



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB**  
**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - IG**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA**

**CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA, QUÍMICA MINERAL E  
GEOTERMOBAROMETRIA DE ROCHAS DA UNIDADE NOVO  
GOSTO, DOMÍNIO CANINDÉ, FAIXA DE DOBRAMENTOS  
SERGIPANA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 358**

**Luiz Henrique Passos**

Brasília - DF

2016



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB**  
**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - IG**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA**

**CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA, QUÍMICA MINERAL E  
GEOTERMOBAROMETRIA DE ROCHAS DA UNIDADE NOVO  
GOSTO, DOMÍNIO CANINDÉ, FAIXA DE DOBRAMENTOS  
SERGIPANA**

*Área de Concentração: Geologia Regional*

**Luiz Henrique Passos**

**Orientador:** Prof. Dr. Farid Chemale Jr.

**Co-Orientador:** Prof. Dr. Viter Magalhães Pinto

**Banca Examinadora:**

Prof. Dr. Márcio M. Pimentel

Dr. Geólogo Francisco Valdir Silveira

Brasília - DF

2016

Dedico esta dissertação de modo incondicional à minha família, principalmente aos meus pais que me apoiaram e me incentivaram a buscar a concretização de meus objetivos.

“A ciência compõe-se de erros que, por sua vez, são os passos até a verdade.”

Abert Einstein

## AGRADECIMENTOS

Esta é uma ocasião de felicidade e de alívio pelo dever cumprido nesta longa etapa que é o mestrado. Com isso, não poderia esquecer de agradecer a algumas pessoas e órgãos que estiveram ao meu lado e contribuíram de seu modo com a concretização deste trabalho.

Primeiramente à minha mãe, Simone, que é meu alicerce e fonte de inspiração pela força de vontade que tem de enfrentar a vida, apesar das barreiras que vivem sendo impostas. Em você encontrei um ombro amigo para desabafar ao longo de toda a minha vida e com você aprendi a discernir o certo do errado e a escolher o que é melhor para mim. A meus irmãos que também tiveram que me aguentar e ter que dividir minha mãe nos momentos desabafos e desesperos.

Aos meus amigos que compartilharam comigo estes dois anos intensos e que foram responsáveis por muitos momentos importantes e que sempre lembrarei. A Joyce, Gabriela, Karol, Tânia, Laysa e Karen, pelo apoio nas horas mais difíceis, pelas palavras de carinho e principalmente por sua amizade.

Ao Bruno, que apesar do pouco tempo em minha vida, conseguiu fazer desses momentos um dos melhores de minha vida, assim como sempre me incentivou, ouviu meus desabafos, me deu broncas, e me ajudou a levantar várias vezes que pensei em desistir de tudo pelas dificuldades impostas. A você devo uma enorme gratidão por todo o bem que me fez e anda fazendo.

Ao ITPS e aos funcionários do laboratório de inorgânica, pelo apoio dado com a liberação do uso de seus equipamentos para a preparação de amostras para análise. Por ter suportado sem muitos questionamentos o barulho liberado pelo britador e pelo agitador de peneiras.

A CPRM – Salvador e os funcionários da geologia, que sempre prestativos contribuíram com a geração de dados e me instruíram em algumas etapas da preparação de amostras.

Ao Departamento de Geologia da UFS, principalmente a professora Adriane, que desde o início me acolheu e apoiou sempre sorridente e prestativa, tirando dúvidas e me ajudando com a dissertação, mesmo me conhecendo a pouco tempo e com todas as dificuldades que o departamento anteriormente havia imposto. E também aos professores

Cristine e Daniel pelos debates e conversas sobre o trabalho, e ao grande Pacheco, que apesar de não ter influenciado muito com a dissertação, sempre estará em minhas memórias como um dos professores que mais me incentivaram e me apoiaram na UFS.

Aos professores Farid e Viter, respectivos orientador e co-orientador, por ter dado uma chance para a produção de meu trabalho e sempre me apoiar na execução de trabalhos. Também não poderia deixar de agradecer por me suportarem nos momentos mais tensos da pós-graduação.

À eterna professora Lucy, agora integrante da CPRM, que desde que a conheci esteve ao meu lado nos momentos felizes e difíceis, sempre me incentivando e me dando apoio, ouvindo meus desabaços e me dando conselhos tanto pessoais quanto profissionais.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geologia da UNB e ao seu corpo docente pela dedicação e contribuição na minha formação.

Aos funcionários do Laboratório de Microsonda que foram super prestativos e atenciosos com as dificuldades impostas durante o trabalho de análise e que me ajudaram a resolver o mais rápido possível estes problemas para realizar o trabalho no prazo oferecido.

E finalmente, ao CNPq pelo investimento direcionado a mim e meu trabalho, durante o período em que fui bolsista do mestrado.

## RESUMO

O Domínio Canindé representa um domínio de complexa organização estratigráfica e litológica, dentro do Cinturão Sergipano Neoproterozóico, que foi fortemente deformado durante o processo colisional entre a paleoplaca São Francisco e o bloco Pernambuco-Alagoas. A unidade Novo Gosto faz parte deste domínio, e é pobremente conhecida com respeito a sua origem e processos de formação durante a evolução da Faixa de Dobramentos Sergipana. Com vista a compreender melhor alguns aspectos em relação às condições de metamorfismo e formação das rochas desta unidade, foram realizadas análises petrográficas e de microsonda eletrônica para investigar os protólitos desta unidade e suas condições termobarométricas. Esta informação foi combinada com outros dados disponíveis na literatura para fazer considerações sobre a evolução tectônica da Unidade Novo Gosto. Dados obtidos de P e T, estabelecem que as rochas da unidade passaram por metamorfismo na fácies anfíbolito, chegando a alcançar o campo da fácies anfíbolito superior (ou granulito?) em zonas de milonitização, com anatexias locais e produção de granitos anatécicos. Através de novas interpretações de dados da literatura, pode-se determinar que as rochas máficas da unidade Novo Gosto foram geradas parte em ambiente de arco magmático continental e outra parte em zonas de supra-subducção. E Através das análises do comportamento do sistema Sm-Nd, pode-se interpretar que parte do material sedimentar da Unidade Novo Gosto tenha sido originado de uma plataforma mesoproterozóica, pertencente à bacia de margem passiva do evento Cariris Velho e o demais material estaria associado ao estágio de subducção durante o evento Brasileiro.

**Palavras-chave:** Unidade Novo Gosto; Domínio Canindé; Geotermobarometria

## ABSTRACT

The Caninde Domain represents a complex stratigraphic and lithologic unit within the Neoproterozoic Sergipano Belt that was strongly deformed and metamorphosed during the collisional process between the São Francisco Paleoplate and the Pernambuco-Alagoas block. The Novo Gosto Unit is part of this domain, and is poorly known with respect to its origin and tectonic setting during the evolution of the Sergipano orogenic belt. In order to understand some aspects regarding the conditions of metamorphism and formation of rocks of this unit, petrographic and microprobe analyzes were carried out to investigate the protoliths this unit and its thermobarometric conditions. This information was combined with other data available in the literature to make considerations on the tectonic evolution of the Novo Gosto unit. The estimated pressure (P) and temperature (T) data allow to establish that the rocks of the Novo Gosto Unit were formed under metamorphism amphibolite facies, reaching conditions upper amphibolite facies (or granulite?), in some areas with strong mylonitization as well, with local anatexis and in situ melting generating granitic rocks. The Novo Gosto unit mafic rocks were generated on a continental magmatic arc environment and part in suprasubduction zones. And through analysis of Sm-Nd system behavior can be interpreted that part of the sedimentary material of the Novo Gosto unit has been derived from a mesoproterozoic platform belonging to the passive margin of Cariris Velho event and the other materials would be associated with subduction stage during the Brasiliano event.

Keywords: Novo Gosto unit; Canindé Domain; Geothermobarometry

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Mapa de Localização do Domínio Canindé..... 17
- Figura 2: (a) Reconstrução paleogeográfica mostrando a posição da Província Borborema no Neoproterozóico. (b) Província Borborema e a localização da Faixa Sergipana - FSe. (c) A Faixa Sergipana e suas divisões em domínios. Domínio Marancó-Poço Redondo é separado em dois sub-domínios. ZCM, ZCBMJ, ZCSMA, ZCI são respectivamente para zonas de cisalhamento Macururé, Belo Monte-Jeremoabo, São Miguel do Aleixo e Itaporanga. DI – domo Itabaiana; SD – domo Simão Dias; DJP – domo Jirau do Ponciano (Modificado após Oliveira *et al.*, 2010). ..... 23
- Figura 3: Evolução tectônica proposta para o Cinturão Sergipano do Mesoproterozóico (cerca de 1000 Ma) ao Neoproterozóico (cerca de 570 Ma). As principais zonas de cisalhamento são indicadas por seus acrônimos – MCZ (Zona de Cisalhamento Marancó), BMJSZ (Zona de Cisalhamento Belo Monte-Jeremoabo), SMASZ (Zona de Cisalhamento São Miguel do Aleixo), ISZ (Zona de Cisalhamento Itaporanga) (Oliveira *et al.*, 2010)..... 29
- Figura 4: Mapa geológico com detalhe no domínio Canindé. MNgz-Unidade Gentileza, MNmu-Unidade Mulungu, MNng-Unidade Novo Gosto, Nc-Suíte Intrusiva Canindé, Ncu-Granitóides tipo Curralinho, Ng-Granitóides tipo Garrote, Nsc1 e Nsc2-Granitóides tipo Serra do Catu, Nx-Granitóides tipo Xingó, QHa-Depósitos Aluvionares, SDt-Formação Tacaratu, mig-migmatitos, mm-mármore, qt-quartzitos/metachert. (Modificado de Santos *et al.*, 1998) ..... 31
- Figura 5: Modelo evolutivo de rifte continental para o Domínio Canindé: (a) colapso da litosfera continental por afastamento das massas continentais PEAL e Domínio Poço Redondo, subsidência, sedimentação, subida da MOHO e conseqüente magmatismo, primeiros pulsos de sedimentação da unidade Novo Gosto (em torno de 970 Ma) a qual foi invadida pela Suíte Intrusiva Canindé (701) e unidade Gentileza (684 Ma) (b). (c) Intrusão do granito Boa Esperança e posteriormente granito Lajedinho (619 Ma). (d) Fechamento da bacia de Canindé com novos pulsos de sedimentação da unidade Novo Gosto (a partir de 634 Ma) (Modificado de Nascimento, 2005). ..... 34
- Figura 6: (A) Intercalação de anfibolitos puros e xistificados da unidade Novo Gosto-Mulungu. (B) Níveis de quartzito puro em rocha quartzo-feldspática com aspecto laminado. (C) Metarritimitos. (D) Mármore. (Souza Júnior, 2013) ..... 36
- Figura 7: Localização de processos do DNPM x Litologias do Domínio Canindé. MNgz-Unidade Gentileza, MNmu-Unidade Mulungu, MNng-Unidade Novo Gosto, Nc-Suíte Intrusiva Canindé, Ncu-Granitóides tipo Curralinho, Ng-Granitóides tipo Garrote, Nsc1 e Nsc2-Granitóides tipo Serra do Catu, Nx-Granitóides tipo Xingó, QHa-Depósitos Aluvionares, SDt-Formação Tacaratu, mig-migmatitos, mm-mármore, qt-

quartzitos/metachert. Litologias extraídas e simplificadas a partir de mapa geológico do Estado de Sergipe da CPRM (1997).....	37
Figura 8: Localização de processos do DNPM discriminados por substância mineral..	38
Figura 9: Ocorrências de recursos minerais x Litologias do Domínio Canindé. MNgz-Unidade Gentileza, MNmu-Unidade Mulungu, MNng-Unidade Novo Gosto, Nc-Suíte Intrusiva Canindé, Ncu-Granitóides tipo Curralinho, Ng-Granitóides tipo Garrote, Nsc1 e Nsc2-Granitóides tipo Serra do Catu, Nx-Granitóides tipo Xingó, QHa-Depósitos Aluvionares, SDt-Formação Tacaratu, mig-migmatitos, mm-mármore, qt-quartzitos/metachert. Litologias extraídas e simplificadas a partir de mapa geológico do Estado de Sergipe da CPRM (1997).....	39
Figura 10: Mapa geológico com detalhe no domínio Canindé. MNgz-Unidade Gentileza, MNmu-Unidade Mulungu, MNng-Unidade Novo Gosto, Nc-Suíte Intrusiva Canindé, Ncu-Granitóides tipo Curralinho, Ng-Granitóides tipo Garrote, Nsc1 e Nsc2-Granitóides tipo Serra do Catu, Nx-Granitóides tipo Xingó, QHa-Depósitos Aluvionares, SDt-Formação Tacaratu, mig-migmatitos, mm-mármore, qt-quartzitos/metachert. (Modificado de Santos <i>et al.</i> , 1998) .....	46
Figura 11: Lâmina DMLH-10A (A) “Olho” de cristal de anfibólio, representando deformação atuante na rocha. Luz transmitida, nicóis paralelos, aumento de 10x. (B) Evidências de Foliação S-C. Luz transmitida, nicóis paralelos, aumento de 4x. (C) Vestígio de porfiroclastos totalmente recristalizados evidenciado pela disposição da foliação que o contorna levemente, onde nota-se presença de carbonato associado nas sombras de pressão e intensa presença de titanita. Luz transmitida, nicóis paralelos, aumento de 4x. Lâmina DMLH-10B (D) Detalhe de carbonato tardio preenchendo fratura na rocha. Luz transmitida, nicóis paralelos, aumento de 4x. Lâmina DMLH-10D (E) Imagens de detalhe da lâmina exibindo textura. Luz transmitida, nicóis paralelos, aumento de 4x. (F) Detalhe de fratura preenchida por carbonato+epídoto+plagioclásio+apatita tardio. Luz transmitida, nicóis paralelos, aumento de 4x.....	50
Figura 12: Lâmina DMLH-12A (A) Faixa com maior concentração de cristais de biotita e opaco. Luz transmitida, nicóis paralelos, aumento de 4x. (B) Detalhe de porfiroclasto de anfibólio com seção basal moderadamente preservada. Luz transmitida, nicóis paralelos, aumento de 10x. (C) Detalhe de porfiroclasto de anfibólio com boudinagem do tipo <i>pinch and swell</i> com <i>neck</i> de clorita. Luz transmitida, nicóis paralelos, aumento de 10x. ....	51
Figura 13: Lâmina DMLH-16. Aspecto geral da lâmina, mostrando mineralogia e textura granoblástica. Luz transmitida, nicóis paralelos, 4x.....	52
Figura 14: Lâmina PC3-34. Aspecto geral da lâmina mostrando mineralogia predominante carbonática com algumas impurezas de tremolita. Luz transmitida, nicóis cruzados, aumento de 4x. ....	52

Figura 15: Lâmina DMLH-15A. (A) e (B) Imagens de detalhe da lâmina exibindo textura e disposição dos minerais na rocha, com cristais de quartzo com borda serrilhada, indicando dissolução por pressão. Luz transmitida, nicóis cruzados, aumento de 4x. Lâmina DMLH-15B (C) Detalhe evidenciando textura pertítica dos megacristais de microclínio. Luz transmitida, nicóis cruzados, aumento de 4x. ....	53
Figura 16: Lâmina DMLH-13B. (A) e (B) Aspecto geral da lâmina. Luz transmitida, nicóis paralelos e nicóis cruzados respectivamente, aumento de 4x. ....	54
Figura 17: Diagrama classificatório para anfibólio cálcico segundo Leake <i>et al.</i> (1997) .....	56
Figura 18: Diagrama An-Ab-Or para o grupo dos feldspatos de temperaturas mais altas (modificado de Deer <i>et al.</i> , 1992).....	56
Figura 19: (A) Diagrama de classificação para cloritas da lâmina DMLH-10A (Zane & Weiss, 1998). (B) Diagrama de classificação para cloritas da lâmina DMLH-10A (Hey 1954).....	57
Figura 20: Diagrama An-Ab-Or para o grupo dos feldspatos de temperaturas mais altas (modificado de Deer <i>et al.</i> , 1992) para a lâmina DMLH-12A .....	58
Figura 21: Diagrama de classificação geral dos quatro grupos de anfibólio segundo Leake <i>et al.</i> (1997) .....	59
Figura 22: Diagrama classificatório para anfibólio cálcico segundo Leake <i>et al.</i> (1997) .....	59
Figura 23: Classificação das biotitas de acordo com os membros finais da solução sólida anita – flogopita – eastonita – siderofilita (Deer et al, 1972) para a lâmina DMLH-12A .....	59
Figura 24: (A) Diagrama de classificação para cloritas da lâmina DMLH-12A (Zane & Weiss, 1998). (B) Diagrama de classificação para cloritas da lâmina DMLH-12A (Hey 1954).....	60
Figura 25: Diagrama An-Ab-Or para o grupo dos feldspatos de temperaturas mais altas (modificado de Deer <i>et al.</i> , 1992) para a lâmina DMLH-13B .....	61
Figura 26: (A) Diagrama de classificação para cloritas da lâmina DMLH-13B (Zane & Weiss, 1998) (B) Diagrama de classificação para cloritas da lâmina DMLH-13B (Hey 1954).....	61
Figura 27: Imagem de elétrons retroespalhados com localização de algumas análises químicas.....	62
Figura 28: Diagrama An-Ab-Or para o grupo dos feldspatos de temperaturas mais altas (modificado de Deer <i>et al.</i> , 1992) para a lâmina DMLH-15A. Em vermelho, as análises de cristais de feldspato potássico, e em azul, as análises de cristais de plagioclásio. ....	63

Figura 29: Classificação das biotitas de acordo com os membros finais da solução sólida anita – flogopita – eastonita – siderofilita (Deer <i>et al.</i> , 1972) para a lâmina DMLH-15A .....	64
Figura 30: Diagrama An-Ab-Or para o grupo dos feldspatos de temperaturas mais baixas (modificado de Deer <i>et al.</i> , 1992) para a lâmina DMLH-15B. Em vermelho, as análises de cristais de feldspato potássico, e em azul, as análises de cristais de plagioclásio. ....	64
Figura 31: Diagrama classificatório para anfibólio cálcico segundo Leake <i>et al.</i> (1997) .....	66
Figura 32: Diagrama An-Ab-Or para o grupo dos feldspatos de temperaturas mais altas (modificado de Deer <i>et al.</i> , 1992) para a lâmina DMLH-16 .....	66
Figura 33: Imagem por elétrons retroespalhados de um campo da lâmina PC3-34, exibindo a disposição dos pontos de análises na microsonda.....	67
Figura 34: Diagrama classificatório para anfibólio cálcico segundo Leake <i>et al.</i> (1997) .....	68
Figura 35: Diagrama de fase T-X <sub>CO2</sub> para carbonatos silicosos em P=0.5 GPa, calculado usando o programa TWQ de Berman (1988, 1990, 1991). Fonte: Winter, 2001 .....	68
Figura 36: Afloramento DMLH15, onde se vê o metarcóseo com foliação milonítica e o sienogranito encaixado como produto de anatexia.....	70
Figura 37: Diagrama Th/Yb-Nb/Yb. Discriminação de ambiente geotectônico dos anfibolitos da Unidade Novo Gosto. (Pearce, 2014).....	71
Figura 38: Diagrama V-Ti. Discriminação de ambiente geotectônico dos anfibolitos da Unidade Novo Gosto. (Shervais, 1982).....	72
Figura 39: Padrões de distribuição de elementos-traço incompatíveis normalizados com relação ao Morb, dos anfibolitos da Unidade Novo Gosto. (Dilek & Furnes, 2014, Modificado de Dilek & Furnes, 2011) .....	73
Figura 40: Padrões de distribuição de elementos-traço incompatíveis normalizados com relação ao N-Morb, dos anfibolitos da Unidade Novo Gosto. (Pearce, 2014, modificado de Pearce, 2008) .....	73
Figura 41: Diagramas de evolução de Nd para as rochas graníticas do Domínio Canindé que cortam a Unidade Novo Gosto (dados de Nd obtidos de Nascimento, 2005). .....	76
Figura 42: Diagramas de evolução de Nd para as rochas geradas durante a fase rifte do Domínio Canindé (Gabro Canindé, Granito Gentileza e Granito Curralinho) e rochas da unidade Novo Gosto (dados de Nd obtidos de Nascimento, 2005).....	77

