

EVIDÊNCIAS DE *MINGLING* NA UNIDADE GENTILEZA, DOMÍNIO CANINDÉ, FAIXA DE DOBRAMENTOS SERGIPANA

*EVIDENCES OF MINGLING IN THE GENTILEZA UNIT, CANINDE DOMAIN, SERGIPANO
FOLD BELT*

Cássio Brener Andrade ALMEIDA, Adriane MACHADO, Luiz Henrique PASSOS

Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias. Universidade Federal de Sergipe. Avenida Marechal Rondon, s/n - Jardim Rosa Elze, São Cristóvão – SE. E-mails: cassio_brener@hotmail.com, adrianemachado@yahoo.com.br, lhpassos.geologo@gmail.com

Introdução
Materiais e Métodos
Geologia Regional
Geologia Local
Resultados
 Petrografia
 Anfibolito (Unidade Gentileza)
 Metamonzogranito (Granito Boa Esperança)
 Metassienogranito
 Geoquímica
Discussões
Conclusões
Referências

RESUMO - Feições de *mingling* têm sido evidenciadas nas rochas da Unidade Gentileza do Domínio Canindé, parte setentrional da Faixa de Dobramentos Sergipana, NE do Brasil. O objetivo deste trabalho foi identificar e caracterizar a mineralogia, os aspectos texturais e as feições de *mingling* presentes nos afloramentos situados ao longo da SE-200, nas proximidades da cidade de Canindé de São Francisco (SE). As feições de *mingling* são resultantes da interação de um termo máfico (anfibolito - Unidade Gentileza) e félsico (metamonzogranito/metassienogranito - Granito Boa Esperança). As feições de *mingling* observadas nos afloramentos são estrutura tipo *pillow*, filtragem-prensagem e porções complexas com injeções félsicas. Os dados de geoquímica sugerem que os protólitos dos anfibolitos correspondem, em maioria, à andesitos basálticos e andesitos, de afinidade cálcio-alcálica. Os dados geoquímicos dos anfibolitos são compatíveis com magmas gerados em ambiente geotectônico do tipo intraplaca continental, possivelmente representado por um rifte continental, enquanto que o magma do Granito Boa Esperança teria sido gerado em ambiente de granitos de arco vulcânico. **Palavras-chave:** Mistura de magmas. Unidade Gentileza. Granito Boa Esperança.

ABSTRACT - *Mingling* features has evidenced in Gentileza Unit rocks of the Canindé Domain, Northern part of Sergipano Fold Belt, NE Brazil. The objective of this work was to identify and characterize the mineralogy, the textural aspects and the *mingling* features present in the outcrops situated along the SE-200 highway, nearby the Canindé de São Francisco city. The *mingling* features are the result of interaction of a mafic term (amphibolite - Gentileza Unit) and felsic (monzogranite/syenogranite - Boa Esperança Granite). The observed *mingling* features are pillow-like structures, filter-pressing and complex portion with felsic injections. Geochemical data suggest that the amphibolite protoliths mostly corresponds to basaltic andesites and andesites of calc-alkaline affinity. The amphibolite geochemical data are compatible with magmas generated in geotectonic environment of continental intraplate type, possibly represented by a continental rift, while the Boa Esperança Granite magma has generated in volcanic arc environment.

Keywords - Mixing magmas. Gentileza Unit. Boa Esperança Granite.

INTRODUÇÃO

A Faixa de Dobramentos Sergipana (FDS) está localizada na região nordeste do Brasil e se caracteriza como um cinturão de dobramentos e cavalgamentos pré-cambriano. A FDS se formou a partir da colisão continental entre o Cráton Congo-São Francisco e o Maciço Pernambuco-Alagoas, durante a Orogenia Brasileira/Pan-Africana (Van Schmus et al., 1995; Brito Neves & Fuck, 2013).

O Domínio Canindé (DC) situa-se na porção norte da FDS e é constituído pelas unidades Novo Gosto e Gentileza, que são intrudidas pela Suíte Gabroica Canindé e granitos diversos (Lajedinho, Boa Esperança, Serrota, Sítios Novos, Xingó) (Nascimento, 2005).

Os processos de misturas de magmas denominados de *mixing* (mistura química entre dois magmas) e *mingling* (mistura física entre dois magmas) são de grande importância na diferenciação magmática de sistemas abertos (Platevoet et al., 1998; Best, 2003; Petrelli et al., 2011; Morgavi et al., 2013; Perugini et al., 2013). Um dos principais processos de geração de variedades composicionais é a mistura do tipo *mixing* (Perugini et al., 2015). Nesse processo, dois ou mais magmas diferentes (comagmáticos ou não) se misturam, produzindo um magma híbrido de composição intermediária (Best, 2003). No processo de *mingling* não ocorre uma

mistura efetiva entre os magmas, devido às diferenças físico-químicas, e neste caso, os dois magmas mantêm parte de suas características físicas e químicas (Chappell, 1996). Feições de *mingling* e *mixing* têm sido descritas nas rochas do Domínio Canindé (Nascimento, 2005; Liz, 2017; Goes, 2018). Entretanto, a correlação de dados de campo com dados petrográficos e químicos é limitada, o que dificulta a identificação e o entendimento desses processos.

Neste contexto, se torna relevante o levantamento de dados mais detalhados, dos termos máfico e félsico dessa mistura, com o objetivo de

MATERIAIS E MÉTODOS

A partir das amostras coletadas em campo, doze lâminas delgadas foram confeccionadas no Laboratório PetrografiaBR (Contagem, MG, Brasil). A descrição petrográfica foi realizada com o auxílio de um microscópio petrográfico da marca *Olympus*, modelo *BX41*, do Laboratório de Microscopia e Lupas do Departamento de Geologia da Universidade Federal de Sergipe (UFS). A estimativa modal foi realizada pelo método de contagem de pontos, com média de até 650 pontos por análise.

As amostras coletadas foram analisadas macroscopicamente com o auxílio de uma lupa de mesa da marca *Olympus*, modelo *SZ2-ILST*, do Laboratório

de Microscopia e Lupas do Departamento de Geologia da UFS. As análises químicas de sete amostras foram obtidas na SGS Geosol - Laboratórios Ltda (Vespasiano, MG), onde as amostras foram britadas e moídas (<200 *mesh*).

A análise de elementos maiores foi realizada por ICP-OES (*Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry*). Os elementos-traço e terras raras foram obtidos pela técnica ICP-MS (*Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*). Os dados foram interpretados através dos *Softwares Microsoft Excel 2016* e *GCDkit (Geochemical Data Toolkit for Windows)*, versão 5.0.

GEOLOGIA REGIONAL

A FDS está situada na porção sul da Província Borborema, se apresenta de forma triangular com direção WNW-ESE, e foi formada a partir da colisão continental entre o Cráton São Francisco-Congo e o Maciço Pernambuco-Alagoas, durante a Orogenia Brasileira/Pan-Africana (Brito Neves et al., 1977; Oliveira et al., 2010; Brito Neves & Fuck, 2013).

A evolução da FDS tem sido alvo de diversas interpretações. Primeiramente, a evolução foi atribuída ao desenvolvimento de um geossinclinal típico (Humphrey & Allard, 1968; Brito Neves et al., 1977). Nascimento (2005) e Oliveira et al. (2010), com base em dados de campo e estruturais, apoiados por dados isotópicos e geocronológicos de Sm-Nd, Ar-Ar e U-Pb, propuseram um ciclo completo de tectônica de placas durante o Neoproterozoico, com a convergência entre o Cráton São Francisco e o Maciço Pernambuco-Alagoas.

A FDS foi dividida em cinco domínios litotectônicos denominados, de norte a sul, Canindé, Poço Redondo-Marancó, Macururé,

de Microscopia e Lupas do Departamento de Geologia da UFS. As análises químicas de sete amostras foram obtidas na SGS Geosol - Laboratórios Ltda (Vespasiano, MG), onde as amostras foram britadas e moídas (<200 *mesh*).

A análise de elementos maiores foi realizada por ICP-OES (*Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry*). Os elementos-traço e terras raras foram obtidos pela técnica ICP-MS (*Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*). Os dados foram interpretados através dos *Softwares Microsoft Excel 2016* e *GCDkit (Geochemical Data Toolkit for Windows)*, versão 5.0.

Vaza-Barris e Estância (Figura 1). O DC é representado pelas unidades (Teixeira et al., 2014): Complexo Intrusivo Canindé (CIC), Suíte Intrusiva Canindé (Complexo Gabroico Canindé - Oliveira et al., 2010) e Suíte Intrusiva Garrote (Unidade Garrote - Oliveira et al., 2017).

O CIC é composto pelas unidades Novo Gosto-Mulungú e Gentileza. A primeira unidade é constituída por anfibolitos de granulação fina, intercalados com pelitos metamorfizados, siltitos, *cherts*, rochas calciossilicáticas, xistos grafitosos e mármore, intrudidos por diques máficos e félsicos, granitos e gabros. A segunda unidade é composta por anfibolitos e dioritos, intercalados com quartzo-monzonito porfirítico e em menor quantidade, corpos gabroicos e doleríticos (Oliveira et al., 2017). A Suíte Intrusiva Canindé compreende massivas camadas de olivina-gabronorito, leucogabro, anortosito, troctolito e corpos gabroicos pegmatíticos, noritos e peridotitos (Oliveira et al., 2017).

O Granito Boa Esperança apresenta megacristais de K-feldspato com textura *rapakivi*. A

matriz da rocha apresenta evidências de recristalização de quartzo e transformações do tipo uralitização, biotitização, cloritização e saussuri-

tização, evidenciando características de fácies Xisto Verde. A idade U-Pb encontrada para o Granito Boa Esperança é de 641 ± 5 Ma (Nascimento, 2005).

