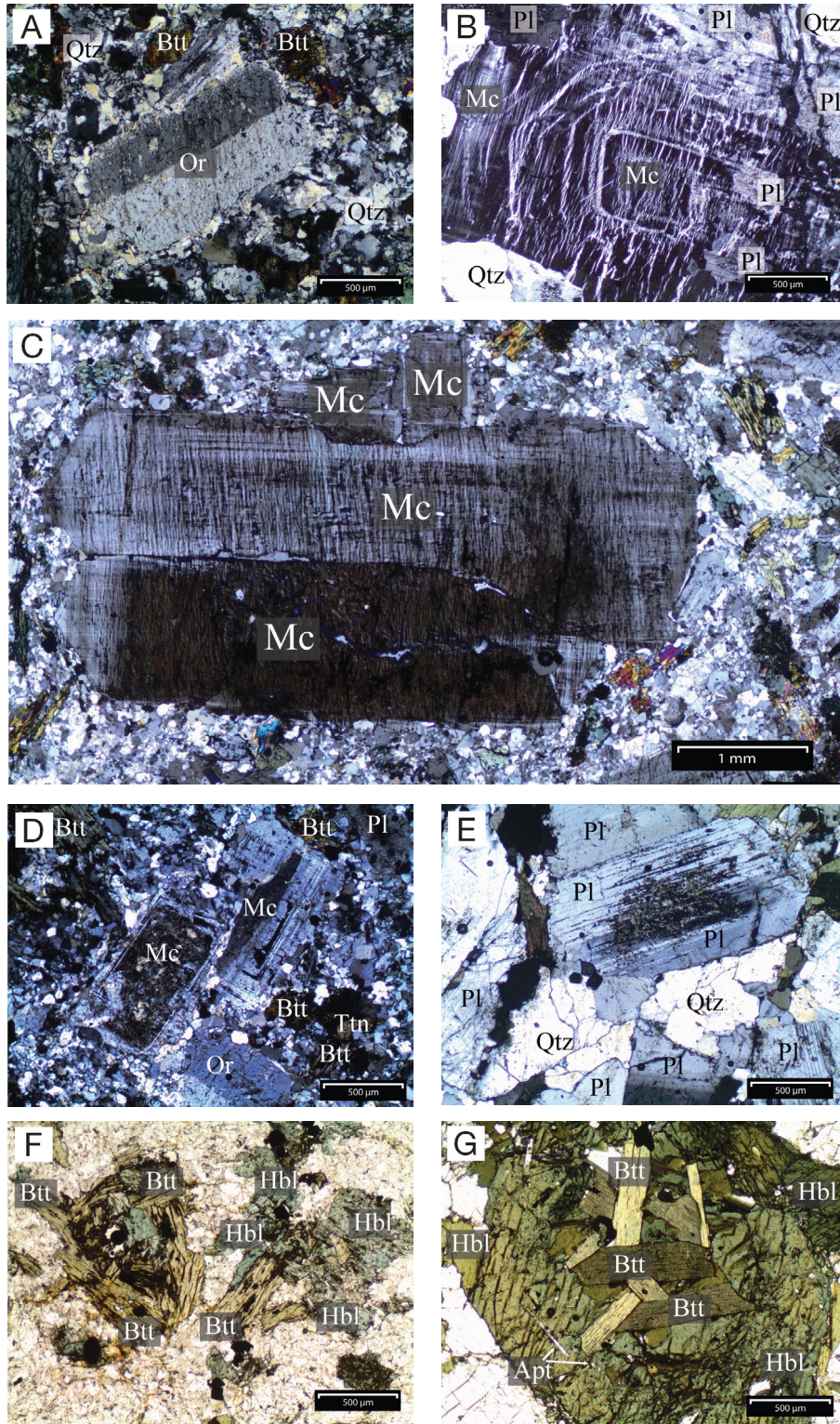


Figura 4. Imagens microscópicas das rochas estudadas. (A) Textura porfírica com fenocristal de feldspato alcalino (Or), imerso em matriz com feldspatos, biotita (Btt) e quartzo (Qtz). (B) Algumas rochas apresentam fenocristais de microclina com múltiplos zoneamentos paralelos às faces dos cristais, os quais possuem exsoluções. (C) Textura *synneusis* em fenocristais de feldspato alcalino. (D) Coexistência de feldspato alcalino euédrico, subédrico e anédrico. (E) Cristais de plagioclásio às vezes exibem centro saussuritizado e borda límpida. (F) Agregados de minerais máficos (biotita, anfibólio e opacos). (G) Agregados de anfibólio e biotita associados com minerais opacos. As imagens de A até E foram obtidas com nicóis cruzados e F e G com luz plano polarizada.

da Suíte Intrusiva Canindé (Figura 1). É composto por hornblenda álcali-feldspato sienito e biotita quartzo álcali-feldspato sienito (Figura 3). Essas rochas têm textura porfirítica (Figura 2D). A mineralogia essencial é composta de fenocristais de feldspato alcalino e hornblenda, imersos em matriz de granulação fina à média, composta por microclina, hornblenda, biotita e quartzo. Os minerais acessórios são zircão, apatita, magnetita e ilmenita.

Os megacristais de feldspato alcalino pertítico (1–4 mm) são euédricos e subédricos, apresentando geminação Carlsbad. Na matriz, esse mineral é anédrico (0,07 a 0,15 mm) e aparece geminado albita-periclina. A albita ($An > 5\%$; 0,44 a 1,11 mm) ocorre unicamente na matriz, é ocasionalmente mirmecítica e exibe alteração no centro dos cristais, enquanto as bordas são límpidas.

A hornblenda verde (0,13 a 5,30 mm) é anédrica, mostra pleocroísmo que varia de verde claro a escuro. O quartzo anédrico (0,02 a 0,22 mm) ocasionalmente apresenta *kink bands* e abundantes inclusões fluidas alinhadas. Os minerais acessórios são apatita (< 0,37 mm), minerais opacos (< 0,20 mm) e zircão (< 0,17 mm).

Stock Bom Jardim

Este *Stock* (~ 5 km²) é intrusivo nos granitos da Suíte Intrusiva Curralinho (Figura 1) e composto de granodioritos, biotita quartzo monzonitos e monzogranitos (Figura 3). É formado por rochas cor-de-rosa claro, granulação fina à média, com tipos equigranulares e inequigranulares. Ocasionalmente, observa-se alinhamento de enclaves e cristais de minerais máficos pelo fluxo magmático. O enclave e o dique estudados têm, respectivamente, composições diorítica e monzodiorítica (Figura 3).

Feldspato alcalino, plagioclásio, quartzo, biotita e hornblenda são os minerais essenciais e os acessórios são epidoto, titanita, apatita, zircão e minerais opacos. Os cristais de feldspato alcalino apresentam-se geminados segundo Carlsbad e albita-periclina. Alguns cristais ocorrem com textura pertítica, na qual as exsoluções têm forma de flâmulas ou *paths*.

O plagioclásio tem composição de albita à andesina. Ocorrem como cristais tabulares subédricos (0,30 a 2,30 mm) e apresentam inclusões de minerais opacos (< 0,24 mm) e biotita (< 0,30 mm). Por vezes, a albita exibe textura mirmecítica e altera-se para saussurita em sua porção central (Figura 4E). A actinolita e a biotita são subédricas, incluem cristais de titanita e minerais opacos, alterando-se ocasionalmente para clorita.

Os enclaves máficos apresentam formas diversas e tamanhos que variam de 1 a 15 cm. Exibem coloração cinza escura, com granulação fina e textura equigranular. São constituídos essencialmente de plagioclásio, biotita, hornblenda,

minerais opacos e quartzo, além de titanita, zircão e apatita como acessórios.

Os diques que truncam o *Stock* têm cor-de-rosa claro, são equigranulares de granulação fina e contêm plagioclásio, quartzo e microclina como minerais essenciais. Biotita, muscovita, minerais opacos e titanita são os minerais acessórios.

Stock Niterói

Apresenta-se alongado na direção NW-SE e tem área de 15 km² (Figura 1). É constituído de quartzo monzonitos e monzogranitos (Figura 3) de coloração cinza e com granulação média à grossa. Diques graníticos (< 10 cm de espessura) são frequentes nos afloramentos.

Os tipos porfiríticos apresentam megacristais de feldspato alcalino euédricos e subédricos poiquilíticos (Figura 2E) com múltiplos zoneamentos. Localmente, esses cristais encontram-se orientados pelo fluxo magmático (Figura 2F). Os megacristais estão imersos em matriz de granulação média composta de plagioclásio, quartzo, hornblenda, biotita, titanita, apatita, minerais opacos, epidoto e zircão. As rochas equigranulares (< 3,2 mm) apresentam a mesma mineralogia que os tipos porfiríticos, destacando-se cristais de plagioclásio mirmecítico não observados nos tipos porfiríticos.

Os cristais de oligoclásio e albita são subédricos e têm como inclusões minerais opacos, biotita, titanita e quartzo. Localmente, apresentam saussuritização bem desenvolvida na região central, que contrasta com a periferia sem alteração. As microfraturas são usualmente preenchidas por epidoto. Biotita verde (< 4,5% volume) e hornblenda (< 4,4% volume) são subédricas e, com frequência, ocorrem reunidas em agregados (Figuras 4F e 4G). O quartzo é anédrico e intersticial. Os minerais acessórios são opacos (ilmenita e magnetita), epidoto, titanita, zircão e apatita.

QUÍMICA MINERAL

Feldspatos

As rochas estudadas possuem feldspato alcalino e plagioclásio, refletindo condições *subsolvus* nos *Stocks* Santa Maria, Bom Jardim e Niterói. Nos *Stocks* Boa Esperança e Monte Pedral, tem-se apenas microclina pertítica, indicando condições de cristalização *hipersolvus* para essas intrusões. Análises representativas de feldspatos estão apresentadas na Tabela 2.

As análises efetuadas nas fases exsolvidas indicam as fases potássica ($Or_{80-97}Ab_{20-3}An_0$) e sódica ($Or_0Ab_{100-95}An_{0-5}$; Tabela 2) relativamente puras, sugerindo reequilíbrio pós-magmático.

Os cristais de feldspato alcalino apresentam múltiplos zoneamentos, que intercalam as fases potássica e sódica. Os zoneamentos se desenvolveram paralelos às faces dos cristais. No plagioclásio, os zoneamentos múltiplos estão igualmente presentes. Best (2003) atribui que os zoneamentos em cristais resultam de etapas distintas durante a cristalização fracionada.