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Compilação de recursos minerais conforme dados do Cadastro Mineiro do DNPM (2014) discriminados por substâncias. A – Requerimento de Pesquisa; B – Autorização de Pesquisa; C – Licenciamento; D – Disponibilidade.....	37
Tabela 2: Empresas e sua quantidade de processos no Domínio Canindé conforme dados do Cadastro Mineiro (2014). .....	38
Tabela 3: Química mineral e cálculo da fórmula estrutural de anfibólios, baseado em cálculos disponíveis pela Open University.....	86
Tabela 4: Química mineral e cálculo da fórmula estrutural de feldspatos, baseado em cálculos disponíveis pela Open University.....	90
Tabela 5: Química mineral e cálculo da fórmula estrutural de cloritas, baseado em cálculos disponíveis pela Open University.....	94
Tabela 6: Cálculo da fórmula estrutural de carbonatos, baseado em cálculos disponíveis pela Open University. ....	96
Tabela 7: Química mineral, cálculo da fórmula estrutural e geotermometria de Biotitas, baseado em cálculos disponíveis pela Open University.....	97
Tabela 8: Geotermobarometria Hornblenda-Plagioclásio baseado em planilha de cálculos de Lawford Anderson, Universidade do Sul da Califórnia. ....	99
Tabela 9: Geotermobarometria de Magnetita-Ilmenita de análises mais representativas da lâmina DMLH-10A, baseado em planilha de cálculos de Luc D Lepage. ....	103

## LISTA DE SIGLAS

CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DGEO	Departamento de Geologia
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
Fm.	Formação
GPS	Sistema de Posicionamento Global
Gr.	Grupo
ITPS	Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de Sergipe
NASA	National Aeronautics and Space Administration
Ppm	Partes por milhão
SIC	Suíte Intrusiva Canindé
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
SSRM	Subcomissão de Sistematização das Rochas Metamórficas
UFS	Universidade Federal de Sergipe
UNB	Universidade de Brasília
Un.	Unidade
ZCMAB	Zona de Cisalhamento Mulungu-Alto Bonito

## SUMÁRIO

CAPÍTULO I.....	15
1. INTRODUÇÃO .....	15
1.1. Apresentação .....	15
1.2. Objetivo.....	16
1.3. Localização e vias de acesso .....	16
2 – METODOLOGIA .....	18
2.1. Etapas do Trabalho.....	18
2.2. Levantamento Bibliográfico.....	18
2.3. Análise de dados de sensoriamento remoto e geoprocessamento .....	18
2.4. Trabalho de campo e amostragem.....	19
2.5. Petrografia .....	19
2.6. Microsonda eletrônica .....	19
2.7. Geobarometria e geotermometria.....	20
2.8. Tratamento, Integração e Análise de Dados.....	21
2.9. Redação final da dissertação .....	21
3 – GEOLOGIA REGIONAL .....	22
3.1. Contexto geológico regional .....	22
3.2. Domínio Canindé .....	30
3.3. Unidade Novo Gosto.....	35
3.4. Recursos Minerais do Domínio Canindé .....	36
CAPÍTULO II.....	42
1. ARTIGO CIENTÍFICO .....	42
1.1. Abstract .....	42
1.2. Resumo.....	43
1.3. Introdução.....	43
1.4. Contexto Geológico.....	44
1.5. Materiais e Métodos .....	47
1.6. Petrografia .....	48
1.7. Química Mineral e Geotermobarometria .....	54

1.8. Condições de metamorfismo na formação das rochas metamórficas da Unidade Novo Gosto .....	68
1.9. Origem dos ortoanfibolitos da Unidade Novo Gosto com base nos dados geoquímicos .....	71
1.10. Proveniência das rochas da Unidade Novo Gosto .....	74
1.11. Conclusões .....	78
1.12. Agradecimentos.....	79
1.13. Referências Bibliográficas .....	79
CAPÍTULO III .....	106
1. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	106
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	108
ANEXOS .....	114
ANEXO I – PADRÕES DA MICROSSONDA ELETRÔNICA.....	115
ANEXO II – PONTO DMLH-10 .....	120
ANEXO III – PONTO DMLH-12.....	157
ANEXO IV – PONTO DMLH-13 .....	175
ANEXO V – PONTO DMLH-15.....	189
ANEXO VI – PONTO DMLH-16 .....	202
ANEXO VII – PONTO DMLH-14 .....	216

---

# CAPÍTULO I

---

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Apresentação

A história e evolução do supercontinente Gondwana ainda tem diversos mistérios a serem desvendados, e um destes é compreender como ocorreu a história de amalgamação do Gondwana Oeste, ainda pobremente entendido de acordo com Collins e Pisarevsky (2005) *apud* Oliveira *et al.* (2010), ao contrário do Gondwana Leste que já é relativamente bem construída. Ainda, conforme este mesmo autor, para que possa ser gerado um modelo geodinâmico com respeito à evolução desta parte do Gondwana, é muito importante estudar a evolução detalhada e individual dos cinturões orogenéticos que o compõe.

A Faixa de Dobramentos Sergipana é um dos cinturões que pertencem ao Gondwana Oeste, e ao longo das décadas, vem passando por mudanças em sua interpretação. Humphrey & Allard (1969) inicialmente a interpretaram como se tratando como uma geossinclinal, posteriormente Davison & Santos (1989) associaram a faixa a uma colagem de terrenos tectono-estratigráficos ou microplacas. Já D'el-Rey Silva (1999) sugere que esta faixa de dobramento trate-se de um cinturão de empurrões e dobramentos, em que a parte sul desta, teria se formado pela inversão de uma margem continental passiva. E mesmo com o passar dos anos, ainda persiste controversas quanto a história e evolução desta faixa.

Mais recentemente, Oliveira *et al.* (2010), com base em um conjunto significativo de dados sedimentológicos, estratigráficos, petrológicos, estruturais e isotópicos apresentam um modelo geodinâmico mais completo sobre a evolução desta faixa de dobramento, que a compara a um ciclo completo de Wilson.

Dentro deste contexto, a unidade geológica escolhida para o presente estudo, denominada de Novo Gosto, faz parte da Faixa de Dobramentos Sergipana, e mais especificamente do Domínio Canindé, que é tratada ainda por muitos autores, incluindo o último trabalho mencionado de Oliveira *et al.* (2010), como uma unidade enigmática no que tange a sua origem e processos de formação durante a evolução deste cinturão.

A unidade Novo Gosto é uma unidade ainda muito pouco estudada de forma detalhada e é formada por uma sequência de rochas metamorfisadas com ocorrência de rochas com

protólitos ainda indefinidos e com sua história de evolução e proveniência ainda pouco analisada.

Assim, o presente trabalho tem como o desafio de avançar no entendimento sobre a disposição das associações de rochas, propiciando melhor definição de seus protólitos e condições de pressão e temperatura durante os processos de amalgamação dos diferentes domínios da Faixa Sergipana Sergipana. Os resultados desta investigação trarão, assim, subsídios para melhor entendimento da evolução tectônica desta unidade e do próprio Domínio Canindé.

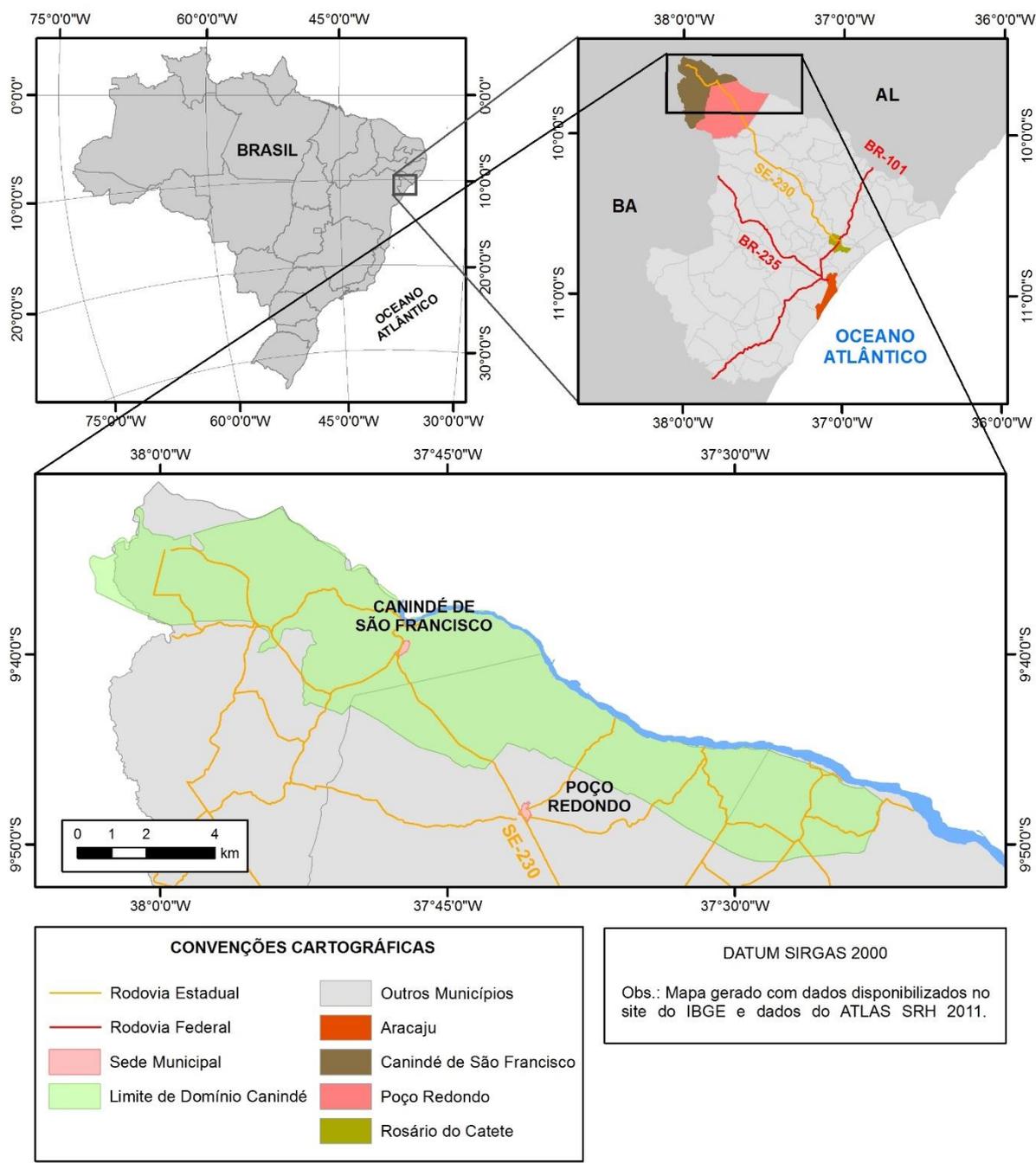
## **1.2. Objetivo**

O principal objetivo desta dissertação é a de avançar no conhecimento geológico da região do Domínio Canindé no que diz respeito a Unidade Novo Gosto. Para este fim, foram usadas análises petrográficas, microscopia eletrônica de varredura e microsonda eletrônica, visando se estabelecer com melhor propriedade os protólitos das rochas desta unidade e suas condições termobarométricas. A integração destes dados com aqueles disponíveis na literatura, em especial aqueles apresentados por Nascimento (2005) e Oliveira *et al.* (2010), foram fundamentais para tecer considerações sobre a evolução tectônica da Unidade Novo Gosto.

## **1.3. Localização e vias de acesso**

Do ponto de vista geográfico (IBGE, 2010), a área de estudo está situada no assim denominado Polígono da Seca, no extremo noroeste do Estado de Sergipe, na mesorregião Sertão Sergipano e microrregião Sergipana do Sertão do São Francisco, abrangendo mais especificamente os municípios de Canindé de São Francisco e Poço Redondo.

Sua principal via de acesso a partir da capital Aracaju se dá pela BR-235 até o encontro com a BR-101 (Figura 1), seguindo por esta última rumo a norte, passando pelas sedes municipais de Maruim e Rosário do Catete. A partir desta cidade, acessa-se a rodovia SE-230 rumo a noroeste, passando pelas sedes municipais de Siriri, Nossa Senhora das Dores, Feira Nova, Nossa Senhora da Glória, Monte Alegre de Sergipe, Porto da Folha, até chegar a sede de Poço Redondo. A partir de Poço Redondo, percorre-se mais 6 km rumo a noroeste na mesma rodovia até chegar ao limite do Domínio Canindé. No total, a distância percorrida é em torno 186 km, totalizando aproximadamente três horas de viagem.



**Figura 1:** Mapa de Localização do Domínio Canindé.

## **2 – METODOLOGIA**

### **2.1. Etapas do Trabalho**

Com o objetivo de alcançar os resultados apresentados neste trabalho, foram executados os seguintes procedimentos: levantamento bibliográfico, análise de dados de sensoriamento remoto e geoprocessamento, trabalho de campo e amostragem, preparação de amostras e análises petrográficas, microscopia eletrônica de varredura e microsonda eletrônica.

### **2.2. Levantamento Bibliográfico**

Execução de um levantamento de referências bibliográficas disponíveis tanto em meio digital quanto impresso, realizando uma busca em sites de pesquisa na internet, site do DNPM para verificar andamentos de processos minerários, site da CPRM para analisar estudos realizados pelo órgão na região, assim como consultas de assuntos relacionados ao estudo de caso desta dissertação para o desenvolvimento da habilidade de raciocínio e interpretações envolvendo geologia.

Nesta etapa, além de pesquisas dos textos em formato de papel e digital, também foram coletados e reunidos em uma base de dados, todas as informações voltadas para as atividades de geoprocessamento, como por exemplo, arquivos vetorizados, plantas, mapas, imagens de satélites, fotos aéreas, entre outros.

### **2.3. Análise de dados de sensoriamento remoto e geoprocessamento**

Previamente à fase de trabalho de campo, foram analisadas as imagens de satélites disponíveis para obter informações que contribuíssem para um melhor entendimento da geologia local, assim como foram gerados mapas-base para o campo.

## **2.4. Trabalho de campo e amostragem**

Durante esta etapa, foi feita uma visita de campo na área de estudo com o objetivo de conferir os dados e mapas previamente gerados, identificando os principais litotipos e visualizando de modo amplo a disposição destes.

Ainda nessa etapa, foi realizada uma amostragem de alguns litotipos representativos da unidade geológica tema de estudo desta dissertação, para posterior análise.

## **2.5. Petrografia**

Foram separadas nove amostras de rocha de alguns litotipos da unidade Novo Gosto para confecção de lâminas delgadas para posterior análise em microscópio petrográfico, visando a caracterização mais precisa destas rochas. As seções delgadas foram confeccionadas no Laboratório de Laminação da UnB.

As descrições petrográficas foram realizadas no Laboratório de Microscopia e Lupas do Departamento de Geologia da UFS, utilizando o microscópio petrográfico binocular de marca Olympus, modelo BX41, com uma câmera digital acoplada para a captura das imagens. Foi executado como metodologia uma malha de pontos para contagem modal, determinando a porcentagem dos minerais constituintes, quando possível, e conseqüentemente, determinando o nome da rocha, além de serem identificados tipos de textura, contato de grãos, deformação, entre outras informações que pudessem vir a ser relevantes para a compreensão da geologia em questão.

## **2.6. Microsonda eletrônica**

Com vista a identificação precisa dos minerais estudados e sua composição química, algumas lâminas foram separadas para análises de química mineral no Laboratório de Microsonda Eletrônica (LASON) da Universidade de Brasília, equipado com uma sonda JEOL JXA-8230 com 5 espectrômetros WDS e 1 EDS. Os cristais analisadores disponíveis na microsonda (TAPJ, LIF, LIFH, PETJ, PETH, LDE1 e LDE2) permitem que sejam dosados todos os elementos químicos com número atômico superior a 4, ou seja, a partir do elemento Boro.

Analisaram-se cristais de feldspato, biotita, muscovita, clorita, anfibólio, titanita e minerais opacos, onde foram determinados teores de SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO, V<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, NiO, MnO, MgO, CaO, K<sub>2</sub>O e Na<sub>2</sub>O.

As condições padrões de operação se encontram no anexo I, e o resultado das análises químicas estão apresentadas nos anexos posteriores ao I, distribuídas de acordo com a sua respectiva amostra.

## 2.7. Geobarometria e geotermometria

Com o objetivo de obter as condições físicas de formação de alguns minerais e consequentemente determinar informações de pressões (P) e temperaturas (T) metamórficas da unidade Novo Gosto, foram selecionados minerais de algumas amostras com paragêneses e texturas mais adequadas para estudos barométricos e geotermométricos.

As condições de P e T atuantes na unidade foram determinadas aplicando o geobarômetro Al – hornblenda, os geotermômetros Ti – hornblenda, magnetita – ilmenita e biotita, e o geotermobarômetro hornblenda – plagioclásio.

No geobarômetro Al-Hornblenda, os conteúdos de Al total dos anfibólios, calculados baseado em 23 Oxigênios, obedecem uma relação linear com a pressão. E assim, foram encontrados os valores de pressão para cada análise utilizando diferentes calibrações para determinados anfibólios cálcicos: Hammarstrom & Zen (1986):  $P$  (em kbar) =  $-3,92 + 5,03Al_T$ ; Hollister *et al.* (1987):  $P$  (em kbar) =  $-4,76 + 5,64Al_T$ ; Johnson & Rutherford (1989):  $P$  (kbar) =  $-3,46 + 4,23Al_T$ ; Schmidt (1992):  $P$  (kbar) =  $-3,01 + 4,76Al_T$ .

No geotermômetro Ti-Hornblenda, as proporções de Ti contidas nos sítios cristalográficos octaedral e tetraedral da hornblenda, calculados baseado em 23 Oxigênios, estabelecem uma relação linear com a temperatura. Com isso, foram encontrados valores utilizando a calibração de Otten (1984), onde se  $Ti < 0,345$ , então  $T$  (°C) =  $545 + 1204(Ti)$ , e se  $Ti > 0,345$ , então  $T$  (°C) =  $877 + 273(Ti)$ .

No geotermobarômetro Hornblenda-Plagioclásio, é realizado cálculos para cada par mineral analisado baseados na interação da pressão calibrada por Anderson & Smith (1995) com a calibração dos termômetros de: Holland & Blundy (1994) edenita + 4 quartzo = tremolita + albita, Holland & Blundy (1994) edenita + albita = richterita + anortita e Blundy & Holland (1990) edenita + 4 quartzo = tremolita + albita.

Em relação ao geotermômetro Magnetita-Ilmenita, realizou-se cálculos através das relações de óxido de ferro e titânio dos minerais através da planilha elaborada por Lepage (2003), utilizando a calibração dos termômetros de: Carmichael (1967), Anderson (1968), Lindsley & Spencer (1982) e Stormer (1983).

No geotermômetro Biotita, foram realizados cálculos utilizando valores de Fe e Ti, recalculados com base em 9 Oxigênios, utilizando a calibração de Luhr *et al.* (1984), onde  $T (^{\circ}\text{C}) = 838 (1,0337 - \text{Ti/Fe})$ .

## **2.8. Tratamento, Integração e Análise de Dados**

Os dados gerados foram compilados e estruturados em planilhas de excel para poderem ser posteriormente importados por softwares com mais facilidade.

Os dados de campo e localização foram inseridos na plataforma ArcMap do software ArcGis, juntamente com mapas e dados SIG bibliográficos para análise e interpretação de dados.

Os resultados das análises de química mineral foram processados com auxílio de planilhas disponibilizadas no site da Open University, onde tem planilhas de fórmula estrutural de alguns minerais, assim como outras planilhas específicas para geotermobarometria disponíveis em meio virtual. Após o tratamento dos dados e cálculo de fórmulas, foram gerados diagramas com auxílio do software Corel Draw e também do Triplot 4.1.2

## **2.9. Redação final da dissertação**

Com o término das etapas de campo e laboratório foi realizada a consolidação e interpretação dos dados. Tendo como base os dados adquiridos somados aos obtidos por meios bibliográficos, teceu-se, assim, as discussões e considerações finais do presente trabalho.