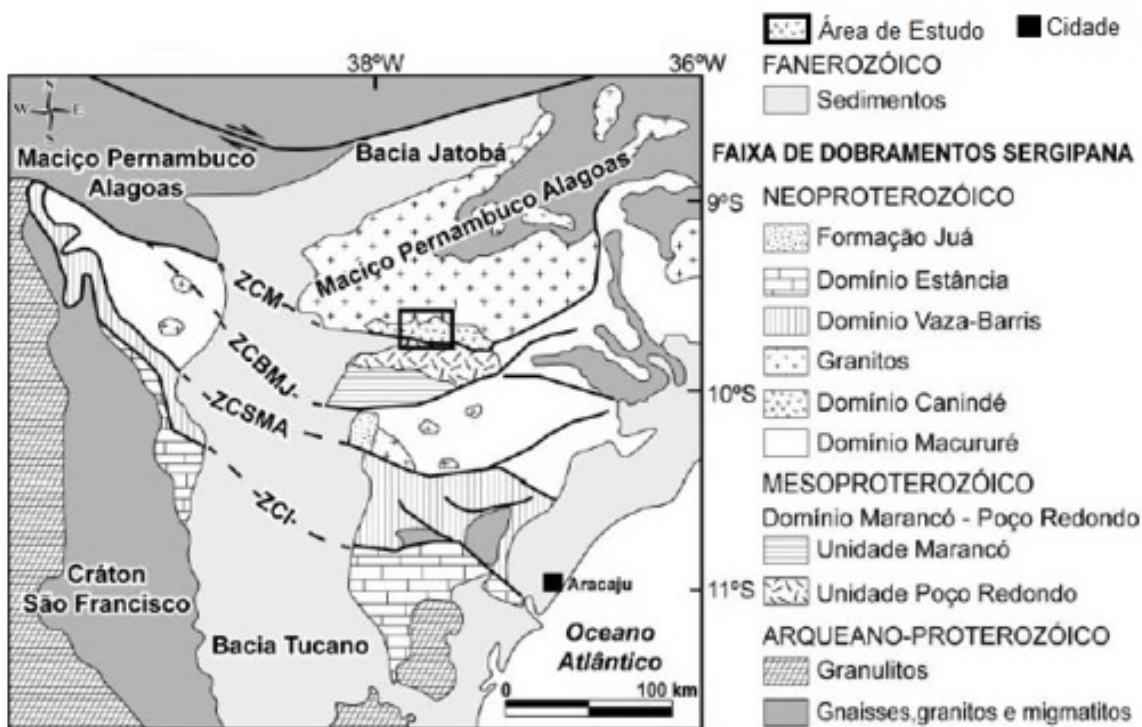


Figura 1 - Mapa da FDS mostrando os domínios litotectônicos e as zonas de cisalhamento regionais que separam os domínios. (ZCM - Zona de Cisalhamento Macururé, ZCBMJ - Zona de Cisalhamento Belo Monte-Jeremoabo, ZCSMA - Zona de Cisalhamento São Miguel do Aleixo, ZCI - Zona de Cisalhamento Itaporanga) (Oliveira et al., 2010).

O DC (Figura 2) tem sido alvo de diversas interpretações quanto ao ambiente geotectônico e petrogenético. Silva Filho (1976) interpretou

esse domínio como um complexo ofiolítico. Jardim de Sá et al. (1986) sugeriram um ambiente de arco de ilha.

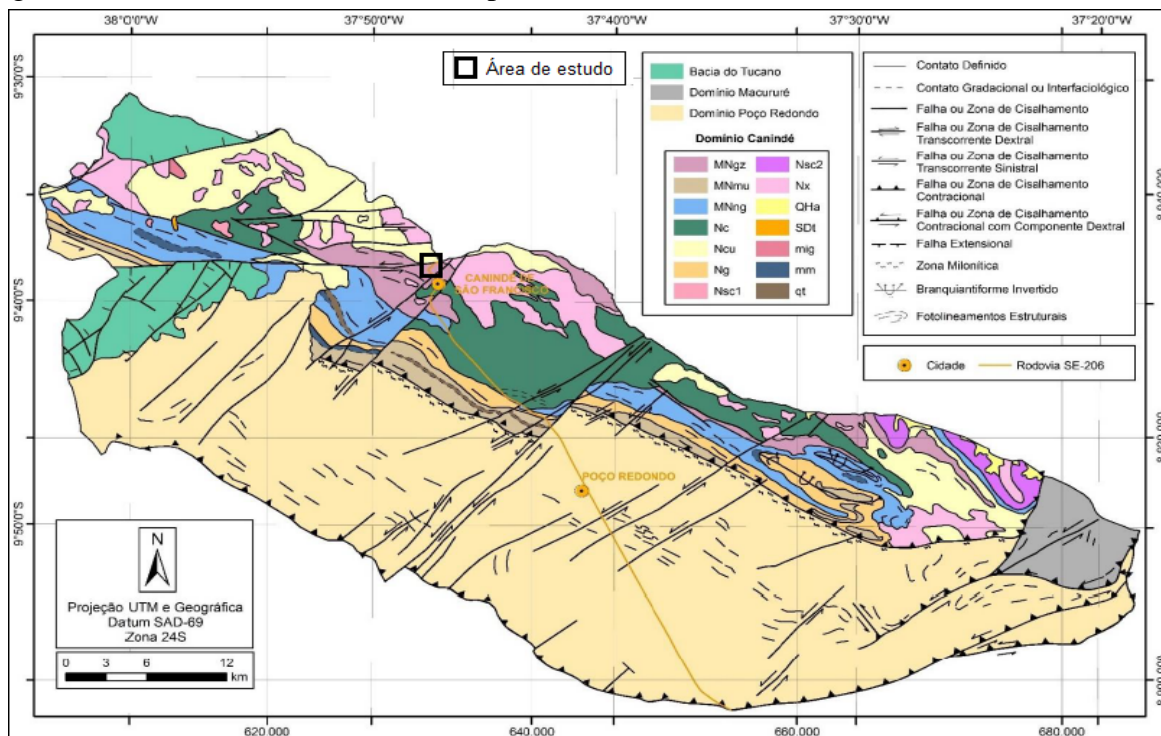


Figura 2 - Mapa geológico do Domínio Canindé. **MNgz**-Unidade Gentileza, **MNmnu**-Unidade Mulungú, **MNng**-Unidade Novo Gosto, **Nc**-Suíte Intrusiva Canindé, **Ncu**-Granitoides tipo Curralinho, **Ng**-Granitoides tipo Garrote, **Nsc1** e **Nsc2**-Granitoides tipo Serra do Catu, **Nx**-Granitoides tipo Xingó, **QHa**-Depósitos Aluvionares, **SDt**-Formação Tacaratu, **mig**-migmatitos, **mm**-mármore, **qt**-quartzitos/metachert (Passos, 2016).

Oliveira & Tarney (1990) interpretaram o DC como o registro de um magmatismo intracontinental. Bezerra et al. (1993) sugeriram um ambiente anorogênico intracontinental para a formação do DC. Silva Filho (1998) postulou que o domínio representa uma sequência de arco intraoceânico. Nascimento (2005), com base em relações de campo, geoquímica e dados isotópicos, sugeriu que o DC foi gerado em um ambiente de rifte continental. Oliveira et al. (2010) sugeriram um ambiente do tipo rifte

continental para o desenvolvimento do DC e a formação do Granito Boa Esperança estaria relacionada aos estágios finais de abertura do rifte.

Verma & Oliveira (2015) publicaram um estudo baseado em diagramas discriminantes multidimensionais, nos quais sugerem que os anfibolitos da Unidade Gentileza foram gerados em ambiente de arco a rifte continental. Nos estudos realizados por Liz (2017) também foi corroborada a ideia de rifte continental.

GEOLOGIA LOCAL

Os afloramentos estudados situam-se em um corte de estrada ao longo da rodovia SE-200 (Figura 3), com forte presença do domínio estrutural, sendo constante a presença de fraturas e a ocorrência da Zona Transcorrente Transpressiva Canindé, com direção NW-SE (Porto, 2019).

O afloramento é constituído por anfibolitos (Unidade Gentileza) e metamonzogranitos/metassienogranitos (Granito Boa Esperança), que apresentam feições indicativas de processo de *mingling* (Figura 4).

Os contatos entre o termo máfico e félsico são interdigitados ou retos. As feições de *mingling*,

que ocorrem de forma localizada no afloramento, são estruturas tipo *pillow* (Figuras 5A), injeções do termo félsico no máfico por alívio de pressão (filragem-prensagem - Figura 5B) e ocorrência de agregados de minerais máficos no metamonzogranito (Figura 6).

O anfibolito (Figura 7A) por vezes, se apresenta com aspecto maciço e granular, e por vezes foliado, nas proximidades da Zona Transcorrente Transpressiva Canindé (Porto, 2019). A cor varia de cinza escuro a verde-escuro. A textura é equigranular média a fina. Macroscopicamente, a mineralogia principal é composta por hornblenda, plagioclásio e biotita.

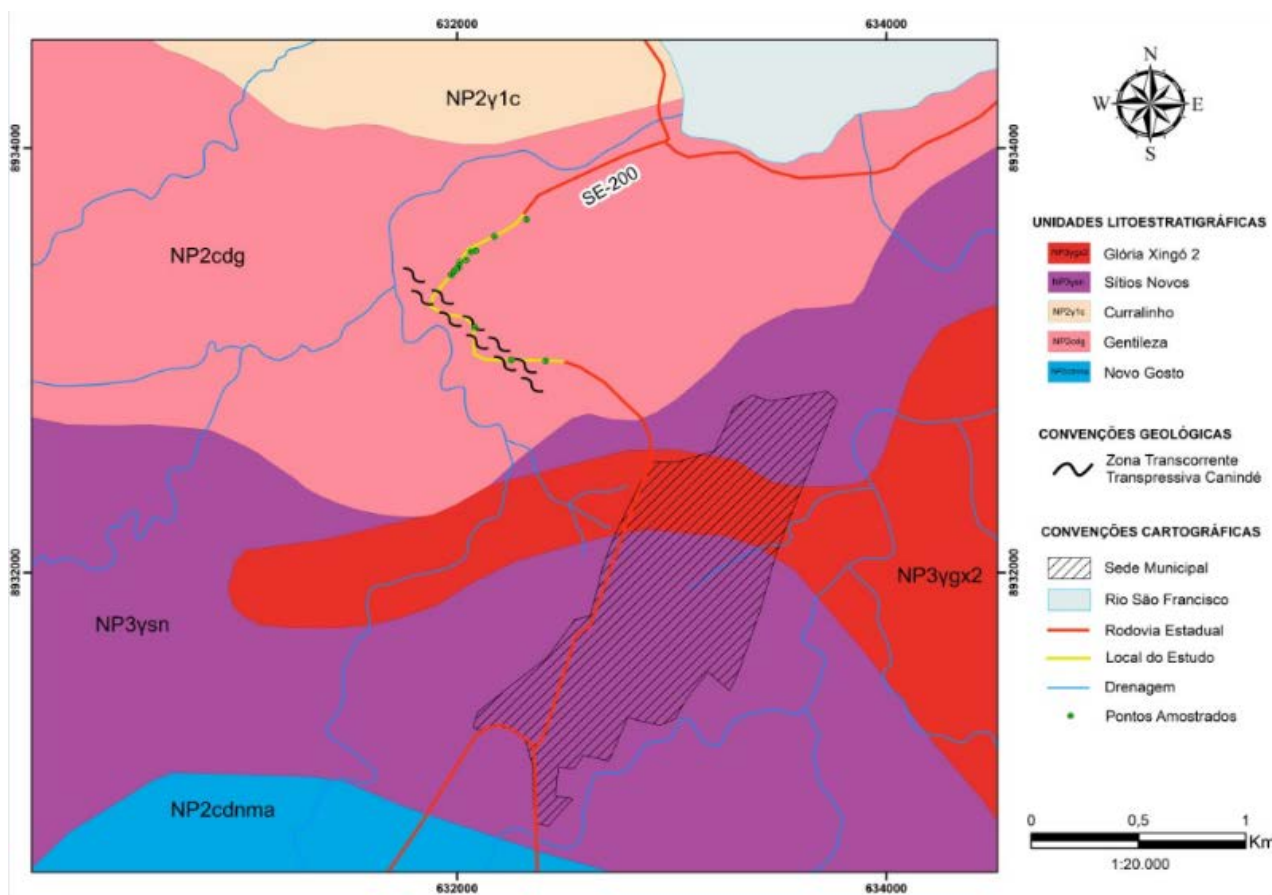


Figura 3 - Mapa geológico do entorno do município de Canindé de São Francisco, com destaque para a área de estudo (em amarelo), com os pontos amostrados (em verde) (Teixeira et al., 2014).



