



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

**PETROGRAFIA E GEOQUÍMICA DA SUÍTE INTRUSIVA CANINDÉ,
FAIXA DE DOBRAMENTOS SERGIPANA, NE-BRASIL**

Bruno Eduardo Cardoso Silva

Orientadora: Profa. Dra. Adriane Machado

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias

São Cristóvão-SE

2021

Bruno Eduardo Cardoso Silva

**PETROGRAFIA E GEOQUÍMICA DA SUÍTE INTRUSIVA CANINDÉ,
FAIXA DE DOBRAMENTOS SERGIPANA, NE-BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias da Universidade Federal de Sergipe, como requisito para obtenção do título de Mestre em Geociências.

Orientadora: Profa. Dra. Adriane Machado

São Cristóvão–SE

2021

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

S586p Silva, Bruno Eduardo Cardoso
Petrografia e Geoquímica da Suíte Intrusiva Canindé,
Faixa de Dobramentos Sergipana, NE-Brasil / Bruno
Eduardo Cardoso Silva; orientadora Arianne Machado. - São
Cristóvão, SE, 2021.
59 f. : il.

Dissertação (mestrado em Geociências e Análise de Bacias) -
Universidade Federal de Sergipe, 2021.

1. Geociências. 2. Gabros. 3. *Mingling*. 4. Fluídos
Hidrotermais. 5. Cálcio-Alcalino. 6. Arco Continental. I. Machado,
Adriane, orient. II. Título.

CDU 552.321(813.7)

**PETROGRAFIA E GEOQUÍMICA DA SUÍTE INTRUSIVA CANINDÉ,
FAIXA DE DOBRAMENTOS SERGIPANA, NE-BRASIL**

por:

Bruno Eduardo Cardoso Silva

(Geólogo, Universidade Federal do Oeste da Bahia – 2017)

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

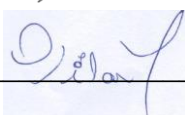
Submetida em satisfação parcial dos requisitos ao grau de:

MESTRE EM GEOCIÊNCIAS

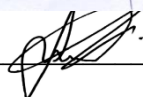
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dra. Adriane Machado [Orientadora – UFS]



Prof. Dra. Delia del Pilar M. de Almeida [Membro Externo – UNIPAMPA]



Prof. Dr. Luiz Alberto Vedana [Membro Interno – UFS]

Data Defesa: 20/08/2021.

Dedico esse trabalho aos meus pais pelo incentivo dado em cada instante dessa jornada, à minha madrinha e sua família pelo apoio dado durante essa etapa da minha vida e a todos que de alguma maneira contribuíram para a conquista desse objetivo.

Meus sinceros agradecimentos!

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Apoio à Pesquisa e à Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe (FAPITEC) pela bolsa de mestrado concedida.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análises de Bacias (PGAB) da Universidade Federal de Sergipe por todo suporte oferecido.

À minha orientadora Adriane Machado, por todo empenho e dedicação para a execução desse trabalho. Agradeço também por toda sabedoria e conhecimento compartilhado, que contribuíram com o meu processo de evolução. E por ser tão gentil e amigável, o que tornou o meu trabalho muito prazeroso.

Aos professores Maria de Lourdes da Silva Rosa e Herbet Conceição por me receberem tão bem no PGAB. Agradeço também por todo conhecimento compartilhado durante as disciplinas ofertadas.

Aos companheiros Luar Aguiar, Danielle Cruz e Luís Filipe Capinam por todo suporte dado durante a pesquisa.

Aos caros colegas mestrandos e doutorandos do PGAB, por me receberem tão bem, pelo companheirismo e pela troca de informações.

Aos professores Dra. Delia del Pilar Montecinos de Almeida e Dr. Luiz Alberto Vedana por aceitarem o convite para compor a banca avaliadora desse trabalho e pelas considerações feitas na etapa de Qualificação do Mestrado.

À minha família por todo incentivo e confiança depositada.

À minha madrinha Edna Lopes Melo por todo apoio e incentivo para a conclusão desse trabalho.

A todos que de alguma forma contribuíram no decorrer dessa jornada.

EPÍGRAFE

*“O maior inimigo do conhecimento não é a
ignorância, mas sim a ilusão de conhecimento.”*

Stephen Hawking

RESUMO

A Suíte Intrusiva Canindé (SIC) está localizada nas proximidades da cidade de Canindé do São Francisco (SE). A SIC é constituída por um corpo gabroico alongado, na direção NW-SE, intrudido nas rochas metavulcanossedimentares da Unidade Novo Gosto-Mulungu. Nesse trabalho, os estudos se concentraram nas porções leste e oeste da SIC, e tiveram como objetivo principal compreender as relações de campo e os processos magmáticos envolvidos na geração das rochas da SIC, através do estudo petrográfico e geoquímico das rochas. Na porção leste são observados gabros contendo injeções magmáticas quartzo-feldspáticas, que não exibem feições de mistura física com a rocha gabroica, e que caracterizam processo de *mingling*. Localmente, foi observado o contato entre o gabro e o biotita granito da Suíte Intrusiva Sítios Novos, que apresenta feições indicativas de plasticidade entre os magmas, as quais sugerem colocação contemporânea dos dois magmas. Microscopicamente, os gabros da porção leste apresentam, de forma incipiente, reações de cloritização da augita e da hornblenda, epidotização da titanita e sericitização do plagioclásio. Essas reações são atribuídas à migração de componentes voláteis das injeções magmáticas. Na porção oeste do corpo gabroico, fluídos hidrotermais percolaram fraturas associadas à fase deformacional D₃ e modificaram a mineralogia primária dos metagabros e metadiabásios da porção oeste. Nos metagabros são observadas reações de cloritização da augita e hornblenda, epidotização da titanita e plagioclásio. Este último também pode ocorrer sericitizado, saussuritizado ou carbonatado. Os fluídos hidrotermais modificaram, de forma localizada, a mineralogia primária do metadiabásio, que apresenta vênulas de injeção de fluído. As rochas da SIC foram classificadas quimicamente, como gabros e a análise da geoquímica dos elementos maiores, traço e ETR evidenciou uma afinidade geoquímica cálcio-alcalina para a SIC. A análise de diagramas binários, com o Zr como índice de diferenciação, permitiu identificar a presença de processos magmáticos como o fracionamento de apatita e a acumulação de plagioclásio nas rochas da porção oeste, e o fracionamento de óxidos na maioria das rochas, com exceção do metadiabásio, que apresenta acumulação gravitacional de óxidos. Os diagramas multielementares de elementos incompatíveis e ETR indicam a presença de duas fontes distintas, uma mais enriquecida (rochas da porção leste) e outra mais empobrecida (rochas da porção oeste). A análise do comportamento das amostras em diagramas discriminantes de ambiente geotectônico, associada a presença de anomalias negativas de Nb, Ta e Ti nas rochas, sugerem que a SIC foi gerada em um ambiente de arco continental.

Palavras-chave: Gabros, *Mingling*, Fluídos Hidrotermais, Cálcio-Alcalino, Arco Continental.

ABSTRACT

The *Canindé* Intrusive Suite (SIC) is located near the *Canindé do São Francisco* (SE) city. The SIC is constituted by elongated gabbroic body, at the NW-SE direction, which is intruded in the *Novo Gosto-Mulungu* metavolcanosedimentary rocks. In this work, the studies focused on the East and West portions of the SIC, and had as main objective to understand the field relationships and the magmatic processes involved in the generation of SIC rocks, through the petrographic and geochemical study of the rocks. In the Eastern portion, gabbros contain quartz-feldspathic magmatic injections that do not exhibit features of a physical mixture with the gabbroic rock, which characterize a mingling process. Locally, it has observed the contact between the gabbro and the biotite granite of the *Sítios Novos* Intrusive Suite. This contact shows features indicative of plasticity between the both magmas, suggesting contemporary magma placement. Microscopically, the gabbros of Eastern portion show, in an incipient way, chloritization reactions of augite and hornblende, epidotization of titanite and sericitization of plagioclase. These reactions have attributed to the volatile components migration of the magmatic injections. In the Western portion of the gabbroic body, hydrothermal fluids percolated fractures associated with the D₃ deformation phase and modified the primary mineralogy of the metagabbro and metadiabase. In the metagabbro, there are chloritization reactions of augite and hornblende, epidotization of titanite and plagioclase. The plagioclase also shows sericitization, saussuritization and carbonation processes. The hydrothermal fluids also modified locally, the primary mineralogy of metadiabase, which shows fluid injection venules. The SIC rocks are chemically classified as gabbro and the geochemical analysis of the major elements, trace and REE evinced a calcium-alkaline geochemical affinity. The binary diagrams analysis, using the Zr as index of differentiation, allowed identification the presence of the magmatic processes such as apatite fractionation and plagioclase accumulation in rocks of the Western portion, as well as the fractionation of oxides in the majority of rocks, except in the metadiabase, which show oxides gravitational accumulation. The incompatibles and REE multielementary diagrams indicate the presence of two distinct sources, a more enriched one (rocks from the Eastern portion) and another more impoverished (rocks of the Western portion). The analysis of sample behaviour, in the geotectonic environment discriminant diagrams associated to the Nb, Ta and Ti negative anomalies presence, suggest that the SIC rocks were generated in a continental arc environment.

Keywords: Gabbros, *Mingling*, Hydrothermal Fluids, Calcium-Alkaline, Continental Arc.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 : INTRODUÇÃO.....	14
1.1 APRESENTAÇÃO.....	15
1.2 LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO.....	20
1.3 OBJETIVOS	21
1.4 MÉTODOS	21
1.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
CAPÍTULO 2 : PETROGRAFIA E GEOQUÍMICA DA SUÍTE INTRUSIVA CANINDÉ, FAIXA DE DOBRAMENTOS SERGIPANA, NE-BRASIL.....	25
2.1 INTRODUÇÃO.....	27
2.2 GEOLOGIA REGIONAL	27
2.3 MATERIAIS E MÉTODOS	29
2.4 GEOLOGIA LOCAL	30
2.4.1 Unidade Novo Gosto.....	30
2.4.2 Suíte Intrusiva Canindé	30
2.4.3 Suíte Intrusiva Sítios Novos.....	32
2.5 PETROGRAFIA.....	32
2.5.1 Augita Hornblenda Melagabro (SIC2).....	33
2.5.2 Metagabro e Augita Hornblenda Metagabro (P1C3A e P2C1).....	35
2.5.3 Metadiabásio (P4C3).....	37
2.6 GEOQUÍMICA.....	39
2.7 DISCUSSÕES	45
2.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
2.9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
CAPÍTULO 3 : CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
ANEXO 1: NORMAS PARA A SUBMISSÃO À REVISTA.....	54
ANEXO 2: COMPROVANTE DA SUBMISSÃO DO ARTIGO	59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização e vias de acesso à área de estudo. Datum WGS 84, Fuso 24 L, UTM.	20
Figura 2 - A) Mapa geológico da área de estudo, Datum WGS 84, Fuso 24 L. Fonte: Teixeira et al. (2014); B) Domínios da Faixa de Dobramentos Sergipana (Oliveira et al., 2010). MSZ, BMJSZ, SMASZ, ISZ representam respectivamente as zonas de cisalhamento Macururé, Belo Monte Jeremoabo, São Miguel do Aleixo e Itaporanga.	28
Figura 3 - A) Anfibolito bandado da Unidade Novo Gosto. B) Injeções félsicas que cortam o gabro da SIC. C) Injeções quarto-feldspáticas que remobilizam agregados do gabro. D) Contato entre o gabro e o biotita granito da Suíte Intrusiva Sítios Novos. E) Bloco rolado de metagabro. F) Metadiabásio contendo vênulas de cor branca.	31
Figura 4 - A) Injeção magmática quartzo-feldspática que remobilizou cristais de augita do augita hornblenda melagabro, que estão parcialmente cloritizados – LN, objetiva 4x; B) Injeção magmática de composição quartzo feldspática – LP, obj. 4x; C) Textura intersticial evidenciada pelos cristais de microclínio e titanita – LP, obj. 10x; D) Aglomerados de olivina – LP, obj. 10x; E) Plagioclásio exibindo contatos curvos com a augita e a hornblenda – LP, obj. 10x; F) Inclusões de titanita epidotizada em cristais de hornblenda – LP, obj. 10x.	34
Figura 5 - A) Metagabro com cristal de plagioclásio epidotizado na borda e em contato com augita apresentando lamelas de exsolução – LP, obj. 10x; B) Metagabro com microveio de clorita no cristal de plagioclásio – LP, obj. 4x; C) Microveio de carbonato no augita hornblenda augita – LP, obj 4x; D) Augita exibindo lamelas de exsolução no metagabro – LP, obj. 10 x; E) Augita hornblenda metagabros com cristal de hornblenda alterando para clorita e com resquícios dos traços de clivagem – LN, obj. 10x; F). Metagabro com olivina parcialmente substituída para mineral opaco – LN, obj. 10x.	36
Figura 6 - A) Vênula constituída por plagioclásio sericitizado e augita cloritizada – LN, obj. 4x; B) A vênula está limitada pelas linhas vermelhas – LP, obj. 4x; C) Augita com lamelas de exsolução – LP, obj. 4x; D) Inclusões de apatita e augita no no plagioclásio – LP, obj. 10x; E) Olivina pseudomórfica com substituição para minerais opacos – LN, obj. 10x; F) Paragênese carbonato-clorita – LN, obj. 10x.	38
Figura 7 - A) Diagrama de classificação de rochas proposto por Cox et al. (1979); B) Diagrama de séries magmáticas proposto por Ross e Bédard (2009).	39
Figura 8 - Diagramas binários que correlacionam elementos maiores (% em peso) com o índice de diferenciação Zr (ppm).....	41
Figura 9 - Diagramas binários que correlacionam elementos traço (ppm) com o índice de diferenciação Zr (ppm).	42
Figura 10 - Diagrama multielementar de elementos traço normalizados pelo Manto Primitivo (Sun e McDonough, 1989).	43
Figura 11 - Distribuição dos Elementos Terras Raras, normalizados pelo Condrito (Anders e Grevesse, 1989); B) Diagrama de colocação crustal (Pearce, 2008). As rochas que plotam dentro dos limites da faixa amarela MORB-OIB são associadas à ambiente oceânico. Os basaltos relacionados à ambiente de arco vulcânico plotam no campo do lado esquerdo da faixa amarela.....	44

Figura 12 - A) Diagrama discriminante de classificação ambiental Th-Zr-Nb (Wood, 1980). CAB = Basaltos cálcio-alcálicos de arco, IAT = Toleítos de arco de ilha, WPT = Toleítos intra-placa, WPA = Alcalinas intra-placa; B) Diagrama discriminante de classificação ambiental La/Yb-Nb/La, proposto por Hollocher et al. (2012).44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação entre as Unidades Estratigráficas do Domínio Canindé e as Unidades Litodêmicas.	15
Tabela 2 - Relação as unidades estratigráficas e litodêmicas do Domínio Canindé.	29
Tabela 3 - Dados geoquímicos dos elementos maiores (% em peso), traço (ppm) e ETR (ppm).	40
Tabela 4 - Classificação admitida para cada rocha exibida nos diagramas presentes nessa seção.	41

CAPÍTULO 1 : INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

A Suíte Intrusiva Canindé (SIC) (Teixeira *et al.*, 2014; Nascimento, 2005; Gava *et al.*, 1983) faz parte do Domínio Canindé (DC), que está situado no norte da Faixa de Dobramentos Sergipana (FDS). O DC apresenta forma alongada com direção NW-SE e possui aproximadamente, de 4 a 10 km de largura (Liz, 2017). Este domínio é constituído pela Unidade Novo Gosto-Mulungu, Unidade Gentileza, SIC e Suíte Intrusiva Garrote (Oliveira *et al.*, 2010) (Tabela 1).

As rochas da SIC foram subdivididas em parte superior e inferior por Oliveira e Tarney (1990), com base em observações de campo, análises litoquímicas e de química mineral.

Tabela 1 - Relação entre as Unidades Estratigráficas do Domínio Canindé e as Unidades Litodêmicas.

Unidades/Rochas		Rochas/Idade
Complexo Canindé	Novo Gosto – Mulungu	Anfibolitos (metabasaltos) predominantes, metarritmitos finos, metavulcânicas félsicas, localmente porfiríticas, metatufos, metaultramáficas, rochas calcissilicáticas, filitos grafitosos e micaxistos. Intercalações de <i>sheets</i> de granitóides milonitizados; mármore; quartzitos e metacherts (Teixeira <i>et al.</i> , 2014).
	Gentileza	Metavulcanitos basálticos diabásicos e dioritos intercalados com <i>sheets</i> quartzo-monzoníticos, frequentemente milonitizados, e anfibolitos (Nascimento, 2005; Liz, 2017).
	SIC	Idade: 688 ± 6 Ma - U-Pb, SHRIMP (Nascimento, 2005). Parte superior - gabros e gabros pegmatóides, essencialmente mesocráticos. Idade: 701 ± 8 Ma - U-Pb, SHRIMP (Nascimento, 2005). Parte inferior - peridotitos, troctolitos, noritos, piroxenitos e olivina-gabros contendo níveis estreitos e descontínuos adcumuláticos.
	Suíte Intrusiva Garrote	Ortognaisses graníticos finos a grossos/porfiroclásticos, miloníticos. Idade: 715 Ma. U-Pb (Santos <i>et al.</i> , 1988).

Na parte inferior da SIC, o peridotito possui cor verde escuro a preto, textura cataclástica e a mineralogia principal é composta por augita, hiperstênio, olivina, minerais opacos, talco/serpentina e dolomita. O troctolito apresenta cor preta, é isotrópico, possui granulação fina, mineralogia composta por olivina, ortopiroxênio, clinopiroxênio e plagioclásio. Esta rocha se apresenta pouco alterada e não se observa processo de acumulação gravitativa (Silva Filho *et al.*, 1979). O norito apresenta granulação grossa, com textura

cumulática e poiquilítica, destacando o intercúmulos formado por cristais de piroxênio e plagioclásio. Também foi observada orientação magmática de cristais de plagioclásio e bandamento composicional (Nascimento, 2005). O piroxenito ocorre em camadas com espessura métrica, dentro da subunidade gabro, que domina a suíte. Essa rocha apresenta textura fina a grossa e forma contatos de fase com o olivina gabro, marcados pelo aparecimento do plagioclásio. O olivina gabro ocorre em camadas e está em contato com o piroxenito, possui cor cinza claro a cinza escuro, granulação média, laminação ígnea com orientação do plagioclásio e clinopiroxênio poiquilítico (Bezerra, 1992).

Na parte superior da SIC, o gabro possui cor cinza escuro, é isotrópico, apresenta granulação fina a média, por vezes grossa e pegmatóide. A mineralogia é composta por plagioclásio, piroxênio e anfibólio, que podem variar em ordem de abundância na rocha. Ocasionalmente são observados diques de gabros porfiríticos ricos em fenocristais de plagioclásio e gabros pegmatóides (Silva Filho *et al.*, 1979; Bezerra, 1992).

Teixeira *et al.* (2014), que efetuaram a última revisão do mapa geológico do Estado de Sergipe, não cartografaram os microgabros que apresentam composição gabroica e granulometria fina, identificados por Bezerra (1992) na SIC.

Os principais registros deformacionais do DC estão impressos nas rochas metassedimentares da Unidade Novo Gosto-Mulungu. Essas rochas foram afetadas pela fase deformacional D₁, reconhecida pela presença de dobras de escala decimétrica paralelas ou oblíquas, as quais afetaram o bandamento composicional S₀. D₁ é transposta pela fase deformacional D₂, que é caracterizada por dobras abertas a fechadas, por vezes associadas com mergulho para N-NW e baixo ângulo de cavalgamento. A fase deformacional D₃ é reconhecida e caracterizada por fraturas conjugadas cisalhantes, com direções NE e NW, e por um conjunto de falhas cisalhantes sinistrais direcionadas para NE (Oliveira *et al.*, 2010).