## **3 – GEOLOGIA REGIONAL**

### **3.1. Contexto geológico regional**

#### *3.1.1. Introdução*

Do ponto de vista da geologia regional, será abordado a seguir uma síntese do contexto da área de estudo, partindo do pressuposto em que se enquadra em escala decrescente na: Plataforma Sul-Americana > Província Borborema > Faixa de Dobramentos Sergipana > Domínio Canindé > Unidade Novo Gosto

#### *3.1.2. Plataforma Sul-Americana*

A Plataforma Sul-Americana corresponde à fração continental da placa homônima que permaneceu estável e funcionou como antepaís durante a evolução das faixas do Caribe (norte) e Andina (a oeste), ao mesmo tempo em que se processavam a abertura e o desenvolvimento do Atlântico Sul, no Meso-Cenozóico. (Schobbenhaus & Brito Neves, 2003).

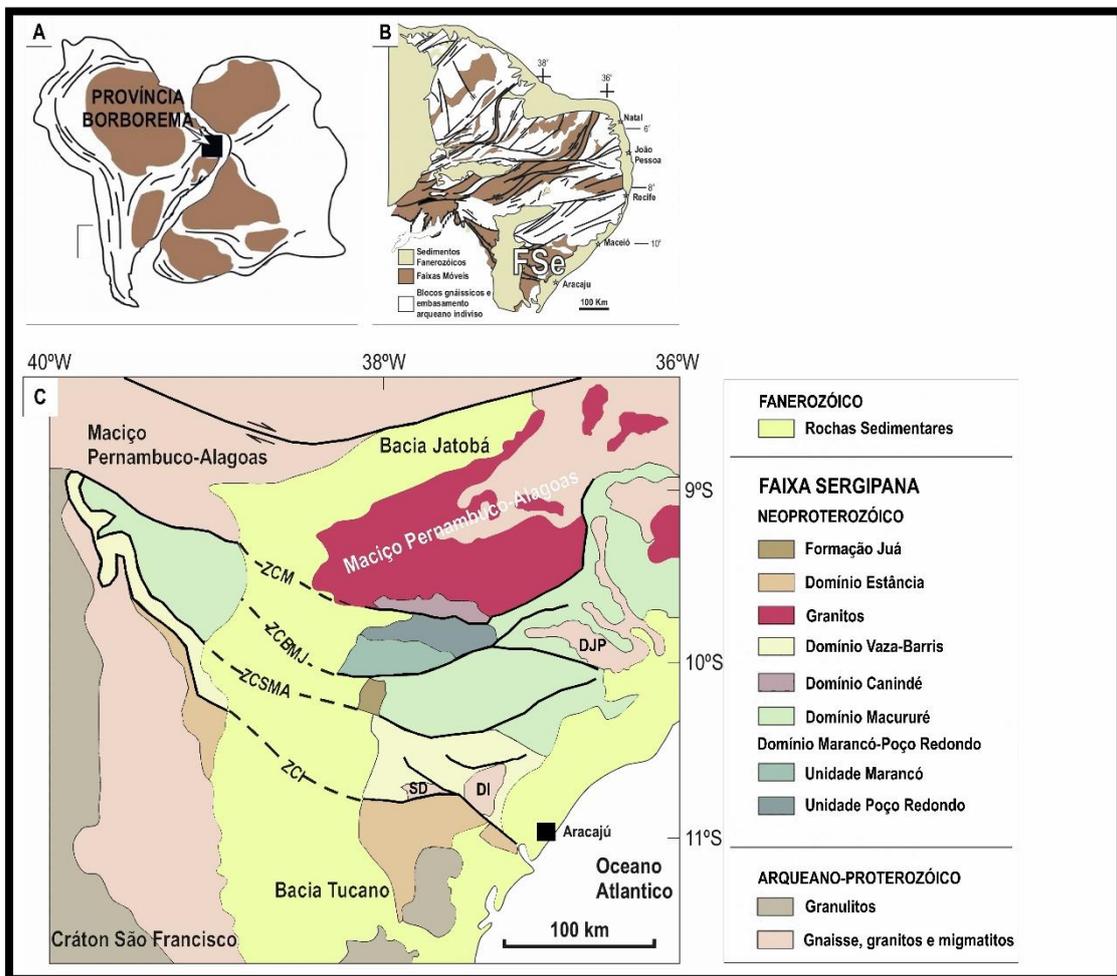
Esta plataforma, conforme Bizzi *et al.* (2003), se trata de uma faixa continental que expõe de modo não-contínuo seu embasamento, o qual pode ser segmentado em três grandes escudos Pré-Cambrianos: Escudo das Guianas localizado na porção norte, Escudo Brasil-Central na porção centro-ocidental e Escudo Atlântico ao longo da margem oriental. O arranjo final destes escudos delimitados por Almeida *et al.* (1976) se deu por amalgamação de unidades supracrustais adjacentes aos blocos litosféricos durante a orogênese Brasileira, resultando na formação de quatro províncias litotectônicas que encerram estes escudos: Províncias São Francisco, Mantiqueira, Tocantins e Borborema.

#### *3.1.3. Província Borborema*

Segundo Mabessone (2002), a história geológica da Província Borborema mostra que a mesma se formou a partir da amalgamação de diversos núcleos menores que talvez já começaram a se individualizar no fim do Arqueano, mas com certeza no Paleoproterozóico (Figura 2). Esta província representa a parte mais ocidental de uma unidade tectônica muito maior que se estendia dentro do atual continente africano,

encontrada entre os crátons Oeste-Africano, Amazônico e São Francisco-Congo, representada na África pelas províncias Oeste-Nigeriano, Leste-Nigeriano, Camarões e possivelmente Touareg.

De acordo com Brito Neves *et al.* (1995), trata-se de uma unidade geotectônica localizada no nordeste do Brasil, limitada ao sul pelo cráton São Francisco e recoberta em suas bordas norte, oeste e leste por bacias sedimentares fanerozóicas. É constituída por cinturões de rochas supracrustais e vulcanossedimentares do Paleo ao Neoproteróico, aglutinados a frações do embasamento, consolidado majoritariamente no Paleoproterozóico, tendo esta aglutinação evoluído de forma policíclica durante os eventos Cariris Velho (Greenviliano) e Brasileiro/Pan-Africano.



**Figura 2:** (a) Reconstrução paleogeográfica mostrando a posição da Província Borborema no Neoproterozóico. (b) Província Borborema e a localização da Faixa Sergipana - FSe. (c) A Faixa Sergipana e suas divisões em domínios. Domínio Marancó-Poço Redondo é separado em dois sub-domínios. ZCM, ZCBMJ, ZCSMA, ZCI são respectivamente para zonas de cisalhamento Macururé, Belo Monte-Jeremoabo, São Miguel do Aleixo e Itaporanga. DI – domo Itabaiana; SD – domo Simão Dias; DJP – domo Jirau do Ponciano (Modificado após Oliveira *et al.*, 2010).

Mabessone (2002) expõe que ao longo dos limites desta província com os crátons adjacentes se encontram zonas de extensão nas quais se desenvolveram bacias sedimentares, as quais atualmente se encontram metamorfisadas, que foram ativas durante sucessivos períodos tectônicos, com uma certa superposição dos seus pacotes sedimentares acumulados. Estas bacias são representadas pelas faixas móveis de Médio Coreaú, Araguaia, Riacho do Pontal e Sergipe.

#### 3.1.4. Faixa de Dobramentos Sergipana

A Faixa de Dobramentos Sergipana representa o segmento oeste do principal orógeno Oubanguide que se estende a NW na África (Trompette, 1997) e consiste de um cinturão de forma triangular com trend E-SE a W-NW localizado entre o Cráton São Francisco-Congo à sul, e o Maciço Pernambuco-Alagoas à norte (Oliveira *et al.*, 2010).

Esta faixa é dividida, conforme Davison & Santos (1989) e Silva Filho (1998), em cinco domínios litotectônicos de N para S: Canindé, Poço Redondo-Marancó, Macururé, Vaza Barris e Estância, as quais são separadas por zonas de cisalhamento de idade Neoproterozóica nomeadas como Macururé, Belo Monte-Jeremoabo, São Miguel do Aleixo e Itaporanga.

De acordo com Davison & Santos (1989), essa faixa, situada no sul da Província Borborema, é interpretada como o resultado de um encurtamento continental com direção NE-SW a NNE-SSW entre o Cráton São Francisco e o Maciço Pernambuco-Alagoas durante o evento Brasileiro (~600 Ma). Com geração de zonas de cisalhamentos strike-slip e empurrões que dividiram a área em domínios com características litológicas distintas, o que sugere a ocorrência de grandes deslocamentos entre eles, justapondo níveis crustais diferentes. Isto contraria o modelo geossinclinal anterior que implica que o cinturão de dobramentos afetou de forma contínua a bacia. O fato de não haver evidência clara em campo para subducção ou sutura de placa, esta faixa pode representar o fechamento de uma grande bacia intracontinental ao longo da margem norte do Cráton São Francisco-Congo.

D'el Rey Silva (1995) atribui mais tarde que a Faixa de Dobramentos citada pode ser interpretado em termos de uma orogênese colisional clássica resultante do fechamento do mar Canindé.

Conforme Oliveira *et al.* (2006), a Faixa de Dobramentos Sergipana é um dos mais importantes cinturões orogênicos Pré-Cambrianos do Nordeste do Brasil, não

apenas por ser considerado uma evidência de drifte continental, mas porque contém várias estruturas e domínios litológicos que o permite ser comparado com orogêneses Fanerozóicas. Ela foi formada por uma colisão continental entre o Cráton Congo-São Francisco e o Maciço Pernambuco-Alagoas durante a Orogênese Brasileira/Pan-Africana (e.g. Brito *et al.*, 1977). Foi interpretado anteriormente como uma geossinclinal típica (e.g. Humphrey & Allard, 1968; Silva Filho & Brito Neves, 1979), depois como uma colagem de domínios litoestratigráficos (Davison & Santos, 1989; Silva Filho, 1998), ou como um cinturão de dobramentos e cavalgamentos produzido por inversão de uma bacia de margem passiva localizada na parte nordeste da antiga placa São Francisco (D'el-Rey Silva, 1999).

#### 3.1.5. Domínio Estância

Localizado na porção mais a sul da faixa, limitado a norte pelo domínio Vaza-Barris através da falha do rio Jacaré e a sul com o embasamento cratônico São Francisco, sobre o qual é depositado em não-conformidade. É composto por sedimentos predominantemente psamíticos e fracamente metamorfisados. Também podem ocorrer sedimentos tardios originados do retrabalhamento do orógeno. Composto pelo Grupo Estância que é dividido nas Formações Acauã, Lagarto e Palmares (Santos *et al.*, 1998).

#### 3.1.6. Domínio Vaza-Barris

Localizado na parte central do Estado de Sergipe, estende-se a oeste, além do limite estadual; a leste, até a bacia de Sergipe; e a norte, limita-se com o domínio Macururé através da zona de cisalhamento São Miguel do Aleixo e Nossa Senhora da Glória. Compõe-se principalmente de metassedimentos psamo-pelito-carbonáticos de baixo grau metamórfico (mais deformado do que o domínio Estância) e é formado pelos Grupos Miaba, Simão Dias e Vaza-Barris. (D'el Rey Silva, 1992, 1995, *apud* Santos *et al.*, 1998).

### 3.1.7. Domínio Macururé

Representa um nível crustal inferior em relação ao Domínio Vaza-Barris e limita-se a norte com o Domínio Marancó e Poço Redondo pela zona de cisalhamento Belo Monte-Jeremoabo. É constituído predominantemente por metapelitos e raras intercalações de metavulcanitos ácidos a intermediários. Jardim de Sá (1994) *apud* Santos *et al.* (1998) interpreta como sendo turbiditos de natureza turbidítica ('flichóide'). O metamorfismo atuante foi de fácies anfíbolito e é constituído pelo Grupo Macururé (Santos *et al.*, 1998).

Oliveira (2008) através de análises isotópicas indicou que a Província Borborema foi a principal fonte dos sedimentos deste domínio. Oliveira *et al.* (2010) ainda ressalta que este domínio é caracterizado por um significativo número de intrusões graníticas tardi a pós tectônicas.

### 3.1.8. Domínio Marancó

Caracteriza-se pela presença de rochas de natureza vulcanossedimentar, imbricado tectonicamente com granitos tipo Serra Negra, e metamorfisado em condições de fácies anfíbolito. Datações U/Pb destas rochas obtiveram valores de idade de  $1045 \pm 20$  Ma e  $1007 \pm 10$  Ma. Tanto o complexo, quanto os granitóides tipo Serra Negra estão intensamente cisalhados (Santos *et al.*, 1998). Conforme Oliveira *et al.* (2010), o granito Serra Negra e os gnaisses Poço Redondo correspondem ao embasamento das rochas metassedimentares deste domínio.

### 3.1.9. Domínio Poço Redondo

Formado por sequência de ortognaisses tonalíticos a granodioríticos e de paragnaisses subordinados, frequentemente migmatizados (Complexo Migmatítico de Poço Redondo). Estes estão intrudidos por granitóides tardi a pós-tectônicos do Brasileiro. As rochas gnáissicas alcançam metamorfismo de fácies anfíbolito alto. O Domínio Poço Redondo é considerado como um terreno exótico e representa um nível crustal mais profundo que todos os demais domínios anteriores (Santos *et al.*, 1998). Conforme Carvalho *et al.* (2005) *apud* Oliveira *et al.* (2010), foram obtidas duas idades U-Pb SHRIMP de 980 Ma e 961 Ma para este domínio.

### 3.1.10. Domínio Canindé

Domínio mais ao norte da Faixa, com limite a sul com o Domínio Marancó e Poço Redondo por zonas de cisalhamento e a norte aproximadamente com o rio São Francisco. Formado por rochas metavulcanossedimentares do Complexo Canindé, intrudidas por expressivo corpo gabróico diferenciado denominado Suíte Intrusiva Canindé. Também ocorrem granitoides diversos sin, tardi a pós e pós-tectônicos da orogênese Brasileira. O conjunto de rochas metamórficas está metamorfisado em fácies xisto-verde a anfíbolito (Santos *et al.*, 1998).

### 3.1.11. Modelo geotectônico proposto por Oliveira *et al.* (2010)

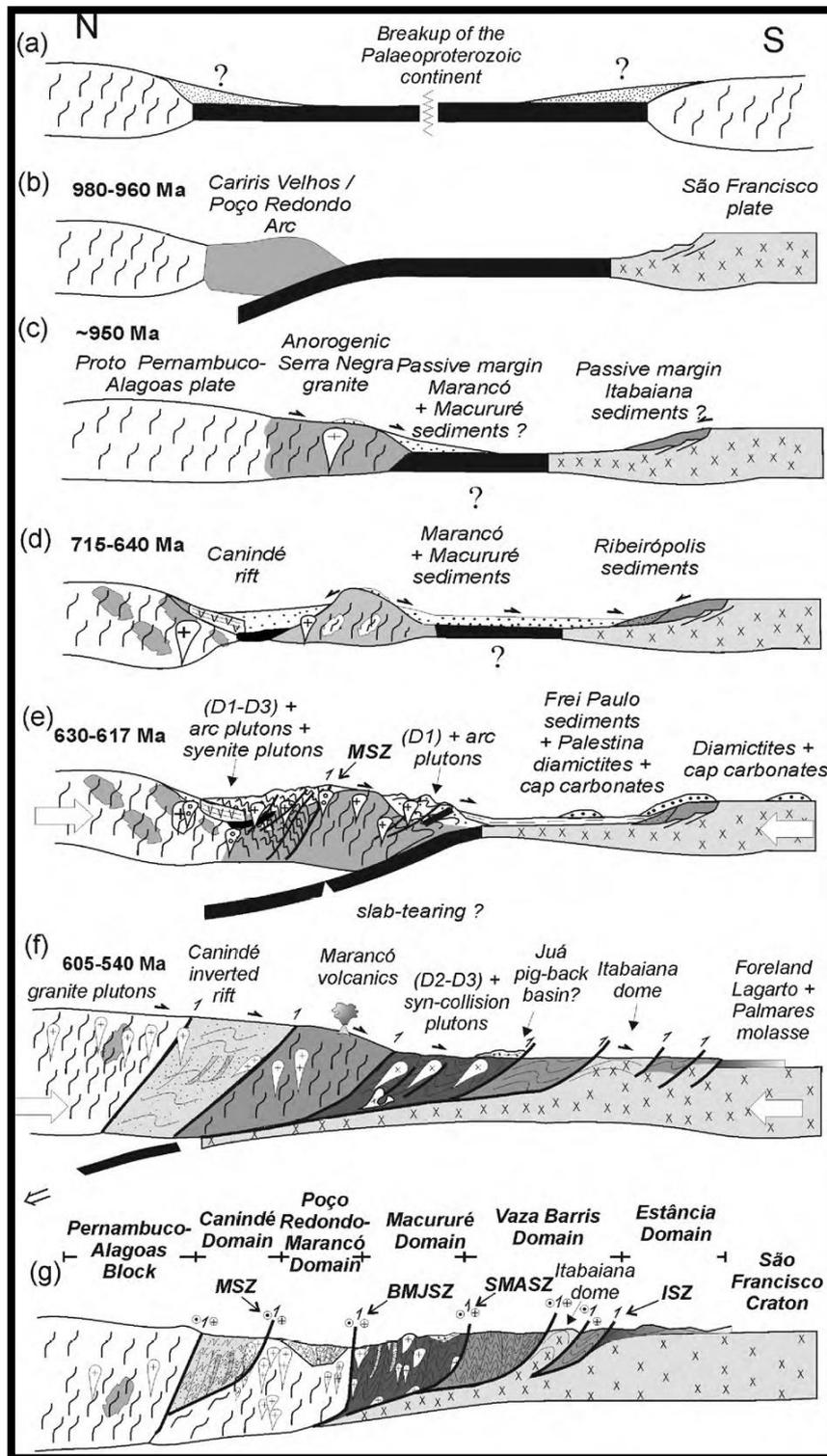
O modelo geotectônico para a Faixa de Dobramentos Sergipana mais atual é o elaborado por Oliveira *et al.* (2010), no qual aborda detalhadamente e com base nos dados mais recentes, a evolução desta Faixa, sintetizada na Figura 3, que iniciou com a quebra de um continente Paleoproterozóico (Figura 3a) seguido pelo desenvolvimento de um arco continental Mesoproterozóico (~980-960 Ma) (gnaiesses Poço Redondo), possivelmente na margem do Maciço Pernambuco-Alagoas de idade Paleoproterozóica (Figura 3b). A tectônica de extensão desse bloco continental (Figura 3c,d) deu origem a (i) granitos tipo-A Serra Negra e rochas sedimentares associadas a margem estendida do domínio Poço Redondo-Marancó, (ii) entre o Maciço Pernambuco-Alagoas e o domínio Poço Redondo-Marancó a sequência vulcanossedimentar Canindé, (iii) e a margem passiva na borda sul do Maciço Pernambuco-Alagoas. Uma segunda margem passiva se formou no Cráton São Francisco. A ausência de qualquer rocha ofiolítica sugere que basaltos de fundo oceânico, os quais presumimos que separava as duas margens passivas opostas, foi removido pela subducção, necessário para a geração de um arco magmático continental entre 630-620 Ma.

Deposição de sedimentos na margem passiva do Maciço Pernambuco-Alagoas iniciou depois de cerca de 900 Ma, isto é, a idade dos zircões detríticos mais jovens em rochas sedimentares do domínio Macururé e subdomínio Marancó. No domínio Canindé, a sedimentação provavelmente começou em torno de 715 Ma (idade U-Pb do granito tipo-A, Garrote) e continuou a ao menos 625 Ma – a idade dos zircões detríticos mais jovens na unidade Novo Gosto-Mulungu. Deposição das formações Juetê e Itabaiana na margem

passiva do Cráton São Francisco poderia ter iniciado qualquer momento após 1,975 Ma (idade dos zircões mais jovens na formação Itabaiana).

