



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**  
**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA**  
**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:**  
**PETROLOGIA, METALOGÊNESE E EXPLORAÇÃO MINERAL**

**TESE DE DOUTORADO**

**MAGMATISMO LEUCOGRANÍTICO DO DOMÍNIO**  
**MACURURÉ, SISTEMA OROGÊNICO SERGIPANO,**  
**PROVÍNCIA BORBOREMA, NE DO BRASIL**

**JOANE ALMEIDA DA CONCEIÇÃO**

**SALVADOR**

**2019**

**MAGMATISMO LEUCOGRANÍTICO DO DOMÍNIO  
MACURURÉ, SISTEMA OROGÊNICO SERGIPANO,  
PROVÍNCIA BORBOREMA, NE DO BRASIL**

**Joane Almeida da Conceição**

*Orientador: Prof. Dr. Herbet Conceição*

*Coorientadora: Profa. Dra. Maria de Lourdes da Silva Rosa*

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia, do Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para à obtenção do Título de Doutor em Geologia, Área de Concentração: Petrologia, Metalogênese e Exploração Mineral.

SALVADOR

2019

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Universitário de Bibliotecas (SIBI/UFBA),  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Almeida da Conceição, Joane  
Magmatismo Leucogranítico do Domínio Macururé,  
Sistema Orogênico Sergipano, Província Borborema, NE  
do Brasil / Joane Almeida da Conceição. -- Salvador,  
2019.

65 f. : il

Orientador: Herbet Conceição.

Coorientador: Maria de Lourdes da Silva Rosa.

Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação em  
Geologia) -- Universidade Federal da Bahia, Instituto  
de Geociências, 2019.

1. Leucogranitos. 2. Domínio Macururé. 3. Sistema  
Orogênico Sergipano. I. Conceição, Herbet. II. Silva  
Rosa, Maria de Lourdes da. III. Título.

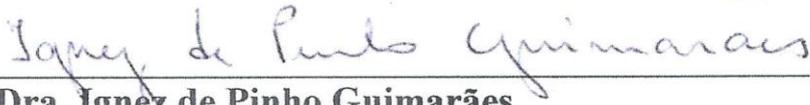
**JOANE ALMEIDA CONCEIÇÃO**

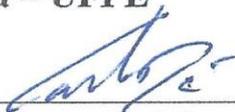
**“MAGMATISMO LEUCOGRANÍTICO DO DOMÍNIO  
MACURURÉ, SISTEMA OROGÊNICO SERGIPANO,  
PROVÍNCIA BORBOREMA, NE DO BRASIL”**

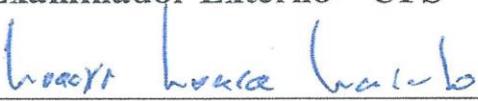
Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal da Bahia, como requisito para a obtenção do Grau de Doutor em Geologia na área de concentração em Petrologia, Metalogênese e Exploração Mineral em 24/05/2019.

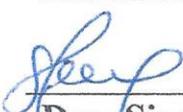
**TESE APROVADA PELA BANCA EXAMINADORA:**

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Herbet Conceição**  
Orientador – UFS

  
\_\_\_\_\_  
**Dra. Ignez de Pinho Guimarães**  
Examinadora Externa – UFPE

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Carlos Dinges Marques de Sá**  
Examinador Externo – UFS

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Moacyr Moura Marinho**  
Examinadora Externa – UFBA

  
\_\_\_\_\_  
**Dra. Simone Cerqueira Pereira Cruz**  
Examinador Interno – UFBA

Salvador – BA  
2019

*Fortis Fortuna Aduivat*

*“Education is the most powerful weapon  
which you can use to change the world”.*  
*(Nelson Mandela)*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão da bolsa de doutorado em Geologia (Processo nº 141473/2014-2).

Aos meus orientadores, os professores Herbet Conceição e Maria de Lourdes da Silva Rosa, personagens fundamentais nessa trajetória, que contribuíram de forma inquestionável e imensurável durante toda a caminhada, e sem aos quais nada disso teria sido possível. Muitíssimo obrigada.

A Universidade Federal da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Geologia e aos professores do Programa de Pós-Graduação em Geologia do Instituto de Geociências. As professoras Simone Pereira Cerqueira Cruz e Débora Correia Rios, pelo apoio sempre encontrado.

A Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias, pela infraestrutura disponibilizada para realização desta tese no Condomínio Laboratorial Multiusuários de Geociências (CLGeo-UFS).

A CPRM (Superintendência Salvador) pelo apoio na preparação das amostras e discussões durante a pesquisa, expreso meus agradecimentos as geólogas pesquisadoras doutoras Rita Cunha Leal e Cristina Burgos.

Aos amigos Cleverton Correia, Fábio Pereira, Vinícius Lisboa e Jailson Alves pelo apoio e momentos de discussões geológicas, bem como aos demais colegas do Laboratório Aplicado à Petrologia Mineral (LAPA-UFS) pelo apoio recebido durante essa jornada. Ao querido amigo André Lyrio pelo apoio imensurável no início dessa “louca trajetória” e no decorrer dela.

A toda minha família e amigos que sempre acreditaram em mim, meu muito obrigada.

*Joane Almeida da Conceição*

## RESUMO

Leucogranitos e granitos do tipo S são magmas formados pela fusão de metassedimentos e estão intimamente associados à colisão do tipo continente-continente. No Domínio Macururé, localizado no Sistema Orogênico Sergipano, no sul da Província Borborema, ocorrem várias intrusões de leucogranitos. O *Stock Glória Sul* é a intrusão mais representativa deste tipo de magmatismo e é constituído essencialmente por biotita granitos, granitos com biotita e muscovita, muscovita granitos. Nos dois primeiros tipos de granitos ocorrem enclaves sieníticos microgranulares. A geoquímica destes granitos indica que eles foram formados por fusão de rochas ígneas. Todavia, as evoluções geoquímicas presentes no *Stock Glória Sul* indicam que suas rochas formaram-se a partir da mistura entre magma máfico shoshonítico, representados pelos enclaves sieníticos microgranulares, com magma félsico, provavelmente de fonte crustal. A comparação entre os dados geológico, petrográfico e geoquímico disponíveis para as intrusões de leucogranitos do Domínio Macururé revelaram que existem dois conjuntos de corpos com base na idade e textura. Os leucogranitos mais antigos, com idades de cristalização variando de 613-635 Ma, como é o caso do *Stock Glória Sul*, não exibem deformação e é o grupo mais abundante. Os leucogranitos mais jovens, com idades de cristalização variando 571-590 Ma, correspondem a gnaisses e localizam-se na parte leste do Domínio Macururé. Independente das idades os leucogranitos têm composições geoquímicas similares e correspondem a rochas fortemente evoluídas (>70% SiO<sub>2</sub>), peraluminosas, magnesianas, com assinatura geoquímica cálcio-alcálica. Estes mesmos dados geoquímicos, sugerem que estes leucogranitos tenham sido formados por magmas de composições próximas, a partir da fusão de protólitos ígneos em ambiente colisional.

Palavras-chave: Leucogranitos; Domínio Macururé; Idade U-Pb; Geoquímica.

## **ABSTRACT**

Leucogranites and S-type granites are magmas formed by the melting of metasediments and are closely associated with the continent-to-continent collision. In the Macururé Domain, located in the Sergipano Orogenic System, in the south of the Borborema Province, several leucogranite intrusions occur. The Glória Sul Stock is the most representative intrusion of this type of magmatism and consists essentially of biotite granites, granites with biotite and muscovite, muscovite granites. In the first two types of granites, there are microgranular syenitic enclaves. The geochemistry of these granites indicates that they were formed by fusion of igneous rocks. . However, the geochemical evolution in the Glória Sul Stock indicates that its rocks were formed from the mixture of shoshonitic mafic magma, represented by the microgranular syenitic enclaves, with felsic magma, probably from a crustal source. The comparison between the geological, petrographic and geochemical data available for the leucogranite intrusions of the Macururé Domain revealed that there are two sets of bodies based on age and texture. The oldest leucogranites, with ages of crystallization varying from 613-635 Ma, as is the case of Glória Sul Stock, does not exhibit deformation and is the most abundant group. Younger leucogranites, with crystallization ages ranging from 571-590 Ma, correspond to gneisses and are located in the eastern part of the Macururé Domain. Regardless of age, leucogranites have similar geochemical compositions and correspond to strongly evolved ( $> 70\% \text{ SiO}_2$ ) rocks, peraluminous, magnesian, with a calcium-alkaline geochemical signature. These same geochemical data suggest that these leucogranites were formed by magmas with close compositions, from the fusion of igneous protoliths in a collision environment.

**Keywords:** Leucogranites; Macururé Domain; U-Pb Ages; Geochemical.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO .....</b>	<b>09</b>
<b>CAPÍTULO 2 - ARTIGO 1: SIENOGRANITOS LEUCOCRÁTICOS DO DOMÍNIO MACURURÉ, SISTEMA OROGÊNICO SERGIPANO, NORDESTE DO BRASIL: STOCK GLÓRIA SUL .....</b>	<b>20</b>
<b>CAPÍTULO 3 - ARTIGO 2: IDADE DO MAGMATISMO LEUCOGRANÍTICO NA PORÇÃO CENTRAL DO DOMÍNIO MACURURÉ, SISTEMA OROGÊNICO SERGIPANO: STOCK GLÓRIA SUL .....</b>	<b>35</b>
<b>CAPÍTULO 4 – CONCLUSÕES .....</b>	<b>51</b>
<b>APÊNDICE A - JUSTIFICATIVA DA PARTICIPAÇÃO DOS CO-AUTORES ...</b>	<b>52</b>
<b>APÊNDICE B - DETALHAMENTO DO MÉTODO DE TRABALHO DESENVOLVIDO .....</b>	<b>53</b>
<b>ANEXO A - REGRAS DE FORMATAÇÃO DA REVISTA .....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXO B – COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DO ARTIGO .....</b>	<b>61</b>

# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO GERAL

---

As rochas graníticas têm sido extensivamente estudadas, por serem as rochas mais abundantes na crosta continental superior, podendo ser originadas a partir de fontes diversas, como por exemplo crosta, manto, ou fontes mistas, com a contribuição em proporções variadas tanto da crosta quanto do manto (e.g. Barbarin, 1990; 1999; Pitcher, 1993; Pearce *et al.*, 1984; Pearce, 1996; Frost *et al.*, 2001; Vigneresse, 2004; Bonin, 2007; Liu *et al.*, 2018).

Os granitos são foco de constantes controvérsias entre os petrólogos, isto provavelmente devido à sua inerente diversidade e associação com amplo espectro de processos geológicos. O magmatismo granítico apresenta-se intimamente associado com a evolução geotectônica e a geodinâmica dos cinturões orogênicos (e.g. Bonin, 2007; Hopkinson *et al.*, 2017).

A Província Borborema (PB), localizada no Nordeste Oriental do Brasil, tem área de ~380.000 km<sup>2</sup>, é caracterizada pelo grande volume e diversidade de magmatismos, particularmente o granítico, que é bem distribuído nesta província e correspondem a cerca de 30% de sua área aflorante (e.g. Brito Neves *et al.*, 2003; Sial & Ferreira, 2016; Guimarães *et al.*, 2017). O magmatismo granítico na PB constitui um marcador tectônico importante para a sua história geológica criogeniana/ediacarana desta importante província (e.g. Sial & Ferreira, 2016; Guimarães *et al.*, 2017).

A PB é constituída por três subprovíncias (Norte, Central e Sul - Van Schmus *et al.*, 1995; Brito Neves *et al.*, 2000; Neves, 2003), as quais são limitadas por importantes zonas de cisalhamento (Guimarães *et al.*, 2017). A zona de cisalhamento de Pernambuco separa as subprovíncias Central e Sul, sendo que esta última compreende o Domínio Pernambuco-Alagoas, na porção norte, e os orógenos Sergipano e Riacho do Pontal, ao norte do Cráton do São Francisco (Neves, 2015). O Sistema Orogênico Sergipano (ou Domínio Sergipano como foi anteriormente nomeado) localiza-se na porção meridional da PB e tem volume considerável de granitos (Humphrey & Allard, 1967, 1969; Oliveira *et al.*, 2015; Conceição *et al.*, 2016) (Figura 1).

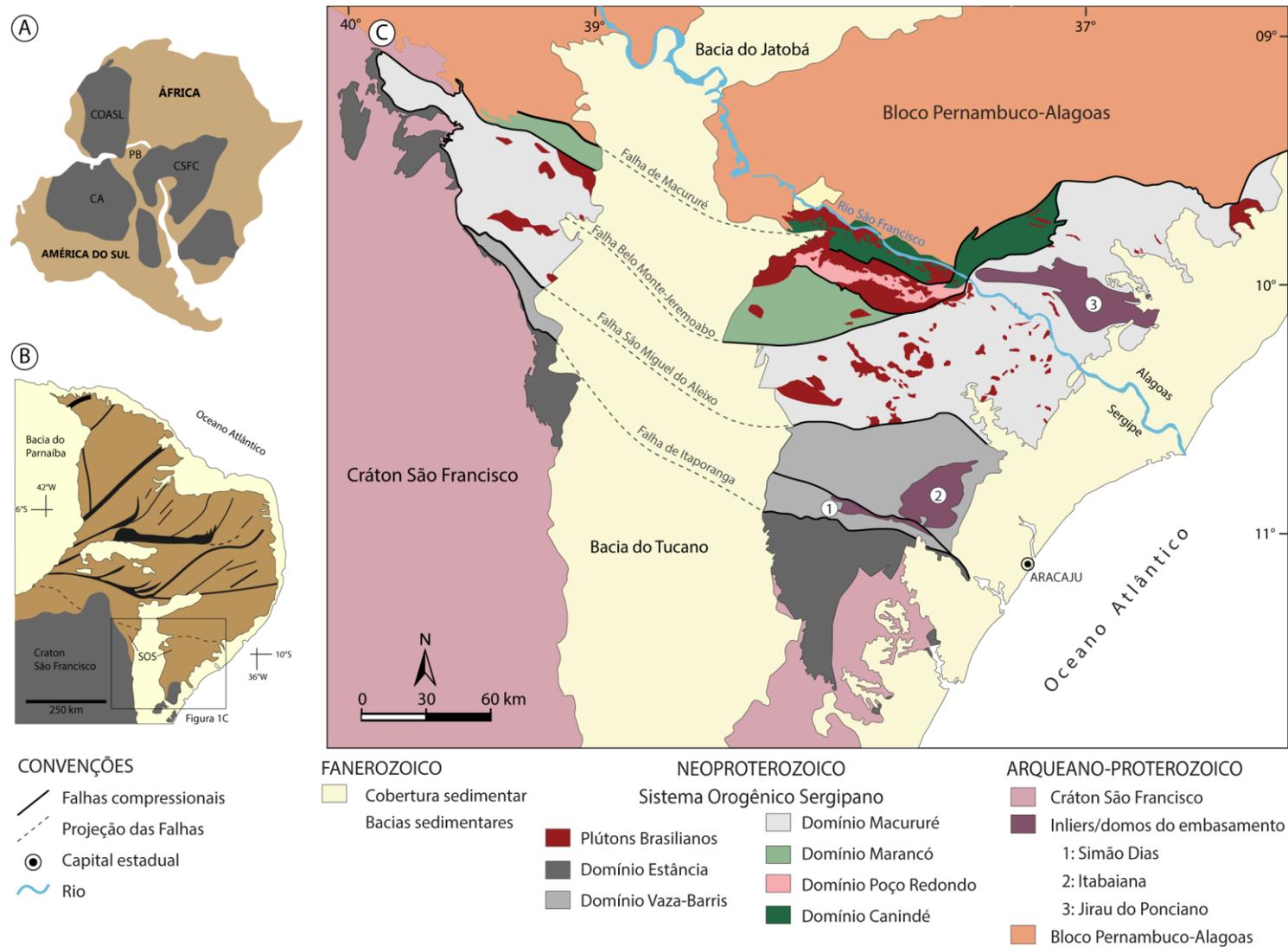


Figura 1. Contexto geológico regional. (A) Reconstrução pré-drifte mostrando a localização da Província Borborema (PB) e dos crátons Amazônico (CA), Oeste África-São Luís (COASL) e São Francisco-Congo (CSFC). (B) Esboço da Província Borborema com destaque para a localização do SOS no setor sul (Van Schmus *et al.*, 1995). (C) Esquema geológico do Sistema Orogênico Sergipano compilado por Pinho Neto (2018).

As pesquisas desenvolvidas no Sistema Orogênico Sergipano durante as décadas de 1980 e 1990 (e.g. Santos *et al.*, 1988; Davison & Santos, 1989; Santos *et al.*, 1998; D’el Rey-Silva, 1999) permitiram dividi-lo em vários domínios geológicos (Estância, Vaza-Barris, Macururé, Marancó, Poço Redondo e Canindé) e o magmatismo granítico é presente nos subdomínios central e norte (Macururé, Marancó, Poço Redondo e Canindé), mas este estudo foca no magmatismo leucogranítico do Domínio Macururé (DM).

O magmatismo leucogranítico é um tema bastante recorrente na literatura internacional, onde sua gênese tem sido interpretada por diversos autores como produto de fusão crustal (e.g. Lameyre, 1966; Sylvester, 1998; Patiño Douce, 1999). Nesse contexto, os leucogranitos himalaianos são típicos representantes de granitos gerados por fusão de sedimentos, e ao longo dos anos receberam atenção de pesquisadores devido serem rochas associadas à uma tectônica colisional continente-continente (e.g. Le Fort *et al.*, 1987; White & Chappell, 1988; Islam *et al.*, 2005; Guo & Wilson, 2012; Hu *et al.*, 2018; Zhang *et al.*, 2019). Esse magmatismo leucogranítico é importante, pois pode nos auxiliar a compreender a evolução da crosta continental cicatrizando colisões entre continentes.

Esse magmatismo leucogranítico é comparável aos granitos Tipo-S proposto inicialmente por Chappell & White (1974), em estudos nos granitos da Austrália no Cinturão de Dobramentos Lachlan. As rochas desse cinturão puderam ser classificadas como granitos do Tipo-I de origem ígnea e fusão mantélica, e granitos do Tipo-S como de origem sedimentar e fusão crustal. Os granitos do Tipo-S são rochas peraluminosas, com abundância de muscovita e biotita, e podendo ocorrer granada e cordierita nos xenólitos (Chappell & White, 2001).

O DM é tido pela literatura como portador de volume importante de corpos leucograníticos (Bueno *et al.*, 2009; Oliveira *et al.*, 2015, 2017; Conceição *et al.*, 2016). Todavia, os estudos em desenvolvimento no SOS pelo LAPA-UFS têm demonstrado que o volume e o significado deste magmatismo não é tão simples assim (Borges, 2014; Conceição, 2014; Lisboa, 2014; Melo, 2014; Oliveira, 2014; Silva, 2014; Teles, 2015; Mendonça, 2016; Pereira, 2016; Oliveira, 2017; Cruz, 2018). Ante a estes fatos, optou-se por abordar a temática “Leucogranitos” nesta tese, a fim de contribuir com o entendimento da evolução desse magmatismo. Na descrição desses plútons, observou-se que os leucogranitos apresentam características semelhantes referentes as: relações com as rochas encaixantes, mineralogia, composição modal, textura e composições químicas (Figura 2).

A motivação desse trabalho começou em 2009, quando fui convidada pelos professores Maria de Lourdes Rosa e Herbet Conceição para participar do Grupo de Pesquisa Laboratório de Petrologia Aplicada à Pesquisa Mineral (LAPA-UFS), onde tive a oportunidade de estudar rochas graníticas no contexto do Projeto Granitogênese do Sistema Orogênico Sergipano. Naquela época, a escassez de dados em relação ao magmatismo do SOS despertou grande interesse dos pesquisadores e de certa forma o meu também. Iniciei minhas atividades de iniciação científica participando do mapeamento do *Stock* Glória Sul e os resultados obtidos com alguns dados de petrografia e geoquímica constituiu o meu Trabalho de Conclusão de Curso.

No período de 2012-2013, desenvolvi a pesquisa de mestrado dando continuidade ao estudo do *Stock* Glória Sul (Conceição, 2014). No mestrado ampliou-se os estudos de campo e petrográficos e obteve-se mais dados de geoquímica de rocha total. Ao final do mestrado várias questões importantes foram levantadas sobre o magmatismo leucogranítico no DM: como se deu a evolução desse magmatismo em comparação aos demais corpos graníticos com composições diferentes? Houve alguma interação entre esses magmas durante a ascensão desse magmatismo? E em relação a Orogênese Brasileira no SOS, como esse magmatismo se posiciona no tempo?

A partir desses questionamentos, teceu-se o principal o objetivo dessa pesquisa, que foi de contribuir para um melhor entendimento do magmatismo leucogranítico que ocorre no DM do SOS. Ao fim deste estudo pretende-se:

- Integrar os dados disponíveis até então sobre os leucogranitos do DM;
- Melhor caracterizar os leucogranitos do *Stock* Glória Sul sob os pontos de vista petrográfico e geoquímico;
- Inferir se a fonte do magma responsável pelo *Stock* Glória Sul resultou de fusão crustal unicamente ou houve contribuição de outras fontes?
- Determinar a idade de cristalização do *Stock* Glória Sul e compará-la com os dados existentes sobre leucogranitos no DM.

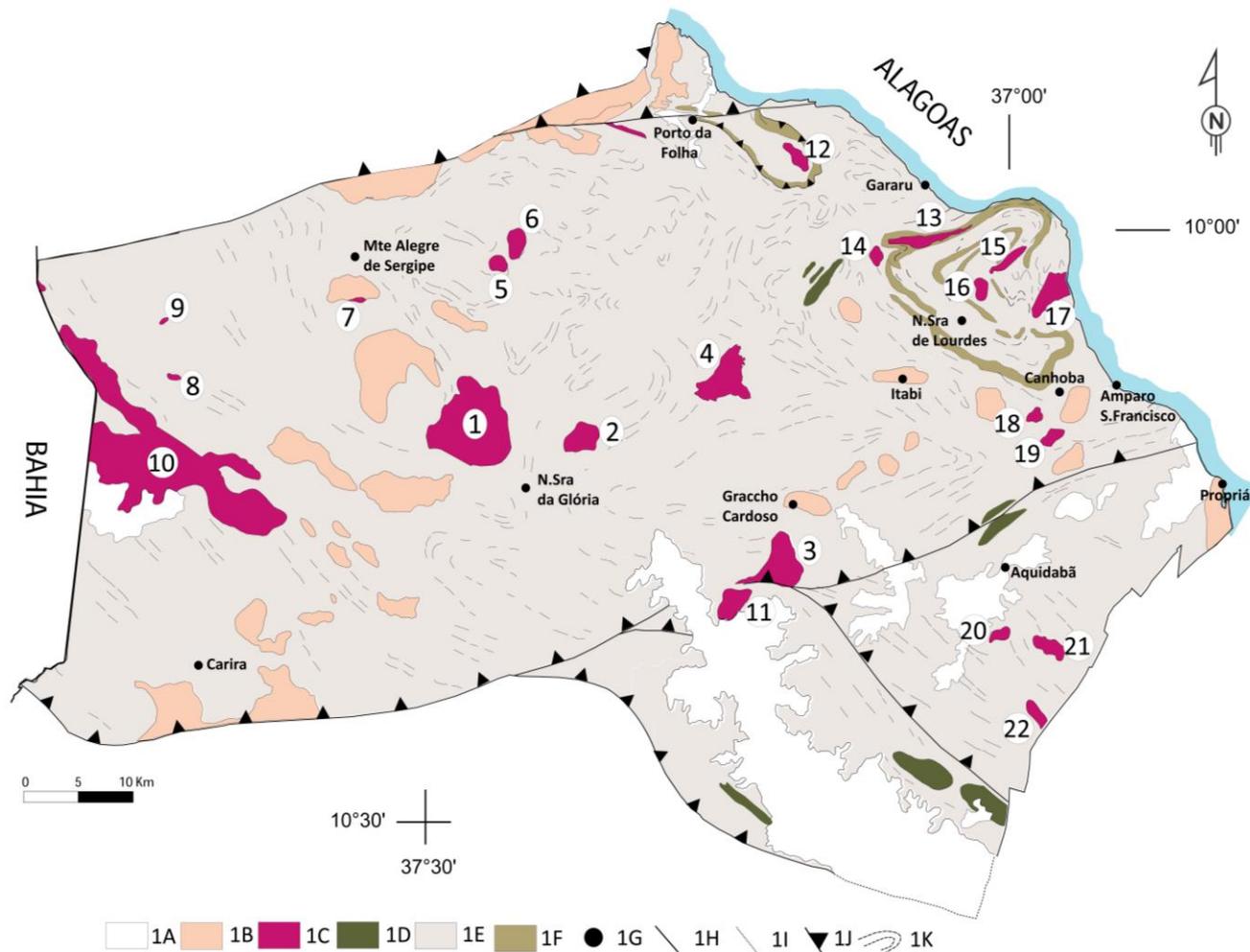


Figura 2. Esquema geológico da região estudada correspondente aos corpos leucograníticos do Domínio Macururé. 1A: coberturas terrígenas, 1B: monzonitos/granodioritos, 1C: leucogranitos, 1D: corpos máficos/ultramáficos, 1E: metassedimentos do Domínio Macururé, 1F: quartzitos, 1G: municípios, 1H: contatos definidos, 1I: contato gradacional, 1J: falha contraccional, 1K: lineamento. Plútons: [1] Glória Sul, [2] Santa Bárbara, [3] Lagoa de Dentro, [4] Várzea Nova, [5] Lajeado, [6] Pajeú, [7] Monte Alegre, [8] Cachoeira, [9] Maravilha, [10] Santa Helena, [11] Tanque Novo, [12] Serra das Intãs, [13] Angico, [14] Lajes, [15] Pedra Furada, [16] Lagoas, [17] Areias, [18] Canhoba, [19] Gravatá, [20] Pau D'Arco, [21] Cajueiro, [22] Muribeca.

