



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA- PIBIC

**MAGMATISMOS ALCALINOS CRIOGENIANO (CSF) E EDIACARANO (SOS):
MINERALOGIA E PETROLOGIA
Química Mineral da Mineralogia Acessória Exótica do Batólito Nefelina-Sienítico
Itarantim, Bahia**

Área do conhecimento: Ciências Exatas e da Terra
Subárea do conhecimento: Geologia
Especialidade do conhecimento: Petrologia Ígnea

Relatório Final
Período de bolsa: de setembro de 2022 a agosto de 2023

Este projeto é desenvolvido com bolsa de iniciação científica
PIBIC/CNPq

Orientador: Herbet Conceição

Autor: Nivia Ferreira Lopes

Sumário

1. Introdução	3
2. Objetivos	4
3. Metodologia	4
3.1. Levantamento Bibliográfico	4
3.2. Descrição Petrográfica	4
3.3. Obtenção e Tratamento dos Dados de Química Mineral	5
4. Resultados	6
4.1. Contexto Geológico	6
4.2. Província Alcalina do Sul da Bahia	7
4.3. Geologia Local	9
4.3.1. Batólito Nefelina Sienítico Itarantim	9
4.3.2. Fácies Sienítica Rancho Queimado	10
4.3.3. Fácies Sienítica Serra do Felíssimo	10
4.4. Petrografia	11
4.4.1. Fácies Sienítica Rancho Queimado	12
4.4.2. Considerações Petrográficas	16
4.5. Química Mineral	17
4.5.1. Clinopiroxênio	18
4.5.2. Mica Marrom	20
4.5.3. Feldspato	23
4.5.4. Anfibólio	26
4.5.5. Ilmenita	28
4.5.6. Magnetita	29
4.5.7. Zircão	31
4.5.8. Zirconolita	33
4.5.9. Baddaleyíta	36
5. Discussão	39
6. Perspectivas	40
7. Conclusão	41
8. Referências	41
9. Outras Atividades	43

1. Introdução

As rochas da série alcalina, originadas pela cristalização de magmas alcalinos ou peralcalinos, apresentam grande diversidade de tipos rochas. Estes magmas são formados por fusão parcial em níveis profundos do manto alterado pelo metassomatismo e a partir das baixas, menores que 20%, taxas de fusões do manto (Ribeiro et al., 2014).

Segundo Ribeiro et al. (2014), o caráter alcalino dos magmas é controlado por fatores como a profundidade da fonte, espessura da crosta e as baixas taxas de fusão parcial. Estes magmas ocorrem associados a ambientes anorogênicos, interior de placas continentais e oceânicas e, ocasionalmente em margens convergentes de placas.

A alcalinidade, está relacionada as relações entre os conteúdos de álcalis (Na_2O e K_2O), silício e alumínio presentes em uma rocha. Rochas magmáticas subalcalinas, diferente das alcalinas, apresentam, durante a cristalização, minerais onde os álcalis ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) ligam-se aos átomos de Al e Si para cristalização dos feldspatos potássicos (KAlSi_3O_8), sódicos ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$) e das micas como a biotita e a muscovita.

Nas rochas alcalinas há excesso de álcalis em relação ao SiO_2 , resultando, assim, na cristalização de minerais de feldspatoides (e.g. nefelina – NaAlSiO_4). A mineralogia dessas rochas normalmente é composta de feldspatos, clinopiroxênio, anfibólio alcalino, micas, olivina e feldspatoides. Os minerais acessórios comuns são zircão, apatita e magnetita (Kopylova, 2018).

Neste trabalho são apresentados os resultados dos estudos em rochas do Batólito Nefelina Sienítico Itarantim, uma das diversas intrusões neoproterozoicas pertencentes à Província Alcalina do Sul do Estado da Bahia. Durante os últimos anos diversos estudos apontaram pela primeira vez no Estado da Bahia a presença de minerais como pirocloro no Stock Itajú do Colônia (Pimenta et al., 2015) e ancilita e zirconolita na intrusão sienítico do Complexo Alcalio Floresta Azul (Santos et al., 2014 e 2015). Levando em consideração, a existência de poucos estudos identificando os minerais exóticos do Batólito Sienítico Itarantim este estudo foi feito com este fim.

2. Objetivos

A realização deste estudo teve como objetivos a descrição petrográfica, a identificação e caracterização textural e da química mineral da mineralogia exótica acessória presente nas rochas do Batólito Nefelina Sienítico Itarantim, localizado na porção sudoeste do Estado da Bahia.

3. Metodologia

A metodologia adotada neste trabalho foi dividida em quatro etapas, sendo elas: levantamento bibliográfico, descrição petrográfica, obtenção dos dados de química mineral e tratamento dos dados de química mineral.

3.1. Levantamento Bibliográfico

Foram consultados artigos e livros que auxiliaram no melhor entendimento sobre a geologia e a petrografia do batólito estudado. Para isso, foram examinados os artigos: “O Potencial Mineral das Rochas Alcalinas: Estudo de Caso no Batólito Sienítico Itarantim, Província Alcalina do Sul do Estado da Bahia” de Torres (2017); “Idade, Petrografia e Geoquímica do Magmatismo Anorogênico Criogeniano e Toniano no Sul do Estado da Bahia” de Oliveira (2010); “Intrusão Sienítica do Complexo Alcalino Floresta Azul, Bahia: Mineralogia e Geoquímica” de Santos (2016); “Petrology of the Neoproterozoic Itarantim Nepheline Syenite Batholith, São Francisco Craton, Bahia, Brazil” de Conceição et al. (2009).

3.2. Descrição Petrográfica

As descrições de lâminas delgadas-polidas (Tabela 1), no total de três lâminas, foram realizadas com o auxílio de microscópio Opton® em luz transmitida e refletida da marca TNP-09T que se encontra no Laboratório de Microscopia e Metalografia Ótica do Condomínio de Laboratórios Multiusuários das Geociências da Universidade Federal de Sergipe (CLGeo-UFS).

Para seleção das lâminas observou-se o conteúdo de sílica de cada amostra. Com isso, foram selecionadas três amostras 1992 com teor de sílica igual a 56,4 wt%; 57,6 wt% 2011 e 58,0 wt% 2044.

As fotomicrografias apresentadas nesse trabalho foram obtidas com a câmera digital Olympus® (Modelo SC30) acoplada ao microscópio triocular Olympus (modelo Bx41) do Departamento de Geologia da UFS, utilizando o *software* de aquisição de imagens Cell^B® Olympus, também disponibilizado pelo Departamento de Geologia UFS. As imagens de elétrons retroespalhados foram adquiridas a partir do BSE acoplado ao Microscópio de Varredura Eletrônica, do Condomínio de Laboratórios Multiusuários das Geociências da Universidade Federal de Sergipe (CLGeo-UFS).

As abreviações utilizadas, nesse trabalho, para identificação dos minerais nas fotomicrográfias e nas imagens de elétrons retroespalhados, foram aprovadas e recomendadas pela *International Mineralogical Association* (IMA) *Comission on New Minerals Nomenclature and Classification* (CNMNC) e publicadas na Revista Mineralogica (Warr, 2021). A adoção das abreviações aprovados pela IMA-CNMNC foram utilizadas devido a necessidade de padronização das abreviações utilizadas nos trabalhos.

Tabela 1. Identificação das lâminas delgadas polidas, contendo as coordenadas e as rochas.

AMOSTRA	COORDENADAS (UTM)	ROCHA
1992	383854/8258481	<u>Sienito</u>
2011	377732/8257813	<u>Nefelina Sienito</u>
2044	379645/8257813	<u>Sienito Cinza</u>

3.3. Obtenção e Tratamento dos Dados de Química Mineral

As análises de química mineral foram feitas em Espectrômetro de Energia Dispersiva (EDS), que se encontra acoplado a um Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) da marca Tescan, modelo Vega 3 LMU do CLGeo-UFS.

O EDS permite determinar composições químicas de áreas com até 10 nm de diâmetro e é capaz de determinar elementos com quantidades de 1-2% na amostra, tendo precisão de até 0,1%, através dos espectros de raios-x emitidos pelos elementos presentes na amostra. É possível, também, se obter mapa composicional de regiões sob observação, possibilitando a correlação

entre a descrição ótica e/ou eletrônica com as informações composicionais dos minerais observados.

As análises foram realizadas com as seguintes condições analíticas: voltagem de 15 kV, tensão de 10 nA, com diâmetro de feixe de aproximadamente 1 micra e tempo de contagem médio de 60 segundos. Para realização da varredura eletrônica, é necessária boa condutividade do material.

Para imagear ou obter análises químicas de silicatos é preciso que as lâminas tenham, uma boa horizontalidade, um bom polimento e que passem pelo processo de metalização, que consiste na evaporação e precipitação de uma fina camada de um material bom condutor (ouro ou carbono metálico) sobre a superfície do mineral (Duarte et al. 2003).

As lâminas delgadas polidas estudadas neste trabalho passaram por um processo de metalização que deposita uma camada de carbono metálico (C) sobre a superfície da lâmina.

As imagens das texturas foram geradas pelo detector de elétrons retroespalhados (BSE = backscattering electrons) instalado no MEV e as análises da composição química pontual pelo EDS (Tabela 2). Os dados obtidos no EDS foram interpretados pelo programa AZTEC, versão 4.0 (2018). Em seguida, foram digitalizados em uma planilha do *software* Excel pertencente ao pacote Microsoft Office 2019 e, posteriormente, programados para o cálculo da fórmula estrutural do mineral e obtenção de diagramas de classificação dos minerais.

Tabela 2. Minerais identificados nas amostras da Fácies Rancho Queimado.

MINERAIS	AMOSTRAS		
	1992	2011	2044
Clinopiroxênio	x	x	x
Anortoclásio	x	x	x
Ortoclásio	x	x	x
Anfibólio	x	x	x
Biotita	x	x	
Olivina	x	x	x
Magnetita	x	x	x
Ilmenita	x	x	x
Pirita	x		
Zircão	x	x	x
Apatita	x	x	x
Zirconolita	x		
Baddaleyíta	x		
Nefelina	x		
Cancrinita	x	x	x
Ce-allanita	x	x	x

4. Resultados

4.1. Contexto Geológico

Grande parte do Estado da Bahia, encontra-se, inserida na unidade geotectônica Cráton do São Francisco (CSF, Figura 1a). Almeida (1977), definiu o CSF como um fragmento continental, envolvido por faixas de dobramentos, consolidado durante o Paleoproterozóico, cujo embasamento não apresenta influência das deformações brasileiras, no Neoproterozóico.

Segundo Barbosa e Sabaté (2003), a formação do CSF, ocorreu em virtude da colisão entre quatro fragmentos crustais, todos de idade arqueanas, denominados Bloco Gavião (BG), Bloco Jequié (BJ), Bloco Serrinha (BS) e o Bloco Itabuna-Salvador-Curaçá (BISC). A consolidação do CSF, segundo Almeida (1977) se deu em torno de 500 Ma, sendo delimitado por faixas de dobramentos, de idades neoproterozoicas, as quais correspondem aos orógenos Brasília, a oeste, Rio Preto, a noroeste, Riacho do Pontal, a norte, Sergipana, a nordeste, e Araçuaí, a sul-sudeste.

O limite entre a faixa orogênica Araçuaí, desenvolvida durante o Neoproterozoico (Almeida, 1978), e o Cráton é marcado pela Zona de Cisalhamento de Potiraguá e configura uma zona favorável para o alojamento e para deformação de corpos ígneos (Côrrea-Gomes, 2002).

Corpos esses, identificados pela primeira vez por Fujimori (1967), que correspondem a tonalitos, granitos e, principalmente, sienitos alcalinos saturados e insaturados em sílica. Posteriormente, agrupados por Silva e Filho et al. (1974) como Província Alcalina do Sul do Estado da Bahia (PASEBA).

4.2. Província Alcalina do Sul da Bahia

As rochas alcalinas da região Sul do Estado da Bahia ocorrem no limite tectônico entre o Cráton do São Francisco e a Faixa de Dobramentos Neoproterozoica Araçuaí (Figura 1a).

Os corpos que compõem a PASEBA encontram-se distribuídos ao longo de um alinhamento com direção NE-SW de 200 km, dispostos em uma área de 12.500 km² (Figura 1b). Esta província é composta pelos batólitos Floresta Azul, Itabuna, Serra das Araras, Itarantim, sendo o último o objeto de estudo do presente trabalho. Pelos stocks Itajú do Colônia, Rio Pardo, Serra da Gruta e conta com inúmeros diques alcalinos.

A colocação desses corpos no contexto da tectônica regional, descrita por Mascarenhas e Garcia (1989), é controlada por falhas antigas e profundas provenientes da tectônica que ocorreu durante o Paleoproterozoico e o Neoproterozoico. A formação da PASEBA, segundo Rosa et al. (2007) está relacionada com o rifteamento Neoproterozoico que corresponde a fragmentação do Rondínia.

A PASEBA é composta, predominantemente, por rochas miasquíticas intermediárias, gabros, dioritos e monzonitos, estes últimos observados por Conceição (1990) restritamente nos batólitos Itabuna e Floresta Azul na parte mais ao norte da província. O mesmo autor, relatou a existência de dois grupos de rochas com evoluções divergentes quanto ao seu conteúdo de sílica, onde um dos grupos evolui enriquecendo e outro empobrecendo na molécula. Sendo interpretada como controladas pelo fracionamento precoce de minerais máficos, sendo respectivamente, clinopiroxênio e hornblenda (Conceição et al. 1992).

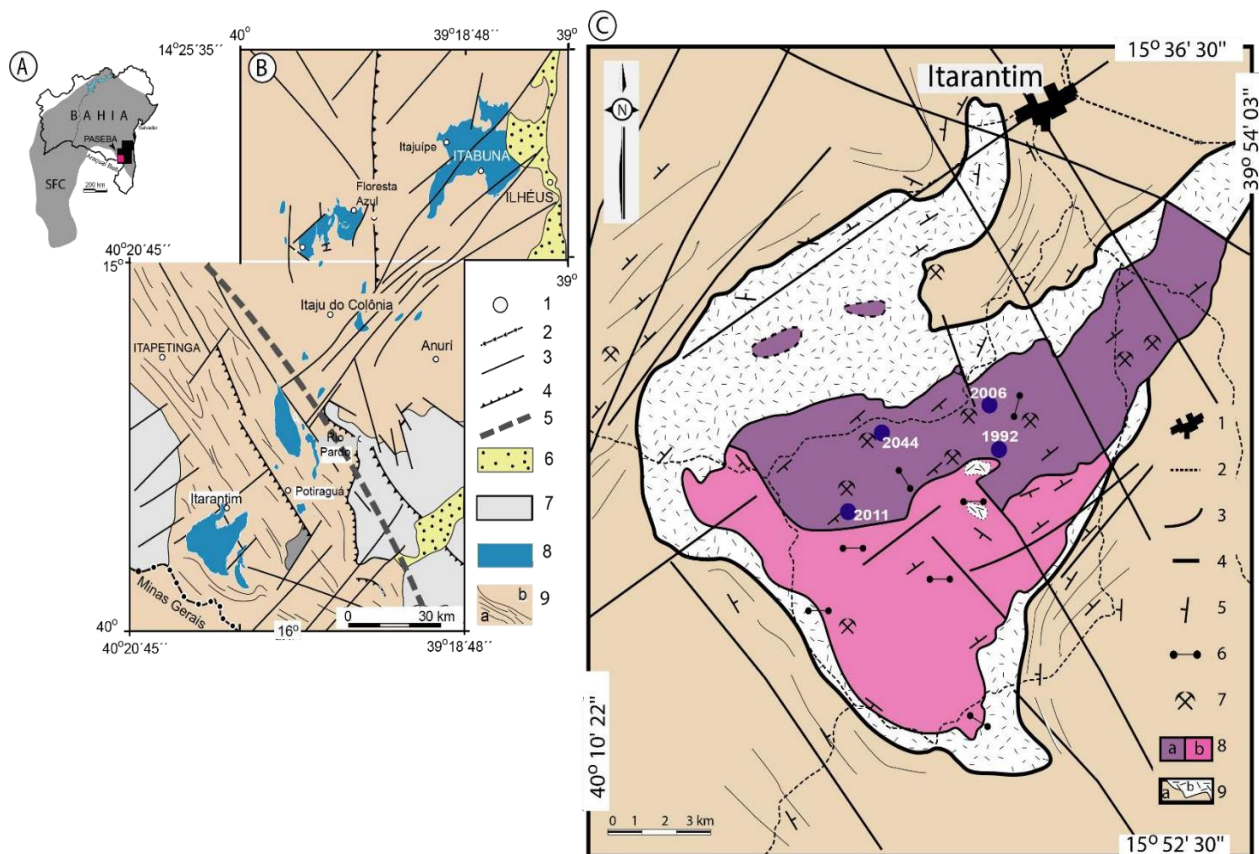


Figura 1: (A) Mapa da Bahia com a localização da PASEBA. (B) Mapa geológico simplificado da PASEBA segundo Rosa et al. (2001). (C) Mapa geológico simplificado do Batólito Nefelina Sienito Itarantim, modificado segundo Oliveira (2003). 1: Cidades; 2: estradas ou trilho; 3: contatos; 4: falhas ou fraturas; 5: atitude de foliação; 6: diques; 7: minas que exploram rochas ornamentais; 8a: nefelina sienito com aegirina, fácies Serra Rancho Queimado; 8b: biotita nefelina sienito, Fácies Serra do Felíssimo; 9a: gnaiss aparentemente não modificado; 9b: embasamento fenitizado.

As rochas da Província Alcalina do Sul do Estado da Bahia, apresentam uma forte relevância do ponto de vista econômico nacional com a exploração de rochas ornamentais. Exemplo do sodalita sienito azul, comercializado sob a denominação “Blue Bahia” e caracterizado como a rocha ornamental de maior valor do Brasil e uma das mais caras do mundo. A área de estudo do presente trabalho está localizada no extremo sul da PASEBA a aproximadamente 8 km da cidade do município de Itarantim e corresponde ao Batólito Nefelina Sienítico Itarantim (BNSI). Os aspectos geológicos do BNSI serão elencados a seguir.

4.3. Geologia Local

4.3.1. Batólito Nefelina Sienítico Itarantim

O Batólito Nefelina Sienítico Itarantim (BNSI) caracteriza-se como um corpo com formato de pêra com, aproximadamente, 230 km² e situa-se

intrudindo rochas gnáissico-migmatíticos arqueano-paleoproterozoicas (Oliveira, 2010). Está localizado na parte sudoeste da Província e assim como as outras intrusões alcalinas da PASEBA encontra-se alinhado NE-SW (Figura 1b e c).

Segundo Oliveira (2003), o Batólito Nefelina Sienítico Itarantim é formado por seis grupos de rochas, sendo elas, diques fonolíticos, pegmatitos nefelina sieníticos, diques basálticos, biotita-nefelina-sienito, aegirina-nefelina-sienito e fenitos. Os fenitos ocorrem circundando o corpo como uma auréola descontínua (Figura 1c).