No domínio Canindé, rifteamento continuou até aproximadamente 640 Ma (Figura 3d) com intrusão das associações ígneas bimodais do granito tipo-A Garrote (715 Ma) e rochas vulcânicas máficas continentais da unidade Novo Gosto-Mulungu, intrusão do complexo gabróico Canindé do tipo continental (cerca de 700 Ma), dos microgabros Gentileza e quartzo-monozodiorito (688 Ma) e granito rapakivi (684 Ma), e dos granitos Boa Esperança com textura rapakivi (641 Ma). Não há evidência conclusiva de abertura de um fundo oceânico incipiente no domínio Canindé, embora alguns anfibolitos com *pillow* da unidade Novo Gosto-Mulungu se assemelham a basaltos de fundo oceânico.

A convergência do Maciço Pernambuco-Alagoas e o Cráton São Francisco levou a deformação em sedimentos de plataforma, construindo um arco continental entre 630 Ma e 620 Ma (Figura 3e) nos domínios Macururé, Poço Redondo-Marancó e Canindé, o qual pode ser identificado por: (i) granito Lajedinho no domínio Canindé (621 Ma), granitos no domínio Macururé (628-625 Ma), e granito no domínio Poço Redondo-Marancó (624 Ma; (ii) processo de fragmentação de placas por rasgamento (*slab-tearing*); e (iii) intrusão do monzogranito-sienito Curitiba (617 Ma) e de granito sin-colisional (590-570 Ma) nos domínios Macururé, Canindé e Poço Redondo-Marancó (Figura 3e,f). Inferiu-se que uma pequena placa oceânica foi subductada abaixo do domínio Poço Redondo-Marancó para explicar a ocorrência de idade de 603 Ma para rochas de arco vulcânico no subdomínio Marancó (Figura 3f). Subsequente exumação e erosão do Maciço Pernambuco-Alagoas e dos últimos três domínios, ocorreu a deposição dos sedimentos clásticos de bacia de antepaís nos domínios Estância e Vaza-Barris com zircões detríticos mais jovens entre 615 e 570 Ma, bem como a deposição de sedimentos Juá (bacia “*piggy-back*”?) no domínio Macururé (Figura 3f). Neste momento, as rochas supracrustais foram empurradas por sobre a placa inferior, i.e., a margem continental do Cráton São Francisco, situada ao sul da Faixa de Dobramento Sergipana (Figura 3g).



**Figura 3:** Evolução tectônica proposta para o Cinturão Sergipano do Mesoproterozóico (cerca de 1000 Ma) ao Neoproterozóico (cerca de 570 Ma). As principais zonas de cisalhamento são indicadas por seus acrônimos – MCZ (Zona de Cisalhamento Marancó), BMJSZ (Zona de Cisalhamento Belo Monte-Jeremoabo), SMASZ (Zona de Cisalhamento São Miguel do Aleixo), ISZ (Zona de Cisalhamento Itaporanga) (Oliveira *et al.*, 2010)

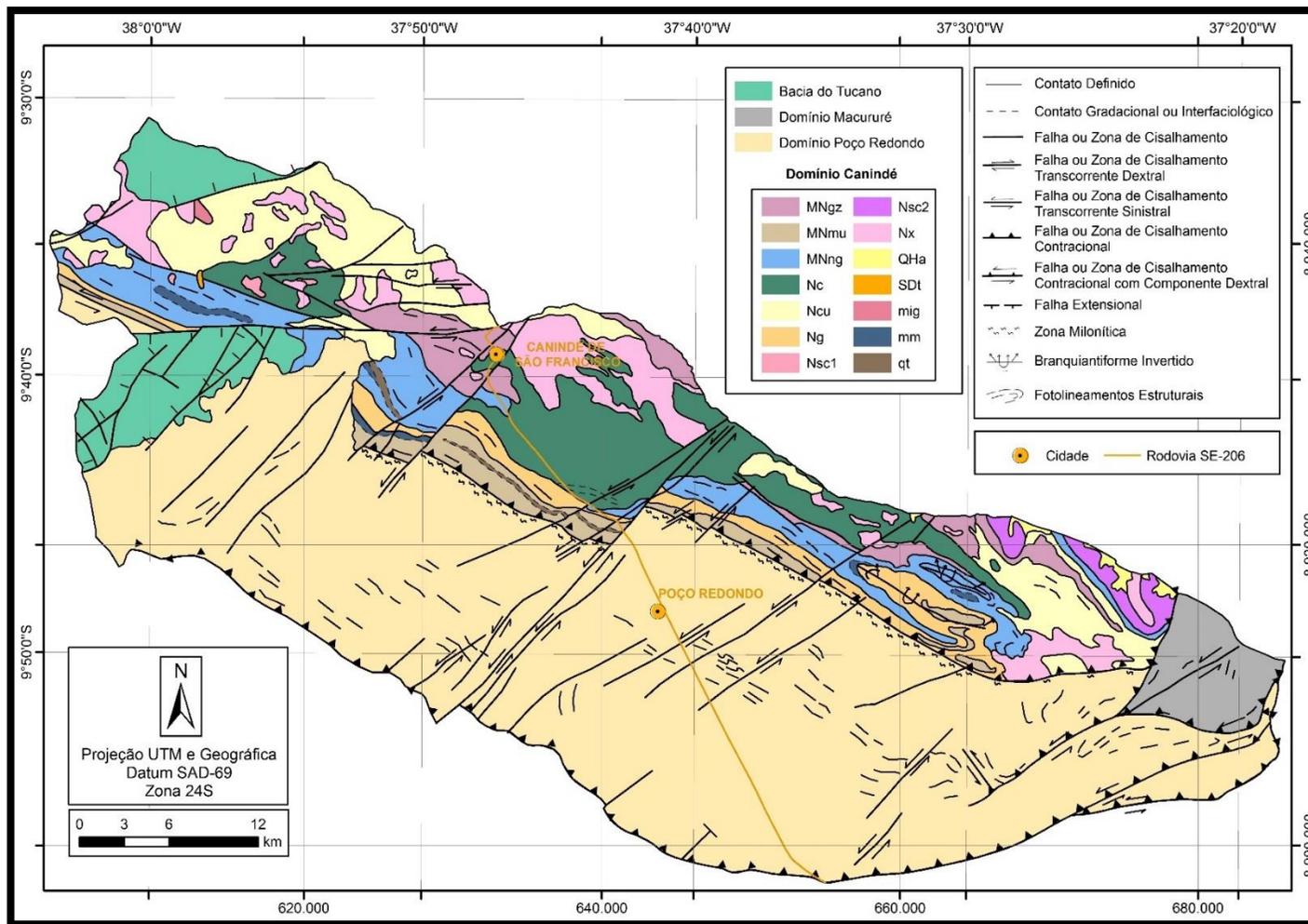
### 3.2. Domínio Canindé

O Domínio Canindé constitui uma faixa de direção NW-SE, paralela ao rio São Francisco, com cerca de quatro a dez quilômetros de largura e em torno de 50 km de extensão, limitada a sul com o domínio Poço Redondo pela zona de cisalhamento Mulungú-Alto Bonito, a norte com o Maciço Pernambuco-Alagoas, a leste com o domínio Macururé e a oeste pela cobertura sedimentar Paleozóica da Bacia de Tucano-Jatobá. Trata-se de um domínio composto por uma complexa litoestratigrafia e com relativa escassez de dados de análises, resultando claramente na falta de consenso entre autores, o que leva a postulação de modelos inconclusivos em relação a origem e evolução deste domínio e suas unidades.

Santos *et al.* (1998) caracteriza o domínio por ser constituído por rochas metavulcanossedimentares do Complexo Canindé, polideformadas, frequentemente transpostas e cisalhadas, intrudidas por um expressivo corpo gabróico diferenciado denominado Suíte Intrusiva Canindé. Sendo este domínio ainda afetado por intrusões graníticas de colocação sin, tardi a pós, e pós-tectônicas.

Como primeira tentativa de individualização do Complexo Canindé, Silva Filho *et al.* (1979) agrupou as rochas supracrustais desse complexo, encaixantes da suíte gabróica, em unidades Mulungu, Garrote, Novo Gosto e Gentileza (Figura 4). Porém, posteriormente, Santos *et al.* (1998) suprimiu a unidade Garrote por se tratar apenas de um granitoide milonitizado, sendo este denominado, a partir de então, como granitóide do tipo Garrote. Por conseguinte, Seixas & Moraes (2000) reduziu as unidades Mulungu e Novo Gosto a apenas unidade Novo Gosto e a região antes atribuída ao granitóide do tipo Garrote foi contextualizada em se tratando de faixa de 2 a 5 km de largura, formada por proto-milonitos, milonitos e ultra-milonitos resultantes da deformação das rochas das unidades Novo Gosto e granitos Boa Esperança, Poço Redondo e Xingó, relacionadas à zona de cisalhamento Mulungú-Alto Bonito (Nascimento, 2005).

Com respeito aos granitoides que intrudem a região do Domínio Canindé, também há uma evolução em relação a sua classificação. Santos *et al.* (1998) atribui a ocorrência de quatro granitoides a este domínio: do tipo Garrote, do tipo Curralinho, do tipo Xingó e do tipo Serra do Catu. Seixas & Moraes (2000) e Nascimento (2005), separam os granitoides que intrudem neste domínio em Lajedinho, Boa Esperança, Serrota, Sítios Novos, Xingó, Serra do Catú e Curitiba.



**Figura 4:** Mapa geológico com detalhe no domínio Canindé. **MNgz**-Unidade Gentileza, **MNmu**-Unidade Mulungu, **MNng**-Unidade Novo Gosto, **Nc**-Suíte Intrusiva Canindé, **Ncu**-Granitóides tipo Curralinho, **Ng**-Granitóides tipo Garrote, **Nsc1 e Nsc2**-Granitóides tipo Serra do Catu, **Nx**-Granitóides tipo Xingó, **QHa**-Depósitos Aluvionares, **SDt**-Formação Tacaratu, **mig**-migmatitos, **mm**-mármore, **qt**-quartzitos/metachert. (Modificado de Santos *et al.*, 1998)

Recentemente, Souza Júnior (2013) executou trabalhos de mapeamento geológico na porção central do Domínio Canindé. Ele ressuscitou a denominação anterior a Seixas & Moraes (2000) do granitóide tipo Garrote para a zona deformada nas proximidades da zona de cisalhamento Mulungu-Alto Bonito; seguiu com a extinção da unidade Mulungu, atribuindo à unidade chamada por ele de Novo Gosto-Mulungu; continuou com a classificação de granito do tipo Xingó; e criou a denominação Suíte Ígnea Bimodal Gentileza Curralinho, atribuindo a esta suíte a unidade Gentileza e o granitóide tipo Curralinho, usando como base a forte relação de coexistência dos seus litotipos.

A Suíte Intrusiva Canindé teve sua primeira tentativa de diferenciação de litotipos espacialmente em mapa geológico em Seixas & Moraes (2000). Estes autores compartimentaram o corpo gabróico em quatro unidades espaciais: Gabro e gabro-pegmatítico, posicionado aproximadamente na porção centro-sul do corpo; troctolito e anortosito, posicionado na porção oeste; olivina-gabro e gabro-norito, ocupando quase todo o resto da suíte; e peridotitos e olivina-norito, ocorrendo em mapa como lentes na suíte na porção oeste à falha Jacaré. No trabalho de Souza Júnior (2013) não foram individualizados espacialmente setores desta suíte.

Nota-se que ainda há muito o que evoluir em relação a mapeamento geológico no domínio Canindé, já que ao longo das últimas décadas houveram mudanças e propostas diversas entre autores em relação a classificação e a nomenclatura tanto das unidades do Complexo Canindé, quanto dos granitóides, assim como também em relação às disposições e geometrias desses corpos em mapa geológico.

Com relação a estrutural, de acordo com Santos *et al.* (1998), os litotipos do Complexo Canindé encontram-se quase sempre tectonicamente imbricados, principalmente aqueles situados mais a sul do domínio. E também é notado uma menor intensidade na transposição tectônica e uma maior preservação dos dobramentos em sua porção mais a sudeste, onde se pode visualizar por vezes geometrias de branquiantiformes ou de prováveis seções de megadobras tipo bainha. Ainda que são observados contatos transicionais entre as unidades, Santos *et al.* (1998) descrevem o metamorfismo atuante como sendo de fácies anfíbolito, com ocorrência de retrometamorfismo para a fácies xisto-verde concentrada nas zonas mais cisalhadas.

Conforme Nascimento (2005), o Domínio Canindé foi atingido por pelo menos quatro fases deformacionais, a saber:

- D1 → deforma S0 (acamamento) e corresponde ao bandamento composicional das rochas da pilha metavulcanossedimentar;
- D2 → caracterizado por dobras do bandamento da fase D1 cujas camadas possuem mergulhos para NE (bem preservadas na unidade Novo Gosto);
- D3 → predomina regionalmente. Registradas pelas foliações com direções NW-SE (afetam principalmente as unidades Novo Gosto e granitos Boa Esperança e Xingó). A essa fase é atribuída as zonas de cisalhamento transcorrentes sinistrais de direção NW-SE e mergulhos de alto ângulo para NE e SW, como a zona de cisalhamento Mulungu-Alto Bonito.
- D4 → com características rúpteis e direção NE-SE e está associada as zonas rúpteis do Rio Jacaré e Bom Sucesso com movimento sinistral.

### 3.2.1. Evolução do conhecimento sobre a origem do Domínio Canindé

Brito Neves & Cordani (1973) relacionou as rochas ultramáficas da região à atividade magmática inicial (ofiolítica) do geossinclinal de Propriá. Silva Filho (1976) descreve estas rochas ultramáficas como suíte ofiolítica. Jardim de Sá *et al.* (1986) consideraram o domínio Canindé como gerado em um ambiente de arco insular. Santos *et al.* (1988) propõe que o ambiente seria de arco vulcânico ou margem continental ativa.

Já Oliveira & Tarney (1990) consideram que os gabros e as metavulcanicas da região apresentam semelhança geoquímica com basaltos continentais, e que o complexo Canindé seria resultante da remobilização do manto listosférico sub-continental durante algum evento termal no Neoproterozóico.

Bezerra (1992) sugeriu a formação em um ambiente anorogênico intracontinental ou sin-orogênico de arco. Para a suíte propôs ambiente sin-orogênico.

Trompette (1994) interpreta o complexo Canindé como sequência ofiolítica ou como produto de magmatismo de arco de ilha.

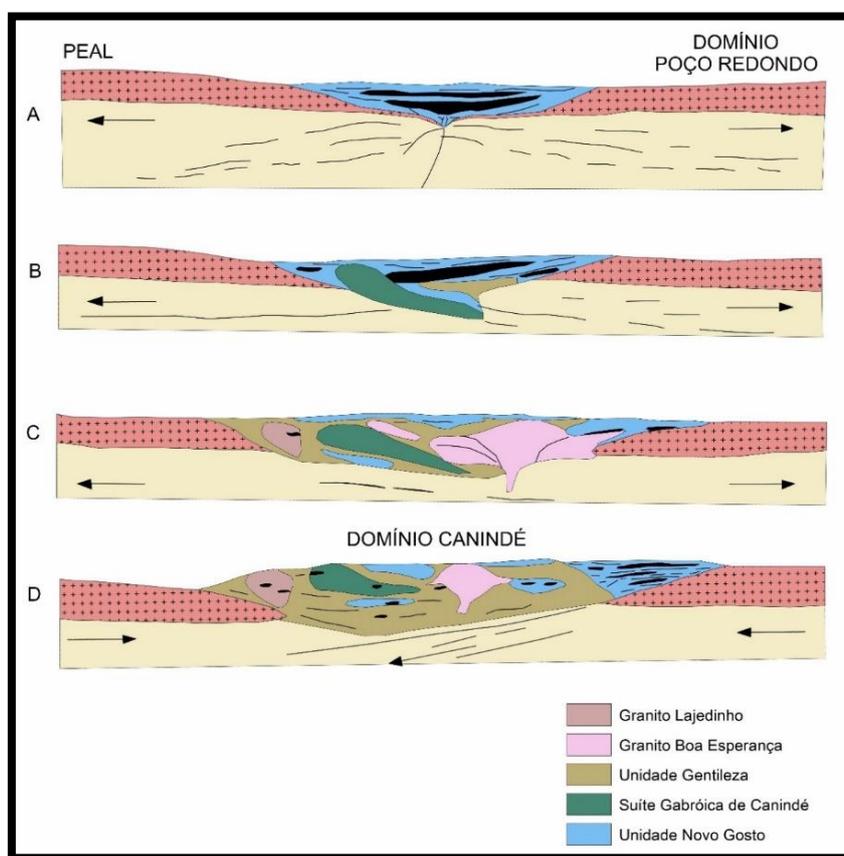
Silva Filho (1998) propôs que o domínio Canindé representa um arco intraoceânico. A suíte gabróica seria contemporânea aos granitóides cálcio-alcalinos brasileiros.

Trata-se, provavelmente, de um arco magmático, ou bacia de pós-arco, soldado à Faixa de Dobramentos Sergipana por processo colisional (Bezerra *et al.*, 1991, *apud* Santos *et al.*, 1998).

Seixas & Moraes (2000) propuseram um modelo geotectônico que envolve formação de um rifte, vulcanismo basáltico alcalino, plutonismo gabróico e granítico, e deformação compressiva.

Nascimento (2005) apresenta um modelo de evolução tectônica que corresponde a uma sequência de rifte intra-continental (ver figura 5).

Oliveira *et. al.* (2010) interpreta como uma sequência de rifte que foi posteriormente deformada e agregada ao domínio Poço Redono-Marancó. Este autor expõe que o rifte provavelmente teria evoluído para uma bacia oceânica devida a ocorrência de anfibolitos na unidade Novo Gosto-Mulungu com lentes de mármore e ocorrência de basaltos com *pillows*.



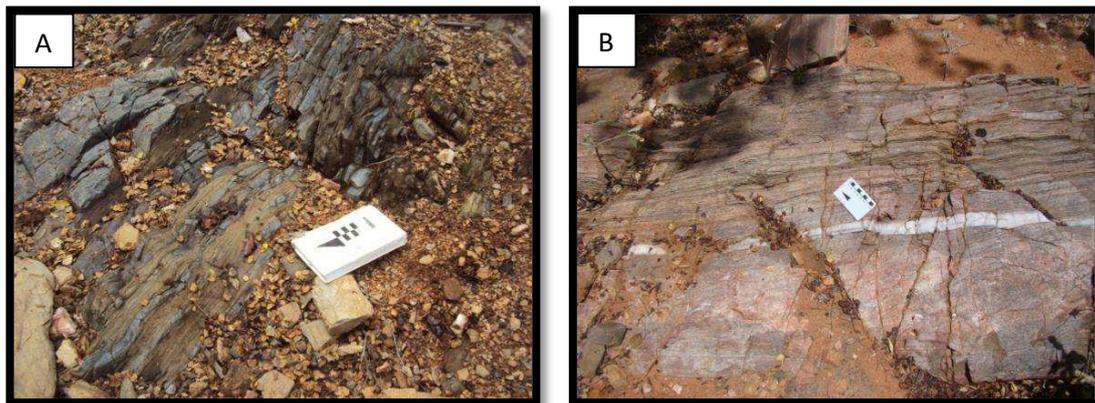
**Figura 5:** Modelo evolutivo de rifte continental para o Domínio Canindé: (a) colapso da litosfera continental por afastamento das massas continentais PEAL e Domínio Poço Redondo, subsidência, sedimentação, subida da MOHO e consequente magmatismo, primeiros pulsos de sedimentação da unidade Novo Gosto (em torno de 970 Ma) a qual foi invadida pela Suíte Intrusiva Canindé (701) e unidade Gentileza (684 Ma) (b). (c) Intrusão do granito Boa Esperança e posteriormente granito Lajedinho (619 Ma). (d) Fechamento da bacia de Canindé com novos pulsos de sedimentação da unidade Novo Gosto (a partir de 634 Ma) (Modificado de Nascimento, 2005).