Em algumas porções da SIC, localmente, pode ser observado o bandamento magmático, que em geral, possui orientação NE60°/70°SE. Nas proximidades das estradas de Poço Redondo-Curralinho, e nas Fazendas Santa Maria e Quiriba, ocorre deformação rúptil incipiente, sugerindo que as rochas da SIC poderiam ser anteriores a fase deformacional D₃, registrada pelas foliações com direção NW-SE e associadas às zonas de cisalhamento transcorrentes sinistrais (Nascimento, 2005).

Oliveira e Tarney (1990), com base em dados de química mineral do piroxênio, concluíram que a ausência de ortopiroxênio na rocha mais fracionada da SIC e o baixo teor de Ca do piroxênio, indicam que as rochas da SIC possuem afinidade toleítica.

A rocha mais magnesiana da SIC é o troctolito e a mais rica em Fe é o Fe-Ti gabro (Oliveira e Tarney, 1990). Essa última apresenta padrão de elementos terras raras leves (ETRL) empobrecido em relação aos elementos terras raras pesados, quando comparado as demais rochas da SIC, sugerindo que o Fe-Ti gabro é o produto cumulático de um magma máfico tardio, que foi injetado. Ademais, esses autores acreditam que a SIC representa a remobilização de uma fonte litosférica subcontinental, por algum evento termal.

O ambiente geotectônico que propiciou a geração das rochas da SIC ainda é objeto de debate. Com base em interpretações geoquímicas e associações com a rocha encaixante, a SIC é associada a um ambiente de rifte intracontinental (Nascimento, 2005; Oliveira *et al.*, 2010; Oliveira *et al.*, 2017; Pinto *et al.*, 2020). As interpretações de campo e de dados geoquímicos, relacionam a SIC a um ambiente de arco (Silva Filho *et al.*, 1979; Bezerra, 1992; Verma & Oliveira, 2015; Passos, 2016). Segundo Pearce (1973), as rochas gabroicas podem ser geradas em diversos ambientes geotectônicos, como arco vulcânico, fundo oceânico, ilhas oceânicas e até mesmo ambiente continental.

Silva Filho *et al.* (1976, 1977, 1979) foram os primeiros a fazerem interpretações geotectônicas do ambiente de formação das rochas que ocorrem na região de Canindé do São Francisco, que atualmente são agrupadas no Domínio Canindé. Esses autores propuseram que as rochas de Canindé do São Francisco estariam inseridas no Domínio Eugeossinclinal da Geossinclinal Sergipana, que atualmente é denominada de Faixa de Dobramentos Sergipana (Brito Neves, 1975). A interpretação do ambiente de formação das rochas de Canindé do São Francisco de Silva Filho *et al.* (1976, 1977, 1979) foi realizada com base na correlação entre a estratigrafia das rochas encontradas em campo e os modelos publicados na literatura, para a evolução dos geossinclinais, ajustados segundo os conceitos da tectônica de placas. Nesse contexto, as rochas do Domínio Canindé foram associadas a uma sequência ofiolítica, com formação em um sulco eugeossinclinal para Silva Filho *et al.* (1976, 1977) e em um ambiente de arco de ilhas para Silva Filho *et al.* (1979).

Gava *et al.* (1983) advogam que a correlação de dados de campo, petrográficos e geoquímicos não comprovaram a presença de um complexo ofiolítico na região de Canindé do São Francisco e sugerem, com base no diagrama Zr/Y versus Zr (Pearce & Norry, 1979),

que as unidades Novo Gosto-Mulungu e Gentileza provavelmente, se formaram em ambientes distintos. As rochas da Novo Gosto-Mulungu se assemelham a basaltos de dorsais mesoceânicas e arcos insulares, enquanto as rochas da Unidade Gentileza mostram semelhança com basaltos intraplaca. Segundo esses autores, esforços distensivos teriam provocado um fissuramento crustal incipiente, que culminou na injeção dos magmas, que deram origem ao Complexo Entremontes, que englobava as unidades Novo Gosto-Mulungu e Gentileza.

Jardim de Sá *et al.* (1986), baseado em evidências de campo, sugerem que a sequência de rochas da região de Canindé do São Francisco se assemelha a um ambiente de arco de ilhas, com constituintes vulcânicos predominantemente máficos, diferenciados a intermediários e félsicos, assim como, equivalentes plutônicos.

Oliveira e Tarney (1990), com base no diagrama multielementar de distribuição de elementos terras raras, interpretaram que as rochas do Domínio Canindé possuem um padrão geoquímico de ambiente de rifte intracontinental e que as rochas são derivadas de uma fonte subcontinental, enriquecida em elementos incompatíveis proveniente do manto litosférico.

Bezerra (1992), segundo dados de campo e geoquímicos, interpreta que a SIC foi gerada em ambiente sinorogênico de arco, assim como as rochas das sequências vulcanossedimentares das unidades Novo Gosto-Mulungu e Gentileza.

Nascimento (2005) afirma que as assinaturas geoquímicas com anomalias negativas de Nb e Ta, e o enriquecimento de elementos terras raras leves em relação aos pesados, estão associadas às características de sequências continentais. Segundo essa autora, a presença de granitos anorogênicos e os dados de geocronologia das rochas, que estão inseridas no Domínio Canindé, seriam indicativos de um ambiente de rifte intracontinental.

Oliveira *et al.* (2010) propuseram um modelo geotectônico evolutivo para a Faixa de Dobramentos Sergipana, com base em dados de campo, geoquímicos e geocronológicos das rochas máficas e dos granitos. Também consideraram que o Domínio Canindé surgiu a partir de um processo de rifteamento do Domínio Poço Redondo, por volta de 715-640 Ma, idades essas obtidas para os granitos Garrote e Boa Esperança, respectivamente. E a fase de fechamento do Rifte Canindé ocorreu entre 630-617 Ma, idades respectivas do Tonalito Camará e Monzogranito Curitiba.

Verma e Oliveira (2015) sugeriram que os metabasaltos da Unidade Novo Gosto-Mulungu e os dioritos-anfibolitos da Unidade Gentileza foram gerados em ambiente de arco de ilhas e rifte continental, respectivamente. Esses autores utilizaram diagramas geoquímicos discriminantes multidimensionais, que utilizam a razão log para tratar uma grande quantidade de dados geoquímicos.

Passos (2016), ao analisar as rochas da Unidade Novo Gosto-Mulungu, através da reinterpretação dos dados geoquímicos obtidos por Nascimento (2005), concluiu que essas rochas se formaram a partir do magmatismo básico relacionado à uma zona de supra-subducção. Essa interpretação tem como base, a análise de diagramas discriminantes que utilizam elementos de baixa mobilidade e elementos traço incompatíveis.

Liz (2017), com base na interpretação de diversos diagramas de ambiência geotectônica, como Zr - Z/Y (Pearce & Norry, 1979) e Ti - Zr (Pearce, 1996), e na análise das anomalias negativas de Nb, Ta, Ti e enriquecimento de ETRL em relação aos ETRP, concluiu que as unidades Novo Gosto-Mulungu e Gentileza foram geradas em um ambiente intraplaca, possivelmente um rifte continental.

Pinto *et al.* (2020), utilizando dados geoquímicos de rocha total e química mineral do espinélio presente nas rochas máficas, interpreta que as rochas da SIC foram geradas em um contexto continental.

Diante de tantas discussões em relação ao ambiente geotectônico de formação das rochas da SIC, notou-se a necessidade de uma investigação mais detalhada, com foco nas relações de campo entre as rochas da SIC e as encaixantes, e nos processos geológicos que afetaram as rochas, na tentativa de definir o contexto geotectônico de geração das rochas.

A decisão de realizar o estudo dos dados de campo, petrográficos e geoquímicos das rochas da SIC, justifica-se pela existência de poucos trabalhos publicados e a necessidade de compreender de forma mais ampla, os processos magmáticos envolvidos na geração das rochas, a afinidade geoquímica da SIC e as relações de contato entre as rochas da SIC e das unidades Novo Gosto-Mulungu e Gentileza. Os resultados desse estudo contribuirão para o avanço do conhecimento geológico do DC e consequentemente, da Faixa de Dobramentos Sergipana. Desta forma, as informações obtidas neste trabalho permitiram tecer considerações sobre o tipo de ambiente geotectônico em que as rochas do DC se formaram e evoluir na compreensão do desenvolvimento da fase deformacional D₃, que afetou localmente a SIC.

O artigo com os resultados deste trabalho será submetido à Revista do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, “Geologia Série Científica USP”, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Geociências, conforme consta na resolução 01/2018 do PGAB.

1.2 LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO

A área de estudo se localiza nas proximidades da cidade de Canindé de São Francisco (SE), região do Alto Sertão Sergipano. A distância entre a cidade de Canindé de São Francisco e a cidade de Aracaju, capital do Estado de Sergipe, é de aproximadamente 197 km (Figura 1).

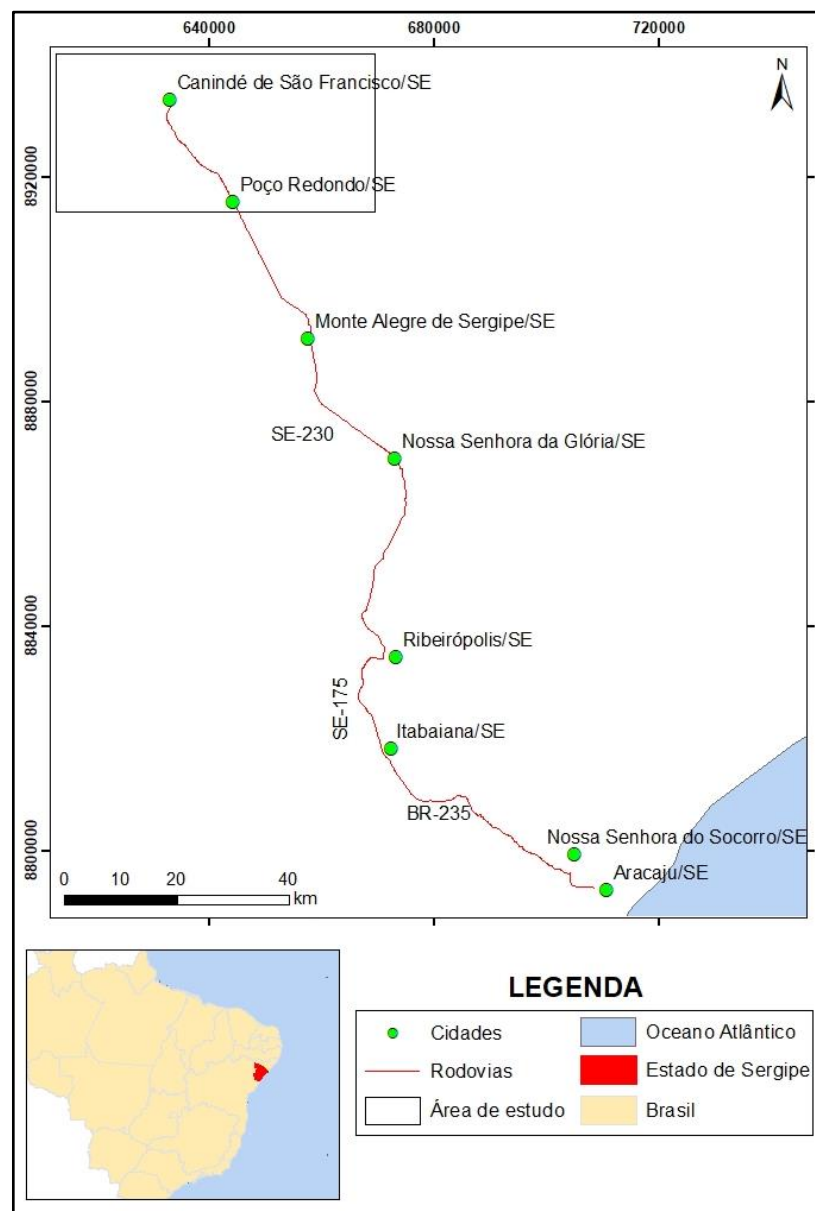


Figura 1 - Mapa de localização e vias de acesso à área de estudo. Datum WGS 84, Fuso 24 L, UTM.

O acesso à área de estudo é viabilizado, a partir de Aracaju, pela BR-235, no sentido Itabaiana. Em seguida, o trajeto continua pela SE-175, passando pelo município de Ribeirópolis e seguindo para norte, até o município de Nossa Senhora da Glória. A partir deste município, o acesso é através da SE-230, rumo a noroeste, passando pelos municípios de Monte Alegre de Sergipe e Poço Redondo, até o município de Canindé de São Francisco (Figura 1). Este é o trajeto mais curto e que possui a melhor pavimentação. Outros acessos podem ser utilizados, no entanto, todos cruzam a rodovia SE-230.

1.3 OBJETIVOS

O objetivo geral dessa pesquisa é: compreender as relações de campo e os processos magmáticos envolvidos na gênese das rochas da Suíte Intrusiva Canindé. Os objetivos específicos são:

- Descrever as relações de campo entre as rochas da SIC e as encaixantes;
- Descrever as características texturais e mineralógicas das rochas estudadas;
- Estabelecer a afinidade e as características geoquímicas das rochas da SIC;
- Identificar os processos magmáticos envolvidos na geração das rochas da SIC;
- Compreender o desenvolvimento da fase deformacional D_3 , que afetou algumas rochas da SIC.

1.4 MÉTODOS

Esse trabalho teve início com a etapa de levantamento bibliográfico, através do motor de busca *Google* e bibliotecas digitais, que viabilizaram o acesso a artigos científicos, manuscritos, teses, dissertações, livros, relatórios e mapas. Essas bibliografias serviram como referência para o levantamento de dados de geologia regional, local, petrográficos, geoquímicos e geotectônicos.

As informações obtidas na carta topográfica, nas imagens de satélite e no mapa geológico, direcionaram a campanhas de campo. Nessas campanhas foram utilizados martelo geológico e marreta de 2 kg para a coleta de amostras; bússola geológica para medição das estruturas; lupa de bolso com aumento de 20x para a descrição das rochas; sacos plásticos e fita adesiva para armazenar as amostras coletadas; caneta permanente para a identificação das amostras; GPS para registrar as coordenadas dos afloramentos visitados, projetadas no sistema de projeção UTM, *Datum* WGS 84.

No total, quatro campanhas de campo foram realizadas, com duração de um dia cada, e tiveram o objetivo de descrever as relações de campo da SIC com as unidades adjacentes, coletar atitudes das estruturas deformacionais, descrever os aspectos inerentes aos afloramentos e coletar amostras representativas da SIC, para a confecção de lâminas delgadas e análises geoquímicas.

As descrições macroscópicas das amostras de mão foram realizadas com o auxílio de uma lupa de mesa, no Laboratório de Microscopia e Lupas do Departamento de Geologia (DGEOL) da Universidade Federal de Sergipe (UFS).

A análise microscópica foi realizada com base na descrição de quatro lâminas delgadas, utilizando um microscópio de luz transmitida *Olympus BX41*. As lâminas delgadas foram confeccionadas no Laboratório de Laminação da Empresa PetrografiaBR (Belo Horizonte-MG). Nas descrições foram observados os aspectos texturais e microestruturais, a identificação e caracterização da mineralogia primária e secundária, e estabelecida a composição modal mineral da rocha, pelo método da contagem de pontos.

As análises geoquímicas de nove amostras de rocha foram obtidas no Laboratório da Empresa SGS GEOSOL (pacotes ICP95A/IMS95A), em Vespasiano (MG), onde foi realizada a secagem das amostras a 105°C, britagem de 75% a 2 mm, homogeneização das amostras e o quartejamento em Jones. A pulverização para a fração 200 *mesh*, de 250 a 300 g de amostra, foi efetuada em moinho de aço 85%. O pó de rocha foi analisado, através das técnicas de espectrometria de emissão atômica com plasma acoplado (ICP-AES - elementos maiores e cromo) e espectrometria de massa com fonte de plasma (ICP-MS – elementos traço e terras raras). Os dados químicos foram tratados, através do *Software Geochemical Data Toolkit for Windows* (GCDkit), versão 4.1.

O *Software ArcMap* foi utilizado para a elaboração do mapa geológico e dos demais mapas utilizados na etapa de campo. A edição do texto da dissertação foi processada no *Microsoft Word*. O *Corel Draw X7* foi utilizado para editar as figuras utilizadas no trabalho.

1.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bezerra F.H.R. 1992. *Geologia e Evolução Petrológica do Complexo Gabróico Canindé do São Francisco e rochas adjacentes (Sergipe e Alagoas)*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 208p.
- Brito Neves B. B. 1975. *Regionalização geotectônica do Precambriano nordestino*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 198 p.

- Gava A., Nascimento D.A, Vidal J.L.B., Ghignone J.I., Oliveira E.P., Filho A.L.S., Teixeira W. 1983. *Folhas SC.24/25 Aracajú/Recife, escala 1:1.000.000*. Texto explicativo, Rio de Janeiro, Projeto RADAMBRASIL, Ministério das Minas e Energia, 27-351 p.
- Jardim de Sá E.F., Moraes J.A.C., Silva L.J.H.D.R. 1986. *Tectônica tangencial na Faixa Sergipana*. XXXIV Congresso Brasileiro de Geologia, 3, 1246-1256, Recife: SBG.
- Liz L.C.C. 2017. *Petrografia e geoquímica dos ortoanfibolitos das unidades Novo Gosto e Gentileza, Domínio Canindé, Faixa de Dobramentos Sergipana, NE-Brasil*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 52 p.
- Nascimento R.S. 2005. *Domínio Canindé, Faixa Sergipana, Nordeste do Brasil: um estudo geoquímico e isotópico de uma sequência de rifte continental neoproterozoica*. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, Universidade Federal de Campinas, Campinas, 159 p.
- Oliveira E.P, McNaughton N.J., Windley B.F., Carvalho M.J., Nascimento R.S. 2015. Detrital zircon U–Pb geochronology and whole-rock Nd-isotope constraints on sediment provenance in the Neoproterozoic Sergipano Orogenic, Brazil: From early passive margins to late foreland basins. *Tectonophysics*, 622: 183-194. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tecto.2015.02.017>.
- Oliveira E.P., Tarney J. 1990. Petrogenesis of the Canindé de São Francisco Complex: A major Late Proterozoic gabbroic body in the Sergipe Fold Belt, northeastern Brazil. *Journal of South America Earth Sciences*, 3:125-140. [https://doi.org/10.1016/0895-9811\(90\)90025-V](https://doi.org/10.1016/0895-9811(90)90025-V).
- Oliveira E.P., Windley B.F., Araújo M.N.C. 2010. The Neoproterozoic Sergipano orogenic belt, NE Brazil: a complete plate tectonic cycle in western Gondwana. *Precambrian Research*, 181: 64-84. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2010.05.014>.
- Oliveira E.P., Windley B.F., McNaughton N.J., Bueno J.F., Nascimento R.S., Carvalho M.J., Araújo N.C. 2017. The Sergipano Belt. In: Heilbron M., Cordani U.G., Alkmim F.F. (eds). *São Francisco Craton, Eastern Brazil: tectonic genealogy of miniature continent*. Regional Reviews, Springer, p. 241-254.
- Passos L.H. 2016. *Caraterização petrográfica, química mineral e geotermobarometria de rochas da Unidade Novo Gosto, Domínio Canindé, Faixa de Dobramentos Sergipana*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade de Brasília, Brasília, 225 p.
- Pearce J.A. 1996. A User's Guide to Basalt Discrimination Diagrams. In: Wyman D.A. (eds). *Trace element Geochemistry of Volcanic Rocks: Applications for Massive Sulphide Exploration*. Geological Association of Canada, Short Notes, v.12, p. 79-113.
- Pearce, J.A. and Cann, J.R. 1973. Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses. *Earth and Planetary Science Letters*, 19:290-300. [https://doi.org/10.1016/0012-821X\(73\)90129-5](https://doi.org/10.1016/0012-821X(73)90129-5).