Estudos petrográficos permitiram a individualização de dois grupos distintos de rochas quanto ao teor de SiO_2 , no qual um aumentava enquanto o outro diminuía no teor do óxido de silício. A partir desses estudos o BNSI foi discriminado em três fácies petrográficas. A norte a fácies Sienito Serra do Rancho Queimado (fácies estudada no trabalho), a sul a Fácies Sienito Serra do Felíssimo, ambas magmáticas. A terceira fácies ocorre envolta das outras duas fácies e compõe a Fácies Fenito, sendo está bem expressiva na parte noroeste do batólito (Conceição et al. 2009).

4.3.2. Fácies Sienítica Rancho Queimado (FRSQ)

A Fácies Sienítica Rancho Queimado (FSRQ) se localiza na porção noroeste do BNSI e está localizada a aproximadamente 8 km da sede do município de Itarantim. Segundo Torres (2017), os sienitos apresentam topografia característica de um retrabalhamento por erosão, favorecida pela sua composição mineralógica pouco resistente aos processos intemperícos. Faz contato a sul com a Fácies Sienítica Serra do Felíssimo (FSSF) e a norte com a Fácies Fenito (FF, Figura 1c). Na região central da FSRQ, há diversas pedreiras voltadas para exploração do “Bahia Marrom”, rocha ornamental, produzindo 6000 m³/ano (Azevedo, 2002).

A FSRQ é composta, principalmente, por nefelina sienito marrom escuro, cor referente ao feldspato alcalino e conta com pequenos grãos com tons verde-limão referente a nefelina (Conceição, 2009). Segundo Torres (2013), em seus

estudos de química de elementos maiores, a FSRQ está associada a um magmatismo primário com contribuição, mantélica e pouca influência da crosta continental, enriquecendo em sílica com o fracionamento do magma.

4.3.3. Fácies Sienítica Serra do Felissimo (FSSF)

As rochas da FSSF apresentam-se dispostas seguindo a tendência preferencial de direção NE-SW, confirmando a influência do evento orogênico, que gerou as falhas, o cisalhamento e dobramentos destas rochas.

Não contemplada nesse trabalho, a Fácies Sienítica Serra do Felissimo ocupa a porção sul do BNSI. É composta por álcalis sienitos com cristais de nefelina de coloração branca, contrastante com os da FSRQ. Apresenta também, nas rochas da região sudoeste do corpo, cristais de sodalita azul e pegmatitos sineníticos. Diques máficos e sieníticos, apresentam-se pouco expressivos na FSSF, contudo os pegmatitos alcalinos são comuns na área. Segundo Torres (2017), a ocorrência da sodalita azul, sugere que essas rochas correspondem a um magmatismo secundário.

4.3.4. Fácies Fenito (FF)

A fenitização é um processo metassomático oriundo da interação de um magma rico em fluidos com a rocha encaixante, gerando mudanças na composição química e na mineralogia dos corpos envolvidos.

A FF ocorre na porção mais a oeste da cidade de Itarantim. Torres (2017), relata em seu trabalho que a parte aflorante do FF apresenta uma topografia mais elevada, caracterizando as mais elevadas altitudes da região. A presença dessa fácies, segundo Oliveira (2003), evidencia a riqueza de fluidos deste magma alcalino. Os fenitos ocorrem no BNSI em forma de auréolas, exibindo contatos quilométricos entre o BNSI e o embasamento gnáissico (Complexo Itapetinga). O processo de fenitização da crosta continental nessa região se deu através da migração deste magmatismo pelas fissuras regionais.

4.4. Petrografia

Neste estudo, foram realizadas descrições petrográficas de quatro lâminas delgadas polidas correspondentes às rochas subsaturadas em sílica do BNSI, referentes a Fácies Sienito Rancho Queimado.

Durante o processo de descrição, não foi possível descrever alguns minerais, devido ao seu tamanho reduzido não foi possível identificá-los com o microscópio petrográfico. Assim, fez-se necessário a identificação desses minerais (baddaleyíta e zirconolita) com o MEV. Dito isso, eles serão incorporados na petrografia, uma vez que serão importantes para compreensão da sua ocorrência e para esquematizar a ordem de cristalização.

4.4.1. Fácies Sienítica Rancho Queimado

A mineralogia identificada nas amostras desta fácies é constituída por anortoclásio, ortoclásio, Fe-biotita, lepidomelano, mica marrom, minerais opacos (ilmenita e magnetita), augita, aegirina-augita, diopsídio, Fe-pargasita, fayalita, F-apatita, nefelina, cancrinita, zircão, zirconolita, baddaleyíta, Ce-allanita e pirita (Quadro 1).

Os cristais de ortoclásio ocorrem de forma subédrica. Os tamanhos variam entre 0,85 mm e 5,6 mm. Encontram-se geminados segundo as leis periclina e Carlsbad. Apresentam, frequentemente, textura pertítica com geometria em forma de flâmula e bastão. Os contatos são retos entre a mica marrom, a nefelina, a aegirina-augita, entre seus cristais e a apatita, curvo com os minerais opacos e irregular com os cristais de mica marrom e anfibólio. As fraturas observadas, por vezes, estão preenchidas por cancrinita. Inclui cristais de: minerais opacos, anédricos, com tamanho predominante de 0,31 mm e posicionados nas bordas do cristal; zircão anédrico, baddaleyíta subédrica e zirconolita anédrica (<0,004 mm), posicionados no centro dos cristais; e apatita euédrica distribuída aleatoriamente por todo cristal com predomínio daqueles com 0,12 mm.

O diopsídio exibe cor verde, com pleocroísmo variando de verde claro, verde e verde escuro. Ocorre de forma subédrica e anédrica. Os tamanhos variam

entre 0,4 mm a 5,4 mm, com predomínio dos cristais com 3,2 mm. Os contatos são irregulares com a mica marrom, Fe-pargasita e com ortoclásio, curvo com os minerais opacos e reto com os seus cristais e com a F-apatita. Alguns cristais encontram-se zonados. Apresenta textura de exsolução marcada por finas acículas de ilmenita, orientadas segundo o plano de clivagem, com tamanhos entre 0,04 - 0,16 mm, predominando aquelas com 0,1 mm. Exibe sobrecrecimento de mica marrom e Fe-pargasita em suas bordas. Inclui minerais opacos distribuídos no centro e nas bordas dos cristais.

A biotita é subédrica e euédrica. De cor amarela e marrom avermelhado, com pleocroísmo variando de marrom claro, marrom e marrom avermelhado. É encontrada, frequentemente, em agregados com tamanho predominante dos agregados de 1,25 mm e raramente como cristais independentes com tamanho dos cristais entre 0,12 e 0,64 mm, predominando aqueles com 0,6 mm. Apresenta contato irregulares com a aegirina-augita, augita, Fe-pargasita, com os minerais opacos e com a nefelina, reto com os cristais de biotita e com o ortoclásio e curvo com os minerais opacos. Apresenta inclusões de minerais opacos em suas bordas com tamanhos, aproximadamente, entre 0,12 e 0,04 mm. Encontra-se corando minerais opacos.

Os cristais de anfibólio ocorrem subédricos e anédricos, com cor marrom e pleocroísmo variando de marrom claro, marrom esverdeado a marrom escuro. O tamanho dos cristais varia de 0,1 mm a 6 mm, predominando aqueles com 2 mm. Faz contato reto com a biotita, irregular com o diopsídio, com o ortoclásio, com a olivina e com a biotita e curvo com os minerais opacos. As bordas dos minerais encontram-se associadas, normalmente, com os agregados de biotita. As fraturas apresentam-se preenchidas por zircão e Ce-allanita. Exibe sobrecrecimento de biotita em suas bordas. Inclui: biotita.

Os minerais opacos ocorrem como cristais anédricos, com tamanhos variando de 0,1 mm e 2,7 mm. Os contatos são irregulares com a olivina, com a apatita e com a biotita, curvo com o clinopiroxênio, com o ortoclásio e com o anfibólio. Por vezes encontra-se corado por agregados de biotita.

A nefelina ocorre subédrica, com tamanho dos cristais entre 0,2 mm a 6 mm. Os contatos são retos com os cristais de nefelina e com o ortoclásio, irregulares com a mica marrom, com a Fe-biotita e com a cancrinita. As fraturas presentes encontram-se preenchidas por cancrinita. Inclui: cristais subédricos de biotita com predomínio daqueles com tamanhos de 0,2 mm, em suas bordas e de forma distribuídos de forma aleatória cristais de anédricos de apatita com <0,1 mm. Altera-se para cancrinita.

A olivina, ocorre de forma subédrica, de cor verde, com pleocroísmo variando de verde claro a laranja. Os tamanhos dos cristais variam entre 1,35 mm a 2,6 mm. Os contatos são irregulares com o clinopiroxênio, reto com a biotita e irregulares com os minerais opacos e o anfibólio. Exibe sobrecrecimento em suas bordas de minerais opacos com tamanhos entre 0,6 mm e 0,8 mm.

Os cristais de cancrinita ocorrem com forma anédrica, com tamanhos variando entre 0,4 mm e 1,3 mm. Apresenta contatos irregulares com a nefelina e com o anortoclásio.

O zircão ocorre com forma anédrica e subédrica, com tamanhos entre 0,004 mm e 0,1 mm. Apresenta contatos irregulares com a baddaleyíta e curvos com o ortoclásio e anortoclásio. Encontra-se coroando cristais de baddaleyíta e exibe uma íntima associação com os cristais de baddaleyíta, zirconolita e ilmenita

A apatita ocorre com forma euédrica e subédrica, com tamanho dos cristais variando de 0,05 a 1,5 mm. Exibe contatos reto com a albita e com o ortoclásio, curvo com o anfibólio e com o clinopiroxênio, amebóide com os minerais opacos.

Os cristais de Ce-allanita ocorrem limitados a matriz. Os cristais são subédricos e marrom claro, com pleocroísmo variando de marrom claro, alaranjado e verde. Com tamanho dos cristais entre 0,6 mm a 0,9 mm. Exibem contatos curvos com clinopiroxênio, anfibólio, biotita e, ocasionalmente, irregulares com os minerais opaco e clinopiroxênio.

A zirconolita ocorre como cristal anédrico e com tamanhos inferiores a 0,002 mm. Exibem contatos reto com ortoclásio e baddeleyíta. Encontra-se associado ao zircão e a baddeleyíta.

A baddaleyíta apresenta-se com forma anédrica e subédrica, com tamanhos dos cristais variando de 0,002 mm a 0,004 mm. Exibe contatos amebóide com o zircão, retos e irregulares com o anortoclásio.

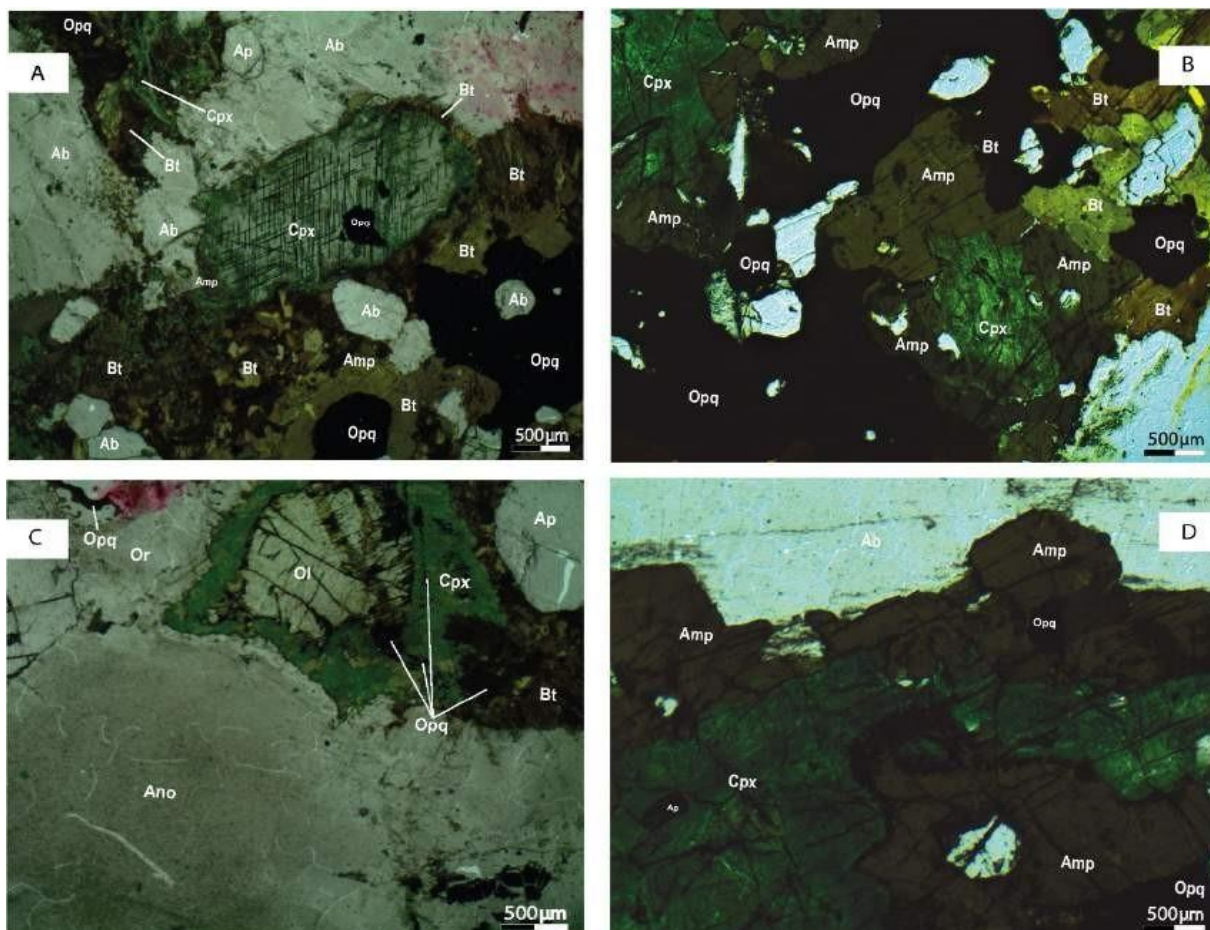


Figura 2. Fotomicrografias das lâminas 1992, 2011 e 2044. (A) Textura porfírica da rocha, exibindo cristais zonados de clinopiroxênio com contato reentrante com o agregado de mica marrom e com o anfibólio, nota-se exsolução marcada por finas acículas de minerais opacos, observa-se relação com os minerais opacos coroados por mica marrom. (B) Clinopiroxênio exibindo contatos curvos com o anfibólio, observa-se contatos curvos entre os minerais opacos e o anfibólio e mica marrom. (C) Cristal de olivina coroados por clinopiroxênio, observa-se contato reentrante com a mica marrom e inclusões de minerais opacos. (D) Cristal de clinopiroxênio alterando para anfibólio, observa-se inclusão de apatita euédrica.

4.4.2. Considerações Petrográficas

A petrografia se mostrou importante para o entendimento das rochas estudadas que compõem a FSRQ, uma vez que foi possível a identificação da assembleia mineral e inferir a sequência de cristalização e com as texturas e formas os possíveis processos de formação dos minerais.

A ordem de cristalização das rochas estudadas da FRSQ foi estabelecida de acordo com as inclusões, formas, texturas e contatos. Os cristais de zirconolita, baddaleyíta, zircão, minerais opacos e apatita foram cristalizados precocemente. Em seguida, são cristalizados os minerais máficos de diopsídio, anfibólio e biotita, observando-se nos cristais de diopsídio um zoneamento indicando reações com o magma e inclusões de minerais opacos (ilmenita) nas bordas e no centro dos cristais e no plano de clivagem. Com o aumento da atividade de sílica no sistema, evidenciado pela desestabilização da baddaleyíta em coroados por zircão, cristaliza-se os cristais de anortoclásio e ocorrem em maior abundância.

A nefelina é o primeiro feldspatoide a se formar, muitas vezes, ocorre entre os cristais subédricos de anortoclásio, sendo substituída na fase final de sua cristalização pela cancrinita. Os cristais de cancrinita são formados, provavelmente, pela interação de fluidos tardios que interagem com a nefelina. Fluidos ricos em flúor e CO₂, ao interagir com o sistema, promovem a cristalização da apatita. Tardamente, ocorre a desestabilização da Fe-pargasita formando em sua borda uma assembleia mineral formada por biotita e calcita e nos planos de fratura a formação de cristais de zircão e Ce-allanita.

Nas rochas da FRSQ, o anortoclásio é o mineral mais expressivo, apresenta textura pertítica exsolvendo cristais de ortoclásio, sendo ele o produto da exsolução.

Quadro 1: Ordem de cristalização determinada para as rochas estudados da FRSQ

Minerais	Magmático	Pós-magmático	Hidrotermal
Baddaleyita	_____		
Zirconolita	_____		
Zircão	_____	_____	
Apatita	_____		
Augita	_____		
Diopsídio	_____		
Aegerina-Augita	_____		
Anfibólio	_____		
Minerais Opacos	_____		
Mica Marrom	_____	_____	
Anortoclásio	_____		
Ortoclásio	_____		
Albita	_____		
Ce-allanita		_____	
Nefelina	_____		
Cancrinita		_____	
Pirita			_____

4.5. Química Mineral

Com o auxílio do MEV, foi possível determinar a composição química das fases minerais. Foram diagnosticados quatro minerais essenciais e cinco minerais acessórios.

Abaixo serão apresentados os dados de química mineral referentes as amostras estudadas. A partir desses dados foi-se possível calcular a fórmula estrutural dos minerais, seguindo as recomendações de Deer et al. (2013) e obter as suas respectivas classificações.

4.5.1. Clinopiroxênio

É o grupo mais importante de silicatos ferromagnesianos formadores de rochas. Podem ser diferenciados estruturalmente e quimicamente em ortopiroxênios que consistem na série química (Mg, Fe) SiO_3 e em clinopiroxênios que são considerados como membros do sistema de quatro componentes $\text{Ca}_2\text{Si}_2\text{O}_6$ (Wo) – $\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6$ (En) – $\text{Fe}_2\text{Si}_2\text{O}_6$ (Fs, Deer et al., 1998).

De acordo com o diagrama proposto por Morimoto (1988), o clinopiroxênio observado nas rochas do BNSI foi classificado no Quad, referente aos clinopiroxênios Ca-Mg-Fe (Figura 3). Obteve-se, também, a classificação dos clinopiroxênios Ca-Na. Devido ao visível zonamento dos cristais, seu centro apresenta composições diferentes da borda. Os dados de química mineral estão dipostos na tabela 3.

Nesse contexto, as bordas mostraram composições variando de Ca-Mg-Fe para Ca-Na. No diagrama Wo-En-Fs o piroxenio foi denominado de Augita ($\text{Wo}_{31,76-44,99}\text{-En}_{20,89-34,39}\text{-Fs}_{20,88-41,07}$). Dentro dos clinopiroxênios sódicos obteve a classificação de aegirina-augita ($\text{Quad}_{73,62-79,95}\text{-Jd}_{4,07-6,58}\text{-Ae}_{13,79-22,03}$), os cristais que se encontram corando a olivina também possuem classificação composicional de aegirina-augita. O centro dos cristais mostrou composição uniforme, não sendo possível observar variações composicionais. A nomenclatura obtida foi de diopsídio com composição variando de Wo 45,04-45,67; En 28,96-33,90; e Fs 20,90-25,33.

Comparando os dados obtidos na FRSQ com outros dados publicados de outros corpos da PASEBA (Cabral, 2008; Santos, 2008), o clinopiroxênio da PASEBA representa dois estágios diferentes de evolução magmática.