O plagioclásio possui conteúdo de anortita bastante variável (Figura 5). Foram identificados cristais com composições de albita, oligoclásio e andesina, as quais provavelmente revelam graus distintos de evolução dos corpos *subsolvus*: *Stock Bom Jardim* é o menos evoluído (andesina), seguido pelos *Stocks Niterói* (oligoclásio Ca) e Santa Maria (oligoclásio Na).

Tabela 2. Análises químicas pontuais representativas de feldspatos dos *stocks* estudados obtidas com o espectrômetro de energia dispersiva (EDS). O cálculo da fórmula estrutural foi feito com base em oito oxigênios.

	<i>Stock Monte Pedral</i>		<i>Stock Santa Maria</i>		<i>Stock Boa Esperança</i>		<i>Stock Bom Jardim</i>			<i>Stock Niterói</i>		
SiO ₂	64,0	66,6	64,7	65,5	63,3	68,3	58,7	60,6	64,6	64,3	64,5	65,2
Al ₂ O ₃	19,0	20,8	18,6	21,8	19,1	19,8	26,4	25,1	18,8	19,1	22,4	22,1
CaO	< ld	1,5	< ld	2,2	< ld	< ld	7,4	5,7	< ld	< ld	3,1	2,3
Na ₂ O	0,5	10,9	0,4	10,4	0,4	11,8	7,4	8,3	0,6	0,6	10,0	10,2
K ₂ O	15,5	0,2	16,2	< ld	15,4	< ld	< ld	0,2	15,9	15,9	< ld	0,2
BaO	0,9	< ld	< ld	< ld	1,2	< ld	< ld	< ld	< ld	< ld	< ld	< ld
Total	99,9	100,0	99,9	99,9	100,0	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	100,0	10,00
Si	2,971	2,923	2,992	2,879	2,952	2,985	2,621	2,695	2,985	2,972	2,841	2,867
Al	1,040	1,076	1,014	1,130	1,050	1,020	1,389	1,316	1,024	1,041	1,163	1,145
Ca		0,071		0,104			0,354	0,272				
Na	0,918	0,928	0,036	0,886	0,036	1,000	0,641	0,716	0,054	0,054	0,146	0,108
K	0,016	0,011	0,956		0,916			0,011	0,937	0,937	0,854	0,011
Ba	0,045				0,022							
Total	4,990	5,008	4,997	4,999	4,999	5,005	5,005	5,010	4,999	5,003	5,004	5,001
Or	95,3	1,1	96,4		96,2			1,1	94,6	94,6		1,1
Ab	4,7	91,9	3,6	89,5	3,8	100,0	64,4	71,7	5,4	5,4	85,4	87,9
An		7,0		10,5			35,6	27,2			14,6	11,0

Or: Ortoclásio; Ab: albita; An: anortita; < ld: valores abaixo do limite de detecção.

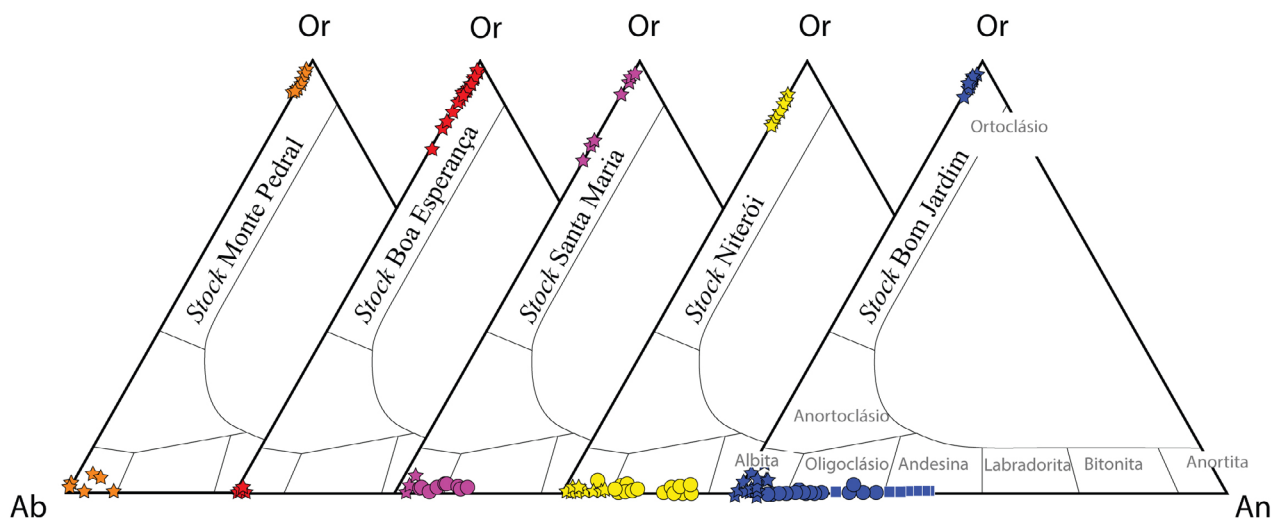


Figura 5. Diagrama ternário Albita (Ab) – Ortoclásio (Or) – Anortita (An) para a classificação dos feldspatos, segundo Deer et al. (1992). As estrelas correspondem a análises em feldspato alcalino e os círculos, em plagioclásio. Os quadrados correspondem às análises de plagioclásio dos enclaves.

Biotita

Os cristais de biotita nos diferentes *stocks* exibem razões Fe/(Fe + Mg) entre 0,30 e 0,85 e conteúdo de Si compreendido entre 5,22 e 5,83 átomos por fórmula unitária (apfu, Tabela 3). Esses cristais correspondem, segundo a classificação química de Deer et al. (1992), à biotita e flogopita (Figura 6A). Os cristais de flogopita limitam-se ao *Stock* Boa Esperança e ao dique de Bom Jardim (Figura 6A). As evoluções químicas da biotita nos *Stocks* Niterói, Santa Maria e Bom Jardim são marcadas pelo aumento de Mg do centro para a borda dos cristais.

Nachit et al. (2005) utilizaram a composição química de biotita para inferir sobre a natureza magmática reequilibrada ou secundária dos cristais (Figura 6B). As composições químicas obtidas neste estudo alocam-se, principalmente, no campo magmático reequilibrado, apresentando

poucos cristais sem evidência de reequilíbrio químico nos *Stocks* Niterói e Bom Jardim (Figura 6B). Percebe-se ainda que, na biotita dos diferentes corpos estudados, tem-se um decréscimo de titânio (Figura 6B), indicando que o reequilíbrio se processa com a perda de titânio.

Anfibólios

Os cristais de anfibólio estudados são cálcicos (Figura 7A, Tabela 4). As razões de Mg/(Mg + Fe²⁺) variam de 0,52 a 0,90 e de Si variam de 6,30 a 7,90 apfu. Segundo a classificação de Leake et al. (1997), correspondem à actinolita, Mg-hornblenda e tschermakita (Figura 7A). Leake (1971) utilizou-se da relação entre o somatório de Na + Ca + K e o conteúdo de Si de apfu para classificar os anfibólios como ígneos ou reequilibrados. Em tal diagrama, a maioria dos cristais analisados aloca-se no campo de cristais ígneos

Tabela 3. Análises químicas pontuais representativas da mica marrom de rochas dos *stocks* estudados, obtidas com o espectrômetro de energia dispersiva (EDS). O cálculo da fórmula estrutural com base em 22 oxigênios e do conteúdo de H₂O* foi feito por estequiometria.

	Stock Santa Maria		Stock Bom Jardim		Stock Boa Esperança		Stock Niterói	
SiO ₂	38,88	38,88	37,82	38,02	38,02	37,54	41,57	41,18
TiO ₂	1,44	1,25	2,30	1,92	2,30	1,25	2,02	1,54
Al ₂ O ₃	14,11	13,92	15,65	15,46	15,65	16,51	16,99	17,18
FeO	16,80	16,70	17,95	17,86	19,78	18,91	13,44	13,15
MnO	< ld	< ld	1,06	1,06	0,38	0,29	0,19	0,19
MgO	13,54	14,02	12,10	12,19	10,66	10,94	13,15	13,54
K ₂ O	9,60	9,60	9,22	9,41	9,12	9,22	8,64	8,54
F	1,60	1,50	1,30	1,80	1,60	1,20	0,40	0,80
Cl	< ld	0,10	< ld	< ld	0,10	0,10	0,10	< ld
H ₂ O*	3,20	3,22	3,38	3,13	3,19	3,34	3,95	3,76
Subtotal	99,17	99,19	100,78	100,84	100,79	99,30	100,45	99,89
O = F, Cl	- 0,67	- 0,65	- 0,55	- 0,76	- 0,70	- 0,53	- 0,19	- 0,34
Total	98,49	98,54	100,23	100,08	100,10	98,77	100,26	99,55
Si	5,890	5,890	5,676	5,719	5,739	5,719	5,988	5,967
Al ^{IV}	2,110	2,111	2,324	2,281	2,261	2,281	2,012	2,033
	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
Al ^{VI}	0,410	0,375	0,444	0,459	0,524	0,684	0,873	0,901
Ti	0,164	0,142	0,260	0,217	0,262	0,143	0,218	0,167
Fe	2,128	2,116	2,253	2,246	2,497	2,410	1,619	1,594
Mn			0,134	0,135	0,049	0,037	0,023	0,024
Mg	3,057	3,165	2,706	2,734	2,398	2,486	2,824	2,923
	5,759	5,798	5,798	5,791	5,729	5,760	5,558	5,609
K	1,855	1,855	1,764	1,805	1,756	1,791	1,588	1,579
	1,855	1,855	1,764	1,805	1,756	1,791	1,588	1,579
OH*	3,233	3,256	3,383	3,144	3,211	3,396	3,793	3,633
F	0,767	0,719	0,617	0,856	0,764	0,578	0,182	0,367
Cl		0,026			0,026	0,026	0,024	
	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Total	19,614	19,653	19,562	19,597	19,485	19,551	19,145	19,188

< ld: valores abaixo do limite de detecção.

(Figura 7B). Todavia, os cristais dos *Stocks* Santa Maria, Boa Esperança e Bom Jardim (exceto os do enclave) alocam-se no campo dos anfibólios reequilibrados.

GEOQUÍMICA

Análises químicas das rochas estudadas são apresentadas na Tabela 5. Essas rochas têm composições químicas de monzogabro, monzodiorito, quartzo monzonito, sienito e granito (Figura 8A), segundo a classificação de Middlemost (1994).

Os *Stocks* Niterói e Bom Jardim são os de maior variação composicional (52,25 a 76,30% em peso de SiO₂), enquanto os percentuais de SiO₂ se situam entre 61 e 76% nos demais (Monte Pedral, Santa Maria e Boa Esperança).