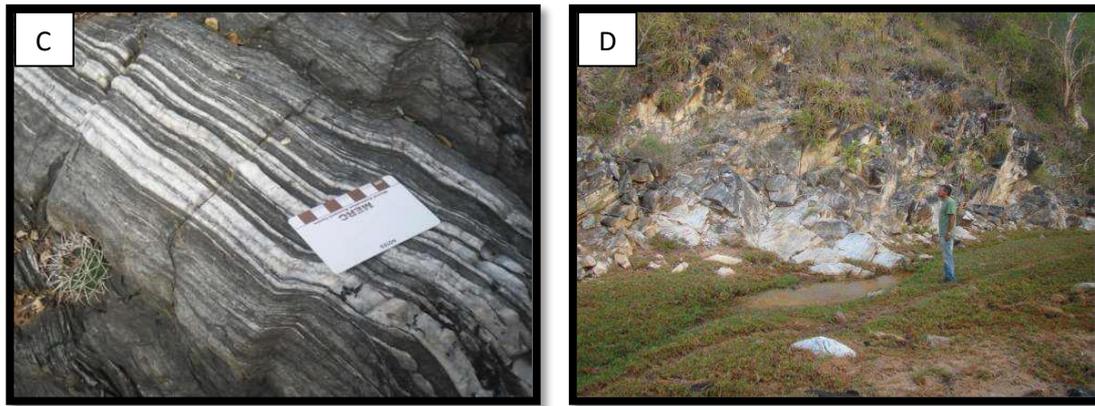
### 3.3. Unidade Novo Gosto

Nascimento (2005) descreve a unidade Novo Gosto como uma unidade formada essencialmente por metagrauvaca, metapelito, metassiltito, metachert, xisto, grafita-xisto, mármore, rochas calciossilicáticas e anfibolito, truncados por diques máficos e félsicos, assim como corpos gabróicos ricos em Fe-Ti. Por sua vez, esta unidade foi invadida por corpos de quartzo-monzodiorito da unidade Gentileza e gabro da Suíte Gabróica Canindé.

Enquanto que Souza Júnior (2013) descreve esta unidade como uma faixa com espessura irregular, não contínua, orientada segundo WNW-ESE. Ela é truncada pela suíte gabróica e está em contato tectônico com os granitóides do tipo Garrote e os litotipos da Suíte Ígnea Bimodal Gentileza Curralinho. De acordo com aquele autor, o bandamento apresentado por seus litotipos, por vezes xistificados, a frequente transposição da foliação em dobras apertadas, configuradas em sinformes e antiformes invertidos, além da forte epidotização, são as principais características da litologia dessa unidade.

Souza Júnior (2013) ainda comenta que esta unidade é composicionalmente formada por anfibolitos, anfibolitos-xistificados, quartzitos feldspáticos, metarritimitos, mármore e níveis calciossilicáticos (ver figura 6). Estas rochas apresentam tonalidades diversas, granulação fina a média, geralmente bandadas com níveis ou intercalações claros e escuros. Localmente alguns litotipos mostram aspecto xistoso.





**Figura 6:** (A) Intercalação de anfibolitos puros e xistificados da unidade Novo Gosto-Mulungu. (B) Níveis de quartzito puro em rocha quartzo-feldspática com aspecto laminado. (C) Metarritimitos. (D) Mármorees. (Souza Júnior, 2013)

Resultados de análises U-Pb (SHRIMP) executadas em zircões detríticos de metassedimentos dessa unidade evidenciaram ao menos três áreas-fonte com idades em torno de 977 Ma, 718 Ma e 679 Ma (final do Cariris Velho até o Brasiliano), conforme Nascimento (2005). Esta mesma autora, através de análises geoquímicas e interpretações em vários tipos de diagramas geoquímicos, concluiu que grande parte dos sedimentos é proveniente de áreas-fonte de caráter químico continental com composições máficas e félsicas que podem corresponder às rochas do próprio Domínio Canindé, como anfibolito da Unidade Novo Gosto, rochas da Unidade Gentileza e granitos Boa Esperança e Lajedinho.

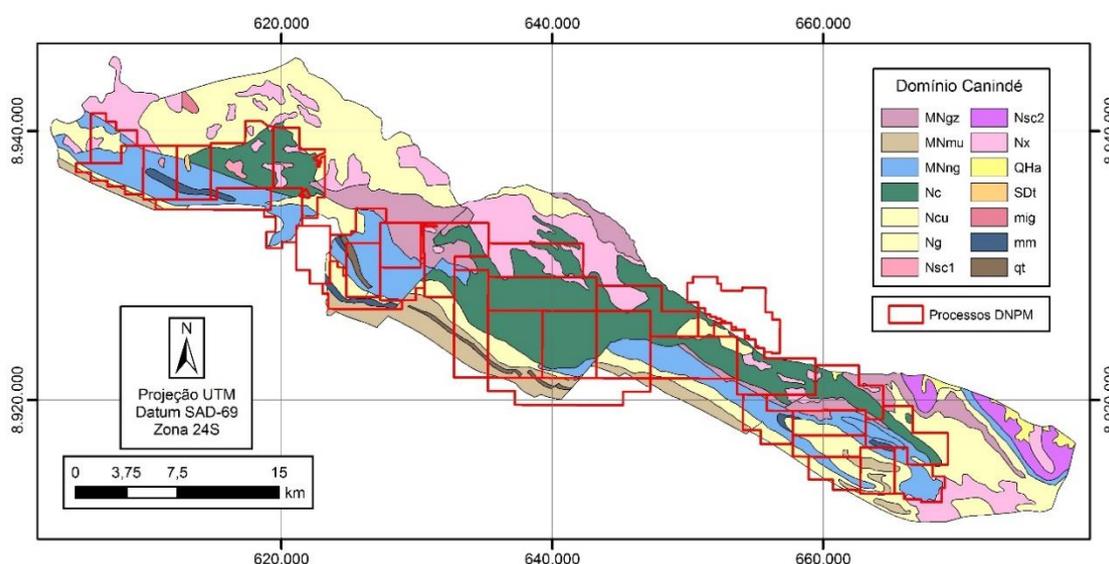
Já em relação aos anfibolitos desta unidade, Nascimento (2005) determinou, a partir de amostras analisadas deste litotipo, quatro tipos de protólitos diferentes: um grupo considerado de composição basáltica, apresentando estruturas reliquiares preservadas de microamígdalas e cristais euédricos de plagioclásio, sugerindo claramente origem ígnea; outro também de composição basáltica, mas com maior grau de contaminação crustal, possivelmente contaminação pelos leitos de origem sedimentar nos quais estão intercalados; e ainda os protólitos de origem sedimentar e intermediária.

### 3.4. Recursos Minerais do Domínio Canindé

#### 3.3.1. Panorama mineral

O Domínio Canindé abrange três municípios do Estado de Sergipe: Canindé de São Francisco, Poço Redondo e Porto da Folha. Trata-se de uma região que, no geral,

possui processos minerários ao longo de todo *trend* da Suíte Intrusiva Canindé e do Complexo Canindé, como pode ser visto na figura abaixo.

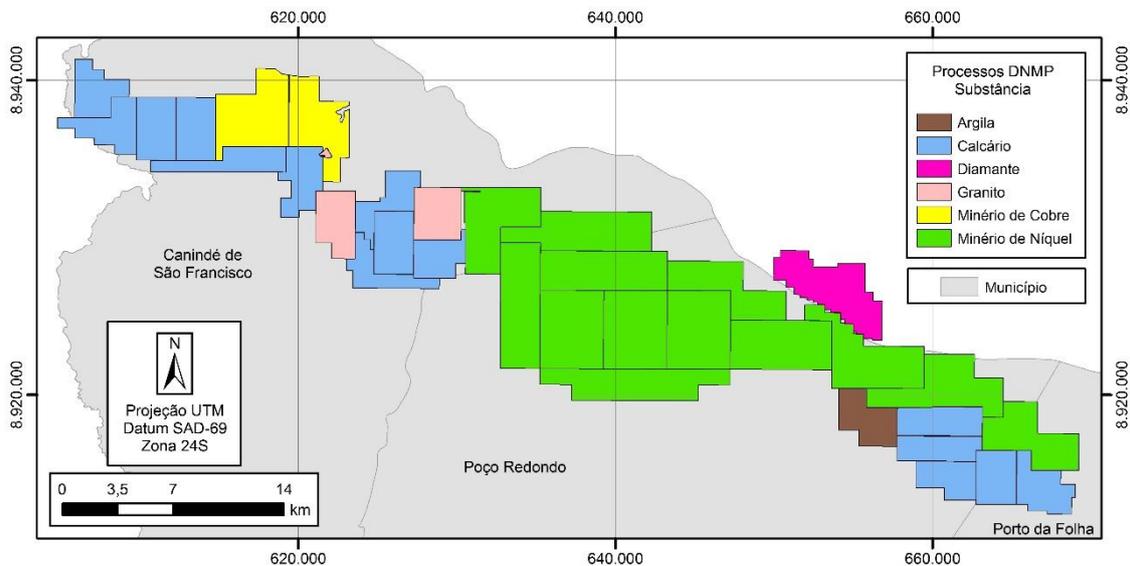


**Figura 7:** Localização de processos do DNPM x Litologias do Domínio Canindé. **MNgz**-Unidade Gentileza, **MNmu**-Unidade Mulungu, **MNng**-Unidade Novo Gosto, **Nc**-Suíte Intrusiva Canindé, **Ncu**-Granitóides tipo Curralinho, **Ng**-Granitóides tipo Garrote, **Nsc1 e Nsc2**-Granitóides tipo Serra do Catu, **Nx**-Granitóides tipo Xingó, **QHa**-Depósitos Aluvionares, **SDt**-Formação Tacaratu, **mig**-migmatitos, **mm**-mármore, **qt**-quartzitos/metachert. Litologias extraídas e simplificadas a partir de mapa geológico do Estado de Sergipe da CPRM (1997).

Nesta região estão registrados 36 processos junto ao DNPM, datando de 2006 a atualmente (ver tabela 1 e figura 8). Destas áreas, a demanda de substâncias é predominantemente voltada para o uso industrial com 50% do total. Em seguida vem as substâncias destinadas a construção civil: fabricação de cimento (41,7%), revestimento (5,5%) e brita (2,8%). Essas substâncias são listadas na tabela abaixo com a quantidade de processos e sua fase:

**Tabela 1:** Compilação de recursos minerais conforme dados do Cadastro Mineiro do DNPM (2014) discriminados por substâncias. A – Requerimento de Pesquisa; B – Autorização de Pesquisa; C – Licenciamento; D – Disponibilidade.

Substância	Fase do Processo				Total
	A	B	C	D	
Argila	-	1	-	-	1
Calcário	-	-	-	15	15
Diamante	-	1	-	-	1
Granito	-	-	1	2	3
Minério de Cobre	2	-	-	-	2
Minério de Níquel	-	14	-	-	14



**Figura 8:** Localização de processos do DNPM discriminados por substância mineral.

De acordo com os dados coletados, a maioria dos processos ainda estão em fase de autorização de pesquisa (16) ou já entraram em disponibilidade (17).

A região, apesar de estar quase que totalmente coberta por processos minerários, apenas um processo possui fase acima de autorização de pesquisa, tratando-se de processo em fase de licenciamento com em torno de 27 ha para extração de granito direcionado a geração de brita para construção civil.

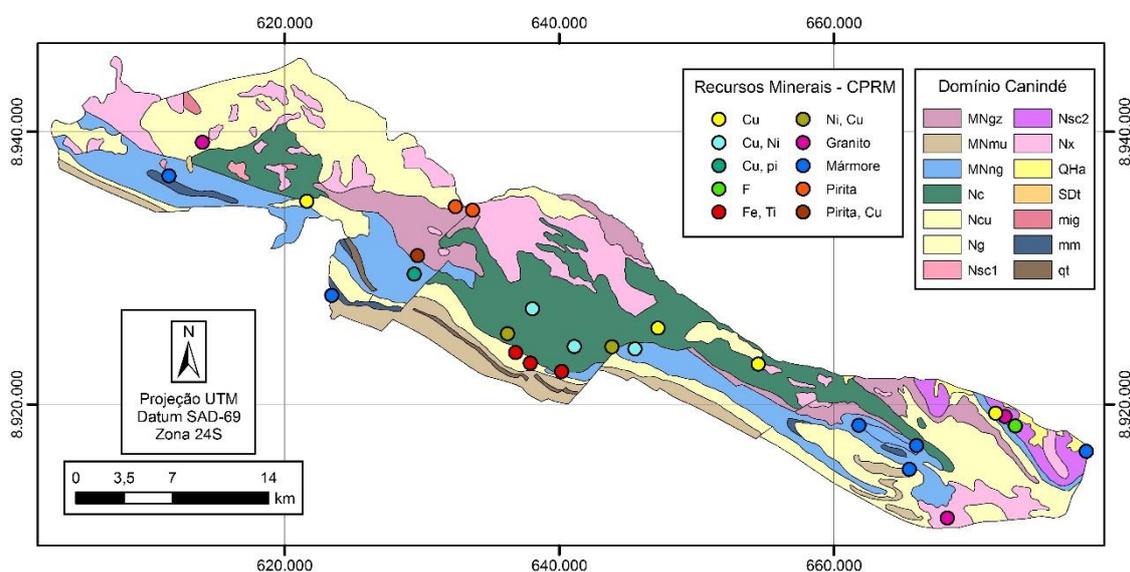
A relação de quantidade de processos junto ao DNPM e empresas pode ser visualizada na tabela a seguir:

**Tabela 2:** Empresas e sua quantidade de processos no Domínio Canindé conforme dados do Cadastro Mineiro (2014).

Nome da Empresa	Quantidade de Processos
Marcos José Soares	17
Mirabela Mineração do Brasil Ltda.	13
Igeologia Serviços de Mão de Obra e Representações Ltda.	2
Construtora e Pedreira Ramos Ltda Me	1
José Rinaldo Vieira	1
Pedreira Ramos Ltda Me	1
Ricardo Oliveira Gallart de Menezes	1

De acordo com dados disponibilizados pela CPRM em sua página virtual Geobank, foram identificados em campo, ocorrências de recursos minerais ao longo do

Domínio Canindé que variam desde minerais metálicos (Cu, Ni, Fe, Ti) a materiais para construção civil, como pode ser visto no mapa a seguir.



**Figura 9:** Ocorrências de recursos minerais x Litologias do Domínio Canindé. **MNgz**-Unidade Gentileza, **MNmu**-Unidade Mulungu, **MNng**-Unidade Novo Gosto, **Nc**-Suíte Intrusiva Canindé, **Ncu**-Granitóides tipo Curralinho, **Ng**-Granitóides tipo Garrote, **Nsc1 e Nsc2**-Granitóides tipo Serra do Catu, **Nx**-Granitóides tipo Xingó, **QHa**-Depósitos Aluvionares, **SDt**-Formação Tacaratu, **mig**-migmatitos, **mm**-mármore, **qt**-quartzitos/metachert. Litologias extraídas e simplificadas a partir de mapa geológico do Estado de Sergipe da CPRM (1997).

### 3.3.2. Histórico

Ao longo das últimas décadas o Complexo Canindé vem sendo alvo de pesquisas visando a identificação de recursos minerais e a determinação de sua potencialidade.

Dentre estes anos de estudos, a CPRM foi a principal interventora do processo de evolução do conhecimento geológico da área, ora em conjunto com o DNPM executando projetos de pesquisa.

A região foi primeiramente mapeada por Silva Filho *et al.* (1977 e 1979) nos projetos Baixo São Francisco/Vaza-Barris e Complexo Canindé do São Francisco. Desde então vários relatórios da CPRM foram publicados informando os potenciais calculados com base nos dados coletados. Já em 1979, foi noticiado a descoberta pela CPRM de um depósito de níquel que segundo estes teria reserva calculada em quatro milhões de toneladas de minério com 0,70% de níquel, ocorrendo cobre e cobalto associado.

O projeto Canindé, executado por Silva Filho *et al.* (1979), foi o principal trabalho executado de avaliação de recursos minerais na região, tendo seu início na década de 70, e teve como foco a avaliação da importância econômica das mineralizações de cobre-níquel, bem como o discernimento da possibilidade de terem ocorrências associadas de outros minerais como metais do grupo da platina que pudessem ser favoráveis na valorização e viabilização econômica dos depósitos. Durante o projeto foram delimitadas 7 áreas-alvo para adensamento do estudo geológico realizando trabalhos de detalhe, sendo cinco com anomalias para Cu e Ni (Cu-1, Cu-2, Cu-3, Ni-1, Ni-2) e duas para ferro e titânio (Fe-1 e Fe-2). Na época, ainda foi verificado que existia a possibilidade de recuperação de subprodutos como cobalto, ouro, prata e metais do grupo da platina, os quais foram detectados teores de 0.25% de Co, 0.10g/t de Au, 2.5g/t de Ag, 0.015g/t de Pt e 0.030g/t de Pd nos intervalos mais ricos em sulfeto de Ni-Cu.

Em informe técnico no ano de 1989, a CPRM divulgou nas conclusões a respeito dos estudos até aquela data, a individualização de quatro faixas ou zonas com perspectiva econômica e que necessitavam de melhor detalhamento geológico:

1 – A faixa cupro-niquelífera NW-SE da parte central da Suíte Intrusiva Canindé, onde se configuram as anomalias geoquímicas mais realçantes para Cu-Ni-Co, em cuja disposição geográfica se acham contidas algumas das áreas-alvo do projeto Cu-02, Ni-02, Cu-01 e Cu-03, sendo a penúltima já portadora de um pequeno depósito de Cu-Ni;

2 – A zona de cisalhamento NW-SE do Riacho Santa Maria, que apresenta litofácies cisalhados, são fortemente enriquecidos em sulfetos e com valores anômalos pa Au em concentrado de batéia;

3 – O segmento cisalhante NE-SW do rio Jacaré que apresenta perspectiva de conter mineralizações sulfetadas remobilizadas associadas a “fronts” hidrotermais e graníticos;

4 – O segmento ferro-titanado no contato sul da Suíte Intrusiva Canindé com as metavulcânicas do Complexo Canindé, com perspectivas metalogenéticas para ouro e platinóides.

Em 1996, a CPRM publicou um exame atualizado do Projeto Canindé onde reavaliou informações dos trabalhos executados até a presente data. Nele informa a constatação por Santos *et al.* (1990) que com a 2ª fase do projeto foram encontrados alguns desacordos na área Cu-1 em relação aos dados da 1ª fase, ligados ao corpo sulfetado, principalmente com respeito a sua postura espacial, fato que fez diminuir a sua reserva máxima de minério. Esta diminuição fez com que a viabilização econômica dessa

fase sulfetada dependesse de alguns requisitos: possuir teores médios de Cu e Ni mais elevados; se projetar para profundidades maiores; se estender além dos limites da área Cu-1; e estar associado a cobalto, ouro e EGP. De acordo com os mesmos autores, essa viabilidade seria reforçada se os níveis de ferro-titânio apresentassem continuidade lateral e em profundidade; possuísem teores de  $TiO_2$  superiores aos revelados (5 a 7%); e apresentassem EGP associados. No fim deste documento ainda é exposto que foi preferível não emitir conclusões de ordem econômica, enquanto não houvessem sido cumpridas as exigências recomendadas pelo consultor Naldrett, o qual havia dado assistência para sanar dúvidas em relação aos trabalhos e a situação econômica da região, já que por este consultor o contexto geológico é muito similar com o Complexo Duluth, nos EUA, onde existem grandes depósitos de baixo teor de Cu e Ni e baixíssimos teores de EGP, considerados atualmente como anti-econômicos.

A última movimentação ocorrida na região diz respeito ao pessoal da empresa Mirabela Mineração do Brasil LTDA. que atualmente possui autorização de pesquisa desde o ano 2011 nas áreas anteriormente estudadas no Projeto Canindé.