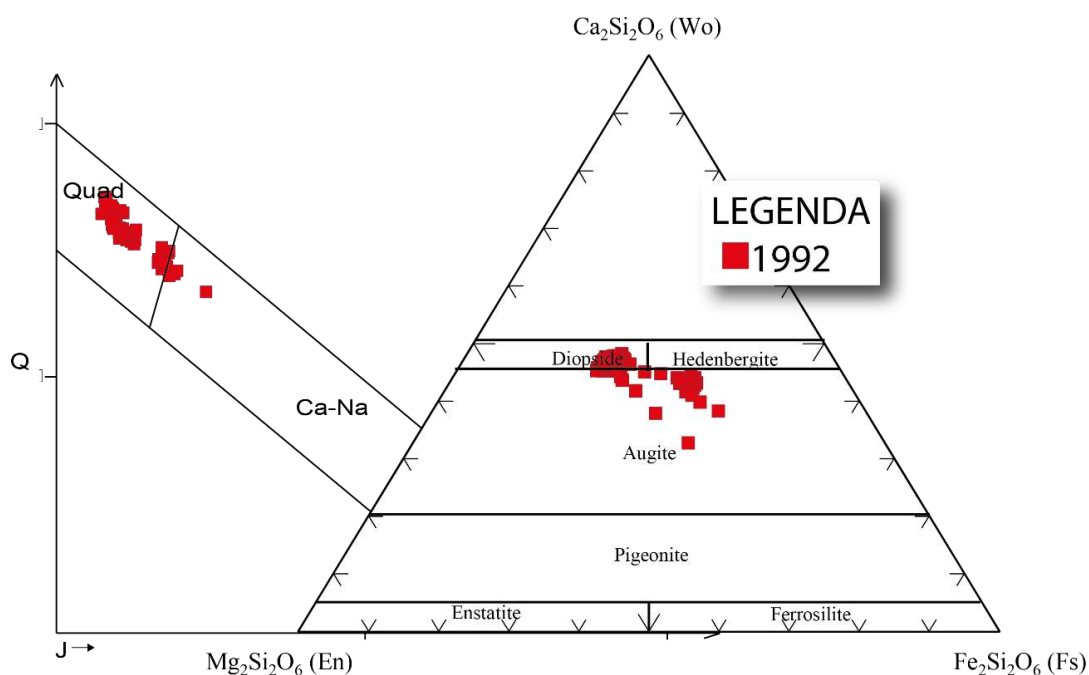


Figura 3. Diagramas de classificação de piroxênios propostos por Morimoto et al. (1988) aplicado aos cristais de piroxênio do BNSI. (A) Diagrama binário Q ($\text{Ca}+\text{Mg}+\text{Fe}^{2+}$) versus J (2Na). (B) Diagrama triangular Wo (Wollastonita) - En (Enstatita) - Fs (Ferrosilita) de nomenclatura para piroxênios Ca-Mg-Fe.

. Tabela 3: Análises químicas pontuais de clinopiroxênio da rocha 1992.

MINERAL	AUGITA				DIOPSÍDIO				AEGIRINA-AUGITA			
ANÁLISE	48	37	33	9	23	20	42	73	24	21	69	92
SiO ₂	37,79	51,85	51,95	50,98	50,9	50,94	51,98	52,07	50,48	50,99	51,57	52,29
TiO ₂	14,31	0,74	0,58	0,04	0,8	0,44	0,7		0,26	0,34	0,20	0,04
Al ₂ O ₃	1,17	1,55	1,74	1,23	2,47	2,42	1,68	1,58	2,27	1,45	0,99	0,95
FeO	20,82	11,92	12,05	18,7	12,88	12,94	11,98	11,55	17,73	18,18	18,64	18,48
MnO	1,59	0,74	0,73	1,3	0,72	0,72	0,69	0,82	1,14	1,31	1,15	1,3
MgO	8,32	11,12	10,97	6,5	9,53	9,52	10,94	11,23	7,27	6,83	7,09	6,78
CaO	13,54	20,5	20,4	18,61	21,03	20,92	20,72	20,79	18,17	18,17	17,44	16,61
Na ₂ O	1,38	1,59	1,55	2,5	1,63	1,76	1,16	1,36	2,63	2,73	2,8	3,48
K ₂ O	0,03	0,0	0,03	0,02	0,04	0,0	0,07	0,02	0,02	0,0	0,0	0,02
Total	98,95	100,01	100,0	99,88	100,0	99,66	99,92	99,42	99,97	100,0	99,88	99,95
Fórmula estrutural calculada com base em seis oxigênios												
Si	1,537	1,9483	1,953	1,966	1,9603	1,9542	1,9627	1,9656	1,9309	1,9572	1,9809	1,9982
Ti	0,438	0,0209	0,016	0,001	0,011	0,0081	0,0199		0,0075	0,0098	0,0058	0,0011
Al	0,056	0,0686	0,077	0,056	0,0718	0,0665	0,0748	0,0703	0,1023	0,0656	0,0448	0,0428
Fe ³⁺	0,103	0,1088	0,098	0,197	0,1724	0,2057	0,0484	0,0991	0,217	0,2036	0,1903	0,2173
Fe ²⁺	0,605	0,2657	0,281	0,406	0,3825	0,3737	0,3299	0,2655	0,3502	0,38	0,4084	0,3733
Mn	0,055	0,0236	0,023	0,042	0,0393	0,0396	0,0221	0,0262	0,0369	0,0426	0,0374	0,0421
Mg	0,505	0,6229	0,615	0,374	0,4135	0,4015	0,6158	0,632	0,4145	0,3908	0,406	0,3862
Ca	0,59	0,8253	0,822	0,769	0,7627	0,7542	0,8382	0,8409	0,7447	0,7473	0,7178	0,6801
Na	0,109	0,1158	0,113	0,187	0,1857	0,1941	0,0849	0,0995	0,195	0,2032	0,2085	0,2578
K	0,002		0,001		0,001	0,0024	0,0034	0,001	0,001			0,001
Total	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000

4.5.2. Mica Marrom

Nas rochas estudadas a mica marrom apresenta, predominantemente, composição de Fe-biotita, também ocorrem cristais de com composições de lepidomelano, annita e siderofilita (Figura 4). Geralmente, a composição das micas reflete o tipo de rocha ígnea a que está associada, observa-se de forma geral que com o aumento da cristalização há um aumento no conteúdo de Fe e a diminuição no conteúdo de Mg (Deer et al. 1992). Os cristais de biotita analisados apresentam razões Fe/(Fe+Mg) entre 0,596 e 0,969 apfu. Como observado na Figura 5, esses cristais ainda preservam as características primárias. Os dados de química mineral estão descritos na tabela 4.

Ao comparar os dados da mica marrom obtidos para a FSRQ com outros corpos da PASEBA, o enriquecimento em Fe nas micas é relatado por Santos

(2016) o enriquecimento nas moléculas de annita e siderofilita e Santos (2008) onde o autor descreve a passagem de biotita para annita.

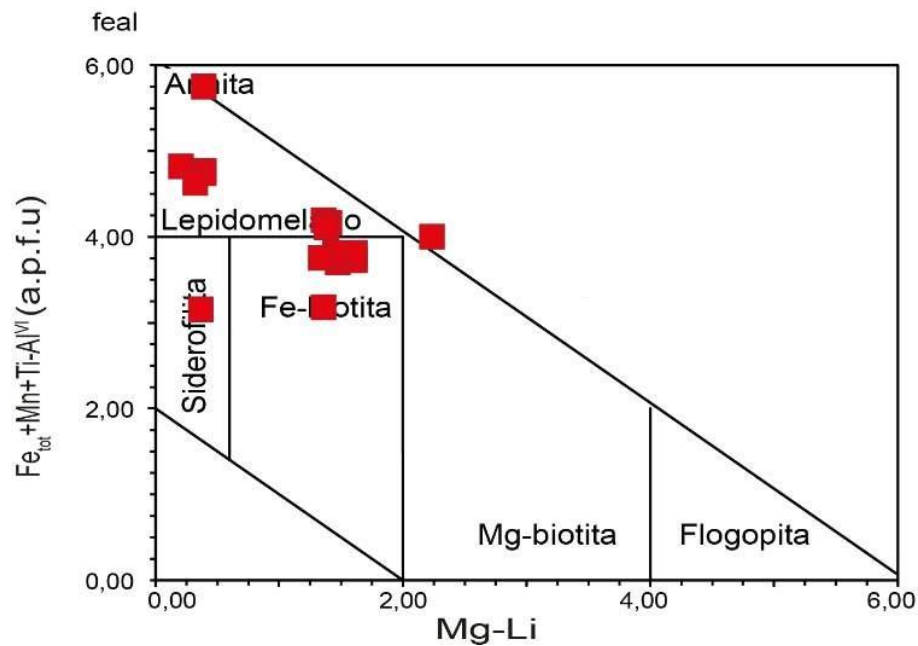


Figura 4: Diagrama feal ($Fe+Mn+Ti-Al_{IV}$) versus mgli ($Mg-Li$) segundo Tischendorf et al. (1999) para nomenclatura da biotita aplicado aos cristais de mica das rochas do BNSI

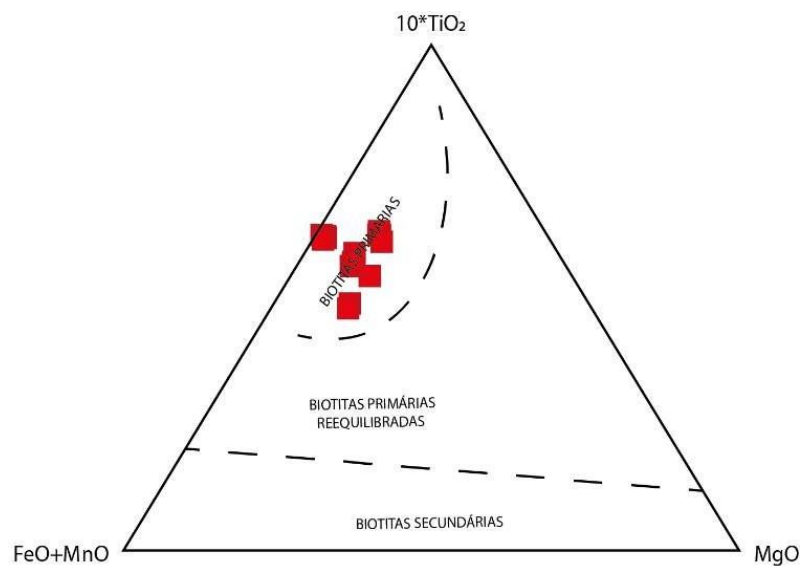


Figura 5: Diagrama ternário $10(TiO_2)-(FeO+MnO)-MgO$ de Nachit et al. (2005) para inferência da natureza dos cristais de biotita aplicado aos cristais de biotita do BNSI.

Tabela 4: Análises químicas pontuais dos cristais de biotita da rocha 1992.

FÁCIES	SIENÍTO RANCHO QUEIMADO											
ANÁLISE	83	80	82	21	22	84	9	7	8	48	1	50
SiO ₂	28,39	31,68	31,91	32,14	32,35	33,92	37,59	37,63	37,92	38,09	38,4	41,36
TiO ₂	6,21	5,64	5,63	5,83	5,84	5,32	5,76	5,76	5,72	3,29	4,85	2,44
Al ₂ O ₃	15,00	17,21	17,46	17,31	17,56	17,85	12,19	12,15	12,13	11,52	13,71	8,86
FeO	36,09	32,09	31,84	33,37	33,34	28,92	24,4	24,47	24,53	26,45	21,23	24,14
MnO	0,89	0,68	0,77	0,58	0,5	0,75	0,38	0,5	0,36	0,6	0,43	0,89
MgO	1,12	1,38	1,32	0,54	0,6	1,37	9,26	9,22	8,96	8,42	10,72	8,37
CaO	0,18	0,07	0,12	0,06	0,00	1,82	0,01	0,08	0,04	0,95	0,29	5,1
Na ₂ O	1,29	0,72	0,85	0,62	0,29	1,34	0,47	0,51	0,59	0,66	0,31	1,19
K ₂ O	9,69	9,49	9,14	9,26	9,35	8,19	9,55	9,32	9,38	9,19	9,81	7,12
Total	99,84	99,88	99,79	99,8	99,83	99,76	99,7	99,73	99,76	99,76	99,87	99,8
Fórmula estrutural com base em vinte e dois oxigênios												
Si	2,25	2,48	2,48	2,48	2,46	1,95	2,76	2,76	2,79	2,91	2,89	2,00
Ti	0,37	0,33	0,33	0,34	0,33	0,01	0,32	0,32	0,32	0,19	0,27	0,00
Al _{IV}		0,04	0,08	0,06	0,03						0,10	0,08
Al _{VI}	1,40	1,60	1,60	1,57	1,57	0,07	1,06	1,05	1,05	1,04	1,22	0,04
Fe	2,39	2,07	2,07	2,15	2,12	0,00	1,50	1,50	1,51	1,69	1,34	0,00
Mn	0,06	0,05	0,05	0,04	0,03	0,21	0,02	0,03	0,02	0,04	0,03	0,22
Mg	0,16	0,13	0,13	0,07	0,16	0,37	1,01	1,01	0,98	0,95	0,98	0,37
Ca	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,01	0,00	0,08	0,02	0,04
Na	0,20	0,13	0,13	0,09	0,04	0,40	0,07	0,07	0,08	0,10	0,05	0,39
K	0,98	0,91	0,91	0,91	0,91	0,75	0,90	0,87	0,88	0,89	0,94	0,68
Ba	0,03	0,03	0,02							0,02	0,00	0,01
Sr												4,56
Total	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

4.5.3. Feldspato

Nas rochas do BNSI os feldspatos são pertíticos e antipertíticos, suas fases exsolvidas apresentam composições de ortoclásio e anortoclásio. Os componentes puros de Albita (Ab), Anortita (An) e Ortoclásio (Or) foram calculados com base no número de cátions. Os dados de química mineral estão dispostos na tabela 5

No diagrama de classificação dos feldspatos (Figura 6) foi possível observar a ocorrência da composição de anortoclásio e ortoclásio (An0-6,1-Ab11,97-67,28-Or26,63-88,02) para as rochas estudadas. Observou-se, utilizando o diagrama de temperatura de equilíbrio dos feldspatos An-Ab-Or (Nekvasil & Burnham, 1987) que os feldspatos foram reequilibrados a temperaturas entre 800°C e 700°C (Figura 7).

Conceição et al. (2009) relata temperaturas para os feldspatos na FRSQ entre 450°C e 400°C. Santos (2016) e Pimentel (2016) relatam para outros corpos da PASEBA temperaturas abaixo de 450°C, onde ambos os autores descrevem que as temperaturas encontradas não correspondem ao estágio magmático, estando então relacionados ao equilíbrio em um estágio de fluidos tardios.

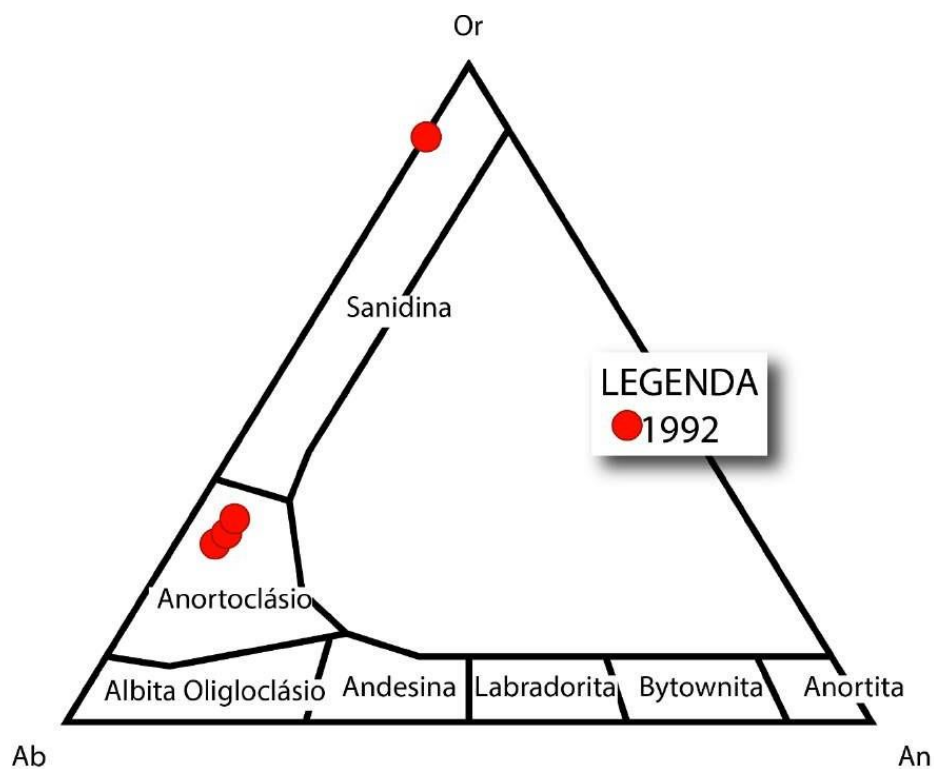


Figura 6: Diagrama Or (Ortoclásio)-Ab (albite)-An (Anortita) para nomenclatura dos feldspatos estudados.

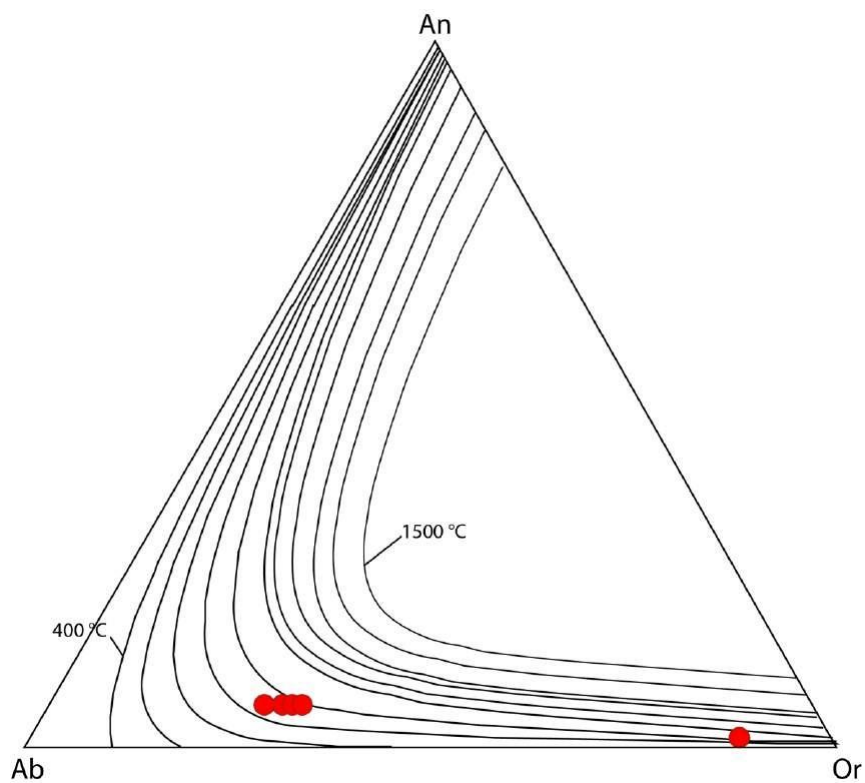


Figura 7. Diagrama de temperatura de equilíbrio dos feldspatos com base nos parâmetros estabelecidos por Nekvasil & Burnham (1987).