No conjunto das rochas analisadas, o Al₂O₃ variou de 12,29 a 18,66%; TiO₂ tem valores inferiores a 1%; Fe₂O₃ varia de 0,69 a 5,08%; MnO de 0,01 a 0,09%; CaO de 0,45 a 3,62% e P₂O₅ de 0,02 a 0,73%. Os conteúdos de K₂O (1,98

a 8,61%) e Na₂O (2,05 a 4,68%) são variáveis, e o total de álcalis faz com que as amostras se posicionem no diagrama TAS (Figura 8A) em campos das rochas alcalina e subalcalina. Essa dualidade é descrita por Morrison (1980) como comum para rochas de suítes shoshoníticas. A afinidade geoquímica shoshonítica das rochas estudadas está presente tanto em diagramas discriminatórios, com base em elementos maiores (Figuras 8B, 8C), quanto em elementos-traço (Figura 8D).

As amostras dos *stocks* estudados em diagramas do tipo Harker (Figura 9) apresentam correlação negativa entre SiO₂ e CaO, Na₂O, P₂O₅, FeOt, Al₂O₃, TiO₂ e MgO. Com K₂O, a correlação é positiva. Essas evoluções sugerem que nesses corpos tenha havido fracionamento de óxidos de Fe-Ti, anfibólio (CaO, FeO, MgO, TiO₂), plagioclásio (Al₂O₃, CaO e Na₂O), apatita (P₂O₅) e cristalização tardia de feldspato alcalino (K₂O).

Os espectros dos ETR das amostras dos *stocks* estudados exibem fracionamento dos ETRL (leves) em relação

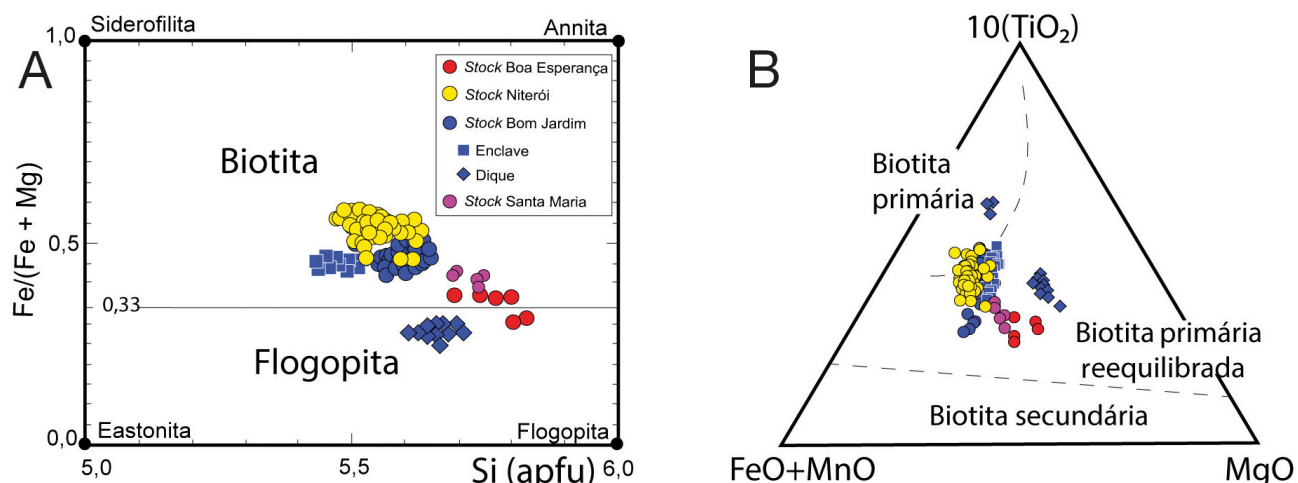


Figura 6. Diagramas para a classificação dos cristais de biotita. (A) Diagrama Fe/(Fe + Mg) versus Si de apfu de Deer et al. (1992), com os campos da biotita e flogopita. (B) Diagrama triangular 10(TiO₂)-(Fe + MnO)-MgO de Nachit et al. (2005), com campos da biotita primária, reequilibrada e secundária.

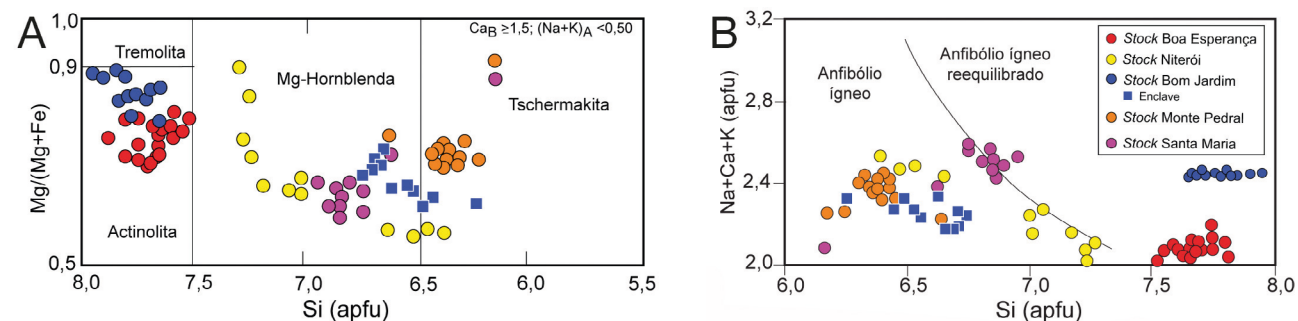


Figura 7. Diagramas utilizados para classificação de anfibólios. (A) Diagrama binário Mg/(Mg + Fe) versus Si (apfu) de Leake et al. (1997) para classificação de anfibólios cálcicos. (B) Diagrama binário Na + Ca + K versus Si (apfu) de Leake (1971) para classificação de anfibólios ígneos e reequilibrados.

aos ETRP (pesados), com valores $[La/Yb]_N$ variando de 9,84 a 39,85 (Tabela 4). Observa-se que o total dos ETR (Figura 10A) nessas rochas diminui com o aumento do SiO_2 , sugerindo que os ETR sejam controlados pelo fracionamento de minerais acessórios (por exemplo, apatita, zircão, allanita). A presença de anomalia negativa em Eu ($0,5 < Eu/Eu^* < 0,9$) em rochas dos diferentes *stocks* é uma evidência adicional ao fracionamento de plagioclásio na evolução desses magmas.

Os padrões observados para as amostras estudadas em diagramas normalizados pela composição do manto primitivo de Wood et al. (1979) evidenciam sistemático enriquecimento em LILE (*large-ion lithophile elements*) e

empobrecimento em HSFE (*high-field-strength elements*) (Figura 10B). Esses padrões permitiram constatar a presença em todas as amostras de anomalias negativas bem marcadas em Sr, P, Ti, Ta e Nb, e ocasionais em Ba e Rb. Isso reforça os fracionamentos de apatita (Sr e P), biotita (Rb, Ba), plagioclásio (Sr), feldspato alcalino (Ba) e óxidos de Fe-Ti (Ta, Ti e Nb).

GEOCROLOGIA

Selecionou-se a amostra FDS-490 (UTM: 619130/8936126), que corresponde a um hornblenda monzogranito shoshonítico

Tabela 4. Análises químicas pontuais representativas de anfibólios dos *stocks* estudados obtidas com o espectrômetro de energia dispersiva (EDS). O cálculo da fórmula estrutural foi feito com base em 22 oxigênios. O valor de H_2O^* foi calculado por estequiometria.

	Stock Monte Pedral		Stock Santa Maria		Stock Boa Esperança		Stock Bom Jardim		Stock Niterói	
SiO_2	43,41	44,00	47,24	45,28	53,21	52,92	45,08	42,24	44,69	43,32
TiO_2	2,16	2,35	1,57	1,18	<ld	0,29	1,67	0,29	0,69	0,78
Al_2O_3	11,66	11,76	6,66	7,64	2,25	2,74	8,92	12,74	9,90	10,39
Fe_2O_3	6,18	3,76	2,67	4,96	2,99	8,21	7,23	10,32	5,12	6,75
FeO	8,85	9,75	12,00	13,37	11,42	7,02	10,75	10,12	13,63	13,04
MnO	<ld	<ld	<ld	<ld	0,49	0,39	0,49	0,59	0,49	0,59
MgO	12,35	12,54	13,43	11,47	14,60	15,29	11,27	9,21	10,00	9,70
CaO	11,27	11,47	11,27	10,88	11,76	10,29	10,78	11,07	11,37	11,47
Na_2O	1,76	1,67	1,96	2,25	0,69	1,27	1,57	1,47	1,47	1,37
K_2O	0,98	1,08	0,98	1,08	0,29	0,49	1,08	0,78	1,08	1,27
F	<ld	<ld	0,50	<ld	0,40	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld
Cl	<ld	<ld	0,10	<ld	0,10	<ld	<ld	<ld	<ld	<ld
H_2O^*	2,06	2,06	1,77	2,01	1,86	2,11	2,04	2,03	2,02	2,01
O = F, Cl			-0,23		-0,19					
Total	100,68	100,44	99,92	100,12	99,88	101,03	100,86	100,87	100,43	100,68
Si	6,325	6,405	6,952	6,752	7,699	7,515	6,623	6,245	6,645	6,466
Al ^{IV}	1,675	1,595	1,048	1,249	0,301	0,459	1,377	1,756	1,355	1,534
Al ^{VI}	0,327	0,422	0,108	0,095	0,083		0,167	0,464	0,379	0,293
Ti	0,236	0,258	0,174	0,132		0,031	0,184	0,033	0,077	0,088
Fe ³⁺	0,677	0,412	0,296	0,557	0,326	0,877	0,799	1,148	0,572	0,758
Fe ²⁺	1,078	1,187	1,477	1,667	1,382	0,834	1,320	1,251	1,694	1,628
Mn					0,060	0,047	0,061	0,074	0,062	0,074
Mg	2,682	2,722	2,946	2,549	3,149	3,236	2,468	2,030	2,216	2,159
Ca	1,759	1,788	1,777	1,738	1,823	1,566	1,697	1,754	1,811	1,834
Na	0,498	0,470	0,559	0,652	0,192	0,351	0,447	0,421	0,424	0,397
K	0,182	0,200	0,184	0,205	0,054	0,089	0,202	0,148	0,205	0,243
F			0,233		0,183					
Cl			0,025		0,025					
OH	2,000	2,000	1,742	2,000	1,793	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Total	17,440	17,459	17,520	17,595	17,070	17,005	17,346	17,323	17,439	17,473
Fe ⁺² /(Fe ⁺² +Mg)	0,286	0,303	0,334	0,395	0,305	0,205	0,349	0,381	0,433	0,430

<ld: valores abaixo do limite de detecção.