A área de ocorrência dos leucogranitos estudados está delimitada pelas coordenadas geográficas  $10^{\circ}02'14''$ - $10^{\circ}31'18''$ S e  $37^{\circ}01'7''$ - $37^{\circ}49'24''$ W no Estado de Sergipe, limitando-se geograficamente a oeste com o Estado da Bahia, a norte com os domínios Poço Redondo e Marancó, a leste com os sedimentos da Sub-bacia de Sergipe, e a sul com o Domínio Vaza-Barris, perfazendo uma área total de aproximadamente 3000 km<sup>2</sup>. Alguns corpos estudados encontram-se nos arredores de alguns municípios sergipanos, tais como Nossa Senhora da Glória, Porto da Folha, Graccho Cardoso, Canhoba.

O foco principal do estudo, *Stock* Glória Sul, encontra-se nas proximidades da cidade de Nossa Senhora da Glória. O acesso até esse ponto pode ser realizado por dois trajetos distintos: primeiro partindo da capital Aracaju através da BR-235 até a cidade de Itabaiana, posteriormente seguindo em direção ao município de Ribeirópolis pela SE-175, chegando a cidade de Nossa Senhora da Glória. Outra possibilidade de trajeto é seguir pela BR-101, em direção a cidade de Muribeca, posteriormente seguindo em direção a Aquidabã pela SE-220, chegando até o município de Graccho Cardoso (Figura 3).

Na elaboração desta tese seguiu-se o modelo proposto pelo Curso de Pós-Graduação em Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia, a tese na forma de artigos. O primeiro artigo científico foi publicado no *Brazilian Journal of Geology* (Qualis CAPES nível B1), volume 46 em março de 2016, e intitulado *Sienogranitos leucocráticos do Domínio Macururé, Sistema Orogênico Sergipano, Nordeste do Brasil: Stock Glória Sul*. O segundo artigo científico apresenta-se como minuta, intitulado *Idade do Magmatismo Leucogranítico na porção central do Domínio Macururé, Sistema Orogênico Sergipano: Stock Glória Sul*, que será submetido ao Anuário do Instituto de Geociências (Qualis CAPES nível B1), da Universidade Federal do Rio de Janeiro.



Figura 3. Mapa de localização e acessos à área de estudo, modificado da SEMARH 2016. A área em amarelo representa aproximadamente a porção em que se localizam os plútons estudados.

## Referências

- Barbarin, B. 1990. Granitoids: main petrogenetic classifications in relation to origin and tectonic setting. *Lithos*, 25:227-238.
- Barbarin, B. 1999. A review of the relationships between granitoid types, their origins and their geodynamic environments. *Lithos*, 46:605-626.
- Bonin, B. 2007. A-type granites and related rocks: Evolution of a concept, problems and prospects. *Lithos*, 97:1-29.
- Borges, T.E.S. 2014. *Aspectos Geológicos e Petrográficos do Stock Holomonzogranito Pedra Furada, Sistema Orogênico Sergipano*. Trabalho de Conclusão de Curso, Departamento de Geologia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 58p.
- Brito Neves, B.B.; Santos, E.J. & Van Schmus, W.R. 2000. Tectonic history of the Borborema province. In: CORDANI, U.G.; MILANI, E.J.; THOMAZ FILHO, A. & CAMPOS D.A. (eds.) *Tectonic Evolution of South America*. 31 International Geological Congress, Rio de Janeiro, p. 151-182.
- 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 de Geociências - USP, Série Científica*, 3:25-38.
- Bueno, J.F.; Oliveira, E.P.; McNaughton, N.J. & Laux, J.H. 2009. U-Pb dating of granites in the Neoproterozoic Sergipano Belt, NE-Brazil: Implications for the timing and duration of continental collision and extrusion tectonics in the Borborema Province. *Gondwana Research*, 15(1):86-97.
- Chappell, B.W. & White, A.J.R. 1974. Two contrasting granite types. *Pacific Geology*, 8:173-174.
- Chappell, B.W. & White, A.J.R. Two contrasting granite types: 25 years later. 2001. *Australian Journal of Earth Sciences*, 48:489-499.
- Conceição, J.A. 2014. *Petrologia do Stock Granítico Glória Sul, Faixa Sergipana, setor sul da Província Borborema*. Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias, Universidade Federal de Sergipe, Dissertação de Mestrado, 123p.
- 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.
- Cruz, J.W.S. 2018. *Caracterização petrográfica, mineraloquímica e geoquímica do Stock Granítico Itabi, Sistema Orogênico Sergipano*. Trabalho de Conclusão de Curso, Departamento de Geologia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 151p
- Davison, I. & Santos, R.A. 1989. Tectonic Evolution of the Sergipano Fold Belt, NE Brazil, during the Brasiliano Orogeny. *Precambrian Research*, 45:319-342.
- D'el-Rey-Silva, L.J.H. 1999. Basin infilling in the southern-central part of the Sergipano Belt (NE Brazil) and implications for the evolution of Pan-African/Brasiliano cratons and Neoproterozoic sedimentary cover. *Journal of South American Earth Sciences*, 12:453-470.
- 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 Geology*, 42(11):2033-2048.

- Guimarães, I.P.; Silva Filho, A.F. & Armstrong, R. 2017. Origin and age of coeval gabbros and leucogranites in the northern subprovince of the Borborema Province, NE Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 76:71-93.
- Guo, Z. & Wilson, M. 2012. The Himalayan leucogranites: constraints on the nature of their crustal source region and geodynamic setting. *Gondwana Research*, 22:360-376.
- Hopkinson, T.N.; Harris, N.B.W.; Warren, C.J.; Spencer, C.J.; Roberts, N.M.W.; Horstwood, M.S.A.; Parrish, R.R. & EIMF. 2017. The identification and significance of pure sediment-derived granites. *Earth and Planetary Science Letters*, 467:57-63
- Hu, G.; Zeng, L.; Gao, L.E.; Liu, Q.; Chen, H. & Guo, Y. 2018. Diverse magma sources for the Himalayan leucogranites: Evidence from B-Sr-Nd isotopes. *Lithos*, 314-315:88-99.
- Humphrey, F.L. & Allard, G.O. 1967. O geossinclinal de Propriá - Província tectônica do pré-cambriano posterior, recém descoberta no escudo brasileiro. *Boletim Técnico da Petrobrás*, 10(3/4):409-430.
- Humphrey, F.L. & Allard, G.O. 1969. Geologia da área do Domo de Itabaiana (Sergipe) e sua relação com a geologia do geossinclinal de Propriá: um elemento tectônico recém-reconhecido no escudo brasileiro. Rio de Janeiro: PETROBRÁS/CENPES, Divisão de Documentação Técnica e Patentes, 160p.
- Islam, R.; Ahmad, T. & Khanna, P.P. 2005. An overview on the granitoids of the NW Himalaya. *Himalayan Geology*, 26(1):49-60.
- Lameyre, J. 1966. *Leucogranites et muscovitisation dans le Massif Central Français*. Annales de la Faculté des Sciences de l'Université de Clermont, Clermont-Ferrand, 264p.
- Le Fort, P.; Cuney, M.; Deniel, C.; France-Lanord, C.; Sheppard, S.M.F.; Upreti, B.N. & Vidal, P. 1987. Crustal generation of the Himalayan leucogranites. *Tectonophysics*, 134:39-57.
- Lisboa, V.A.C. 2014. *Petrologia e Geocronologia do Maciço Glória Norte, Faixa de Dobramentos Sergipana, NE do Brasil*. Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias, Universidade Federal de Sergipe, Dissertação de Mestrado, 140p.
- Liu, X.; Li, X.; Liu, Y.; Yang, L.; Li, Q.; Wu, F.; Yu, H. & Huang, F. 2018. Insights into the origin of purely sediment-derived Himalayan leucogranites: Si-O isotopic constraints. *Science Bulletin*, 63: 1243-1245.
- Melo, J.P.P. 2014. *Aspectos Geológicos e Petrográficos do Stock Granítico Angico, Sistema Orogênico Sergipano*. Departamento de Geologia, Universidade Federal de Sergipe, Trabalho de Conclusão de Curso, 65p.
- Mendonça, L.H. 2016. *Contribuição a Petrologia de Stocks graníticos dos municípios de Canhoba e Aquidabã, NE Sergipano*. Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias, Universidade Federal de Sergipe, Dissertação de Mestrado, 88p
- Moura Neto, W. 2014. *Caracterização Geológica e Petrográfica do Stock Várzea Nova, Domínio Macururé, Sistema Orogênico Sergipano*. Departamento de Geologia, Universidade Federal de Sergipe, Trabalho de Conclusão de Curso, 56p.
- Neves, S.P. 2003. Proterozoic history of the Borborema Province (NE Brazil): correlations with neighboring cratons and Pan-African belts, and implications for the evolution of western Gondwana. *Tectonics*, 22(4), 1031.
- Neves, S.P. 2015. Constraints from zircon geochronology on the tectonic evolution of the Borborema Province (NE Brazil): Widespread intracontinental Neoproterozoic reworking of a Paleoproterozoic accretionary orogen. *Journal of South American Earth Sciences*, 58:150-164.

- Oliveira, A.C.S. 2014. *Petrogênese do Stock Granítico Monte Alegre, nordeste do Domínio Macururé, Faixa Sergipana*. Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias, Universidade Federal de Sergipe, Dissertação de Mestrado, 130p.
- Oliveira, E.P.; Bueno, J.F.; McNaughton, N.J.; Silva Filho, A.F.; Nascimento, R.S. & Donatti-Filho, J.P. 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.
- Oliveira, E.P.; Windley, Brian, F.; McNaughton, Neal J.; Bueno J.F.; Nascimento R.S.; Carvalho, M.J. & Araújo, M.N.C. 2017. The Sergipano Belt. In: HEILBRON, M.; CORDANI, U.G.; ALKIMIM, F.F. (Eds.). *São Francisco Craton, Eastern Brazil*. 1ed. Zurich: Springer, p. 241-254.
- Oliveira, J.L.J. 2017. *Mineralogia do Batólito Santa Helena, Domínio Macururé, Sistema Orogênico Sergipano*. Departamento de Geologia, Universidade Federal de Sergipe, Trabalho de Conclusão de Curso, 73p.
- Patiño Douce, A.E. 1999. What experiments tell us about the relative contributions of crust and mantle to the origin of granitic magmas? In: CASTRO, A.; FERNANDEZ, C. & VIGNERESSE, J.L. (eds.). *Understanding Granites: Integrating New and Classical Techniques*. Geological Society of London, Special Publication, 168:55-75.
- Pearce, J.A. 1996. Sources and settings of granitic rocks. *Episodes*, 19:120-125.
- Pearce, J.A.; Harris, N.B.W. & Tindle, A.G. 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology*, 25:956-983.
- Pereira, F.S. 2016. *Petrografia, Química Mineral e Geoquímica do Stock leucogranítico Lagoa de Dentro, Domínio Macururé, Sistema Orogênico Sergipano*. Departamento de Geologia, Universidade Federal de Sergipe, Trabalho de Conclusão de Curso, 123p.
- Pinho Neto, M.A. 2018. *Petrologia do Batólito Sítios Novos, Domínio Poço Redondo, Sistema Orogênico Sergipano*. Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias, Universidade Federal de Sergipe, Dissertação de Mestrado, 228p.
- Pitcher, W.S. 1993. *The nature and origin of granite*. Chapman & Hall, 321p.
- Santos, R.A.; Filho, N.R.M. & Souza J.D. 1988. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: carta geológica, carta metalogenética/previsional - (Folha SC.24-Z-A-III Carira) Estados de Sergipe e Bahia. DNPM/CPRM, 124p.
- Santos, R.A.; Martins, A.A.M.; Neves, J.P. & Leal, R.A. 1998. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: Geologia e recursos minerais do Estado de Sergipe. Texto explicativo do Mapa Geológico do Estado de Sergipe, Brasília: CPRM/DIEDIG/DEPAT, CODISE, 156p.
- SEMARH. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. 2016. Atlas digital sobre Recursos Hídricos de Sergipe. Aracaju.
- Silva, C.C. 2014. *Petrologia e geocronologia do Stock Granodiorítico Lagoa do Roçado, Domínio Macururé, Faixa Sergipana-SE*. Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias, Universidade Federal de Sergipe, Dissertação de Mestrado, 76p
- Sial, A.N. & Ferreira, V.P. 2016. Magma associations in Ediacaran granitoids of the Cachoeirinha-Salgueiro and Alto Pajeú terranes, northeastern Brazil: Forty years of studies. *Journal of South American Earth Sciences*, 68:113-133.
- Sylvester, P.J. 1998. Post-collisional strongly peraluminous granites. *Lithos*, 45:29-44.

Teles, D.S. 2015. *Contribuição a Petrografia e Geoquímica do Stock Serra das Intãs, Sistema Orogênico Sergipano, NE Brasil*. Departamento de Geologia, Universidade Federal de Sergipe, Trabalho de Conclusão de Curso, 65p.

Van Schmus, W.R., Brito Neves, B.B., Harckspacher, P., Babinsky, M. 1995. U/Pb and Sm/Nd geochronologic studies of the eastern Borborema Province, Northeastern Brazil: initial conclusions. *Journal of South American Earth Sciences*, 8: 267-288.

Vigneresse, J.L. 2004. A new paradigm for granite generation. *Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 95(1):11-22.

Zhang, L-X.; Wanga, Q.; Zhua, D.-C.; Li, S-M.; Zhao, Z-D.; Zhang, L-L.; Chen, Y.; Liu, S-A.; Zhen, Y-C.; Wanga, R. & Liao, Z-L. 2019. Generation of leucogranites via fractional crystallization: A case from the Late Triassic Luoza batholith in the Lhasa Terrane, southern Tibet. *Gondwana Research*, 66: 63-76

White, A.J.R. & Chappell, B.W. 1988. Some supracrustal (S-type) granites of the Lachlan Fold Belt. *Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society Edinburgh*, 79:169-181.

► DOI: 10.1590/2317-4889201620150044

ARTIGO

# Sienogranitos leucocráticos do Domínio Macururé, Sistema Orogênico Sergipano, Nordeste do Brasil: Stock Glória Sul

*Leucocratic syenogranites the Macururé Domain, Sergipano Orogenic System, Northeastern Brazil: Glória Sul Stock*

Joane Almeida da Conceição<sup>1\*</sup>,  
Maria de Lourdes da Silva Rosa<sup>2</sup>, Herbet Conceição<sup>1,2</sup>

**RESUMO:** O *Stock* Glória Sul (SGS) (41 km<sup>2</sup>) é arredondado e intrusivo na parte central do Domínio Macururé, no Sistema Orogênico Sergipano (SOS). Internamente o *Stock* é formado por vários tipos de sienogranitos leucocráticos (biotita sienogranito, sienogranito com muscovita e biotita e muscovita sienogranito). Os biotita sienogranitos apresentam abundância de enclaves máficos microgranulares que correspondem a sienitos e são ocasionais nos sienogranitos com muscovita e biotita. Os sienogranitos são metaluminosos, com termos mais evoluídos peraluminosos, posicionando-se no campo dos granitos do tipo I e exibem assinatura geoquímica cálcio-alcálico de alto K<sub>2</sub>O. Os enclaves sieníticos são metaluminosos e exibem assinatura shoshonítica. Os dados geoquímicos sugerem que as diferentes rochas presentes no SGS podem ser explicadas como produto da mistura entre um magma fortemente diferenciado e peraluminoso (≈ 73% SiO<sub>2</sub>) com outro máfico shoshonítico (≈ 56% SiO<sub>2</sub>), representado pelos enclaves. Os valores dos elementos traços são mais elevados nos enclaves do que nos granitos, tais como Ba (1.179 – 319 ppm), Rb (351 – 55,3 ppm), Y (16,7 – 1,6 ppm). Os padrões de elementos terras raras mostram variação de Σ38,58 – 299,21 ppm, La<sub>N</sub>/Yb<sub>N</sub> 12,57 – 137,22 e Eu/Eu\* 0,72 – 1,94. O SGS, ante aos resultados obtidos neste estudo, evidencia que a granitogênese no Domínio Macururé (DM) é complexa e que os sienogranitos leucocráticos que ocorrem bem distribuídos nesse domínio são pós-tectônicos e representam o produto de interação entre magmas riolíticos peraluminosos com magmas mantélicos shoshoníticos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Granitos; Geoquímica; Petrologia; Sergipe.

**ABSTRACT:** The Glória Sul Stock (SGS) (41 km<sup>2</sup>) is a round-shaped pluton, which intrudes the metasediments of the central area of the Macururé Domain, in the Sergipano Orogenic System (SOS). The stock encompasses a number of leucocratic syenogranites, including biotite syenogranite, muscovite-biotite bearing syenogranite and muscovite syenogranite. Mafic microgranular enclaves with syenitic composition are abundant in the biotite syenogranites but very rare in the muscovite-biotite bearing syenogranites. The syenogranites are predominantly metaluminous although the more evolved rocks show a peraluminous character. They can be classified as I-type and high-K calc-alkaline rocks. The syenitic enclaves are metaluminous and show shoshonitic geochemical characteristics. Geochemical modeling suggests that petrological diversity may be explained by considering mixing between peraluminous magma with ca. 73% SiO<sub>2</sub> and a mafic shoshonitic magma with ca. 56% SiO<sub>2</sub>. Trace elements contents (Ba = 1,179 – 319 ppm; Rb = 351 – 55.3 ppm; Y = 16.7 – 1.6 ppm) are higher in the enclaves than in the granites. REE contents range from 38.58 – 299.21 ppm; La<sub>N</sub>/Yb<sub>N</sub> = 12.57 – 137.22 and Eu/Eu\* = 0.72 – 1.94. The present data indicates that granitogenesis in the Macururé Domain (DM) is complex as well as that the widespread leucocratic syenogranites are post-tectonic, having been generated through interaction between peraluminous rhyolitic magmas and mantellic shoshonitic magmas.

**KEYWORDS:** Granites; Geochemistry; Petrology; Sergipe State.

## INTRODUÇÃO

A variedade de granitos no Domínio Macururé (DM), no Estado de Sergipe, foi descrita por Humphrey e Allard (1969) ao identificarem a presença de corpos de natureza granítica, granodiorítica, monzonítica e diorítica nesses terrenos, os quais foram reunidos sob a terminologia de granitos do Tipo Glória. Posteriormente, na década de 1970, durante a elaboração de projeto de cartografia geológica básica, responsável pelo primeiro mapa geológico de Sergipe (Silva Filho *et al.* 1979), a terminologia de granitos Tipo Glória foi mantida para os novos corpos cartografados nesse domínio.

Os granitos do DM voltam a ser objeto de estudos na década de 1980, durante a confecção do mapa geológico da Folha Carira (Santos *et al.* 1988), quando foram obtidos seus primeiros dados geoquímicos e eles passaram a ser considerados como intrusões tardias a posteriores a colisão responsável pela estruturação do Sistema Orogênico Sergipano (SOS). Posteriormente, Fujimori (1989) fornece novos dados geoquímicos para granitos nas partes leste e central do Domínio Macururé, e Chaves (1991), para corpos nas partes central e oeste desse mesmo domínio.

Os trabalhos de Long *et al.* (2005), Silva Filho *et al.* (1997, 2013), Bueno *et al.* (2009), Oliveira (2014), Lisboa (2014), Silva (2014) e Oliveira *et al.* (2010, 2015) forneceram volume importante de dados petrográficos e geoquímicos da granitogênese do DM, confirmando a variedade de tipos petrográficos, identificando a dominância da afinidade cálcio-alcalina desse magmatismo e estabelecendo que esse plutonismo perdurou por cerca de 58 Ma (628 a 570 Ma).

Estudos recentes, petrológicos e de detalhe, em intrusões graníticas no DM (e.g. Oliveira 2014; Lisboa 2014; Silva 2014; Santos 2014) têm revelado que a maioria desses corpos não é homogênea tanto sob o ponto de vista petrográfico como geoquímico, assim como em suas afinidades geoquímicas, traduzindo uma evolução complexa, envolvendo a coexistência de vários magmas, quando da formação dessas intrusões. Este trabalho objetivou apresentar e discutir os resultados obtidos do estudo realizado no *Stock Glória Sul* (SGS), que constitui, devido as suas dimensões e diversidade faciológica, o corpo mais importante de natureza sienogranítica leucocrática dentre os granitos do Tipo Glória no DM.

## GEOLOGIA REGIONAL

O SOS, também nomeado como Faixa Sergipana ou Faixa de Dobramentos Sergipana, é o resultado da colisão

neoproterozoica entre o Maciço Pernambuco-Alagoas, ao norte, e o Cráton do São Francisco, ao sul (Santos *et al.* 1998), e cujo clímax situa-se entre 590 e 570 Ma (Bueno *et al.* 2009; Oliveira *et al.* 2010).

O SOS foi inicialmente interpretado como: geossinclinal (Humphrey e Allard 1969; Silva Filho *et al.* 1979); resultante de colagem de domínios geológicos (Santos *et al.* 1988; Davison e Santos 1989); e, posteriormente, como um sistema colisional (D'el-Rey Silva 1999; Oliveira *et al.* 2006).

A compartimentação dos terrenos do SOS em domínios proposta por Davison e Santos (1989), cujos limites são feitos por zonas de cisalhamentos (Fig. 1), tem sido bem-aceita pelos pesquisadores que estudaram essa região (e.g. Santos *et al.* 1998; D'el-Rey Silva 1999; Oliveira *et al.* 2010). As estruturas nesses terrenos evidenciam transporte de massa de nordeste para sudoeste, colocando parte deles sobre o Cráton do São Francisco (Jardim de Sá *et al.* 1986). De norte para sul os domínios do SOS são nomeados de: Canindé, Poço Redondo, Marancó, Macururé, Vaza-Barris e Estância (Fig. 1). Dois deles, Vaza-Barris e Estância, essencialmente sedimentares, localizados no sudoeste de Sergipe (Fig. 1), não apresentam plutonismo e as condições metamórficas são de muito baixo grau. Os outros domínios contêm diversidade de granitos e as condições metamórficas atingem fácies anfíbolito alto.