Tabela 5: Análises químicas pontuais dos cristais de feldspato da rocha 1992.

FÁCIES	SIENÍTO RANCHO QUEIMADO				
ANÁLISE	23	24	25	26	2
SiO ₂	64.91	64.99	65.19	64.77	63.96
TiO ₂	0.09	0.03	0.03	0.03	
Al ₂ O ₃	20.72	20.76	20.73	20.82	18.97
FeO	0.08		0.02	0.16	0.48
MnO	0.06				0.07
MgO					0.03
CaO	1.28	1.27	1.26	1.24	
Na ₂ O	7.83	7.5	7.26	7.56	1.3
K ₂ O	4.71	5.1	5.24	5.09	14.52
Total	99.69	99.76	99.68	99.8	99.47
Fórmula estrutural com base em vinte e três oxigênios					
Si	11.62	11.64	11.66	11.34	11.2
Ti	0.01				
Al	4.37	4.38	4.37	4.3	3.91
Fe	0.01			0.02	0.07
Mn	0.01			0.74	
Mg					
Ca	0.25	0.24	0.24	0.23	
Na	2.72	2.6	2.52	2.57	0.44
K	1.08	1.16	1.2	1.14	3.24
Ba	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04
Total	20	20	20	20	19
An	6.2	6.1	6.1	5.9	
Ab	67.2	64.8	63.7	65.2	11.9
Or	26.6	29.1	30.2	28.0	88.1

4.5.4. Anfibólio

Os anfibólios da FRSQ apresentam predomínio de composição dos anfibólios sódico-cálcicos. Ocorre também anfibólios cálcicos. Segundo a classificação de Leake et al. (1997) eles apresentam composições de Ferro-endenita, Ferro-pargasita (Figura 8) e a grande parte dos cristais possuem composição de Ferro-

barroisita, esse último pertence ao grupo do anfibólio Fe- Mg-Mn-Li (Figura 9). Os dados de química mineral estão dispostos na tabela 6.

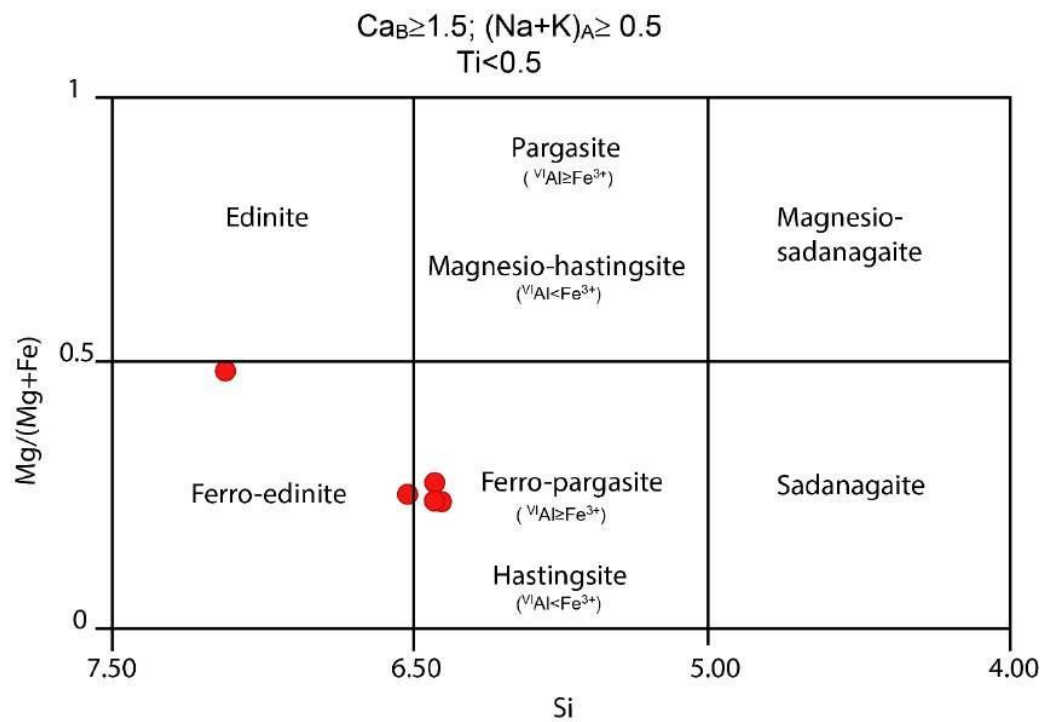


Figura 8: Análises de anfibólio do BNSI plotadas no diagrama Mg# vs Si para classificação do anfibólio cálcico (Leake et al. 1997).

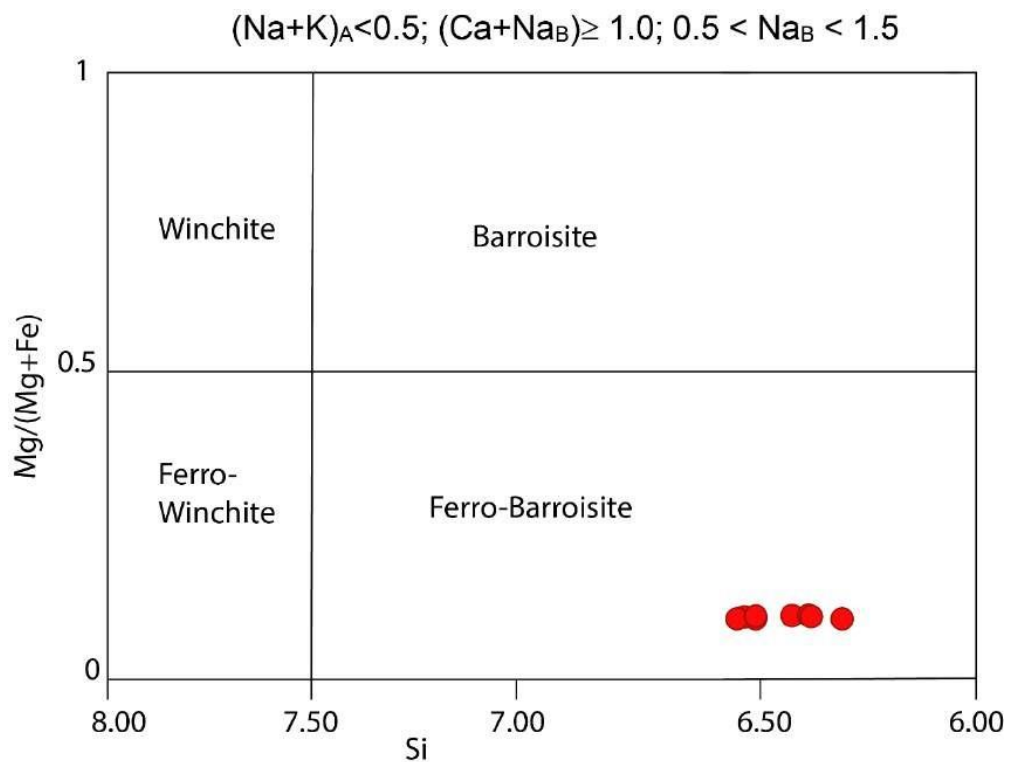


Figura 9. Diagramas para classificação do anfibólio de Na-Ca presentes nas rochas estudadas.

Tabela 6: Análises químicas pontuais dos cristais de anfibólio da rocha 1992.

FÁCIES	SIENÍTO RANCHO QUEIMADO											
ANÁLISE	3	62	67	68	69	73	83	84	85	86	87	88
SiO ₂	47.82	39.87	40.24	40.32	30.21	41.02	39.68	39.49	39.03	39.93	40.17	38.81
TiO ₂	0.95	2.84	2.37	2.6	2.98	2.48	8.51	8.31	8.25	8.34	8.42	8.41
Al ₂ O ₃	6.97	10.88	11.16	11.65	5.94	10.69	2.4	2.41	2.98	2.26	2.53	2.98
FeO	15.23	25.05	24.25	24.78	39.69	24.47	36.83	37.11	36.99	37.16	36.82	37.42
MnO	0.77	1.11	1.09	0.93	1.59	0.97	1.48	1.26	1.36	1.4	1.27	1.3
MgO	8.36	4.57	5.32	4.56	1.7	4.82	2.48	2.51	2.37	2.56	2.47	2.39
CaO	16.2	10.22	10.32	10.05	14.24	10.39	1.43	1.42	1.81	1.31	1.44	1.8
Na ₂ O	2.52	3.35	2.97	2.96	0.48	3.12	6.8	6.73	6.69	6.97	6.73	6.52
K ₂ O	0.81	1.87	1.96	1.95	2.49	1.8	0.03	0	0	0	0	0.03
Total	99.69	99.76	99.68	99.8	99.47	99.76	99.65	99.24	99.49	99.93	99.86	99.72
Fórmula estrutural com base em vinte e três oxigênios												
Si	7.07	6.22	6.25	6.25	5.35	6.36	6.50	6.50	6.42	6.53	6.55	6.38
Ti	0.11	0.33	0.28	0.30	0.40	0.29	1.05	1.03	1.02	1.03	1.03	1.04
Al	1.21	2.00	2.04	2.13	1.24	1.95	0.46	0.47	0.58	0.44	0.49	0.58
Fe ³⁺	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ²⁺	1.91	3.33	3.19	3.27	5.87	3.23	5.36	5.42	5.38	5.40	5.33	5.42
Mn	0.10	0.15	0.14	0.12	0.24	0.13	0.21	0.18	0.19	0.19	0.18	0.18
Mg	1.84	1.06	1.23	1.05	0.45	1.11	0.61	0.62	0.58	0.62	0.60	0.59
Ca	2.57	1.71	1.72	1.67	2.70	1.72	0.25	0.25	0.32	0.23	0.25	0.32
Na	0.72	1.01	0.89	0.89	0.16	0.94	2.16	2.15	2.13	2.21	2.13	2.08
K	0.15	0.37	0.39	0.39	0.56	0.36	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Total												

FALTOU COLOCAR O TOTAL AQUI!!!!!!

4.5.5. Ilmenita

A ilmenita é um mineral acessório comum em rochas ígneas e é formado, geralmente, nos estágios iniciais de cristalização ou são formadas enquanto o magma está resfriando, sendo assim exsolvidas de magnetita titanífera (Deer et al. 2013).

É um mineral expressivo nas rochas estudadas e está normalmente associada a magnetita com textura de exsolução em lamelas (Figura 10) e com cristais de mica marrom, zirconolita e baddeleyita. Os dados de química mineral obtidos estão na tabela 7.

Tabela 7: Análises químicas pontuais dos cristais de ilmenita da rocha 1992.

FÁCIES	SIENÍTO RANCHO QUEIMADO											
ANÁLISE	2	4	14	16	18	20	71	75	77	79	81	99
TiO ₂	51.22	51.92	50.09	51.51	51.41	51.42	51.30	51.27	32.28	31.77	32.38	32.57
Al ₂ O ₃	0.07	0.10	0.16	0.14	0.14	0.17	0.02		0.00	0.05	0.06	0.03
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.05	0.03	0.00	0.05	0.00	0.02	0.00	0.11	0.02
FeO	42.59	42.46	43.45	43.33	42.61	42.90	43.50	43.04	34.34	33.15	33.85	34.33
MnO	4.56	4.84	4.17	4.36	4.45	4.22	4.26	5.04	3.84	4.26	3.91	3.88
NiO	0.01	0.01		0.01	0.00	0.07	0.06	0.00	0.01	0.00	0.07	0.00
MgO	0.16	0.13	0.10		0.01	0.16		0.15	0.11	0.16	0.15	0.19
ZnO	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.07	0.09	0.00				
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Fórmula estrutural com base de três oxigênios												
Ti	1.48	1.48	1.45	1.47	1.48	1.47	1.47	1.46	1.29	1.29	1.30	1.29
Al	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ³⁺	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ²⁺	5.30	5.31	5.28	5.32	5.33	5.31	5.31	5.27	4.97	4.95	4.97	4.97
Mn	0.15	0.16	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.16	0.17	0.19	0.18	0.17
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Zn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6

O TOTAL DEVE TER O MESMO NUMRO DE DECIMAIS QUE OS VALORES ACIMA !!!!

4.5.6. Magnetita

A magnetita é um dos óxidos mais abundantes em rochas ígneas e metamórficas e é a fase mais enriquecida em Fe do grupo do espinélio (Deer et al. 2013). Ocorre normalmente como exsolução associado a ilmenita e é observado, comumente, sendo coroado por agregados de mica marrom (Figura 10). Foram realizadas 14 análises, apresentadas na tabela 8.

Tabela 8: Análises químicas pontuais dos cristais de magnetita da rocha 1992.

FÁCIES	SIENÍTO RANCHO QUEIMADO													
ANÁLISE	2	4	14	16	18	20	71	75	77	79	81	99	100	101
TiO ₂	2.40	2.24	2.31	2.46	2.13	2.00	6.73	1.96	1.61	1.54	1.41	3.86	5.56	7.95
Al ₂ O ₃	0.31	0.47	1.76	1.08	1.25	1.26		0.21	0.22	0.18	0.19	0.33	0.37	0.52
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.05	0.03	0.00	0.05	0.00	0.02	0.00	0.11	0.02	0.00	0.00
FeO	95.30	96.00	94.90	95.10	95.10	95.00	91.10	73.30	73.80	74.30	74.48	94.72	91.31	87.46
MnO	0.09	0.13	0.16	0.13	0.18	0.28	0.94	0.31	0.19	0.27	0.15	0.33	1.20	2.59
NiO	0.08	0.17	0.04	0.05	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.08	0.00
MgO	0.16	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00		0.02	0.11	0.00	0.01	0.00	0.19	0.00
ZnO	0.14	0.00	0.06	0.00	0.00	0.05	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	99.70	99.80	99.70	99.80	99.50	98.69	99.47	75.80	75.95	76.29	76.35	99.27	98.71	98.52
Fórmula estrutural com base de quatro oxigênios														
Ti	0.07	0.06	0.06	0.07	0.06	0.05	0.18	0.07	0.06	0.05	0.05	0.11	0.15	0.22
Al	0.01	0.02	0.07	0.05	0.05	0.05	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ³⁺	1.86	1.86	1.80	1.82	1.83	1.84	1.63	1.85	1.87	1.88	1.89	1.77	1.68	1.54
Fe ²⁺	1.05	1.05	1.05	1.06	1.05	1.04	1.14	1.06	1.04	1.04	1.04	1.09	1.10	1.14
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.08
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Zn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00

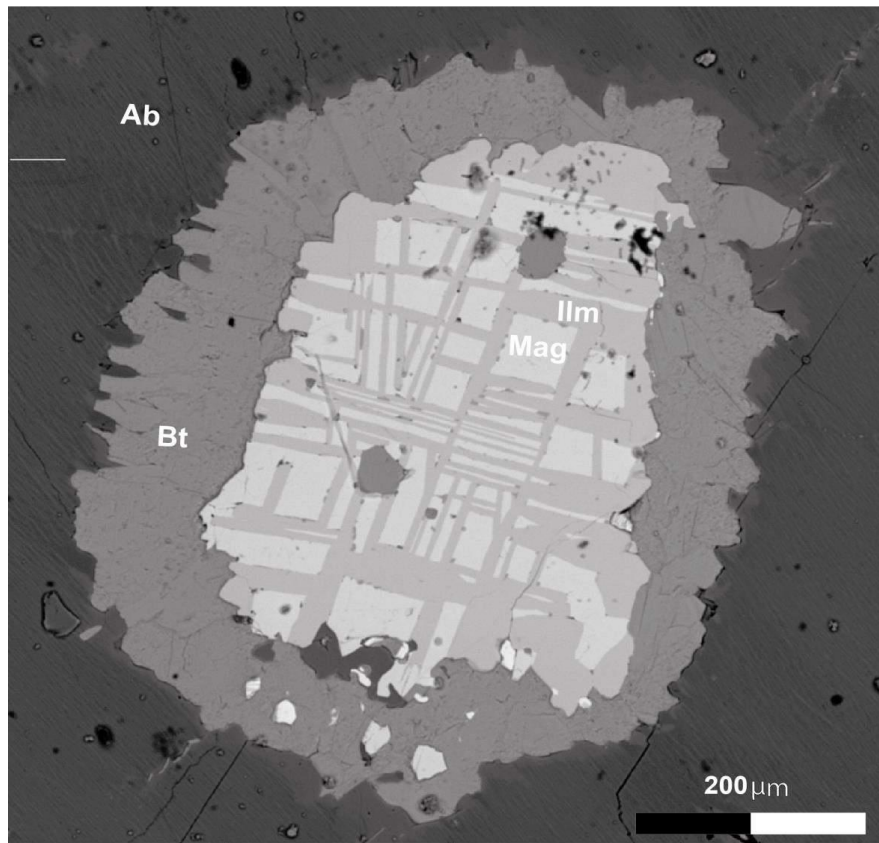


Figura 10. Imagem de elétrons retroespalhados exibindo textura de exsolução com as fases da magnetita e da ilmenita coroados por biotita, inclusos em albita.

4.5.7. Zircão

Os cristais de zircão geralmente ocorrem pequenos e euédricos, inclusos nos minerais essenciais (Deer et al. 2013). As análises químicas obtidas para o zircão estão na tabela 9.

O zircão é um silicato de zircônio (ZrSiO_4) comumente utilizado para datações de rochas ígneas, para datar o evento metamórfico ou para estudos de proveniência das rochas sedimentares. Nas rochas estudadas os cristais normalmente ocorrem com forma subédrica como relatado na petrografia e incluso nos minerais essenciais associado aos óxidos de zircônio, apatita e a ilmenita. Entretanto, com as imagens de BSE foi possível observar cristais de zircão anédricos ocupando planos de fraturas (Figura 11) e coroando cristais de baddaleyíta (Figura 14).

Foi possível observar os conteúdos de alguns elementos como o Nb (1,2 – 1,7 %), Hf (0,2 – 1,5 %), Th (0,03 – 0,1 %) e U (0,04 – 0,3 %) ocorrendo em grande parte dos cristais.