Figura 4. Feições associadas ao processo de *mingling* entre o anfibolito e o metamonzogranito no afloramento.



Figura 5. A, B Estrutura tipo *pillow* (tentativa do termo félsico penetrar no máfico). **B)** Estrutura tipo *pillow*, com filtragem-prensagem.



Figura 6. Agregados de minerais máficos, com média de 14 cm, orientados no metamonzogranito.

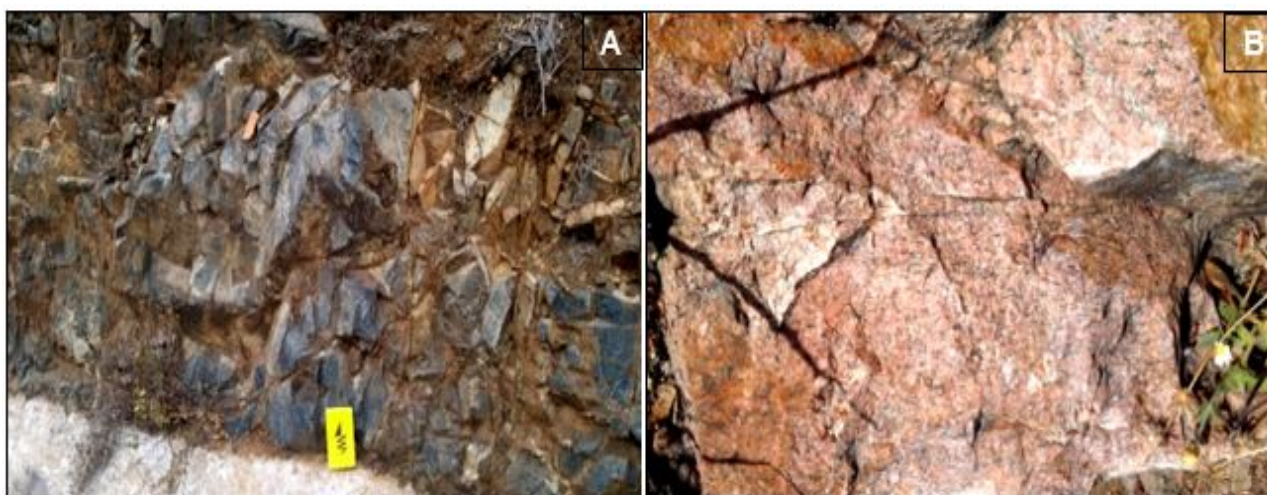


Figura 7. A) Anfibolito maciço da área de estudo, com granulometria média. B) Metamonzogranito inequigranular, de granulometria média e cristais centimétricos, foliado devido à proximidade com a Zona de Cisalhamento Transcorrente Transpressiva Canindé (Porto, 2019).

O metamonzogranito (Figura 7B) e o metassienogranito possuem aspecto maciço, apresentam coloração que varia de bege a rosa-amarelado claro. O metamonzogranito possui textura inequigranular média a grossa. O metassienogranito possui textura inequigranular média a fina.

Macroscopicamente, a mineralogia é constituída por K-feldspato, plagioclásio, quartzo e biotita. O metamonzogranito, por vezes, se apresenta foliado, com direção NW-SE, devido à proximidade com a Zona Transcorrente Transpressiva Canindé (Porto, 2019).

RESULTADOS

Petrografia

Um total de doze lâminas delgadas foram descritas. Os dados da análise modal dos minerais observados nas lâminas delgadas estão no Tabela 1.

Anfibolito (Unidade Gentileza)

O anfibolito da Unidade Gentileza é inequigranular, hipidiomórfico, com granulometria média a fina. A mineralogia é composta por hornblenda (28-56,7%), plagioclásio (18,3-39,9%), biotita (1,2-12,1%), quartzo (0,2-6,5%), titanita (0,8-4,5%), minerais opacos (0,4-5,4%), apatita (0,3-1,6%) e zircão (< 1%). A sericita (0-7,9%), o carbonato (0-3%), a clorita (0-2,3%) e o epidoto (< 1%) constituem minerais secundários.

Algumas amostras de anfibolito apresentam veios finos tardios (Figura 8A), com cristais subidioblásticos a xenoblásticos de carbonato, com tamanho médio de 0,04 mm. O carbonato é o resultado da percolação de fluidos a partir da Zona Transcorrente Transpressiva Canindé (Porto, 2019). O veio de composição félsica (amostra P.14M), com 14,6% de K-feldspato, é de ocorrência restrita. A hornblenda é subidioblástica a xenoblástica, apresenta dimensões entre 0,01 e 3 mm, possui cor verde e pleocroísmo variando de castanho claro a verde-escuro. A presença de textura nematoblástica é comum. Alguns cristais de hornblenda envolvem parcialmente cristais de

plagioclásio, caracterizando a textura blasto ofítica. Por vezes, a hornblenda apresenta inclusões de biotita, plagioclásio, minerais opacos, quartzo e titanita. Raramente, a hornblenda é sub-tituída pela biotita ou clorita, caracterizando respectivamente, retrometamorfismo e cloritização.

A biotita apresenta textura lepidoblástica, ocorre geralmente na forma subidioblástica, com dimensões que variam entre 0,02 e 1,1 mm. A cor é marrom e o pleocroísmo de marrom claro a escuro. Apresenta inclusão de titanita. Alguns cristais ocorrem substituindo a hornblenda ou estão cloritizados. Os cristais de plagioclásio apresentam forma subidioblástica a xenoblástica, com dimensões entre 0,05 e 7,44 mm. É comum a ocorrência de sericitização (Figura 8B) e, localmente, textura mirmequítica. Inclusões de hornblenda, minerais opacos, quartzo, titanita e apatita são comuns. O plagioclásio apresenta contatos irregulares com a hornblenda e a biotita. O quartzo ocorre na forma subidioblástica a xenoblástica, com dimensões que variam entre 0,025 e 0,58 mm e apresenta extinção ondulante. Há ocorrência de cristais recristalizados. A titanita substitui minerais opacos e ocorre nas bordas destes minerais (Figuras 8C e 8D). Os cristais variam de subidioblásticos a xenoblásticos, com dimensões entre 0,025 e 0,5 mm. A cor é marrom claro e o pleocroísmo varia de marrom claro a escuro.

Tabela 1. Dados da contagem modal baseada na porcentagem (%) de minerais das rochas estudadas do Domínio Canindé (Abreviaturas: Siivola & Schmid, 2007).

Amostra	Litologia	Hbl	Pl	Bt	Kfs	Qtz	Ser	Ttn	Op	Ap	Chl	Ep	Cb	Zrn
P.13(1)	Anfibolito	42,6	37,2	6	-	1,3	1,4	3,1	5,4	0,3	1,7	0,9	-	-
P.13A(1)	Anfibolito	48,8	26,4	11,9	-	2	-	1	5,9	0,8	1,1	-	0,9	0,1
P.14M	Anfibolito	28	18,3	6	14,6	6,5	7,9	3,8	0,4	1	2,3	0,6	0,8	-
P.13/P.15	Anfibolito	49,9	23,5	12,1	-	0,2	-	2,5	5,2	0,9	1,2	-	3	-
P.01	Anfibolito	56,7	32,7	1,2	-	4,5	0,7	0,9	2	0,3	0,4	0,6	-	-
P.13(2)	Anfibolito	38,9	39,9	5,6	-	5,5	0,6	2,9	5,9	0,3	0,3	0,1	-	-
P.13A(2)	Anfibolito	53	23,5	9,6	-	1,7	0,3	3,9	3,5	0,9	2,1	0,3	1,2	-
P.13B	Anfibolito	49,1	24	10,5	-	1	0,3	4,5	4,1	1,1	2,3	0,7	1,9	0,1
P.13Félsico	Metassienogranito	-	5	1	34,3	47,2	8,1	0,5	2	0,3	0,3	0,6	-	-
P.13.F.1	Metamonzogranito	-	27,6	3,8	20,4	36,8	5,8	0,8	2,6	0,3	0,6	0,6	-	-
P.13.F.2	Metamonzogranito	-	19,3	1,6	33,3	36,5	7	0,3	1,5	0,2	0,2	0,2	-	-
P.15	Metamonzogranito	-	22,1	3,7	25,9	38,5	4,7	1,3	3,2	0,1	0,2	0,3	-	-

Os minerais opacos ocorrem na forma idioblástica, subidioblástica ou xenoblástica, com tamanhos variando de 2,9 a 0,023 mm e contatos curvos e/ou retos com a biotita e hornblenda.

A apatita possui hábito prismático e tamanho inferior a 0,1 mm. A sericita ocorre com forma xenoblástica, no centro do plagioclásio, como produto de alteração deste mineral. A clorita ocorre na forma de uma massa irregular, de cor verde, no centro da biotita ou hornblenda. O epidoto possui forma xenoblástica, dimensões que variam entre 0,02 e 0,5 mm e ocorre em geral, substituindo parcialmente a hornblenda. O zircão é subidioblástico e possui tamanho menor que 0,1 mm.

Metamonzogranito (Granito Boa Esperança)

O metamonzogranito é inequigranular, leucocrático e apresenta granulometria média a grossa. A mineralogia é constituída por quartzo (36,5-38,5%), K-feldspato (20,4-33,3%), plagioclásio (19,3-27,6%), biotita (1,6-3,8%), minerais opacos (1,5-3,2%), titanita (0,3-1,3%), apatita (0,2-0,3%), sericita (5,8-7,1%), epidoto (0,2-0,6%) e clorita (0,2-0,6%), e sua ordem de cristalização mineralógica é representada por: minerais opacos, titanita, apatita, plagioclásio, biotita, K-feldspato e quartzo.

Agregados máficos (biotita e hornblenda) ocorrem nas amostras (Figuras 9A e 9B), além da presença de quartzo ocelar, resultante da desestabilização físico-química do mineral na rocha. Essas feições são típicas do processo de

mingling.

O quartzo ocorre na forma subédrica a anédrica, com dimensões que variam entre 0,02 e 2,39 mm. Apresenta extinção ondulante, textura mirmequítica e inclusões de titanita e minerais opacos. Cristais recristalizados são de ocorrência comum. O K-feldspato é subédrico a anédrico, com tamanho variável de 0,05 a 7 mm e está parcialmente sericitizado. Apresenta inclusões de apatita, quartzo e minerais opacos. O plagioclásio ocorre nas formas subédrica a anédrica, com dimensões entre 0,03 e 3,72 mm e se apresenta, com frequência, com porções sericitizadas. Apresenta contatos irregulares com a biotita, quartzo e K-feldspato. A biotita se apresenta orientada, com forma subédrica a anédrica e dimensões entre 0,05 e 0,7 mm. A cor é marrom e o pleocroísmo varia de marrom claro a escuro. Alguns cristais estão cloritizados.