---

## CAPÍTULO II

---

### 1. ARTIGO CIENTÍFICO

#### CARATERIZAÇÃO PETROGRÁFICA, QUÍMICA MINERAL E GEOTERMOBAROMETRIA DE ROCHAS DA UNIDADE NOVO GOSTO, DOMÍNIO CANINDÉ, FAIXA DE DOBRAMENTOS SERGIPANA

Luiz Henrique Passos<sup>1</sup>, Farid Chemale Junior<sup>1</sup>, Viter Magalhães Pinto<sup>2</sup>, Adriane  
Machado<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Brasília-DF, 70904-970, Brasil

<sup>2</sup> Departamento de Eng. Geológica, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS, 96010-440, Brasil

<sup>3</sup> Departamento de Geologia, Universidade Federal de Sergipe, Campus São Cristóvão, São Cristóvão-SE, 49100-000, Brasil

#### 1.1. Abstract

The Caninde Domain represents a complex stratigraphic and lithologic unit within the Neoproterozoic Sergipano Belt that was strongly deformed and metamorphosed during the collisional process between the São Francisco Paleoplate and the Pernambuco-Alagoas block. The Novo Gosto Unit is part of this domain, and is poorly known with respect to its origin and tectonic setting during the evolution of the Sergipano orogenic belt. In order to understand some aspects regarding the conditions of metamorphism and formation of rocks of this unit, petrographic and microprobe analyzes were carried out to investigate the protoliths this unit and its thermobarometric conditions. This information was combined with other data available in the literature to make considerations on the tectonic evolution of the Novo Gosto unit. The estimated pressure (P) and temperature (T) data allow to establish that the rocks of the Novo Gosto Unit were formed under metamorphism amphibolite facies, reaching conditions upper amphibolite facies (or granulite?), in some areas with strong mylonitization as well, with local anatexis and in situ melting generating granitic rocks. The Novo Gosto unit mafic rocks were generated on a continental magmatic arc environment and part in suprasubduction zones. And through analysis of Sm-Nd system behavior can be interpreted that part of the sedimentary material of the Novo Gosto unit has been derived from a mesoproterozoic platform belonging to the passive margin of Cariris Velho event

and the other materials would be associated with subduction stage during the Brasiliano event.

## **1.2. Resumo**

O Domínio Canindé representa um domínio de complexa organização estratigráfica e litológica, dentro do Cinturão Sergipano Neoproterozóico, que foi fortemente deformado durante o processo colisional entre a paleoplaca São Francisco e o bloco Pernambuco-Alagoas. A unidade Novo Gosto faz parte deste domínio, e é pobremente conhecida com respeito a sua origem e processos de formação durante a evolução da Faixa de Dobramentos Sergipana. Com vista a compreender melhor alguns aspectos em relação às condições de metamorfismo e formação das rochas desta unidade, foram realizadas análises petrográficas e de microsonda eletrônica para investigar os protólitos desta unidade e suas condições termobarométricas. Esta informação foi combinada com outros dados disponíveis na literatura para fazer considerações sobre a evolução tectônica da Unidade Novo Gosto. Dados obtidos de P e T, estabelecem que as rochas da unidade passaram por metamorfismo na fácies anfíbolito, chegando a alcançar o campo da fácies anfíbolito superior (ou granulito?) em zonas de milonitização, com anatexias locais e produção de granitos anatócticos. Através de novas interpretações de dados da literatura, pode-se determinar que as rochas máficas da unidade Novo Gosto foram geradas parte em ambiente de arco magmático continental e outra parte em zonas de supra-subducção. E Através das análises do comportamento do sistema Sm-Nd, pode-se interpretar que parte do material sedimentar da Unidade Novo Gosto tenha sido originado de uma plataforma mesoproterozóica, pertencente à bacia de margem passiva do evento Cariris Velho e o demais material estaria associado ao estágio de subducção durante o evento Brasiliano.

## **1.3. Introdução**

O Domínio Canindé constitui uma faixa de direção NW-SE, paralela ao rio São Francisco, no norte do estado de Sergipe, com quatro a dez quilômetros de largura e em torno de 50 km de extensão. É limitada a sul com o domínio Poço Redondo pela zona de cisalhamento Mulungú-Alto Bonito, a norte com o Maciço Pernambuco-Alagoas, a leste com o domínio Macururé e a oeste coberta pelas rochas sedimentares da Bacia de Tucano-Jatobá. Santos *et. al.* (1998) caracteriza o domínio por ser constituído por rochas

metavulcanossedimentares do Complexo Canindé, polideformadas, frequentemente transpostas e cisalhadas, intrudidas por um expressivo corpo gabróico diferenciado denominado Suíte Intrusiva Canindé. Sendo este domínio ainda afetado por intrusões graníticas de colocação sin, tardi a pós, e pós-tectônicas.

Trata-se de um domínio composto por uma complexa litoestratigrafia e com relativa escassez de dados, resultando claramente na falta de consenso entre autores e na falta de uma conclusão convincente em relação a origem e evolução deste domínio e suas unidades.

Os minerais anfibólio, plagioclásio, biotita, ilmenita e magnetita, podem desenvolver um papel importante na petrogênese de rochas, sendo potencialmente úteis no estudo e análise da natureza e condições físicas em que as rochas se formaram.

Neste trabalho serão apresentados dados referentes à petrografia, química mineral e às condições de metamorfismo P e T as quais as rochas da unidade Novo Gosto foram submetidas, com base no estudo de associações minerais presentes nestas rochas.

#### **1.4. Contexto Geológico**

Do ponto de vista geológico regional, a área de estudo se enquadra em escala decrescente na: Plataforma Sul-Americana > Província Borborema > Faixa de Dobramentos Sergipana > Domínio Canindé > Unidade Novo Gosto.

O Domínio Canindé representa o domínio mais ao norte da faixa de dobramentos, com limite a sul com o Domínio Marancó e Poço Redondo por zonas de cisalhamento e a norte aproximadamente com o rio São Francisco. Formado por rochas metavulcanossedimentares do Complexo Canindé, intrudidas por importante corpo gabróico diferenciado denominado Suíte Intrusiva Canindé (ver figura 10). Também ocorrem granitóides diversos sin, tardi a pós e pós-tectônicos. As rochas do domínio foram metamorfisadas na fácies xisto-verde a anfibolito (Santos *et al.*, 1998).

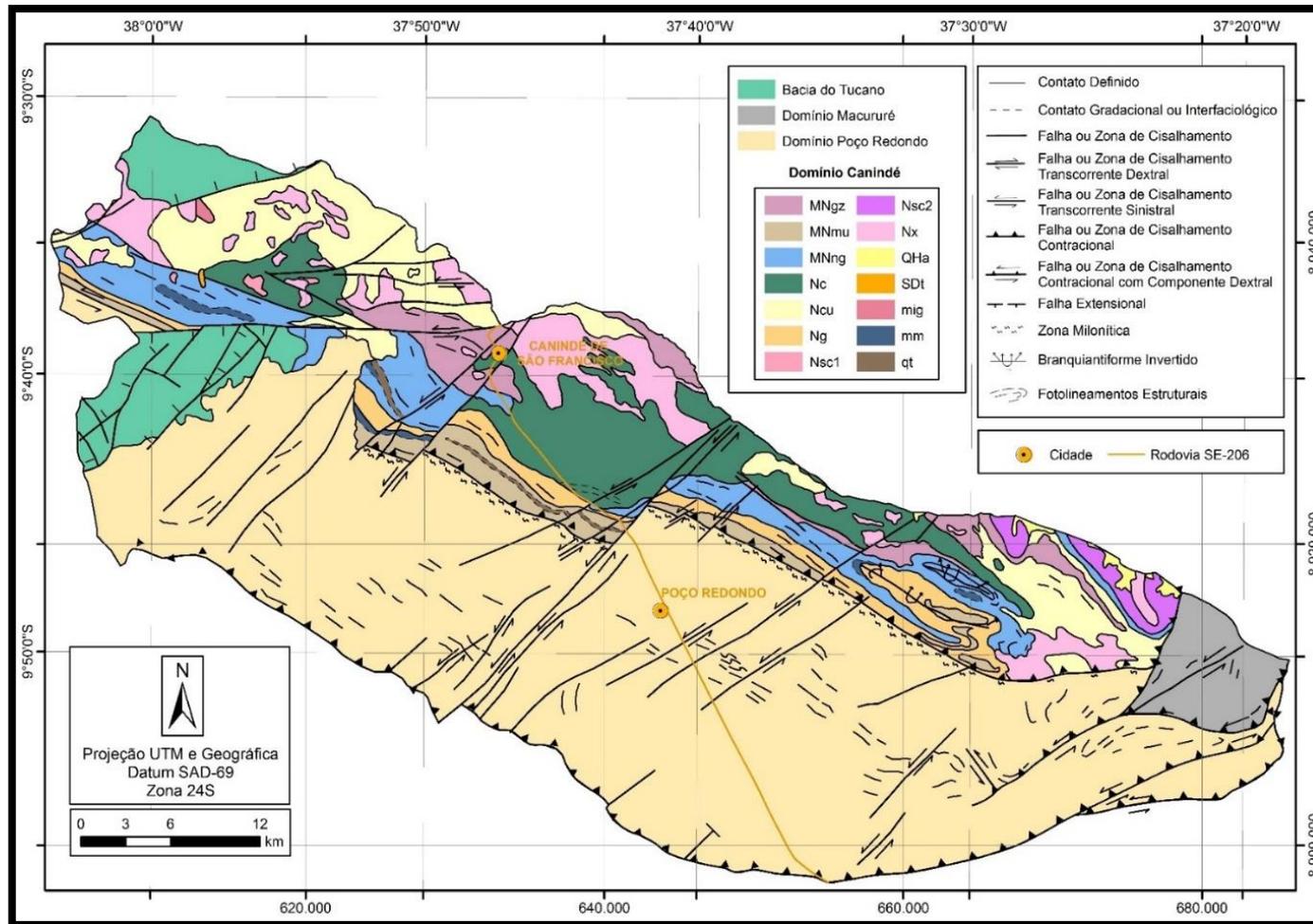
Silva Filho *et al.* (1979) agrupou as rochas supracrustais desse complexo, encaixantes da suíte gabróica, em unidades Mulungu, Garrote, Novo Gosto e Gentileza. Em seguida, Seixas & Moraes (2000) reuniram as unidades Mulungu e Novo Gosto na unidade Novo Gosto.

Nascimento (2005) descreve a unidade Novo Gosto como uma unidade formada essencialmente por metagrauvaca, metapelito, metassiltito, metachert, xisto, grafita-xisto, mármore, rochas calciossilicáticas e anfibolito, truncados por diques máficos e félsicos,

assim como corpos gabróicos ricos em Fe-Ti. E que esta unidade foi, em parte, invadida por corpos de quartzo-monzodiorito da unidade Gentileza e gabros da Suíte Gabróica Canindé. No entanto, Nascimento (2005) descreve, com base a datação de zircões detriticos com moda de 679 Ma, que muito dos sedimentos grauváquicos tenham sido depositados posteriormente, pós-rifteamento.

Souza Júnior (2013) descreve a unidade Novo Gosto como uma faixa com espessura irregular, não contínua, orientada segundo WNW-ESE, e que é truncada pela suíte gabróica e está em contato tectônico com os granitóides do tipo Garrote e os litotipos da Suíte Ígnea Bimodal Gentileza Curralinho. De acordo com este autor, o bandamento apresentado por seus litotipos, por vezes xistificados, a frequente transposição da foliação em dobras apertadas, configuradas em sinformes e antiformes invertidos, além da forte epidotização, são as principais características da litologia dessa unidade. Souza Júnior (2013) ainda comenta que esta unidade é composicionalmente formada por anfibolitos, anfibolitos-xistificados, quartzitos feldspáticos, metarritimitos, mármore e níveis calciossilicáticos, apresentando tonalidades diversas, granulação fina a média, exibindo-se geralmente bandadas, ritmadas em leitos claros e escuros, mostrando ainda, aspecto xistoso em alguns litotipos.

Através de análises geoquímicas e interpretações em vários tipos de diagramas geoquímicos, Nascimento (2005) concluiu que grande parte dos sedimentos é proveniente de áreas-fonte continentais com composições máficas e félsicas que podem corresponder às rochas do próprio Domínio Canindé, como anfibolito da Unidade Novo Gosto, rochas da Unidade Gentileza e granitos Boa Esperança e Lajedinho. Já em relação aos anfibolitos desta unidade, Nascimento (2005) determinou quatro tipos de protólitos diferentes: um grupo considerado de composição basáltica, apresentando relíquias preservadas de microamígdalas e cristais euédricos de plagioclásio, sugerindo claramente origem ígnea; outro também de composição basáltica, mas com maior grau de contaminação crustal, possivelmente contaminação pelos leitos de origem sedimentar nos quais estão intercalados; e ainda os protólitos de origem sedimentar e intermediária.



**Figura 10:** Mapa geológico com detalhe no domínio Canindé. **MNgz**-Unidade Gentileza, **MNmu**-Unidade Mulungu, **MNng**-Unidade Novo Gosto, **Nc**-Suíte Intrusiva Canindé, **Ncu**-Granitóides tipo Curralinho, **Ng**-Granitóides tipo Garrote, **Nsc1 e Nsc2**-Granitóides tipo Serra do Catu, **Nx**-Granitóides tipo Xingó, **QHa**-Depósitos Aluvionares, **SDt**-Formação Tacaratu, **mig**-migmatitos, **mm**-mármore, **qt**-quartzitos/metachert. (Modificado de Santos *et al.*, 1998)

## 1.5. Materiais e Métodos

Foram separadas nove amostras de rocha (DMLH-10A, DMLH-10B, DMLH-10D, DMLH-12A, DMLH-16, PC3-34, DMLH-15A, DMLH-15B, DMLH-13B) de alguns litotipos da unidade Novo Gosto e confeccionadas seções delgadas no Laboratório de Laminação da UnB para caracterização petrográfica.

As descrições petrográficas foram realizadas no Laboratório de Microscopia e Lupas do Departamento de Geologia da UFS, utilizando o microscópio petrográfico binocular de marca Olympus, modelo BX41, com uma câmera digital acoplada para a captura das imagens. Foi executado como metodologia uma malha de pontos para contagem modal, determinando a porcentagem dos minerais constituintes, quando possível, e conseqüentemente, determinando o nome da rocha, além de serem identificados tipos de textura, contato de grãos, deformação, entre outras informações que pudessem vir a ser relevantes para a compreensão da geologia em questão.

Para a identificação precisa e da composição química de alguns minerais, algumas lâminas foram separadas para análises de química mineral no Laboratório de Microsonda Eletrônica (LASON) da Universidade de Brasília, equipado com uma sonda JEOL JXA-8230 com 5 espectrômetros WDS e 1 EDS. Os cristais analisadores disponíveis na microsonda (TAPJ, LIF, LIFH, PETJ, PETH, LDE1 e LDE2) permitem que sejam dosados todos os elementos químicos com número atômico superior a 4, ou seja, a partir do elemento Boro.

Analisaram-se cristais de feldspato, biotita, muscovita, clorita, anfibólio, titanita e minerais opacos, onde foram determinados teores de SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO, V<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, NiO, MnO, MgO, CaO, K<sub>2</sub>O e Na<sub>2</sub>O.

Os resultados das análises de química mineral foram processados com auxílio de planilhas disponibilizadas no site da Open University, onde estão disponíveis planilhas de fórmula estrutural de alguns minerais, assim como outras planilhas específicas para geotermobarometria disponíveis em meio virtual. Após o tratamento dos dados e cálculo de fórmulas, foram gerados diagramas com auxílio do software Corel Draw e também do Triplot 4.1.2

Com o objetivo de obter as condições físicas de formação de alguns minerais e conseqüentemente determinar informações de condições de P e T de formação de rochas metamórficas da unidade Novo Gosto, foram selecionados minerais de algumas amostras com paragêneses e texturas mais adequadas para estudos geotermobarométricos.

As condições de P e T atuantes na unidade foram determinadas aplicando o geobarômetro Al – hornblenda, os geotermômetros Ti – hornblenda, magnetita – ilmenita e biotita, e o geotermobarômetro hornblenda – plagioclásio.

No geobarômetro Al-Hornblenda, os conteúdos de Al total dos anfibólios, calculados baseado em 23 Oxigênios, obedecem uma relação linear com a pressão. E assim, foram encontrados os valores de pressão para cada análise utilizando diferentes calibrações para determinados anfibólios cálcicos: Hammarstrom & Zen (1986):  $P$  (em kbar) =  $-3,92 + 5,03Al_T$ ; Hollister *et al.* (1987):  $P$  (em kbar) =  $-4,76 + 5,64Al_T$ ; Johnson & Rutherford (1989):  $P$  (kbar) =  $-3,46 + 4,23Al_T$ ; Schmidt (1992):  $P$  (kbar) =  $-3,01 + 4,76Al_T$ .

No geotermômetro Ti-Hornblenda, as proporções de Ti contidas nos sítios cristalográficos octaedral e tetraedral da hornblenda, calculados baseado em 23 Oxigênios, estabelecem uma relação linear com a temperatura. Com isso, foram encontrados valores utilizando a calibração de Otten (1984), onde se  $Ti < 0,345$ , então  $T$  (°C) =  $545 + 1204(Ti)$ , e se  $Ti > 0,345$ , então  $T$  (°C) =  $877 + 273(Ti)$ .

No geotermobarômetro Hornblenda-Plagioclásio, é realizado cálculos para cada par mineral analisado baseados na interação da pressão calibrada por Anderson & Smith (1995) com a calibração dos termômetros de: Holland & Blundy (1994) edenita + 4 quartzo = tremolita + albita, Holland & Blundy (1994) edenita + albita = richterita + anortita e Blundy & Holland (1990) edenita + 4 quartzo = tremolita + albita.

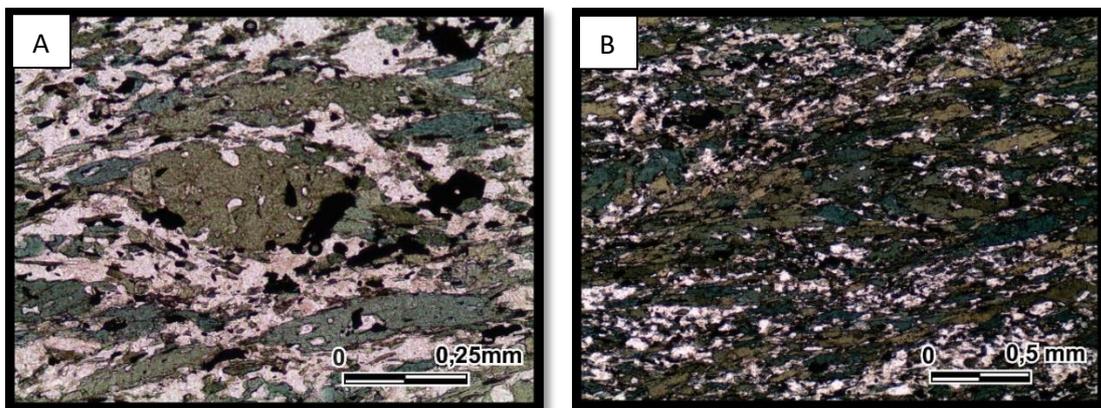
Em relação ao geotermômetro Magnetita-Ilmenita, realizou-se cálculos através das relações de óxido de ferro e titânio dos minerais através da planilha elaborada por Lepage (2003), utilizando a calibração dos termômetros de: Carmichael (1967), Anderson (1968), Lindsley & Spencer (1982) e Stormer (1983).