- Pearce, J.A. and Norry, M.J. 1979. Petrogenetic Implications of Ti, Zr, Y, and Nb Variations in Volcanic Rocks. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 69:33-47. <https://doi.org/10.1007/BF00375192>.
- Pinto V.M., Koester E., Debruyne D., Chemale Jr. F., Marques J.C., Porcher C.C, Passos L.H., Lenz C. 2020. Petrogenesis of the mafic-ultramafic Canindé layered intrusion, Sergipano Belt, Brazil: Constraints on the metallogenesis of the associated Fe–Ti oxide ores. *Ore Geology Reviews*, 122:1-18. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2020.103535>.
- Santos R.A., Menezes Filho N.R., Souza J.D. 1988. *Carira, folha SC.24-Z-A-III, texto e mapas, escala 1:100.000*. Brasília: DNPM. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB.
- Silva Filho M.A. 1976. *A suíte ofiolítica da Geossinclinal de Propriá*. XXIX Congresso Brasileiro de Geologia, 29, 1-51, Ouro Preto: SBG.
- Silva Filho M.A., Bonfim L.F.C., Santos R. A., Leal R. A., Braz Filho P. A., Rodrigues T. L., Santos J. C., Bruni D.C. 1979. *Projeto Complexo Canindé do São Francisco*. Relatório Final. DNPM/CPRM, vol.8.
- Silva Filho M.A, Bomfim L.F.C., Santos R.A., Leal R.A., Santana A.C., Filho P.A.B. 1977. *Projeto Baixo S. Francisco/Vaza-Barris*. Relatório Final. DNPM-CPRM, Vol.1.
- 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, escala 1:250.000*. Salvador, CPRM – Serviço Geológico do Brasil.
- Verma S.K., Oliveira E.P. 2015. Tectonic setting of basic igneous and metaigneous rocks of Borborema Province, Brazil using multi-dimensional geochemical discrimination diagrams. *Journal of South America Earth Sciences*, 58:1-9. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2014.08.01>.

**CAPÍTULO 2 : PETROGRAFIA E
GEOQUÍMICA DA SUÍTE INTRUSIVA
CANINDÉ, FAIXA DE DOBRAMENTOS
SERGIPANA, NE-BRASIL**

Petrografia e Geoquímica da Suíte Intrusiva Canindé, Faixa de Dobramentos Sergipana, NE-Brasil

Petrography and Geochemistry of the Canindé Intrusive Suite, Sergipano Foldbelt, NE-Brazil

Suíte Intrusiva Canindé – Petrografia e Geoquímica

Bruno Eduardo Cardoso Silva¹ID 0000-0001-9709-0011, Adriane Machado²ID 7118-BA61-FE17

¹Universidade Federal de Sergipe - UFS, Programa de Pós-graduação em Geociências e Análises de Bacias - PGAB, Av. Marechal Rondon s/n, Jardim Rosa Elze, CEP 49100-000, São Cristóvão, SE, BR (b.eduardo_geologia@hotmail.com)

²Universidade Federal de Sergipe - UFS, Programa de Pós-graduação em Geociências e Análises de Bacias - PGAB, São Cristóvão, SE, BR (adrianemachado@yahoo.com.br)

Resumo

A Suíte Intrusiva Canindé (SIC), localizada próximo à cidade de Canindé do São Francisco (SE), é um corpo gabroico alongado, na direção NW-SE, intrudido nas rochas metavulcanossedimentares das unidades Novo Gosto-Mulungu e Gentileza. O objetivo desse trabalho foi compreender as relações de campo e os processos magmáticos associados à geração das rochas da SIC. Na porção leste da SIC ocorrem gabros contendo injeções magmáticas félsicas, sem feições de mistura com a rocha gabroica, caracterizando um processo de *mingling*. Microscopicamente, cristais de augita, hornblenda, titanita e plagioclásio apresentam reações químicas, devido à migração de componentes voláteis das injeções magmáticas. Na porção oeste do corpo, fluídos hidrotermais percolaram fraturas conjugadas cisalhantes e falhas cisalhantes, e modificaram a mineralogia primária dos metagabros. Reações de cloritização, epidotização, carbonatação e sericitização são observadas nos minerais dessas rochas. Os fluídos hidrotermais também modificaram de forma mais localizada, os metadiabásios que ocorrem nas adjacências. A análise dos elementos maiores, traço e elementos terras raras (ETR) indica que as rochas da SIC possuem afinidade cálcio-alkalina. A análise de diagramas multielementares de elementos incompatíveis e ETRs evidenciou dois padrões distintos, que sugerem fontes magmáticas distintas. Os diagramas discriminantes de ambiência geotectônica indicam que as rochas da SIC estão relacionadas à ambiente de arco continental.

Palavras-chave: Gabros, *Mingling*, Fluídos hidrotermais, Cálcio-alkalina, Arco continental.

Abstract

The *Canindé* Intrusive Suite (SIC), located near the *Canindé* do São Francisco (SE) city, is an elongated gabbroic body, with NW-SE direction, intruded into the metavolcanosedimentary rocks of the *Novo Gosto-Mulungu* and *Gentileza* units. The main objective of this work was to understand the field relations and the magmatic processes associated to SIC rocks. In the Eastern portion of the SIC, there are gabbros containing felsic magmatic injections that do not show mixing features with the gabbroic rock, characterizing a mingling process. Microscopically, augite, hornblende, titanite and plagioclase show chemical reactions, due to the migration of volatile components of the magmatic injections. In the Western Portion of SIC, hydrothermal fluids modified the metagabbros primary mineralogy. Chloritization, epidotization, carbonation and sericitization reactions have observed in the minerals of these rocks. The hydrothermal fluids also modified, in localized way, the metadiabases that occur in the surroundings. The analysis of major, trace and REE elements indicate calcium-alkaline affinity to the SIC rocks. The analysis of incompatible elements and REE multi-element diagrams show two distinct patterns, suggesting distinct magmatic sources. Geotectonic ambience diagrams indicate a continental arc environment to the SIC rocks generation.

Keywords: Gabbros, *Mingling*, Hydrothermal fluids, Calcium-alkaline, Continental arc.

2.1 INTRODUÇÃO

A Suíte Intrusiva Canindé (SIC) (Teixeira et al., 2014; Nascimento, 2005; Gava et al., 1983) faz parte do Domínio Canindé (DC) (Davison e Santos, 1989), que está inserido na Faixa de Dobramentos Sergipana (FDS). O DC está situado na região mais setentrional da FDS, apresenta forma alongada, direção NW-SE, e possui aproximadamente de 4 a 10 km de largura (Liz, 2017). Este domínio é constituído pela Unidade Novo Gosto-Mulungu, Unidade Gentileza, Suíte Intrusiva Canindé e Suíte Intrusiva Garrote (Teixeira et al., 2014).

A SIC está localizada nas proximidades da cidade de Canindé de São Francisco (SE), região do Alto Sertão Sergipano, e ocorre como um corpo alongado, de direção E-W, com cerca de 26 km de comprimento e 1 a 4 km de largura (Nascimento, 2005). A SIC é dividida em parte superior e parte inferior (Teixeira et al., 2014) ou base e topo (Oliveira e Tarney, 1990; Nascimento, 2005). A parte inferior é composta por peridotitos, troctolitos, piroxenitos, noritos e olivina-gabros com níveis estreitos e descontínuos adcumuláticos. A parte superior é constituída por gabros e gabros pegmatóides, essencialmente mesocráticos (Teixeira et al., 2014).

As rochas da SIC apresentam deformação localizada, quando comparadas ao pacote de rochas vulcanossedimentares deformadas das unidades Novo Gosto-Mulungu e Gentileza (Nascimento, 2005). Segundo Oliveira e Tarney (1990), a natureza menos deformada da SIC indica uma colocação intrusiva posterior a expressiva deformação, a qual as rochas das unidades Novo Gosto-Mulungu e Gentileza foram submetidas. Contudo, Nascimento (2005) argumenta que a deformação pouco expressiva da SIC é o resultado da natureza das rochas, essencialmente gabbroicas, frescas e de granulação grossa, o que as tornam mais resistentes à deformação que as encaixantes vulcanossedimentares.

O ambiente geotectônico relacionado à geração das rochas da SIC e das unidades Novo Gosto-Mulungu e Gentileza ainda é objeto de debate. A SIC é associada à ambiente de rifte intracontinental (Nascimento, 2005; Oliveira et al., 2010; Liz, 2017; Pinto et al., 2020) e ambiente de arco (Silva Filho et al., 1979; Verma e Oliveira, 2015; Passos, 2016).

Os objetivos principais do trabalho foram descrever as relações de campo entre as rochas da SIC e as encaixantes; descrever as características texturais e mineralógicas das rochas estudadas; estabelecer a afinidade e características geoquímicas da SIC; identificar os processos magmáticos envolvidos na geração das rochas e compreender o desenvolvimento da fase deformacional D₃, que afetou algumas rochas da SIC.

Nesse trabalho são apresentados, interpretados e discutidos dados de campo, petrográficos e geoquímicos das rochas da SIC, de forma a contribuir para o avanço do conhecimento geológico da unidade, considerando que poucos trabalhos científicos, com foco na geologia da SIC, foram publicados.

2.2 GEOLOGIA REGIONAL

A área de estudo está situada na porção norte da FDS, termo proposto por Brito Neves (1975) para caracterizar uma faixa de rochas dobradas, gerada pela colisão oblíqua entre o Maciço Pernambuco-Alagoas e o Cráton do São Francisco (CSF), no Brasiliano (Davison e Santos, 1987).

Com a evolução do conhecimento à respeito da Faixa de Dobramentos Sergipana, Davison e Santos (1987) sugeriram a subdivisão da FDS em quatro terrenos, de sul para norte, denominados de Terreno do Grupo Vaza-Barris, Terreno do Grupo Macururé, Terreno de Alto Grau e o Terreno do Complexo de Canindé. Santos et al. (1988) identificaram três compartimentos distintos, denominados de Domínio Vaza-Barris, Domínio Macururé e Domínio Canindé-Marancó, e reforçaram a ideia de origem da FDS como resultado da acreção de blocos crustais, devido à uma série de colisões oblíquas ocorridas no Brasiliano.

Davison e Santos (1989) propuseram a subdivisão da FDS em cinco domínios litoestruturais, denominados, de sul para norte, como Vaza-Barris, Macururé, Marancó, Poço Redondo e Canindé.

O Domínio Vaza-Barris faz contato a sul com a cobertura sedimentar autóctone que jaz sobre o CSF.

Oliveira et al. (2010) atribuíram a cobertura sedimentar autóctone do CSF, a denominação de Domínio Estância, e agruparam os domínios Poço Redondo e Marancó. Estes autores organizaram os domínios da FDS, de sul para norte, em Estância, Vaza-Barris, Macururé, Poço Redondo-Marancó e Canindé.

O DC é subdividido em Complexo Canindé (unidades Novo Gosto-Mulungu e Gentileza), Suíte Intrusiva Canindé (SIC - objeto desse estudo) e Suíte Intrusiva Garrote (Figura 2A). As unidades litodêmicas que compõem o DC são intrudidas por granitos da Suíte Intrusiva Curralinho, Suíte Intrusiva Sítios Novos, Suíte Intrusiva Queimada Grande, Suíte Intrusiva Serra do Catu e Suíte Intrusiva Glória-Xingó 2 (Teixeira et al., 2014).

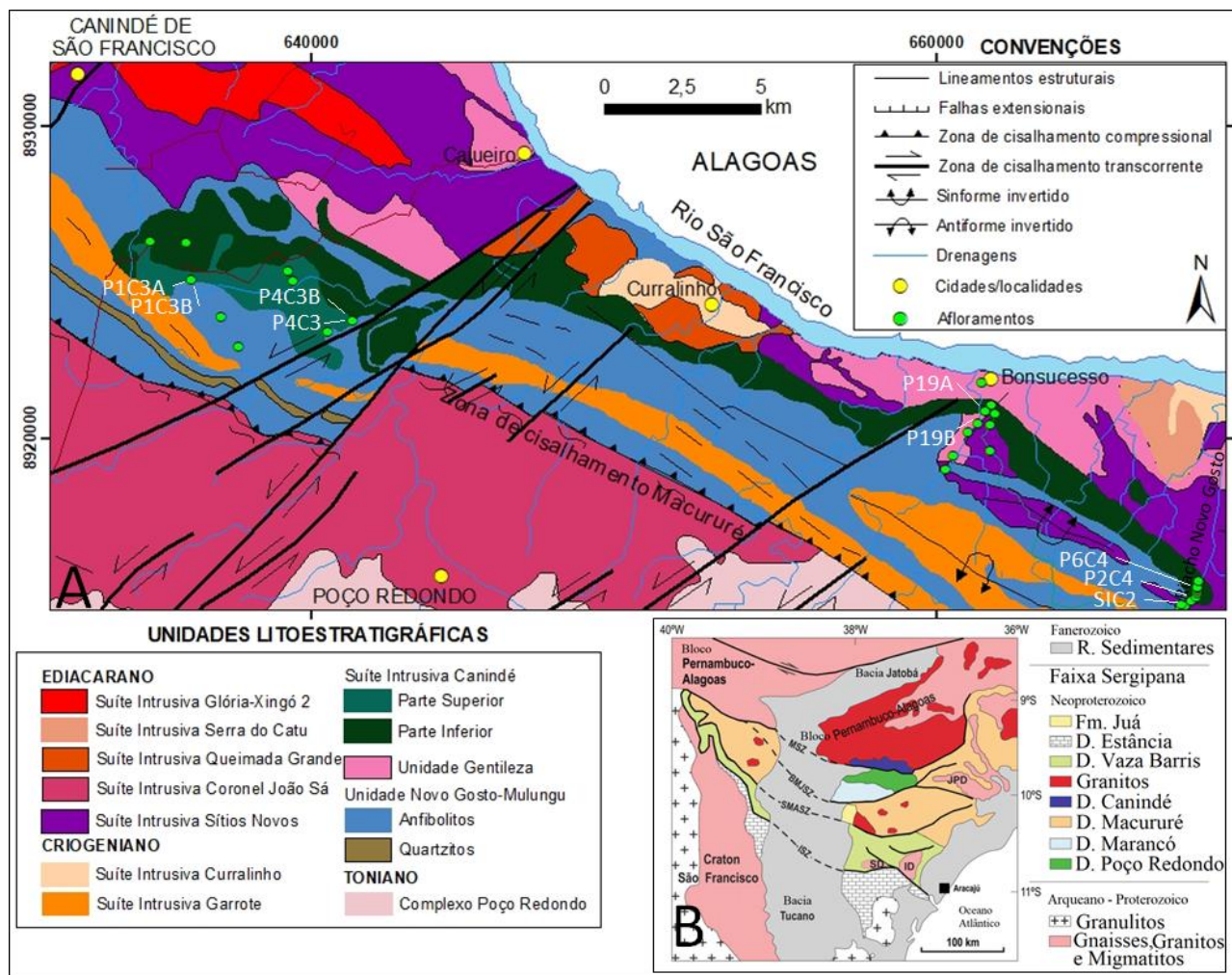


Figura 2 - A) Mapa geológico da área de estudo, Datum WGS 84, Fuso 24 L. Fonte: Teixeira et al. (2014); B) Domínios da Faixa de Dobramentos Sergipana (Oliveira et al., 2010). MSZ, BMJSZ, SMASZ, ISZ representam respectivamente as zonas de cisalhamento Macururé, Belo Monte Jeremoabo, São Miguel do Aleixo e Itaporanga.

As rochas que afloram no DC foram agrupadas por Teixeira et al. (2014) nas unidades litodêmicas Novo Gosto-Mulungu, Gentileza, Suíte Intrusiva Canindé e Suíte Intrusiva Garrote (Figura 2B), conforme é apresentado na Tabela 2.

Os principais registros deformacionais do DC estão impressos nas rochas metassedimentares da Unidade Novo Gosto-Mulungu. Essas rochas foram afetadas pela fase deformacional D_1 , reconhecida pela presença de dobras de escala decimétrica paralelas ou oblíquas, as quais afetaram o bandamento composicional S_0 . D_1 é transposta pela fase deformacional D_2 , que é caracterizada por dobras abertas a fechadas, por vezes associadas, com mergulho para N-NW, e baixo ângulo de

cavalcamento. A fase deformacional D₃ é reconhecida e caracterizada por fraturas conjugadas cisalhantes, com direções NE e NW, e por um conjunto de falhas cisalhantes sinistrais direcionadas para NE (Oliveira et al., 2010).

Tabela 2 - Relação entre as unidades estratigráficas e litodêmicas do Domínio Canindé.

Unidades/Rochas	Rochas/Idade
Novo Gosto - Mulungu	Anfibolitos (metabasaltos) predominantes, metarrilitos finos, metavulcânicas félsicas, localmente porfíricas, metatufos, metaultramáficas, rochas calcissilicáticas, filitos grafitosos e micaxistos. Intercalações de sheets de granitóides milonitizados; Mármore; Quartzitos e metacherts (Teixeira et al., 2014).
Gentileza	Metavulcanitos basálticos diabásicos e dioritos intercalados com sheets quartzo-monzoníticos, frequentemente milonitizados, e anfibolitos (Nascimento, 2005; Liz, 2017). Idade - 688 ± 6 Ma. U-Pb, SHRIMP. Nascimento (2005).
Suíte Intrusiva Canindé	Parte superior - Gabros e gabros pegmatóides, essencialmente mesocráticos. Idade - 701 ± 8 Ma. U-Pb, SHRIMP. Nascimento (2005). Parte inferior - Peridotitos, troctolitos, noritos, piroxenitos, olivina-gabros, contendo níveis estreitos e descontínuos adcumuláticos.
Suíte Intrusiva Garrote	Ortognaisses graníticos finos a grossos/porfiroclásticos, miloníticos. Idade - 715 Ma. U-Pb (Santos et al., 1988).

2.3 MATERIAIS E MÉTODOS

Esse trabalho teve início com a etapa de levantamento bibliográfico, por meio do motor de busca *Google* e bibliotecas digitais, que possibilitaram o acesso a artigos científicos, manuscritos, teses, dissertações, livros, relatórios técnicos e mapas. Esses materiais serviram de base para o levantamento de dados de geologia regional e local.

Nas quatro campanhas de campo realizadas, com um dia de duração cada, foram coletadas 54 amostras de rocha, efetuadas medições de estruturas direcionais com bússola geológica e aferidas as coordenadas geográficas dos afloramentos, com GPS da marca *Garmin*, *Datum* WGS 84, fuso 24 L.

As descrições macroscópicas das amostras de mão foram realizadas com o auxílio de uma lupa de mesa, da marca *PHYSIS*, no Laboratório de Microscopia e Lupas do Departamento de Geologia (DGEOL) da Universidade Federal de Sergipe (UFS).

As descrições microscópicas de quatro lâminas delgadas foram realizadas com o auxílio de um microscópio petrográfico de luz transmitida, da marca *Olympus BX41*. As lâminas delgadas foram confeccionadas no Laboratório de Laminação da Empresa PetrografiaBR (Contagem-MG). A composição modal da rocha foi obtida pelo método da estimativa modal visual.

As análises geoquímicas de nove amostras de rocha foram realizadas no Laboratório SGS GEOSOL (pacotes ICP95A/IMS95A), em Vespasiano-MG. No laboratório, a secagem das amostras ocorreu a 105°C, a britagem de 75% a 2 mm e a homogeneização das amostras e o quarteamento em Jones. A pulverização para a fração 200 *mesh*, de 250 a 300 g de amostra, foi efetuada em moinho de aço 85%. O pó de rocha das nove amostras foi analisado, através das técnicas de espectrometria de emissão atômica com plasma acoplado (ICP-AES - elementos maiores e cromo) e espectrometria de massa com fonte de plasma (ICP-MS – elementos traço e terras raras). Os dados químicos foram tratados, através do *Software Geochemical Data Toolkit for Windows* (GCDkit), versão 4.1.

O *Software ArcMap* foi utilizado para a elaboração do mapa geológico e dos demais mapas utilizados na etapa de campo. A edição do texto do artigo foi processada no *Microsoft Word*. O *Corel Draw X7* foi utilizado para editar as figuras.

2.4 GEOLOGIA LOCAL

Neste item são descritos os contatos e as feições de campo das rochas da SIC, da encaixante e do granito, que corta a SIC.

A relação entrecortante desses corpos rochosos, muitas vezes, não foi verificada. No entanto, a proximidade observada em campo entre a encaixante, a SIC e o granito permitiu estabelecer correlações entre as rochas. As metavulcânicas da Unidade Gentileza, apesar de serem encaixantes da SIC, não foram observadas em campo, assim, não serão apresentadas nesse tópico.