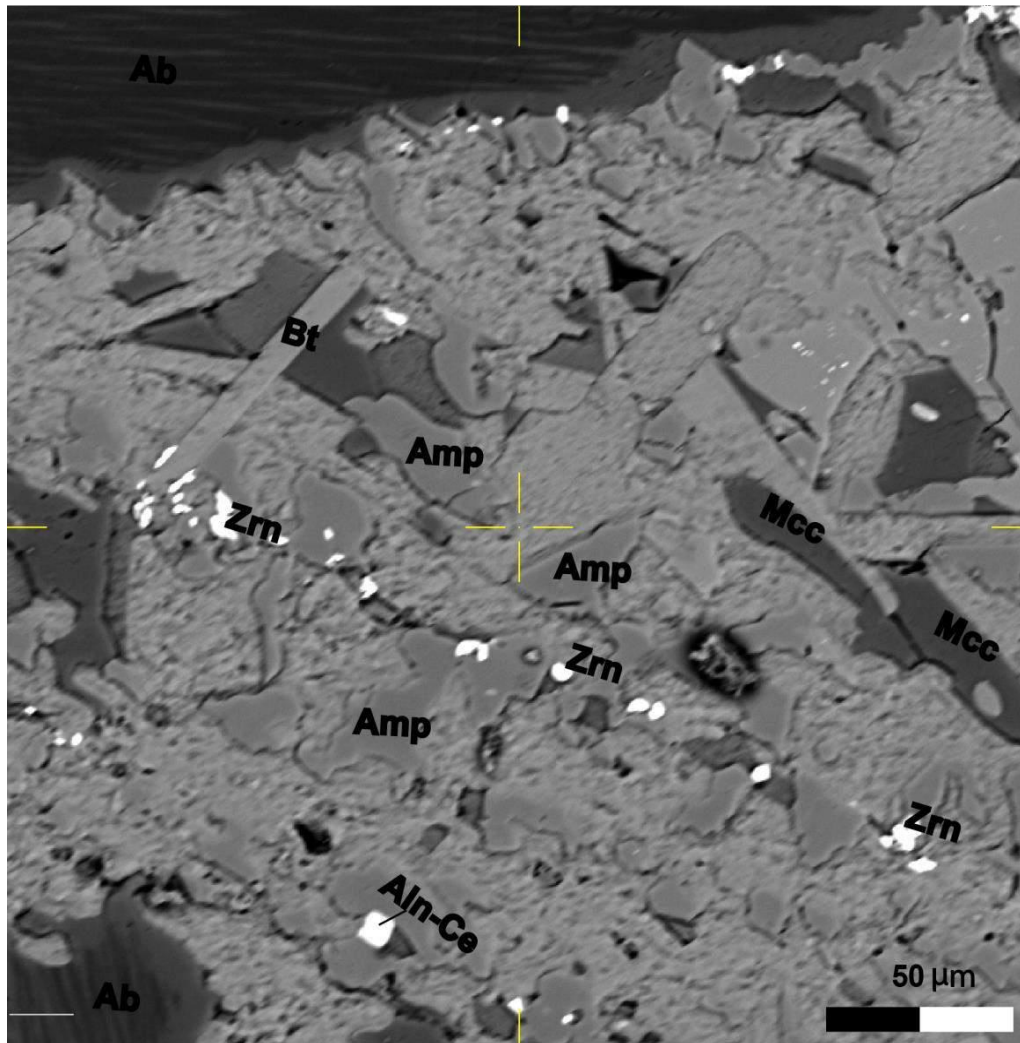


Figura 11. Imagem de elétrons retroespalhados exibindo borda de anfibólio com inclusão de zircão no plano de fratura.

Tabela 9: Análises químicas pontuais dos cristais de zircão da rocha 1992.

FÁCIES	SIENÍTO RANCHO QUEIMADO										
ANÁLISE	43	44	45	46	47	48	76	77	78	79	11
SiO ₂	32.33	33.11	33.20	32.99	32.90	32.83	32.96	33.33	33.16	32.82	32.29
ZrO ₂	64.07	65.11	65.83	66.19	65.90	65.52	65.90	65.56	64.19	61.90	61.99
HfO ₂	1.07	0.73	0.53	0.17	0.70	0.78	0.28	0.40	0.71	1.47	1.27
UO ₂	0.20	0.05	0.00	0.04	0.00	0.19	0.30	0.00	0.00	0.00	0.05
ThO ₂	0.00	0.48	0.00	0.00	0.00	0.10	0.06	0.00	0.00	0.48	0.03
NiO	0.00	0.00	0.11	0.00	0.10	0.00	0.00	0.15	0.09	0.00	0.01
FeO	0.16	0.13	0.10		0.01		0.15	0.11	0.16	0.15	0.19
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Fórmula estrutural com base de quatro oxigênios											
Si	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.02	1.01	0.99
Zr	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.96	0.93	0.93
Hf	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
U	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Th	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Total	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00

4.5.8. Zirconolita

A zirconolita é um mineral acessório raro e tem sido identificado em diversos tipos de rochas. Contudo, em rochas evoluídas de suítes alcalinas subsaturadas em sílica, a zirconolita é relativamente comum (Giére, 1986).

Os cristais observados de zirconolita apresentam forma subédrica com tamanhos menores que 0,002 mm. Ocorrem comumente inclusos em ortoclásio pertítico (Figura 12). Normalmente, mostra-se associado a cristais de baddeleíta e ilmenita. Os dados de química mineral obtidos para os cristais de zirconolita estão na tabela 10. Apresenta teores de ThO₂ entre 13-16 %; UO₃ 4-5%; Nb₂O₅ 4-5% e 0,8-1,0% de Y₂O₃.

O diagrama ternário (Th+U) vs. ETR vs. (Nb+Ta) têm sido empregado para estabelecer a afinidade do magma em que a zirconolita foi formada (Figura 13). É possível notar que os cristais estudados se posicionam no campo das zirconolitas metassomáticas.

Comparando com os cristais de zirconolita da CAFA (Santos, 2016) e a dos carbonatitos de Jacupiranga (Bellatreccia et al. 1999) observa-se que os cristais do BNSI apresentam conteúdos superiores de $\text{ThO}_2 + \text{UO}_2$ (18,79-21,34%) do que os relatados para o CAFA (8-10,9%) e para Jacupiranga (7,9-8,2%). Os valores de $\text{Nb}_2\text{O}_5 + \text{Ta}_2\text{O}_5$ (4,91-5,59%) das zirconolitas do BNSI são menores do que os relatados para os dois corpos.

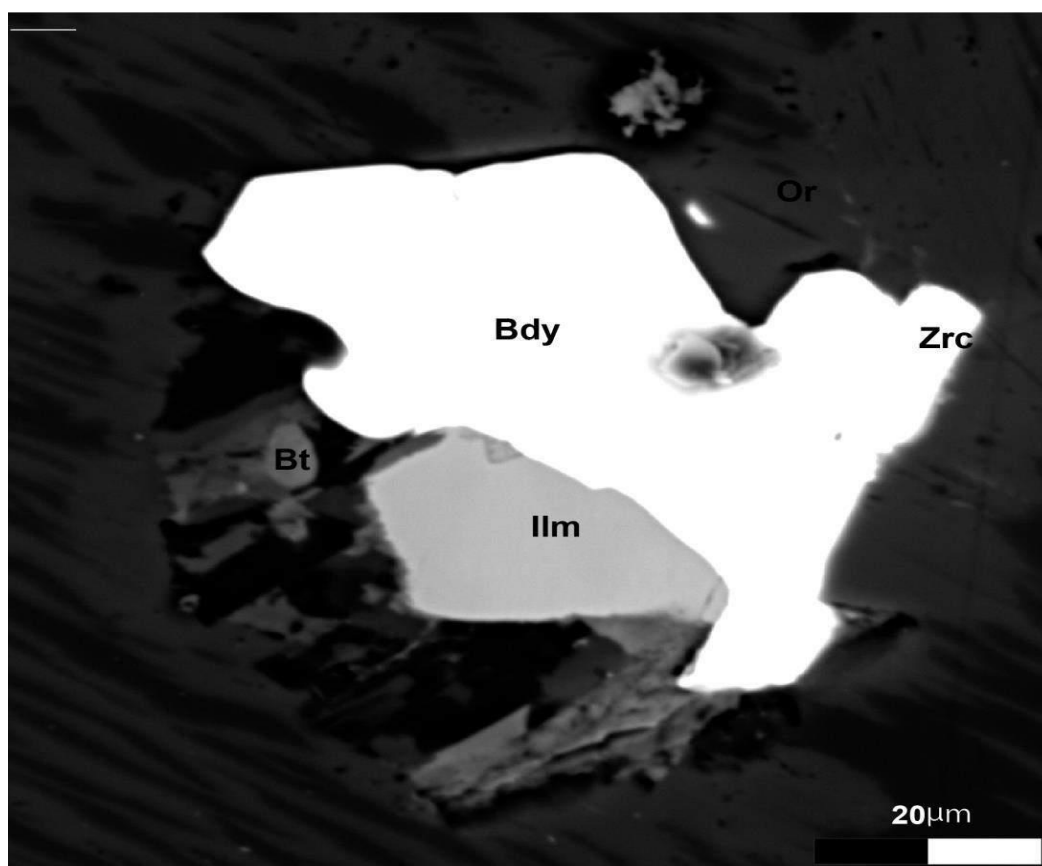


Figura 12. Imagem de elétrons retroespalhados exibindo cristais de baddaleyíta, zirconolita, ilmenita e biotita, incluídos em cristal perítico de ortoclásio.

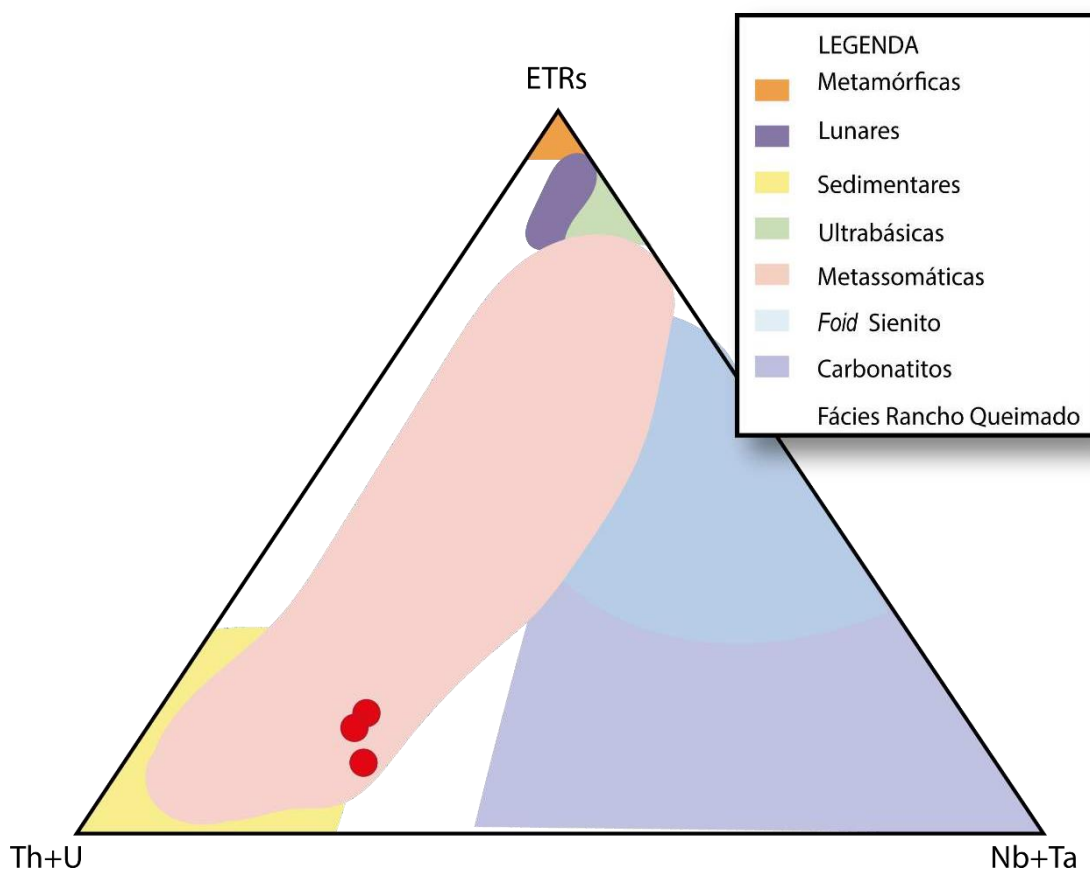


Figura 13. Diagrama catiônico ETR-(Th+U)-Nb+Ta de Bellatreccia et al. (1999) com os campos delimitando a ocorrência de zirconolita em rochas como: metamórficas (Harley 1994), lunares (Willians & Gieré 1996), sedimentares (Nishio & Minakawa 2004), ultrabásicas (Rajesh et al. 2006), metassomáticas (Willians & Gieré 1996), foid sienitos (Wall et al. 1987) e carbonatitos (Bellatreccia et al. 1999; Willians & Gieré 1996).

Tabela 10: Análises químicas pontuais dos cristais de zirconolita da rocha 1992.

FÁCIES	SIENÍTO RANCHO QUEIMADO		
ANÁLISE	34	35	36
ZrO ₂	29.8	28.8	27.7
HfO ₂	0.2	0.6	0.5
UO ₃	5.3	4.5	5.3
ThO ₂	13.5	15.6	16.0
TiO	26.3	23.3	24.5
FeO	8.3	8.1	7.4
Total	100.0	100.0	100.0
Fórmula estrutural com base de sete oxigênios			
Zr	0.0	0.0	0.0
Hf	0.0	0.0	0.0
U	1.1	1.0	1.0
Th	0.0	0.0	0.0
Ti	0.5	0.7	0.6
Fe	0.3	0.3	0.3
Total	3.0	3.0	3.0

4.5.9. Baddaleyíta

A baddeleyíta é um mineral composto essencialmente por zircônio e oxigênio que geralmente ocorre como fase acessória juntamente com a zirconolita, zircão, apatita e ilmenita. Sua ocorrência tem sido reportada em diversos tipos de rochas, desde rochas terrestres como sienitos alcalinos (Marcks e Marckl 2001) e lunares (Prinz et al. 1973)

É o mineral acessório mais expressivo. As análises químicas obtidas para a baddeleyíta estão na tabela 11. O cálculo da fórmula estrutural foi realizado utilizando as recomendações do trabalho de Bellatreccia et al. (1998).

Os cristais observados apresentam forma subédrica e anédrica com tamanhos entre 0,002 mm e 0,04 mm. Ocorre comumente incluso em ortoclásio perítico (Figura 12). Normalmente, mostra-se associado a cristais de zirconolita e ilmenita. Na Figura 14, é possível observar contato amebóide entre o cristal de baddeleyíta e o zircão. Apresenta teores de HfO₂ entre 0,5-1,5 %; TiO₂ 0,12-0,5%; FeO 0,1-0,5% e UO₂ 0,1-0,72 %.

A relação entre os conteúdos de Hf, Ti e Fe na baddaleyíta e o tipo de rocha em que ocorre é descrito na literatura por Heaman & LeCheminant (1993). Em rochas alcalinas, tanto as subsaturadas quanto as insaturadas em SiO_2 e as rochas carbonatíticas apresentam maior teor de Hf em relação ao Ti e Fe. No diagrama, $\text{HfO}_2\text{-TiO}_2\text{-FeO}$ as análises foram plotadas no campo dos sienitos e carbonatitos. Algumas análises mostraram afinidade com rochas básicas e rochas lunares (Figura 15).

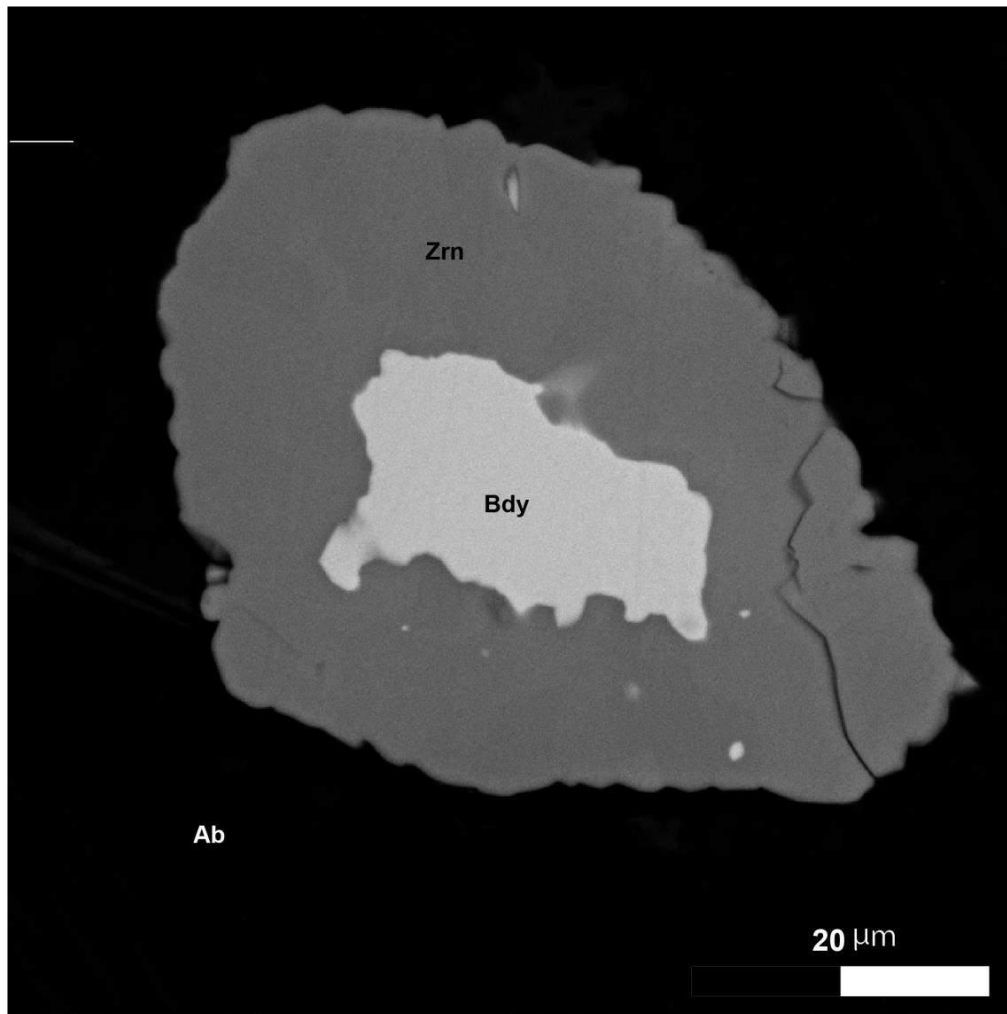


Figura 14. Imagem de elétrons retroespalhados exibindo contato amebóide entre a baddaleyíta e o zircão, inclusos em cristal de albíta.

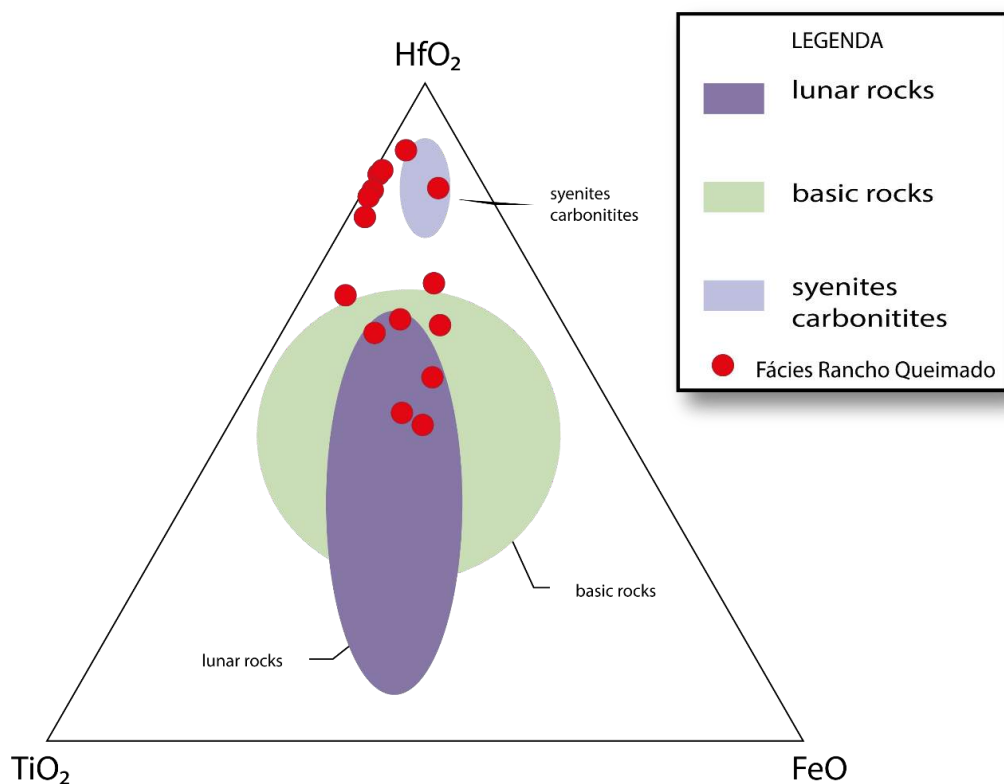


Figura 15. Diagrama ternário ($\text{HfO}_2\text{-TiO}_2\text{-FeO}$) representando baddaleyítas de diferentes ambientes com as análises de cristais de baddaleyíta do BNSI (Heaman and LeCheminant, 1993)

Tabela 11: Análises químicas pontuais dos cristais de baddaleyíta da rocha 1992.