Os minerais opacos ocorrem nas formas euédrica, subédrica ou anédrica e com dimensões que variam entre 0,02 e 1,14 mm. A titanita ocorre substituindo as bordas dos minerais opacos. Apresenta forma subédrica a anédrica, com tamanho que varia de 0,025 a 0,4565 mm. A sericita ocorre com forma anédrica no centro do K-feldspato e plagioclásio. O epidoto possui forma subédrica a anédrica, dimensões que variam entre 0,023 a 0,348 mm e ocorre associado a biotita e clorita. A clorita ocorre no centro e/ou nas bordas dos cristais de biotita, como produto de alteração. A apatita ocorre com hábito prismático e tamanho inferior a 0,2 mm.

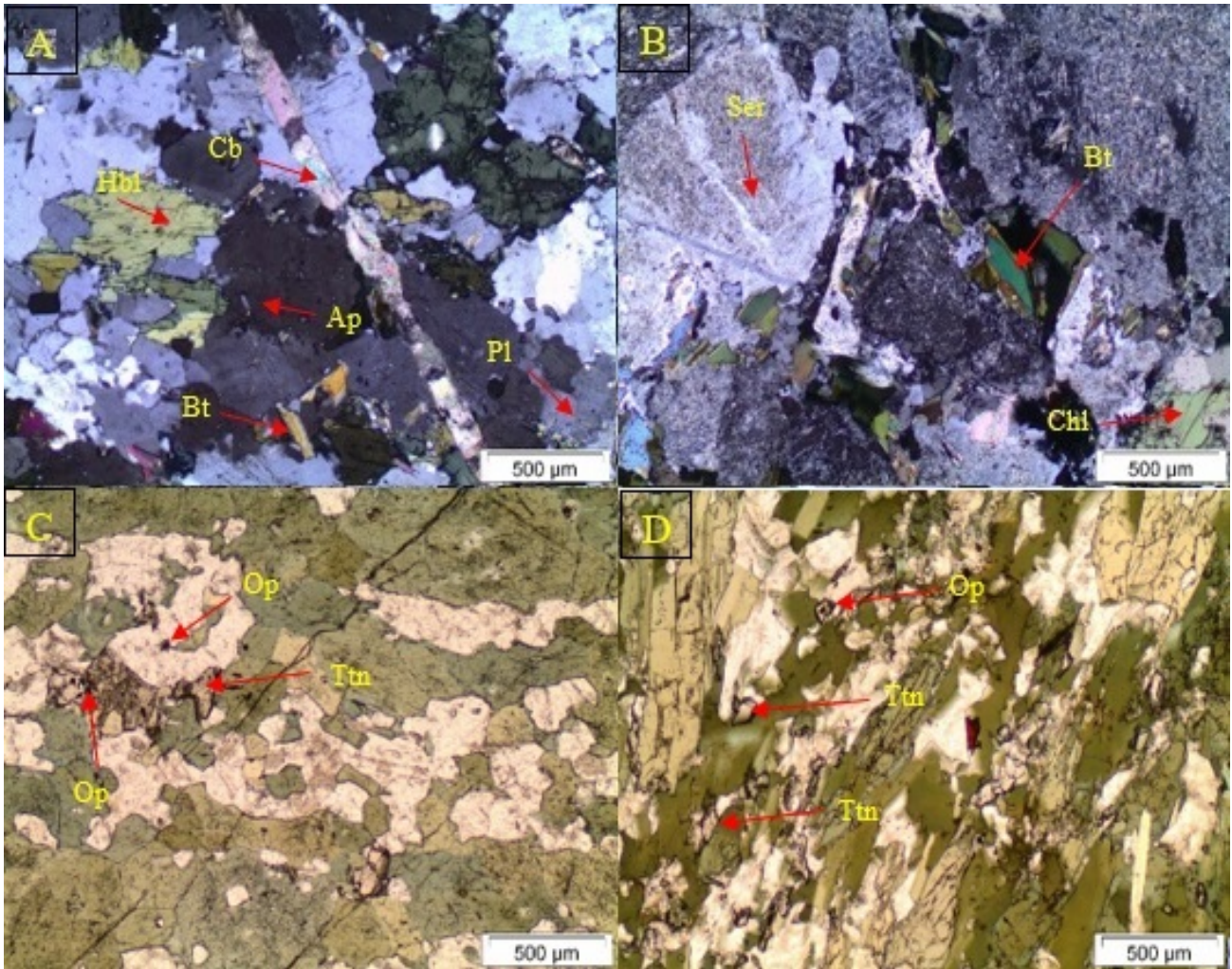


Figura 8. **A**) Veio de carbonato em anfibolito (nicóis cruzados, 4x) (Hbl - hornblenda, Cb - carbonato, Ap - apatita, Bt - biotita, Pl - plagioclásio); **B**) Plagioclásio parcialmente sericitizado do anfibolito (nicóis cruzados, 4x) (Ser - sericita, Bt - biotita, Chl - clorita); **C**) Titanita formada a partir de minerais opacos (luz natural, 4x) (Op – mineral opaco, Ttn - titanita); **D**) Titanita no anfibolito (luz natural, 4x) (Ttn - titanita, Op – mineral opaco); (Abrev.: Siivola & Schmid, 2007).

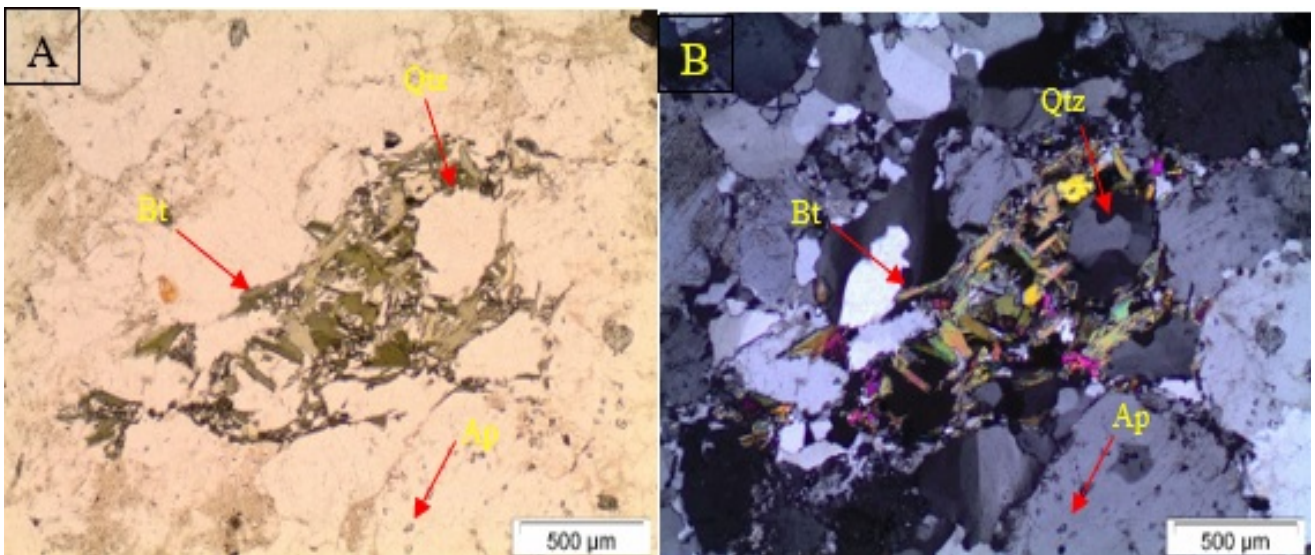


Figura 9. **A**) Agregado de minerais máficos, quartzo ocelar, biotita laminar e apatita acicular no metamonzogranito (luz natural, 4x) (Bt - biotita, Qtz - quartzo, Ap - apatita); **B**) Agregado de minerais máficos no metamonzogranito (nicóis cruzados, 4x) (Bt - biotita, Qtz - quartzo, Ap - apatita); (Abrev.: Siivola & Schmid, 2007).

Metassienogranito

O metassienogranito é inequigranular, leucocrático, com granulometria média a fina, composto por quartzo (47%), K-feldspato (34%), plagioclásio (5%), biotita (1%), minerais opacos (2%), titanita (1%), apatita (1%), sericita (8%) e epidoto (1%).

O quartzo ocorre na forma subédrica a anédrica, com dimensões que variam entre 0,03 e 3,52 mm. Apresenta extinção ondulante, textura mirmequítica e comumente ocorre recristalizado. Apresenta raras inclusões de minerais opacos. O K-feldspato ocorre na forma subédrica a anédrica, por vezes como fenocristal, variando de 0,05 a 10,5 mm, parcialmente sericitizado. Apresenta inclusões de apatita, quartzo e minerais opacos. O plagioclásio varia de subédrico a anédrico, possui dimensões entre 0,03 e 3,24 mm e está frequentemente sericitizado. Inclusões de quartzo e apatita ocorrem de forma rara.

Apresenta contatos irregulares com o quartzo e o K-feldspato. A biotita se apresenta orientada, ocorre nas formas subédrica a anédrica, com dimensões de 0,02 a 0,5 mm, possui cor marrom e pleocroísmo de marrom claro a escuro. A maioria dos cristais estão cloritizados. Os minerais opacos ocorrem nas formas euédrica, subédrica ou anédrica, com dimensões entre 0,01 e 0,6 mm. A titanita ocorre substituindo as bordas dos minerais opacos. Apresenta forma subédrica a anédrica, com dimensões que variam entre 0,02 e 0,1 mm. A apatita ocorre com hábito prismático e granulometria inferior a 0,1 mm. A sericita possui forma anédrica e ocorre no centro ou substituindo quase que totalmente o K-feldspato e o plagioclásio. O epidoto apresenta forma anédrica, dimensões que variam entre 0,01 a 0,1 mm e ocorre associado a biotita. A clorita ocorre na forma de uma massa irregular, como produto de alteração da biotita.

GEOQUÍMICA

Na interpretação geoquímica foram utilizadas dezoito análises químicas de rocha total, que são representativas do termo máfico e félsico, sendo sete obtidas neste trabalho (Tabela 2), cinco obtidas por Nascimento (2005) para metamonzogranitos e seis obtidas por Liz (2017) para anfibolitos.

Não foi possível realizar análise química do metassienogranito, devido ao grau elevado de intemperismo das amostras.

Os dados geoquímicos foram utilizados com o intuito de identificar o protólito do anfibolito, caracterizar quimicamente as rochas das unidades Gentileza (anfibolito) e Granito Boa Esperança (metamonzogranito/metassienogranito), além de estabelecer a afinidade geoquímica e o ambiente geotectônico de ambas.

Para avaliar o comportamento dos elementos maiores e traço do anfibolito, diagramas binários (Figuras 10 e 11) foram confeccionados, utilizando o MgO como índice de diferenciação, por ser o óxido com maior variação. Nos diagramas se observa que os teores de SiO₂, Na₂O, K₂O e P₂O₅ crescem com a diferenciação e em contrapartida, o Al₂O₃ e CaO apresentam tendência ao empobrecimento (Figura 10).