O DM, com área de aproximadamente 2.000 km<sup>2</sup>, constitui uma faixa com largura aproximada 55 km orientada SW-NE. Grande parte de seus terrenos é formada por metassedimentos (filitos, metarenitos, metagrauvascas, meta-ritmitos) com intercalações centimétricas de mármore, calciossilicáticas, itabiritos e rochas vulcânicas que foram submetidos localmente a condições da fácies hornblenda hornfels, particularmente nas vizinhanças das intrusões graníticas. Ele é formado por metassedimentos e interpretado como uma cunha turbidítica mesoproterozoica, com até 13 km de espessura (D'el-Rey Silva 1999).

O Domínio Marancó é uma sequência metassedimentar pelítica e psamítica, com estratos de andesitos e dacitos cálcio-alcalinos, com intercalações de basaltos, gabros e serpentinitos (Silva Filho *et al.* 1979; Oliveira *et al.* 2010) e com metamorfismo alcançando a fácies anfíbolito (Santos *et al.* 1998).

O Domínio Poço Redondo compõe-se de complexa associação de migmatitos com ortognaisses tonalíticos e granodioríticos e contém várias intrusões graníticas (Santos *et al.* 1988; Oliveira *et al.* 2006).

O Domínio Canindé é formado por rochas vulcanossedimentares com intercalações de metapelitos, grauvascas, meta-cherres, grafita xisto, calciossilicáticas, mármore, cortados por diques máficos e félsicos e gabros (Santos *et al.* 1998; Oliveira *et al.* 2006). O Complexo Gabróico Canindé, que

ocorre igualmente nesse domínio, é composto por olivina gabronoritos maciços e estratificados, leucograbro, anortosito, troctolitos com menor participação de gabros pegmatíticos, noritos e peridotitos.

### Granitogênese no Domínio Macururé

Esse domínio tem cerca de 60 intrusões de granitos (Fig. 2). A reunião de dados geológicos, petrográficos, geoquímicos e geocronológicos obtidos até o momento (e.g. Humphrey e Allard 1969; Silva Filho *et al.* 1979; Fujimori 1989; Gaston e Santos 1989; Chaves 1991; D'el-Rey Silva 1995; Silva Filho *et al.* 1997; Long *et al.* 2005; Bueno *et al.* 2009; Oliveira *et al.*, 2010, 2015; Conceição 2014; Lisboa 2014; Oliveira 2014; Silva 2014; Borges 2015; Melo 2015; Moura Neto 2015) permitiu identificar que existe

uma zonalidade na distribuição espacial dos tipos de granitos (Fig. 2). Nesse contexto, têm-se quatro conjuntos de plutonismos:

1. granodiorítico cálcio-alcálico de alto potássio;
2. monzonítico shoshonítico;
3. sienogranítico leucocrático cálcio-alcálico de alto potássio;
4. granítico cálcio-alcálico com textura rapakivi.

O plutonismo granodiorítico cálcio-alcálico de alto potássio é representado por cerca de 6 corpos (Fig. 2), com idades compreendidas entre  $618 \pm 4$  Ma e  $625 \pm 2$  Ma (Silva 2014; Long *et al.* 2005, respectivamente), que se localizam na parte oeste do DM e têm como corpos mais importantes Santa Helena, Coronel João Sá (no Estado da Bahia, Long *et al.* 2005) e o *Stock* Lagoa do Roçado (Silva 2014).

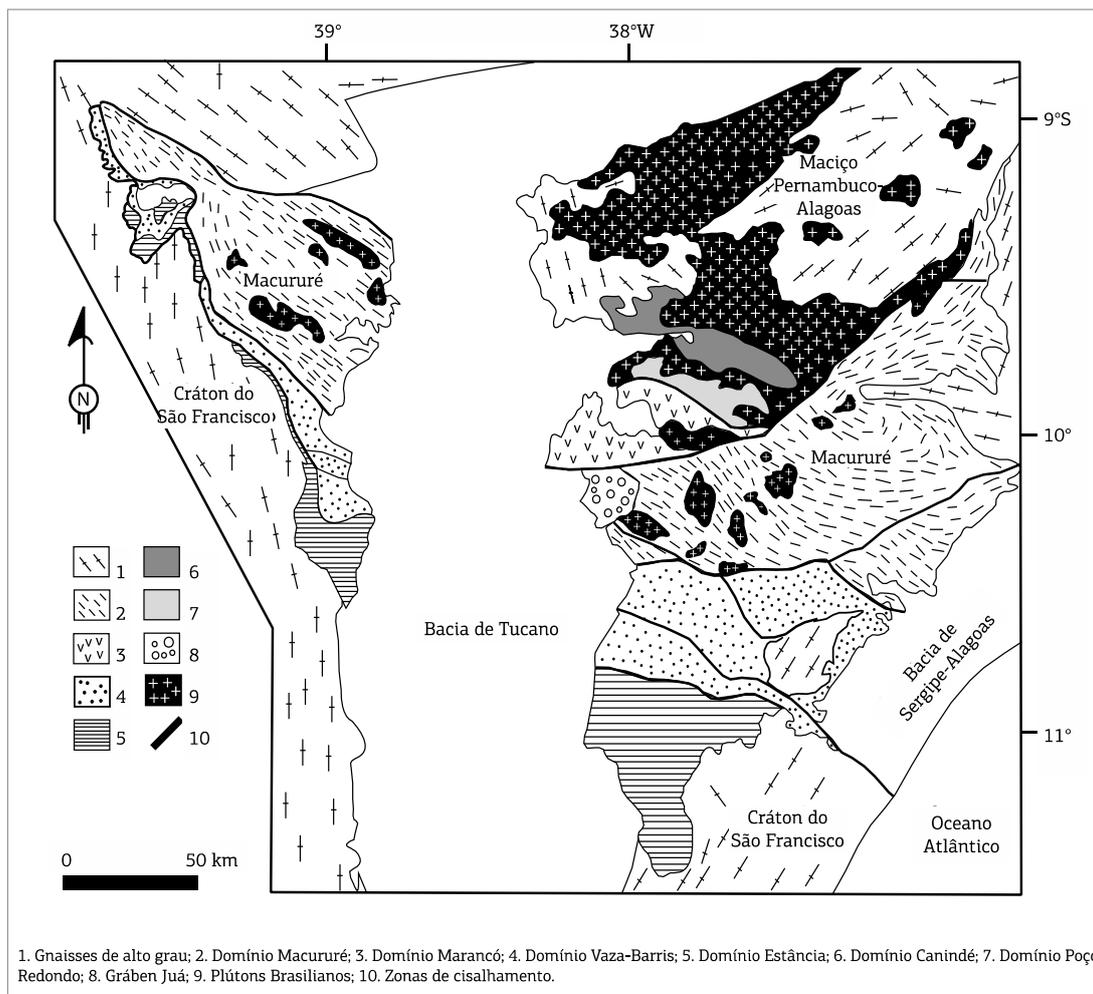


Figura 1. Esquema geológico do Sistema Orogênico Sergipano, mostrando os domínios descritos neste trabalho (Davison e Santos 1989).

### Sienogranitos no Sistema Orogênico Sergipano

O conjunto monzonítico shoshonítico reúne cerca de 11 *stocks* (Fig. 2) e tem como representante típico o *Stock* Monzonítico Glória Norte, com idade de  $588 \pm 5$  Ma (Lisboa 2014). Esses *Stocks* distribuem-se na parte centro-oeste do DM por uma faixa de 14 km de largura orientada NE-SW. Diferem das outras intrusões desse domínio por apresentarem riqueza em enclaves com afinidade shoshonítica-ultrapotássica e cumuláticos (flogopita diopsídio cumulato).

O grupo dos sienogranitos leucocráticos é cálcio-alcalino de alto potássio, contendo muscovita e muscovita e biotita, e representa o tipo mais abundante no DM

(Fig. 2). A idade desse magmatismo varia entre  $571 \pm 9$  Ma e  $584 \pm 10$  Ma (Bueno *et al.* 2009). Ele é representado por cerca de duas dezenas de *Stocks*, e as melhores exposições são os *Stocks* Glória Sul (objeto deste trabalho), Pedra Furada, Angico e Lagoas.

O plutonismo granítico cálcio-alcalino com textura rapakivi é representado pelos *Stocks* Propriá, Fazenda Alvorada e Amparo do São Francisco (Santos 2014) e a idade disponível é de  $643 \pm 72$  Ma (Brito Neves e Cordani 1973). Caracteriza-se tanto pela riqueza quanto pela abundância de enclaves e limita-se a ocorrer unicamente na parte leste do DM.

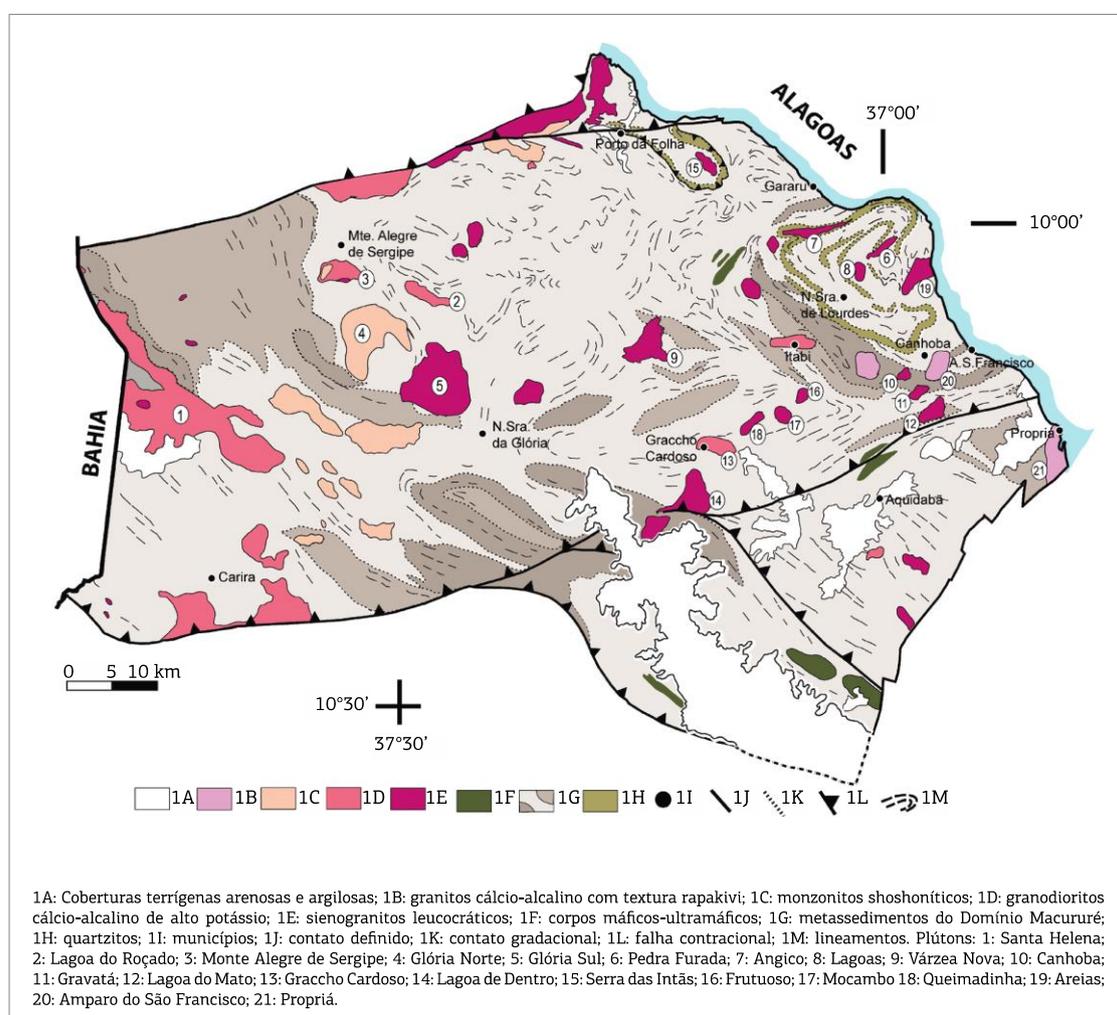


Figura 2. Esquema geológico do Domínio Macururé obtido a partir de Santos *et al.* (1997) acrescido das informações dos trabalhos de: Fujimori (1989), Chaves (1991), Long *et al.* (2005), Bueno *et al.* (2009), Conceição (2014), Silva (2014), Oliveira (2014), Lisboa (2014), Lisboa *et al.* (2014), Borges (2015), Oliveira *et al.* (2010, 2015), Melo (2015) e Moura Neto (2015).

## GEOLOGIA LOCAL

O SGS, com 41 km<sup>2</sup>, tem forma arredondada, sendo intrusivo em metassedimentos do DM (Fig. 3). O *Stock* apresenta uma idade Rb/Sr de  $630 \pm 73$  Ma (Brito Neves e Cordani 1973). Esse *Stock* tem bons afloramentos e vários deles ocorrem em pedreiras, o que facilitou a coleta de amostras e a observação das estruturas. Os contatos com os metassedimentos são bruscos, marcados pela abundância de xenólitos das encaixantes e por diques de granitos (< 2 m de espessura) que saem do *Stock* e adentram nas encaixantes. Ocasionalmente, têm-se nos granitos enclaves máficos microgranulares e surmicáceos.

A intrusão do SGS gera metamorfismo de contato nos metassedimentos encaixantes com a formação de hornfels. Esses são facilmente identificados pelo aumento da granulação dos cristais de muscovita, quartzo, granada e biotita, e os níveis calciossilicáticos deixam de ser afaníticos e passam a ter granulação grossa, com cristais de hornblenda, zoisita, oligoclásio, almandina, titanita e calcita (Conceição 2014). Nos metassedimentos a leste em contato com o *Stock* têm-se forte recristalização e formação de estruturas de mobilidade e abundância em diques de granitos com granada, sugerindo que tenha ocorrido fusão parcial (Fig. 4). Nessas rochas, a presença de oligoclásio-andesina (28 – 34% An) associada a granada, ortoclásio, muscovita, biotita e minerais opacos

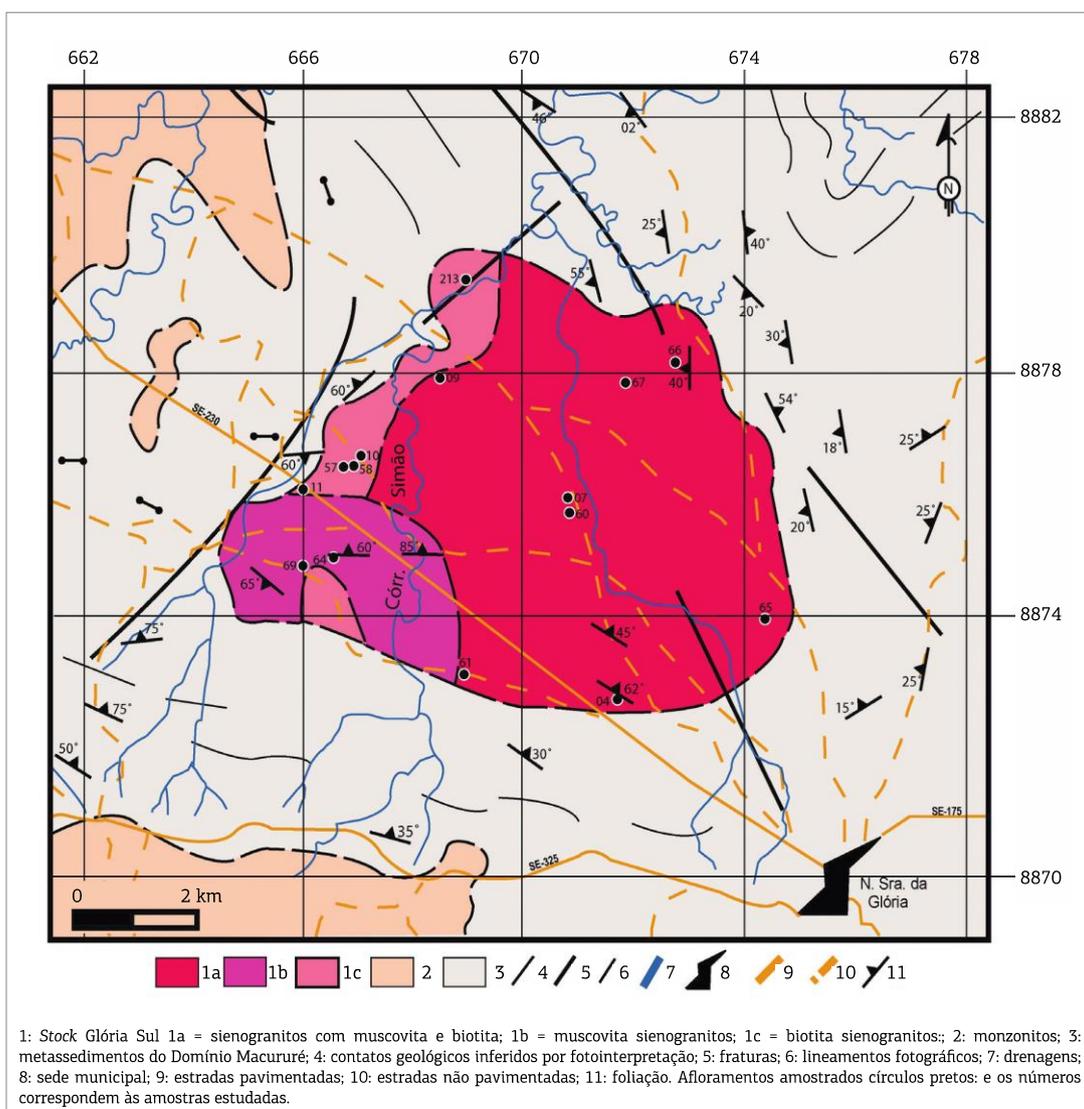


Figura 3. Mapa geológico simplificado do Stock Glória Sul.

## Sienogranitos no Sistema Orogênico Sergipano

indica que as condições metamórficas atingiram a fácies hornblenda hornfels (Conceição 2014).

Internamente no SGS identificou-se a presença de quatro tipos de granitos que foram nomeados segundo os critérios



Figura 4. Contato a leste do Stock. As rochas de coloração clara correspondem aos diques de biotita monzogranito com granada. Estruturas de mobilidade nos metassedimentos indicam fusão parcial (cor cinza).

da *International Union of Geological Sciences* (IUGS) (Le Maître *et al.* 2002) como: sienogranitos com muscovita, biotita e muscovita sienogranito; biotita sienogranito (Figs. 3 e 5). Na forma de diques tem-se biotita monzogranito com granada. Os contatos entre os tipos de granitos não foram identificados em campo e eles foram inferidos com base na disposição dos afloramentos visitados.

## PETROGRAFIA

A classificação modal das rochas foi feita baseando-se na contagem média de 2.500 pontos por lâmina delgada (Fig. 5).

Os sienogranitos com muscovita e biotita são hololeucocráticos, ocupam as regiões central e leste e são aqueles que apresentam maior área no SGS (Fig. 3). Caracterizam-se por exibir uma coloração clara, granulação média, textura equigranular, estrutura isotrópica e, ocasionalmente, anisotrópica devido à presença de fluxo magmático ou de zonas de cisalhamento. Uma feição comum a esse grupo de granitos é a abundância de enclaves surmicáceos e, ocasionalmente, enclaves máficos microgranulares, os quais mostram-se orientados segundo

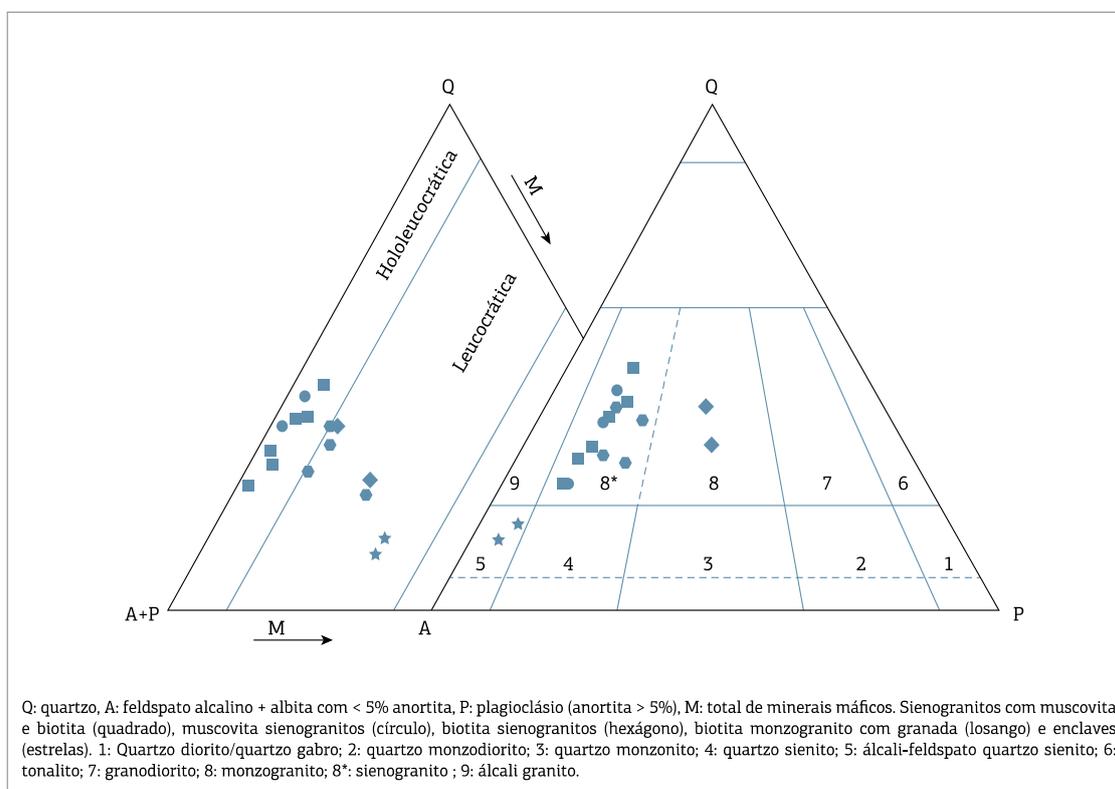


Figura 5. Classificação das rochas plutônicas estudadas nos diagramas QAP e Q(A + P)M de Streckeisen (1976).

o fluxo magmático. Os feldspatos presentes são pertíticos e antipertíticos, subédricos e incluem cristais de apatita, titanita, zircão e minerais opacos. Os cristais de plagioclásio (8% An) sistematicamente exibem região central alterada para saussurita, contrastando com periferia límpida sem alteração, sugerindo presença de zonação composicional. Em algumas rochas a muscovita ocorre como fenocristal (até 2,2 mm) e guarda inclusões de biotita, apatita, titanita e minerais opacos.

Os muscovita sienogranitos são hololeucocráticos e o segundo grupo é mais abundante, localizando-se na porção sudoeste do SGS (Fig. 3). Eles caracterizam-se por exibir coloração clara, granulação fina a média (Fig. 6) e em vários afloramentos tem-se a presença de foliação tectônica que orienta os cristais de muscovita e deforma parcialmente os cristais de quartzo e feldspatos. Os feldspatos são anédricos, pertíticos e antipertíticos, existindo dominância da albita, que ocasionalmente é mirmequítica. Eles hospedam inclusões de apatita, quartzo, titanita, zircão e, raramente, minerais opacos. Nessas rochas os cristais de quartzo mostram-se deformados, exibindo textura em *ribbon*, sendo responsável, com a muscovita, pelo desenvolvimento da foliação protomilonítica. Ao redor dos cristais de feldspatos desenvolvem-se subgrãos, gerando matriz tectônica que não atinge 5% do volume da rocha.

Os biotita sienogranitos são leucocráticos e ocorrem de forma localizada na parte noroeste do *Stock* (Fig. 3). Apresentam granulação fina, textura inequigranular, coloração cinza, estrutura isotrópica, sendo visível em alguns afloramentos foliação de fluxo magmático orientando enclaves máficos microgranulares elipsoides (Fig. 7). Apresentam como minerais máficos diopsídio, hornblenda e o predomínio da biotita

(até 22% volume), a qual inclui apatita acicular, zircão, titanita e minerais opacos. Os cristais de albita-oligoclásio apresentam zonação composicional múltipla bem desenvolvida e incluem apatita acicular, epídoto, titanita, zircão e minerais opacos. Epídoto magmático ocorre igualmente incluído em cristais de biotita e distribuído aleatoriamente na rocha.