2.4.1 Unidade Novo Gosto

Em campo foi observado apenas a presença do anfibolito na Unidade Novo Gosto, que representa uma das rochas encaixante da SIC. O contato entre o anfibolito e as rochas da SIC não foi observado, portanto, o contato foi inferido. O anfibolito apresenta orientação bem marcada de minerais e bandamento composicional, segregação em bandas máficas e félsicas (Figura 3A). As bandas máficas são compostas principalmente, por anfibólio, biotita, quartzo e granada. As bandas félsicas são ricas em quartzo granular, com contatos angulosos, e esporadicamente ocorrem cristais de granada. O anfibolito, por vezes, ocorre como xenólito no biotita granito da Suíte Intrusiva Sítios Novos, sendo ambos cortados por injeções magmáticas quartzo-feldspáticas que medem aproximadamente 3 cm de espessura.

2.4.2 Suíte Intrusiva Canindé

A Suíte Intrusiva Canindé ocorre como um corpo alongado e estreito, com direção preferencial NW-SE, e apresenta largura que varia de 5,9 a 0,8 km. A sua ocorrência é registrada desde o Povoado de Bomsucesso até a cidade de Canindé de São Francisco.

Em campo foram identificados gabros, metagabros e metadiabásios, conforme as recomendações da União Internacional das Ciências Geológicas (IUGS) para classificação de rochas. Os gabros estão distribuídos principalmente, na porção leste da SIC, nas proximidades do Povoado de Bomsucesso. Os metagabros e metadiabásios foram observados nas proximidades da cidade de Canindé de São Francisco, porção oeste da SIC.

2.4.2.1 Gabros

Os gabros afloram na porção leste da SIC e ocorrem na forma de blocos rolados, e de forma menos expressiva, como lajedos. As rochas apresentam cor preta, textura fanerítica grossa, equigranular, com predomínio de cristais de aproximadamente 4 mm de diâmetro. A composição mineralógica observada com a lupa de bolso é constituída por plagioclásio, anfibólio, piroxênio e olivina. A ordem de abundância dos minerais pode mudar de uma rocha pra outra, entretanto, a mineralogia permanece a mesma.

Injeções félsicas de composição quartzo-feldspática são observadas cortando os gabros (Figura 3A e B). Essas estruturas apresentam espessura que varia de 1 a 15 cm, orientadas segundo N 120°, N 150° e N 87°. Essas injeções remobilizaram porções do gabro, as quais apresentam contornos arredondados e algumas reentrâncias (Figura 3C). A interação entre as injeções félsicas e o gabro não representa feição de mistura. Os agregados gabroicos englobados pelas injeções félsicas são indicativos de processo de *mingling*.

No sudoeste do Povoado de Bomsucesso, dentro do Riacho Novo Gosto (Figura 2A), observa-se a variação do gabro para o gabro adcumulático, no qual ocorre um sobrecrecimento dos cristais de piroxênio às expensas dos cristais de plagioclásio, atribuindo à rocha aspecto monomineralico.

Ao longo do Riacho Novo Gosto também pode ser observado o contato abrupto entre o gabro e o biotita granito da Suíte Intrusiva Sítios Novos (Figura 3D). No contato entre essas rochas ocorre uma injeção magmática félsica, com contornos sinuosos, indicando a plasticidade dos magmas, o que sugere que tenham sido gerados contemporaneamente.



Figura 3 - A) Anfibolito bandado da Unidade Novo Gosto. B) Injeções félsicas que cortam o gabro da SIC. C) Injeções quarto-feldspáticas que remobilizam agregados do gabro. D) Contato entre o gabro e o biotita granito da Suíte Intrusiva Sítios Novos. E) Bloco rolado de metagabro. F) Metadiabásio contendo vênulas de cor branca.

2.4.2.2 Metagabros

Os metagabros foram encontrados próximo às estradas vicinais localizadas a sudeste da cidade de Canindé de São Francisco, na forma de blocos rolados (Figura 3E). De modo geral, se distribuem pela porção norte da SIC e provavelmente, estão associados a uma zona com maior

densidade de fraturamentos. Esses fraturamentos estão relacionados à fase deformacional D₃, notadamente, fraturas conjugadas cisalhantes orientadas para NE e NW, e falhas cisalhantes sinistrais orientadas para NE.

Os metagabros são melanocráticos, apresentam cor verde, com porções alteradas em tons de marrom. A estrutura é maciça, com textura fanerítica grossa e cristais equigranulares. A mineralogia foi descrita com lupa de bolso e é composta, em ordem de abundância, por plagioclásio, piroxênio, anfibólio, olivina, clorita, epidoto e carbonato. A abundância relativa desses minerais varia de rocha pra outra, entretanto, os minerais que ocorrem nas amostras de metagabros são os mesmos. A clorita, epidoto e carbonato são minerais secundários e indicadores metamórficos, usados para a classificação da rocha, conforme sugere a Subcomissão de Sistemática das Rochas Metamórficas (SCMR).

2.4.2.3 Metadiabásio

O metadiabásio ocorre geralmente ao longo da SE-260, em afloramentos do tipo bloco rolado, com dimensão máxima de 2 m de diâmetro. A rocha possui cor preta, textura fanerítica fina e equigranular. A mineralogia da rocha é composta por cristais de piroxênio, plagioclásio, minerais opacos e olivina. A clorita e o carbonato ocorrem como minerais secundários e foram observados através da lupa de bolso. A rocha se apresenta bastante fraturada, com ocorrência de lentes que apresentam magnetismo, devido à presença de minerais magnéticos. Em afloramento, observa-se uma trama composta por uma série de injeções venulares, de cor branca, indicativas da ação de fluídos hidrotermais na rocha (Figura 3F). A rocha foi classificada como diabásio em função da granulação fina, conforme sugere a Subcomissão de Sistemática das Rochas Ígneas (SSIR). A denominação de metadiabásio foi atribuída à rocha, devido à presença de indicadores metamórficos na rocha, como clorita e carbonato, e pelo fato da rocha ainda preservar as suas características primárias originais. Essa nomenclatura é sugerida pela SCMR.

2.4.3 Suíte Intrusiva Sítios Novos

As rochas graníticas estão sempre presentes nas adjacências das rochas da SIC, tendo sido observada relação de contato com o gabro, que ocorre na porção leste. A sudeste do Povoado Bomsucesso, próximo ao Riacho Novo Gosto, ocorrem afloramentos do biotita granito da Suíte Intrusiva Sítios Novos, na forma de lajedos bem preservados, com diâmetro de 5 m.

O biotita granito Sítios Novos é cinza, leucocrático, apresenta textura porfirítica grossa, do tipo “sal e pimenta”, com cristais inequigranulares e fenocristais de plagioclásio que apresentam dimensão de até 1 cm, imersos em matriz composta predominantemente, por cristais de biotita.

2.5 PETROGRAFIA

A análise microscópica de quatro lâminas delgadas de rochas da SIC permitiu identificar a mineralogia e efetuar a estimativa modal visual dos minerais. A abreviação dos minerais utilizada nas figuras é a recomendada pela IUGS.

As quatro amostras de rochas da SIC foram classificadas petrograficamente, como augita hornblenda melagabro, metagabro, augita hornblenda metagabro e metadiabásio, com base na estimativa modal visual e utilizando os diagramas *Pl-Px-Ol* e *Pl-Px-Hbl* (Streckeisen, 1976). As rochas metamorfasadas receberam o prefixo “meta” por possuírem indicadores metamórficos e preservarem as características da rocha original.

O augita hornblenda melagabro da porção leste da área de estudo apresenta injeções magmáticas quartzo feldspáticas, que são observadas de forma mais ampla, em escala mesoscópica.

Verifica-se microscopicamente, que essas injeções magmáticas remobilizaram fragmentos do augita hornblenda melagabro e esses fragmentos são constituídos por piroxênio e plagioclásio.

Os metagabros, augita hornblenda metagabros e metadiabásios ocorrem na porção oeste da área de estudo e apresentam cristais com maior grau de fraturamento, o que provavelmente, facilitou a percolação de fluídos hidrotermais e a formação de clorita e carbonato.

2.5.1 Augita Hornblenda Melagabro (SIC2)

A rocha apresenta textura hipidiomórfica granular e os cristais de hornblenda e augita ocorrem de forma predominante, com tamanhos que variam de 0,3 a 6 mm. Os minerais que constituem essa rocha são hornblenda (41%), augita (17%), plagioclásio (12%), microclínio (9%), olivina (5%), titanita (2%), quartzo (2%), apatita (2%), minerais opacos (1%), zircão (1%) e biotita (< 1%). Os minerais secundários são clorita (4%), epidoto (3%) e sericita (<1%).

De acordo com Streckeisen (1976), a rocha foi classificada como augita hornblenda melagabro. Essa rocha apresenta injeções magmáticas compostas por quartzo e plagioclásio. As injeções magmáticas englobam agregados (augita e plagioclásio) do augita hornblenda melagabro (Figura 4A e B), o que sugere processo de *mingling* entre a rocha máfica (augita hornblenda melagabro) e a félsica (injeção magmática).

De forma frequente, observa-se a coexistência de cristais tabulares de hornblenda, augita e plagioclásio, com cristais menores anédricos, que ocorrem nos interstícios, como o quartzo, o microclínio (Figura 4C), a titanita e a olivina, que por vezes, formam agregados monominerálicos (Figura 4D).

De modo geral, os cristais se apresentam bem preservados, com contatos retos na maioria das vezes, exceto os cristais de quartzo, microclínio e os cristais que compõe os agregados monominerálicos, cujos contatos são curvos.

Os cristais de hornblenda são euédricos a subédricos, variam de 0,3 a 6 mm, apresentam cor marrom claro, que por vezes se torna mais pálido ou esverdeado, devido à cloritização, que ocorre principalmente nas bordas do cristal. A hornblenda possui inclusões de titanita, apatita e zircão.

A augita é euédrica a subédrica com tamanho que varia de 0,3 a 5 mm. Os cristais possuem cor verde claro e pleocroísmo variável de incolor a verde pálido. A augita apresenta inclusões de apatita, titanita e zircão. Alguns cristais de augita estão parcialmente cloritizados (Figura 4A).

Os cristais de plagioclásio variam de subédrico a anédrico e apresentam tamanhos entre 2 e 4 mm. O plagioclásio ocorre por vezes, englobando parcialmente cristais de hornblenda e augita (Figura 4E). Alguns cristais de plagioclásio possuem inclusões de apatita, outros se encontram parcial ou totalmente sericitizados. Os cristais de plagioclásio fazem contatos curvos entre si e com os cristais de hornblenda e augita. O plagioclásio foi classificado como labradorita, de acordo com o Método de Michel-Lévy.

Os cristais de microclínio são anédricos, apresentam tamanhos que variam de 0,8 a 2 mm. O microclínio ocorre de forma intersticial e possui inclusões de augita, hornblenda, olivina, titanita e apatita. Observa-se mirmequitas nas bordas do microclínio. O microclínio faz contato curvo, e por vezes reto, com os cristais de quartzo, plagioclásio, augita e hornblenda.

Os cristais de olivina variam de euédricos a anédricos, com dimensão aproximada de 1 mm. A olivina se apresenta formando aglomerados monominerálicos (Figura 4D).

Os cristais de titanita são euédricos a subédricos, possuem dimensão de 0,3 a 1 mm e ocorrem parcial ou totalmente alterados para epidoto e minerais opacos (Figura 4F). A titanita faz contatos retos e curvos com a augita, hornblenda e microclínio.

Os cristais de quartzo são anédricos e ocorrem de forma intersticial. Apresentam dimensões menores que 0,3 mm. O quartzo faz contatos curvos com o plagioclásio e o microclínio. O quartzo também ocorre em associação com o plagioclásio, na porção da rocha que seria a injeção magmática félsica (Figura 4A e B).

Os cristais de apatita são euédricos e tabulares ou hexagonais (seção basal), e possuem dimensão variável de 0,4 a 1 mm. A apatita ocorre inclusa em cristais de microclínio e plagioclásio.

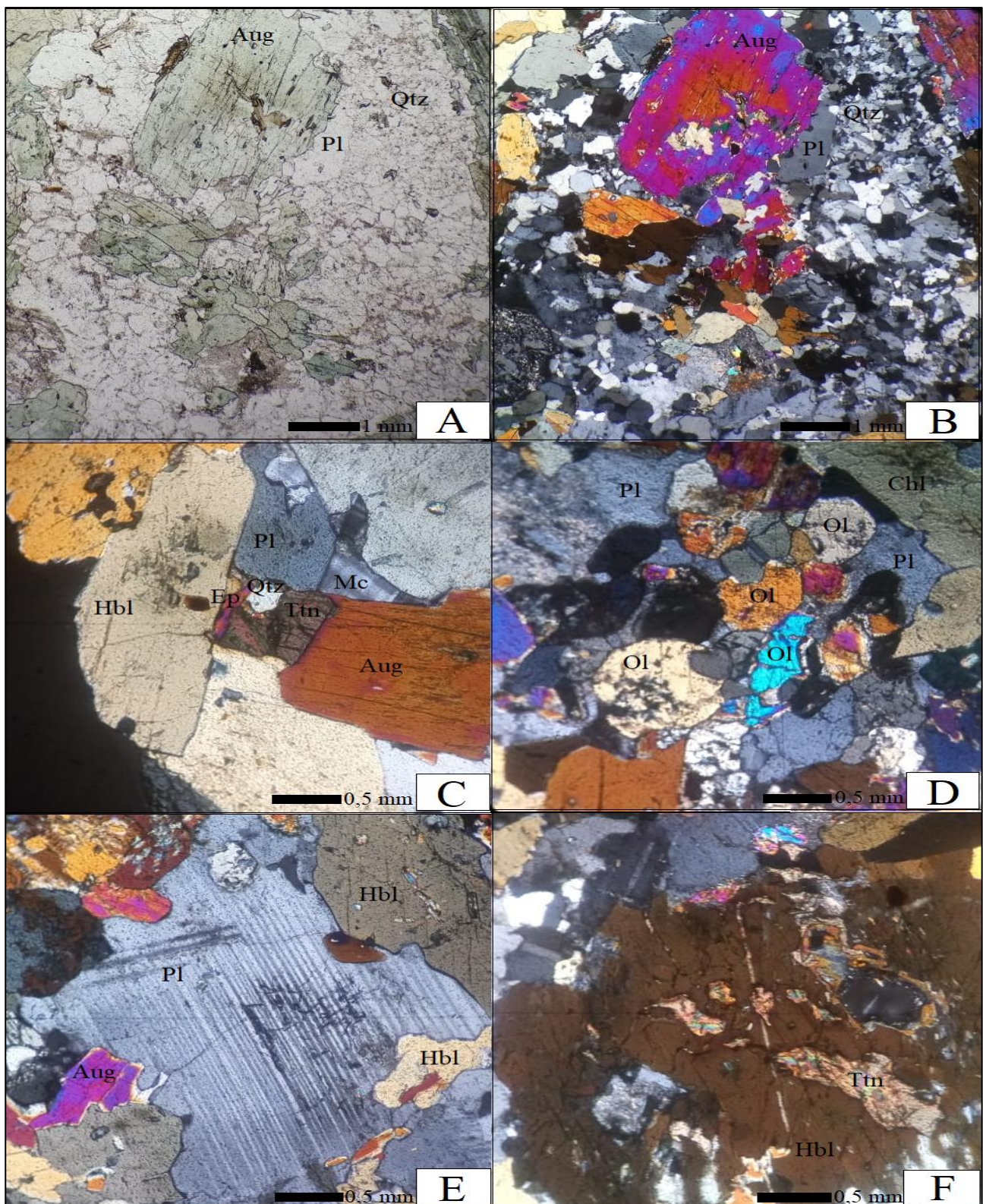


Figura 4 - A) Injeção magmática quartzo-feldspática que remobilizou cristais de augita do augita hornblenda melagabro, que estão parcialmente cloritizados – LN, objetiva 4x; B) Injeção magmática de composição quartzo feldspática – LP, obj. 4x; C) Textura intersticial evidenciada pelos cristais de microclínio e titanita – LP, obj. 10x; D) Aglomerados de olivina – LP, obj. 10x; E) Plagioclásio exibindo contatos curvos com a augita e a hornblenda – LP, obj. 10x; F) Inclusões de titanita epidotizada em cristais de hornblenda – LP, obj. 10x.

Os minerais opacos variam de subédricos a anédricos, apresentam tamanhos inferiores a 0,2 mm e ocorrem de forma intersticial na rocha.

Os cristais de zircão são euédricos, apresentam dimensão de 0,01 mm e ocorrem inclusos nos cristais de hornblenda, com a presença de halos pleocróicos.

A biotita é subédrica, possui dimensão de 0,1 mm, cor marrom e de ocorrência restrita, substituindo cristais de hornblenda. O relevo é moderado e a extinção é reta.

A clorita ocorre como produto de alteração parcial ou total, de cristais de hornblenda, se apresenta de forma irregular, possui cor verde pálido, com dimensão de 0,1 a 0,7 mm (Figura 4D). Nas porções onde a alteração é total, a clorita possui hábito lamelar.

O epidoto é anédrico, com tamanho entre 0,1 e 0,4 mm, incolor, com relevo alto e se caracteriza como produto de alteração da titanita.

2.5.2 Metagabro e Augita Hornblenda Metagabro (P1C3A e P2C1)

O termo “meta” foi usado em conformidade com a recomendação da SCMR, sendo os critérios para a utilização do prefixo “meta” (i) a presença de indicadores de metamorfismo (minerais metamórficos) e (ii) preservação da estrutura original do protólito da rocha.

O metagabro e o augita hornblenda metagabro foram classificados inicialmente segundo a classificação de Streckeisen (1976). Posteriormente, o termo “meta” foi adicionado seguindo a recomendação da SCMR.

O metagabro apresenta textura granular, e pode ser verificada predominância de cristais de plagioclásio e subordinadamente, cristais de augita (Figura 5A). A mineralogia da rocha é constituída por plagioclásio (51%), augita (29%), olivina (1%), hornblenda (< 1%), minerais opacos (1%) e apatita (< 1%). Os minerais secundários são a clorita (9%), o epidoto (6%), o carbonato (2%) e a sericita (< 1%).

O augita hornblenda metagabro apresenta textura equigranular com granulometria grossa. A mineralogia é composta por plagioclásio (49%), hornblenda (17%), augita (14%), minerais opacos (1%), titanita (1%), olivina (<1%) e apatita (< 1%). A clorita (9%), carbonato (6%), epidoto (2%) e sericita (< 1%) ocorrem como minerais secundários.

A mineralogia do metagabro e do augita hornblenda metagabro foi descrita de forma conjunta, por ambos apresentarem características muito similares. Nos casos em que os minerais apresentaram diferenças, estas foram citadas.

Nessas rochas, os minerais apresentam um grau acentuado de fraturamento (Figura 5B) e a presença de microveios de clorita e carbonato (Figura 5B e C). Os cristais de augita e plagioclásio se apresentam alterados, parcial ou totalmente, para clorita e sericita/carbonato, respectivamente.

Os cristais de plagioclásio são subédricos, possuem tamanhos que variam entre 0,2 e 1,2 cm e se apresentam bastante fraturados, por vezes, essas fraturas estão preenchidas por carbonato, sugerindo a ação de fluidos. O plagioclásio apresenta, com frequência, bordas irregulares, contatos retos entre si e com a hornblenda e a augita. Os cristais apresentam porções com processos de sericitização, carbonatação e epidotização (Figura 5A). Segundo o Método de Michel Levy, o plagioclásio é classificado como labradorita.

A augita é subédrica, possui tamanho entre 1 e 5 mm, apresenta cor verde claro, por vezes verde escuro ou marrom, devido à cloritização e/ou oxidação, e podem ser observadas lamelas de exsolução (Figura 5D).