FÁCIES	SIENÍTO RANCHO QUEIMADO										
ANÁLISE	43	44	45	46	47	48	76	77	78	79	11
ZrO ₂	97.8	97.0	97.7	97.1	97.3	97.6	98.7	94.3	97.7	97.3	97.7
HfO ₂	0.5	1.0	0.5	1.0	0.8	0.8	0.8	1.3	1.5	1.0	1.3
UO ₂	0.4	0.3	0.2	0.4	0.1	0.1	0.0	0.1	0.2	0.7	
ThO ₂	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
TiO	0.3	0.2	0.2	0.3	0.5	0.3	0.1	0.3	0.3	0.2	0.1
FeO	0.3	0.2	0.1	0.3	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Fórmula estrutural com base de oito oxigênios											
Zr	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	4.0	3.8	3.9	3.9	3.9
Hf	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
U	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Th	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ti	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fe	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0

5. Discussão

A petrografia das rochas estudadas do Batólito Nefelina Sienito Itarantim mostrou que os cristais apresentam formas diversas (anédricas, subédricas e euédricas). A composição encontrada para o feldspato alcalino (anortoclásio) sugere cristalização em condições de alta temperatura.

Os cristais de mica marrom do BNSI são magmáticos. A classificação obtida dos anfibólios indica uma evolução de médio teor de titânio para os tipos Ca-Mg-Fe (Fe-pargasita e Fe-edenita) para os tipos Na-Ca (Fe-barroisita).

As exsoluções de ilmenita e magnetita indicam que provavelmente a ilmenita foi formada pela interação da magnetita com magma (Deer et al. 2013), sugerindo que a magnetita inicialmente possuía teor elevado de titânio e que ao interagir com fluido foi desestabilizada formando a textura de exsolução em lamelas entre as fases da magnetita e da ilmenita.

A zirconolita foi encontrada inclusa em diversos cristais e apresentam indícios de interação com fluidos. A baddaleítya, um óxido de zircônio, mostra contatos ameboides com o zircão, silicato de zircônio, sugerindo que durante a cristalização da baddeleítya houve um aumento na atividade de sílica no magma, interagindo com o cristal e desestabilizando o mesmo o que propiciou a formação do zircão.

Oliveira (2003) relata que na PASEBA que novas assembleias mineralógicas geradas, com ou sem perda de massa, obedecem ao balanço inicial de massa. Uma das evidências que se destacam é a substituição da nefelina pela cacrinita, observada nas rochas estudadas do BNSI. Com isso, o processo atuante é caracterizando como um autometassotismo, uma vez que não ocorre interação de fatores externos. Sugerindo, provavelmente, que o metassomatismo que ocorreu no BNSI aconteceu em sistema fechado.

6. Conclusão

Em acordo com o que foi apresentado nos resultados e na discussão, conclui-se que:

- A petrografia possibilitou a identificação da mineralogia das rochas do Batólito Nefelina Sienítico Itarantim, permitindo classificá-los e nomeá-los seguindo as especificações da IUGS.
- Como observado em outros corpos da PASEBA a evolução do magma que originou as rochas ocorreu em sistema fechado.
- Com o auxílio do EDS-MEV foi possível pela primeira vez no BNSI, relatar minerais que embora sejam comuns em rochas alcalinas sub-saturadas em Si, fossem descritos para o corpo estudado. Sendo eles: zirconolita e baddeleíta. Vale ressaltar que a presença desses minerais indica possíveis potencialidades para mineralizações com foco em ETRs e Th, Nb e U.
- O EDS-MEV também possibilitou a melhor compreensão da sequência de cristalização das rochas estudadas. Como exemplo o zircão apresenta dois momentos de cristalização, precoce onde os cristais são subédricos inclusos em albita e tardio, onde os cristais são anédricos e encontram-se preenchendo fraturas do anfibólio.

7. Perspectivas

Pausa na iniciação científica para estagiar.

8. Referências

- Almeida, F.F.M. 1977. O Cráton do São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências*, 7: 349- 364.
- Almeida, F.F.M. 1978. A Faixa de Dobramentos Araçuaí na Região do Rio Pardo. In: SBG, CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30., 1978, Recife. *Anais. Recife*. p. 270-283.
- Azevedo, H.C.A. (2002): Catálogo das Rochas Ornamentais da Bahia, CD-ROM.
- Bellatreccia F., Della Ventura D.G., Caprilli E., Williams C.T., Parodi G.C. 1999. Crystal-chemistry of zirconolite and calzirite from Jacupiranga, São Paulo (Brazil). *Mineral. Magazine*, 63:649-660.
- Bellatreccia F., Della Ventura G., Williams T.C., Parodi G.C. 1998. Baddeleyite from the Vico Volcanic complex, Latium Italy. *Rendiconti Lincei*, 9(1)27- 33.
- Conceição H., Arcanjo J.B.A., Oliveira J.E. 1992. Província Alcalina do Sul da Bahia: reflexões sobre o estado do conhecimento. In: 38º Congresso Brasileiro de Geologia, São Paulo, v. 2, p. 84-85.
- Conceição H., Rosa M.L.S., Moura C.A., Macambira M.J.B., Galarza M.A., Rios D.C., Marinho M.M., Menezes R.C.L., Cunha M.P. (2009). Petrology of the Neoproterozoic Itarantim nepheline syenite batholith, São Francisco Craton, Bahia, Brazil. *The Canadian Mineralogist*, 47(6):1527- 1550.
- Conceição, H. (1990): *Pétrologie du massif syénitique d'Itiúba: contribution à l'étude minéralogique des roches alcalines dans l'État de Bahia (Brésil)*. Ph.D. thesis, Université Paris-Sud, Centre d'Orsay, France.
- Correa-Gomes, L.C. & Oliveira, E.P. 2002. Dados Sm-Nd, Ar-Ar e Pb-Pb de corpos plutônicos no sudeste da Bahia, Brasil: Implicações para o entendimento da evolução tectônica no limite do orógeno Araçuaí/Cráton do São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências*, 32(2): 185-196.
- Deer W.A., Howie R.A., Zussman J. (Eds.) 2013. *An Introduction to The Rock- Forming Minerals*. 3 Edition. The Mineralogical Society, London, 498p.
- Fujimori, S. 1967. Rochas alcalinas do sul do Estado da Bahia. *Notas preliminares e estudos da Divisão de Geologia e Mineralogia*. Rio de Janeiro, DMG, DNPM, 141 p.
- Fujimori, S. 1990. *Composição Química de Rochas e suas Aplicações* – Salvador: Centro Editorial e Didático da UFBA. 301p.
- Kopylova, M.G., Matveev, S. & Raudsepp, M. 2018. Searching for parental kimberlite melt. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 71: 3616–3629.

Mascarenhas J.F. & Garcia T.M. 1989. Mapa geocronológico do Estado da Bahia. Escala 1, 1.000.000. Texto Explicativo. Salvador, Secretaria das Minas e Energia, Coordenação da Produção Mineral. 186 p.

Oliveira A.E.L. 2003. Geologia, Petrografia, Litogeoquímica e idade Rb -Sr do Maciço Sienítico Itarantim, Sul do Estado da Bahia. MS Dissertation. Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 110 p.

Oliveira. R.C.L.M. 2010. Idade Petrografia e Geoquímica do Magmatismo Anorogênico Criogeniano e Toniano no Sul do Estado da Bahia. Salvador. Phd Thesis. Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 96 p.

Pimenta, A.C.S., Santos, J.J.A., Rosa, M.L.S. & Conceição, H. 2015. Pirocloro no Stock Itajú do Colônia, Sul do Estado da Bahia, Nordeste do Brasil. *Scientia Plena*, 11(1): 21-26.

Ribeiro, C.C., Brod, J. A., Junqueira-Brod, T.C., Gaspar, J.C., Palmieri, M., Cordeiro, P.F.O., Torres, M.G., Grasso, C.B., Barbosa, E.S.R., Barbosa, P.A.R., Ferrari, A.J.D. & Gomide, C.S. 2014. Metalogênese das Províncias Tectônicas Brasileiras. In: Silva, M. G., Rocha Neto, M.B., Jost, H., Kuyumjian, R.M.(org.). Potencial e Controles Metalogenéticos de ETR, Ti e Nb em Províncias Alcalino-Carbonatíticas Brasileiras. Belo Horizonte, CPRM, p. 559-586.

Rosa M.L.S., Conceição H., Menezes R.C.L., Macambira M.J.B., Galarza M.A., Cunha M.P., Menezes R.C.L., Marinho M.M., Cruz Filho B.E., Rios D.C. 2007. Neoproterozóic anarogenic magmatism in the southern Bahia alkaline Province of NE Brazil. *Lithos*, 97(1):88-97.

Santos, J.J.A., Pimenta, A.C.S., Rosa, M.L.S. & Conceição, H. 2015. Primeira ocorrência de zirconolita na Província Alcalina do Sul do Estado da Bahia: intrusão sienítica do Complexo Alcalino Floresta Azul, Bahia, NE Brasil. *Scientia Plena*, 11(9): 1-8.

Santos, J.J.A., Rosa M.L.S. & Conceição, H. 2014. Primeira Ocorrência de Ancilrita no Estado da Bahia: Mineral Acessório em Foid Sienitos do Complexo Alcalino Floresta Azul, *Scientia Plena*, 10(10): 1-6.

Silva, M.A.F., Moraes, O.F., Gil C.A.A. & Santos R.A. 1974. Projeto Sul da Bahia: relatório final. Folha SD.24-Y-D. DNPM-CPRM. p. 164.

Torres, J.D.P. 2013. Mobilidade Geoquímica e Caracterização Petrográfica de Rochas da Província Alcalina, Sul do Estado da Bahia. Salvador, 110p.

Monografia de Conclusão de Curso, Curso de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia.

Heaman L.M. & LeCheminant A.N. 1993. Paragenesis and U–Pb systematics of baddeleyite (ZrO₂). *Chemical Geology*, 110(1):95-126

9. Outras Atividades

Participação no “Curso Preparatório Pré-Pibic”.



CERTIFICADO

A Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal de Sergipe certifica que o(a) discente

NIVIA FERREIRA LOPES

participou do CURSO PREPARATÓRIO PRÉ-PIBIC, referente ao Edital N° 02/2022 COPES/POSGRAP/UFS.

São Cristóvão, 20 de November de 2022

eDfjAHAN9

Participação e realização da XII Semana de Geologia UFS

	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO	
Certificado		
Certificamos que o(a) Discente NIVIA FERREIRA LOPES, MATRÍCULA 201900038031, participou da Atividade de Extensão XII SEMANA DE GEOLOGIA DA UFS: "UM MUNDO A SER DESCOBERTO", coordenada pelo(a) Professor(a) MARIA DE LOURDES DA SILVA ROSA, promovida pelo(a) DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA, na função de COMISSÃO ORGANIZADORA, com 32 hora(s) de atividades desenvolvidas. A atividade foi realizada no período de 10 de Julho de 2023 a 15 de Julho de 2023.		
		
MARIA DE L. DA S. ROSA Coordenador(a)	São Cristóvão, 21 de Janeiro de 2024	SUELI MARIA DA SILVA PEREIRA Pró-Reitor(a) de Extensão
Código de verificação: 8d8c03f55d Número do Documento: 1219486		
Para verificar a autenticidade deste documento acesse https://www.sigaa.ufs.br/documentos/ >> Extensão >> Certificado de Participante como Membro da Equipe de Ação de Extensão, informando o número e data de emissão do documento e o código de verificação.		

Anexos

2 - DADOS SOBRE A AMOSTRA

5 - DESCRIÇÃO DOS MINERAIS

Ortoclásio

Os fenocristais apresentam-se com forma subédrica. Apresenta textura pertítica com geometria em forma de flamula. Com tamanhos dos cristais variando de 3 – 5,6 mm, predominando aqueles com 4,7 mm. Exibem contato reto com o plagioclásio, com a apatita e com o clinopiroxênio, reentrante com a biotita, curvo com os minerais opacos e com a apatita. Nota-se inclusões de cristais anédricos de zircão com tamanho entre 0,04 – 0,05 mm, predominando aqueles com 0,04 mm e inclusões aciculares de apatita com tamanhos variando de 0,12 – 0,14 mm, com predomínio daqueles com 0,12 mm. Na matriz, os cristais ocorrem com formas anédricas e subédricas, com tamanho dos cristais variando de 1,05 – 1,8 mm, predominando aqueles com 1,2 mm. Nota-se textura pertítica, com as exsoluções apresentando forma de flamula e textura mirmequitóide, cujas vermiculas são de cancrinita? Exibe contato reto com a biotita e com a apatita, curvo com o plagioclásio e com o clinopiroxênio. Observa-se inclusões de minerais opacos, com tamanhos variando de 0,31 – 0,4 mm, predominando aqueles com 0,31 mm.

Clinopiroxênio

Exibe cor verde, com pleocroísmo variando de verde claro, verde e verde escuro.

Os fenocristais ocorrem com forma subédrica, com tamanhos variando de 2,5 – 5,4 mm, com predomínio daqueles com 2,7 mm. Observa-se nos fenocristais a presença da gradação da cor verde da borda para o centro, as bordas apresentam cor verde escura, enquanto o centro cor verde clara. Identifica-se, na maioria dos fenocristais, textura de exsolução caracterizada por pequenas acículas de minerais opacos, seguindo o plano de clivagem do cristal. Exibe contato reentrante com o anfibólio e com a biotita (Figura 1A e 1D), contato reentrante com o plagioclásio e com os minerais opacos, contato reto com o ortoclásio, com a apatita e com a biotita. Nota-se inclusões arredondadas de minerais opacos com tamanhos variando de 0,05 – 1,45 mm (Figura 1A), predominando aqueles com 1,2 mm, cristais de zircão anédricos com tamanhos variando entre 0,05 – 0,08 mm e inclusões aciculares de apatita, com tamanhos entre 0,03 – 0,06 mm, predominando aqueles com 0,03 mm. A maioria dos cristais apresentam-se fraturados. Na matriz, ocorre como cristais anédricos, com tamanho dos cristais variando de 0,5 – 1,5 mm, prevalecendo aqueles com 1,2 mm. Nota-se, em alguns cristais da matriz, textura de exsolução ortogonal ao plano de clivagem do cristal. Exibe contato curvo com o ortoclásio, com minerais opacos e com a apatita, reentrante com o anfibólio e com a biotita. Observa-se inclusão de cristais anédricos de apatita com tamanho variando de 0,08 – 0,18 mm, predominando aqueles com 0,1 mm.

Anfibólio

Ocorre de cor marrom esverdeado, com pleocroísmo variando de verde claro, verde oliva e marrom escuro.

Os fenocristais apresentam-se como cristais subédricos, com tamanhos variando de 1,2 – 2 mm, e são predominantemente subédricos. Exibe contato reentrante com o clinopiroxênio (Figura 1A), biotita, curvos com o plagioclásio e reto com a biotita (Figura 1D) e o ortoclásio. Apresenta inclusões de minerais opacos com tamanho variando entre 0,2 – 0,6 mm. Os cristais da matriz apresentam-se subédricos e anédricos. Exibem contato reentrante com o plagioclásio e o com o ortoclásio, reto com a biotita e com o ortoclásio, serrilhado com o ortoclásio, reentrante com o clinopiroxênio e com os minerais opacos, curvo com os minerais opacos e com o clinopiroxênio.

Nefelina

Apresenta cristais anédricos e subédricos, com tamanhos variando de 1,9 – 6 mm. Nota-se contato curvo com o plagioclásio, ortoclásio e com os minerais opacos, reto e reentrante com a cancrinita, reto com a nefelina, reentrante com a biotita. Exibe textura mirmequítica marcada por vermiculas de cancrinita. Apresenta-se fraturado com fraturas preenchidas por cancrinita (Figura 1B). Inclui cristais subédricos de biotita com cerca de 0,2 mm, ortoclásio com cerca de 0,1 mm e cristais anédricos de apatita < 0,1mm. Por vezes apresenta-se fraturado, com fraturas preenchidas pela cancrinita.

Biotita

De cor vermelha e amarela, com pleocroísmo variando entre marrom a marrom avermelhado. Os cristais apresentam-se subédricos e euédricos (Figura 1D). Apresenta-se, frequentemente, como agregados de biotita com tamanhos variando 1,2 – 4,0 mm. Com tamanhos dos cristais variando de 0,12 – 0,5 mm. Exibe contato serrilhado com o clinopiroxênio, com nefelina e com o anfibólio, reto com o plagioclásio e com o ortoclásio, curvo com o ortoclásio e com os minerais opacos (Figura 1D).

Minerais Opacos

Ocorre como cristais anédricos, com tamanho dos cristais variando entre 0,05 – 1,45 mm, predominando os cristais com tamanho de 1,2 mm. Exibe contato curvo com o clinopiroxênio, com o ortoclásio, com a albita, com o anfibólio e reentrante com a biotita.

Apatita

Ocorre euédrica, anédrica e com tamanhos < 0,65 mm. Exibe contato curvo com o ortoclásio, com o plagioclásio e com o clinopiroxênio, reto com o clinopiroxênio, com a nefelina e com o ortoclásio

Cancrinita

Ocorre anédrica com tamanhos entre 0,7 e 1,7 mm. Exibe contato reentrante com a nefelina e amebóide com o ortoclásio.

Zircão
Zircão é anédrico com tamanhos entre 0,03 - 0,05 mm.
6 – NOME DA ROCHA

7 - CONSIDERAÇÕES PETROGRÁFICAS

Os cristais de clinopiroxênio apresentam zonação marcada pela gradação da cor verde de centro para borda, indicando diferentes composições para os cristais. Apresenta também, textura de exsolução marcada pelas acículas de minerais opacos que se distribuem pelo centro do cristal e diminuindo em direção as bordas do mesmo, sugerindo uma possível ação de fluido e uma reação de reequilíbrio do cristal. Os cristais de biotita encontram-se, comumente, associados aos minerais opacos. A cancrinita cristalizou-se tardiamente, uma vez que é observada preenchendo fraturas, a apatita teve sua cristalização precoce.