Tabela 5. Dados representativos de elementos maiores, menores (ambos em percentual peso) e traços (em ppm) para as rochas dos stocks da Suíte Intrusiva Serra do Catu.

Rocha	Stock Boa Esperança		Stock Monte Pedral		Stock Bom Jardim			Stock Niterói			Stock Santa Maria		
	Sien.	Monzo	Monz.	Gran.	Monz.	Gran.	Gran.	Monz.	Monz.	Monz.	Gran.	Monz.	Gran.
Amostra	797	798	488A	488B	802	801	799	811A	813	814B*	814A	490	489
SiO ₂	61,23	67,24	63,72	75,21	63,58	72,66	74,42	64,39	68,88	69,02	73,74	67,7	76,21
TiO ₂	0,52	0,42	0,85	0,26	0,78	0,28	0,23	0,74	0,52	0,64	0,07	0,56	0,1
Al ₂ O ₃	13,17	12,69	13,98	12,29	13,52	13,65	13,84	14,22	15,85	16,83	14,58	14,21	12,42
Fe ₂ O ₃	4,65	3,42	4,99	2,16	4,92	1,99	1,59	5,08	3,77	4,22	0,69	3,41	1,04
MgO	2,65	2,34	2,59	0,47	3,26	0,58	0,44	2,55	0,89	1,12	0,06	1,48	0,1
MnO	0,08	0,09	0,07	0,04	0,08	0,05	0,04	0,08	0,05	0,06	0,02	0,05	0,01
CaO	2,97	3,32	1,91	0,45	3,44	1,53	1,23	3,62	3,06	3,45	0,56	1,81	0,14
Na ₂ O	3,32	3,26	3,16	3,61	3,61	3,67	3,57	3,45	4,28	4,68	4,58	3,87	2,99
K ₂ O	7,08	6,66	4,78	3,95	5,8	5,29	5,48	4,93	3,58	3,48	5,59	5,37	5,96
P ₂ O ₅	0,64	0,61	0,53	0,08	0,73	0,13	0,12	0,61	0,21	0,13	0,04	0,29	0,02
P.F	0,48	1,3	2,9	1,3	0,73	0,31	0,28	0,66	0,33	0,38	0,45	0,8	0,9
Total	96,79	101,35	99,48	99,82	100,45	100,14	101,24	100,33	101,42	100,01	100,38	99,55	99,89
Ni	65	59	60,7	14,4	61	< 5	< 5	42	8	11	8	25,9	11,9
Co	11,9	11,9	12	3,5	15,4	3,6	2,3	14,8	10	7	3,3	7	0,8
V	89	43	6,1	4,8	73	26	32	90	41	50	38	7,9	1,2
Cu	19	25	31,8	3,3	42	< 5	< 5	27	15	11	< 5	9	4,6
Zn	86	92	87	32	82	67	45	88	121	119	26	53	5
Ba	3147	2591	2045	297	2358	412	401	1636	1794	1480	636	1762	298
Rb	269,6	259,3	116,1	147,1	237,4	210,8	207	130,7	116,5	96,7	278,9	203,2	181,5
Sr	829	527	708,9	119,1	897	121	153	1040	714	641	251	779,5	60,9
Ga	21,8	20,9	0,027	0,055	23,5	17	15,7	22,6	20,5	24,1	29,7	0,033	0,047
Zr	296	318	332,5	128,7	334	164	137	229	220	301	64	288	56,5
Y	25,44	34,35	21,3	17,7	26,47	19,11	13,49	22,44	17,28	23,85	7,44	15,4	6,2
Cs	6,92	3,14	1	1,4	8,76	2,38	2,28	3,83	8,52	2,53	9,29	6	1,6
Nb	25,7	29,83	17	13,9	19,58	11,89	11,99	14,23	11,22	12,12	6,93	14,8	4,7
U	8,41	13,3	33	27,1	8,43	3,49	3,27	2,09	1	1,73	3,15	38,9	21,5
La	77,9	57,5	75,1	28,5	82	36,3	30,5	64,3	44,3	48,6	18,6	78,9	18,8
Ce	130,1	104,8	145,8	60,2	150,2	59,2	45,3	127,8	80,7	91,5	24,3	135,7	29
Pr	14,87	12,75	15,9	5,06	17,52	6,42	4,45	14,63	9,26	10,67	2,56	14,98	2,65
Nd	59,4	53,3	59,6	16,6	70,5	23,9	15,6	59,7	35	42,3	9,9	54,1	9,4
Sm	11,1	10,5	11,08	2,73	13,7	4,2	2,7	11,2	5,3	7,5	2,1	8,46	1,22
Eu	2,48	2,38	2,34	0,46	2,88	0,77	0,6	2,36	1,35	1,68	0,44	1,85	0,27
Gd	8,69	8,72	8,09	2,61	9,91	3,5	2,55	7,89	4,23	6,39	1,69	6,19	1,12
Tb	1,11	1,06	0,95	0,41	1,22	0,52	0,39	0,94	0,57	0,85	0,25	0,73	0,17
Dy	5,05	5,59	4,42	2,56	5,3	2,96	2,12	4,6	3,32	4,47	1,25	3,19	0,88
Ho	0,85	0,96	0,73	0,52	0,92	0,63	0,44	0,82	0,6	0,83	0,2	0,48	0,19
Er	2,25	2,59	1,86	1,77	2,32	1,78	1,52	2,06	1,82	2,31	0,64	1,27	0,68
Tm	0,3	0,34	0,27	0,29	0,3	0,31	0,22	0,31	0,23	0,32	0,09	0,19	0,1
Yb	2	2,2	1,66	1,93	1,9	2,2	1,7	2	1,6	2	0,6	1,32	0,63
Lu	0,31	0,34	0,25	0,35	0,29	0,35	0,29	0,28	0,22	0,31	0,11	0,18	0,11
Ta	1,6	2,09	1,4	1,3	1,43	0,82	0,81	0,98	0,7	0,85	0,75	1,3	0,3
Hf	9,22	10,33	8,2	4	10,51	5,39	4,59	6,63	6,14	6,98	2,79	7,7	1,8
Th	41,3	51	3	2	40,6	25	25	14,5	6,4	8,1	12,5	2	<1
W	0,5	0,6	83	23	4,2	2,1	3,4	<0,1	5,7	0,5	3,6	52	15
Eu/Eu*	0,78	0,76	0,76	0,53	0,76	0,62	0,70	0,77	0,88	0,75	0,72	0,79	0,71

Sien: Sienito; Monz: Monzonito; Gran: Granito. Amostra com asteriscos corresponde a enclave. PF: perda ao fogo.

($K_2O/N_2O = 2,1$ e $MgO = 2,68$) do *Stock* Santa Maria. A maioria dos cristais de zircão deste monzogranito são bem formados e com zoneamentos característicos de zircão ígneo. Os cristais analisados são euédricos e subédricos, com tamanhos variando entre 75 e 150 μm , bipiramidais, e todos apresentam múltiplos zoneamentos bem desenvolvidos (Figura 11). As razões Th/U variam entre 0,62 e 1,32, e estes valores são, segundo Hoskin e Schaltegger (2003) e Kirkland et al. (2015), característicos de cristais magmáticos.

Foram analisados 13 *spots* em cristais de zircão distintos (Tabela 6). Três deles apresentam idades mais antigas de 779 ± 9 Ma (14.1), 705 ± 8 Ma (1.1) e 664 ± 5 Ma (4.1) e foram interpretados como xenocristais das rochas encaixantes do Complexo Canindé, que apresentam idades neste intervalo (660 a 800 Ma; Oliveira et al., 2015, 2017). Com os demais *spots*, obteve-se a idade concordante de 611 ± 4 Ma,

que foi interpretada como idade de cristalização do *Stock* Santa Maria (Figura 12).

DISCUSSÃO

Os dados geocronológicos disponíveis para o magmatismo shoshonítico no Sul da Província Borborema (e.g., Guimarães et al., 2004; Brito et al., 2009; Silva Filho et al., 2013, 2016; Ferreira et al., 2015; Lima, 2016; Lisboa et al., 2019) sugerem que a colocação desses corpos está relacionada ao evento de colisão e que eles são intrusivos em dois momentos distintos da evolução do arco vulcânico (Silva Filho et al., 2013; Lisboa et al., 2019).

O magmatismo shoshonítico mais antigo tem idades variando de 632 – 603 Ma (e.g., Serra do Catu — 632 ± 5 Ma;

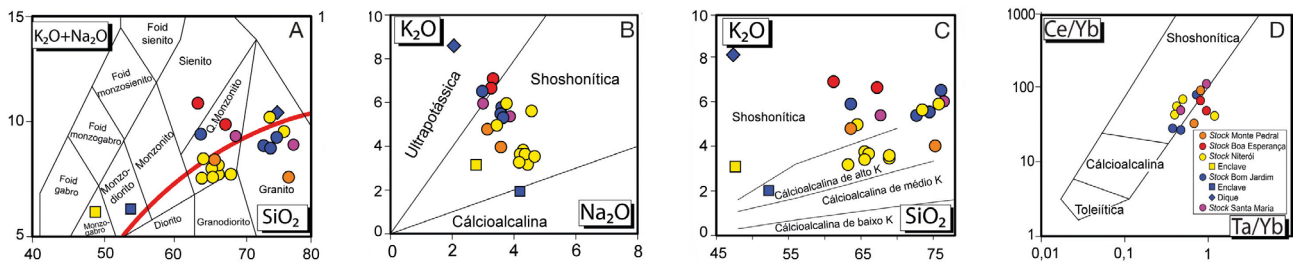


Figura 8. Diagramas geoquímicos aplicados às rochas estudadas. (A) Diagrama TAS com limites de campos definidos por Middlemost (1994). A curva em vermelho, segundo Irvine e Baragar (1971), separa os campos das rochas alcalinas (parte superior) das subalcalinas (parte inferior). (B) Diagrama K_2O versus Na_2O com os campos propostos por Turner et al. (1996). (C) Diagrama de séries magmáticas proposto por Peccerillo e Taylor (1976). (D) Diagrama Ta/Yb versus Ce/Yb com campos definidos por Pearce (1982).