Os biotita monzogranitos com granada são leucocráticos (Fig. 5) e ocorrem como diques (< 40 cm de espessura) na porção norte do *Stock* e nos metassedimentos encaixantes (Fig. 3). Eles exibem coloração cinza, mas em algumas áreas a coloração alterna para bege claro, e apresentam granulação grossa, textura inequigranular e estrutura isotrópica (Conceição 2014). A biotita é o mineral máfico dominante, com inclusões euédricas de apatita e zircão. A granada ocorre como cristais anédricos em contato com feldspato alcalino e biotita, perfazendo um volume de 1,5% na rocha.

Os enclaves máficos microgranulares correspondem a álcali-sienitos (Fig. 5) e ocorrem essencialmente nos biotita sienogranitos, existindo de forma subordinada nos sienogranitos com muscovita e biotita. Apresentam granulação fina, são isotrópicos, usualmente apresentam borda mais escura enriquecida em biotita, e alguns deles são múltiplos e incluem outros enclaves. Albita (3% An) antipertítica e microclina subédricas incluem apatita acicular, titanita, biotita e zircão. Os minerais máficos presentes são diopsídio (inclui minerais opacos, apatita acicular e titanita), hornblenda (inclui minerais opacos, titanita e apatita) e biotita (inclui minerais opacos, zircão e titanita). Longos cristais aciculares de apatita (0,2 mm comprimento e alongamento até 50 mm) são bem distribuídos nessas rochas e refletem taxa de resfriamento rápida, responsável pela sua granulação fina.



Figura 6. Textura geral dos muscovita sienogranitos, observando a orientação dos cristais de muscovita.



Figura 7. Textura geral dos biotita sienogranitos com a ocorrência de enclaves máficos microgranulares.

## Sienogranitos no Sistema Orogênico Sergipano

Tabela 1. Análises geoquímicas de amostras representativas do Stock Granítico Glória Sul.

(%peso)	Enclaves		BMgG		BSg		SgMB						MSg	
	58	10 B	67	09 B	10 A	11	66	65	07	60	04	61	69	64
SiO <sub>2</sub>	56,38	59,40	66,01	72,80	68,60	69,15	70,62	70,97	71,24	71,31	72,97	73,04	72,73	73,19
TiO <sub>2</sub>	0,98	0,88	0,68	0,32	0,31	0,30	0,20	0,22	0,19	0,18	0,08	0,07	0,09	0,07
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,63	13,82	15,56	14,26	15,28	15,44	15,23	15,81	15,65	15,86	15,24	15,54	15,37	14,95
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,65	5,76	4,96	2,57	2,47	2,30	1,36	0,97	1,23	1,02	0,85	0,79	0,64	1,02
MnO	0,11	0,12	0,09	0,02	0,04	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01
MgO	4,11	4,15	2,50	0,90	1,10	1,05	0,32	0,38	0,29	0,26	0,14	0,11	0,12	0,10
CaO	5,46	4,50	3,16	2,00	2,10	1,90	1,18	1,14	1,04	0,95	0,96	1,11	0,80	0,69
Na <sub>2</sub> O	4,31	2,48	3,42	4,56	4,14	4,21	4,53	4,32	4,61	4,67	4,53	4,28	4,52	4,50
K <sub>2</sub> O	5,05	7,05	2,25	1,57	4,88	4,78	5,02	4,95	5,15	5,16	4,42	4,40	4,84	4,62
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,58	0,52	0,26	0,06	0,14	0,14	0,07	0,09	0,07	0,08	0,02	0,02	0,05	0,03
LOI	2,30	0,90	0,80	0,08	0,70	0,40	1,00	0,90	0,30	0,30	0,70	0,50	0,70	0,70
Total	99,56	99,58	99,69	99,86	99,76	99,71	99,75	99,77	99,78	99,80	99,93	99,87	99,87	99,88
Cr	0,049	0,048	0,014	0,008	0,008	0,007	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Ni	47,6	74,4	18,1	15,2	14,5	13,5	1,7	5,7	2,1	1,0	1,7	1,7	1,3	0,9
Co	20,8	17,9	11,6	5,9	5,3	4,9	1,6	5,5	1,8	1,5	1,3	0,6	1,0	1,0
Sc	12,0	13,0	11,0	5,0	5,0	4,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0	1,0	1,0
V	119	103	91,0	43,0	36,0	33,0	14,0	17,0	15,0	11,0	< 8,0	< 8,0	< 8,0	< 8,0
Cu	10	98,7	17,2	5,8	8,0	9,5	5,0	1,5	3,9	2,6	2,7	1,7	0,8	3,5
Pb	9,9	8,8	3,4	5,6	4,2	3,5	26,3	23,6	4,0	4,5	10,1	6,5	44,5	34,2
Zn	108	96,0	77,0	31,0	51,0	50,0	24,0	22,0	48,0	42,0	6,0	7,0	7,0	6,0
Ba	1155	1179	944	490	1052	1060	944	1018	911	940	319	567	631	511
Rb	281,1	351	99,6	55,3	207,1	191,8	204,8	209,4	241,2	227,8	235,5	187,0	238,9	220,3
Sr	589,7	503,1	504,5	394,6	668,3	693,5	491,1	528,7	466,6	443,9	183,6	313,5	293,3	270,8
Ga	22,5	19,7	20,5	14,7	22,7	21,1	25,8	25,3	27,3	24,4	30,2	23,1	26,8	25,4
Zr	224,2	222,3	172,9	109,8	145,1	144,8	146,3	135,7	129,3	120,8	54,2	58,8	76,4	67,9
Y	15,8	16,7	15,3	9,6	7,8	8,2	4,4	7,1	1,8	1,6	4,4	5,5	2,7	2,4
Cs	26,1	28,2	6,2	1,6	15,1	12,8	8,4	6,7	13,4	9,9	9,4	13,5	19,5	16,0
Nb	11,6	12,8	8,3	20,8	7,6	7,3	4,4	5,0	4,6	3,4	6,7	5,0	4,8	4,4
U	10,4	10,6	1,6	2,8	6,8	4,9	3,3	2,6	4,3	3,2	3,7	3,8	4,4	4,6
La	66,1	51,1	27,7	14,9	30,2	41,9	29,3	28,9	24,7	16,0	9,0	8,0	10,4	8,7
Ce	130,3	113,6	54,1	32,6	63,1	78,6	58,1	57,9	48,2	34,1	18,3	14,1	20,0	19,3
Nd	60,4	54,2	24,5	13,9	27,7	33,9	23,3	26,6	18,0	12,4	9,1	7,8	9,1	6,7
Sm	10,13	8,92	4,69	2,5	4,39	5,2	3,82	4,86	2,71	2,14	2,13	1,97	1,95	1,72
Eu	2,52	2,35	1,30	1,47	1,08	1,2	0,79	1,01	0,66	0,53	0,43	0,53	0,47	0,43
Gd	6,74	6,22	3,88	2,18	2,85	3,28	2,43	3,19	1,23	1,11	1,58	1,66	1,28	1,11

Continua...

Tabela 1. Continuação.

(%peso)	Enclaves		BMgG		BSg		SgMB						MSg	
	58	10 B	67	09 B	10 A	11	66	65	07	60	04	61	69	64
Tb	0,79	0,82	0,57	0,35	0,38	0,4	0,26	0,34	0,12	0,1	0,21	0,21	0,13	0,13
Dy	3,53	3,45	3,27	1,76	1,53	1,76	1,05	1,45	0,37	0,4	0,88	1,21	0,62	0,42
Ho	0,52	0,55	0,55	0,31	0,24	0,25	0,13	0,2	0,05	0,04	0,12	0,18	0,07	0,07
Er	1,33	1,48	1,43	0,81	0,61	0,69	0,32	0,58	0,11	0,12	0,31	0,43	0,21	0,12
Tm	0,21	0,21	0,19	0,13	0,1	0,1	0,05	0,08	0,02	0,02	0,05	0,06	0,02	0,02
Yb	1,19	1,28	1,14	0,79	0,66	0,63	0,34	0,5	0,12	0,14	0,26	0,4	0,17	0,1
Lu	0,17	0,17	0,16	0,12	0,08	0,09	0,04	0,06	0,02	0,01	0,04	0,05	0,01	0,01
Ta	0,6	0,7	0,5	0,8	0,5	0,5	0,4	0,5	0,3	0,3	0,7	0,4	0,5	0,4
Hf	6,0	6,3	4,4	3,5	4,4	4,6	4,9	4,6	3,9	3,4	2,4	2,7	3,2	3,6
Th	17,6	17,9	10,3	5,7	16,1	13,4	19,7	14,2	18,7	15,2	7,5	6,3	10,1	8,4
W	< 0,5	< 0,5	< 0,5	4,0	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Mo	1,5	0,6	0,6	0,7	0,5	0,4	0,1	< 0,1	0,4	0,1	0,3	< 0,1	0,1	0,4
ΣETR	299,21	257,82	129,69	75,38	139,98	177,24	126,27	132,35	101,51	70,57	44,61	38,58	46,79	40,73
(La/Yb) <sub>N</sub>	37,03	26,61	16,2	12,57	30,51	44,34	57,45	38,53	137,22	76,19	23,08	13,33	40,78	58,00
Eu/Eu*	0,94	0,97	0,94	1,94	0,94	0,89	0,80	0,79	1,11	1,06	0,72	0,90	0,91	0,96

BMgG: biotita monzogranito com granada; BSg: biotita sienogranito; SgMB: sienogranito com muscovita e biotita; MSg: muscovita sienogranito.

## GEOQUÍMICA

Foram feitas 14 análises geoquímicas em amostras representativas do SGS (Tab. 1), sendo 6 de sienogranitos com muscovita e biotita, 2 de muscovita sienogranitos, 2 de biotita sienogranitos, 2 nos monzogranitos com granada e 2 outras de enclaves máficos microgranulares (MME).

As análises geoquímicas foram realizadas na *Acme Labs*, no Canadá, utilizando-se o pacote Geo3 (Grupos 4A e 4B) conveniente para estudos petrológicos. Nesse pacote analítico os elementos maiores foram dosados por *Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry* (ICP-OES), e os elementos menores e traços, por *Inductively Coupled Plasma Microspectrometry* (ICP-MS), sendo a precisão de 2% para os elementos maiores e de 2% para os elementos traços.

As amostras estudadas são peraluminosas ( $0,2 < \text{corindon normativo}_{\text{CIPW}} < 2,4$ ), exceto aquelas dos MME e dos biotita sienogranitos, que são metaluminosas (Fig. 8A). Os granitos com granada destacam-se do conjunto peraluminoso pela maior razão molecular  $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$  e por conteúdos mais elevados de CaO (2,0 – 3,1%). Um poucas amostras do SGS posicionam-se no campo dos granitos do tipo S, de Chappell e White (1992), e essas correspondem aos granitos com granada e a alguns muscovita granitos mais evoluídos.

Os granitos estudados são subalcalinos e posicionam-se no campo das rochas cálcio-alcalinas de alto potássico (Fig. 8B), similar ao que ocorre com leucogranitos de sistemas orogênicos paleoproterozoicos do Cráton São Francisco (e.g. Rudowski 1989; Cuney *et al.* 1990). Os monzogranitos com granada alocam-se no campo das suítes cálcio-alcalinas de médio potássio, mostrando-se com afinidade distinta dos outros granitos do SGS. Os MME posicionam-se no campo das suítes shoshoníticas. A presença de rochas com afinidades magmáticas distintas no SGS indicam que nesse *Stock* coexistiram diferentes magmas quando de sua estruturação.

Os MME, com  $\text{SiO}_2$  variando de 56,38 a 59,40%, são as rochas menos diferenciadas do *Stock* e apresentam o maior somatório de ETR,  $257 < \text{ETR (ppm)} < 300$ , e padrões com forte fracionamento em ETRLeves:  $26 < [\text{La}/\text{Yb}]_{\text{N}} < 37$  (Fig. 9A). Eles exibem fracas anomalias negativas em Eu (0,94 – 0,97), característica comum das rochas shoshoníticas, segundo Morrison (1980). Essas rochas são similares àquelas do SGS, mas com maiores conteúdos em ppm de: Ba (1.155 – 1.179), Zr (222 – 224), Hf (6,0 – 6,3), Y (15,8 – 16,7), Cs (26,1 – 28,2), V (103 – 119), Zn (96 – 108), U (10,4 – 10,6) e Th (17,6 – 17,9). Os baixos valores de MgO (4,11 – 4,15%), Ni (47,6 – 74,4 ppm) e

## Sienogranitos no Sistema Orogênico Sergipano

Cr (> 1 ppm) indicam que esses sienitos formaram-se a partir de um magma traquítico evoluído.

Os biotita sienogranitos (68,6 – 69,15% SiO<sub>2</sub>), com total de ETR variando de 139,98 a 177,24 ppm, exibem fracionamento nos ETRLeves,  $30,51 < [La/Yb]_N < 44,34$ , e fraca anomalia negativa em Eu (0,89 – 0,94). Os conteúdos são mais baixos que os MME em ETR (177,24 – 139,98 ppm), Ba (1052 – 1060 ppm), Zr (145 ppm), Hf (4,4 – 4,6 ppm), Y (7,8 – 8,2 ppm), Cs (12,8 – 15,1 ppm). Percebe-se que os ETR pesados (Ho-Lu) são menores que os MME, adquirem aplainamento, sugerindo fracionamento de fases acessórias (Fig. 9B).

Os sienogranitos com muscovita e biotita (70,62 – 73,04% SiO<sub>2</sub>) apresentam espectros de ETR com grande variação de fracionamento,  $13,3 < [La/Yb]_N < 137,22$  (Fig. 9C), total de ETR variando de 38,58 a 132,35 ppm, e anomalia em Eu variando de fracamente negativa (0,72) a fracamente positiva (1,11). Os conteúdos dos elementos traços em ppm variam nos intervalos: Ba (319 – 1018), Zr (54 – 146), Hf (2,4 – 4,9), Y (1,6 – 7,1), Cs (6,7 – 13,5), V (< 8 – 17), Zn (6–48), U (2,6 – 4,3) e Th (6,3 – 19,7). As semelhanças geométricas entre os três conjuntos de espectros dessas rochas do SGS (MME, biotita sienogranitos, sienogranitos com muscovita e biotita) sugerem que elas tenham relações genéticas.

Os muscovita sienogranitos (72,73 – 73,19% SiO<sub>2</sub>) apresentam espectros de ETR fracionados,  $40 < [La/Yb]_N < 58$ , e anomalias sutis em Eu (0,90 – 0,96) (Fig. 9D). Os conteúdos dos elementos traços em ppm são: Ba (511 – 631),

Zr (67,9 – 67,9), Hf (3,2 – 3,6), Y (2,4 – 2,7), Cs (16 – 19,5), V (<8), Zn (6 – 7), U (4,4 – 4,6) e Th (8,4 – 10,1).

Os biotita monzogranitos com granada (66,01 – 72,8% SiO<sub>2</sub>) apresentam espectros ETR fracionados (Fig. 9E). Essas rochas têm total ETR variando de 75,38 a 129,69 ppm, baixo fracionamento em ETR,  $12,57 < [La/Yb]_N < 16,2$ , e anomalia em Eu positiva (1,94) na amostra mais evoluída (72,8% SiO<sub>2</sub>) a fracamente negativa (0,94) na amostra menos evoluída (66,01% SiO<sub>2</sub>). Os conteúdos em ppm de elementos traços nesse grupo são: Ba (490 – 944), Zr (109,8 – 172,9), Hf (3,5 – 4,4), Y (9,6 – 15,3), Cs (1,6 – 6,2), V (43 – 91), Zn (31 – 77), U (1,6 – 2,8) e Th (5,7 – 10,3). A geometria dos espectros dos ETR desse grupo sugere que o magma gerador dessas rochas seja distinto daqueles envolvidos na formação dos sienogranitos e MME.

## DISCUSSÃO

Os vários trabalhos recentes desenvolvidos em granitos no DM (Oliveira 2014; Silva 2014; Mendonça 2013; Oliveira *et al.* 2015) revelam que eles não correspondem a granitos típicos do tipo S (Fig. 8A), como descrito por Chappell e White (1992). Os baixos conteúdos de coríndon normativo-<sub>CIPW</sub> e a ausência de minerais peraluminosos característicos (e.g. cordierita, sillimanita, granada etc.) sugerem que esses granitos tenham importante contribuição de fontes quartzo-feldspáticas e não metapelíticas.

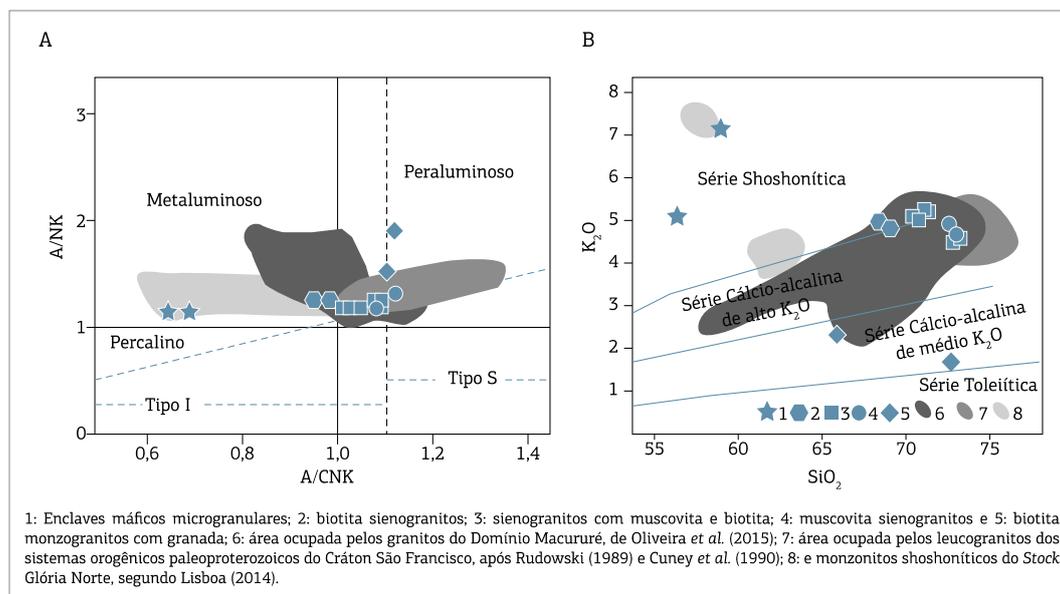


Figura 8. Diagramas A/NK versus A/CNK (A), de Maniar e Piccoli (1989), e K<sub>2</sub>O versus SiO<sub>2</sub> (B), de Peccerillo e Taylor (1976), aplicados às rochas estudadas. A delimitação dos campos de granitos dos tipos S e I, segundo Chappell e White (1992).

A presença de MME em granitos é usualmente interpretada como evidência de mistura entre magmas máfico e félsico (e.g. Barbarin 2005). No caso do SGS, os enclaves são mais abundantes nos biotita sienogranitos, que correspondem às rochas menos evoluídas dentro os granitos. Esses enclaves de composição sienítica, com formas elipsoides, estão orientados segundo o fluxo magmático. Eles não exibem texturas

de acumulação e têm granulação mais fina que os granitos encaixantes. Essas feições indicam que eles representam porções de magmas que tiveram cristalização mais rápida que o biotita sienogranito encaixante. A presença abundante de cristais de apatita acicular nessas rochas, associada a feições de instabilidades nos cristais de plagioclásio (zonação, corrosão), contribui para a hipótese de mistura entre magmas.

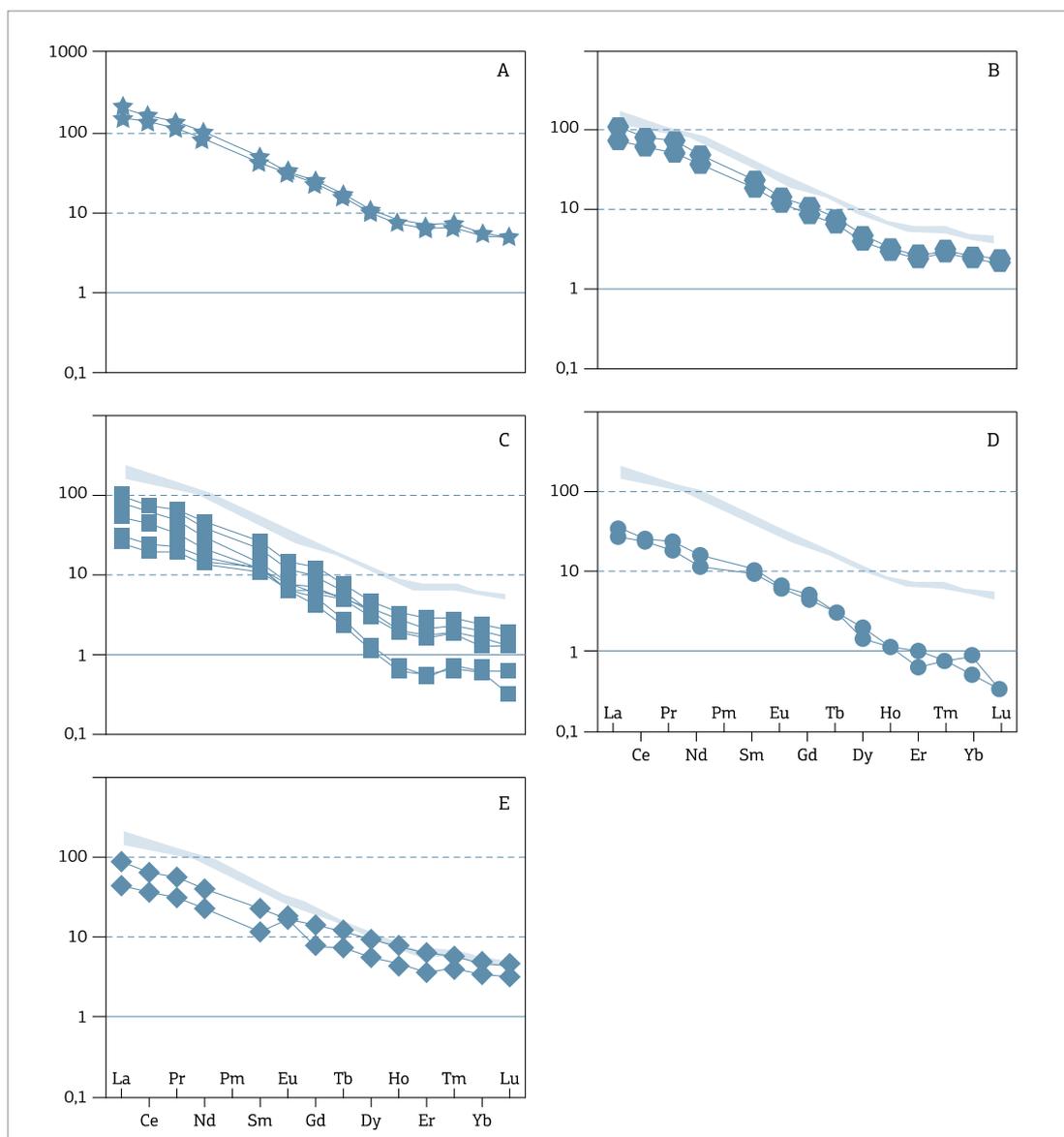


Figura 9. Espectros dos ETR das rochas estudadas normalizados pelos valores de condritos segundo Evensen *et al.* (1978). Enclaves máficos microgranulares (A), biotita sienogranitos (B), sienogranitos com muscovita e biotita (C), muscovita sienogranitos (D) e biotita monzogranitos com granada (E). A área azul clara apresentada corresponde aos espectros dos enclaves.