Os cristais de hornblenda ocorrem majoritariamente no augita hornblenda metagabro e esporadicamente no metagabro. A hornblenda é subédrica, apresenta tamanhos que variam de 4 a 6 mm, cor marrom, que por vezes se torna pálido ou esverdeado, devido à cloritização (Figura 5E). Os cristais estão bastante fraturados, o que facilita o desenvolvimento dos processos de cloritização e epidotização. Os contatos da hornblenda são retos com o plagioclásio e a augita.

Os cristais de titanita ocorrem apenas no augita hornblenda metagabro, são subédricos, possuem bordas irregulares, com tamanho entre 3 e 4 mm, cor marrom pálido e se apresentam

parcialmente alterados para epidoto, principalmente no centro dos cristais. Os contatos da titanita são curvos com a augita e a hornblenda, e retos com o plagioclásio.

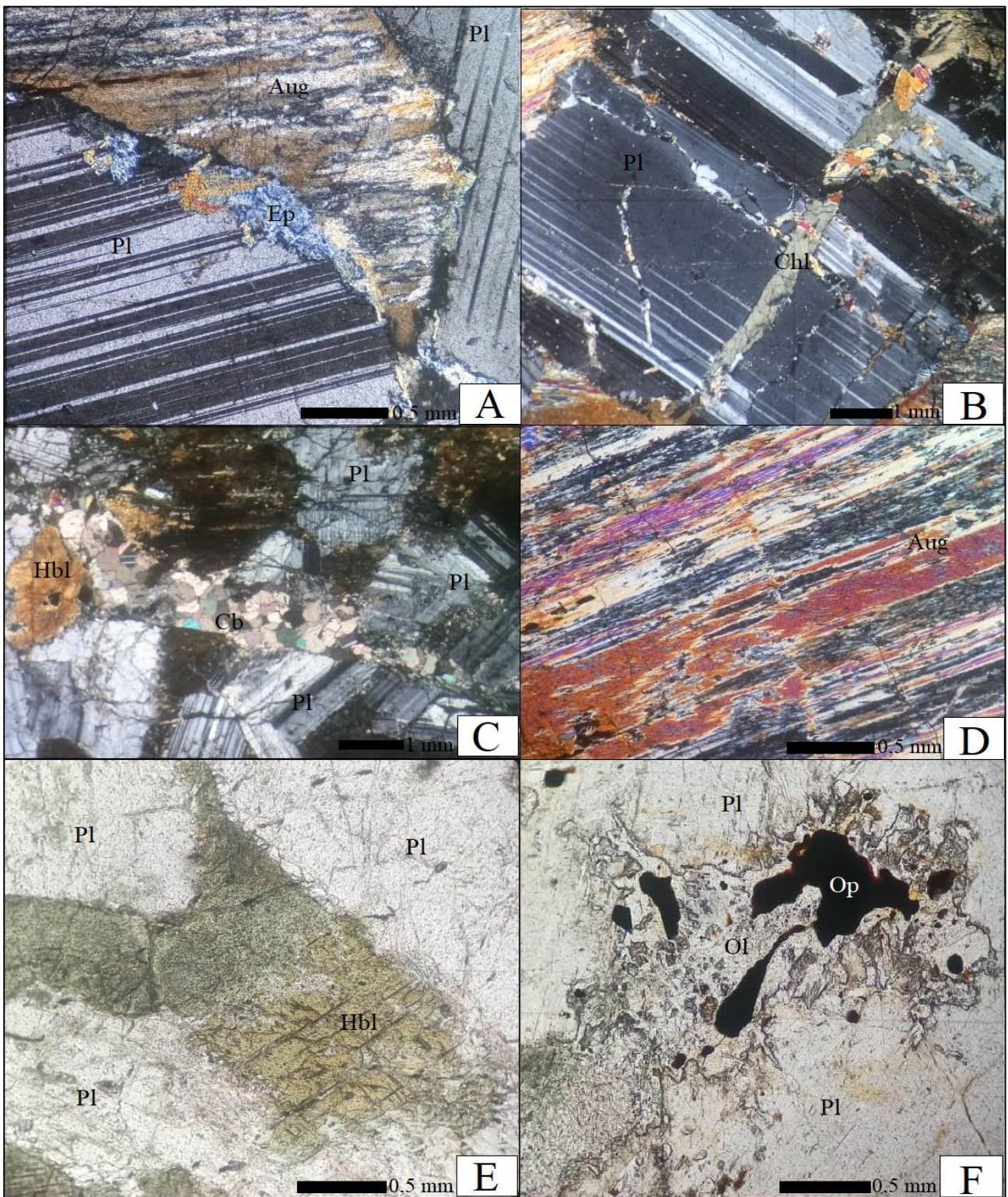


Figura 5 - A) Metagabro com cristal de plagioclásio epidotizado na borda e em contato com augita apresentando lamelas de exsolução – LP, obj. 10x; B) Metagabro com microveio de clorita no cristal de plagioclásio – LP, obj. 4x; C) Microveio de carbonato no augita hornblenda augita – LP, obj 4x; D) Augita exibindo lamelas de exsolução no metagabro – LP, obj. 10 x; E) Augita hornblenda metagabros com cristal de hornblenda alterando para clorita e com resquícios dos traços de clivagem – LN, obj. 10x; F). Metagabro com olivina parcialmente substituída para mineral opaco – LN, obj. 10x.

A olivina é incolor, anédrica, com dimensão aproximada de 1 mm de diâmetro e por vezes, se apresenta pseudomórfica ou substituída parcialmente por minerais opacos. Apresenta bordas irregulares e reentrâncias, quando inclusa no plagioclásio (Figura 5F).

Os cristais de apatita são incolores, euédricos, tabulares alongados, com tamanho inferior a 0,1 mm e ocorrem como inclusão no plagioclásio e na augita.

Os minerais opacos variam de subédricos a anédricos, apresentam bordas irregulares, o tamanho não ultrapassa 0,1 mm e ocorrem substituindo a olivina, augita ou hornblenda.

A clorita é anédrica, com bordas irregulares, tamanho variável entre 0,1 e 3 mm, verde e ocorre em microveios (Figura 5B) ou como alteração de cristais de augita e hornblenda. A clorita faz contatos curvos com o plagioclásio, a augita e a hornblenda.

O carbonato é incolor, por vezes turvo, anédrico, com dimensão de no máximo 0,1 mm. Em alguns cristais, observa-se a clivagem romboédrica, caracterizando a calcita. O carbonato ocorre em microveios e nas fraturas ou bordas do plagioclásio (Figura 5C). Esse mineral faz contato curvo entre si, com o plagioclásio e a hornblenda.

O epidoto é secundário, majoritariamente anédrico, mas pode assumir forma subeuédrica, normalmente menor que 0,1 mm. O epidoto ocorre nas bordas dos cristais de plagioclásio (Figura 5A) ou em associação com a clorita.

2.5.3 Metadiabásio (P4C3)

A rocha apresenta textura microgranular e os principais minerais observados são augita e plagioclásio. A mineralogia é composta por augita (~ 44%), plagioclásio (~41%), minerais opacos (~8%), olivina (~2%), apatita (< 1%) e zircão (< 1%). A clorita (~4%), o epidoto (~1%) e o carbonato (< 1%) ocorrem como minerais secundários. De acordo com Streckeisen (1976), a rocha foi classificada como gabro, sendo denominada de diabásio devido à granulometria fina, conforme sugere a IUGS. No entanto, recebeu o prefixo “meta” por apresentar minerais metamórficos, que serviram como indicadores metamórficos, e devido à preservação da estrutura original da rocha, conforme recomendação da SCMR.

A rocha apresenta vênulas de injeção de fluído, as quais são constituídas por cristais metassomatizados. Essas vênulas de injeção exibem espessura de 3 mm e contêm plagioclásio, que se apresenta parcialmente saussuritizado, e augita, que está cloritizada (Figura 6A e B).

Nas bordas das vênulas de injeção de fluído, o contato entre os cristais se torna difuso. Nessa região, os cristais se apresentam significativamente fraturados. Algumas estruturas venulares, com espessura de 0,5 mm, possuem apenas cristais de plagioclásio saussuritizado e sericitizado.

Os cristais de augita variam de subédricos a anédricos, com tamanho entre 0,1 e 1 mm. O contato da augita é curvo entre si e por vezes, reto com cristais de plagioclásio. Na maioria dos cristais se observa lamelas de exsolução, que se desenvolvem ao longo da direção de clivagem (Figura 6C). Em alguns cristais de augita ocorrem inclusões de apatita e em outros, a cloritização está presente.

Os cristais de plagioclásio são subédricos, variam de 0,1 a 0,5 mm e alguns cristais estão saussuritizados e sericitizados. O plagioclásio foi classificado como labradorita, segundo o método de Michel Levy. O plagioclásio apresenta contato reto ou curvo entre si e com a augita. Alguns cristais apresentam zonação, fraturas e inclusões de augita e apatita (Figura 6D).

As olivinas são incolores, euédricas a anédricas e apresentam dimensão máxima de 0,1 mm. A maioria dos cristais de olivina apresentam pseudomorfismo, com substituição para minerais opacos (Figura 6E). A olivina faz contato com a augita e o plagioclásio.

Os minerais opacos são produto de substituição da olivina e augita. Estes minerais possuem dimensão inferior a 0,1 mm e variam de euédricos a anédricos, com bordas irregulares. Os minerais opacos fazem contato com cristais de augita e plagioclásio (Figura 6E).

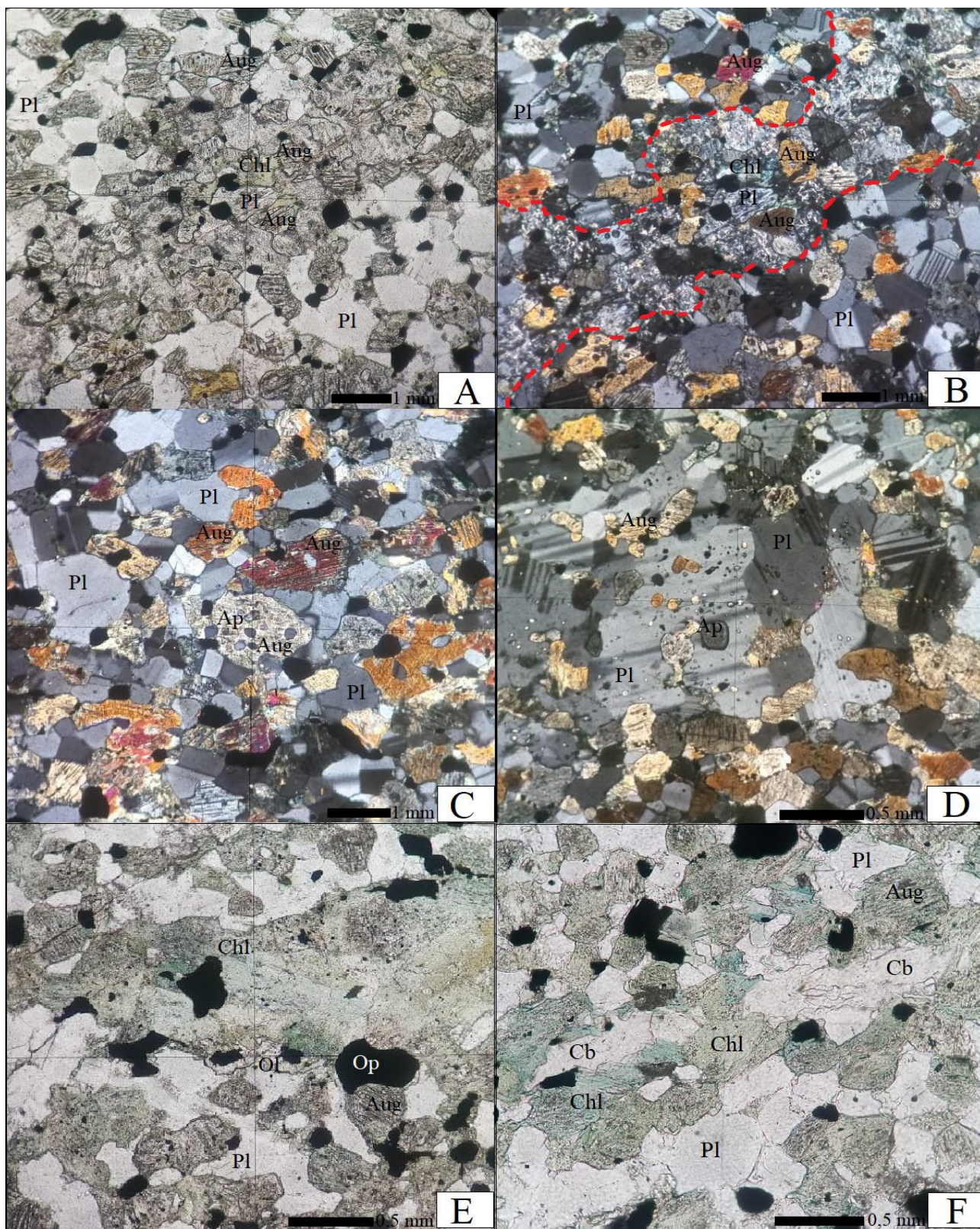


Figura 6 - A) Vênula constituída por plagioclásio sericitizado e augita cloritizada – LN, obj. 4x; B) A vênula está limitada pelas linhas vermelhas – LP, obj. 4x; C) Augita com lamelas de exsolução – LP, obj. 4x; D) Inclusões de apatita e augita no plagioclásio – LP, obj. 10x; E) Olivina pseudomórfica com substituição para minerais opacos – LN, obj. 10x; F) Paragênese carbonato-clorita – LN, obj. 10x.

O epidoto magmático, a apatita e o zircão ocorrem inclusos no plagioclásio e na augita. O epidoto se apresenta subédrico, com dimensão inferior a 0,1 mm. O epidoto secundário ocorre como

cristais finos, associados ao processo de saussuritização do plagioclásio. A apatita é incolor, subédrica e tabular alongada. O zircão é euédrico e incolor.

A clorita apresenta forma irregular e ocorre como produto de alteração da augita, no centro ou bordas do cristal (Figura 6F).

O carbonato é incolor, anédrico, apresenta dimensão que varia entre de 0,1 e 0,3 mm, e ocorre de forma intersticial na rocha ou nas bordas de cristais de plagioclásio ou em contato com a clorita (Figura 6F).

2.6 GEOQUÍMICA

Os dados geoquímicos de elementos maiores, menores, traço e terras raras de nove amostras de rocha da SIC são apresentados na tabela 3. As amostras foram classificadas quimicamente (Cox *et al.*, 1979) como gabro, entretanto, uma amostra plota no campo do diorito (Figura 7A). No caso dessa amostra, a presença de injeções magmáticas quartzo-feldspáticas pode ter propiciado o aumento do conteúdo total de SiO_2 da rocha, assim, a amostra foi classificada como diorito.

A classificação química se mostrou similar à classificação petrográfica, sem levar em consideração o metamorfismo hidrotermal incipiente, ao qual as rochas da porção oeste foram submetidas e que implicou no acréscimo do prefixo “meta” na classificação petrográfica. A nomenclatura estabelecida na petrografia será mantida, a fim de preservar as informações que foram obtidas nessa etapa.

Salienta-se que as classificações das rochas que estão presentes na legenda das figuras exibidas nessa seção são admitidas conforme a tabela 4.

As rochas da Suíte Intrusiva Canindé apresentam afinidade geoquímica cálcio-alcálica, segundo o diagrama de Ross e Bédard (2009) (Figura 7B), no qual as amostras da SIC plotam majoritariamente no campo das rochas cálcio-alcálicas. Considerando que algumas amostras foram submetidas à alteração hidrotermal, optou-se por interpretar a afinidade geoquímica das rochas da SIC, através de diagrama discriminante que utiliza elementos de baixa mobilidade.

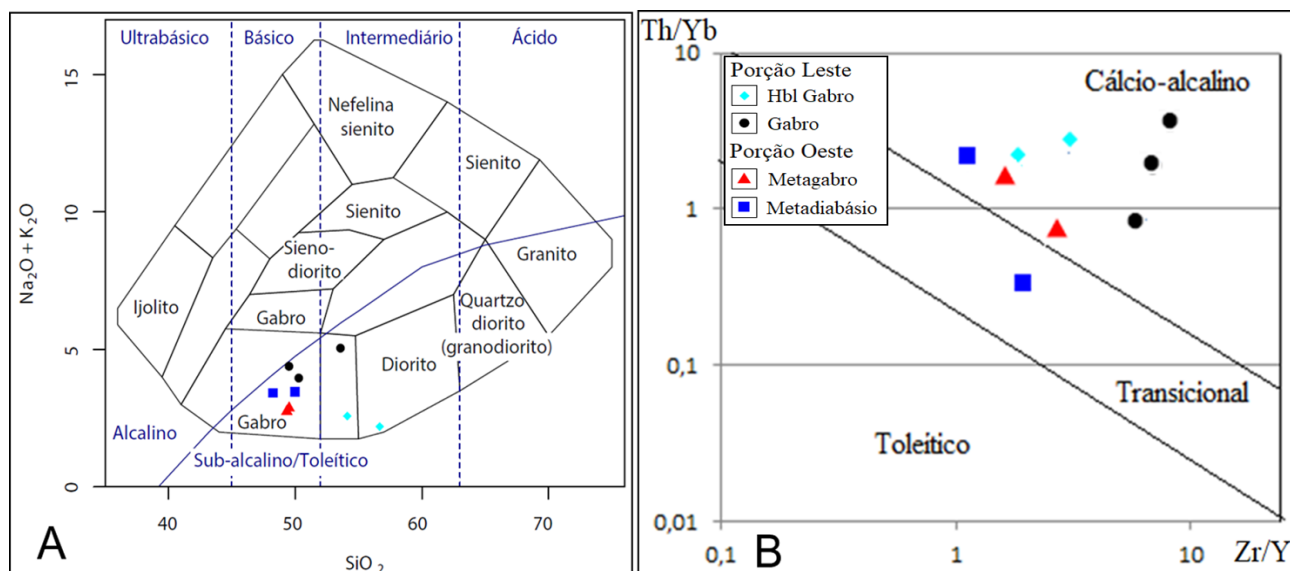


Figura 7 - A) Diagrama de classificação de rochas proposto por Cox et al. (1979); B) Diagrama de séries magmáticas proposto por Ross e Bédard (2009).

Com o objetivo de compreender os processos magmáticos envolvidos na gênese das rochas da SIC, a distribuição de alguns elementos maiores e traço em relação ao Zr foi analisada. O Zr foi escolhido como índice de diferenciação, por apresentar baixa mobilidade e aumentar a sua partição na rocha, à medida que essa se torna mais diferenciada.

Em geral, nos diagramas binários são observados *clusters*, que sugerem a ocorrência de dois grupos distintos de rochas, o grupo das rochas da porção oeste, metagabro e metadiabásio, e o grupo

das rochas da porção leste, o gabro e augita hornblenda melagabro (Hbl gabro) (Figura 8). Esses grupos foram analisados separadamente, considerando que são derivados de duas fontes distintas, como é discutido mais adiante.

Tabela 3 - Dados geoquímicos dos elementos maiores (% em peso), traço (ppm) e ETR (ppm).