O óxido de Ti possui um padrão constante, com exceção de duas amostras, uma com teor mais elevado e outra com valor mais baixo. O

FeO_t apresenta dois padrões, um grupo de amostras com aumento no teor de FeO_t e outro com decréscimo. Os padrões observados nos diagramas binários refletem o fracionamento de minerais como olivina, clinopiroxênio, plagioclásio e minerais opacos durante a evolução magmática (protólito), com fracionamento mais efetivo de FeO_t nas rochas mais diferenciadas.

Nos diagramas binários de elementos traço *versus* o MgO (Figura 11), o padrão do Sr está relacionado ao fracionamento de plagioclásio. O Ni apresenta correlação positiva com o MgO. Os demais elementos-traço apresentam comportamentos similares, com padrão de enriquecimento, padrão típico de elementos incompatíveis.

O diagrama de classificação de rochas vulcânicas Nb/Y *versus* Zr/Ti (Pearce, 1996) foi utilizado para identificar o protólito do anfibolito (Unidade Gentileza), que corresponde na maioria, a andesito basáltico e andesito, com menor variação para basalto, álcali-basalto e dacito/riolito (Figura 12).

No diagrama ternário de Jensen (1976), que relaciona os elementos Fe, Ti, Al e Mg, as amostras ocupam o campo do basalto toleítico alto-Fe e basalto cálcio-alcálico, com exceção de duas amostras, situadas no campo do andesito cálcio-alcálico (Figura 13).

Tabela 2 - Análises químicas de rocha total (elementos maiores e menores em porcentagem em peso; elementos-traço e terras raras em ppm) das amostras de anfibolito (Unidade Gentileza) e de metamonzogranito (Granito Boa Esperança) da área de estudo.

Unidade Gentileza				Granito Boa Esperança			
Amostra	P.01	Px13	P13B	Px19	Px20	P13F.1	P13F.2
SiO ₂	51,92	48,91	57,84	76,16	75,59	72,04	71,63
TiO ₂	2,06	2,44	1,01	0,13	0,05	0,38	0,28
Al ₂ O ₃	14,91	15,73	15,34	13,49	13,94	13,85	13,44
Fe ₂ O ₃	12,37	12,08	10,4	1,71	1,11	4,71	3,56
MnO	0,24	0,19	0,19	0,02	0,02	0,13	0,11
MgO	5,39	6,11	4,26	0,22	0,12	0,33	0,28
CaO	10,13	7,95	4,09	0,53	0,61	1,94	1,48
Na ₂ O	3,4	2,8	2,8	3,43	3,36	4,24	3,48
K ₂ O	0,56	1,51	3,19	5,29	5,9	3,84	4,98
P ₂ O ₅	0,21	0,75	0,27	0,03	0,01	0,1	0,1
Cr ₂ O ₃	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
P.F.	0,63	1,06	1,22	0,29	0,22	0,11	0,38
Total	101,82	99,53	100,61	101,2	100,91	101,67	99,72
Ba	116	420	544	929	550	851	1177
Rb	11,2	64,8	125,9	119,6	152,1	68	87,9
Sr	247	655	184	242	135	135	135
Th	1,1	1,9	9,4	7,2	5,3	5,9	4
U	0,3	0,56	1,24	1,21	2,66	2,1	1,57
Zr	130	270	512	76	58	598	430
Hf	3,12	6,33	13,68	3,02	2,9	15,63	10,82
Nb	9,28	21,7	14,94	13,87	5,06	9,27	7,1
Y	44,51	36,39	43,57	11,53	5,87	50,15	41,48
Ta	0,48	0,98	0,55	0,89	0,84	0,34	0,17
Ni	56	77	31	5	5	5	11
V	321	175	87	7	5	5	20
Zn	119	116	151	25	35	82	65
Co	42,6	40,5	25,4	1,7	1,2	1,8	1,6
Cs	2,49	6,19	4,29	1,86	1,63	2,5	2,72
Cu	349	60	38	5	21	29	43
Mo	2	2	2	2	2	2	2
Sn	2,3	3,3	1,1	1,2	0,7	3,1	1,9
Tl	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5
W	0,1	1,3	0,1	0,3	1,6	0,3	0,5
Ga	22,7	22,6	27,5	19,8	20,7	23,5	20,5
La	12,7	33,7	42,9	27,1	2,3	38,2	30,7
Ce	29,2	72,6	97,9	55,1	3,5	88,8	66
Pr	4,38	9,95	13,22	6,36	0,4	11,34	8,46
Nd	20,6	45,8	56,5	24,7	1,4	47,4	36,4
Sm	6,3	8,7	12	3,9	0,4	10,6	8,5
Eu	1,82	2,81	2,69	0,95	0,52	3,25	3,04
Gd	7,73	7,97	11,69	2,92	0,54	11,02	8,87
Tb	1,35	1,16	1,73	0,4	0,12	1,76	1,4
Dy	8,81	6,76	9,57	2,14	0,8	10,67	8,76
Ho	1,74	1,26	1,77	0,36	0,17	2,03	1,66
Er	5,22	3,49	5,38	1,08	0,67	5,93	5,02
Tm	0,73	0,47	0,69	0,16	0,1	0,8	0,67
Yb	4,7	3,1	4,4	1,2	0,8	5,3	4,2
Lu	0,67	0,45	0,69	0,18	0,12	0,81	0,64

As amostras félsicas (Unidade Granito Boa Esperança) foram plotadas no diagrama geoquímico de classificação R1-R2 (De La Roche et al., 1980) e correspondem a monzogranitos e sienogranitos.

nogranitos, com exceção de uma amostra, que ocupa o limite entre os campos do granito e quartzozonito (Figura 14).

No diagrama ternário AFM (Irvine & Baragar, 1971) (Figura 15) se observa uma afinidade

cálcio-alcalina para o anfibolito e metamonzonito. Os teores médios de Rb e Sr, os teores baixos de Nb e Zr, e o fracionamento moderado de ETR também sugerem uma afinidade cálcio-alcalina.

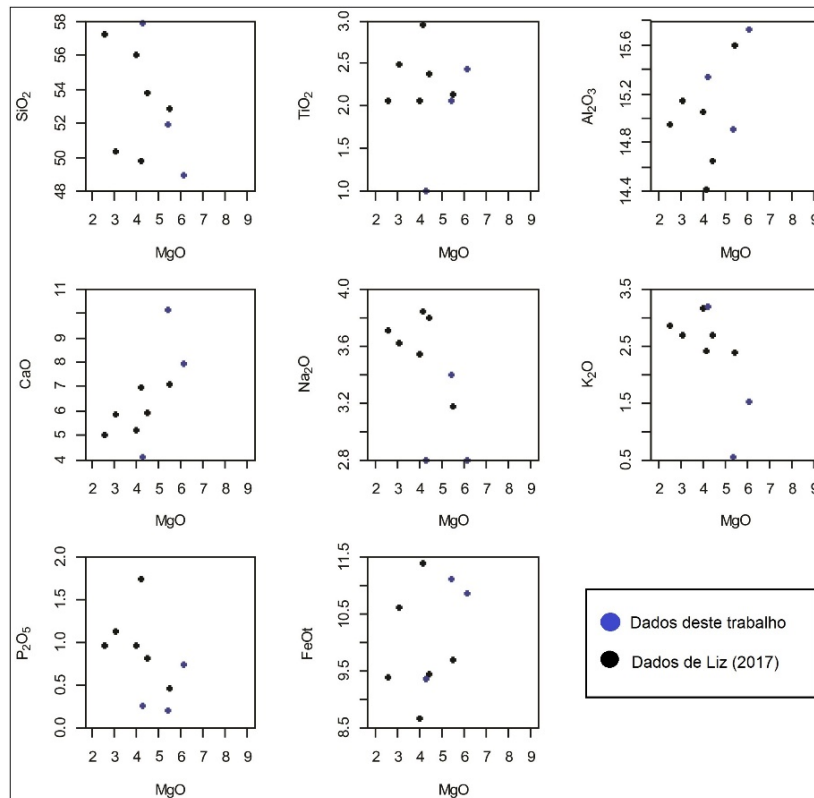


Figura 10. Diagramas binários de variação de elementos maiores e menores (porcentagem em peso) versus MgO (porcentagem em peso), para os anfibolitos da Unidade Gentileza.

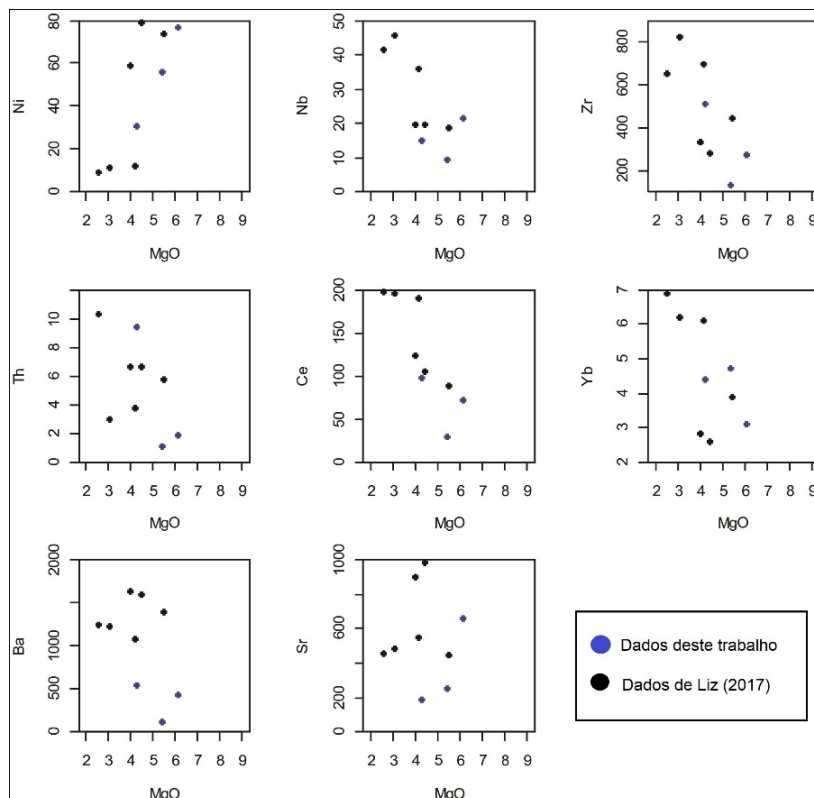


Figura 11. Diagramas binários de variação de elementos-traço (ppm) versus MgO (porcentagem em peso), para as amostras de anfibolito da Unidade Gentileza.

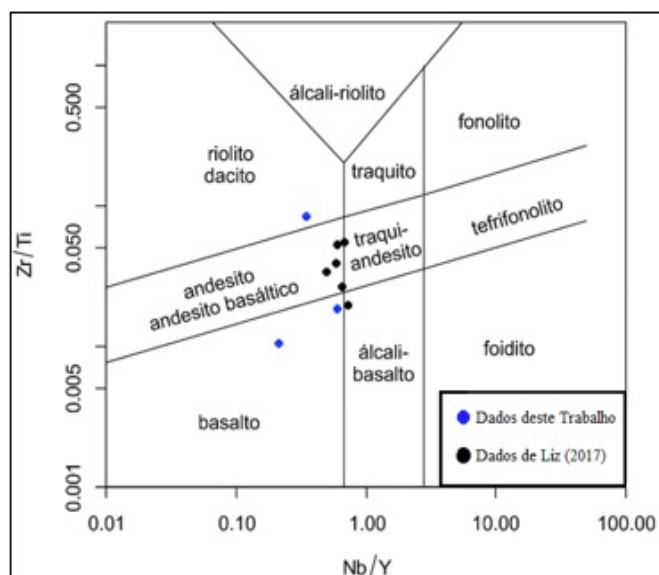


Figura 12. Diagrama de classificação Zr/Ti versus Nb/Y (Pearce, 1996) para o anfíbrito da Unidade Gentileza.