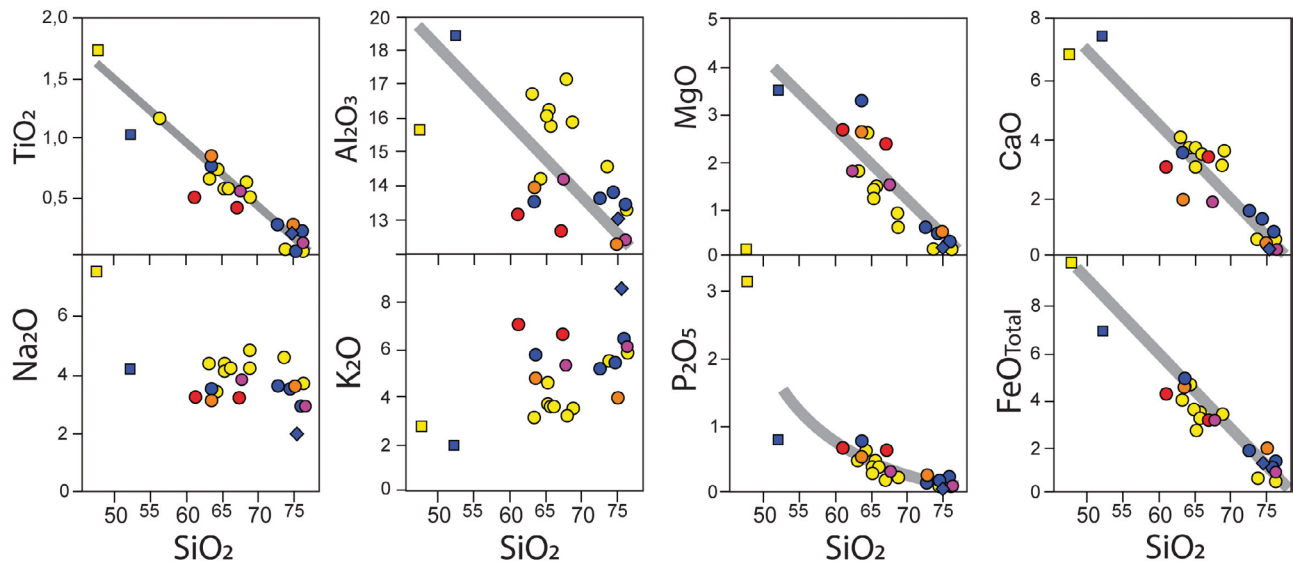


Figura 9. Diagramas Harker aplicados às rochas estudadas. *Stocks*: Monte Peral (laranja), Boa Esperança (vermelho), Niterói (amarelo), Bom Jardim (azul) e Santa Maria (roxo). Círculos: rochas dominantes nos corpos; quadrado: enclaves; losango: dique.

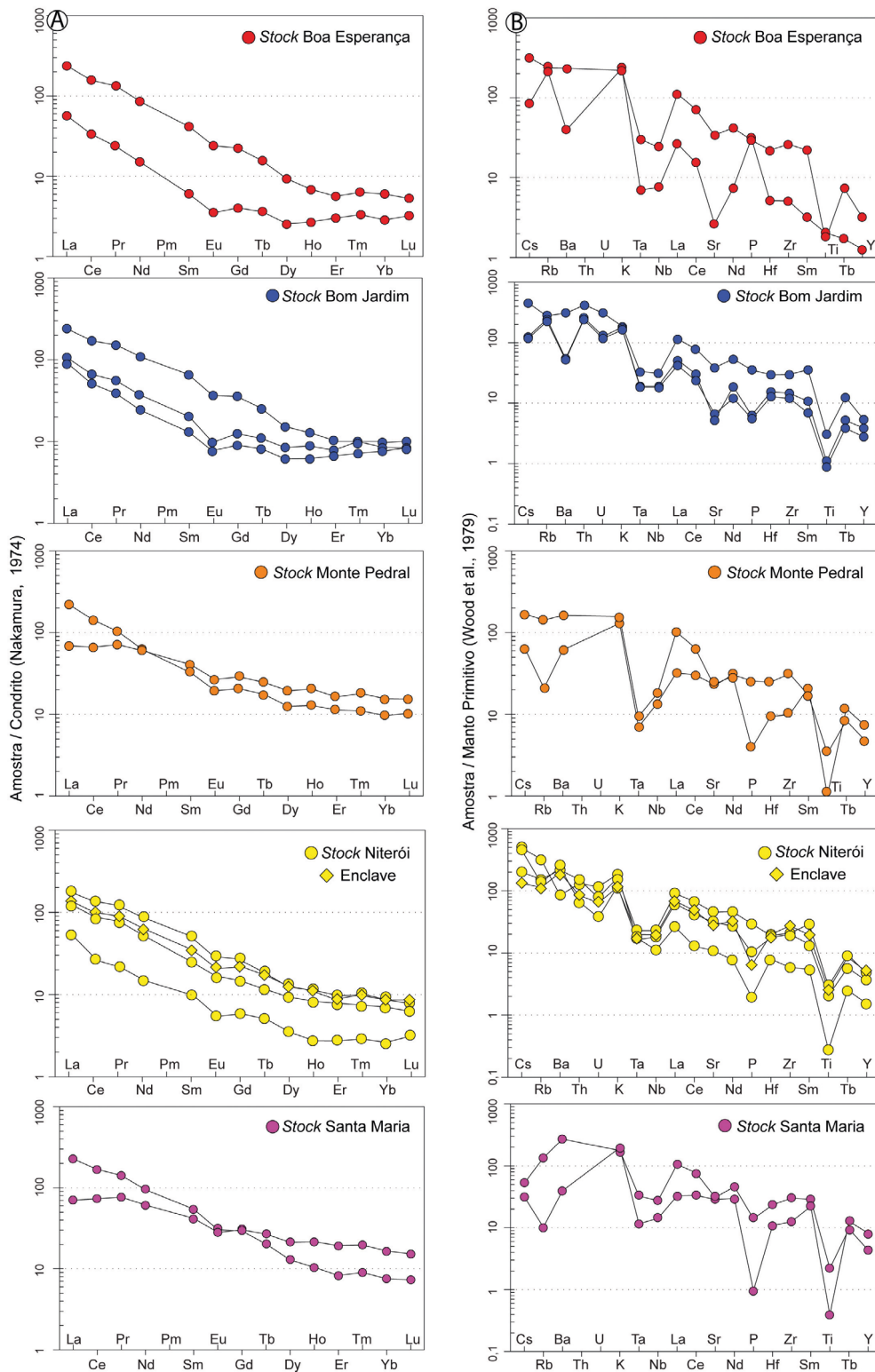


Figura 10. (A) Diagrama dos Elementos Terras Raras (ETR) para os Stocks da Suíte Intrusiva Serra do Catu (SISC) normalizado pelo condrito de Nakamura (1974). (B) Diagrama multielementar normalizado pelos valores do manto primordial de Wood et al. (1979).

Santana do Ipanema — 618 ± 6 Ma; Curitiba — 617 ± 4 Ma; Serra da Caiçara — 616 ± 3 Ma; Mata Grande — 612 ± 7 Ma e Água Branca — 610 ± 4 Ma) e é considerado como sincrônico à colisão. Por outro lado, o mais jovem, com idades variando de 592 – 580 Ma (e.g., Correntes — 592 ± 3 Ma; Glória Sul — 588 ± 5 Ma; Águas Belas — 588 ± 4 Ma;

Cachoeirinha — 587 ± 12 Ma e Viçosa — 580 ± 5 Ma), é interpretado como tarde a pós-colisional. Nesse contexto, a idade U-Pb_{SHRIMP} em zircão de 611 ± 4 Ma obtida para o *Stock* Santa Maria posiciona esse corpo como associado ao magmatismo shoshonítico mais antigo da parte Sul da Província Borborema.

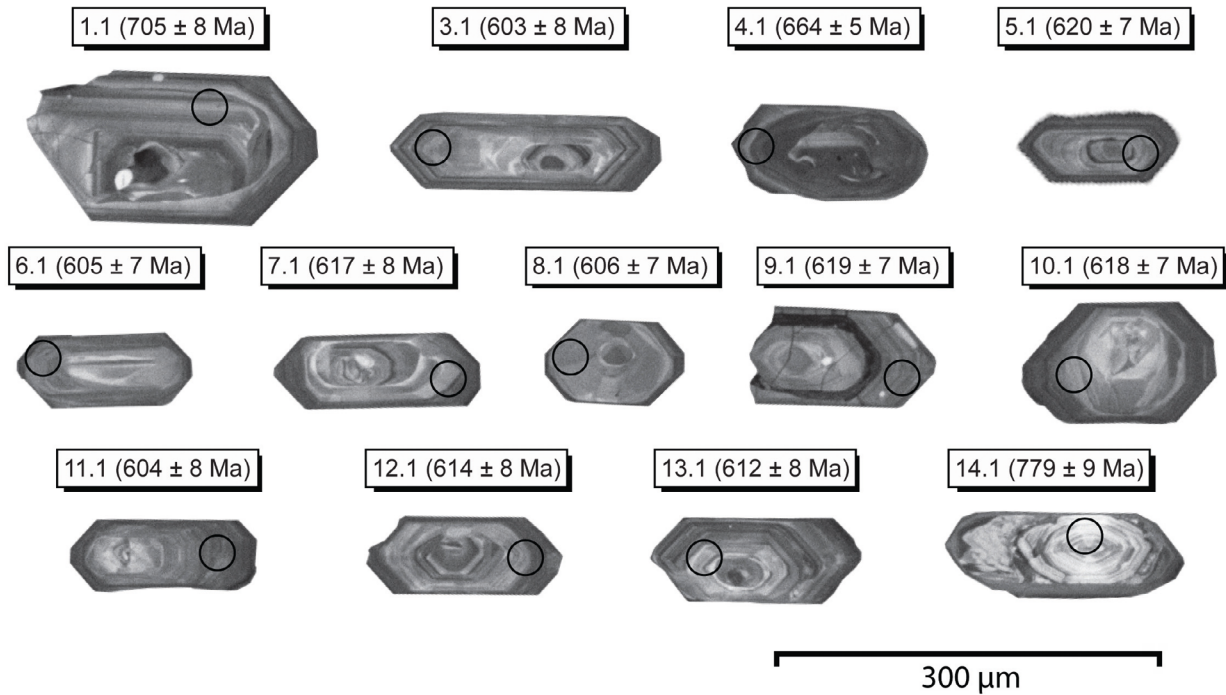


Figura 11. Imagens obtidas por catodoluminescência de cristais de zircão do *Stock* Santa Maria (FDS-490) analisados. Os círculos apresentam a localização dos *spots* analíticos e as idades $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ obtidas estão apresentadas entre parênteses.

Tabela 6. Dados químicos (U, Th) e razões isotópicas ($^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$, $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$, $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$) obtidos com a SHRIMP para cristais de zircão do *Stock* Santa Maria.