## Sienogranitos no Sistema Orogênico Sergipano

Ocorrência de magmas shoshoníticos no SOS tem sido descrita nos domínios Maracó, Canindé e Poço Redondo (Santos *et al.* 1988; Brito *et al.* 2009; Gentil 2013) e a idade desse magmatismo situa-se entre 611 e 615 Ma (Gava *et al.* 1983; Brito *et al.* 2009; Silva Filho *et al.* 2013). Lisboa (2014) descreve a presença de magmatismo shoshonítico (monzonitos e sienito) no DM e apresenta a idade de cristalização de  $588 \pm 5,2$  Ma (U-Pb Shrimp) para o *Stock* Glória Norte. Esse dado evidencia a presença de, no mínimo, dois períodos de magmatismo shoshonítico durante a evolução do SOS. A semelhança entre os dados geoquímicos dos MME estudados com as rochas máficas shoshoníticas no DM (Fig. 10), que situam-se a menos de 8 km a noroeste do SGS, sugere que elas correspondam ao mesmo magmatismo shoshonítico. Essas rochas apresentam geoquímica característica de sienitos com assinatura de subducção, ou seja, empobrecimento em Ta-Nb-Ti, vale em Sr, valores elevados em ETRLeves, enriquecimento em elementos incompatíveis, fracionamento dos ETRLeves e fraca ou ausente anomalia em Eu (Thompson e Fowler 1986; Conceição 1992). Todavia, diferentemente dos sienitos orogênicos shoshoníticos, que nos diagramas de Pearce posicionam-se no campo do magmatismo de arco vulcânico, os estudados alocam-se no campo do magmatismo sin-colisional, sugerindo maior contribuição crustal.

Os muscovita sienogranitos mais evoluídos do SGS ( $\text{SiO}_2 > 72\%$ ) são comparáveis aos leucogranitos paleoproterozoicos do Cráton São Francisco, que igualmente não correspondem aos produtos típicos de fusão de metassedimentos.

Os dados geológicos e petrográficos apontam para o processo de mistura entre magmas na formação do SGS. Essa hipótese encontra reforço ao se observar a evolução geoquímica

das rochas do SGS em diagramas binários (Fig. 11), que exibem boas correlações retíneas ( $R^2 > 0,97$ ) entre o  $\text{SiO}_2$  e vários óxidos (e.g.  $\text{TiO}_2$ , CaO,  $\text{P}_2\text{O}_5$  e MgO) e elementos traços (e.g. Zr, ETR, Ba, Co). Observando-se esses diagramas percebe-se que as amostras se alinham entre polos extremos representados pelas amostras FDS-58, que corresponde ao MME menos evoluído (56,38%  $\text{SiO}_2$ ), e FDS-64 (73,19%  $\text{SiO}_2$ ), que corresponde ao muscovita sienogranito mais evoluído. Nesse modelo os biotita sienogranitos correspondem a uma taxa de mistura de 25% de magma máfico, e os sienogranitos com biotita e muscovita, a 13% de magma máfico.

## CONCLUSÕES

A forma do SGS mostra-se arredondada e trunca as foliações regionais existentes no DM. Tais características indicam ser essa intrusão claramente posterior à deformação nos metassedimentos encaixantes. O desenvolvimento de metamorfismo de contato chega a atingir a Fácies Hornblenda Hornfels.

A granitogênese no DM, no SOS, é realmente variada, como descrito pela literatura. A reunião dos dados disponíveis até o momento sobre esses granitos tornou possível identificar a existência de quatro conjuntos de corpos que são reunidos sob a terminologia, a saber:

1. granodiorítico cálcio-alcálico de alto potássio;
2. monzonítico shoshonítico;
3. sienogranítico leucocrático cálcio-alcálico de alto potássio;
4. granítico cálcio-alcálico de alto potássio com textura rapakivi.

A diversidade de tipos de sienogranitos presentes no SGS foi interpretada como sendo produto de mistura

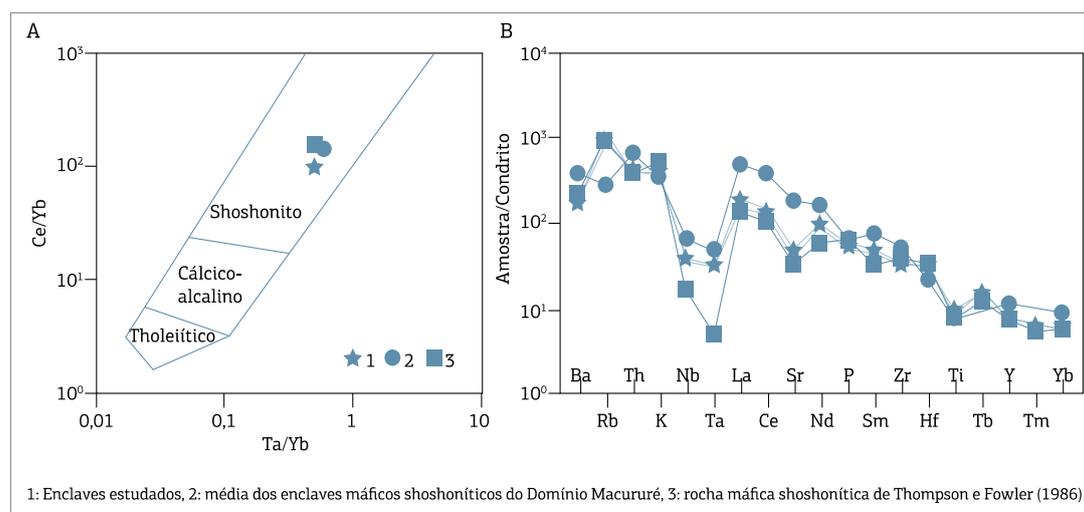


Figura 10. Diagrama Ce/Yb versus Ta/Yb (A) com campos de Pearce (1982). Diagrama multielementar (B), normalizado pelo condrito de Thompson (1982).

entre magmas: um mantélico, de afinidade shoshonítica, representado pelos enclaves máficos microgranulares, e outro mais evoluído, de composição sienogranítica, que ocorre como diques no *Stock* e nas encaixantes

metassedimentares. Ante aos dados obtidos neste estudo, os sienogranitos do SGS não correspondem a granitos típicos I ou S. Eles representam rochas híbridas e de gênese complexa.

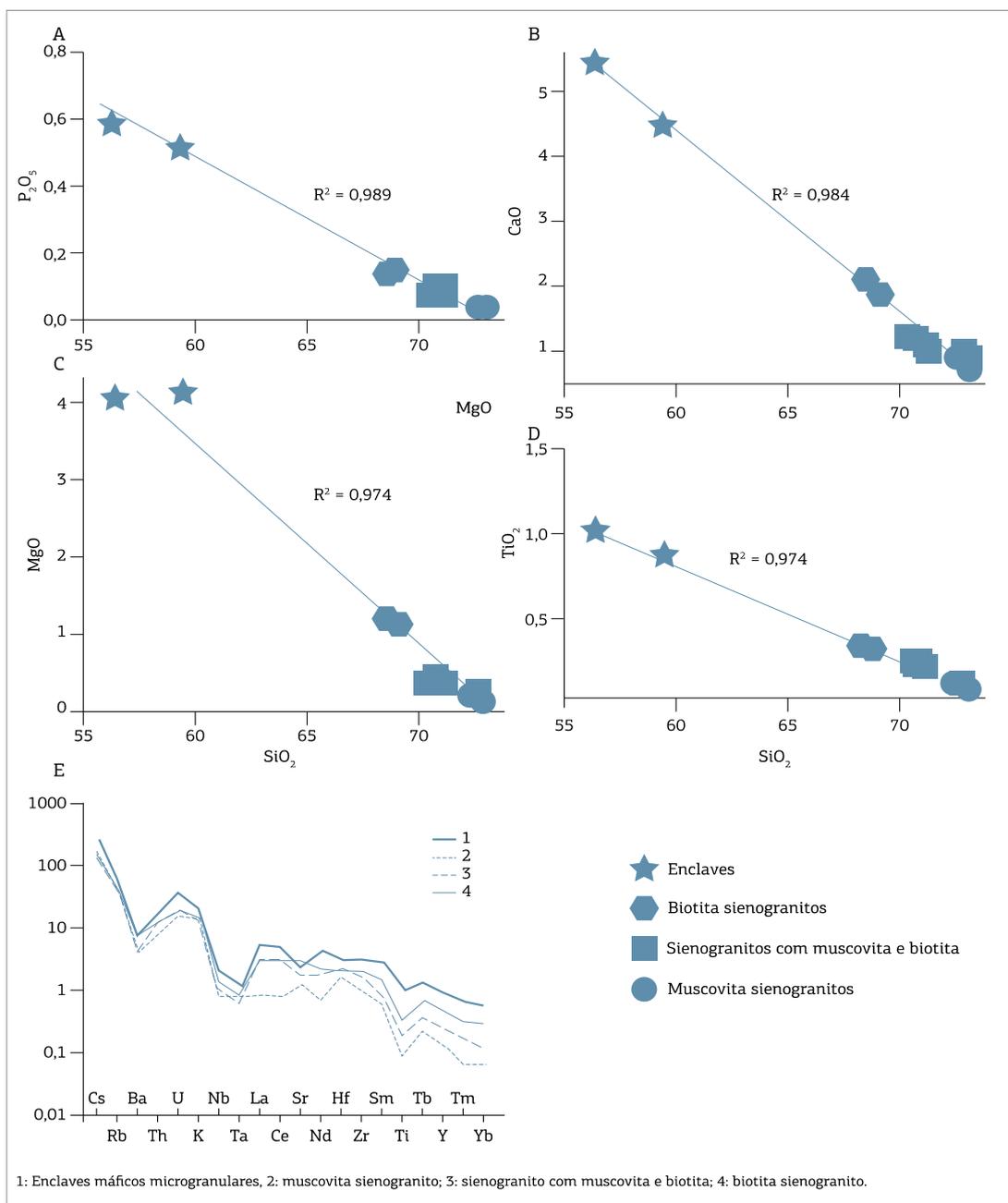


Figura 11. Diagramas binários de  $\text{SiO}_2$  versus  $\text{P}_2\text{O}_5$  (A),  $\text{CaO}$  (B),  $\text{MgO}$  (C) e  $\text{TiO}_2$  (D), diagrama de elementos traços normalizado pelo condrito de Thompson (1982) (E).

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradem o suporte financeiro do 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: 308059/2014-0 (CNPq-PQ), 308754/2013-1 (CNPq-PQ), 473013/2012-4 (CNPq-Universal 2013) e 019.203.02538/2009-7 (PRONEX/FAPITEC/CNPq). JAC

é bolsista de doutorado do CNPq (Proc. nº. 141473/2014-2). Somos agradecidos a Dra. Rita Cunha Leal Menezes e a Dra. Cristina Maria Burgos Carvalho, pesquisadoras da Superintendência de Salvador da CPRM, pelas frutíferas discussões e facilidades laboratoriais na preparação das amostras e separação de minerais. Aos revisores, Prof. Lauro Valentim Stoll Nardi e Profa. Cristina de Campos, expressamos nossos agradecimentos pelas críticas e sugestões que enriqueceram o trabalho.

## REFERÊNCIAS

- Barbarin B. (2005). Mafic magmatic enclaves and mafic rocks associated with some granitoids of the central Sierra Nevada batholith, California: nature, origin, and relations with the hosts. *Lithos*, **80**:155-177.
- Borges T.E.S. (2015). *Aspectos Geológicos e Petrográficos do Stock Holomonzogranito Pedra Furada, Sistema Orogênico Sergipano*. (Trabalho de Conclusão de Curso). São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe.
- 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., Cordani U.G. (1973). Problemas Geocronológicos do "Geossinclinal Sergipano" e do seu embasamento. In: *XXVI Congresso Brasileiro de Geologia*. Aracaju: Sociedade Brasileira de Geologia. Anais, 1, p. 67-76.
- Bueno J.F., Oliveira E.P., McNaughton N.J., Laux J.H. (2009). U–Pb dating of granites in the Neoproterozoic Sergipano Belt, NE-Brazil: Implications for the timing and duration of continental collision and extrusion tectonics in the Borborema Province. *Gondwana Research*, **15**:86-97.
- Chappell B.W., White J.R. (1992). I- and S-type granites in the Lachlan Fold Belt. *Transaction of Royal Society Edinburgh: Earth Sciences*, **83**(1-2):1-26.
- Chaves J.M. (1991). *Maciços Cel. João Sá e Glória: Petrologia e Geoquímica de Granitoides do Domínio Macururé, Faixa Sergipana (NE do Brasil)*. (Dissertação de Mestrado). Salvador: Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia.
- Conceição J.A. (2014). *Petrologia do Stock Granítico Glória Sul, Faixa Sergipana, setor sul da Província Borborema, Sergipe*. (Dissertação Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias). São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe.
- Conceição H. (1992). Petrology of syenites from the Salvador-Curaçá Mobile Belt (Bahia-Brazil): geodynamic significance. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **65**(Supl. 1):17-32.
- Cuney M., Sabaté P., Vidal P., Marinho M.M., Conceição H. (1990). The 2 Ga peraluminous magmatism of the Jacobina-Contendas Mirante Belt (Bahia) Brazil: Major and trace-element geochemistry and metallogenic potential. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **44**:123-141.
- Davison I., Santos R.A. (1989). Tectonic Evolution of the Sergipano Fold Belt, NE Brazil, during the Brasiliano Orogeny. *Precambrian Research*, **45**:319-342.
- Del-Rey Silva L.J.H., McClay K.R. (1995). Stratigraphy of the southern part of the Sergipano Belt, NE Brazil: Tectonic Implications. *Revista Brasileira de Geociências*, **25**(3):185-202.
- Del-Rey-Silva L.J.H. (1999). Basin infilling in the southern-central part of the Sergipano Belt (NE Brazil) and implications for the evolution of Pan-African/Brasiliano cratons and Neoproterozoic sedimentary cover. *Journal of South American Earth Sciences*, **12**:453-470.
- Evensen N.M., Hamilton P.J., O'Nions R.K. (1978). Rare-earth abundance in chondrite meteorites. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **42**:1199-1212.
- Fujimori S. (1989). Contribuição ao estudo dos granitoides do Sistema de Dobramento Sergipano. *Revista Brasileira de Geociências*, **19**(2):241-247.
- Gaston G.O., Santos R.A. (1988). Geoquímica de alguns Granitoides da Faixa de Dobramentos Sergipana. In: *XXXV Congresso Brasileiro de Geologia*. Belém: Sociedade Brasileira de Geologia. Anais, 3, p. 1037-1052.
- Gava A., Nascimento D.A., Vidal J.L.B. (1985). Geologia. In: Projeto RADAM BRASIL: Folha SC. 24/25, Aracaju-Recife. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia. 852 p.
- 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 de Mestrado, Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias). São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe.
- Humphrey F.L., Allard G.O. (1969). *Geologia da área do Domo de Itabaiana (Sergipe) e sua relação com a geologia do geossinclinal de Propriá: um elemento tectônico recém-reconhecido no escudo brasileiro*. Rio de Janeiro: PETROBRÁS/CENPES, Divisão de Documentação Técnica e Patentes. 160 p.
- Jardim de Sá E.F., Moraes J.A.C., Del-Rey Silva L.J.H. (1986). Tectônica tangencial na Faixa Sergipana. In: *XXXIV Congresso Brasileiro de Geologia*. Salvador: Sociedade Brasileira de Geologia. Anais, v. 3, p. 1246-1259.
- Le Maître R.W., Streckeisen A., Zanettin B., Le Bas M.J., Bonin B., Bateman P., Bellieni G., Dudek A., Efremova S., Keller J., Lameyre J., Sabine P.A., Schmid R., Sorensen H., Woolley A.R. (2002). *Igneous Rocks – A classification and glossary of terms*. Recommendations of the International Union of Geological Sciences - Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks. 2<sup>nd</sup> ed. New York: Cambridge University Press. 254 p.
- Lisboa V.A.C. (2014). *Petrologia e Geocronologia do Maciço Glória Norte, Faixa de Dobramentos Sergipana, NE do Brasil*. (Dissertação de Mestrado, Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias). São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe.

- Lisboa V.A.C., Rosa M.L.S., Conceição H., Macambira M.J.B., Galarza M.A., Rios D.C. (2014). Datação de Pb-Pb em Monozircão do Maciço Glória Norte, Faixa Sergipana. *Scientia Plena*, **10**(6):1-4.
- Long L.E., Castellana C.H., Sial A.N. (2005). Age, origin and cooling history of the Coronel João Sá Pluton, Bahia, Brazil. *Journal of Petrology*, **46**:255-273.
- Maniar, P. D., Piccoli, P. M. (1989). Tectonic discrimination of granitoids. *Geological Society of America Bulletin*, **101**:635-643.
- Melo J.P.P. (2015). *Aspectos Geológicos e Petrográficos do Stock Granítico Angico, Sistema Orogênico Sergipano*. (Trabalho de Conclusão de Curso). São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe.
- Mendonça L.H. (2013). *Geologia, Petrografia e Geoquímica de Stocks Graníticos no município de Canhoba, Sergipe*. (Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Sergipe).
- Morrison G.W. (1980). Characteristics and tectonic setting of the shoshonite rock associations. *Lithos*, **13**:97-108.
- Moura Neto W. (2015). *Caracterização Geológica e Petrográfica do Stock Várzea Nova, Domínio Macururé, Sistema Orogênico Sergipano*. (Trabalho de Conclusão de Curso). São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe.
- Oliveira A.C.S. (2014). *Petrogênese do Stock Granítico Monte Alegre, nordeste do Domínio Macururé, Faixa Sergipana*. (Dissertação de Mestrado, Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias). São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe.
- Oliveira E.P., Toteu S.F., Araújo M.N.C., Carvalho M.J., Nascimento R.S., Bueno J.F., McNaughton N., Basili G. (2006). Geologic correlation between the Neoproterozoic Sergipano belt (NE Brazil) and the Yaoundé belt (Cameroon, Africa). *Journal of African Earth Sciences*, **44**:470-478.
- 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**:64-84.
- Oliveira E.P., Bueno J.F., McNaughton N.J., Silva Filho A.F., Nascimento R.S., Donatti-Filho J.P. (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.
- Pearce J.A. (1982). Trace element characteristics of lavas from destructive plate margins. In: Thorpe, R. S. (Ed.). *Andesites*. New York: John Wiley, p. 525-548.
- Peccerillo A., Taylor S.R. (1976). Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamanu area, northern Turkey. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **58**:63-81.
- Rudowski L. (1989). *Pétrologie et géochimie des granites transamazoniens de Campo Formoso et Carnaíba (Bahia, Brésil), et des phlogopites à émeraudes associées*. (PhD Thesis). Paris: Université Pierre et Marie Curie – Paris VI.
- Santos I.S. (2014). *Stock Granítico Propriá, Faixa Sergipana (NE Brasil): Petrografia e Geoquímica*. (Trabalho de Conclusão de Curso). São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe.
- Santos R.A., Menezes Filho N.R., Souza J.D. (Orgs.) (1988). *Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: carta geológica, carta metalogenética/previsional – (Folha SC.24-Z-A-III Carira)*. Estados de Sergipe e Bahia: DNPM/CPRM. 124 p.
- Santos R.A., Souza J.D., Martins A.A.M., Neves J.P., Leal R.A. (1997). *Mapa Geológico do Estado de Sergipe*. Brasília: CPRM/DIEDIG/DEPAT, CODISE, Escala 1:250.000.
- Santos R.A., Martins A.A.M., Neves J.P., Leal R.A. (1998). *Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: Geologia e recursos minerais do Estado de Sergipe. Texto explicativo do Mapa geológico do Estado de Sergipe*, Brasília: CPRM/DIEDIG/DEPAT, CODISE. 156 p.
- Silva C.C. (2014). *Petrologia e Geocronologia do Stock Granodiorítico Lagoa do Roçado, Domínio Macururé, Faixa Sergipana-SE*. (Dissertação de Mestrado, Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias). São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe.
- Silva Filho M.A., Santana A.C., Silva B.C.E., Andrade Filho E.L., Souza G.T.M., Figueroa I., Bonfim L.F.C., Braz Filho P.A., Santos R.A., Azevedo R.R., Leal R.A. (1979). *Geologia da Geossinclinal Sergipana e do seu embasamento Alagoas, Sergipe e Bahia – Projeto Baixo São Francisco/Vaza-Barris*. Salvador: DNPM, Seção Geologia Básica, 13. 131 p.
- 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 from the Brasiliano Orogeny. *International Geology Review*, **39**:639-659.
- 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**:1280-1299.
- Streckeisen A.L. (1976). To each plutonic rock its proper name. *Earth Science Reviews*, **12**:1-33.
- Thompson R.N. (1982). Magmatism of the British Tertiary volcanic Province. *Scottish Journal of Geology*, **18**:50-107.
- Thompson R.N., Fowler M.B. (1986). Subduction-related shoshonitic and ultrapotassic magmatism: a study of Siluro-Ordovician syenites from the Scottish Caledonides. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **94**:507-522.

## CAPÍTULO 3

### ARTIGO 2

---

#### **Idade do Magmatismo Leucogranítico na Porção Central do Domínio Macururé, Sistema Orogênico Sergipano: *Stock* Glória Sul**

Age of Leucogranitic Magmatism in the Central Part of Macururé Domain, Sergipan Orogenic System: Glória Sul Stock

Joane Almeida da Conceição<sup>1,2,3</sup>; Maria de Lourdes da Silva Rosa<sup>3</sup>; Fábio dos Santos Pereira<sup>3</sup> & Herbet Conceição<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal da Bahia. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Rua Barão de Jeremoabo, s/n, Campus Universitário de Ondina, Salvador, Bahia, 40.170-290

<sup>2</sup>Universidade Federal do Oeste da Bahia. Centro das Ciências Exatas e das Tecnologias, Rua Professor José Seabra Lemos, 316, Recanto dos Pássaros, Barreiras, Bahia, 47808-021

<sup>3</sup>Universidade Federal de Sergipe. Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias, Complexo Laboratorial Multiusuários da UFS. Galpão das Geociências, São Cristóvão, Sergipe. 49.100-000

joane.conceicao@ufob.edu.br; lrosa@ufs.br; fabio.santos.pereira@hotmail.com;  
herbet@ufs.br

#### **Resumo**

O *Stock* Glória Sul é uma intrusão arredondada (41 km<sup>2</sup>), constituída por leucogranitos (biotita leucogranito, muscovita leucogranito e leucogranito com muscovita e biotita) e intrusiva no Domínio Macururé. As idades U-Pb<sub>Shrimp</sub> em cristais de zircão obtidas para o biotita leucogranito foi de 624 ± 11 Ma e para o leucogranito com muscovita e biotita foi de 627 ± 7 Ma. Estes dados indicam que o *Stock* Glória Sul cristalizou-se no intervalo de 613-635 Ma. Estes novos dados geocronológicos sobre os leucogranitos do Domínio Macururé indicam a presença de dois conjuntos distintos de intrusões. O *Stock* Glória Sul faz parte do conjunto mais antigo e as rochas destes corpos não apresentam evidências de deformação no estado sólido. O

conjunto leucogranítico novo (570-590 Ma), localizado a leste deste domínio, apresenta estrutura gnáissica. Os dados químicos sobre os leucogranitos do Domínio Macururé indicam que estas rochas são peraluminosas, magnesianas e apresentam assinatura geoquímica de rochas cálcio-alcálicas fortemente evoluídas ( $>70\% \text{SiO}_2$ ). Estes mesmos dados químicos indicam, independente da idade dos corpos, que os leucogranitos são formados a partir de fusão de rochas ígneas e apresentam assinatura geoquímica de magmas sin-colisionais.

**Palavras-chave:** Leucogranitos; Ediacarano; Sistema Orogênico Sergipano

### **Abstract**

The Glória Sul Stock is a rounded intrusion (41 km<sup>2</sup>), consisting of leucogranites (biotite leucogranite, muscovite leucogranite and leucogranite with biotite and muscovite) and intrusive in the Macururé Domain. The U-Pb<sub>Shrimp</sub> ages in zircon crystals obtained for the leucogranite biotite were  $624 \pm 11$  Ma and for the leucogranite with muscovite and biotite was  $627 \pm 7$  Ma. These data indicate that the Glória Sul Stock crystallized in the range of 613 -635 Ma. These new geochronological data on the leucogranites of Macururé Domain indicate the presence of two groups of leucogranites. The Glória Sul Stock is part of the oldest group and the rocks of these bodies have no evidence of deformation in the solid state. The new group of leucogranitic rocks (570-590 Ma), located to the east of this domain, presents gneiss structure. The chemical data on the leucogranites of Macururé Domain indicate that these rocks are peraluminous, magnesian and have a geochemical signature of strongly evolved calcium-alkaline rocks ( $> 70\% \text{SiO}_2$ ). These same data indicate, regardless of the age of the bodies, that these leucogranites are formed predominantly from the fusion of igneous rocks and present a geochemical signature of syn-collision magmas.