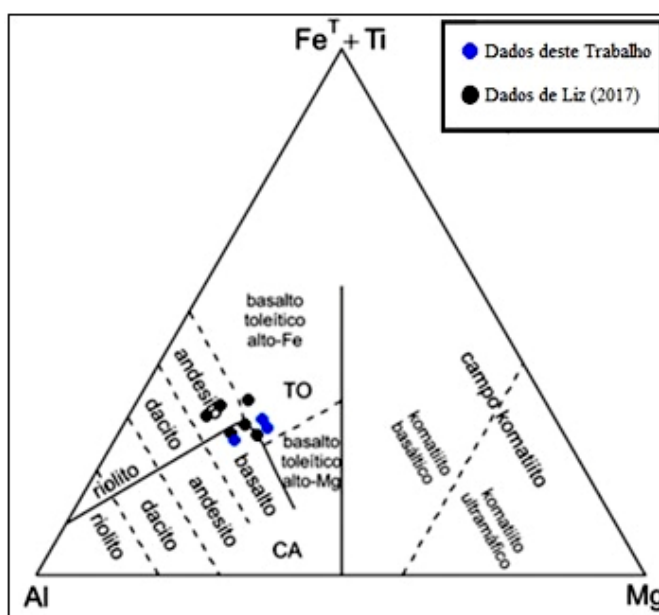


Figura 13. Diagrama de classificação de Jensen (1976) para o anfíbrito da Unidade Gentileza.

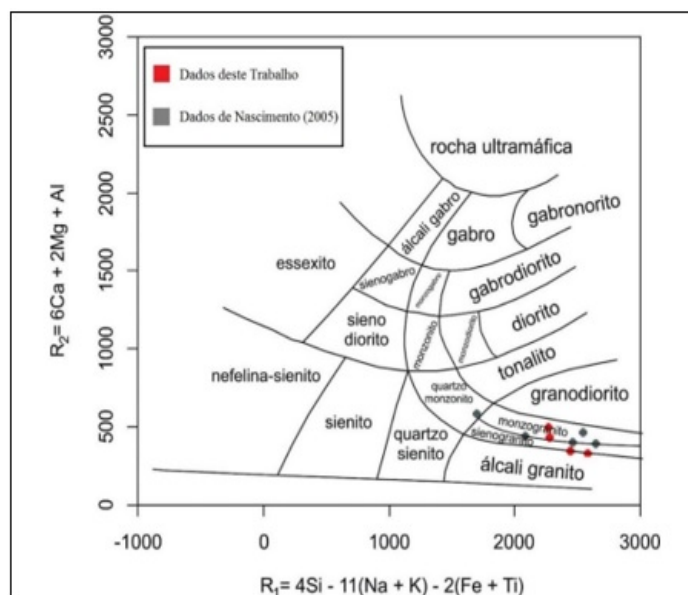


Figura 14. Diagrama de classificação R1-R2 (modificado de De La Roche et al., 1980) para os granitos estudados.

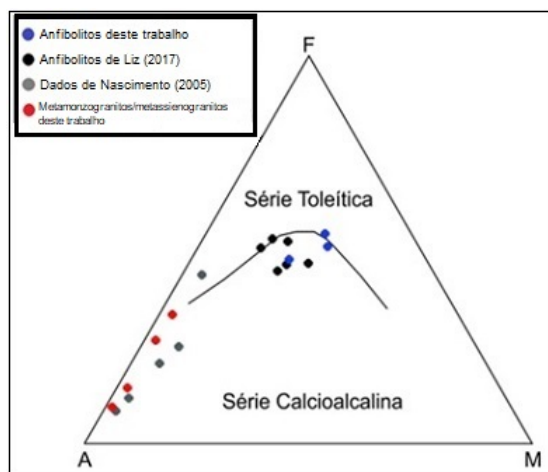


Figura 15. Diagrama AFM de classificação da afinidade geoquímica (Irvine & Baragar, 1971).

DISCUSSÕES

A presença de metassienogranito porfirítico na área de estudo, de granulometria fina a média, não é relatada na literatura. Esta rocha ocorre, de forma restrita, em associação com o anfíbolito da Unidade Gentileza nos afloramentos de corte de estrada e se apresenta bastante intemperizado, com intensos processos de cloritização, sericitização e epidotização. O metassienogranito pode representar uma fase tardia do Granito Boa Esperança, considerando que a rocha possui cristais de K-feldspato bem desenvolvidos. A realização de estudos mais aprofundados se faz necessária, para definir a origem e evolução do membro metassienogranítico.

A atribuição do metamonzogranito como

pertencente ao Granito Boa Esperança foi definida por comparação de dados petrográficos e geoquímicos de Nascimento (2005). O metamonzogranito apresenta feições de interação com o anfíbolito da Unidade Gentileza, como contatos retos e interdigitados, e feições de *mingling* (estruturas tipo *pillow* e filtragem-prensagem), além de possuir padrões geoquímicos muito similares aos padrões obtidos por Nascimento (2005) e Oliveira et al. (2010) para o Granito Boa Esperança. As amostras do metamonzogranito (Granito Boa Esperança) ocupam, em sua maioria, o campo de granitos de arcos vulcânicos (Figura 16).

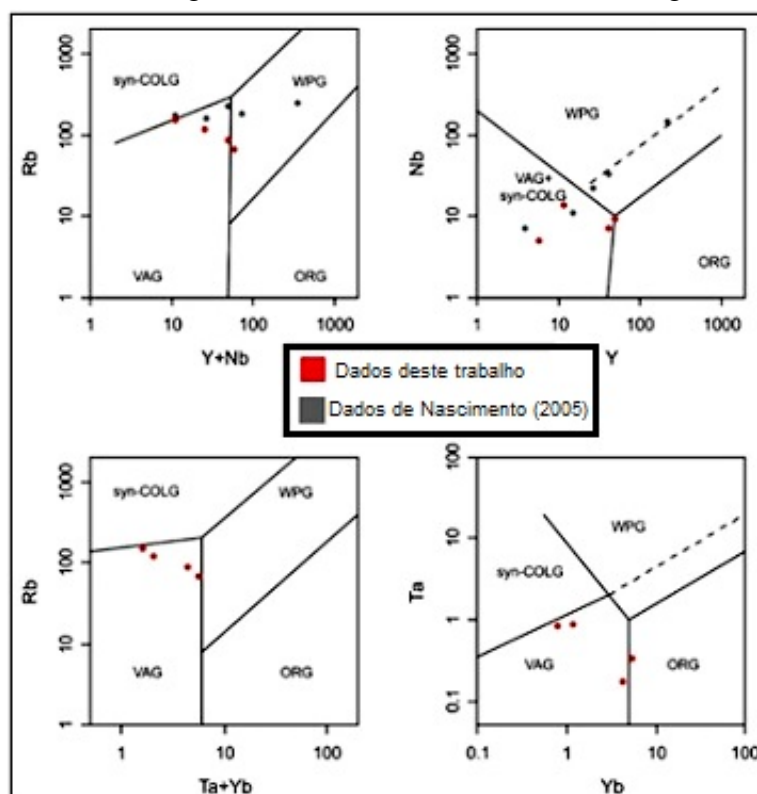


Figura 16. Diagrama de discriminação tectônica para as amostras de granitos (Pearce, 1984).

O enriquecimento em Fe dos monzogranitos e o posicionamento da maior parte das amostras no campo álcali-cálcicos, sugerem um ambiente intracontinental, o que corrobora com a assinatura geoquímica continental para os anfibolitos da Unidade Gentileza.

Em relação ao posicionamento geotectônico dos anfibolitos estudados no diagrama Zr versus

Zr/Y (Pearce & Norry, 1979) (Figura 17A), as rochas se posicionam principalmente nos limites do campo dos basaltos intraplaca, com uma amostra no campo do MORB. Quando plotados no diagrama Zr versus Ti (Pearce, 1996), as amostras se situam no campo das lavas intraplaca ou ocupam as proximidades dos limites deste campo (Figura 17B).

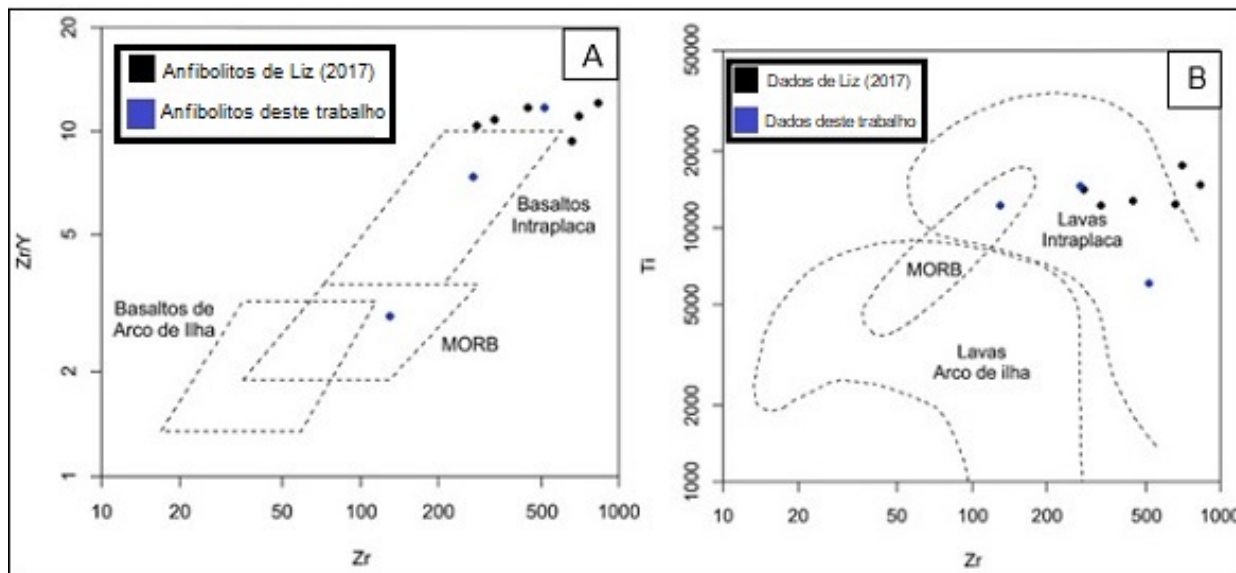


Figura 17. A) Diagrama de discriminação tectônica utilizado para os anfibolitos da Unidade Gentileza, Zr versus Zr/Y (Pearce & Norry, 1979); B) Zr versus Ti (Pearce, 1996). Abreviação: MORB - Basaltos de Cordilheira Mesoceânica.