Ponto	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	Razões Isotópicas						Idade (Ma)	Discordância (%)
				$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	±%	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	±%	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	±%		
1.1	264	236	0,89	0,0635	2,6	1,011	2,9	0,1155	1,2	705 ± 8	0
3.1	600	695	1,15	0,0586	6,8	0,792	7,3	0,0980	1,3	603 ± 8	0
4.1	1159	69	0,05	0,0627	0,7	0,938	1,0	0,1085	0,8	664 ± 5	3
5.1	336	321	0,95	0,0634	3,7	0,882	4,0	0,1009	1,1	620 ± 7	13
6.1	246	306	1,24	0,0633	6,4	0,857	6,8	0,0983	1,3	605 ± 7	13
7.1	209	269	1,28	0,0676	6,7	0,936	7,1	0,1005	1,3	617 ± 8	3
8.1	235	311	1,32	0,0627	7,6	0,852	8,0	0,0985	1,3	606 ± 7	7
9.1	358	355	0,99	0,0628	5,7	0,873	6,2	0,1008	1,2	619 ± 7	-1
10.1	200	124	0,62	0,0631	2,9	0,876	3,3	0,1007	1,3	618 ± 7	-1
11.1	631	546	0,86	0,0601	1,8	0,814	2,1	0,0983	1,4	604 ± 8	-3
12.1	348	352	1,01	0,0641	3,3	0,883	3,6	0,0999	1,4	614 ± 8	6
13.1	225	290	1,28	0,0579	8,2	0,795	8,7	0,0995	1,3	612 ± 8	0
14.1	153	91	0,59	0,0664	2,3	1,177	2,6	0,1285	1,3	779 ± 9	10

O embasamento para os *stocks* investigados nesse setor do SOS é formado por rochas deformadas das suítes intrusivas Canindé (rochas máficas) e Curralinho (dioritos e granitos). A deformação presente nas rochas do embasamento não foi observada nos corpos estudados. Embora a idade de 611 ± 4 Ma do *Stock* Santa Maria o posicionem como sincrônico à colisão, não foram observadas estruturas indicativas de deformação no estado sólido nas rochas dos *stocks* investigados, as quais são normalmente usuais em corpos sin-colisionais. Esses fatos podem indicar que as colocações dos *stocks* da SISC no SOS possam ter sido controladas por estruturas distensivas/transversivas correlacionadas à colisão, conforme observado em outras regiões orogênicas ao redor do globo (e.g., Vigneresse, 1995).

Os *stocks* estudados são constituídos por monzonitos, quartzo monzonitos, quartzo sienitos, granitos, álcali-feldspato granito e álcali-feldspato sienito hololeucocráticos a leucocráticos. Nas intrusões maiores (Niterói e Bom Jardim), tem-se variação composicional mais ampla e presença de enclaves máficos microgranulares dioríticos, o que indica presença de magmas máficos na construção desses corpos. Os *Stocks* Monte Pedral e Boa Esperança, intrusivos nos terrenos máficos da Suíte Intrusiva Canindé, são constituídos por granitos e sienitos alcalinos *hipersolvus*, refletindo cristalização magmática pobre em fluidos (e.g., Tuttle e Bowen, 1958). Os demais *Stocks* (Niterói, Bom Jardim e Santa Maria) correspondem a magmatismo *subsolvus*.

Dados químicos pontuais revelam a presença de cristais primários de biotita (*Stocks* Niterói, Bom Jardim, Boa Esperança e Santa Maria) e flogopita (dique do *Stock* Bom Jardim e *Stock* Boa Esperança). Os conteúdos de FeO, Al₂O₃ e MgO em cristais de biotita podem ser utilizados, segundo Abdel-Raman (1994), para inferir a afinidade geoquímica

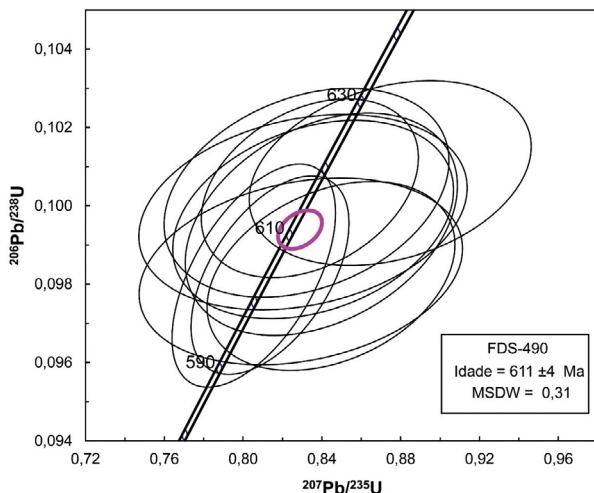


Figura 12. Diagrama da concórdia U/Pb_{SHRIMP} apresentando os resultados concordantes obtidos para as idades dos cristais de zircão do *Stock* Santa Maria.

dos magmas que formam esse mineral. Os cristais de biotita de todos os *stocks* estudados alocam-se no diagrama de Abdel-Raman (1994), no campo definido para magmas cálcio-alcalinos (Figura 13), o que é coerente com o ambiente colisional do SOS.

As rochas dos *stocks* estudados apresentam a paragénese quartzo, feldspato alcalino, plagioclásio, anfibólio, titanita e ilmenita, que satisfaz às exigências de Anderson e Smith (1995) para uso de alumínio total do anfibólio como geobarômetro (Figura 14A). O erro calculado para esse geobarômetro é de $\pm 0,6$ kbar (Anderson e Smith, 1995). A incerteza calculada para o Al₂O₃ obtido com o EDS é na ordem de 0,4 kbar, que é inferior ao valor da incerteza estabelecida pelo geobarômetro. Nesse contexto, o *Stock* Santa Maria é aquele com cristalização mais rasa de 11 km (3 kbar), seguido pelo Bom Jardim a 18 km (5 kbar) e Bom Jardim a 25 km (7 kbar, Figura 14A). Esses valores de pressão são compatíveis com os obtidos por Sial et al. (1998) para anfibólios em granitos do SOS (3 – 6 kbar). Os dados são coerentes com as estruturas e texturas presentes nas rochas dos *stocks* que indicam corpos epizonais e mesozonais. As composições químicas de Mg-hornblenda e tschermakita permitem também inferir ambientes de cristalização relativamente oxidantes (Figura 14B).

O conteúdo dos elementos químicos das rochas dos *stocks* permitiu caracterizar esse magmatismo como shoshonítico (Figura 8). As evoluções geoquímicas apresentadas pelas rochas estudadas exibem correlações negativas entre SiO₂ e TiO₂, CaO, FeO, P₂O₅, MgO, as quais foram interpretadas como resultante do fracionamento

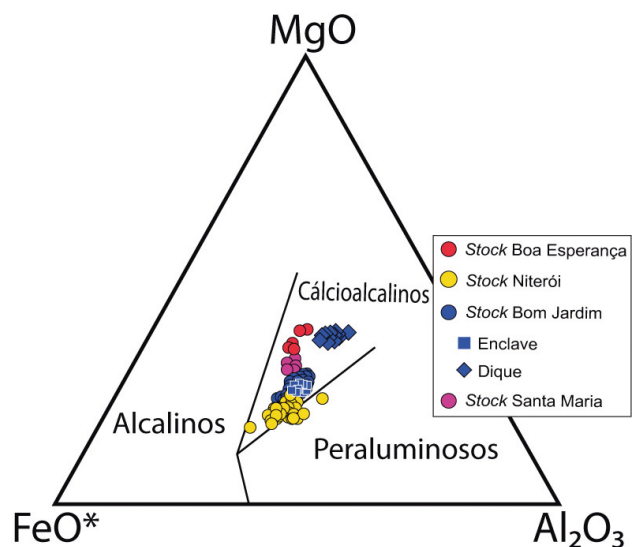


Figura 13. Diagrama ternário MgO-FeO*-Al₂O₃ de Abdel-Raman (1994), com os campos de biotita cristalizada em magmas alcalinos, peraluminosos e cálcio-alcalinos, aplicado para os cristais de biotita primários das rochas estudadas.

de hornblenda, biotita, titanita, apatita e minerais opacos (Figura 10B). Essa evolução geoquímica similar, presente nas rochas dos *stocks* estudados, é indicativa de cogeneticidade entre esses corpos.

As rochas estudadas classificam-se, principalmente, como magnesianas (Figura 15A), ao passo que mostram afinidade com suítes alcalinas, álcali-cálcicas e cálcio-alcalinas (Figura 15B). Frost et al. (2001) chamaram a atenção para o fato de que amostras de uma mesma intrusão, que ultrapassam os limites dos campos alcalino, álcali-cálcio, cálcio-alcalino e cálcico, indicam a presença de processos de misturas entre magmas em sua gênese. Enclaves máficos e cristais de zircão mais antigos indicam um processo complexo envolvendo a mistura com magmas básicos e a assimilação de rochas mais antigas do embasamento.

CONCLUSÕES

Os *Stocks* Santa Maria, Boa Esperança, Monte Pedral, Bom Jardim e Niterói, intrusivos no Domínio Canindé, apresentam características de suítes shoshoníticas, permitindo

associá-los à SISC. Esses corpos devem, perante as semelhanças existentes, representar o produto de cristalização de magmas cogenéticos.

Dois conjuntos de *stocks* foram identificados neste estudo. O conjunto *hipersolvus* é representado pelos corpos Boa Esperança e Monte Pedral, e o *subsolvus* é formado pelos corpos Santa Maria, Bom Jardim e Niterói.

A idade de 611 ± 4 Ma obtida para o *Stock* Santa Maria situa-se no intervalo de 632 – 611 Ma, que corresponde ao período das intrusões shoshoníticas mais antigas da parte Sul da Província Borborema.