**Keywords:** Leucogranites; Ediacaran; Sergipano Orogenic System

## **1 Introdução**

Diversos autores (e.g. Pearce *et al.*, 1984) têm chamado a atenção sobre a associação existente entre as fontes dos granitos e os ambientes geodinâmicos associados. A natureza da fonte deixa impressa nos magmas a assinatura geoquímica que permite inferir o ambiente geodinâmico de origem (e.g. Pearce *et al.*, 1984; Harris *et al.*, 1986). A determinação da idade absoluta de granitos aliado a dados geológicos e geoquímicos têm permitido a pesquisadores inferir sobre a evolução da Província Borborema (e.g. Guimarães *et al.*, 2016; Sial & Ferreira,

2016) e do Sistema Orogênico Sergipano (e.g. Oliveira *et al.*, 2010; Guimarães *et al.*, 2016; Oliveira *et al.*, 2017).

O Sistema Orogênico Sergipano (SOS), localiza-se na porção sul da Província Borborema e é estruturado em faixas orientadas NW-SE limitadas por zonas de cisalhamento (Figura 1A). O SOS é interpretado como resultado do fechamento de bacia oceânica localizada a norte do Cráton do São Francisco (Brito Neves & Fuck, 2013) que evoluiu até a colisão entre o Cráton do São Francisco, a sul, e Bloco Pernambuco-Alagoas, a norte (e.g. Oliveira *et al.*, 2010; Brito Neves & Fuck, 2013).

A presença de leucogranitos em orógenos tem sido utilizada para marcar a etapa de colisão continente-continente quando a fusão da crosta continental é importante (e.g. Himalaia – Le Fort *et al.*, 1987). No caso específico do SOS, leucogranitos são citados por diversos autores (e.g. Guiliani & Santos, 1989; Bueno *et al.*, 2009; Conceição *et al.*, 2016; Oliveira *et al.*, 2017) como abundantes no Domínio Macururé (DM), que é uma unidade essencialmente metassedimentar.

As idades de 570-590 Ma obtidas por Bueno *et al.* (2009) para os leucogranitos do DM levou estes autores a considerar que estas rochas expressam o clímax da colisão no SOS. Recentemente Lisboa *et al.* (2019) identificaram a presença de monzonitos shoshoníticos pós-colisionais com idade de 590 Ma e cujas rochas não apresentam a deformação regional presente nos metassedimentos do DM. Este *stock* ocorre a 5 km do *Stock* Glória Sul.

Este trabalho apresenta as primeiras idades U-Pb<sub>Shrimp</sub> obtidas em cristais de zircão do *Stock* Glória Sul que representa a intrusão leucogranítica mais bem conhecida do DM. Estas informações aliadas a dados geológicos e geoquímicos disponíveis para diversos corpos leucograníticos do DM são utilizados para discutir a temporalidade e o significado do magmatismo leucogranítico no Sistema Orogênico Sergipano.

## **2 Leucogranitos no Domínio Macururé**

### **2.1 Geologia, Petrografia e Idades**

As primeiras referências sobre as rochas plutônicas do Domínio Macururé relatam a predominância de granitos (e.g. Humphrey & Allard, 1962). Teixeira *et al.* (2014) detalharam melhor a natureza dos plutonitos do DM (granitos, granodioritos, monzonitos, dioritos e gabros). Recentemente Conceição *et al.* (2017) apresentaram síntese sobre o plutonismo no DM e relatam que menos de 20% das intrusões correspondem a leucogranitos (Figura 1).

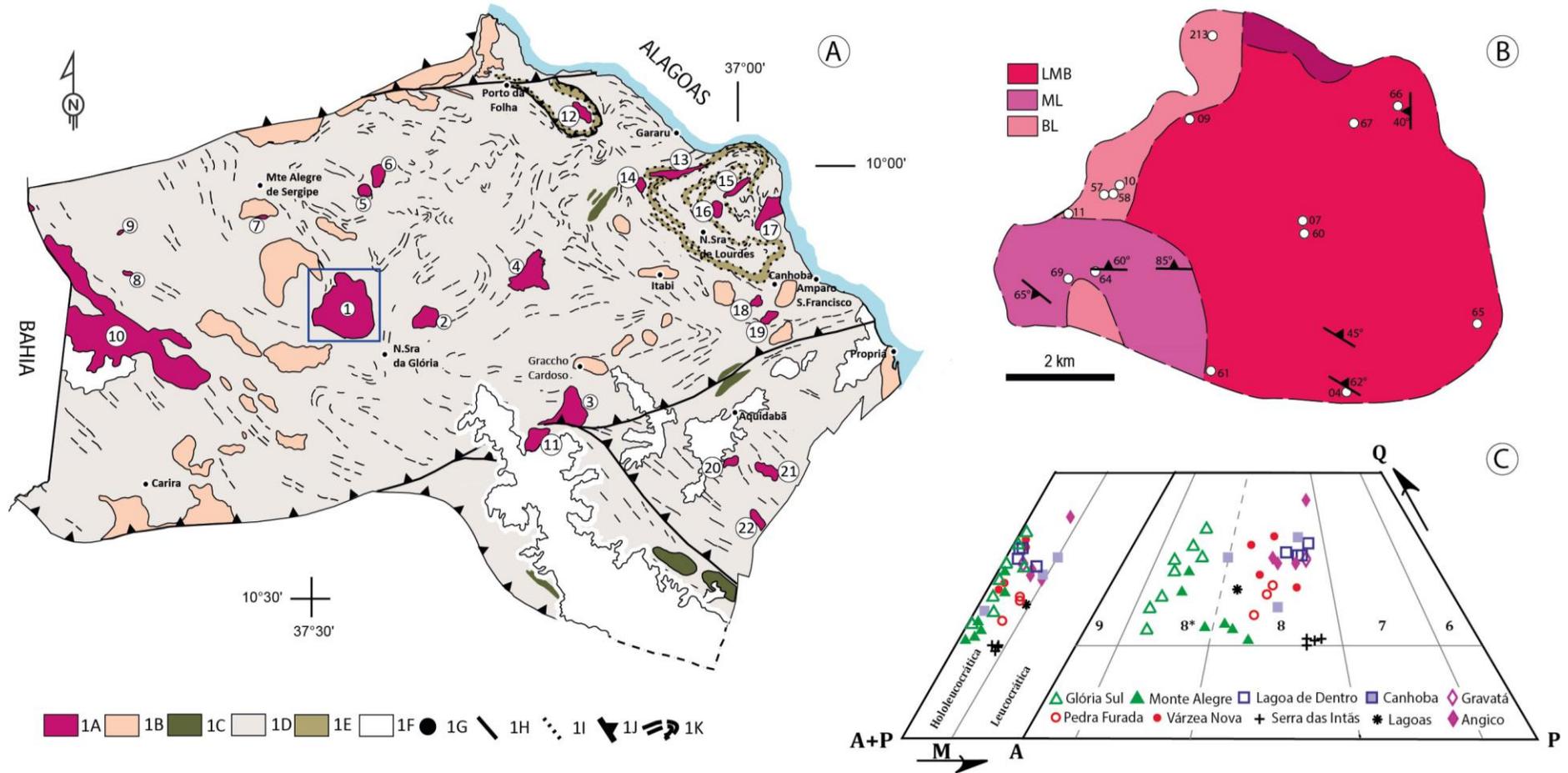


Figura 1 Esquemas geológicos da região estudada: [A] Domínio Macururé: 1A: leucogranitos; 1B: granitos; 1C: corpos máficos-ultramáficos; 1D: metassedimentos do Domínio Macururé; 1E: quartzitos; 1F: coberturas; 1G: municípios; 1H: contato definido; 1I: contato gradacional; 1J: falha contracional; 1K: lineamentos. [B] *Stock* Glória Sul modificado de Conceição *et al.* (2016): LMB: leucogranitos com muscovita e biotita; ML: muscovita leucogranito; BL: biotita leucogranito. [C] Diagramas QAP e Q-(A+P)-M aplicado aos corpos leucograníticos do Domínio Macururé. Plútons: [1] Glória Sul, [2] Santa Bárbara, [3] Lagoa de Dentro, [4] Várzea Nova, [5] Lajeado, [6] Pajeú, [7] Monte Alegre, [8] Cachoeira, [9] Maravilha, [10] Santa Helena, [11] Tanque Novo, [12] Serra das Intãs, [13] Angico, [14] Lajes, [15] Pedra Furada, [16] Lagoas, [17] Areias, [18] Canhoba, [19] Gravatá, [20] Pau D'Arco, [21] Cajueiro, [22] Muribeca.

Os corpos leucograníticos do DM apresentam contatos bem definidos com as encaixantes e contêm xenólitos de metassedimentos. Com a análise dos dados disponíveis sobre os leucogranitos do DM fica evidente que existem dois grupos: os deformados e aqueles sem evidências de deformação.

Os leucogranitos deformados correspondem a corpos alongados NE-SW e suas rochas apresentam estrutura gnáissica. Eles são restritos a região leste do DM, onde ocorrem as estruturas de interferências de Nossa Senhora de Lourdes e Porto da Folha (Figura 1). Estes corpos correspondem aos stocks de: Serra das Intãs, Angico, Lajes, Pedra Furada, Canhoba, Gravatá, Várzea Nova, Muribeca, Pau D'Arco, Cajueiro e Lagoa de Dentro (Figura 1). Idades  $571 \pm 9$  Ma e  $584 \pm 10$  Ma U-Pb<sub>TIMS</sub> em titanita foram obtidas por Bueno *et al.* (2009) para os *stocks* de Pedra Furada e Angico.

Os leucogranitos sem evidências de deformação no estado sólido exibem formas arredondadas, usualmente truncam a foliação regional e nos afloramentos tem-se foliação de fluxo magmático (e.g. Oliveira, 2014; Conceição *et al.*, 2016). Os corpos deste grupo são: Glória Sul, Monte Alegre, Santa Helena, Tanque Novo, Santa Barbara, Pajeú, Lajeado, Maravilha e Cachoeira. Uma idade Rb-Sr<sub>Rocha-Total</sub> de  $643 \pm 72$  Ma foi obtida para o *Stock* Glória Sul por Brito Neves & Cordani (1973).

## 2.2 Geoquímica

Os dados geoquímicos disponíveis sobre os leucogranitos do DM (Santos *et al.*, 1988; Giuliani & Santos, 1989; Fujimori, 1989; Mendonça, 2013; Borges, 2014, Oliveira *et al.*, 2010; Oliveira *et al.*, 2015; Pereira *et al.*, 2017; Teles, 2019) revelam que estas rochas têm conteúdo de SiO<sub>2</sub> variando de 68-74%, a maioria tem SiO<sub>2</sub>>70%, refletindo caráter fortemente diferenciado destes corpos.

Os leucogranitos do DM são essencialmente peraluminosos (Figura 2A) e alocam-se concentrados no campo definido por Chappell & White (1992) para os granitos formados a partir fusão de fontes ígneas, diferindo dos leucogranitos himalaianos ou australianos, que apresentam valores de  $Al/(Ca+Na+K)>1,1$  e indicam fonte pelítica. Os leucogranitos do DM são essencialmente álcali-cálcicos (Figura 2B), magnesianos e suas composições alocam-se no campo dos leucogranitos da literatura (Figura 2C). Estas rochas apresentam assinatura geoquímica cálcio-alcálica de alto K<sub>2</sub>O (Figura 2D) e correspondem a rochas fortemente evoluídas (Figura 2E).

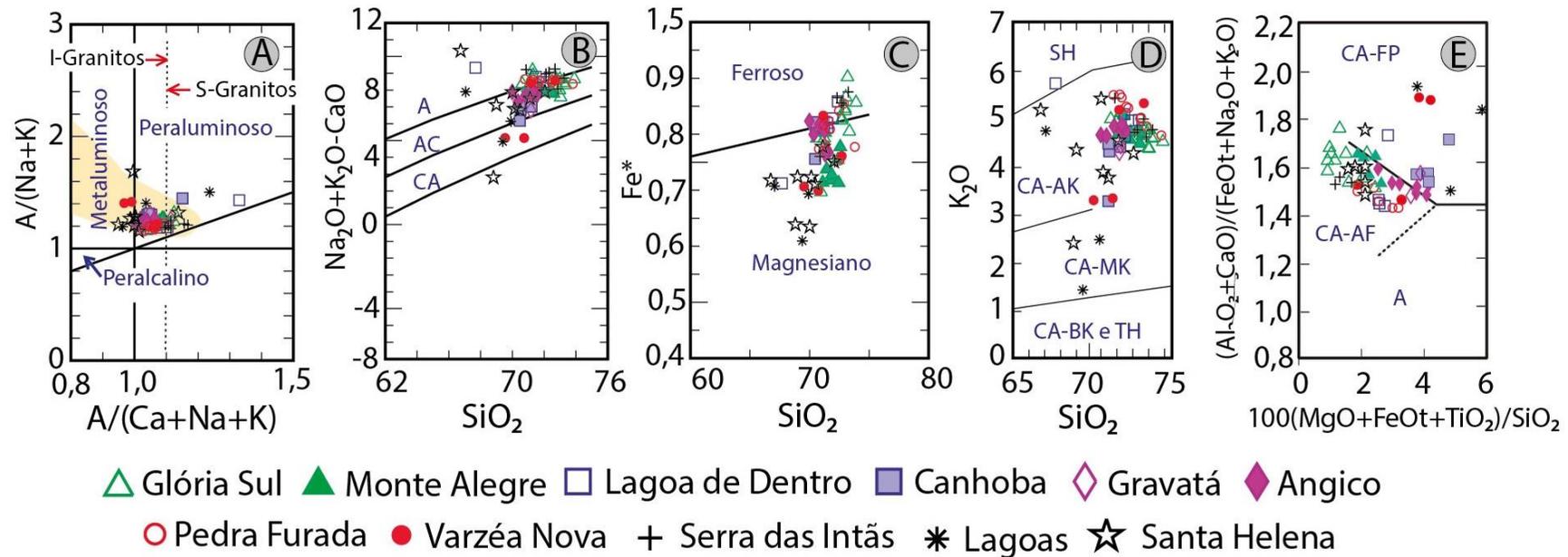


Figura 2 Diagramas geoquímicos aplicados aos leucogranitos do Domínio Macururé. [A]  $A/(Na+K) - A/(Ca+Na+K)$  molecular de Maniar & Picolli (1989) com campo dos leucogranitos após Conceição et al. (2016) (área em amarelo); [B]  $(Na_2O+K_2O-CaO) - SiO_2$  e [C]  $Fe^* - SiO_2$  de Frost *et al.* (2001), com os campos alcalino (A), álcali-cálcico (AC), cálcio-alcalino (CA) e cálcico (C); [D]  $K_2O - SiO_2$  de Peccerillo & Taylor (1976) com os campos shoshonítico (SH), cálcio-alcalino de alto  $K_2O$  (CA-AK), cálcio-alcalino de médio  $K_2O$  (CA-MK), cálcio-alcalino de baixo  $K_2O$  (CA-BK) e tholeiítico (TH); [E]  $(Al_2O_3+CaO)/(FeO_t+Na_2O+K_2O) - 100(MgO+FeO_t+TiO_2)/SiO_2$  de Sylvester (1989) aplicável para granitos com  $SiO_2 > 68\%$ , com os campos dos granitos cálcio-alcalinos fracamente peraluminosos (CA-FP), cálcio-alcalinos fortemente fracionados (CAAF), alcalino (A).

Em vários diagramas geoquímicos com elementos maiores (Figura 2) observa-se que as amostras de leucogranitos de corpos do DM dispõem-se como uma nuvem, reflexo das semelhanças composicionais e do grau de fracionamento. Todavia, as relações entre elementos traços das rochas dos diversos corpos exibem uma boa correlação linear em diagramas binários (Figura 3A e B), sugerindo que estas rochas tenham sido formadas por magmas com composições próximas e que exibem evoluções controladas pela cristalização de feldspatos, biotita e titanita (Figura 3C). A geoquímica destas rochas indica magmas em ambiente sincrônico a colisão (Figura 3D).

### 3 *Stock Glória Sul*

O *Stock Glória Sul* (SGS) é arredondado (41km<sup>2</sup>) e situa-se na porção central do DM. Os contatos deste *stock* com os metassedimentos encaixantes são bruscos, marcados por abundantes xenólitos destas rochas e por diques de granitos. Existem *hornfels* circundando o SGS e esse metamorfismo de contato atinge o médio grau. Os granitos do SGS caracterizam-se por apresentarem coloração cinza a rosada, granulação média. Localmente a foliação de fluxo magmático orienta cristais de biotita e enclaves. O SGS é constituído por três conjuntos de granitos (Figura 1B, 1C): biotita granito; muscovita granito; e granito com biotita e muscovita.

Os biotita leucogranitos localizam-se nas regiões oeste e sudeste (Figura 1B) e correspondem as rochas menos evoluídas do corpo. Estes leucogranitos têm cor cinza clara, granulação fina e abundantes enclaves máficos microgranulares. Os minerais acessórios nestas rochas são: zircão, apatita, epídoto magmático, hornblenda, minerais opacos e titanita (Conceição *et al.*, 2016).

Os leucogranitos com biotita e muscovita são as rochas mais abundantes do *stock* e localizam-se nas porção central e leste (Figura 1B). Estas rochas são hololeucocráticas, apresentam granulação fina a média, textura inequigranular, zonações composicionais múltiplas em cristais de oligoclásio, enclaves supermicáceos e ocasionalmente enclaves máficos microgranulares.

Os muscovita leucogranitos, localizam-se na parte sudoeste e representam o segundo grupo de rochas mais abundante do *stock*. Estas rochas têm coloração clara, são hololeucocráticas com granulação fina a média, e os feldspatos são pertítico e antipertítico. O quartzo exibem extinção ondulante e em algumas amostras exhibe textura em *ribbon* reflexo de zonas de cisalhamentos localizadas.

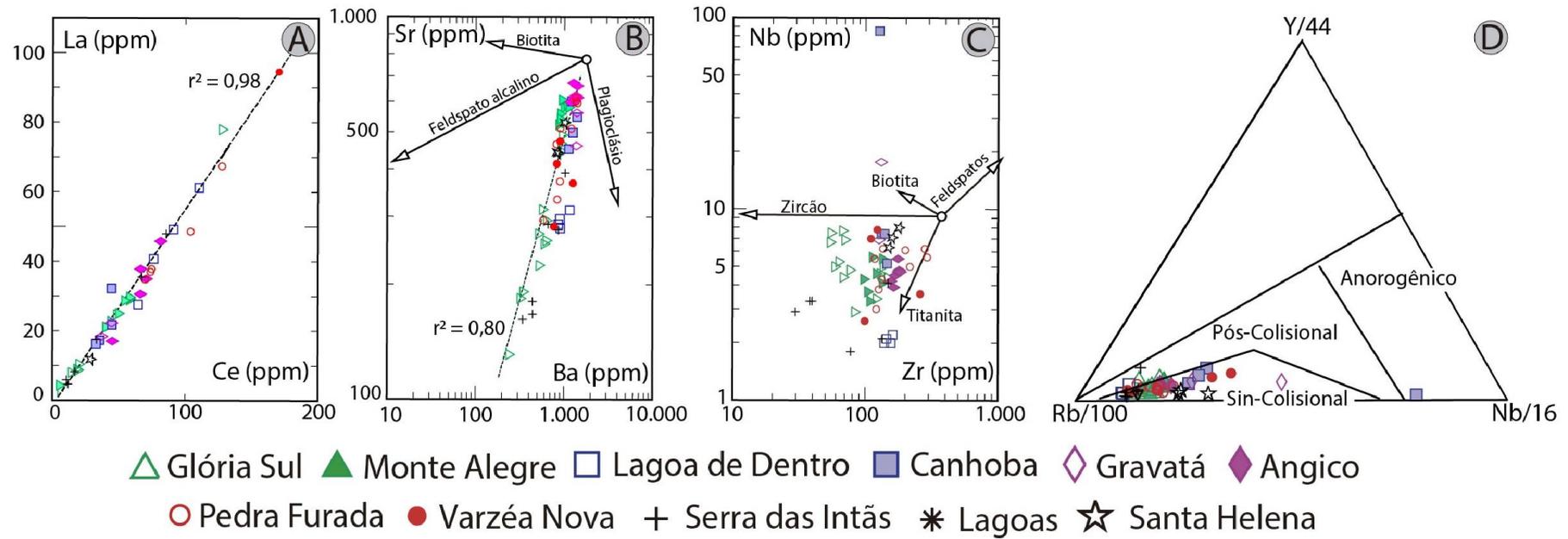


Figura 3 Diagramas geoquímicos aplicados aos leucogranitos estudados: [A] La(ppm) – Ce (ppm); [B] Sr (ppm) – Ba (ppm); [C] Nb (ppm) – Zr (ppm); Y/44 – Nb/16 – Rb/100 de Harris *et al.* (1986). Valor do coeficiente de correlação linear ( $r^2$ ) calculado para as amostras dos leucogranitos. Os vetores do fracionamento Rayleigh dos minerais apresentados foram calculados com Kds de Rolinson (1993).

Estes granitos são metaluminosos com termos mais evoluídos peraluminosos, correspondendo da granitos do Tipo I (Figura 2A). Conceição *et al.* (2016) sugerem que a formação dos granitos do SGS envolva cristalização fracionada e mistura entre magma máfico shoshonítico mantélico, preservado no *stock* como enclaves máficos microgranulares, com magma riolítico crustal fortemente diferenciado (~73 %SiO<sub>2</sub>).

## 4 Geocronologia U-Pb<sub>Shrimp</sub> em Zircão

### 4.1 Materiais e Métodos

As idades das rochas do *Stock* Glória Sul foram obtidas utilizando o equipamento SHRIMP IIe/MC do Centro de Pesquisa em Geocronologia, do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (CPGeo-USP). Duas rochas foram analisadas: SOS-600A (Biotita leucogranito – UTM: 665301, 8876895) e SOS-601 (Leucogranito com muscovita e biotita – UTM: 667257, 887292). Estas duas rochas não apresentam evidências de deformação no estado sólido.

Utilizou-se 3 kg de cada rocha para a obtenção de cristais de zircão. O procedimento para a separação dos cristais envolveu: britagem, moagem, separação magnética, separação por líquidos densos e a concentração manual de cristais de zircão. Um total de aproximadamente 20 cristais de zircão por amostra foi utilizado para fazer o *mount*. Posteriormente este *mount* foi metalizado com ouro e os cristais de zircão foram imageados com detector de catodoluminescência no MEV do CPGeo-USP, para seleção daqueles para serem analisados.

Os *softwares* utilizados pelo Laboratório da SHRIMP são o LabVIEW 8.5 e SHRIMP SW, versão 2.1. Os dados foram reduzidos utilizando o SQUID 1.06 e o diagrama de Concordia foi feito utilizando-se do ISOPLOT 4 (Ludwig, 2009). As correções do Pb comum usam valor de <sup>204</sup>Pb de Stacey & Kramers (1975), mas as correções para o <sup>207</sup>Pb e <sup>208</sup>Pb são feitas através do software SQUID.

### 4.2 Biotita Leucogranito

Esta rocha (SOS-600A) tem granulação média, textura allotriomórfica e não exibe evidências de deformação no estado sólido. Os cristais desta amostra são euédricos, prismáticos, com comprimento variando de 90-300 μm (Figura 4). Estes cristais de zircão apresentam zoneamento oscilatório, sobrecrecimento e algumas fraturas. Foram selecionados para a análise os cristais que não apresentavam fraturas ou inclusões.