Amostras	SIC 2 HBL Gabro	P1C3A Meta Gabro	P4C3 Meta Diabásio	P19A Gabro	P19B Gabro	P1C3B Meta Gabro	P4C3B Meta Diabásio	P2C4 HBL Gabro	P6C4 Gabro
SiO ₂	54,12	49,34	48,23	50,28	49,52	49,53	50,01	56,67	53,58
TiO ₂	0,55	0,28	1,69	1,31	1,32	0,28	1,71	0,52	0,91
Al ₂ O ₃	7,76	20,24	13,73	14,5	16,32	20,11	13,25	7,85	15,1
FeO _t	8,16	3,94	13,49	9,46	8,67	3,67	13,71	7,98	7,72
MnO	0,18	0,07	0,2	0,19	0,15	0,08	0,2	0,19	0,13
MgO	12,06	6,14	7,45	7,17	6,58	5,56	7,13	11,76	4,93
CaO	10,95	12,23	7,06	8,9	7,48	11,17	6,62	10,75	6,45
Na ₂ O	1,55	2,61	3,13	2,97	2,71	2,59	3,15	1,6	3,06
K ₂ O	1,03	0,14	0,29	0,99	1,68	0,28	0,32	0,6	1,99
P ₂ O ₅	0,08	0,01	0,02	0,32	0,3	0,04	0,04	0,09	0,22
Cr ₂ O ₃	0,11	0,07	0,03	0,05	0,01	0,05	0,03	0,11	0,03
LOI	1,22	1,97	1,71	1,85	2,35	1,7	1,63	1,45	0,9
Total	97,77	97,04	97,03	98,01	97,09	95,06	97,80	99,57	95,02
Ba	210	93	89	269	394	75	87	335	500
Rb	47,1	4,1	10,2	30,7	46,7	4,3	10,4	27,4	109
Sr	130	556	319	464	442	589	361	164	327
Th	6,8	0,5	0,3	2,3	5,3	1	1,9	6,8	9
U	2,4	0,08	0,06	1,09	0,72	0,05	<0,05	1,93	2,03
Zr	77	19	18	161	183	10	10	54	178
Hf	2,52	0,58	0,68	4,11	4,07	--	--	1,26	3,81
Nb	9,82	1,72	1,02	11,2	13,68	1,46	1,38	8,44	12,42
Y	25,64	6,98	9,22	27,57	26,46	5,79	8,66	28,41	21,83
Ta	1,06	0,17	0,27	0,73	0,75	0,08	0,08	0,66	0,81
Ni	272	83	59	103	120	80	61	236	78
V	101	47	360	169	146	66	352	142	160
La	14,5	2,8	2,9	25,1	20,8	3,6	2,1	17,3	29,9
Ce	32,8	5,2	4,5	53,7	45,2	5,9	3,9	34,3	58,8
Pr	4,22	0,77	0,74	7,33	6,13	0,88	0,64	4,66	7,42
Nd	16,5	3,3	3,6	28,8	23,5	4	3	17,7	27,3
Sm	4,3	0,9	1	6,2	5,7	1	1,1	4,5	5,3
Eu	0,93	0,58	0,85	1,86	1,71	0,55	0,78	1,07	1,31
Gd	4,56	1,34	1,8	6,66	5,93	1,36	1,38	4,82	5,14
Tb	0,73	0,21	0,27	0,96	0,88	0,19	0,27	0,89	0,76
Dy	4,7	1,38	1,83	5,64	5,04	1,13	1,73	5,13	4,44
Ho	0,95	0,26	0,38	1,13	1,01	0,21	0,36	1,1	0,83
Er	2,78	0,77	1,11	3,19	3,02	0,66	0,99	3,33	2,54
Yb	2,6	0,7	0,9	2,7	2,7	0,6	1	3,1	2,5
Lu	0,4	0,08	0,16	0,39	0,39	0,06	0,13	0,46	0,3
Cu	45	50	9	67	29	51	13	51	21
Co	52,3	27,6	53,5	41,5	40,6	26,6	59	48,1	29,8

Ao analisar o comportamento do SiO₂ em relação ao Zr, observa-se que o augita hornblenda melagabro (Hbl gabro) apresenta valores de SiO₂ mais elevados, que as demais amostras.

Provavelmente, a presença das injeções magmáticas quartzo-feldspáticas nessas amostras contribuiu para aumentar o conteúdo de SiO₂ nas rochas, devido à interações químicas.

Nas amostras de rocha da porção leste, o CaO apresenta tendência decrescente, à medida que o Zr aumenta (Figura 8), indicando fracionamento de plagioclásio e augita. Ademais, observa-se que o metadiabásio apresenta teores de CaO mais baixos que o metagabro, o que pode estar relacionado ao processo de saussuritização presente no plagioclásio, sobretudo, nas vênulas de injeção de fluido, onde a remobilização do cálcio ocorreu com maior intensidade, como verificado na petrografia.

Tabela 4 – Metodologia utilizada para classificar as amostras de rocha plotadas nos diagramas geoquímicos.

Litologias	Classificação Petrográfica	Classificação Geoquímica
Hbl gabro	X	
Gabro		X
Metagabro	X	
Metadiabásio	X	

Ao analisar o comportamento do K₂O, observa-se que as rochas da porção oeste apresentam teores de K₂O mais baixos, que as rochas da porção leste, provavelmente por terem sido afetadas pela presença de fluidos hidrotermais.

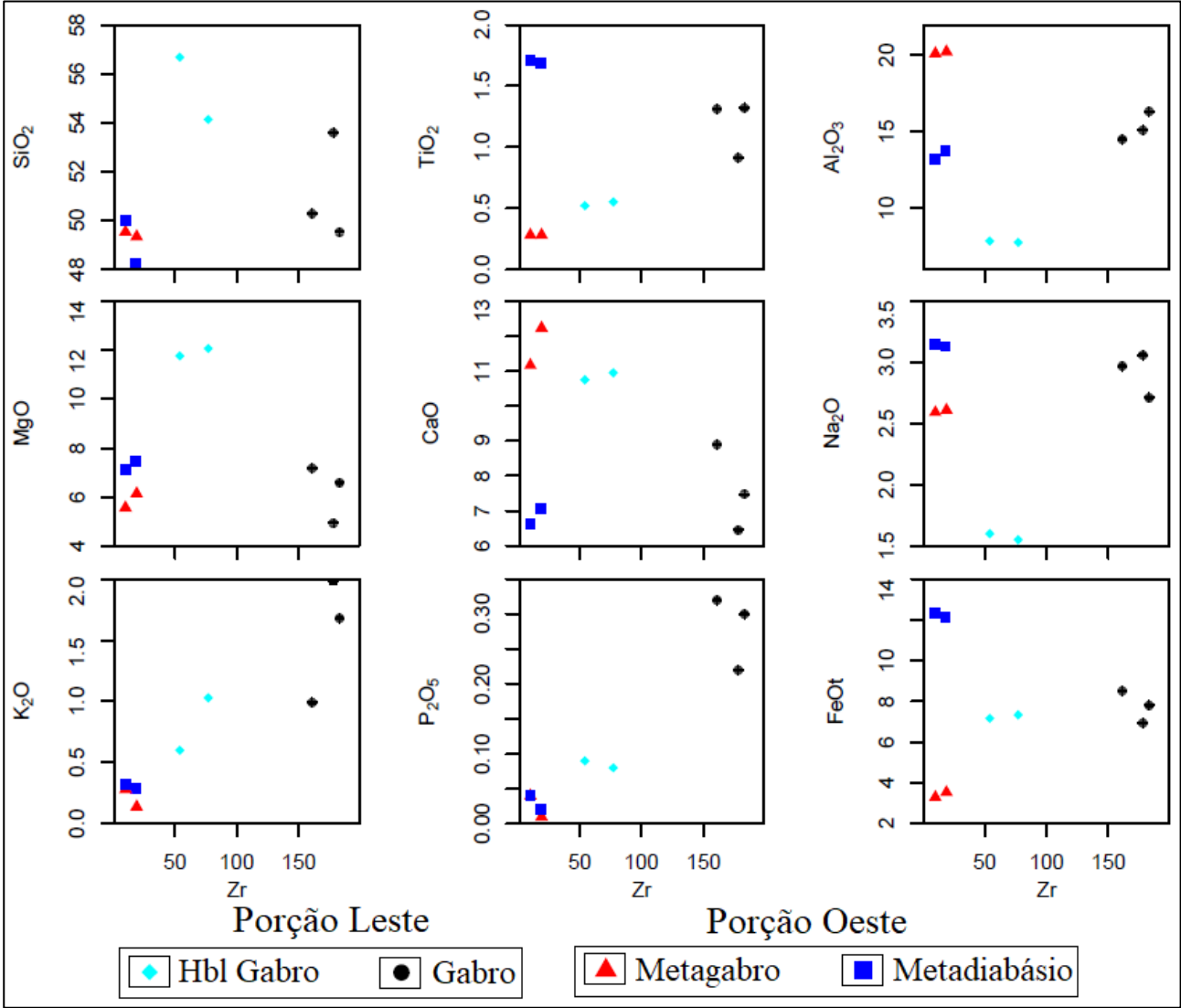


Figura 8 - Diagramas binários que correlacionam elementos maiores (% em peso) com o índice de diferenciação Zr (ppm).

Ao analisar o comportamento do MgO em relação ao Zr, nas rochas da porção leste, observa-se uma correlação negativa, o que indica o fracionamento de augita e hornblenda (Figura 8). O metagabro e o metadiabásio não seguem essa tendência, provavelmente por: 1) por serem derivados de uma fonte magmática distinta; 2) devido ao processo de cloritização da augita e hornblenda, que ocorre de forma mais intensa no metagabro.

O comportamento do TiO_2 e do FeO_t em relação ao Zr é similar. O metadiabásio da porção oeste apresenta conteúdos de TiO_2 e FeO_t mais altos que as outras litologias. A explicação para esta variação seria o processo de acumulação gravitacional, responsável pela formação de magnetita e ilmenita nos metadiabásios. As propriedades magnéticas do metadiabásio são observadas em escala mesoscópica.

Nas rochas da porção leste, o Al_2O_3 e o P_2O_5 apresentam correlação positiva com o Zr. Esse comportamento é associado ao fracionamento de plagioclásio e a apatita, respectivamente (Figura 8).

A análise do comportamento dos elementos traço em relação ao Zr corroborou com a tendência observada na análise dos elementos maiores, a presença de dois grupos de rocha, o metagabro e metadiabásio (mais empobrecidos em incompatíveis) e o augita hornblenda melagabro e gabro (mais enriquecidos em incompatíveis) (Figura 9).

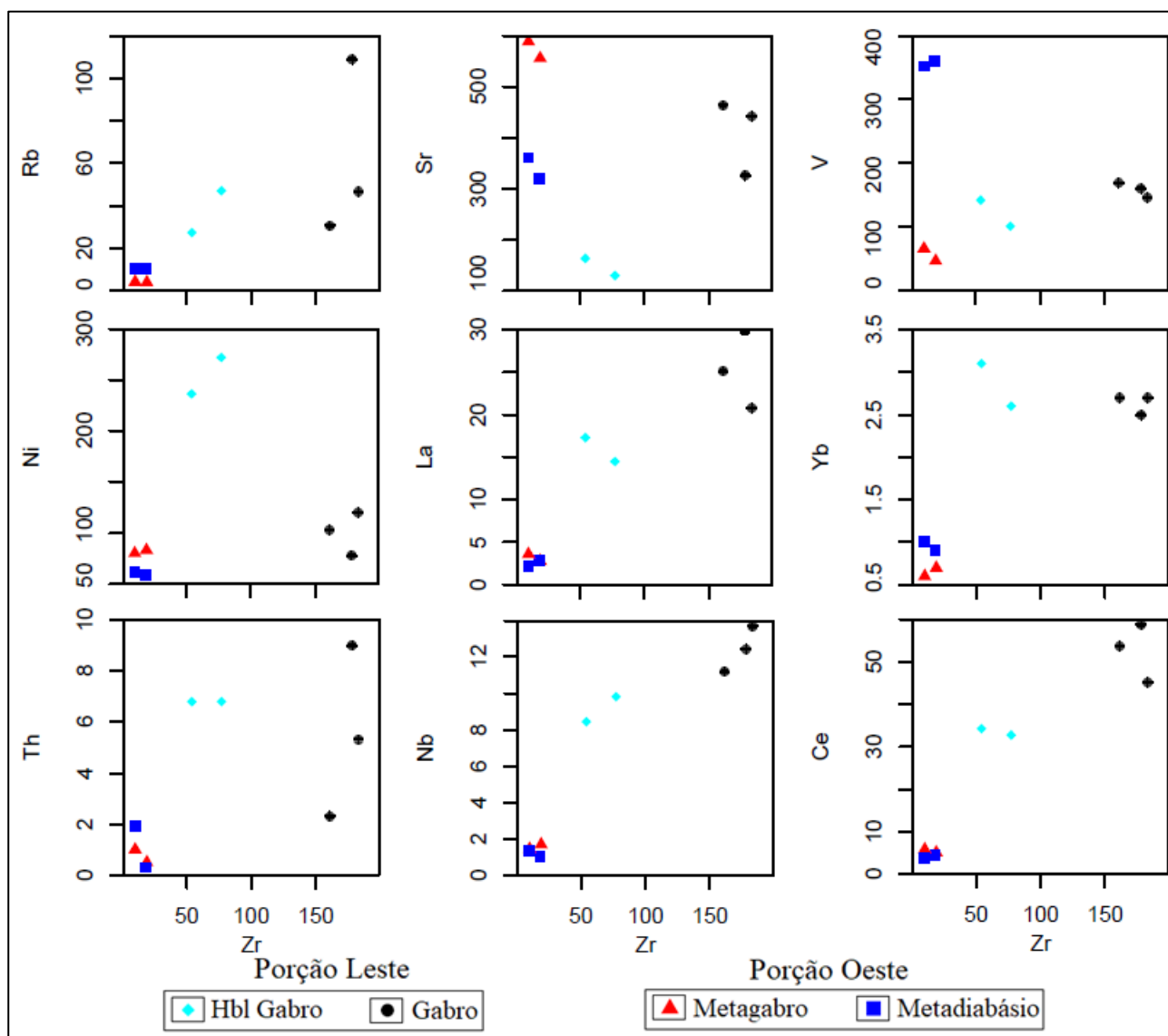


Figura 9 - Diagramas binários que correlacionam elementos traço (ppm) com o índice de diferenciação Zr (ppm).

Nos diagramas binários de elementos traço *versus* o Zr (Figura 9), para as rochas da porção oeste, o Rb apresenta baixos valores, o que pode estar associado à alteração hidrotermal das amostras. Para essas amostras, o Sr apresenta valores mais elevados, que têm relação com processo de acumulação de plagioclásio.

O comportamento do V é similar ao TiO_2 e FeO_t (Figura 9). O V tem grande partição em óxidos e os valores elevados de V nos metadiabásios da porção oeste estariam associados à presença de óxidos. A ocorrência dos minerais magnéticos nos metadiabásios foi observada em amostra de mão. Os óxidos observados nessas rochas são magnetita e ilmenita (Damasceno, 2019).

Nas rochas da porção leste, verifica-se uma correlação negativa entre o Ni e o Zr, indicando o fracionamento de olivina. Os teores de Ni são mais baixos no metagabro e no metadiabásio, o que estaria relacionado à oxidação das olivinas nessas rochas, que é observada na petrografia.

As rochas da porção leste são mais enriquecidas em Nb, La, Ce, Th e Yb, que as rochas da porção oeste, o que sugere a presença de duas fontes magmáticas distintas para as rochas da SIC (Figura 9).

A distribuição dos elementos traço das rochas da SIC, normalizados em relação ao manto primitivo (Sun e McDonough, 1989), foi analisada no diagrama multielementar (Figura 10). Neste diagrama, observa-se enriquecimento dos elementos litófilos de raio iônico grande (LILE) em relação aos elementos de elevado campo de força (HFSE).

A anomalia positiva de Sr (Figura 10) sugere a acumulação de plagioclásio nos metagabros e metadiabásios. A anomalia negativa de P sugere o fracionamento de apatita em todas as litologias. A anomalia negativa de Ti indica o fracionamento de óxidos. Os metadiabásios apresentam anomalia positiva de Ti, o que reflete acumulação de óxidos. As anomalias negativas de Nb, Ta, Zr e Ti são características de ambiente de arco (Pearce, 1996).

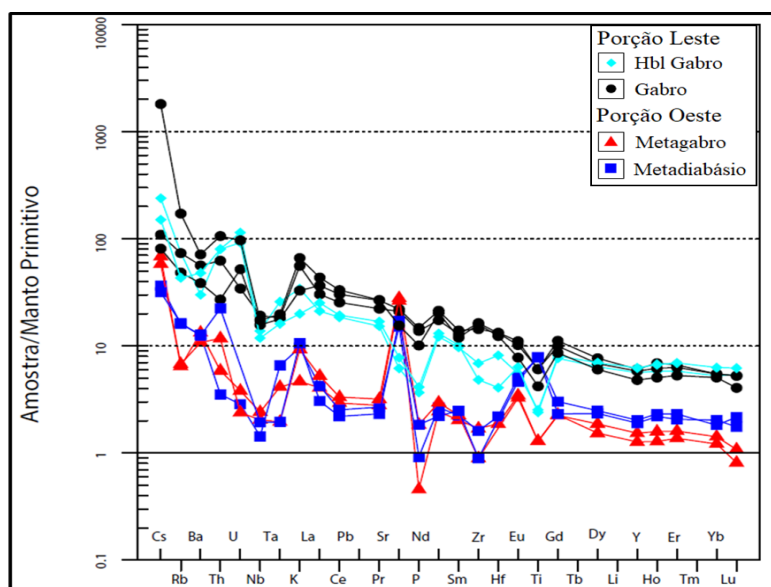


Figura 10 - Diagrama multielementar de elementos traço normalizados pelo Manto Primitivo (Sun e McDonough, 1989).

A distribuição dos elementos terras raras (ETR) normalizados pelo Condrito (Anders e Grevesse, 1989) no diagrama multielementar (Figura 11A), mostra, para os dois grupos observados, um padrão mais enriquecido em ETRL em relação aos ETRP. O gabro e augita hornblenda melagabro apresentam um enriquecimento mais significativo de ETRL e ETRP, além de anomalia negativa de Eu, o que indica fracionamento de plagioclásio. O metagabro e metadiabásio apresentam anomalia positiva de Eu, sugerindo acumulação de plagioclásio (Figura 11A). A formação de dois grupos de rochas com padrões distintos (Figura 11A), sugere fontes magmáticas diferentes. A leve anomalia negativa de Ce observada no metagabro e metadiabásio da porção oeste indica alta fugacidade de O_2 (Möller et al., 1980), o que reforça a ideia de fontes distintas para os dois grupos de rochas da SIC.

A análise do diagrama Th/Yb versus Nb/Yb (Pearce, 2008) evidencia que, apesar de existirem dois grupos de rochas derivados de fontes distintas, ambos apresentam compatibilidade com uma fonte enriquecida do tipo E-MORB (Figura 11B).

As amostras da SIC apresentam razão Th/Yb compatível com basaltos gerados em ambiente de subducção, do tipo arco vulcânico, como é representado no campo do diagrama proposto por Pearce (2008) (Figura 11B). Os basaltos oceânicos, de cordilheira meso-oceânica e ilhas oceânicas, plotam na faixa amarela.

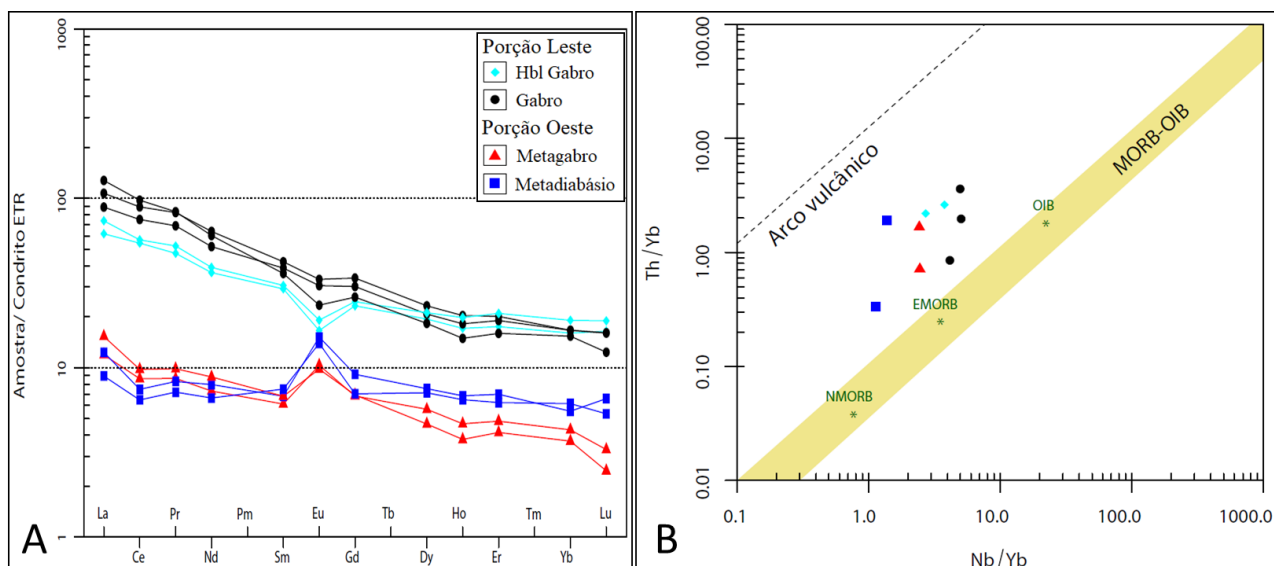


Figura 11 - Distribuição dos Elementos Terras Raras, normalizados pelo Condrito (Anders e Grevesse, 1989); B) Diagrama de colocação crustal (Pearce, 2008). As rochas que plotam dentro dos limites da faixa amarela MORB-OIB são associadas à ambiente oceânico. Os basaltos relacionados à ambiente de arco vulcânico plotam no campo do lado esquerdo da faixa amarela.