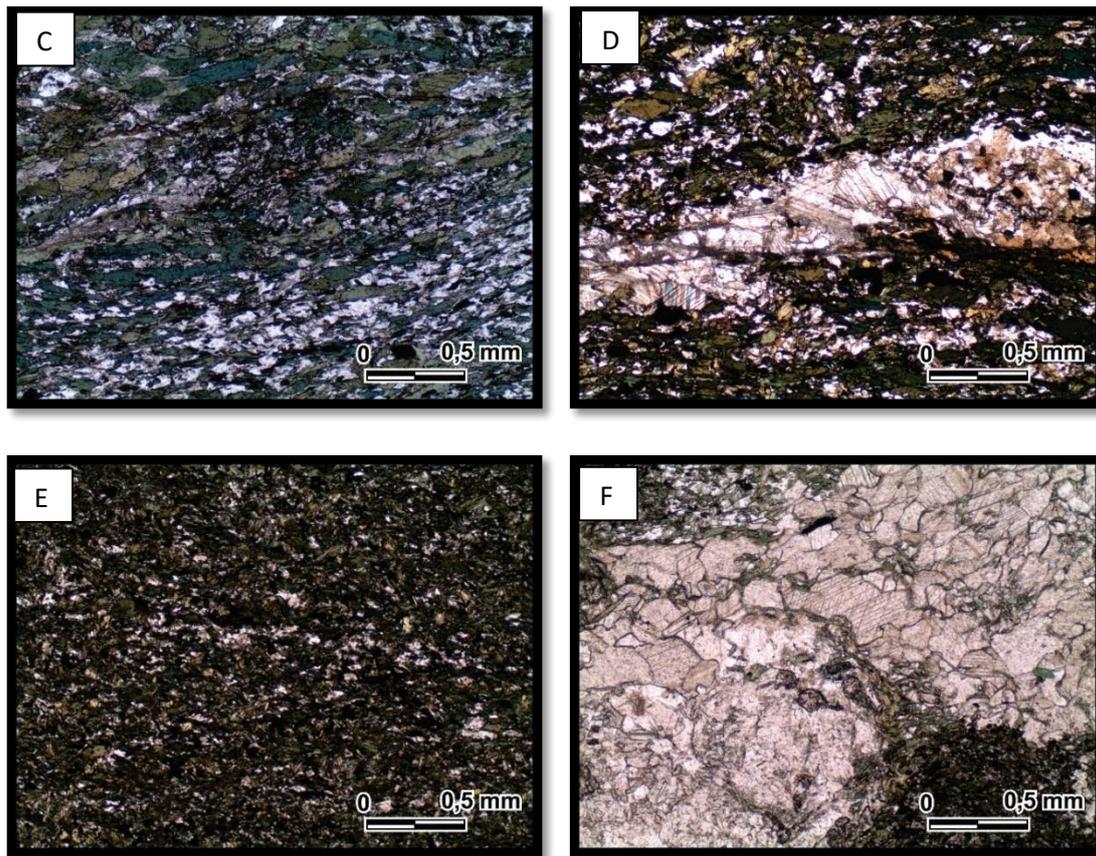
No geotermômetro Biotita, foram realizados cálculos utilizando valores de Fe e Ti, recalculados com base em 9 Oxigênios, utilizando a calibração de Luhr *et al.* (1984), onde  $T$  (°C) =  $838 (1,0337 - Ti/Fe)$ .

## 1.6. Petrografia

No estudo petrográfico, foram analisados alguns anfibólitos de origem sedimentar e ígnea, um xisto de protólito sedimentar, um metacalcário, um metarcóseo e uma associação de possível metarcóseo com pegmatito de composição similar, buscando informações dos principais litotipos que compõe a unidade Novo Gosto.

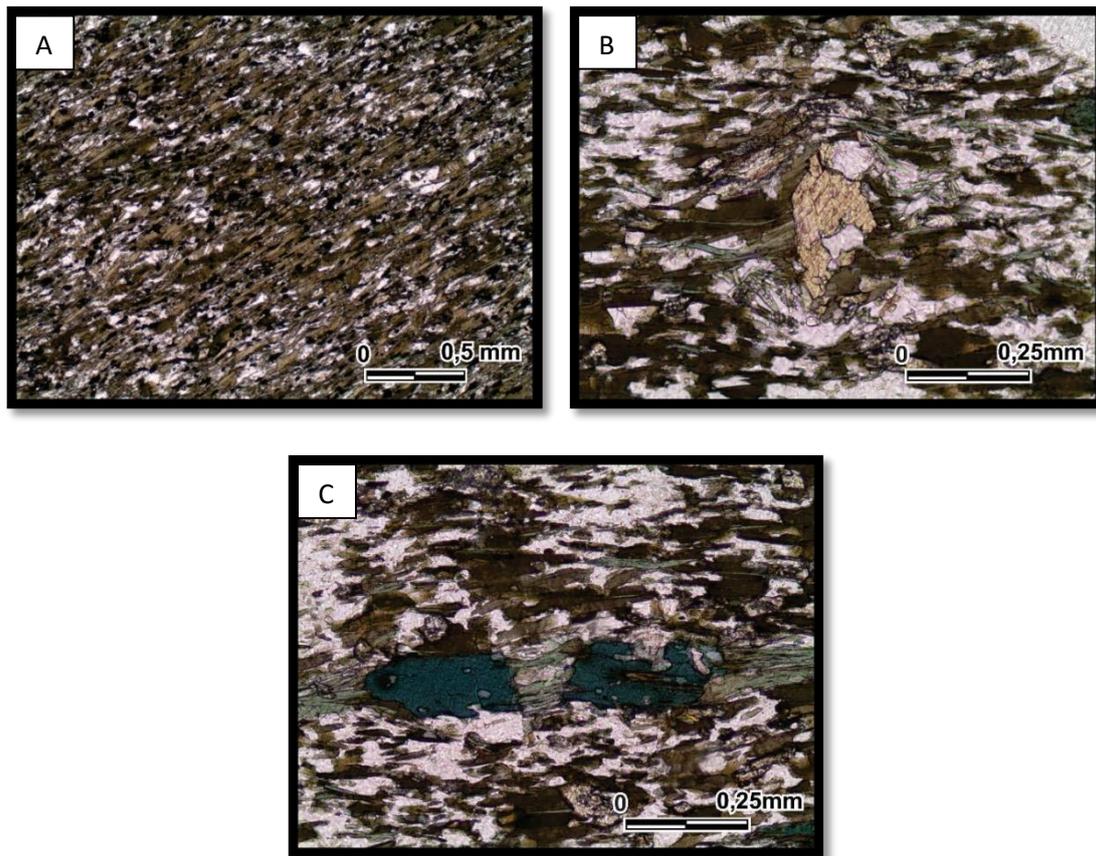
Três amostras de anfibolitos de protólito sedimentar (DMLH-10A, DMLH-10B e DMLH-10D) (ver figura 11) são caracterizados por seu bandamento rítmico com forte presença de dobramentos e com atuação de estruturas rúpteis. As relações de campo indicaram que estas rochas são estratigraficamente mais antigas que a Suíte Intrusiva Canindé, confirmando as bases bibliográficas que posicionam a suíte como uma intrusão posterior a unidade e que esta intrusão afeta tectonicamente a unidade. São rochas foliadas com textura muito fina variando de granonematoblástica a granolepidoblástica, compostas essencialmente de anfibólio, plagioclásio, ilmenita,  $\pm$  magnetita,  $\pm$  quartzo,  $\pm$  clorita (mais presente quanto mais fina a rocha),  $\pm$  carbonato (ocorrendo tanto de modo intersticial quanto preenchendo fraturas associado com quartzo, concordantes com a foliação), traços de titanita e epídoto. A rocha possui indícios de que sofreu processos de cisalhamento, apresentando trama estrutural do tipo S-C, cristais de anfibólio formando augen e presença de vestígios de porfiroclastos totalmente recristalizados onde ocorre carbonato e forte presença de titanita. A rocha foi interpretada como uma metamarga e suas evidências de cisalhamento devem estar relacionadas com as proximidades da Zona de Cisalhamento Mulungu-Alto Bonito (ZCMAB), que marca a transição entre o Domínio Canindé e o Poço Redondo.





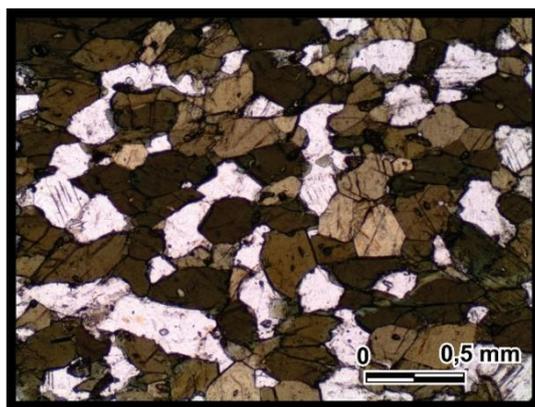
**Figura 11: Lâmina DMLH-10A** (A) “Olho” de cristal de anfibólio, representando deformação atuante na rocha. Luz transmitida, nicóis paralelos, aumento de 10x. (B) Evidências de Foliação S-C. Luz transmitida, nicóis paralelos, aumento de 4x. (C) Vestígio de porfiroclastos totalmente recrystalizados evidenciado pela disposição da foliação que o contorna levemente, onde nota-se presença de carbonato associado nas sombras de pressão e intensa presença de titanita. Luz transmitida, nicóis paralelos, aumento de 4x. **Lâmina DMLH-10B** (D) Detalhe de carbonato tardio preenchendo fratura na rocha. Luz transmitida, nicóis paralelos, aumento de 4x. **Lâmina DMLH-10D** (E) Imagens de detalhe da lâmina exibindo textura. Luz transmitida, nicóis paralelos, aumento de 4x. (F) Detalhe de fratura preenchida por carbonato+epídoto+plagioclásio+apatita tardio. Luz transmitida, nicóis paralelos, aumento de 4x.

Uma amostra de xisto analisado (DMLH-12A), mostra textura predominante granolepidoblástica (ver figura 12) muito fina e composicionalmente é formado em ordem de abundância por biotita, plagioclásio, epídoto, clorita, quartzo, ilmenita e traços de anfibólio, apatita e titanita. Foram identificados porfiroclastos pré-tectônicos bem preservados em algumas faixas da rocha, com formação de estruturas tipo augen e alguns com boudinagem do tipo “*pinch and swell*”. Com isto, pode-se interpretar que todo o pacote de metassedimentos analisados e metavulcânicas sofreram posteriormente, de forma conjunta, processos de cisalhamento associado possivelmente à ZCMAB.



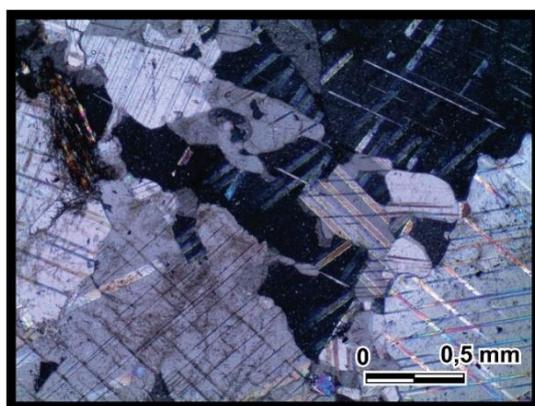
**Figura 12: Lâmina DMLH-12A** (A) Faixa com maior concentração de cristais de biotita e opaco. Luz transmitida, nicóis paralelos, aumento de 4x. (B) Detalhe de porfiroclasto de anfibólio com seção basal moderadamente preservada. Luz transmitida, nicóis paralelos, aumento de 10x. (C) Detalhe de porfiroclasto de anfibólio com boudinagem do tipo *pinch and swell* com *neck* de clorita. Luz transmitida, nicóis paralelos, aumento de 10x.

A amostra de anfibolito de protólito ígneo que foi analisado (DMLH-16), localizado-se distante da zona de influência da ZCMAB, possui foliação incipiente e textura granoblástica poligonizada muito fina (ver figura 13). Composta principalmente por anfibólio, plagioclásio, quartzo e traços de ilmenita, titanita, e sericita e epídoto como mineral de alteração. O anfibólio difere em coloração ao dos anfibolitos anteriores, apresentando coloração amarronzada com alguns raros cristais com zonação para tons esverdeados, ao contrário das outras rochas que se apresentavam com tonalidades predominantemente esverdeadas, refletindo suas diferenças químicas. A ilmenita é substituída por titanita, representando uma reação típica de transição de fácies xisto-verde para anfibolito inferior.



**Figura 13: Lâmina DMLH-16.** Aspecto geral da lâmina, mostrando mineralogia e textura granoblástica. Luz transmitida, nicóis paralelos, 4x.

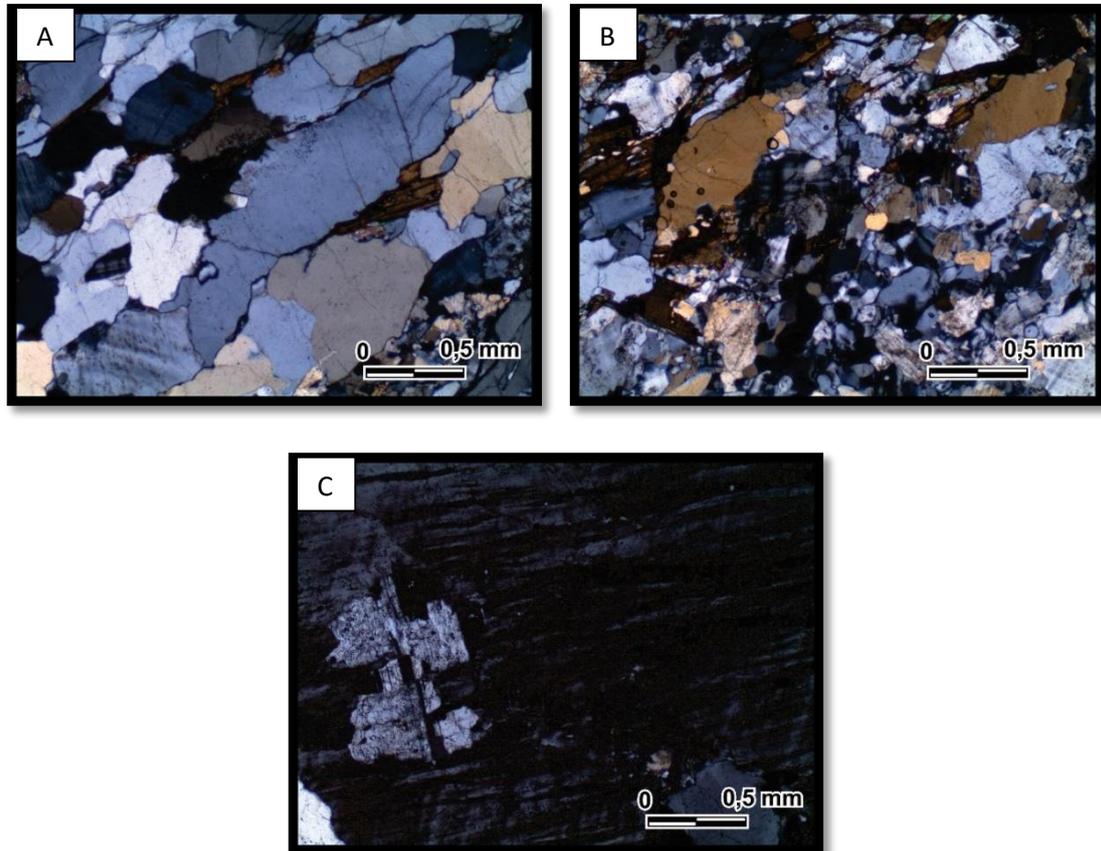
A amostra da rocha carbonática (PC3-34) é um mármore puro de acordo com a classificação de Fettes & Desmons (2007) ou mais especificamente um calcita-dolomita mármore com tremolita, apresentando textura granoblástica fina com 94% de dolomita, 5% de calcita, 1 % de tremolita e traços de muscovita (ver figura 14).



**Figura 14: Lâmina PC3-34.** Aspecto geral da lâmina mostrando mineralogia predominante carbonática com algumas impurezas de tremolita. Luz transmitida, nicóis cruzados, aumento de 4x.

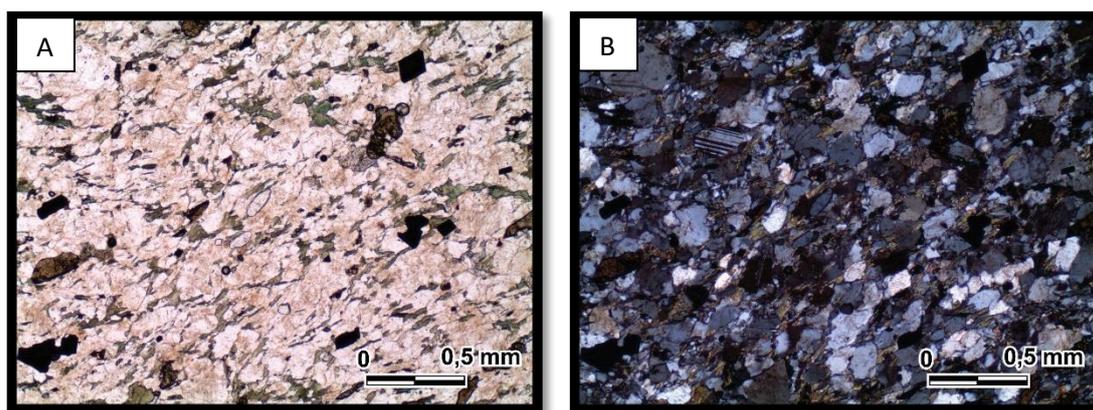
A amostra do metarcóseo milonitizado (DMLH-15A) possui textura lepidogranoblástica fina, com predominância de cristais com contatos irregulares, com extinção ondulante, formação de subgrãos e de diversos tamanhos, com indícios de poligonização apenas localmente nas frações mais finas, e possui foliação marcada pela orientação de biotita e por fitas de quartzo+microclínio (ver figura 15). Ele é composto mineralogicamente e essencialmente por quartzo, microclínio, plagioclásio, biotita, e traços de clorita e sericita. Em amostra de mão, identifica estruturas típicas de

milonitização como grãos com indicadores cinemáticos. Em campo também foi visualizado a ocorrência de um sienogranito com textura pegmatítica concordante com a foliação, indicando um possível processo de anatexia do metarcóseo. Este sienogranito é formado por fenocristais de microclínio com textura pertítica (amostra DMLH-15B).



**Figura 15: Lâmina DMLH-15A.** (A) e (B) Imagens de detalhe da lâmina exibindo textura e disposição dos minerais na rocha, com cristais de quartzo com borda serrilhada, indicando dissolução por pressão. Luz transmitida, nicóis cruzados, aumento de 4x. **Lâmina DMLH-15B** (C) Detalhe evidenciando textura pertítica dos megacristais de microclínio. Luz transmitida, nicóis cruzados, aumento de 4x.

A análise realizada em outro metarcóseo (DMLH-13B) que ocorre associado ao granito Garrote em estruturação *lit par lit*, possui textura lepidogranoblástica fina (ver figura 16) e é composta predominantemente por cristais de plagioclásio e de forma secundária, por clorita, muscovita, titanita e traços de magnetita, epídoto e apatita. Os cristais de plagioclásio ocorrem de variados tamanhos e com bordas desde irregulares a até aproximadamente arredondados, indicando a natureza clástica da rocha.



**Figura 16: Lâmina DMLH-13B.** (A) e (B) Aspecto geral da lâmina. Luz transmitida, nicóis paralelos e nicóis cruzados respectivamente, aumento de 4x.

### 1.7. Química Mineral e Geotermobarometria

Com o objetivo de investigar a química dos minerais e as condições físicas de sua formação, foram determinadas dezenas de pontos em diversos campos na lâmina para cada rocha estudada na petrografia.

- *DMLH-10A, DMLH-10B e DMLH-10D (Anfibolitos – Metagrauvaca)*

Na amostra DMLH-10A foi realizada a análise química de um total de 22 pontos em campos espalhados na lâmina, sendo 7 em cristais de anfibólio, 7 em mineral opaco, 6 em feldspato, 1 em clorita e 1 em carbonato (ver tabelas 3, 4, 5 e 6).

Os cristais de anfibólio analisados se concentraram totalmente dentro do campo dos anfibólios cálcicos. Destrinchando mais sua composição, determinou-se através de sua química a sua classificação. Os anfibólios são classificados em Tschermakita e Hornblenda Tschermakitica (ver figura 17).