Os cristais de zircão analisados apresentaram valores de U de 107-693 ppm, Th de 26-719 ppm e razão Th/U entre 0,04-1,07 (Tabela 1), sugerindo segundo Kirkland *et al.* (2015) origem ígnea. Um total de 15 cristais foram analisados e 7 spots foram utilizados para definir a idade concórdia de  $624 \pm 11$  Ma (Figura 5A), tendo sido interpretada como a idade de cristalização das rochas biotita leucograníticas do *stock*. Identificou-se nesta rocha igualmente a presença de zircões com idades de 1038 - 755 Ma, o que indica a assimilação de cristais mais antigos durante a evolução do magma que formou esta rocha.

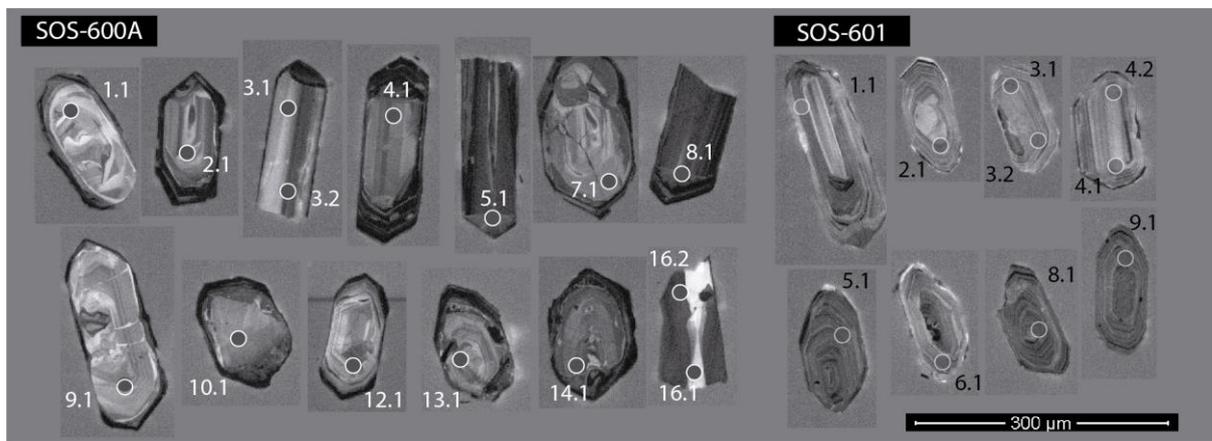


Figura 4 Imagens dos cristais de zircão obtidas com microscópio eletrônico de varredura utilizando-se o detector de catodoluminescência.

### 4.3 Leucogranito com muscovita e biotita

A amostra SOS-601 é da fácies mais representativa do *stock*, tem cristais prismáticos, euédricos e com comprimento variando de 100-180  $\mu\text{m}$ . As imagens de catodoluminescência (Figura 4) mostram cristais de zircão com zoneamento oscilatório e sobrecrecimento. Foram selecionados para análise, cristais que apresentavam-se livres de fraturas ou inclusões. Nos cristais de zircão analisados a razão Th/U varia de 0,48-0,99 (Tabela 1), sugerindo uma origem ígnea. Os nove *spots* analisados definiram uma idade concórdia de  $627 \pm 7$  Ma (Figura 5B), que é interpretada como a idade de cristalização dos leucogranitos com muscovita e biotita do *stock*. Diferente do biotita leucogranito, o leucogranito com muscovita e biotita apresentou apenas um cristal de zircão herdado.

Spot	$^{206}\text{Pbc}$ (%)	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	$^{206}\text{Pb}^*$ (%)	Idade $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	Idade $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	Disc (%)
<b>Amostra SOS-600A</b>								
1.1 <sup>†</sup>	0,12	107	35	0,33	12	743 ± 51	758 ± 18	-2
2.1 <sup>†</sup>	0,30	133	80	0,62	19	1016 ± 34	983 ± 15	+4
3.1	0,78	117	45	0,40	10	722 ± 71	636 ± 10	+13
3.2	0,42	174	117	0,70	14	653 ± 72	599 ± 9	+9
4.1	0,11	240	234	1,01	22	653 ± 33	647 ± 9	+1
5.1	0,99	693	719	1,07	60	740 ± 34	619 ± 10	+17
7.1 <sup>†</sup>	0,15	141	115	0,84	21	1029 ± 34	1037 ± 21	-1
8.1	0,36	421	393	0,96	37	610 ± 40	629 ± 10	-3
9.1 <sup>†</sup>	0,00	123	72	0,61	17	973 ± 29	973 ± 15	+0
10.1 <sup>†</sup>	4,27	133	103	0,80	13	694 ± 180	697 ± 14	-0
12.1 <sup>†</sup>	2,53	212	87	0,42	26	880 ± 117	861 ± 13	+2
13.1 <sup>†</sup>	0,17	200	71	0,36	23	788 ± 40	813 ± 12	-3
14.1 <sup>†</sup>	1,56	325	160	0,51	36	845 ± 59	781 ± 13	+8
15.1 <sup>†</sup>	2,88	180	50	0,28	31	1653 ± 22	1214 ± 12	+29
16.1	1,87	322	26	0,08	28	708 ± 77	617 ± 6	+13
16.2	0,56	464	18	0,04	40	651 ± 39	622 ± 8	+5
<b>Amostra SOS-601</b>								
1.1	-0,06	347	332	0,99	31	634 ± 26	641 ± 9	-1
3.1	1,53	549	272	0,51	49	683 ± 53	641 ± 11	+6
3.2	0,79	430	207	0,50	38	618 ± 51	627 ± 11	-2
4.1	0,69	419	204	0,50	36	611 ± 46	608 ± 11	+0
4.2	0,91	387	181	0,48	33	670 ± 48	615 ± 11	+9
5.1	0,76	560	300	0,55	50	619 ± 53	633 ± 9	-2
6.1	0,69	503	283	0,58	43	606 ± 44	611 ± 10	-1
7.1 <sup>†</sup>	1,70	253	117	0,48	29	929 ± 107	821 ± 12	+12
8.2	0,12	524	299	0,59	46	635 ± 24	622 ± 11	+2
9.1	0,36	571	323	0,58	50	686 ± 24	622 ± 9	+10

Tabela 1 Resultados das análises dos cristais de zircão obtidos com a SHRIMP neste estudo. Erros são reportados em  $1\sigma$  de incerteza, Pbc e Pb\* indicam chumbo comum e radiogênico, respectivamente, Chumbo comum corrigido usando valores de  $^{204}\text{Pb}$ , (†) Spots não considerados para o cálculo da idade.

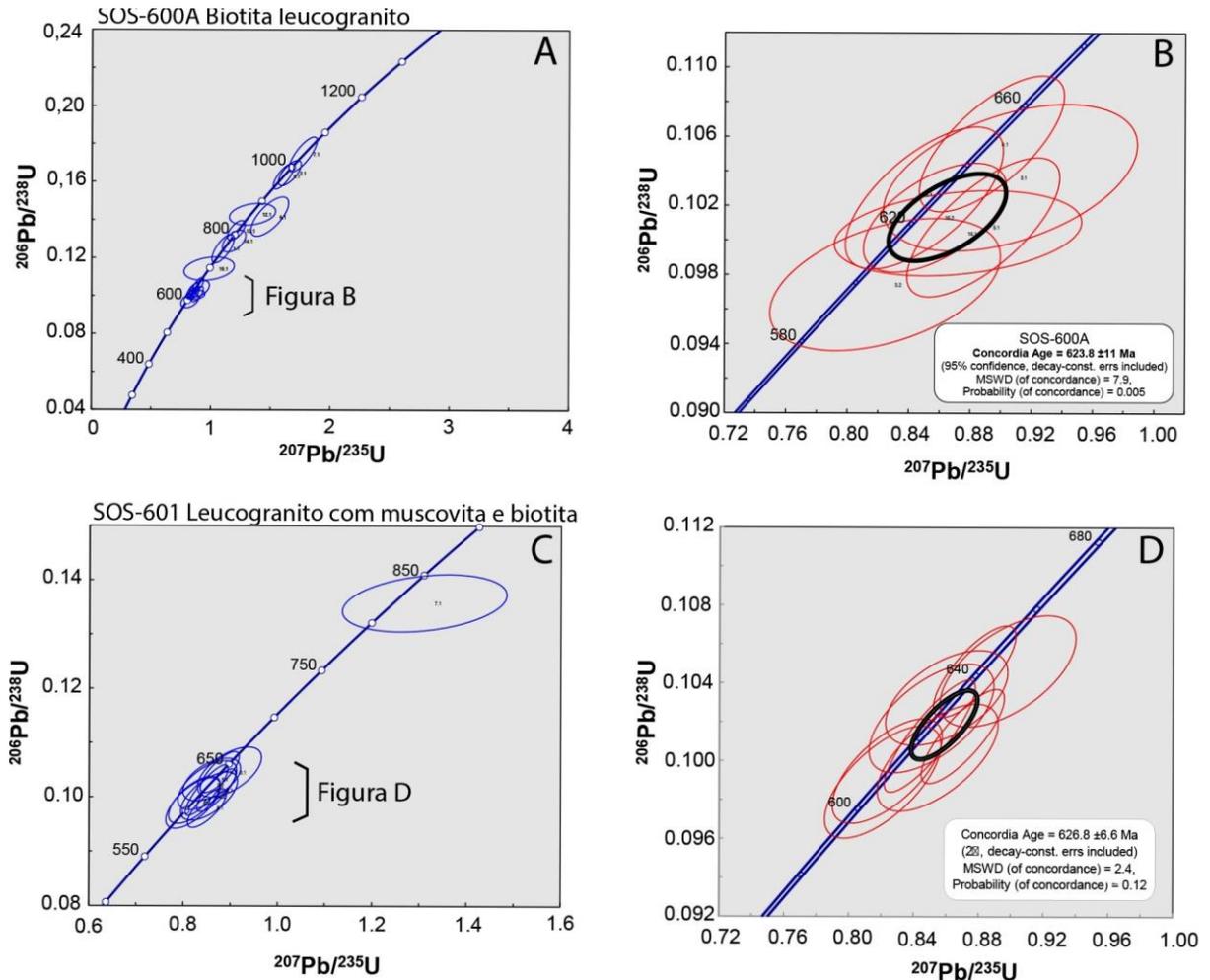


Figura 5 Diagramas concórdia para os cristais analisados. Amostras SOS-600A e SOS-601: [A] e [C] com todas as determinações e [B] e [D] com os resultados utilizados para os cálculos das idades.

## 5 Discussão e Conclusão

As idades de cristalização obtidas para os dois leucogranitos do SGS (biotita leucogranito e o leucogranito com muscovita e biotita) indicam que estas rochas formaram-se a partir de magmas contemporâneos (613-635 Ma). E, este intervalo de idade tem sido interpretado como período de intenso plutonismo pré-colisional ao clímax do Sistema Orogênico Sergipano (e.g. Oliveira *et al.*, 2017).

Os leucogranitos da parte leste do DM (e.g. Serra das Intãs, Angico, Lajes, Pedra Furada, Canhoba, Gravatá, Várzea Nova e Lagoa de Dentro) correspondem a rochas que foram gnaissificadas pelo evento que deformou os metassedimentos encaixantes. Por outro lado, os

outros corpos leucograníticos (e.g. Glória Sul, Monte Alegre, Lajeado, Santa Barbara, Pajeú, Cajueiro, Pau D'Arco, Muribeca, Maravilha e Ladeira) têm forma arredondada e não estão gnaissificados, preservam bem a foliação de fluxo magmático, o que sugere colocação posterior a deformação regional. Ante a estes fatos, os dados geológico e geocronológico sugerem que o magmatismo leucogranítico no DM tenha ocorrido em dois momentos distintos: 613-635 Ma e 571-590 Ma. As relações destes corpos com a deformação regional são complexas, pois os corpos com idades mais antigas não estão gnaissificados e os mais jovem são gnáissicos. A diferenças das estruturas nos leucogranitos podem refletir a posição estrutural no DM, visto que que as rochas deformadas concentram-se na região leste do DM onde ocorrem as figuras de interferências regionais de Nossa Senhora de Lourdes e Porto da Folha.

Os dados geoquímicos disponíveis na literatura sobre os leucogranitos do DM revelaram que os dois grupos com idades distintas apresentam composições químicas similares. E estes dados geoquímicos indicam que estes leucogranitos foram formados a partir de fusão de protólitos ígneos e estes magmas têm assinatura colisional. As evoluções geoquímicas dos leucogranitos dos diferentes corpos sugerem que estes magmas tenham sua diferenciação magmática evoluído por cristalização fracionada.

## 6 Agradecimentos

A primeira autora J.A. Conceição foi bolsista de doutorado do CNPq (Processo 141473/2014-2). O desenvolvimento desta pesquisa foi possível devido aos recursos obtidos junto ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Apoio à Pesquisa e à Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe (FAPITEC), processos números: 311008/2017-8 (CNPq-PQ), 310391/2017-2 (CNPq-PQ), 473013/2012-4 (CNPq-Universal 2013), 311008/2017-8 (Universal 2016) e 019.203.02538/2009-7 (PRONEX/FAPITEC/CNPq).

## 7 Referências

- Brito Neves, B.B & Cordani, U.G. 1973. Problemas Geocronológicos do “Geossinclinal Sergipano” e do seu embasamento. *In: XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 1, Aracaju, 1973. *Anais*, Aracaju, SBG, p. 67-76.
- Brito Neves, B.B. & Fuck, R.A. 2013. Neoproterozoic evolution of the basement of the South-American platform. *Journal of South American Earth Sciences*, 47: 72-89.

- Borges, T.E.S. 2014. *Aspectos Geológicos e Petrográficos do Stock Holomonzogranito Pedra Furada, Sistema Orogênico Sergipano*. Bacharelado em Geologia, Universidade Federal de Sergipe, Trabalho de Conclusão de Curso, 58 p.
- Bueno, J.F.; Oliveira E.P.; McNaughton, N.J. & Laux J.H. 2009. U–Pb dating of granites in the Neoproterozoic Sergipano Belt, NE-Brazil: Implications for the timing and duration of continental collision and extrusion tectonics in the Borborema Province. *Gondwana Research*, 15(1): 86-97.
- Chappell, B.W. & White, A.J.R. 1992. I- and S-type granites in the Lachlan Fold Belt. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences*, 83(1-2): 1-26.
- Conceição, H.; Rosa, M.L.S.; Conceição, J.A.; Lisboa, V.A.C.; Pereira, F.S.; Teles, D.S.; Fernandes, D.M.; Sousa, E.S.; Cruz, J.W.S.; Rezende, H.J.C.; Oliveira, I.R.; Souza, J.M.D. & Oliveira, I.L. 2017. Magmatismos no Domínio Macururé, Sistema Orogênico Sergipano: estado do conhecimento. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 27, João Pessoa, 2017. Boletim de Resumos, João Pessoa, SBG, p. 30-31.
- 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.
- Davison, I. & Santos, R.A. 1989. Tectonic evolution of the Sergipano Fold Belt, NE Brazil, during the Brasiliano orogeny. *Precambrian Research*, 45(4): 319-328.
- Frost, B.; Barnes, C.; Collins, W.; Arculus, R., Ellis, D. & Frost, C. 2001. A geochemical classification for granitic rocks. *Journal of Petrology*, 42(11): 2033-2048.
- Fujimori, S. 1989. Contribuição ao estudo dos granitoides do Sistema Orogênico Sergipano. *Revista Brasileira de Geociências*, 19(2): 241-247.
- Giuliani, G. & Santos, R.A. 1989. Geoquímica de alguns granitoides da Faixa de Dobramentos Sergipana. In: XXXV CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3, Belém, 1989. *Anais*, SBG, p.1037-1052
- Guimarães, I.P.; Brito, M.F.L.; Lages, G.A.; Silva Filho, A.F.; Santos, L. & Brasilino R.G. 2016. Tonian granitic magmatism of the Borborema Province, NE Brazil: A review. *Journal of South American Earth Sciences*, 68(4): 97-112.
- Nigel, B.W.; Harris, N.B.W.; Pearce, J.A. & Tindle, A.G. 1986. Geochemical characteristics of collision-zone magmatism. *Geological Society, London, Special Publications*, 19: 67-81.
- Humphrey, F.L. & Allard, G.O. 1962. Reconnaissance geology of pre-cretaceous rocks in the state of Sergipe. Rel. 230, Div. Reg. de Exploração, RPNE/PETROBRÁS. Maceió, p.196.

- Le Fort, P.; Cuney, M.; Deniel, C.; France-Lanord, C.; Sheppard, S.M.F.; Upreti, B.N. & Vidal P. 1987. Crustal generation of the Himalayan leucogranites. *Tectonophysics*, 134 (1-3): 39-57.
- Ludwig, K.R. 2009. *User's manual for Isoplot/Ex, version 3.0, a geochronological toolkit for Microsoft Excel*. Berkeley Geochronological Center Special Publication, 4, p. 2455.
- Kirkland, C.; Smithies, R.; Taylor, R.; Evans, N.; McDonald, B. 2015. Zircon Th/U ratios in magmatic environs. *Lithos*, 212-215: 397-414.
- Lisboa, V.A.C.; Conceição, H.; Rosa, M.L.S. & Mendes, 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*, 8(4): 173-188.
- Maniar, P.D. & Picolli, P.M. 1989. Tectonic discrimination of granitoids. *Geological Society of American Bulletin*, 101(5): 635-643.
- Mendonça, L.H. 2013. *Geologia, Petrografia e Geoquímica de Stocks Graníticos no município de Canhoba, Sergipe*. Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias, Universidade Federal de Sergipe, Dissertação de Mestrado, 182 p.
- Melo J.P.P. 2015. *Aspectos Geológicos e Petrográficos do Stock Granítico Angico, Sistema Orogênico Sergipano*. Trabalho de Conclusão de Curso, Departamento de Geologia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 65 p.
- Oliveira, A.C.S. 2014. *Petrogênese do Stock Granítico Monte Alegre, Nordeste do Domínio Macururé, Faixa Sergipana*. Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias, Universidade Federal de Sergipe, Dissertação de Mestrado, 124 p.
- 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.
- Oliveira, E.P.; Bueno, J.F.; McNaughton, N.J.; Silva Filho, A.F.; Nascimento, R.S. & Donatti-Filho J.P. 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(1): 257-280.
- Oliveira, E.P.; Windley, Brian, F.; McNaughton, Neal J.; Bueno, J.F.; Nascimento, R.S.; Carvalho, M.J. & Araújo, M.N.C. 2017. The Sergipano Belt. In: HEILBRON, M.; CORDANI, U.G.; ALKMIM, F.F. (Org.). *São Francisco Craton, Eastern Brazil*. 1 ed. Zurich: Springer, 2017, p. 241-254.

- Pearce, J.A.; Harris, N.B.W. & Tindle, A.G. 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology*, 25(4): 956-983.
- Pereira, F.S; Conceição, J.A.; Rosa, M.L.S. & Conceição, H. 2017. Stock Lagoa de Dentro, Domínio Macururé, Sistema Orogênico Sergipano: Geologia, Petrografia e Geoquímica. *Scientia Plena*, 13(2): 1-17.
- Rollinson, H.R. 1993. *Using Geochemical Data: Evaluation, Presentation, Interpretation*. Longman Scientific and Technical, England, 352p.
- Santos, R.A.; Menezes Filho, N.R. & Souza, J.D. 1988. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: Carta Geológica, Carta Metalogenéticas/Previsional – (Folha SC.24-Z-A-III, Carira) DNPM/CPRM, Estados de Sergipe e Bahia. 124 p
- Sial, A.N. & Ferreira V.P. 2016. Magma associations in Ediacaran granitoids of the Cachoeirinha–Salgueiro and Alto Pajeú terranes, northeastern Brazil: Forty years of studies. *Journal of South American Earth Sciences* 68(4): 113-133.
- Stacey L.S. & Kramers L.D. 1975. Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model!. *Earth and Planetary Science Letters*, 26(2): 207-221.
- Teles D.S. 2019. *Petrografia, química mineral e geoquímica do Stock Serras das Intãs, Sistema Orogênico Sergipano, NE Brasil*. Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias, Universidade Federal de Sergipe, Dissertação de Mestrado, 132p.
- Teixeira, L.R.; Lima, E.S.; Neves, J.P.; Santos, R.A.; Santiago, R.C. & Melo, R.C. 2014. Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Estado de Sergipe. CPRM, Escala 1:250.000.

## CAPÍTULO 4

### CONCLUSÕES

---

O desenvolvimento desta pesquisa pode nos ajudar a elucidar algumas dúvidas que envolvem os corpos graníticos do Domínio Macururé (DM). Durante a pesquisa foi possível, através de dados petrográficos e geoquímicos, classificar o magmatismo presente no DM em quatro tipos distintos: Leucogranitos Cálcio-alcálicos de Alto  $K_2O$ , Granodioritos Cálcio-alcálico de Alto  $K_2O$ , Monzonitos Shoshoníticos e Granitos Cálcio-alcálicos Porfíricos.

Os plútons estudados fazem parte da associação leucogranítica cálcio-alcálica de alto  $K_2O$  do DM, que é uma das feições características do Magmatismo Brasileiro na Província da Borborema. Esses corpos foram classificados em dois grupos: os leucogranitos localizados preferencialmente na porção leste do DM, que apresentam-se gnaissificados pelo evento que deformou as rochas encaixantes e os demais leucogranitos sem a estrutura gnáissica, de formato arredondados e com foliação de fluxo magmático preservada.

Os dados geológicos e geocronológicos sugerem que esse magmatismo leucogranítico no DM possa ter ocorrido em dois momentos distintos: 613-635 Ma, representado pelos corpos sem gnaissificação e 571-590 Ma representado pelos corpos com estrutura gnáissica.

Os plútons são petrologicamente e quimicamente muito semelhantes, com pequenas variações no conteúdo modal de suas fases minerais, peraluminosos, magnesianos. O comportamento dos elementos maiores exibe tendência típica de cristalização fracionada, com fracionamento da biotita, minerais opacos, plagioclásio, titanita e apatita durante a evolução dessas rochas.

## **APÊNDICE A – JUSTIFICATIVA DA PARTICIPAÇÃO DOS CO-AUTORES**

---

**- Dra. Maria de Lourdes da Silva Rosa:**

A Dra. Rosa é Coorientadora da doutoranda, especialista em geoquímica e geocronologia, desenvolvendo projetos de pesquisa no Sistema Orogênico Sergipano, com foco na obtenção de idades U-Pb SHRIMP em granitos. Auxilia a doutoranda no desenvolvimento de sua pesquisa, particularmente na obtenção e discussão das idades absolutas pelo método U-Pb SHRIMP em monocristais de zircão.

**- MSc. Fábio dos Santos Pereira:**

O MSc. Fábio Pereira desenvolve pesquisas em granitos do Domínio Macururé, Sistema Orogênico Sergipano, e auxiliou a doutoranda na obtenção dos dados geoquímicos.

## APÊNDICE B – DETALHAMENTO DO MÉTODO DE TRABALHO DESENVOLVIDO

---

Para o desenvolvimento desta pesquisa foi necessário elaborar procedimentos e metodologia que envolveu: coleta de dados, análises e posteriores interpretações dos dados apresentados e elaboração de hipóteses.

Estruturou-se o estudo nas seguintes etapas: levantamento bibliográfico com a integração dos dados disponíveis na literatura; missões de campo com a coleta de amostras; preparação de amostras para os estudos petrográfico, análises químicas e geocronológicas; obtenção dos dados geológico, petrográfico, geoquímicos de rocha total e geocronologia U-Pb SHRIMP de idades absolutas.

### **Levantamento Bibliográfico**

Nesta etapa realizou-se levantamento de dados disponíveis sobre os leucogranitos do Sistema Orogênico Sergipano, assim como de outras regiões orogênicas (e.g. Orógeno Contendas Mirante-Jacobina (Cuney *et al.*, 1990); Himalaia (Guo & Wilson, 2012; Gao *et al.*, 2016; Huang *et al.*, 2017); e hercínianos (Petrík & Kohút, 1997; Kohut, 2007; Le Carlier de Veslud *et al.*, 2013). Com este levantamento foi possível elaborar um banco de dados sobre leucogranitos (ou seja, granitos peraluminosos ou granitos do Tipo-S).

### **Trabalhos de Campo**

Os trabalhos de campo foram desenvolvidos em cinco missões, totalizando aproximadamente 30 dias, com o propósito de reconhecer as diferentes rochas presentes no *Stock* Glória Sul (Figura 1), assim como em corpos similares nesta região.