Identificaram-se nas amostras estudadas biotita e anfibólios magmáticos. A biotita tem química indicativa de cristalização a partir de magmas orogênicos. Os anfibólios indicam ambientes de cristalização relativamente oxidantes, com pressões máximas de cristalização de 7 kbar, que correspondem à profundidade de 25,9 km.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

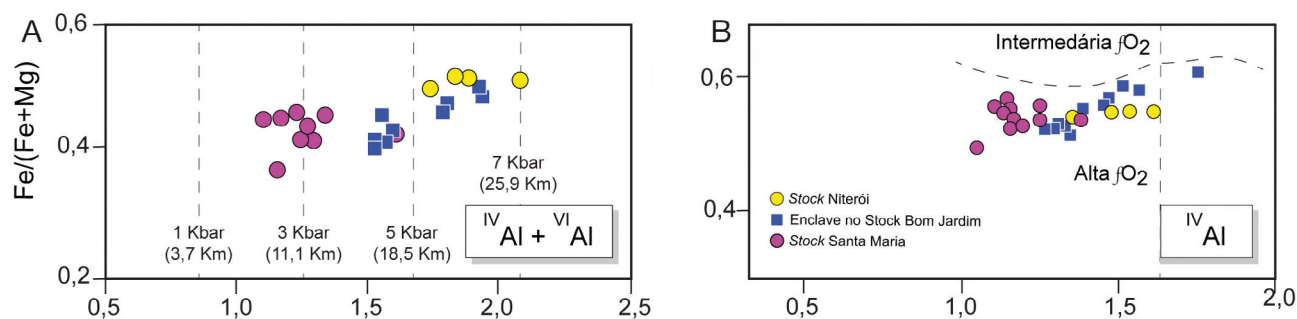


Figura 14. Diagramas $\text{Fe}/(\text{Fe} + \text{Mg})$ versus ${}^{\text{IV}}\text{Al} + {}^{\text{VI}}\text{Al}$ e $\text{Fe}/(\text{Fe} + \text{Mg})$ versus ${}^{\text{IV}}\text{Al}$ de Anderson e Smith (1995) aplicados aos cristais de anfibólios primários das rochas dos *stocks* estudados. (A) Pressão de cristalização. (B) Fugacidade de oxigênio.

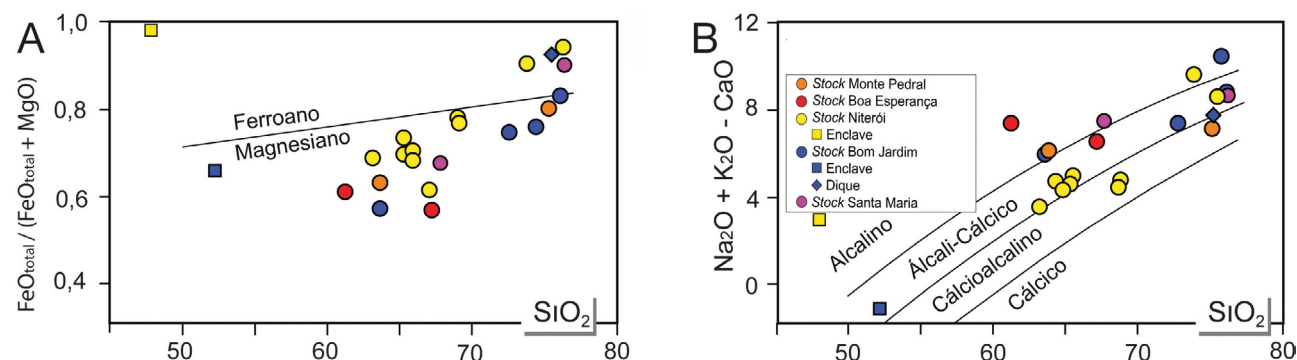


Figura 15. Diagramas de Frost et al. (2001) aplicados para as rochas estudadas. (A) Relação entre a razão $\text{FeO}_t/(\text{FeO}_t + \text{MgO})$ versus SiO_2 , com os campos dos granitos magnesianos e ferrosos. (B) Diagrama $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{CaO}$ com campos alcalino, álcali-cálcico, cálcio-alcalino e cálcico.

(CAPES) — Código de Financiamento 001. Os autores Hiakan Santos Soares e Carlos Santana Sousa agradecem à CAPES suas bolsas de mestrado. Os autores expressam agradecimento ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) o suporte financeiro que permitiu realizar esta pesquisa (processos 384713/2015-7, 405387/2016-4, 310391/2017-2 e 311008/2017-8). Este trabalho é parte da dissertação de mestrado do primeiro autor, que foi realizado junto ao Laboratório de Petrologia Aplicada à Pesquisa Mineral (LAPA-UFS). Agradecemos também aos revisores anônimos do trabalho suas valiosas contribuições.

REFERÊNCIAS

- Abdel-Raman, A. F. M. (1994). Nature of Biotites from Alkaline, Calc-alkaline, and Peraluminous Magmas. *Journal of Petrology*, 35(2), 525-541. <http://dx.doi.org/10.1093/petrology/35.2.525>
- Amorim, J. L. (1995). *Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil*. Arapiraca, Folha SC.24-X-D-V. Maceió: CPRM.
- Anderson, J. L., Smith, D. R. (1995). The effects of temperature and fO_2 on the Al-in-hornblende barometer. *American Mineralogist*, 80(5-6), 549-559. <https://doi.org/10.2138/am-1995-5-614>
- Best, M. G. (2003). *Igneous and Metamorphic Petrology*. Hoboken, New Jersey, USA, Blackwell Science.
- Brito, M. F. L., Silva Filho, A. F., Guimarães, I. P. (2009). Caracterização geoquímica e isotópica do batólito Serra do Catu e sua evolução da interface dos domínios Sergipano e Pernambuco-Alagoas, Província Borborema. *Revista Brasileira de Geociências*, 39(2), 324-337.
- Brito Neves, B. B., Passarelli, C. R., Basei, M. A. S., Santos, E. J. (2003). Idades U-Pb em Zircão de Alguns Granitos Clássicos da Província Borborema. *Revista Geologia USP. Série Científica*, 3, 25-35. <http://dx.doi.org/10.5327/S1519-874X2003000100003>
- Brito Neves, B. B., Santos, E. J., Fuck, R. A., Santos, L. C. M. L. (2016). A preserved early Ediacaran magmatic arc at the northernmost portion of the Transversal Zone central subprovince of the Borborema Province, Northeastern South America. *Brazilian Journal of Geology*, 46(4), 491-508. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-4889201620160004>
- Brito Neves, B. B., Silva Filho, A. F. (2019). Superterreno Pernambuco-Alagoas na Província Borborema: Ensaio de Regionalização. *Revista Geologia USP. Série Científica*, 19(2), 3-28. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9095.v19-148257>
- Carvalho, M. J. (2005). *Evolução Tectônica do Domínio Marancó – Poço Redondo: Registro das Orogêneses Cariris Velhos e Brasileira na Faixa Sergipana, NE do Brasil*. Tese (Doutorado). Campinas: Pós-Graduação em Geociências - UNICAMP.
- Conceição, J. A., Rosa, M. L. S., Conceição, H. (2016). Sienogranitos leucocráticos do Domínio Macururé, Sistema Orogênico Sergipano, Nordeste do Brasil: Stock Glória Sul. *Brazilian Journal of Geology*, 46(1), 63-77. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-4889201620150044>
- Davison, I., Santos, R. A. (1989). Tectonic Evolution of the Sergipano Fold Belt, NE Brasil, during Brasiliano Orogeny. *Precambrian Research*, 45(4), 319-342. [http://dx.doi.org/10.1016/0301-9268\(89\)90068-5](http://dx.doi.org/10.1016/0301-9268(89)90068-5)
- Deer, W. A., Howie, R. A., Zussman, J. (1992). *An introduction to the Rock-Forming Minerals*. Londres: Longman.
- Ferreira, V. P., Sial, A. N., Pimentel, M. M., Armstrong, R., Guimarães, I. P., Silva Filho, A. F., Lima, M. M. C., Silva, T. R. (2015). Reworked old crust-derived shoshonitic magma: The Guarany plúton. *Lithos*, 232, 150-161. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2015.06.030>
- Fontes, M. P., Conceição, H., Rosa, M. L. S., Lisboa, V. A. C. (2018). Minettes do Stock Monzonítico Glória Norte: evidência de magmatismo ultrapotássico pós-orogênico, com assinatura de subducção, no Sistema Orogênico Sergipano. *Geologia USP. Série Científica*, 18(1), 51-66. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9095.v18-133599>
- Frost, B. R., Barnes, C. G., Collins, W. J., Arculus, R. J., Ellis D. J., Frost, C. D. (2001). A Geochemical Classification for Granitic Rocks. *Journal of Petrology*, 42(11), 2033-2048. <https://doi.org/10.1093/petrology/42.11.2033>
- Gentil, T. F. C. (2013). *Petrologia e Geoquímica do Batólito Shoshonítico Serra do Brejo no Domínio Poço Redondo, Faixa Sergipana (Sul da Província Borborema)*. Dissertação (Mestrado). São Cristóvão: Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias - UFS.