O diagrama ternário Ti/V, Zr/Sm e Sr/Nd (Wang et al., 2016) (Figura 18) foi utilizado para os anfibolitos da Unidade Gentileza, para distinção entre basaltos com *trends* de ambiente continental e de arco. Os anfibolitos se situam ao

longo do limite Ti/V - Zr/Sm, padrão típico de basaltos continentais, diferente do padrão de basaltos de arco, que possui enriquecimento em Sr, e se apresenta perpendicular ao *trend* de basaltos continentais.

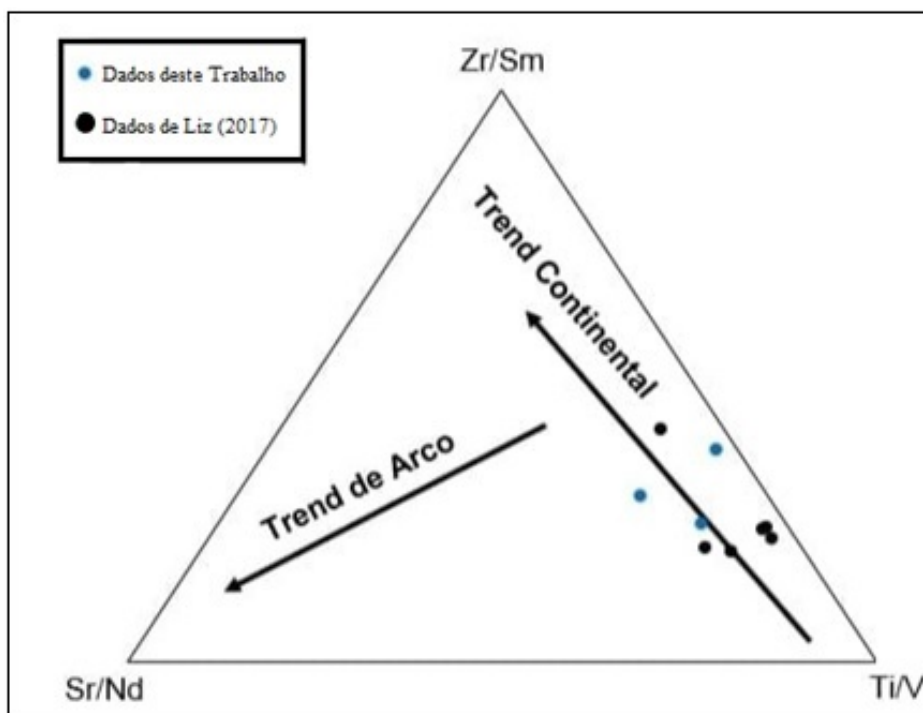


Figura 18. Diagrama ternário Ti/V-Zr/Sm-Sr/Nd (Wang et al., 2016) de discriminação tectônica aplicado aos anfibolitos da Unidade Gentileza.

No diagrama multielementar de elementos-traço normalizado pelo manto primitivo (Sun & McDonough, 1989) (Figura 19A), as amostras estudadas apresentam um padrão de enriquecimento de LILEs e HFSEs em relação aos ETRPs, com anomalias negativas de Ta, Ti, P e positiva de La.

No diagrama multielementar de elementos terras raras (ETR) (Sun & McDonough, 1989) (Figura 19B), o padrão dos ETR é similar para todas as amostras estudadas.

As rochas estudadas apresentam altas concentrações de ETR ($\Sigma\text{ETR} = 105,22 - 490,01$ ppm), com leve a elevado enriquecimento de ETRL em relação aos ETRP ($\text{La}_N/\text{Yb}_N = 2,7 - 22,5$), além de leve a moderado fracionamento em ETRL ($\text{La}_N/\text{Sm}_N = 2,01 - 6,9$) e em ETRP ($\text{Gd}_N/\text{Yb}_N = 1,64 - 2,65$). Observa-se anomalia positiva de Eu, o que sugere fracionamento de

plagioclásio ao longo da evolução magmática e leve anomalia negativa de Y, que está associada a fonte.

Nos contatos interdigitados entre o anfibolito e o metamonzogranito ocorre a transferência de cristais, evidenciada pela presença de agregados máficos (biotita e hornblenda) no metamonzogranito, sendo esta feição relacionada ao processo de *mingling* (Chappell, 1996).

Importante ressaltar que, para ocorrer uma mistura efetiva, a densidade, temperatura e viscosidade entre os magmas devem ser bem similares, sendo estas propriedades de extrema relevância. A existência de agregados de minerais, que caracteriza a transferência de cristais, aumenta a eficiência do *mixing*. Portanto, a transferência de cristais é o primeiro passo, após o *mingling*, para um *mixing* efetivo (Ubide et al., 2014).

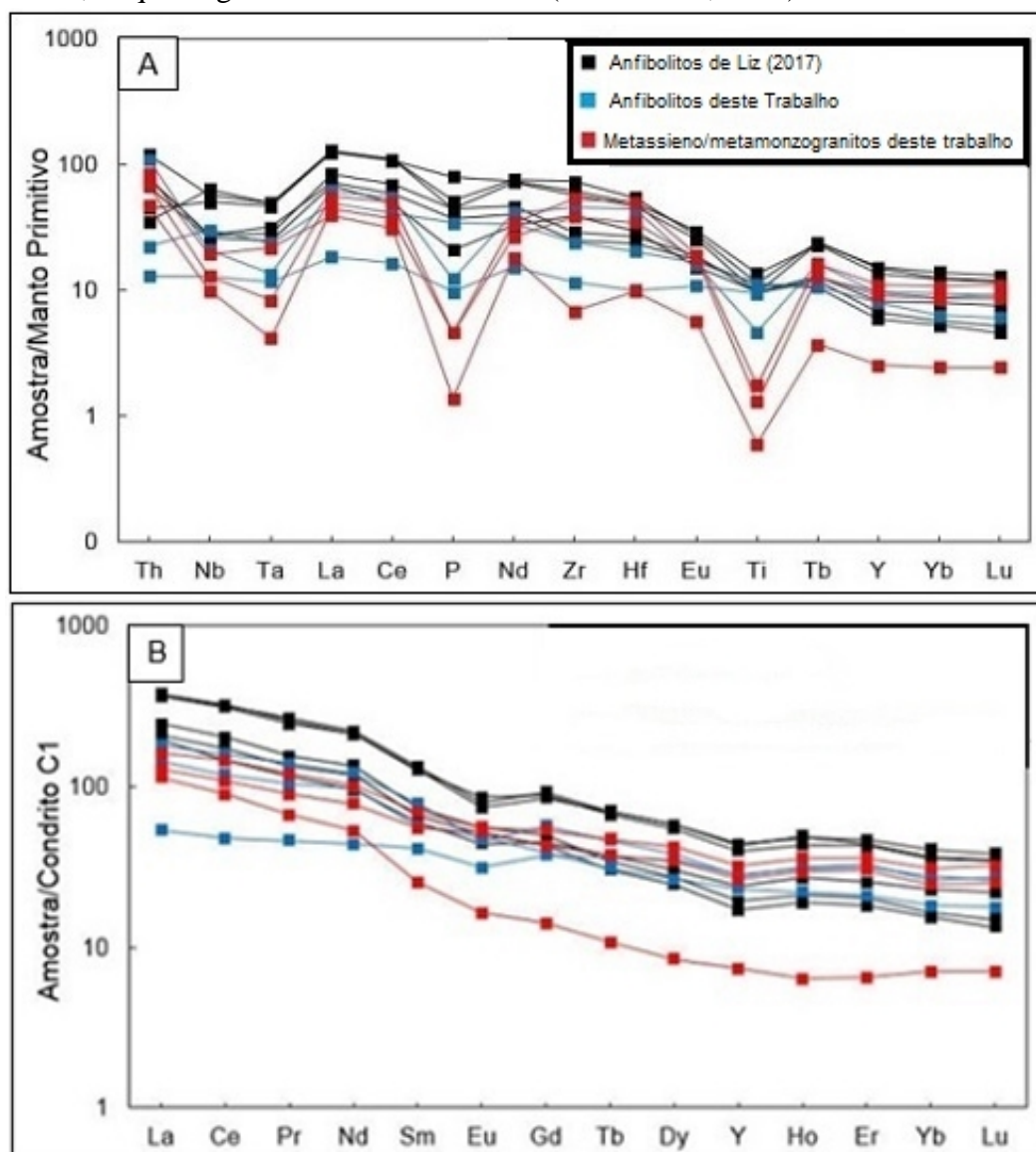


Figura 19. Diagramas multielementares de elementos traço e terras raras para rochas do DC. **A)** Diagrama multielementar dos elementos-traço normalizado pelo MP (Manto Primitivo); **B)** Diagrama de ETR normalizados pelo Condrito C1 (Sun & McDonough, 1989).

A substituição parcial ou total da hornblenda, biotita, plagioclásio e K-feldspato por clorita, epidoto e sericita, respectivamente, sugere que o anfibolito e o metamonzogranito foram afetados por hidrotermalismo, considerando as equações de Best (2003): 1 - Biotita + fluidos (ex: H₂O) = clorita + rutilo (ou titanita) + K + Si; 2 - Hornblenda + fluidos = clorita + rutilo (ou titanita) + Si + Ca; 3 - Plagioclásio + Ca + Fe + fluidos = epidoto; 4 - Feldspatos + fluidos = sericita + Si + K.

Os dados petrográficos indicam que o anfibolito da Unidade Gentileza atingiu a Fácies Anfibolito (metamorfismo regional), com assembleia mineralógica marcada pelos minerais hornblenda + plagioclásio ± epidoto ± titanita ± biotita ± clorita ± quartzo. As transformações para a Fácies Xisto Verde são evidenciadas pela

paragênese plagioclásio + clorita + epidoto + titanita ± quartzo ± carbonato. A presença de uma paragênese mineral com graus metamórficos médio e baixo sugere que o anfibolito sofreu retrometamorfismo (Best, 2003). A substituição da hornblenda pela biotita no anfibolito também é uma evidência de retrometamorfismo. No metamonzogranito e metassienogranito, as principais evidências do processo de metamorfismo regional são a recristalização do quartzo e a presença de biotita orientada.

A formação da titanita a partir de minerais opacos pode refletir uma substituição ainda na fase magmática e/ou um processo de reequilíbrio metamórfico. Este segundo processo seria o resultado de evento metamórfico, que gerou biotita, hornblenda e titanita (Harlow et al., 2006, Pandit, 2018).

CONCLUSÕES

Na área de estudo foram observadas somente feições do tipo *mingling*, que são o resultado da interação entre o termo máfico (anfibolito - Unidade Gentileza) e o termo félsico (metamonzogranito/metassienogranito - Granito Boa Esperança).

Macroscopicamente, as feições mineralógicas observadas e associadas ao processo de *mingling* foram as estruturas tipo *pillow* e o processo de filtragem-prensagem.