Neste estudo foram visitados afloramentos do *Stock* Glória Sul assim como em outros corpos estudados e encaixantes por membros do nosso grupo de pesquisa: Pedra Furada (Borges, 2014), Angico (Melo, 2014), Várzea Nova (Moura Neto, 2014), Monte Alegre (Oliveira, 2014), Serra das Intãs (Teles, 2015), Lagoa de Dentro (Pereira, 2016) e Glória Sul (Conceição *et al.*, 2016).

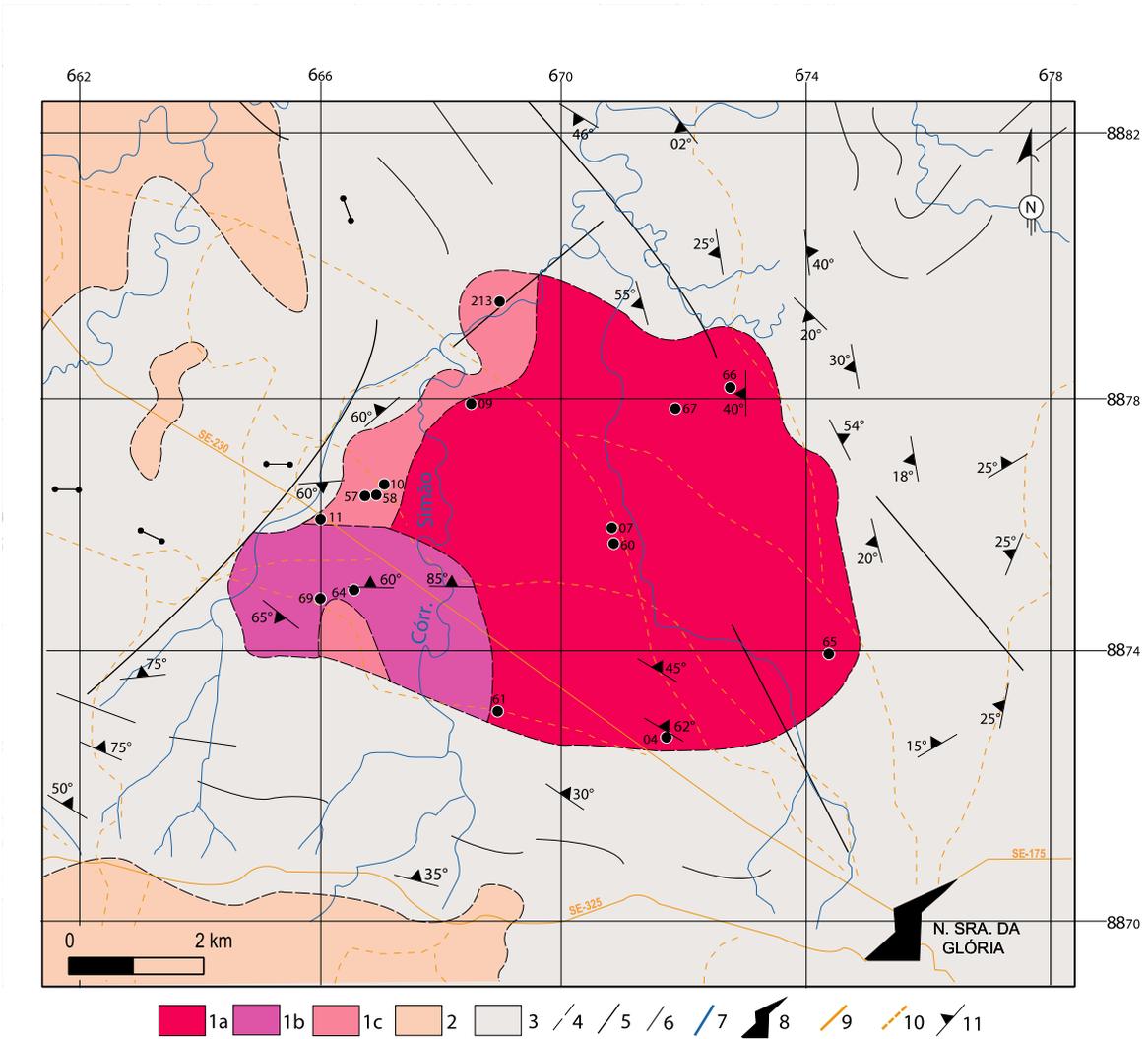


Figura 1. Mapa geológico simplificado do *Stock* Glória Sul. Legenda: 1: Stock Glória Sul (1a = leucogranitos com muscovita e biotita; 1b = muscovita leucogranitos; 1c = biotita leucogranitos); 2: monzonitos; 3: Metassedimentos do Domínio Macururé; 4: contatos geológicos inferidos por fotointerpretação; 5: falhas; 6: lineamentos fotográficos; 7: drenagens; 8: sede municipal; 9: estradas pavimentadas; 10: estradas não pavimentadas; 11: foliação. Afloramentos amostrados círculos pretos: e os números correspondem às amostras estudadas.

## **Estudo Petrográfico**

Lâminas delgadas representativas dos diferentes *stocks* leucograníticos foram estudadas. O estudo petrográfico foi realizado nos laboratórios de Microscopia e Lupas do Departamento de Geologia e no de Petrografia e Metalografia do Condomínio dos Laboratórios Multiusuários das Geociências da Universidade Federal de Sergipe (CLGeo-UFS).

As composições modais foram realizadas com o auxílio de contador de pontos automático, da marca *SWIFT*, modelo F, acoplado em um microscópio petrográfico *Leitz*, modelo Laborlux 12 Pol 15, com contagem média de cerca de 2.500 pontos por lâmina delgada. A partir da moda realizou-se uma classificação das rochas utilizando-se a terminologia proposta pela *International Union of Geological Sciences* (IUGS) (Streckeisen, 1976). As fotomicrografias foram obtidas através do microscópio da marca *Olympus* BX 41 com uma câmera acoplada *Olympus* SC30, utilizando-se o *software Cell^B* Olympus (2008).

Os dados petrográficos dos *stocks* Lagoa de Dentro, Monte Alegre, Angico, Pedra Furada, Várzea Nova e Serra das Intãs foram obtidos de: Pereira (2016), Oliveira (2014), Melo (2014), Borges (2014), Moura Neto (2014) e Teles (2015).

## **Estudo Geoquímico**

As 32 análises geoquímicas de rocha total do *Stock* Glória Sul foram obtidas junto ao laboratório comercial *Acme Analytical Laboratories Ltda*, no Canadá, com o pacote Geo3 (Grupos 4A e 4B). Os elementos maiores ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  e  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) foram dosados por *Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry* (ICP-OES), e os elementos menores e traços, por *Inductively Coupled Plasma Microspectrometry* (ICP-MS), sendo a precisão de 2% para os elementos maiores e de 2% para os elementos traços.

Os dados dos outros corpos, utilizados para comparação foram em sua grande parte obtido no Laboratório de Fluorescência de Raios-X no CLGeo-UFS para os elementos maiores e alguns traços.

Os dados químicos foram analisados foram digitados em tabelas do *Microsoft Office Excel*® 2007 e foram tratados com auxílio do *software Geochemical Data Toolkit for Windows* 3.0 (Janoušek *et al.*, 2006).

## Estudo Geocronológico

O estudo geocronológico foi efetuado no laboratório do Centro de Pesquisas Geocronológicas da Universidade São Paulo (CPGeo-USP) com o equipamento SHRIMP IIe/MC (*Sensitive High Resolution Ion Microprobe*) do Instituto de Geociências da USP.

Várias tentativas foram feitas para a obtenção da idade. Nas duas primeiras tentativas realizadas nos anos de 2014 e 2015 não obtivemos êxito por dois motivos: pequeno volume de cristais de zircão nos concentrados e valores elevados de Pb comum. Obteve-se sucesso somente na terceira tentativa, realizada em agosto de 2016, quando foi possível obter-se cristais que forneceram as idades. O procedimento foi realizado pela doutoranda juntamente com a coorientadora Profa. Dra. Maria de Lourdes Rosa na USP.

No estudo geocronológico do *Stock* Glória Sul foram selecionadas duas amostras representativas. Uma correspondente a biotita leucogranito (SOS-600A), a fácies petrográfica mais primitiva do *stock* e outra do leucogranito com muscovita e biotita (SOS-601) a fácies petrográfica mais evoluída.

Em todas as etapas 3 kg de cada rocha foram enviadas para o CPGeo-USP para obter o concentrado de cristais de zircão. Os concentrados de zircão foram obtidos no CPGeo-USP pelo método convencional de separação e concentração mineral, envolvendo britagem, moagem, peneiramento, mesa vibratória, separação eletromagnética, líquidos pesados (HCl ou HNO<sub>3</sub>) e por última catação manual com lupa binocular (Sato *et al.*, 2008).

Na separação com a lupa, selecionaram-se os cristais de zircão, tendo sido escolhidos os grãos mais límpidos e com ausência de fraturas ou inclusões. Posteriormente, foram montados *mount* contendo os zircões selecionados. Vinte cristais de zircão com morfologias diversas destas rochas foram selecionados para análise por SHRIMP. Observou-se estes cristais com catodoluminescência e alguns deles apresentavam zoneamento oscilatório e sobrecrecimento.

O Laboratório da SHRIMP no CPGeo-USP utiliza os *softwares* LabVIEW 8.5 e SHRIMP SW, versão 2.1. Os dados foram reduzidos utilizando o SQUID 1.06 e o diagrama de Concórdia foi elaborado utilizando-se o ISOPLOT 4 (Ludwig, 2009). As correções do Pb comum usam valor de <sup>204</sup>Pb de Stacey & Kramers (1975), mas as correções para o <sup>207</sup>Pb e <sup>208</sup>Pb são feitas através do software SQUID.

## Referências

- Borges, T.E.S. 2014. *Aspectos Geológicos e Petrográficos do Stock Holomonzogranito Pedra Furada, Sistema Orogênico Sergipano*. Trabalho de Conclusão de Curso, Departamento de Geologia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 58p.
- 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.
- Cuney, M.; Sabaté, P.; Vidal, P.; Marinho, M.M. & Conceição, H. 1990. The 2 Ga peraluminous magmatism of the Jacobina-Contendas Mirante Belt (Bahia) Brazil: Major and trace-element geochemistry and metallogenic potential. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 44:123-141.
- Gao, L.E.; Zeng, L.; Gao, J.; Shang, Z.; Hou, K. & Wang, Q. 2016. Oligocene crustal anatexis in the Tethyan Himalaya, southern Tibet. *Lithos*, 264:201-209.
- Guo, Z. & Wilson, M. 2012. The Himalayan leucogranites: constraints on the nature of their crustal source region and geodynamic setting. *Gondwana Research*, 22:360-376.
- Huang, C.; Zhao, Z.; Li, G.; Di-Cheng, Z.; Liua, D. & Shi, Q. 2017. Leucogranites in Lhozag, southern Tibet: Implications for the tectonic evolution of the eastern Himalaya. *Lithos*, 294-295:246-262.
- Janoušek, V.; Farrow, C.M. & Erban, V. 2006. Interpretation of Whole-rock Geochemical Data in Igneous Geochemistry: Introducing Geochemical Data Toolkit (GCDKit). *Journal of Petrology*, 47:1255-1259.
- Kohut, M. 2007. Orogenic granitic magmatism in the western Carpathians – 500 Ma history: a review. *Mineralogia Polonica – Special papers*, 31:30-39.
- Le Carlier de Veslud, C.; Alexandre, P.; Ruffet, G.; Cuney, M. & Cheilletz, A. 2013. A two-stage exhumation in Western French Massif Central: New geochronological evidences of syn-collisional extension. *Lithos*, 175-176:1-15.
- Ludwig, K.R. 2009. Isoplot 4.1, a geochronological toolkit for Microsoft Excel. Berkeley Geochronology Center Special Publication, 4, p.76.
- Melo, J.P.P. 2014. *Aspectos Geológicos e Petrográficos do Stock Granítico Angico, Sistema Orogênico Sergipano*. Departamento de Geologia, Universidade Federal de Sergipe, Trabalho de Conclusão de Curso, 65p.
- Moura Neto, W. 2014. *Caracterização Geológica e Petrográfica do Stock Várzea Nova, Domínio Macururé, Sistema Orogênico Sergipano*. Departamento de Geologia, Universidade Federal de Sergipe, Trabalho de Conclusão de Curso, 56p.
- Oliveira, A.C.S. 2014. *Petrogênese do Stock Granítico Monte Alegre, nordeste do Domínio Macururé, Faixa Sergipana*. Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias, Universidade Federal de Sergipe, Dissertação de Mestrado, 130p.
- Olympus. 2008. *Software Cell^B: Digital Image System. Version 2.4*. Olympus copyright. Conjunto de programas. 1 CD-ROM.
- Pereira, F.S. 2016. *Petrografia, Química Mineral e Geoquímica do Stock leucogranítico Lagoa de Dentro, Domínio Macururé, Sistema Orogênico Sergipano*. Departamento de Geologia, Universidade Federal de Sergipe, Trabalho de Conclusão de Curso, 123p.

Petrík, I. & Kohút, M. 1997. The evolution of granitoid magmatism during the Hercynian Orogen in the Western Carpathians. In: GRECULA, P.; HOVORKA, D. & PUTIŠ, M. (eds) *Geological evolution of the Western Carpathians*. Mineralia Slovaca, Monograph 235-252.

Sato, K.; Basei, M.A.S.; Siga Jr., O.; Sproesser, W.M. & Passarelli, C.R. 2008. Novas técnicas aplicadas ao método U-Pb no CPGeo - IGc/USP: avanços na digestão química, espectrometria de massa (TIMS) e exemplos de aplicação integrada com SHRIMP. *Geologia USP: Série Científica*, 7:77-99.

Stacey, J.S. & Kramers, J.D. 1975. Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model. *Earth and Planetary Science Letters*, 26(2):207-221.

Streckeisen A.L. 1976. To each plutonic rocks its proper name. *Earth Science Reviews*, 12:1-33.

Teles, D.S. 2015. *Contribuição a Petrografia e Geoquímica do Stock Serra das Intãs, Sistema Orogênico Sergipano, NE Brasil*. Departamento de Geologia, Universidade Federal de Sergipe, Trabalho de Conclusão de Curso, 65p.

# ANEXO A – REGRAS DE FORMATAÇÃO DA REVISTA

Anuário do Instituto de Geociências - IGEO - UFRJ [www.anuario.igeo.ufrj.br](http://www.anuario.igeo.ufrj.br) ISSN 0101-9759 e-ISSN 1982-3908

## Normas para Publicação

1. O Anuário do Instituto de Geociências é uma publicação oficial da Universidade Federal do Rio de Janeiro – Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza, Instituto de Geociências, destinando-se à divulgação da produção científica de interesse amplo, caráter original e inédito, relacionada com as Geociências. Ao submeter um artigo, o(s) autor(es) do mesmo está realizando de maneira automática a transferência de direitos autorais ao Anuário do Instituto de Geociências da UFRJ.

2. Não há pagamento de taxas para a submissão ou para a publicação de artigos no Anuário do Instituto de Geociências.

3. Os textos podem ser redigidos em línguas portuguesa, inglesa, espanhola ou francesa. O resumo (em português), e em inglês (*abstract*) sempre devem ser apresentados, independente do idioma utilizado, contendo até 25 linhas e em apenas um parágrafo.

4. Os artigos podem conter até 15 páginas (tamanho A4) digitadas em espaço um e meio, incluindo ilustrações e referências bibliográficas. Textos maiores poderão ser publicados mediante pagamento dos custos de produção.

### Preparação para Encaminhamento

#### a) Textos

#### 5. Artigos

#### Em sequência:

i) Título em português e em negrito;

ii) Título em inglês;

iii) Nome completo do(s) autor(es), separados por ponto-e-vírgula, incluindo números sobrescritos para vínculo com endereços dos autores. Entre o penúltimo e último autor utilizar &;

iv) Endereço completo de cada autor (obrigatoriamente na sequência a seguir: Universidade, Instituto, Departamento, logradouro, número, número do CEP, cidade, Sigla do Estado, país), vinculados aos números de conexão com os nomes dos autores;

v) Lista de e-mails dos autores, separados por ponto-e-vírgula;

vi) Resumo;

vii) Palavras-chave (três), separadas por ponto-e-vírgula;

viii) Abstract;

ix) Keywords (três), separadas por ponto-e-vírgula;

x) Legendas das figuras no corpo do texto, na posição aproximada onde deverão aparecer;

xi) Os títulos das seções (Exemplo: Introdução, Metodologia e Dados, Resultados, Conclusões, Agradecimentos, Referências), devem estar em negrito e alinhados à esquerda. Hierarquizar os títulos e subtítulos em 1, 1.1, 2, 2.1, 2.2 etc. (todos em negrito). Não colocar ponto, traço ou dois pontos após o número de item, subitem, figura ou tabela.

- Editar o texto e tabelas em Word for Windows, página tamanho A4, fonte Times New Roman, tamanho 12. As linhas de texto alinhadas à esquerda e em espaço 1,5. Todas as margens devem ter 2,5 cm. Digitar as tabelas no modo "Tabela" do Word. Digitar legenda abaixo da Tabela.

- Equações devem ser digitadas no texto ou coladas como figuras e numeradas sequencialmente.

- Enviar o arquivo digital "doc" ou "docx" para [anuarioigeoufrj@gmail.com](mailto:anuarioigeoufrj@gmail.com)

6. No corpo do e-mail de encaminhamento da submissão, indicar até três pesquisadores (nome completo e endereço de e-mail para contato) com expertise no tema de pesquisa que possam atuar como revisores *ad hoc*. Caberá ao Conselho Editorial do Anuário do Instituto de Geociências a escolha dos revisores, podendo incluir ou não algum(ns) dos nomes indicados.

## b) Ilustrações

## c) Referências

9. Citações no corpo do texto, seguir os formatos do seguinte exemplo: Lima (1999), Lima & Silva (1992a, 1992b) e para três autores ou mais, Lima *et al.* (2002). No caso de várias referências, organizar por ordem de ano de publicação, separadas por ponto-e-vírgula. Exemplo: ... (Karl *et al.*, 1997; Easterling *et al.*, 2000; Meehl *et al.*, 2000; Frich *et al.*, 2002).

10. Ao final do texto, ordenar as referências na ordem alfabética do sobrenome do primeiro autor, empregando os seguintes formatos:

### Artigos de Periódicos:

Pereira, R.; Guimarães Jr., J.A. & Silva Jr., G.C. 2002. Avaliação do Impacto da Captação de Água na Lagoa do Bomfim, RN - Brasil. *Revista Águas Subterrâneas*, 16(1): 61-68.

Souza, M.L. 1997. Algumas Notas Sobre a Importância do Espaço para o Desenvolvimento Social. *Território*, 3: 13-35.

### Artigos de Publicações Seriadas:

Vicalvi, M.A.; Kotzian, S.C.B. & Forti-Esteves, I.R. 1977. A Ocorrência de Microfauna Estuarina no Quaternário da Plataforma Continental de São Paulo. In: *Evolução Sedimentar Holocênica da Plataforma Continental e do Talude do Sul do Brasil*, Rio de Janeiro, CENPES/DINTEP, p. 77-97. (Série Projeto REMAC 2).

### Dissertações e Teses:

Caia, M.B.F. 2000. *Angola: Estado-Nação, Movimentos Sociais e Disputas Territoriais. O Caso da Província de Ngagela*. Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 67p.

### Artigos Publicados em Eventos:

Dias-Brito, D. 1992. Ocorrências de Calcíferas em Depósitos carbonáticos do Atlântico Sul: Impacto na Configuração Paleocianográfica do Tétis Cretácico. In: SIMPÓSIO SOBRE AS BACIAS CRETÁCIAS BRASILEIRAS, 2, Rio Claro, 1992. Resumos expandidos, Rio Claro, UNESP, p. 30-34.

### Livros:

Becker, B. & Egler, C. 1993. *Brasil: Uma Nova Potência Regional na Economia-mundo*. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 267p.

### Capítulos de Livros:

Wanderley, M.D. 2004. Nanofósseis Calcários. In: CARVALHO, I.S. (ed.). *Paleontologia*. Editora Interciência, p. 285-296.

### Citação de Página de Internet:

ANDA. 2018. Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas. Disponível em: <<http://www.anda.org.br/>>. Acesso em: 23 fev. 2017 e 02 abr. 2018.

### Citação de Mapa:

Almeida, J.C.H.; Heilbron, M.; Guedes, E. & Ramos, R.R.C. 2018. Mapa geológico do Estado do Rio de Janeiro. 1 mapa: 80 cm x 120 cm. Escala 1:400.000.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa geopolítico do Brasil. 1 mapa: 50 cm x 80 cm. Escala: 1:200.000.

### Análise pelo Corpo Consultivo

11. Os artigos serão submetidos à análise crítica inicial do Conselho Editorial e, caso possuam mérito científico e sejam relevantes para sua área de pesquisa, serão submetidos à avaliação por pelo menos dois consultores *ad hoc*. Textos não aceitos para publicação serão devolvidos ao autor correspondente.

12. Manuscritos não formatados segundo as normas aqui estabelecidas serão automaticamente recusados, assim como aqueles que não se enquadrarem no escopo do Anuário do Instituto de Geociências ou que apresentarem pouca relevância em seu campo de pesquisa.

### Procedimentos Após Análise

13. Os artigos serão encaminhados para revisão pelo(s) editor(es), acompanhados de uma lista de recomendações editoriais. Após a realização de todas as correções indicadas deverão ser encaminhados os novos arquivos com o texto e figuras para o editor.

### Provas e Separatas

14. Provas dos Artigos serão remetidas aos autores (arquivo no formato PDF) para correção antes da impressão.

7. As ilustrações gráficas, fotográficas e fotomicrográficas serão numeradas sequencialmente, na ordem de sua citação no texto (Figura 1, Figura 2, Figura 3 ...), e consideradas, mesmo pranchas ou quadros, indiscriminadamente como Figuras. Não serão aceitos encartes. Figuras compostas por várias ilustrações devem ser agrupadas em apenas 1 arquivo, rotuladas com letras: Figura 1A,---; B,---; C,---. Todas as ilustrações deverão ser preparadas de forma digitalizada em formato .jpg com resolução de 255 dpi. As figuras devem ser preparadas de modo a otimizar o espaço disponível.

8. Legendas e símbolos das ilustrações devem ter dimensões adequadas para permitir legibilidade em eventuais reduções. Explicar todos os símbolos. Colocar escalas gráficas dentro da área das ilustrações.

Alterações necessárias deverão ser encaminhadas manuscritas na prova do arquivo PDF.

15. Separatas serão fornecidas mediante o pagamento dos custos de impressão.

#### **Copyright e Autorizações**

16. Não há restrição para o(s) autor(es) em manterem o direito de *copyright* de seus artigos, bem como podem manter os direitos de publicação sem restrições, desde que solicitado quando da submissão do manuscrito.

© Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ

## ANEXO B – COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DO ARTIGO

---

Zimbra

joane.conceicao@ufob.edu.br

---

**Re: Submissão de Manuscrito ao Anuário do IGEO/UFRJ**

---

**De :** Anuário IGEO UFRJ  
<anuarioigeoufrj@gmail.com>

Sex, 16 de ago de 2019 08:13

**Assunto :** Re: Submissão de Manuscrito ao Anuário do IGEO/UFRJ

**Para :** Joane Almeida da Conceição  
<joane.conceicao@ufob.edu.br>

**Cc :** Herbet Conceicao <herbet@ufs.br>

Prezada Joane Almeida da Conceição.

Em nome do Anuário do Instituto de Geociências (ISSN 0101-9759; e-ISSN 1982-3908), agradeço a submissão do manuscrito. O manuscrito será inicialmente avaliado pelo Corpo Editorial e, se atender ao escopo do periódico, será encaminhado para avaliação por revisor (es) *ad hoc*.

Atenciosamente,

Hermínio Ismael de Araújo Júnior  
Editor Chefe  
Anuário do Instituto de Geociências  
<http://www.anuario.igeo.ufrj.br/>