- Guimarães, I. P., Silva Filho, A. F., Almeida, C. N., Van Schmus, W. R., Araújo, J. M. M., Melo, S. C., Melo, E. (2004). Brasiliano (Pan-African) granitic magmatism in the Pajeú-Paraíba belt, Northeast Brazil: an isotopic and geochronological approach. *Precambrian Research*, 135(1-2), 23-53. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2004.07.004>
- Hoskin, P. W. O., Schaltegger, U. (2003). The composition of zircon and igneous and metamorphic petrogenesis. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, 53(1), 27-62. <http://dx.doi.org/10.2113/0530027>
- Irvine T. N., Baragar W. R. A. (1971). A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 8(5), 523-548. <https://doi.org/10.1139/e71-055>
- Janousek, V., Farrow, C. M., Erban, V. (2006). Interpretation of whole-rock geochemical data in igneous geochemistry: introducing Geochemical Data Toolkit (GCDkit). *Journal of Petrology*, 47(6), 1255-1259. <https://doi.org/10.1093/ptrology/egl013>
- Kirkland, C. L., Smithies, R. H., Taylor, R. J. M., Evans, N., McDonald, B. (2015). Zircon Th/U ratios in magmatic environs. *Lithos*, 212-215, 397-414. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lithos.2014.11.021>
- Leake, B. E. (1971). On aluminous and edenitic hornblends. *Mineralogical Magazine*, 38(296), 389-407. <http://dx.doi.org/10.1180/minmag.1971.038.296.01>
- Leake, B. E., Woolley, A. R., Arps, C. E. S., Birch W. D., Gilbert, M. C., Grice J. D., Hawthorne, F. C., Kato, A., Kish, H. J., Krivovichev, V. G., Linthout, K., Laird, J., Mandarino, J. A., Maresch, W. V., Nickel, R. H., Rock, N. M. S., Schumacher, J. C., Smith, D. C., Stephenson, N. C. N., Ungaretti, L., Whittaker, E. J. W., Youzhi, G. (1997). Nomenclature of amphiboles: Report of the Subcommittee on Amphiboles of the International Mineralogical Association, Commission on New Minerals and Mineral Names. *American Mineralogist*, 9(3), 623-651. <http://dx.doi.org/10.1127/ejm/9/3/0623>
- Lima, D. R. (2016). *Caracterização petrológica e geoquímica do Pluton Curitiba, Domínio Poço Redondo, Cinturão Sergipano*. Dissertação (Mestrado). Recife: Pós-Graduação em Geociências - UFPE.
- Lisboa, V. A. C., Conceição, H., Rosa, M. L. S., Fernandes, D. M. (2019). The onset of post-collisional magmatism in the Macururé Domain, Sergipano Orogenic System: The Glória Norte Stock. *Journal of South American Earth Sciences*, 89, 173-188. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2018.11.005>
- Liz, L. C. C., Machado, A., Liz, J. D., Almeida, J. M. (2018). Petrografia e geoquímica dos ortoanfibolitos das unidades Novo Gosto e Gentileza, Domínio Canindé, Faixa de Dobramentos Sergipana, Nordeste brasileiro. *Pesquisas em Geociências*, 45(2), 1-27. <https://doi.org/10.22456/1807-9806.88650>
- Mendes, V. A., Brito, M. F. L. (2017). *Geologia e Recursos Minerais da Folha Arapiraca (SC.24-X-D)*. Estados de Pernambuco, Alagoas e Sergipe. Recife: CPRM.
- Middlemost, E. A. K. (1994). Naming materials in the magma/igneous rock system. *Earth Science Reviews*, 37(3-4), 215-224. [https://doi.org/10.1016/0012-8252\(94\)90029-9](https://doi.org/10.1016/0012-8252(94)90029-9)
- Morrison, G. W. (1980). Characteristics and tectonic settings of the shoshonitic rock association. *Lithos*, 13(1), 97-108. [https://doi.org/10.1016/0024-4937\(80\)90067-5](https://doi.org/10.1016/0024-4937(80)90067-5)
- Nachit, H., Ibhi, A., Abia, E. H., Ohoud, M. B. (2005). Discrimination between primary magmatic biotites, reequilibrated and neofomed biotites. *Comptes Rendus Geoscience*, 337(16), 1415-1420. <http://dx.doi.org/10.1016/j.crte.2005.09.002>
- Nakamura, N. (1974). Determination of REE, Ba, Fe, Mg, Na and K in carbonaceous and ordinary chondrites. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 38(5), 757-775. [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(74\)90149-5](https://doi.org/10.1016/0016-7037(74)90149-5)
- Nascimento, R. S. (2005). *Domínio Canindé, Faixa Sergipana, Nordeste do Brasil: Um Estudo Geoquímico e isotópico de uma Sequência de Rife Continental Neoproterozoica*. Tese (Doutorado). Campinas: Instituto de Geociências – UNICAMP.
- Oliveira, E., Bueno, J., McNaughton, N., Silva Filho, A., Nascimento, R., Donatti-Filho, J. (2015). Age, composition and source of continental arc- and syn-collision granites of the Neoproterozoic Sergipano Belt, Southern Borborema Province, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 58, 257-280. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2014.08.003>
- Oliveira, E. P., Tarney, J. (1990). Petrogenesis of the Canindé de São Francisco Complex: A major Late Proterozoic gabbroic body in the Sergipe Foldbelt, northeastern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 3(2-3), 125-140. [https://doi.org/10.1016/0895-9811\(90\)90025-V](https://doi.org/10.1016/0895-9811(90)90025-V)
- Oliveira, E. P., Windley, B. F., Araújo, M. N. C. (2010). The Neoproterozoic Sergipano orogenic belt, NE Brazil: A complete plate tectonic cycle in western Gondwana. *Precambrian Research*, 181(1-4), 64-84. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2010.05.014>

- Oliveira, E. P., Windley, B. F., McNaughton, N. J., Bueno, J. F., Nascimento, R. S., Carvalho, M. J., Araújo, M. N. C. (2017). The Sergipano Belt. In: M. Heibron, U. G. Cordani, F. F. Alkmim (Eds.), *São Francisco Craton, Eastern Brazil: Tectonic Genealogy of a Miniature Continent*, 1, 241-254. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-01715-0_13
- Pearce, J. A. (1982). Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries. In: R. S. Thorps (Ed.), *Andesites: Orogenic Andesites and Related Rocks*, 1, 525-548. Nova York: Wiley.
- Peccerillo, A., Taylor, S. R. (1976). Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, Northern Turkey. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 58(1), 63-81. <https://doi.org/10.1007/BF00384745>
- Pinho Neto, M. A. (2018). *Petrologia do Batólito Sítios Novos, Domínio Poço Redondo, Sistema Orogênico Sergipano*. Dissertação (Mestrado). São Cristóvão: Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias - UFS.
- Pinho Neto, M. A., Rosa, M. L. S., Conceição, H. (2019). Petrologia do Batólito Sítios Novos, Sistema Orogênico Sergipano, Província Borborema, NE do Brasil. *Geologia USP. Série Científica*, 19(2), 135-150. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9095.v19-152469>
- Santos, R. A., Souza, J. D. (1988). *Folha Piranhas SC-24-X-C-VI- Estado de Sergipe, Alagoas e Bahia*. Brasília: DNPM/CPRM.
- Sato, K., Tassinari, C. C. G., Basei, M. A. S., Siga Júnior, O., Onoe, A. T., Souza, M. D. (2014). Sensitive High Resolution Ion Microprobe (SHRIMP IIe/MC) of the Institute of Geosciences of the University of São Paulo, Brazil: analytical method and first results. *Geologia USP. Série Científica*, 14(3), 3-18. <https://doi.org/10.5327/Z1519-874X201400030001>
- Sial, A. N., Ferreira, V. P., Fallick, A. E., Cruz, M. J. M. (1998). Amphibole-rich clots in calc-alkalic granitoids in the Borborema province, northeastern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 11(5), 457-471. [https://doi.org/10.1016/S0895-9811\(98\)00034-0](https://doi.org/10.1016/S0895-9811(98)00034-0)
- Silva Filho, A. F., Guimarães, I. P., Brito, M. F. L., Pimentel, M. M. (1997). Geochemical Signatures of Main Neoproterozoic Late-Tectonic Granitoids from the Proterozoic Sergipano Fold Belt, Brazil: Significance for the Brasiliano Orogeny. *International Geology Review*, 39(7), 639-659. <https://doi.org/10.1080/00206819709465293>
- Silva Filho, A. F., Guimarães, I. P., Santos, L., Armstrong, R., Van Schmus, W. R. (2016). Geochemistry, U-Pb geochronology, Sm-Nd and O isotopes of ca. 50 Ma long Ediacaran High-K Syn-Collisional Magmatism in the Pernambuco Alagoas Domain, Borborema Province, NE Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 68, 134-154. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2015.12.013>
- Silva Filho, A. F., Guimarães, I. P., Van Schmus, W. R., Dantas, E., Armstrong, R., Concentino, L., Lima, D. (2013). Long-lived Neoproterozoic high-K magmatism in the Pernambuco-Alagoas Domain, Borborema Province, northeast Brazil. *International Geology Review*, 55(10), 1280-1299. <https://doi.org/10.1080/00206814.2013.774156>
- Silva Filho, M. A. (1976). A suíte ofiolítica da geossinclinal de Propriá. *XXIX Congresso Brasileiro de Geologia*, 4, 51-58. Ouro Preto: SBG.
- Silva Filho, M. A. (1998). Arco vulcânico Canindé-Marancó e a Faixa Sul-Alagoana: sequências orogênicas Mesoproterozoicas. *XL Congresso Brasileiro de Geologia*. Belo Horizonte: SBG.
- Silva Filho, M. A., Bonfim, L. F. C., Santos, R. A., Leal, R. A., Santana, A. C., Braz, F. P.A. (1979). *Geologia da Geossinclinal Sergipana e do Seu Embasamento - Projeto Baixo São Francisco-Vaza-Barris*. Brasília: DNPM.
- Soares, H. S. (2016). *Stocks Santa Maria e Monte Pedral, Magmatismo Tipo Serra do Catu, no Domínio Canindé, Sergipe: Contribuição à Geologia, Petrografia e Geoquímica*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). São Cristóvão: Departamento de Geologia - UFS.
- Soares, H. S., Sousa, C. S., Conceição, H., Rosa, M. L. S. (2018). Caracterização Geológica, Petrográfica e Geoquímica dos Stocks Santa Maria e Monte Pedral, Domínio Canindé, Sistema Orogênico Sergipano. *Scientia Plena*, 14(1), 1-12. <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2018.015301>
- Sousa, C. S. (2018). *Petrologia e Geocronologia do Batólito Rio Jacaré, Domínio Poço Redondo, Sistema Orogênico Sergipano*. Dissertação (Mestrado). São Cristóvão: Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias - UFS.
- Sousa, C. S., Soares, H. S., Rosa, M. L. S., Conceição, H. (2019). Petrologia e geocronologia do Batólito Rio Jacaré, Domínio Poço Redondo, Sistema Orogênico Sergipano, NE do Brasil. *Geologia USP. Série Científica*, 19(2), 171-194. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9095.v19-152494>

- Stout, J. H. (1972). Phase petrology and mineral chemistry of coexisting amphiboles from Telemark, 889 Norway. *Journal of Petrology*, 13(1), 99-145. <https://doi.org/10.1093/petrology/13.1.99>
- Streckeisen, A. (1976). To each plutonic rock its proper name. *Earth Science Reviews*, 12(1), 1-33. [https://doi.org/10.1016/0012-8252\(76\)90052-0](https://doi.org/10.1016/0012-8252(76)90052-0)
- Teixeira, L. R. (2014). *Mapa Geológico do Estado de Sergipe*. Escala 1:250.000. Aracaju: CPRM/CODISE.
- Turner, S., Arnaud, N., Liu, J., Rogers, N., Hawkesworth, C., Harris, N., Kelly, S., Van Calsteren, P., Deng, W. (1996). Post-collision, Shoshonitic Volcanism on the Tibetan Plateau: Implications for Convective Thinning of the Lithosphere and the Source of Ocean Island Basalts. *Journal of Petrology*, 37(1), 45-71. <https://doi.org/10.1093/petrology/37.1.45>
- Tuttle, O. F., Bowen, N. L. (1958). Origin of granite in the light of experimental studies in the system $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8 - \text{KAlSi}_3\text{O}_8 - \text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$. *The Geological Society of American Memoir*, 74, 1-153. <https://doi.org/10.1130/MEM74-p1>
- Vigneresse, J. L. (1995). Control of granite emplacement by regional deformation. *Tectonophysics*, 249(3-4), 173-186. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(95\)00004-7](https://doi.org/10.1016/0040-1951(95)00004-7)
- Wood, D. A., Joron, J. J., Treuil, M. (1979). A re-appraisal of the use of trace elements to classify and discriminate between magma series erupted in different tectonic settings. *Earth and Planetary Science Letters*, 45(2), 326-336. [https://doi.org/10.1016/0012-821X\(79\)90133-X](https://doi.org/10.1016/0012-821X(79)90133-X)