Microscopicamente, foi observada mineralogia característica do processo de *mingling*, como a presença de apatita acicular, quartzo ocelar e biotita laminar, resultantes da desestabilização gerada pelas diferenças físico-químicas entre o termo máfico (anfibolito) e félsico (metamonzogranito/metassienogranito). Macro e microscopicamente foram observados agregados de biotita e hornblenda, sendo estes resultantes da remobilização devido à coexistência dos magmas.

Os dados químicos mostram que os protólitos dos anfibolitos da Unidade Gentileza correspondem, em geral, a basaltos, andesitos basálticos e andesitos. O termo félsico foi classificado quimicamente como metamonzogranito e metassienogranito.

granito e metassienogranito.

Os dados químicos plotados em diagramas de ambiência tectônica apontam para um ambiente intraplaca, para a geração do protólito do anfibolito, com *trend* continental, possivelmente representado por um rifte continental, o que corrobora com os trabalhos de Oliveira & Tarney (1990), Nascimento (2005), Oliveira et al., (2010) e Liz (2017). O metamonzogranito/metassienogranito teriam sido formados em um ambiente intracontinental (campo dos granitos de arco vulcânico), o que está de acordo com a hipótese de Nascimento (2005).

No anfibolito ocorre uma variação da Fácies Anfibolito (hornblenda + plagioclásio ± epidoto ± titanita ± biotita ± clorita ± quartzo) para a Fácies Xisto Verde (plagioclásio + clorita + epidoto + titanita ± quartzo ± carbonato). No metamonzogranito ocorre processo de recristalização do quartzo.

A presença no anfibolito de veios tardios preenchidos por carbonato, epidoto e de forma rara K-feldspato, sugere a ocorrência de processo hidrotermal, como resultado da percolação de fluidos, a partir das zonas de cisalhamento, o que não ocorre no metamonzogranito/metassienogranito.

REFERÊNCIAS

- BEST, M.G. **Igneous and metamorphic petrology**. Second Edition, Blackwell Science Ltd, 758 p. 2003.
- BEZERRA, F.H.R.; JARDIM DE SÁ, E.F.; NILSON, A.A.; BLAIS, S. O ambiente tectônico do complexo Caniné do São Francisco e rochas encaixantes da Faixa Sergipana, NE do Brasil. SIMPÓSIO SOBRE O CRÁTON SÃO FRANCISCO, 1, Salvador, 1993. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Geologia, 1993, v.2, p. 117-120.
- BRITO NEVES, B.B. & FUCK, R.A. Neoproterozoic evolution of the basement of the South-American platform. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 47, p. 72-89, 2013.
- BRITO NEVES, B.B.; SIAL, A.N.; ALBUQUERQUE, J.P.T. Vergência centrífuga residual no Sistema de Dobramentos Sergipano. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 7, p. 102-114, 1977.
- CHAPPELL, B.W. Magma Mixing and the Production of

- Compositional Variation within Granite Suites: Evidence from the Granites of Southeastern Australia. **Journal of Petrology**, v. 37, n. 3, p. 449 – 470, 1996.
- DE LA ROCHE, H.; LETERRIER, J.; GRANDCLAUDE, P.; MARCHAL, M. A Classification of Volcanic and Plutonic Rocks Using R1-R2 Diagrams and Major Element Analyses - Its Relationships with Current Nomenclature. **Chemical Geology**, v. 29, p. 183-210, 1980.
- GOES, R.M. **Investigação de Misturas Mixing/Mingling e Assimilação na Suíte Intrusiva Curralinho, Domínio Canindé, Faixa de Dobramentos Sergipana, NE-Brasil**. São Cristóvão, 2018. 61 p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso), Universidade Federal de Sergipe.
- HARLOV, D.; TROPPER, P.; SEIFERT, W.; NIJLAND, T.; FÖRSTER, H. Formation of Al-rich titanite (CaTiSiO₄O-CaAlSiO₄OH) reaction rims on ilmenite in metamorphic rocks as a function of fH₂O and fO₂. **Lithos**, v. 88, p. 72-84, 2006.
- HUMPHREY, F.L. & ALLARD, G.O. The Propriá Geosyncline, a newly recognized Precambrian tectonic province in the Brazilian shield. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, XXIII Prague. 1968. Anais...Prague, 1968, v.4, p.123-139.
- IRVINE, T.N. & BARAGAR, W.R.A. A guide to the chemical classification of common rocks. **Can. Journal Earth Science**, v. 8, p. 523-548, 1971.
- JARDIM DE SÁ, E.F.; MORAES, J.A.C.; SILVA, L.J.H.D. **Tectônica tangencial na Faixa Sergipana**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34. Goiânia. 1986. **Anais...Goiânia, Sociedade Brasileira de Geologia**, 1986, v.3, p.1246. 1986.
- JENSEN, L.S. A New Cation Plot for Classifying Subalkalic Volcanic Rocks. **Ontario Division Mines Miscellaneous Paper**, v. 66, 22 p., 1976.
- LIZ, L.C.C. **Petrografia e geoquímica dos orto anfíbolitos das unidades Novo Gosto e Gentileza, Domínio Canindé, Faixa de Dobramentos Sergipana, NE-Brasil**. São Cristóvão, 2017, 66 p. Dissertação (Mestrado em Geociências e Análise de Bacias) - Universidade Federal de Sergipe,
- MORGAVI, D.; PERUGINI, D.; DE CAMPOS, C.P.; ERTL-INGRISCH, W.; LAVALLÉE, Y.; MORGAN, L.; DINGWELL, D.B. **Magma Mixing Interaction Between Rhyolitic and Basaltic Melt**. 108 p., 2013.
- NASCIMENTO, R.S. **Domínio Canindé, Faixa Sergipana, Nordeste do Brasil: Um Estudo Geoquímico e Isotópico de uma Sequência de Rife Continental Neoproterozoica**. Campinas, 159 p., 2005. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências. Universidade Estadual de Campinas.
- OLIVEIRA, E.P. & TARNEY, J. The Cannon de São Francisco Complex: a major late Proterozoic gabbroic body in the Sergipe foldbelt, NE Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 3, n.2/3, p. 125-140, 1990.
- OLIVEIRA, E.P.; WINDLEY, B.F.; ARAÚJO, M.N.C. The Neoproterozoic Sergipano orogenic belt, NE Brazil: a complete plate tectonic cycle in western Gondwana. **Precambrian Research**, v. 181, p. 64-84, 2010.
- OLIVEIRA, E.P.; WINDLEY, B.F.; MCNAUGHTON, N.J.; BUENO, J.F.; NASCIMENTO, R.S.; CARVALHO, M.J.; ARAÚJO, M.N.C. **The Sergipano Belt**. Springer International Publishing. doi: 10.1007/978-3-319-01715-0_13. 2017.
- PANDIT, D. Crystallization evolution of accessory minerals in paleoproterozoic granites of Bastar Craton, India. **Current Science**, v. 114, n. 11, 2018.
- PASSOS, L.H. **Caraterização petrográfica, química mineral e geotermobarometria de rochas da Unidade Novo Gosto, Domínio Canindé, Faixa de Dobramentos Sergipana**. Brasília, 225p. 2016. Dissertação (Mestrado), Instituto de Geociências, Universidade de Brasília.
- PEARCE, J.A. A user's guide to basalt discrimination diagrams. **Geological Association of Canada Special Publication**, v. 12, p. 79-113, 1996.
- PEARCE, J.A. & NORRY, M.J. Petrogenetic implications of Ti, Zr, Y and Nb variations in volcanic rocks. **Contributions to Mineralogy and Petrology**, v. 69, p. 38-47, 1979.
- PEARCE, J.A.; HARRIS, N.B.W.; TINDLE, A.G. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. **Journal of Petrology**, v. 25, p. 956-983, 1984.
- PERUGINI, D.; DE CAMPOS, C.P.; DINGWELL, D.B.; DORFMAN, A. Relaxation of concentration variance: a new tool to measure chemical element mobility during mixing of magmas. **Chemical Geology**, v. 335, p. 8-23, 2013.
- PERUGINI, D.; DE CAMPOS, C.P.; PETRELLI, M.; MORGAVI, D.; VETERE, F.P.; DINGWELL, D.B. Quantifying magma mixing with the Shannon entropy: Application to simulations and experiments. **Lithos**, v. 236/237, p. 299-310, 2015.
- PETRELLI, M.; PERUGINI, D.; POLI, G. Transition to chaos and implications for timescales of magma hybridization during mixing processes in magma chambers. **Lithos**, p. 125, p. 211-220, 2011.
- PLATEVOET, B.; BEBIEN, J.; GOMES, E. Commingling of Contrasted Magmas in Various Geodynamic Settings. **Tr. J. of Earth Sciences**, v. 7, p. 119-132, 1998.
- PORTO, M.V.G. DE A. **Caracterização Estrutural do Afloramento, Km 2, SE-200, Domínio Canindé, Faixa de Dobramentos Sergipana, Sergipe**. São Cristóvão. 2019. 56 p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso), Universidade Federal de Sergipe
- SIIVOLA, J. & SCHMID, R. **List of Mineral Abbreviations**. Recommendations by the IUGS Sub commission on the Systematics of Metamorphic Rocks. 2007.
- SILVA FILHO, M.A. **A suíte ofiolítica da Geossinclinal de Propriá**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29, 1976. Ouro Preto. **Anais...Ouro Preto: Sociedade Brasileira de Geologia**, 1976, p. 51.
- SILVA FILHO, M.A. **Arco vulcânico Canindé-Marancó e a Faixa Sul-Alagoana: sequências orogênicas Mesoproterozoicas**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 50, Belo Horizonte. 1998. **Anais...Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Geologia**, 1998, p. 16.
- SUN, S.S. & MCDONOUGH, W.F. Chemical and Isotopic systematics of oceanic basalts, implications for mantle composition and processes. **Geological Society of London Special Publication**, v. 42, p. 313-345, 1989.
- TEIXEIRA, L.R.; LIMA, E.S.; NEVES, J.P.; SANTOS, R.A.; SANTIAGO, R.C.; MELO, R.C. **Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Estado de Sergipe**. Salvador, CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Escala 1:250.000. 2014.
- UBIDE, T.; GALÉ, C.; LARREA, P.; ARRANZ, E.; LAGO, M.; TIERZ, P. The Relevance of Crystal Transfer to Magma Mixing: a Case Study in Composite Dykes from the Central Pyrenees. **Journal of Petrology**, v. 55, p. 1535-1559, 2014.
- VAN SCHMUS, W.R.; BRITO NEVES, B.B.; HACKSPACHER, P.C. U/Pb and Sm/Nd geochronologic studies of the eastern Borborema Province, NE Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 8, p. 267-288, 1995.
- VERMA, S.K. & OLIVEIRA, E.P. Tectonic setting of basic igneous and metaigneous rocks of Borborema Province, Brazil using multi-dimensional geochemical discrimination diagrams. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 58, p. 309-317, 2015.
- WANG, X.C.; WILDE, S.A.; XU, B.; PANG, C.J. Origin of arc-like continental basalts: Implications for deep-Earth fluid cycling and tectonic discrimination. **Lithos**, v. 261, p. 5-45, 2016.

Submetido em 29 de outubro de 2019

Aceito para publicação em 5 de outubro de 2020