HISTÓRICO DA ANÁLISE

Local São Cristóvão - SE	Data de elaboração ¹ 02/02/2023	Data da última revisão ² 03/02/2023	Analista ³ NIVIA FERREIRA LOPES
-----------------------------	---	---	---

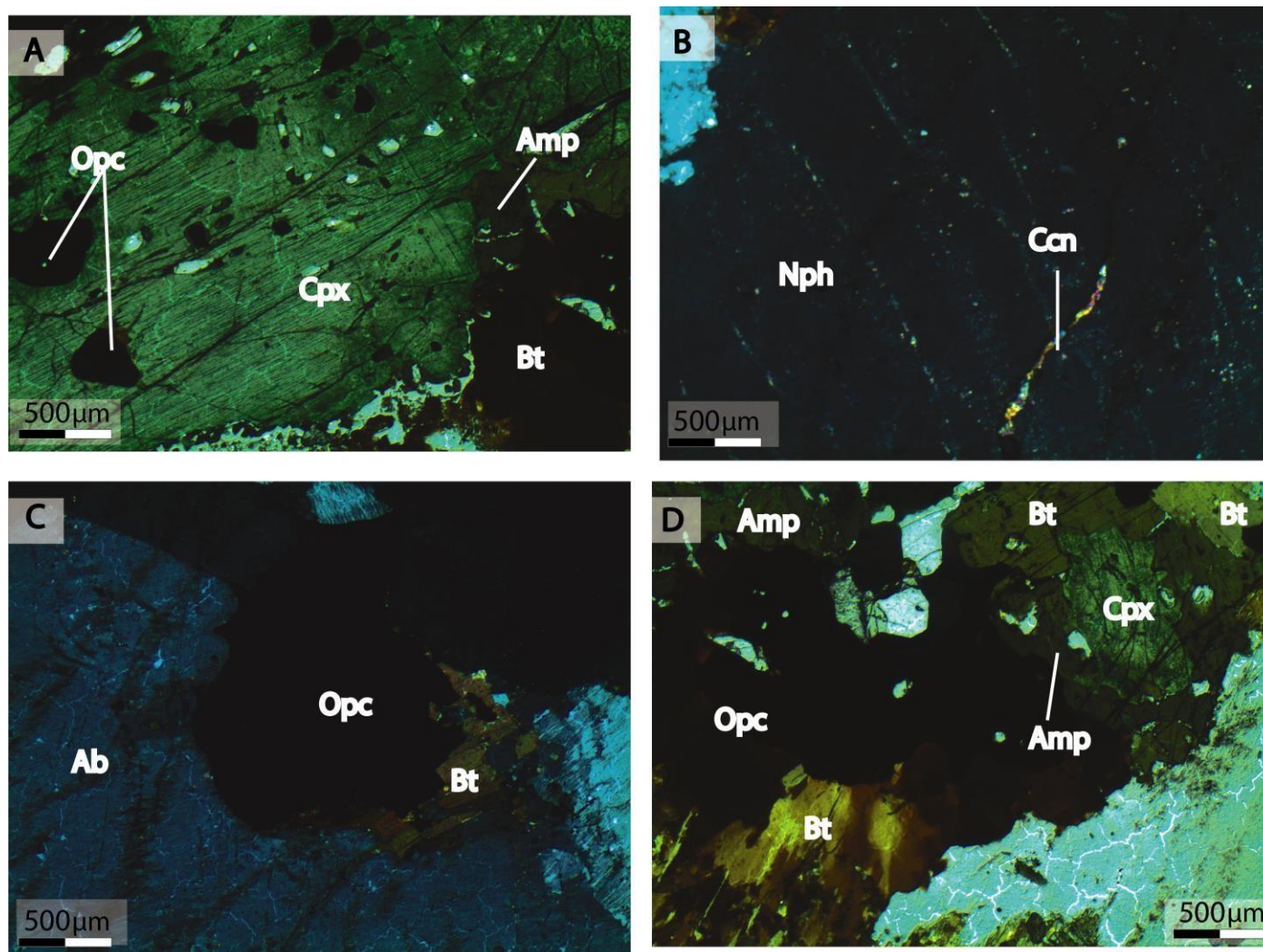


Figura 1: Fotomicrografia da lâmina 2011. A) Cristal de clinopiroxênio exibindo contato reentrante com anfibólio e biotita, observa-se inclusão de minerais opacos. B) Cristal de nefelina fraturado nota-se preenchimento das fraturas por cancrinita.

C) Detalhe exibindo relação entre os minerais opacos, incluídos parcialmente em cristal de albita, e os agregados de biotita. D) Relação entre os minerais opacos e os agregados de biotita, observa-se contato curvo dos minerais opacos com os agregados de biotita e com o anfibólio, contatos curvos entre o anfibólio e clinopiroxênio, reto entre o anfibólio e a biotita e contato reentrante entre o clinopiroxênio e a biotita.

1 - DADOS SOBRE O AFLORAMENTO

Nº de Campo XXX	Latitude 379645	Longitude 8257813	Nome da Folha Geográfica (IBGE)
Nº do Ponto XXX	Referências do Ponto		
Tipo Litológico Nefelina Sienito	Nome do Corpo Batólito Itarantim, Fácies Racho Queimado		

2 - DADOS SOBRE A AMOSTRA

Assinale com um X os diferentes procedimentos de preparação e analíticos efetuados nesta amostra

BRA LD LP Brita Pó AM AQMAQMe ETR Rb/Sr Sm/Nd Pb/Pb U/Pb SP

	X	X			X								
--	---	---	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--

3 - CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS E MICROSCÓPICAS

Rocha de granulação grossa e com textura porfirítica. Os fenocristais são de albita, ortoclásio, clinopiroxênio anfibólio e apatita. A matriz é composta por cristais de biotita, albita, cancrinita e nefelina. Apresenta como mineralogia acessória cristais de apatita e zircão.

4 - ANÁLISE MODAL

MINERAIS	%
Fenocristais	
Albita	
Ortoclásio	
Clinopiroxênio	
Anfibólio	
Apatita	
Matriz	
Biotita	
Albita	
Cancrinita	
Nefelina	
Acessórios	
Zircão	
Apatita	

PARÂMETROS			
APF		Q(A+F) M	
A		Q	
P		A+P	
F		M	
TOTAL	100%	TOTAL	100%

5 - DESCRIÇÃO DOS MINERAIS

Albita

Ocorre como cristais subédricos e anédricos tanto na matriz quanto os fenocristais.

Os fenocristais apresentam tamanhos variando entre 1,2 – 3,4 mm, com predomínio daqueles com 2 mm. Exibem geminação albita-Carlsbad. Exibe textura anti-perfítica. As exsoluções são em forma de flamulas. Exibe contato reto com o ortoclásio, reentrante com a biotita e com o clinopiroxênio, curvo com os minerais opacos e com a apatita. Observa-se inclusões de cristais anédricos de zircão, com tamanhos variando de 0,6 – 0,5 mm, predominando os cristais com 0,5 mm e de cristais euédricos e anédricos de apatita, com tamanhos variando entre 0,06 - 0,6 mm, predominando aqueles com 0,1 mm. Na matriz, os cristais apresentam tamanhos entre 0,8 – 1,2 mm, predominando aqueles com 1,2 mm. Exibem textura anti-perfítica, exibindo exsolução com geometria de flamula. Nota-se contatos reto com o ortoclásio, com o clinopiroxênio e com a biotita, reentrante com a biotita, curvo com o clinopiroxênio e com os minerais opacos.

Ortoclásio

Os fenocristais apresentam-se com forma subédrica. Apresenta textura perfítica com geometria em forma de flamula. Com tamanhos dos cristais variando de 2,2 – 3,8 mm, predominando aqueles com 3,4 mm. Exibem contato reto com o plagioclásio, com a apatita e com o clinopiroxênio, reentrante com a biotita, curvo com os minerais opacos e com o zircão. Nota-se inclusões de cristais anédricos de zircão com tamanho entre 0,03 – 0,05 mm, predominando aqueles com 0,03 mm e inclusões aciculares de apatita com tamanhos variando de 0,1 – 0,25 mm, com predomínio daqueles com 0,2 mm.

Clinopiroxênio

Apresenta cor verde claro, apresentando cor verde nas bordas. Pleocroísmo variando de verde pálido, verde claro e verde. Os fenocristais ocorrem com forma subédrica, com tamanhos variando de 2,2 – 3,7 mm, com predomínio daqueles com 2,8 mm. Observa-se nos fenocristais a presença da gradação da cor verde da borda para o centro, as bordas apresentam cor verde escura, enquanto o centro cor verde clara. Identifica-se, na maioria dos fenocristais, textura de exsolução caracterizada por pequenas acículas de minerais opacos, seguindo o plano de clivagem do cristal. Exibe contato reentrante com a biotita; vê os outros contatos; curvo com o plagioclásio, reto com o ortoclásio, com a apatita e com a biotita. Nota-se inclusões arredondadas de minerais opacos com tamanhos variando de 0,06 – 0,8 mm, predominando aqueles com 0,5 mm, inclusões aciculares de apatita, com tamanhos entre 0,06 – 0,1 mm, predominando aqueles com 0,03 mm e inclusões de anfibólio. Na matriz, ocorre como cristais anédricos, com tamanho dos cristais variando de 1,6 – 1,9 mm, prevalecendo aqueles com 1,6 mm. Exibe contato curvo com o ortoclásio, com minerais opacos e com a apatita, reentrante com o anfibólio e com a biotita.

Anfibólio

Ocorre com cor marrom. O pleocroísmo varia de marrom claro, marrom e marrom avermelhado.

Os fenocristais apresentam-se como cristais subédricos, com tamanhos variando de 2,2 – 6,3 mm, predominando aqueles com 3 mm e são predominantemente subédricos. Contato reto com o plagioclásio e com o ortoclásio; reentrante com o clinopiroxênio; curvo com os minerais opacos; ameboide com o clinopiroxênio; serrilhado com o clinopiroxênio e com a biotita. Apresenta inclusões de apatita com tamanho variando entre 0,4 – 0,6 mm e minerais opacos com tamanhos variando entre 1,2-2,2 mm. Os cristais da matriz apresentam-se subédricos e anédricos. Exibem contato reentrante com o plagioclásio e o com o ortoclásio, reto com a biotita e com o ortoclásio, reentrante com o clinopiroxênio e com os minerais opacos, curvo com os minerais opacos e com o clinopiroxênio.

Biotita

Comumente, apresenta cor avermelhada. Quando associada as bordas dos minerais opacos apresenta cor amarelo. Os cristais apresentam-se subédricos. Apresenta-se, frequentemente, como agregados de biotita com tamanhos variando 1,0 – 4,0 mm. Com tamanhos dos cristais variando de 0,3 – 0,6 mm. Exibe contato Curvo com os minerais opacos e com o anfibólio; reentrante com o anfibólio, curvo com o clinopiroxênio, reentrante com o plagioclásio e com o ortoclásio e com o clinopiroxênio.

Apatita

euédrica

Ocorre euédrica com tamanhos entre 0,2 mm – 0,8 mm quando incluso, os fenocristais apresentam tamanhos entre 0,95 mm - 1,5 mm. Exibe contato reto com a nefelina, com o plagioclásio e com o ortoclásio.

Cancrinita

Ocorre anédrica com tamanhos entre 1,1mm - 1,5 mm. Exibe Contato reto com o plagioclásio e com o ortoclásio; curvo com a apatita e com o ortoclásio; reentrante com o clinopiroxênio e com ortoclásio.

Minerais Opacos

Ocorre como cristais anédricos, com tamanho dos cristais variando entre 0,32 – 2,7 mm, predominando os cristais com tamanho de 0,5 mm. Exibe contato curvo com o clinopiroxênio, com o ortoclásio, com a albita, com o anfibólio e com a biotita.

Zircão

Ocorre anédrico, com tamanho variando entre 0,6 – 1,0 mm. Exibe contato curvo com a albita e o ortoclásio.

6 – NOME DA ROCHA

Sienito Cinza

7 - CONSIDERAÇÕES PETROGRÁFICAS

Observa-se alteração do clinopiroxênio para anfibólio (uralitização)? A apatita é um mineral precoce e o zircão está ligada as fases finais de cristalização. A cancrinita encontra-se nos interstícios entre os cristais de albita e ortoclásiosugerindo cristalização nos estágios finais. Os minerais opacos encontram-se em sua maioria inclusos, indicando cristalização nos estágios iniciais.

HISTÓRICO DA ANÁLISE

Local São Cristóvão - SE	Data de elaboração ¹ 02/02/2023	Data da última revisão ² 03/02/2023	Analista ³ NIVIA FERREIRA LOPES
-----------------------------	---	---	---

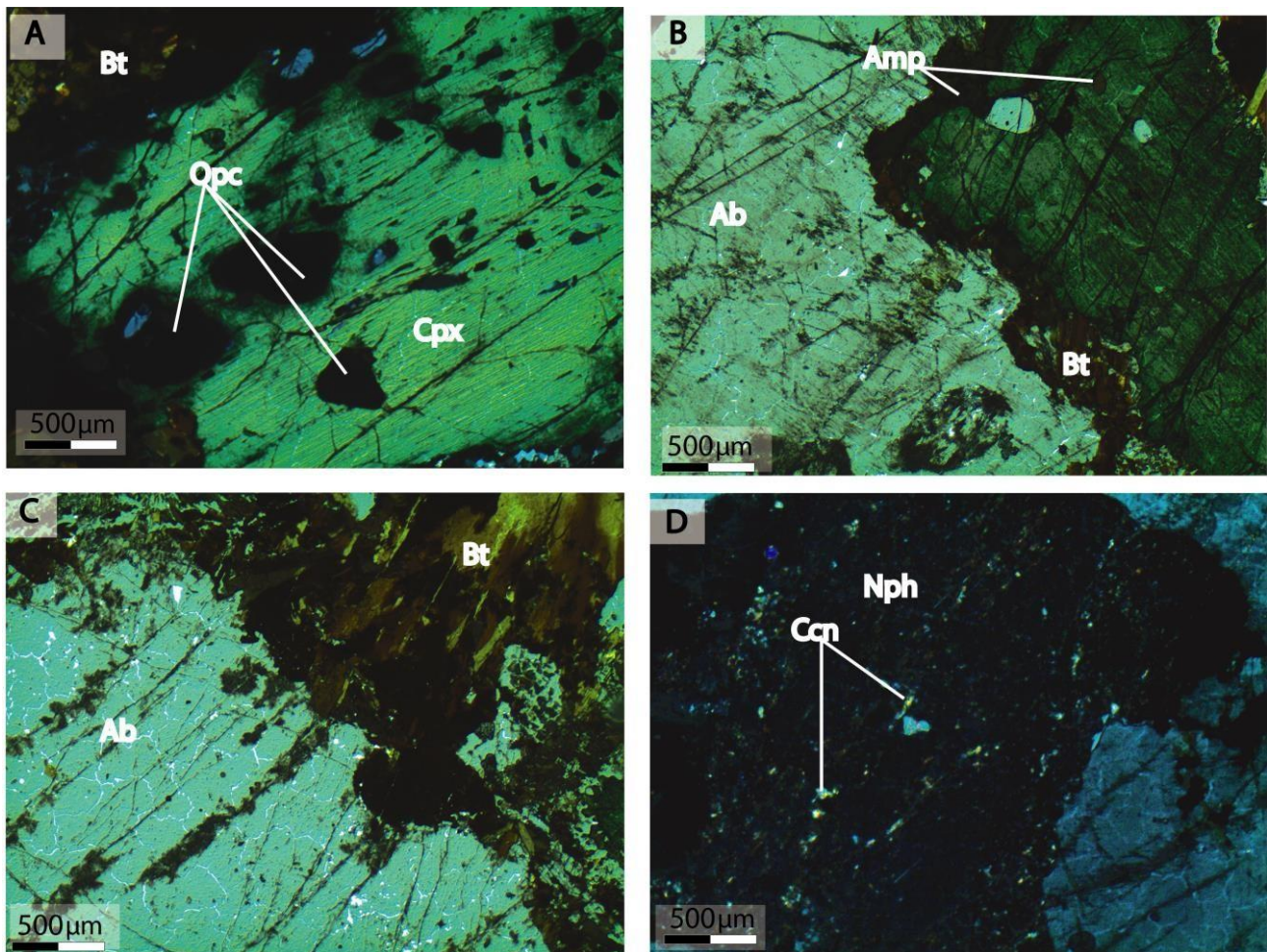


Figura 1: Fotomicrografia da lâmina 2011. A) Cristal de clinopiroxênio exibindo contato reentrante com a biotita, observa-se inclusão de minerais opacos. B) Detalhe exibindo contato curvo entre o anfibólio e o clinopiroxênio e contato reentrante entre biotita. Nota-se pequena inclusão de anfibólio no clinopiroxênio. C) Detalhe exibindo os agregados de biotita. D) Cristal de nefelina alterando para cancrinita

Clinopiroxênio

É verde claro, anédrico e subédrico, prevalecendo os cristais subédricos. O pleocroísmo varia de verde claro, verde e castanho.

Do centro a borda dos fenocristais foi possível observar uma gradação na coloração da cor verde, onde as bordas dos cristais apresentam cor verde escuro, enquanto o centro um verde mais claro, quando associados as bordas da olivina, apresentam cor verde escuro e não é possível notar essa gradação na cor (Figura 1A). Os fenocristais são subédricos e os tamanhos variam de 2,4 - 3,2 mm, predominando os cristais com 1,4 mm. Eles exibem contatos reentrantes com os agregados de biotita; retos com clinopiroxênio e apatita; reentrantes com a albita, anfibólio e ortoclásio; e curvos ilmenita. Todos os fenocristais apresentam textura caracterizada por finas acículas de minerais opacos (ilmenita) que se concentram na região central dos cristais. As acículas apresentam comprimentos de 0,04 - 0,16 mm, predominando aquelas com 0,1 mm. Estas acículas estão orientadas segundo o plano de clivagem do clinopiroxênio. Nas bordas dos cristais, encontram-se, geralmente, agregados de biotita (Figuras 1A e 1B).

Na matriz, o clinopiroxênio é anédrico, os tamanhos variam de 0,4 a 1,4 mm, predominando os cristais com 1 mm. Exibe contatos reentrantes com a apatita; ameboide com o ortoclásio; reentrantes com os agregados de biotita; serrilhados com a olivina, curvos com os minerais opacos, ortoclásio, albita e anfibólio. É possível observar, em alguns cristais, finas acículas de minerais opacos (ilmenita), com comprimento entre 0,04 a 0,08 mm.

Biotita

É marrom escuro, subédrica e anédrica (Figuras 1 e 2), com tamanhos de 0,12 a 0,64 mm e predominando os cristais com 0,6 mm. O pleocroísmo é marrom-claro, marrom e marrom-escuro. Quando associada às bordas dos minerais opacos (ilmenita e magnetita) os cristais de biotita apresentam cor marrom avermelhada (figura x). Pode formar agregados de biotita e minerais opacos com comprimento maior variando entre 1,25 a 3,2 mm. Exibe contatos reentrantes com o ortoclásio e minerais opacos; serrilhado e reto com clinopiroxênio e anfibólio; e curvo e reentrante com albita. Observa-se nos agregados, frequentemente em suas bordas, inclusões de minerais opacos com o tamanho das inclusões variando entre 0,12 a 0,04 mm. Encontra-se incluso no anfibólio, na albita e no clinopiroxênio (Figura 2b e 3c). Quando associado os minerais opacos (ilmenita e magnetita), os cristais de biotita apresentam-se dispostos de forma radial ao redor da borda dos mesmos (Figura X). Os agregados apresentam inclusões de minerais opacos com tamanho das inclusões variando de 0,05 a 0,12 mm.