As rochas da SIC foram classificadas com relação ao ambiente geotectônico, através da análise e interpretação de diagramas discriminantes, que utilizam como parâmetros, elementos com baixa mobilidade, que têm a mobilidade menos susceptível às alterações metassomáticas e intempéricas (Figura 12A e B).

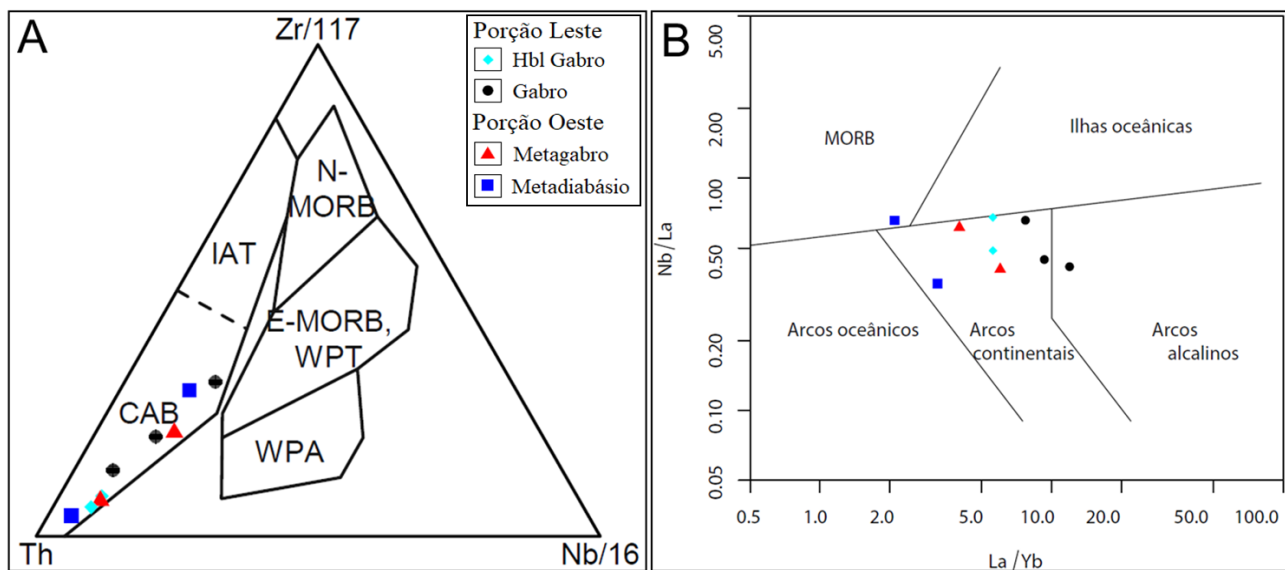


Figura 12 - A) Diagrama discriminante de classificação ambiental Th-Zr-Nb (Wood, 1980). CAB = Basaltos cálcio-alcalinos de arco, IAT = Toleítos de arco de ilha, WPT = Toleítos intra-placa, WPA = Alcalinas intra-placa; B) Diagrama discriminante de classificação ambiental La/Yb-Nb/La, proposto por Hollocher et al. (2012).

Ao plotar as amostras no diagrama que relaciona os elementos químicos Th x Zr x Nb (Wood, 1980) (Figura 12A), observa-se que todas as amostras se alocam no campo dos basaltos cálcio-alcálinos de arco (CAB). Quando analisada a distribuição das amostras no diagrama La/Yb x Nb/La, nota-se que as amostras plotam majoritariamente, no campo dos basaltos gerados em ambiente de arco continental (Figura 12B).

2.7 DISCUSSÕES

Neste trabalho foram estudados o gabro e o augita hornblenda melagabro que afloram na porção leste da SIC, e o metagabro, o augita hornblenda metagabro e o metadiabásio situados na porção oeste da SIC.

Nos afloramentos de gabro e augita hornblenda melagabro das porção leste, que apresentam cor preta, textura equigranular fanerítica grossa, foram observadas na macroscopia, injeções magmáticas félsicas, que remobilizaram porções da rocha gabroica e formaram agregados, caracterizando um processo de *mingling*. Segundo Sparks e Marshall (1986), o processo de *mingling* ocorre com a hibridização incompleta entre dois magmas, devido às diferenças químicas, produzindo heterogeneidades.

Na descrição microscópica do augita hornblenda melagabro, observa-se que as injeções magmáticas possuem composição quartzo-feldspática. Os agregados gabroicos são compostos por cristais de augita e plagioclásio. Nas proximidades das injeções magmáticas ocorre processo de cloritização parcial da augita e hornblenda, epidotização da titanita e sericitização do plagioclásio. Essas transformações observadas nos cristais são associadas à migração de voláteis, das injeções magmáticas quartzo-feldspáticas para o augita hornblenda melagabro (Gamble, 1979; Wiebe, 1973; Leterrier e Debon, 1978; Vernon, 1983; Coulon *et al.*, 1984).

As rochas da porção oeste, o metagabro e o augita hornblenda metagabro, possuem textura equigranular fanerítica grossa e cor verde em escala mesoscópica, diferentemente das demais rochas da SIC. Isso sugere que a mineralogia primária foi modificada significativamente, por alteração hidrotermal. Essas rochas se apresentam mais fraturadas do que as da porção leste, sugerindo a ação da fase deformacional D₃. Essa fase também afetou o metadiabásio, que também aflora na porção oeste e possui cor preta, textura equigranular fanerítica fina. A percolação de fluídos hidrotermais no metadiabásio foi significativa, considerando a densidade de vênulas de injeção de fluído de cor branca presente nestas rochas.

Microscopicamente, o metagabro e o augita hornblenda metagabro apresentam microveios de carbonato e clorita. A formação de carbonatos é atribuída à ação de fluídos hidrotermais oriundos de intrusões ígneas. Esses fluídos contribuem para o desenvolvimento de reações de desvolatilização e remobilização do cálcio dos cristais de plagioclásio (Winter, 2001) do metagabro.

No metagabro e no augita hornblenda metagabro é comum a cloritização dos cristais de augita e hornblenda, e a epidotização da titanita. O plagioclásio apresenta saussuritização, sericitização e carbonatação. Essas reações são desencadeadas pelos fluídos metassomáticos.

No metagabro, augita hornblenda metagabro e metadiabásio, a augita apresenta lamelas de exsolução, que sugerem desestabilização química do cristal e reequilíbrio do *subsolidus*, devido à mudança lenta das condições de pressão e temperatura do magma (Cox *et al.*, 1981). Segundo Winter (2001), os efeitos retrógrados comumente perturbam o sistema. Isso ocorre em rochas que são produto de magmas que aquecem e esfriam de forma relativamente lenta, como nas rochas ígneas plutônicas.

No metagabro, augita hornblenda metagabro e metadiabásio, as olivinas se encontram pseudomórficas ou parcialmente substituídas por minerais opacos, devido à ação dos fluídos metassomáticos (Klein e Dutrow, 2008). A substituição da olivina está presente de forma mais significativa, no metadiabásio.

Em afloramento, o metadiabásio apresenta vênulas orientadas de cor branca, as quais sugerem a percolação de fluídos hidrotermais, que desencadearam um processo metassomático na

rocha. Microscopicamente, observa-se que nessas vênulas de injeção de fluido, as reações de sericitização e saussuritização no plagioclásio, e cloritização na augita são significativamente, mais acentuados que nas demais porções da rocha. Ademais, em algumas porções da rocha são verificadas reações de carbonatação do plagioclásio.

A classificação geoquímica das rochas da SIC é similar a classificação efetuada com base nos dados da estimativa modal visual de mineral (petrografia). No entanto, uma amostra de augita hornblenda melagabro (Hbl gabro) plotou no campo do diorito, no diagrama proposto por Cox et al. (1979). Ao analisar o diagrama binário, que relaciona SiO_2 e Zr, observou-se que as amostras de Hbl gabro e uma amostra de gabro apresentam conteúdo de SiO_2 , mais elevado que as demais amostras. A explicação provável para esta variação seria a contribuição de SiO_2 das injeções quartzo-feldspáticas, que teriam aumentado o teor de SiO_2 dessas amostras, fazendo com que quimicamente, a amostra de Hbl gabro plotasse no campo do diorito.

Ao analisar a distribuição do MgO em relação ao Zr, observa-se que o metagabro e o metadiabásio apresentam conteúdos mais baixos desse elemento, que o gabro e augita hornblenda melagabro. Isso indica, que no metagabro e no metadiabásio, as reações de cloritização da augita e da hornblenda, observadas na petrografia, que foram desencadeadas pelos fluidos hidrotermais, remobilizaram MgO.

Nos diagramas binários Fe, Ti e V *versus* o Zr, o comportamento desses elementos é similar. O metadiabásio apresenta concentração mais alta de FeO , TiO_2 e V do que as demais amostras. Esse fato é relacionado ao processo de acumulação gravitacional, no qual foram concentrados, por densidade, cristais de magnetita e ilmenita nessa rocha. O maior volume de óxidos nessas amostras pode ser verificado na petrografia. Segundo Reynolds (1985), após longo período de cristalização fracionada pode ocorrer a concentração de Fe, Ti e V no magma residual, mais denso, que se desloca para o fundo da câmara magmática, e a cristalização da magnetita é controlada pela razão $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ do magma, sendo uma função da fugacidade de O_2 .

No diagrama multielementar de elementos traço normalizados pelo manto primitivo (McDonough e Sun, 1995), a anomalia negativa de Ce indica alta fugacidade de O_2 do magma, no momento da geração do metagabro e metadiabásio. No ambiente oxidante, o Ce^{3+} pode ser oxidado a Ce^{4+} , que é menos móvel que os íons terras raras trivalentes, sendo prontamente adsorvido em qualquer superfície, e facilmente incorporado por qualquer precipitação, principalmente em cristais de apatita (Möller et al., 1980).

A existência de dois grupos de rochas derivados de fontes diferentes é evidente no diagrama multielementar de elementos terras raras normalizados pelo Condrito (Anders e Grevesse, 1989). Este fato pode explicar a formação de padrões não definidos nos diagramas binários de óxidos e traço *versus* o Zr. Os dois grupos de rochas são caracterizados por enriquecimentos em ETRL em relação aos pesados, no entanto, as rochas da porção leste são mais enriquecidas (10x), que as rochas da porção oeste. Oliveira e Tarney (1990) levantaram a hipótese que as rochas mais enriquecidas em elementos incompatíveis representariam um magma extraído de uma fonte primária e as rochas mais empobrecidas representariam uma segunda extração da fonte, que já estava empobrecida nos elementos incompatíveis. Essa hipótese encontra fundamento na interpretação realizada a partir do diagrama proposto por Pearce (2008), no qual os dois grupos de rocha são compatíveis com uma fonte do tipo E-MORB.

A análise do diagrama multielementar de elemento traço mostra anomalias negativas de Nb, Ta, Ti e Zr, que são típicas de ambiente de arco (Pearce, 1996). Os diagramas de discriminação geotectônica propostos por Wood (1980) e Hollocher et al. (2012), indicam que as rochas da SIC foram geradas em ambiente de arco continental. Isto está de acordo com os dados geofísicos magnetotélúricos obtidos por Santos (2012), que sugerem uma possível zona de sutura no Domínio Canindé.

2.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse trabalho, os estudos foram concentrados nas rochas das porções leste e oeste da SIC. Na porção leste afloram gabro e augita hornblenda melagabro. Na porção oeste ocorrem metagabro, augita hornblenda metagabro e metadiabásio. A análise dos dados de campo, petrográficos e geoquímicos demonstram que as rochas das porções leste e oeste da SIC possuem características distintas.

Macroscopicamente, constatou-se que o gabro e o augita hornblenda melagabro da porção leste da SIC apresentam injeções magmáticas quartzo-feldspáticas, que remobilizaram porções da rocha gabroica, com a formação de agregados gabroicos, caracterizando um processo de *mingling*. Na porção leste, localmente, foi observado o contato do gabro com o biotita granito da Suíte Intrusiva Sítios Novos. Nesse contato, observou-se feições de plasticidade entre os magmas, sugerindo que ambos foram colocados contemporaneamente, caracterizando um magmatismo bimodal. As rochas da porção oeste foram mais afetadas pela fase deformacional D₃, representada por fraturas conjugadas cisalhantes e falhas cisalhantes sinistrais, que acabaram propiciando a percolação dos fluídos hidrotermais, alterando a mineralogia primária das rochas.

Microscopicamente, nas rochas da porção leste ocorreu a desestabilização química dos cristais de augita, hornblenda, titanita e plagioclásio, devido à migração de voláteis do componente ácido (injeções quartzo-feldspáticas) para o básico (gabro e augita hornblenda melagabro). Nas rochas da porção oeste, os fluídos hidrotermais oriundos de intrusões ígneas foram responsáveis por desencadear reações de cloritização, epidotização, carbonatação e sericitização nos minerais primários das rochas.

As rochas da SIC apresentam afinidade geoquímica cálcio-alcálica e a análise da distribuição dos elementos maiores, traço e ETR sugere que as rochas da porção leste e oeste estão relacionadas à fontes distintas. E também, que o gabro e o augita hornblenda melagabro apresentam enriquecimento mais significativo de ETRL e ETRP, que o metagabro e o metadiabásio. Todas as litologias apresentam compatibilidade com uma fonte do tipo E-MORB.

Nas rochas da SIC foram identificados processos magmáticos, como a cristalização fracionada de plagioclásio, piroxênio, hornblenda, olivina, óxidos e apatita, nos dois grupos de rocha de fontes distintas. Além desses processos, no metadiabásio foi identificada a acumulação gravitacional de óxidos, provavelmente magnetita e ilmenita (Damasceno, 2019).

As rochas da SIC foram geradas em ambiente de arco continental, conforme indicam as interpretações realizadas com base em diagramas de discriminação geotectônica e as anomalias negativas de Nb, Ta, Ti e Zr, verificadas no diagrama multielementar de elementos traço.

2.9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anders, E., Grevesse, N. (1989). Abundances of the elements: Meteoritic and solar. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 53, 197-214. [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(89\)90286-X](https://doi.org/10.1016/0016-7037(89)90286-X)

Brito Neves, B. B. (1975). *Regionalização geotectônica do Precambriano nordestino*. Tese (Doutorado). São Paulo: Instituto de Geociências – USP.

Coulon, C., Clocchiatti, R.C., Maury, R.C., Westercamp, D. (1984). Petrology of basaltic xenoliths in andesitic to dacitic host lavas from Martinique (Lesser Antilles): evidence of magma mixing. *Bulletin Volcanologique*, 47, 705-734. <https://doi.org/10.1007/BF01952340>

Cox, K.G., Bell, J.D., Pankhurst, R.J. (1979). Interpretation of igneous rocks. *The Journal of Geology*, 89, 505-505. <https://doi.org/10.1086/628611>

Cox, D.P., Singer, D.A. (1986). *Mineral deposit models*. Washington: U.S. Geological Survey Bulletin 1693.

- Damasceno, F.B. (2019). *Petrografia, geoquímica, química mineral e isótopos de S das mineralizações de Cu-Ni do Complexo Gabróico Canindé, Sistema Orogênico Sergipano*. Dissertação (Mestrado). São Cristóvão: Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias – UFS.
- Davison, A. (1987). Acreção de terrenos e a colisão oblíqua do Proterozoico superior na Faixa Sergipana. *I Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos*, 1, 87-89, Salvador: SBG.
- Davison, I., Santos, R.A. (1989). Tectonic Evolution of the Sergipano Fold Belt, NE Brazil, during the Brasiliano Orogeny. *Precambrian Research*, 45, 319-342. [https://doi.org/10.1016/0301-9268\(89\)90068-5](https://doi.org/10.1016/0301-9268(89)90068-5)
- De la Roche, H., Lererrier, J., Granclaude, P., Marchal, M. (1980). A classification of volcanic and plutonic rocks using R1R2-diagram and major-element analyses - Its relationships with current nomenclature. *Chemical Geology*, 29, 183-210. [https://doi.org/10.1016/0009-2541\(80\)90020-0](https://doi.org/10.1016/0009-2541(80)90020-0)
- Gamble, J.A. (1979). Some relationships between coexisting granitic and basaltic magmas and the genesis of hybrid rocks in the Tertiary Central Complex of Slieve Gullion, Northeast Ireland. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 5, 297-316. [https://doi.org/10.1016/0377-0273\(79\)90021-0](https://doi.org/10.1016/0377-0273(79)90021-0)
- Gava, A., Nascimento, D.A, Vidal, J.L.B., Ghignone, J.I., Oliveira, E.P., Filho, A.L.S., Teixeira, W. (1983). *Folhas SC.24/25 Aracajú/Recife*. Escala 1:1.000.000. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia.
- Hollocher, K., Robinson, P., Walsh, E., Roberts, D. (2012). Geochemistry of amphibolite-facies volcanics and gabbros of the Storen Nappe in extensions west and southwest of Trondheim, western gneiss region, Norway: A key to correlations and paleotectonic setting. *American Journal of Science*, 312, 357-416. <https://doi.org/10.2475/04.2012.01>
- Leach, T.M., Rodgers, K.A. (1978). Metasomatism in the Wairere Serpentine, King Country, New Zealand. *Mineralogical Magazine*, 42, 45-62. <https://doi.org/10.1180/minmag.1978.042.321.06>
- Leterrier, J., Debon, F. (1978). Caractères chimiques comparés des roches granitoïdes et de leurs enclaves microgrenues. Implications génétiques. *Bulletin de la Société Géologique de France*. 7, 3-10. <https://doi.org/10.2113/gssgfbull.S7-XX.1.3>
- Liz, L.C.C. (2017). *Petrografia e geoquímica dos ortoanfibolitos das unidades Novo Gosto e Gentileza, Domínio Canindé, Faixa de Dobramentos Sergipana, NE-Brasil*. Dissertação (Mestrado). São Cristóvão: Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias – UFS.
- Klein, C., Dutrow, B. (2008). *Manual of Minerals Science*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Marques de Sá, C.D., Martins, B.L.L, Barreto, D.S., Paim, M., Conceição, H. (2018). First finding of native Nickel in cumulates of the Canindé Domain, Brazil. *Principia*, 43, 166-174. <http://dx.doi.org/10.18265/1517-03062015v1n43p166-174>
- McDonough, W.F., Sun, S.-s. (1995). The composition of the Earth. *Chemical Geology*, 120, 223-253. [https://doi.org/10.1016/0009-2541\(94\)00140-4](https://doi.org/10.1016/0009-2541(94)00140-4)

- Miyashiro, A. (1974). Volcanic rock series in island arcs and active continental margins. *American Journal of Science*, 274, 321-355. <https://doi.org/10.2475/ajs.274.4.321>
- Möller, P., Morteani, G., Schley, F. (1980). Discussion of REE distribution patterns of carbonatites and alkalic rocks. *Lithos*, 13, 171-179. [https://doi.org/10.1016/0024-4937\(80\)90018-3](https://doi.org/10.1016/0024-4937(80)90018-3)
- Nascimento, R.S. (2005). *Domínio Canindé, Faixa Sergipana, Nordeste do Brasil: um estudo geoquímico e isotópico de uma sequência de rifte continental neoproterozoica*. Tese (Doutorado). Campinas: Instituto de Geociências – UNICAMP.
- Oliveira, E.P., Tarney, J. (1990). Petrogenesis of the Canindé de São Francisco Complex: A major Late Proterozoic gabbroic body in the Sergipe Foldbelt, northeastern Brazil. *Journal of South America Earth Sciences*, 3(2), 125-140. [https://doi.org/10.1016/0895-9811\(90\)90025-V](https://doi.org/10.1016/0895-9811(90)90025-V)
- Oliveira, E.P., Windley, B.F., Araújo M.N.C. (2010). The Neoproterozoic Sergipano orogenic belt, NE Brazil: a complete plate tectonic cycle in western Gondwana. *Precambrian Research*, 181, 64-84. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2010.05.014>
- Passos, L.H. (2016). *Caraterização petrográfica, química mineral e geotermobarometria de rochas da Unidade Novo Gosto, Domínio Canindé, Faixa de Dobramentos Sergipana*. Dissertação (Mestrado). Brasília: Programa de Pós-Graduação em Geologia – UnB.
- Pearce, J.A. (1996). A User's Guide to Basalt Discrimination Diagrams. In: Wyman D.A. (Eds), *Trace element Geochemistry of Volcanic Rocks: Applications for Massive Sulphide Exploration*, 12, 79-113. Canada: Geological Association of Canada, Short Notes.
- Pearce, J.A. (2008). Geochemical fingerprinting of oceanic basalts with applications to ophiolite classification and the search for Archean oceanic crust. *Lithos*, 100, 14-48. [doi:10.1016/j.lithos.2007.06.016](https://doi.org/10.1016/j.lithos.2007.06.016)
- Pinto, V.M., Koester, E., Debruyne, D., Chemale Jr.F., Marques, J.C., Porcher, C.C., Passos, L.H., Lenz, C. (2020). Petrogenesis of the mafic-ultramafic Canindé layered intrusion, Sergipano Belt, Brazil: Constraints on the metallogenesis of the associated Fe–Ti oxide ores. *Ore Geology Reviews*, 122, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2020.103535>
- Reynolds, I.M. (1985). The nature and origin of titaniferous magnetite-rich layers in the upper zone of the Bushveld Complex: A Review and Synthesis. *Economic Geology*, 80, 1089-1108. <https://doi.org/10.2113/gsecongeo.80.4.1089>
- Ross, P.S., Bédard, J.H. (2009). Cox, K.G, Bell, J.D., Pankhurst, R.J. (1979). Magmatic affinity of modern and ancient subalkaline volcanic rocks determined from trace-element discriminant diagrams. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 46, 823-839. <http://doi.org/10.1139/E09-054>
- Santos, A.C.L. (2012). *Imageamento Magnetotelúrico de estruturas da litosfera na Porção SE da Província Borborema*. Tese (Doutorado). Brasília: Programa de Pós-Graduação em Geologia – UnB.
- Santos, R.A., Menezes Filho, N.R., Souza, J.D. (1988). *Carira, folha SC.24-Z-A-III, texto e mapas*. Escala 1:100.000. Brasília: DNPM. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB.