Ortoclásio

Ocorre como cristais subédricos.

Os fenocristais apresentam tamanhos variando de 1,6 mm a 3,2 mm, predominando os cristais com 2,4 mm. Apresentam microperititas em forma de flamula. Exibem contato reentrante com a albita, reto com a biotita, com a zirconolita e com a apatita, curvo com os minerais opacos e com o anfibólio, ameboide com o zircão e com o clinopiroxênio. Ocorrem em suas bordas (Figura 3d) inclusões de cristais anédricos de zircão (< 0,004 mm), no centro do cristal há inclusões subédricas de zirconolita (< 0,002 mm), anédricas de baddaleyíta (0,002 mm) e subédricas de apatita (0,05 a 0,8 mm) e ilmenita. Ocorre inclusões de apatitas no centro e nas bordas dos cristais de ortoclásio

Na matriz, os tamanhos dos cristais variam de 0,96 a 1,5 mm, com predomínio dos cristais com 1,4 mm. Encontra-se geminado segundo as leis periclina e carlsbad. Exibe contato reto com a albita, com a apatita e com o feldspato, reentrante com o agregado de biotita, curvo com os minerais opacos, com o anfibólio e com o clinopiroxênio. Em suas bordas, observa-se inclusões, dispostas aleatoriamente, de minerais opacos com tamanho das inclusões variando entre 0,2 a 0,6 mm, com predomínio das inclusões de 0,3 mm.

Albita

Ocorre como cristais subédricos tanto na matriz como os fenocristais.

Os fenocristais apresentam tamanhos variando entre 2,3 a 6 mm, com predomínio daqueles com 2 mm. Exibem geminação albita-Carlsbad. Exibe textura anti-peritítica. As exsoluções são em forma de flamulas, ocorrendo por todo os cristais, sendo possível observar uma diminuição nas bordas dos cristais e envolta das inclusões encontra-se ausente (Figura 2b e 3b). Apresenta contato reto com o ortoclásio, com a apatita e com a baddaleyíta, reentrante com o clinopiroxênio, biotita e o anfibólio e curvo com os minerais opacos, com a biotita e com o clinopiroxênio. Apresenta inclusões no centro dos cristais de apatita (0,06 a 1,0 mm), zircão (< 0,04 mm) e baddaleyíta (<0,04 mm), ilmenita (<0,02 mm) e nas bordas de minerais opacos (0,1 a 0,2 mm) (Figura 3a, b, c, d, e, f). Os cristais que compõem a matriz, exibem tamanho entre 0,7 a 1,44 mm, prevalecendo os cristais com 1,4 mm. Apresenta contato reto com o clinopiroxênio, com a biotita e com o ortoclásio, reentrante com a biotita e com o anfibólio e curvo com os minerais opacos (ilmenita e magnetita).

Anfibólio

Ocorre como cristais anédricos e subédricos, com cor marrom e pleocroísmo variando de marrom claro, marrom esverdeado a marrom escuro.

Os fenocristais são subédricos, com tamanhos variando de 1,6 a 2,4 mm, predominando os cristais com 2 mm. Exibem contatos reto com albita, curvo com o ortoclásio curvo e reto com olivina e biotita; serrilhado e reentrante com biotita; clinopiroxênio; e curvos com os minerais opacos. Nota-se, usualmente, nas bordas aglomerados de cristais inclusos no anfibólio, composto, essencialmente, por biotita, ortoclásio, carbonato e cristais de zircão e Ce-allanita. Os fenocristais apresentam-se, todos, fraturados, e elas são preenchidas por biotita. Observa-se cristais de zircão e Ce-allanita, alinhados em microfratura (Figura 2a e b).

Os cristais da matriz são anédricos e subédricos, com tamanho dos cristais variando de 0,1 a 1 mm, predominando os cristais com 0,2 mm. Apresentam contatos retos com a biotita e ortoclásio; curvos com os minerais opacos e olivina; e retos e reentrantes com clinopiroxênio, biotita e albita. As bordas dos minerais encontram-se associadas, normalmente, aos agregados de biotita.

Olivina

É subédrica, tem de cor verde oliva e pleocroísmo variando de verde claro a alaranjado. Os tamanhos dos cristais variam de 1,35 a 2,6 mm. Os fenocristais de olivina exibem contato curvo, reto e reentrante com o clinopiroxênio, reto com a biotita, reentrante com os minerais opacos e curvo com o anfibólio (figura 3f). Exibe inclusões de minerais opacos dispostas em suas bordas com o tamanho das inclusões variando entre 0,625 e 0,83 mm.

Apatita

Ocorre euédrica e subédrica, com tamanho dos cristais variando de 0,05 a 1,5 mm.

Os fenocristais apresentam tamanhos variando entre 1,2 – 1,5 mm. Exibem contatos reto com a albita e com o ortoclásio, curvo com o anfibólio e com o clinopiroxênio, ameboide com os minerais opacos (figura 3f).

Minerais Opacos (ilmenita, magnetita e pirita)

Ocorre como cristais anédricos e subédricos, com tamanho dos cristais variando entre 0,1 a 0,2 mm, predominando os cristais com tamanho de 0,2 mm. Exibe contato curvo com o clinopiroxênio, com o ortoclásio, com a albita, com o anfibólio, reentrante com a olivina e com a biotita, vermicular com a albita e ameboide com apatita. Observa-se textura de exsolução lamelar com as fases da ilmenita e da magnetita associadas entre si. Apresenta-se intimamente associados aos agregados de biotita.

Allanita

Ocorre limitada a matriz. Os cristais são subédricos e marrom claro, com pleocroísmo variando de marrom claro, alaranjado e verde. Com tamanho dos cristais entre 0,625 a 0,9 mm. Exibem contatos curvos com clinopiroxênio, anfibólio, biotita e, ocasionalmente, serrilhado com os minerais opaco e clinopiroxênio.

Zircão

Zircão é anédrico e subédrico, com tamanhos < 0,004 mm. Encontra-se coroando cristais de baddaleyíta (figura 3e) e exibe uma íntima associação com os cristais de baddaleyíta, zirconolita e ilmenita (figura 3d).

Baddaleyíta

Apresenta-se como cristais anédricos com os tamanhos variando de 0,002 - 0,04 mm. Exibem contatos ameboide com o zircão, o qual normalmente é coroado por ele; retos e reentrantes com a albita (figura 3a e 3d).

Zirconolita

Cristal anédrico e com tamanhos inferiores a 0,002 mm. Exibem contatos reto com ortoclásio e baddaleyíta (figura 3e). Ocorre em associação com zircão e a baddaleyíta. Inclusa em cristal de ortoclásio.

6 – NOME DA ROCHA

7 - CONSIDERAÇÕES PETROGRÁFICAS

A gradação de cor observada nos cristais de clinopiroxênio sugerem mudança de composição do centro a borda do mineral, indicando, possivelmente, cristais diferentes de clinopiroxênio. Além disso, as inclusões aciculares de minerais opacos são mais expressivas nas partes mais claras dos cristais de clinopiroxênio, sendo possível observar uma diminuição gradativa do centro a borda, onde na borda, às vezes, apresenta-se ausente. Nas bordas dos cristais de anfibólio é possível observar uma quantidade expressiva de agregados de biotita, além disso as fraturas apresentadas pelos cristais estão preenchidas por outros minerais como carbonatos, zircão e Ce-alanita. O cristal de zircão corando a baddeleyíta, pode indicar uma possível mudança de composição do magma, sendo possível inferir que possivelmente houve um aumento do conteúdo de sílica no momento da cristalização da baddeleyíta.

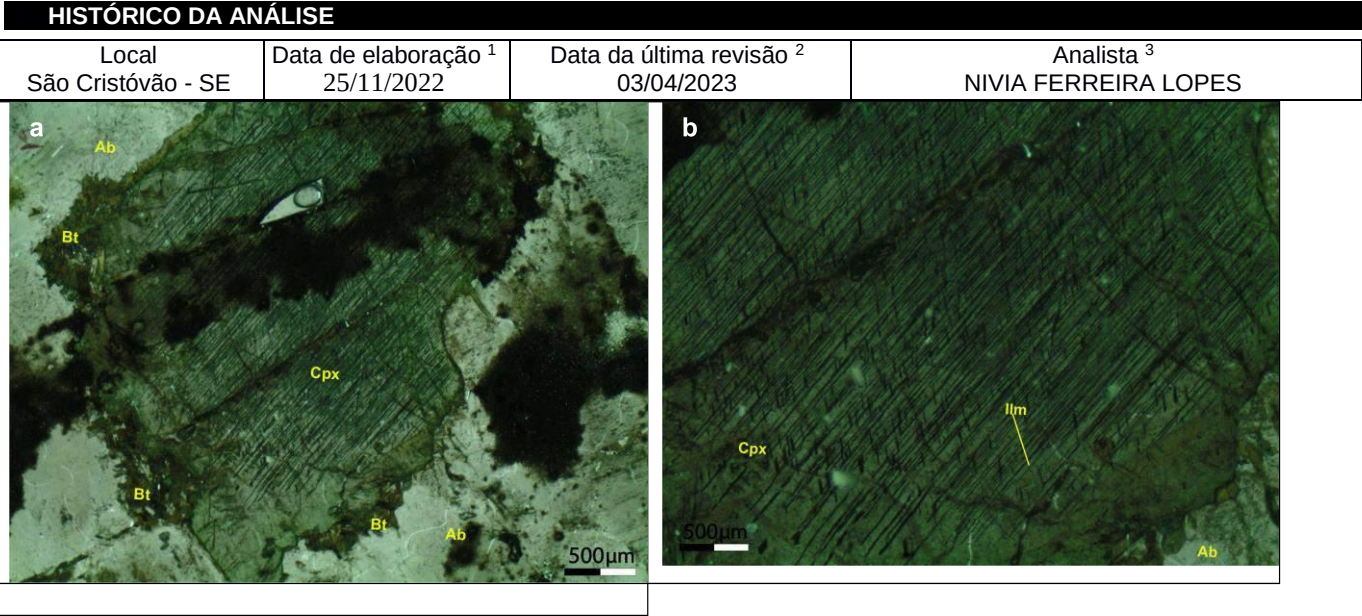


Figura 1. Fotomicrografias de cristal de clinopiroxênio. (A) Fenocristal de clinopiroxênio observa-se zonação marcada pela gradação da cor verde de centro para borda. B) Detalhe de clinopiroxênio, exibindo as finas acículas de minerais opacos. Cpx: clinopiroxênio; Ab: albita; Bt: biotita; Ilm: ilmenita

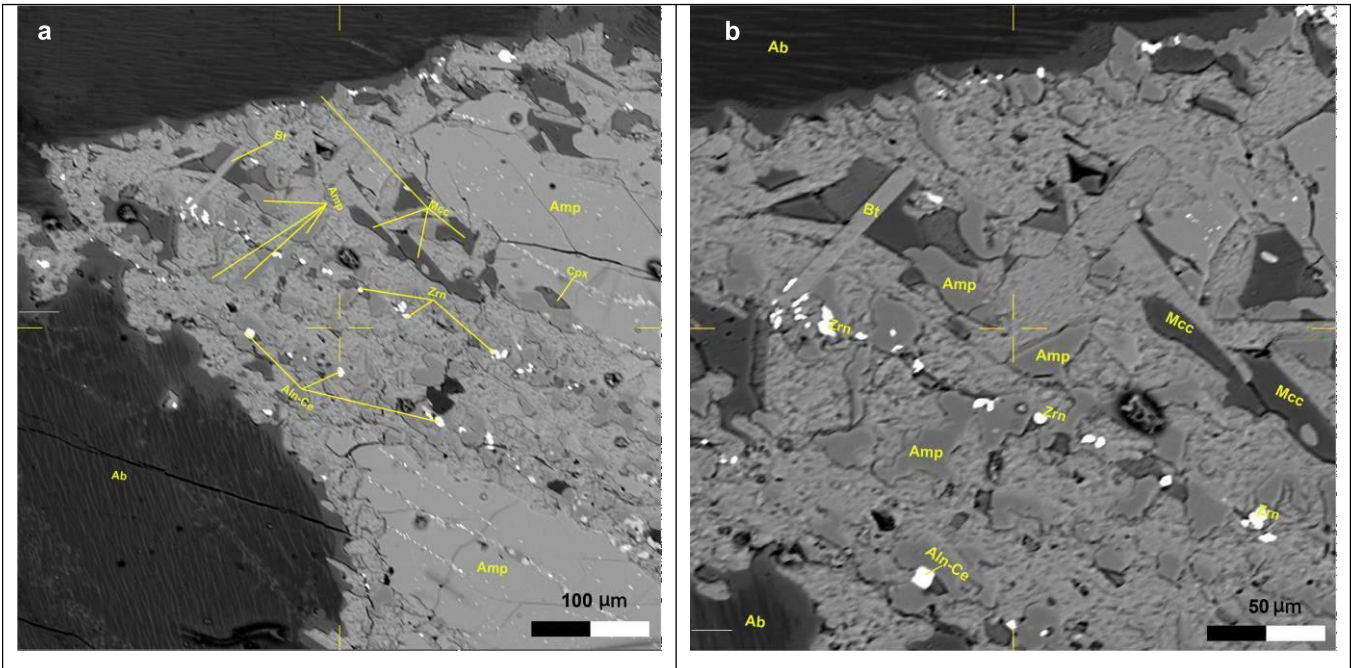


Figura 2: Imagens de elétrons retroespalhados de cristal de anfibólio poiquilítico. (A) Observar as relações complexas de contatos entre anfibólio, clinopiroxênio e biotita. (B) Detalhe exibindo massa de cristais inclusos no anfibólio. Ab: Albita; Amp: Anfibólio; Aln-Ce: Ce-alanita; Zrn: zircão; Mcc: Microclina; Cpx: clinopiroxênio.

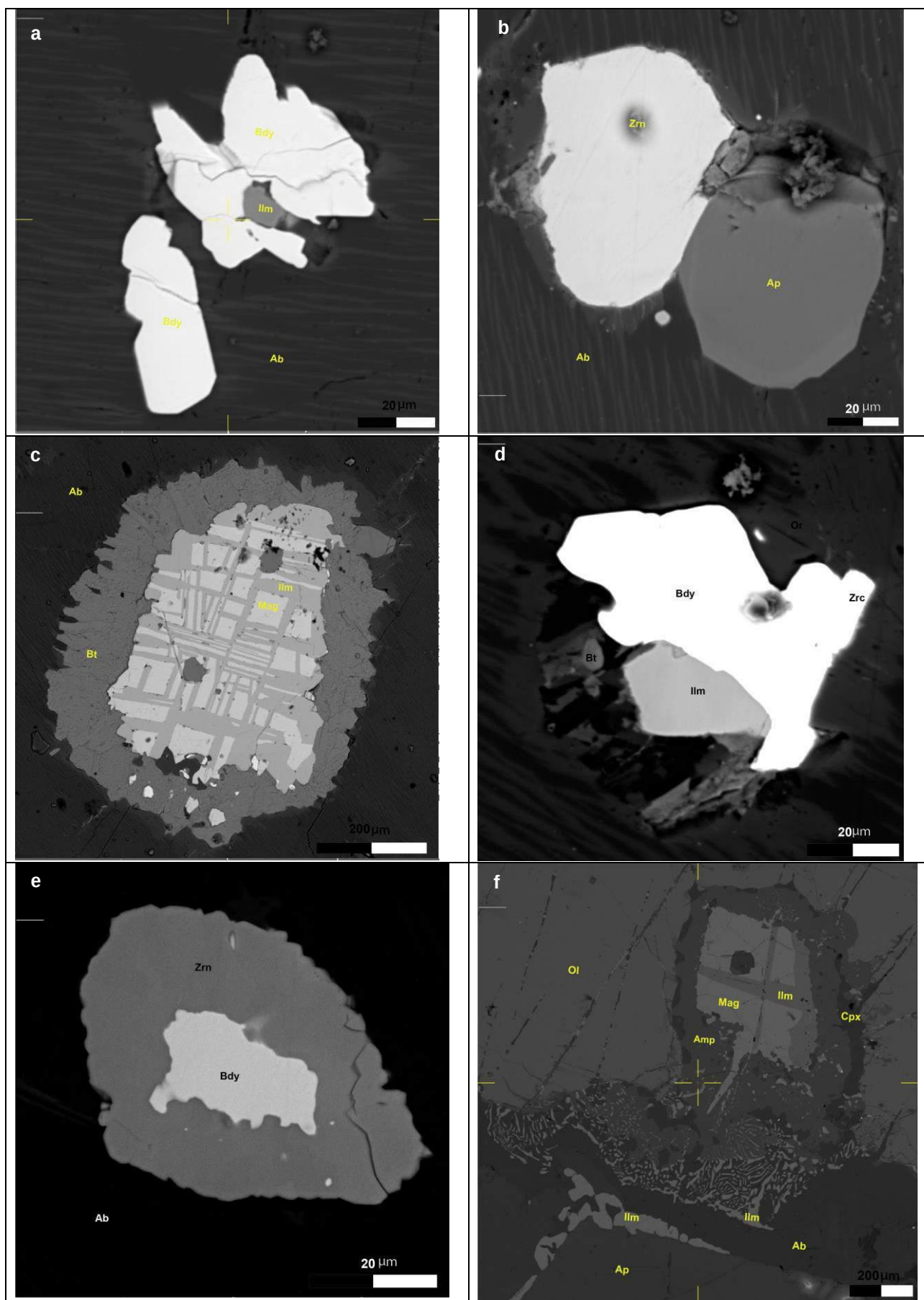


Figura 3: Imagens de elétrons retroespalhados exibindo mineralogia acessória. (A) Cristais de baddaleyíta inclusos na borda da albita apresentando contato curvo com a ilmenita. (B) cristal anédrico de zircão incluído em um cristal de albita exibindo contato reto com cristal subédrico de apatita. (C) exsolução de ilmenita (cinza mais escuro) e magnetita (cinza mais claro) coroados por ripas de biotita, inclusos na albita. (D) Cristal de baddaleyíta apresentando contato reto com cristal de zirconolita, exibindo associação com a ilmenita e com a biotita. (E) Cristal de zircão corando cristal de baddaleyíta com contato amebóide, inclusos em cristal de albita. (F) Imagem de elétrons retroespalhados exibindo

fenocristal de olivina apresentando contato reentrante com o clinoproxênio. Fenocristal de apatita apresentando contato curvo com a ilmenita. Inclusões vermiculares de ilmenita na albita e no anfibólio. Exsolução de magnetita e ilmenita exibindo contato reentrante com o anfibólio. Amp: anfibólio; Ab: albita; Ap: apatita; Bdy: baddeleíta; Ilm: ilmenita; Zrn: zircão; Mag: magnetita; Zrc: zirconolita; Cpx: clinopiroxênio; Ol: olivina; Or: ortoclásio.