Silva Filho, M.A., Bonfim, L.F.C., Santos, R. A., Leal, R. A., Braz Filho, P. A., Rodrigues, T. L., Santos, J. C., Bruni, D.C. (1979). *Projeto Complexo Canindé do São Francisco*. Escala 1:100.000. Salvador: DNPM/CPRM.

Smirnov, V.I. (1982). *Geologia de yacimientos minerales*. Moscow: Mir Moscow.

Sparks, R.S.J., Marshall, L.A. (1986). Thermal and mechanical constraints on mixing between mafic and silicic magmas. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 29, 99-124. [https://doi.org/10.1016/0377-0273\(86\)90041-7](https://doi.org/10.1016/0377-0273(86)90041-7)

Streckeisen, A. (1976). To each plutonic rock its proper name. *Earth-Science Reviews*, 12: 1-33. [https://doi.org/10.1016/0012-8252\(76\)90052-0](https://doi.org/10.1016/0012-8252(76)90052-0)

Sun, S.-s., McDonough, W.F. (1989). Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. *Geological Society*, 42, 313-345. 10.1144/GSL.SP.1989.042.01.19

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*. Escala 1:250.000. Salvador: CPRM – Serviço Geológico do Brasil.

Verma, S.K., Oliveira, E.P. (2015). Tectonic setting of basic igneous and metaigneous rocks of Borborema Province, Brazil using multi-dimensional geochemical discrimination diagrams. *Journal of South America Earth Sciences*, 58, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2014.08.010>

Vernon, R.H. (1983). Restites, xenoliths and microgranitoid enclaves in granites. *Journal & Proceedings, Royal Society of New South Wales*, 116, 77-103.

Wiebe, R.A. (1973). Relation between coexisting basaltic and granitic magmas in a composite dike. *American Journal of Science*, 273, 130-151. <https://doi.org/10.2475/ajs.273.2.130>

Winter, O. D. (2001). *An introduction to igneous and metamorphic petrology*. Londres: Pearson.

Wood, D.A. (1980). The application of a Th-Hf-Ta diagram to problems of tectonomagmatic classification and to establishing the nature of crustal contamination of basaltic lavas of the british tertiary volcanic province. *Earth and Planetary Science Letters*, 50, 11-30. [https://doi.org/10.1016/0012-821X\(80\)90116-8](https://doi.org/10.1016/0012-821X(80)90116-8)

CAPÍTULO 3 : CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse trabalho, os estudos foram concentrados nas rochas das porções leste e oeste da SIC. Na porção leste afloram gabro e augita hornblenda melagabro. Na porção oeste ocorrem metagabro, augita hornblenda metagabro e metadiabásio. A análise dos dados de campo, petrográficos e geoquímicos mostra que as rochas das porções leste e oeste da SIC possuem características distintas.

Macroscopicamente, constatou-se que o gabro e o augita hornblenda melagabro da porção leste da SIC apresentam injeções magmáticas quartzo-feldspáticas, que remobilizaram porções da rocha gabroica, com a formação de agregados gabroicos, caracterizando o processo de mingling. Localmente, na porção leste foi verificado o contato do gabro com o biotita granito da Suíte Intrusiva Sítios Novos. Nesse contato, observou-se feições de plasticidade entre os magmas, sugerindo que ambos foram colocados contemporaneamente, caracterizando um magmatismo bimodal. As rochas da porção oeste foram mais afetadas pela fase deformacional D3, representada por fraturas conjugadas cisalhantes e falhas cisalhantes sinistrais, que acabaram propiciando a percolação dos fluídos hidrotermais, alterando a mineralogia primária das rochas.

Microscopicamente, nas rochas da porção leste ocorreu a desestabilização química dos cristais de augita, hornblenda, titanita e plagioclásio, devido à migração de voláteis do componente ácido (injeções quartzo-feldspáticas) para o básico (gastro e augita hornblenda melagabro). Nas rochas da porção oeste, os fluídos hidrotermais oriundos de intrusões ígneas foram responsáveis por desencadear reações de cloritização, epidotização, carbonatação e sericitização nos minerais primários das rochas.

As rochas da SIC apresentam afinidade geoquímica cálcio-alcálica e a análise da distribuição dos elementos maiores, traço e ETR permitiu identificar, que as rochas da porção leste e oeste estão relacionadas a fontes distintas e que o gabro e o augita hornblenda melagabro apresentam enriquecimento mais significativo de ETRL e ETRP, que o metagabro e o metadiabásio. Todas as litologias apresentam compatibilidade com uma fonte do tipo E-MORB.

Nas rochas da SIC foram identificados processos magmáticos, como a cristalização fracionada de plagioclásio, piroxênio, hornblenda, olivina, óxidos e apatita, nos dois grupos de rocha de fontes distintas. Além desses processos, no metadiabásio foi identificada a acumulação gravitacional de óxidos, provavelmente magnetita e ilmenita (Damasceno, 2019).

As rochas da SIC foram geradas em ambiente de arco continental, conforme indicam as interpretações realizadas com base em diagramas de discriminação geotectônica e as anomalias negativas de Nb, Ta, Ti e Zr, verificadas no diagrama multielementar de elementos traço.

ANEXO 1: NORMAS PARA A SUBMISSÃO À REVISTA

No momento da submissão, **informar e validar o ORCID de todos os autores** e inserir na página de rosto do artigo.

1. PÁGINA DE ROSTO – deverá conter: três títulos, em português, em inglês e título curto (no idioma principal do manuscrito com no máximo 50 caracteres, contando os espaços); nome completo e instituição de origem dos autores; endereço completo **somente do autor principal** (logradouro, CEP, cidade, estado, país, caixa postal e telefone para contato - pode ser o endereço da Universidade), **e-mail de todos os autores; ORCID de todos os autores;** número de palavras; total de figuras e de tabelas.

2. RESUMO E ABSTRACT – em um único parágrafo, **devem ser concisos, com no máximo 270 palavras.** Textos mais longos devem vir acompanhados de justificativa circunstanciada.

3. PALAVRAS-CHAVE E KEYWORDS – **máximo seis**, separadas por ponto e vírgula, com a primeira letra em maiúscula. Ex.: Bacia do Araripe; Quaternário; Fácies; Depósitos magmáticos.

Os descritores em inglês devem acompanhar os termos em português.

4. TEXTO PRINCIPAL – poderá ser redigido em português ou inglês. Elaborar em Word, fonte Times New Roman, tamanho 12, espaço simples. **O tamanho máximo aceito para publicação é de 25 páginas, incluindo: texto, resumo, abstract, tabelas, figuras e referências bibliográficas.** (Trabalhos mais longos podem ser aceitos desde que argumentos científicos que os justifiquem sejam apresentados e aceitos).

a) Na fase de submissão, inserir numeração de páginas, bem como as figuras, tabelas, legendas e referências.

b) Quando o artigo estiver devidamente aprovado para publicação, as figuras, tabelas e legendas devem ser retiradas do texto. Enviá-las separadamente e numeradas, cada uma num arquivo. As legendas devem vir em um único arquivo, separadas das figuras e tabelas.

5. TÍTULOS

a) Título do artigo:

Título principal – **Negrito, caixa alta na primeira letra da primeira palavra e caixa baixa nas demais.**

Título em inglês – Itálico, caixa alta na primeira letra da primeira palavra e caixa baixa nas demais (sem negrito).

Título curto - Caixa alta na primeira letra da primeira palavra e caixa baixa nas demais (sem negrito /sem itálico).

b) Títulos e subtítulos no interior do artigo:

NÍVEL 1 – **NEGRITO, CAIXA ALTA.**

Nível 2 – **Negrito, caixa alta na primeira letra da primeira palavra e caixa baixa nas demais.**

Nível 3 – Itálico, caixa alta na primeira letra da primeira palavra e caixa baixa nas demais (sem negrito).

Nível 4 – Caixa alta na primeira letra da primeira palavra e caixa baixa nas demais (sem negrito).

6. TABELAS E QUADROS – considerar quadro como tabela. Elaborar em Word, no modo “tabela”, com formato aberto, fonte Arial, tamanho 8. Obedecer as medidas: 8,2 cm (uma coluna) ou 17 cm (duas colunas), comprimento máximo de 22 cm, incluindo a legenda. Tabelas muito extensas deverão ser divididas.

a) Na fase de submissão, inserir as tabelas no texto, juntamente com a legenda, com a devida numeração sequencial.

b) Quando o artigo estiver devidamente aprovado para publicação, as tabelas devem ser retiradas do texto. Enviá-las separadamente e numeradas, cada uma num arquivo. As legendas devem vir em um único arquivo, separadas das tabelas.

c) Legendas: fonte Times New Roman, tamanho 12. (sem itálico)

7. ILUSTRAÇÕES – mapas, fotos, figuras, gráficos, pranchas, fotomicrografias etc., considerar como figuras. Utilizar fonte Arial, tamanho 9. Obedecer as medidas: 8,2 cm (uma coluna) ou 17 cm (duas colunas), comprimento máximo de 22 cm, incluindo a legenda.

a) Na fase de submissão, inserir as figuras no texto, juntamente com a legenda, com a devida numeração sequencial.

b) Quando o artigo estiver devidamente aprovado para publicação, as figuras devem ser retiradas do texto. Enviá-las separadamente e numeradas, cada uma num arquivo. **Deverão estar em formato JPEG, TIFF ou EPS, com resolução mínima de 300 dpi**. As legendas devem vir em um único arquivo, separadas das figuras.

c) Legendas: fonte Times New Roman, tamanho 12. (sem itálico)

8. CITAÇÕES NO TEXTO – exemplos de citação direta / citação indireta:

a) Um autor

Santos (1980) / (Santos, 1980)

b) Dois autores

Norton e Long (1995) / (Norton e Long, 1980)

c) Mais de dois autores

Moorbath et al. (1992) / (Moorbath et al., 1992)

d) Congressos, conferências, seminários etc.

... no Congresso Brasileiro de Geologia (1984) / (Congresso Brasileiro de Geologia, 1984)

e) Vários trabalhos de diferentes autores

Smith (1985), Rose e Turner (1986) e Johnson et al. (1990) / (Smith, 1985; Rose e Turner, 1986; Johnson et al., 1990)

f) Citação de vários trabalhos de um mesmo autor

Smith (1979a, 1979b, 1981) / (Smith, 1979a, 1979b, 1981)

9. REFERÊNCIAS – listar no final do texto, em ordem alfabética de autores e, dentro dessa sequência, em ordem cronológica.

DOI: inseri-lo em todas as referências que já o tiverem.

A exatidão das referências bibliográficas é de inteira responsabilidade dos autores.

EXEMPLOS DE REFERÊNCIAS:

a) Livro com um autor

Middlemost, E. A. K. (1997). *Magmas, rocks and planetary development: A Survey of Magma/Igneous Rock Systems*. Harlow: Longman.

b) Livro com dois autores

Anderson, M. P., Woessner, W. W. (1992). *Applied groundwater modeling. Simulation of low and advective transport*. San Diego: Academic Press.

c) Livro com três ou mais autores

Harland, W. B., Armstrong, R. L., Cox, A. L. V., Craig, L. E., Smith, A., Smith, D. (1989). *A geologic time scale* (2nd ed.). Cambridge: Cambridge University Press.

d) Capítulo de livro

Almeida, F. F. M., Amaral, G., Cordani, U. G., Kawashita, K. (1973). The Precambrian evolution of the South American cratonic margin south of Amazonas River. In: A. E. Nairn, F. G. Stille (Eds.), *The ocean basin and margins*, 1, 411-446. New York: Plenum.

(Exemplo de Publicação seriada)

L. Harris, N., Pearce, J. Tindle, A. (1986). Geochemical collision-zone magmatism. In: Coward M. P., Ries A. C. (ed.) *Collision tectonics*. 67-81. London: Geological Society. (Geological Society Special Publication, 19).

e) Artigo de periódico

Caffe, P. J., Soler, M. M., Coira, B. L., Cordani, U. G., Onoe, A. T. (2008). The granada ignimbrite: a compound pyroclastic unit and its relationship with upper miocene caldera volcanism in the northern Puna. *Journal of South American Earth Science*, 25(4), 464-484.

f) Trabalho apresentado em evento

Danni, J. C. M., Ribeiro, C. C. (1978). Caracterização estratigráfica da sequência vulcano-sedimentar de Pilar de Goiás e de Guarinos, Goiás. *XXX Congresso Brasileiro de Geologia*, 2, 582-596. Recife: SBG.

g) Mapa

Inda, H. A. W., Barbosa, J. F. (1978). *Mapa Geológico do Estado da Bahia*. Escala 1:1.000.000. Salvador: Secretaria de Minas e Energia do Estado da Bahia/ CBPM.

h) Teses e Dissertações

Petta, A. R. (1995). *Estudo geoquímico e relações petrogenéticas do batólito múltiplo composto São Vicente/ Caicó (RN-Brasil)*. Tese (Doutorado). Rio Claro: Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UNESP.

Pressi, L. F. (2012). *Evolução magmática do Plúton Piracaia (SP): parâmetros físico-químicos e evidências de mistura entre magmas monzodioríticos e sieníticos*. Dissertação (Mestrado). São Paulo: Instituto de Geociências – USP.

i) Documentos em meio eletrônico

Livro

Sharkov, E. (2012). *Tectonics: Recent Advances*. Croatia: InTech, <<http://www.intechopen.com/books/tectonics-recent-advances>>.

Artigo de periódico

Soares, E. A., Tatum, S. H. (2010). OSL age determinations of pleistocene fluvial deposits in Central Amazonia. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 82(3), 691-699. Acesso em 14 de fevereiro de 2011, <<http://www.scielo.br/pdf/aabc/v82n3/17.pdf>>.

Trabalho apresentado em evento

Souza-Lima, W., Farias, R. M. (2007). A flora quaternária dos travertinos de Itabaiana, Sergipe. *PALEO 2007* (p. 7). Itabaiana: SBP. Acesso em 18 de dezembro de 2008, <http://www.phoenix.org.br/Paleo2007_Boletim.pdf>.

j) Com numeração DOI

Livro

Zavattini, J. A. (2009). *As chuvas e as massas de ar no estado de Mato Grosso do Sul: estudo geográfico com vista à regionalização climática*. <https://doi.org/10.7476/9788579830020>

Artigo de periódico

Evandro, L., Kleina, E. L., Rodrigues, J. B., Lopesa, E. C. S., Gilvana, L. Soledade, G. L. (2012). Diversity of Rhyacian granitoids in the basement of the Neoproterozoic-Early Cambrian Gurupí Belt, northern Brazil: Geochemistry, U–Pb zircon geochronology, and Nd isotope constraints on the Paleoproterozoic magmatic and crustal evolution. *Precambrian Research*, 220-221, 192-216. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2012.08.007>

Artigos

- Os artigos deverão trazer contribuições inéditas à área de Geologia e não terem sido submetidos a nenhum outro periódico.
- Os conceitos emitidos bem como as referências são de total e exclusiva responsabilidade dos autores.

Declaração de Direito Autoral

Autores que publicam nesta revista concordam com os seguintes termos:

1. Autores mantêm os direitos autorais e concedem à revista Geologia USP. Série Científica, o direito de primeira publicação, com o trabalho sob a licença Creative Commons BY-NC-SA (resumo da Licença: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0> | texto completo da licença: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode>) que permite o compartilhamento do trabalho de forma não comercial e conferindo os devidos créditos autorais da primeira publicação nesta revista.
2. Autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não-exclusiva da versão do trabalho publicada nesta revista (publicar em repositório institucional ou como capítulo de livro), conferindo os devidos créditos autorais da primeira publicação nesta revista.
3. Autores têm permissão e são estimulados a publicar e distribuir seu trabalho online (em repositórios institucionais ou na sua página pessoal) a qualquer ponto antes ou durante o processo editorial, uma vez que isso pode gerar alterações produtivas, bem como aumentar o impacto e a citação do trabalho publicado (Veja [O efeito do Acesso Aberto e downloads no impacto das citações](#)).

Política de Privacidade

Os nomes e endereços informados nesta revista serão usados exclusivamente para os serviços prestados por esta publicação, não sendo disponibilizados para outras finalidades ou a terceiros.

ANEXO 2: COMPROVANTE DA SUBMISSÃO DO ARTIGO



**[GEOUSP] Agradecimento pela
submissão**

D

Daniel Machado via Portal de
Revistas da USP

<portalderevistas@usp.br>

Qui, 23/09/2021 18:59

Para: Você

Bruno Eduardo Cardoso Silva:

Obrigado por submeter o manuscrito, "Petrografia
e Geoquímica da Suíte Intrusiva Canindé, Faixa de
Dobramentos Sergipana, NE-Brasil" ao periódico
Geologia USP. Série Científica. Com o sistema de
gerenciamento de periódicos on-line que estamos
usando, você poderá acompanhar seu progresso
através do processo editorial efetuando login no
site do periódico:

URL da Submissão:
<https://www.revistas.usp.br/guspssc/authorDashboard/submission/190891>

Usuário: beduardo

Se você tiver alguma dúvida, entre em contato
conosco. Agradecemos por considerar este
periódico para publicar o seu trabalho.

Daniel Machado

[Responder](#) | [Encaminhar](#)