Os cristais de feldspato analisados demonstraram seu caráter variando em torno de 11%An 89%Ab a 21%An 79%Ab. Os feldspatos se concentraram no campo do Oligoclásio (ver figura 18).

Através dos dados químicos da clorita, obteve-se sua classificação de acordo com Zane & Weiss (1998) como sendo do tipo I, sendo que Zane *et al.* (1998) indica que as cloritas metamórficas são comumente encaixadas neste campo. Já de acordo com a classificação de cloritas determinada por Hey (1954), a clorita analisada se encaixou no campo da ripidolita (ver figura 19).

O carbonato analisado demonstrou seu caráter calcítico e em relação aos minerais opacos, pôde-se distinguir dois tipos de minerais, a ilmenita e a magnetita.

Na amostra DMLH-10B foi realizada a análise química de um total de 21 pontos em campos espalhados na lâmina, sendo 7 em cristais de anfibólio, 6 em mineral opaco, 6 em feldspato (ver tabelas 3, 4).

Os cristais de anfibólio analisados se concentraram totalmente dentro do campo dos anfibólios cálcicos e foram classificados em Tschermakita, Hornblenda Tschermakitica e Ferro-Hornblenda Tschermakitica (ver figura 17).

Os cristais de feldspato analisados demonstraram seu caráter variando em torno de 24% An 76% Ab a 6% An 94% Ab. Os feldspatos se concentraram predominantemente no campo do Oligoclásio com variação para Albita (ver figura 18).

O carbonato analisado também tem caráter calcítico e os cristais de mineral opaco analisados correlacionaram sua composição como se tratando de magnetita.

Na amostra DMLH-10D foi realizada a análise química de um total de 16 pontos em campos espalhados na lâmina, sendo 6 em cristais de anfibólio, 3 em feldspato, 2 em mineral opaco, 2 em muscovita e 2 em carbonato (ver tabelas 3, 4 e 6).

Os cristais de anfibólio analisados se concentraram totalmente dentro do campo dos anfibólios cálcicos e foram classificados em predominantemente Mg-Hornblenda com ocorrência de Tschermakita e Ferro-Hornblenda Tschermakitica (ver figura 17).

Os cristais de feldspato analisados demonstraram seu caráter variando em torno de 37% An 63% Ab a 45% An 55% Ab. Os feldspatos se concentraram predominantemente no campo da Andesina (ver figura 18).

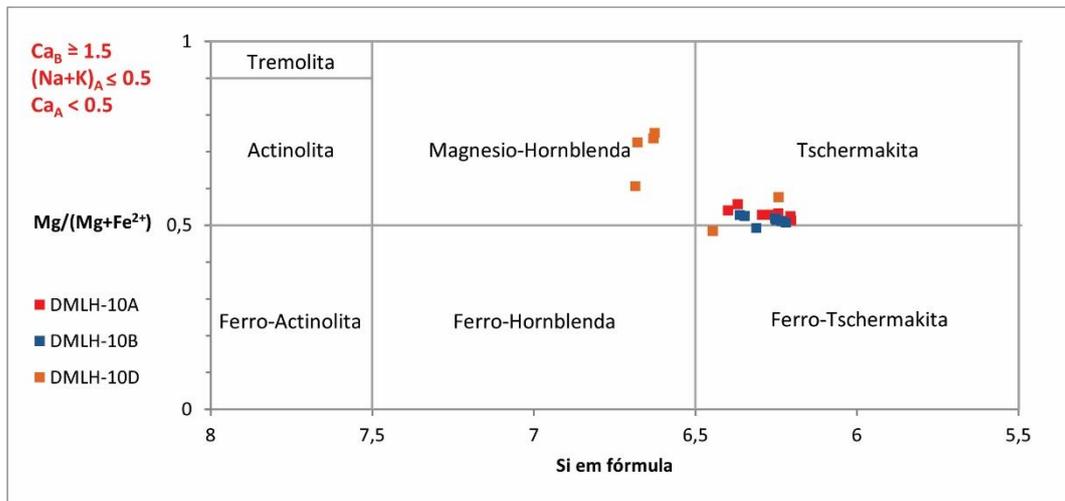
O carbonato analisado tem composição calcítica e os cristais de mineral opaco analisados correlacionaram sua composição como se tratando de ilmenita.

Foi utilizado como barômetro os cristais de anfibólio, dos quais se obtiveram os seguintes valores de pressão em Kbars:

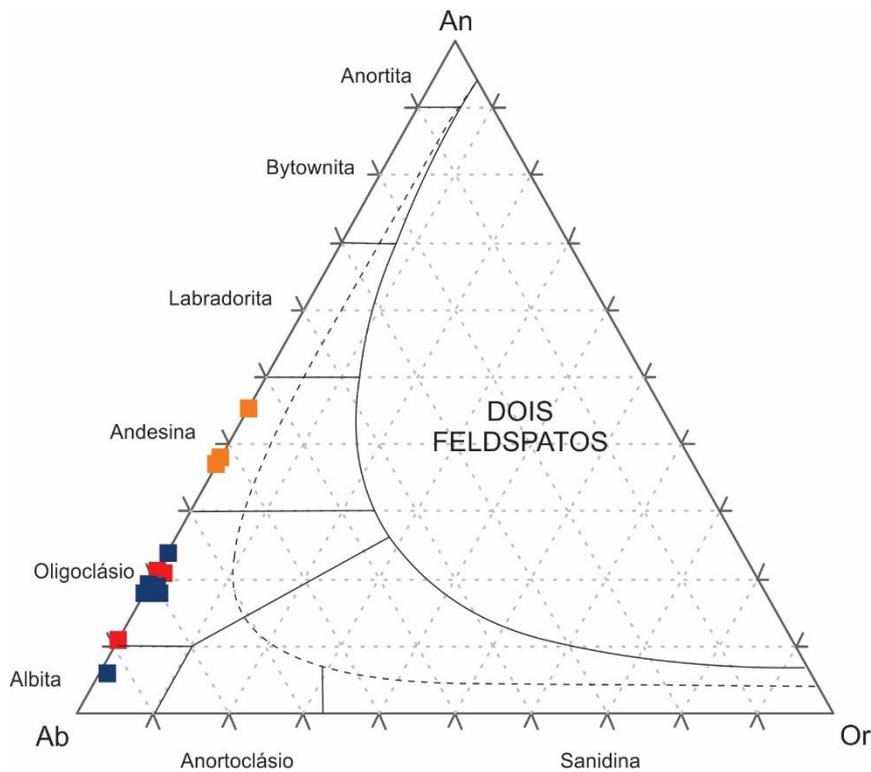
<b>Método</b>	<b>DMLH-10A</b>	<b>DMLH-10B</b>	<b>DMLH-10D</b>
Hammarstrom & Zen 86	6,4 – 8,1	6,2 – 7,8	4,3 – 8,7
Hollister <i>et al.</i> 87	6,8 – 8,7	6,5 – 7,0	4,4 – 9,4
Johnson & Rutherford 89	5,2 – 6,6	5,0 – 6,4	3,4 – 7,1
Schmidt 92	6,7 – 8,3	6,5 – 8,1	4,7 – 8,9

Para a termometria da amostra DMLH-10A foi utilizada uma planilha excel de Lepage (2003) para realizar o cálculo de termometria a partir do par magnetita-ilmenita

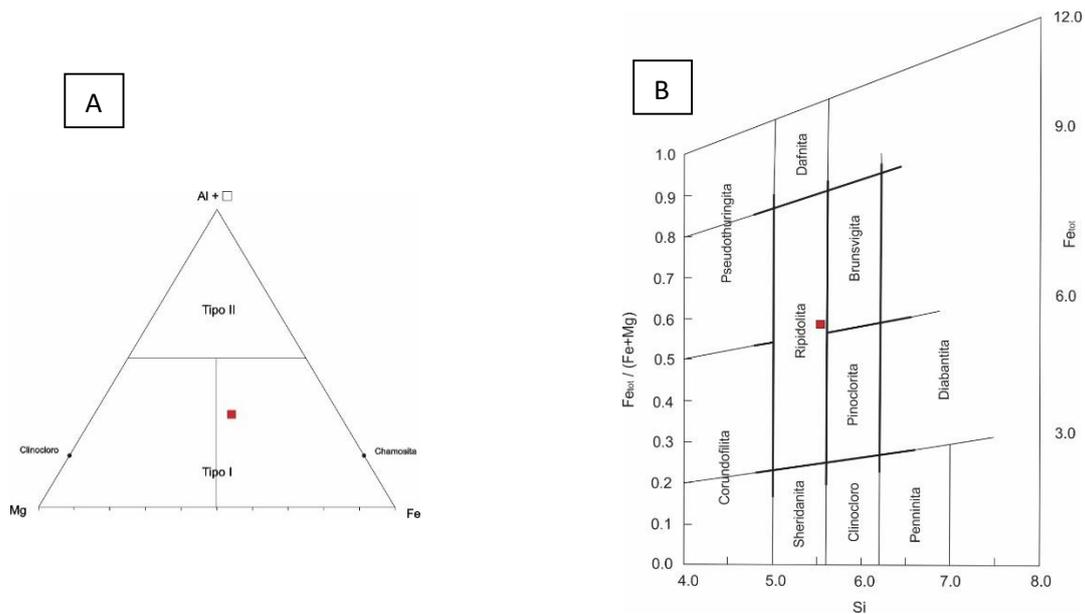
de algumas análises mais representativas. A média dos resultados obtidos na primeira análise foi temperatura de 466°C e na segunda de 481°C.



**Figura 17:** Diagrama classificatório para anfibólio cálcico segundo Leake *et al.* (1997)



**Figura 18:** Diagrama An-Ab-Or para o grupo dos feldspatos de temperaturas mais altas (modificado de Deer *et al.*, 1992).



**Figura 19:** (A) Diagrama de classificação para cloritas da lâmina DMLH-10A (Zane & Weiss, 1998). (B) Diagrama de classificação para cloritas da lâmina DMLH-10A (Hey 1954)

- DMLH-12A (Xisto - Metagrauvaca)

Na amostra DMLH-12A foi realizada a química mineral de um total de 42 pontos em campos espalhados na lâmina, sendo 10 em cristais de biotita, 9 em feldspato, 8 em clorita, 7 em mineral opaco, 4 em epidoto, 3 em anfíbólio e 1 em titanita (ver tabelas 4, 5 e 7).

Os cristais de feldspato analisados demonstraram seu caráter variando em torno de 26%An 74%Ab a 42%An 58%Ab. Os feldspatos se concentraram principalmente no campo da Andesina, com variações para Oligoclásio (ver figura 20).

De acordo com a classificação de Deer *et al.* (1972), as biotitas têm tendência mais para biotitas ferrosas, se encaixando entre os campos da Siderofilita e da Anita (ver figura 23).

Através dos dados químicos das cloritas, obteve-se a classificação de acordo com Zane & Weiss (1998) como sendo do tipo I. Já de acordo com a classificação de cloritas determinada por Hey (1954), praticamente todas as cloritas se encaixaram no campo da ripidolita com exceção de uma que se encaixou no campo da pinoclorita (ver figura 24).

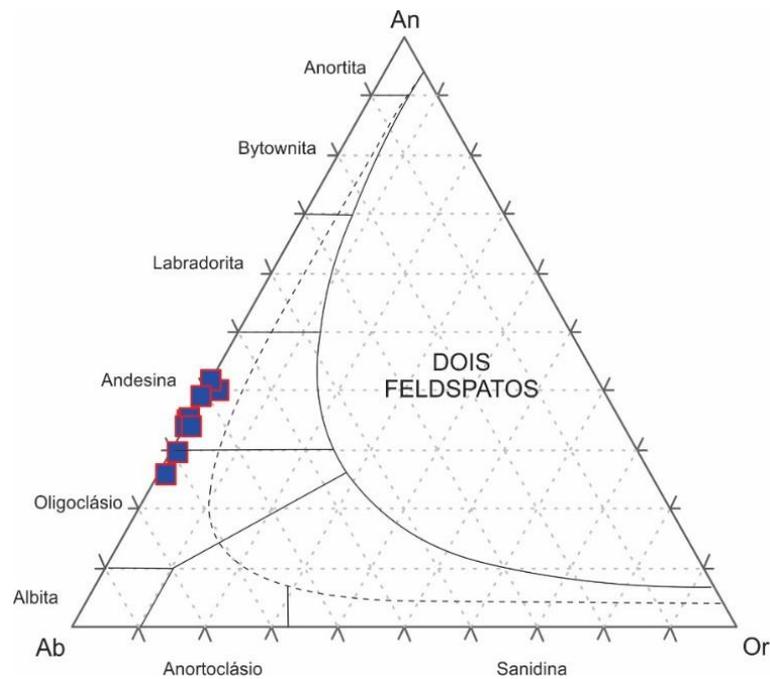
A análise dos cristais de mineral opaco determinou sua composição relacionada a Ilmenita.

Os cristais de anfibólio analisados se concentraram totalmente dentro do campo dos anfibólios cálcicos e são classificados, de acordo com Leake *et al.* (1997) em Ferro-Tschermakita (ver figura 21 e 22).

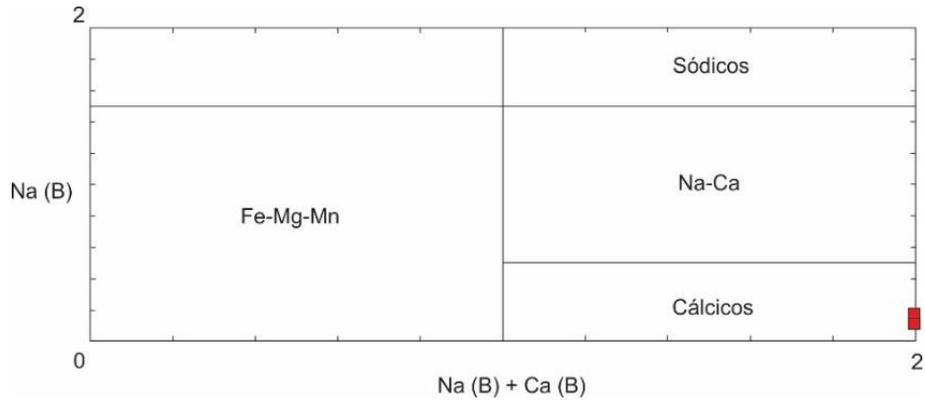
Foi utilizado como barômetro os cristais de anfibólio, dos quais se obtiveram os seguintes valores de pressão em Kbars:

Hammarstrom & Zen 86	7,6 – 8,3
Hollister <i>et al.</i> 87	8,1 – 9,0
Johnson & Rutherford 89	6,2 – 6,9
Schmidt 92	7,9 – 8,6

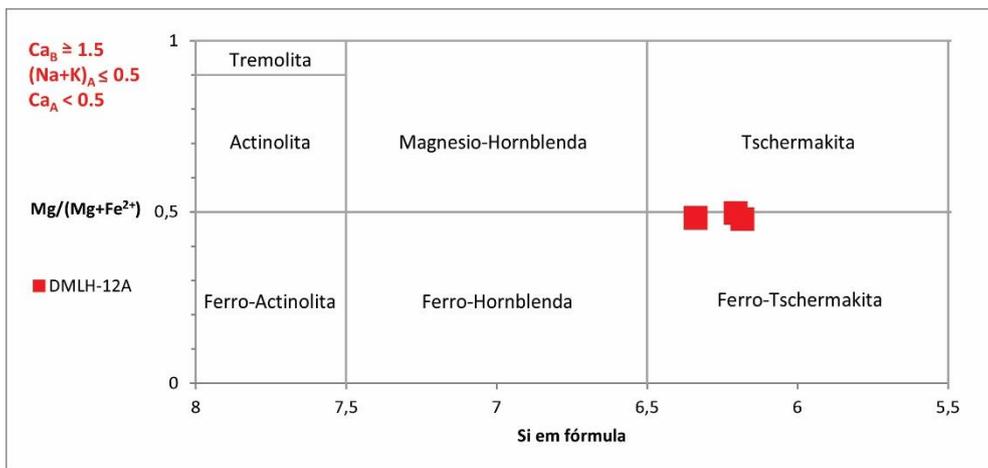
Para o cálculo de geotermometria, foi utilizada o método estabelecido por Luhr *et al.* (1984) nas biotitas, com o qual foram calculados valores variando entre 868,1 a 901,1 °C.



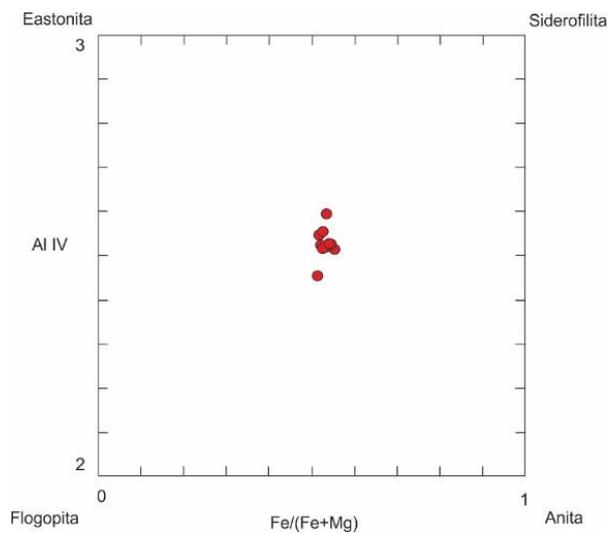
**Figura 20:** Diagrama An-Ab-Or para o grupo dos feldspatos de temperaturas mais altas (modificado de Deer *et al.*, 1992) para a lâmina DMLH-12A



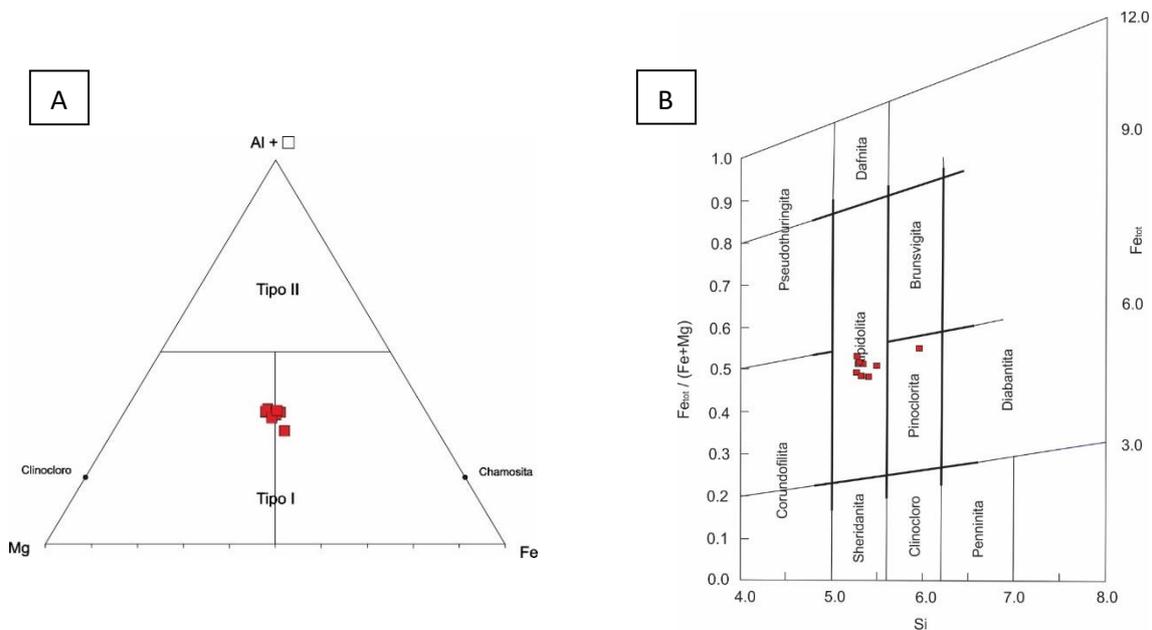
**Figura 21:** Diagrama de classificação geral dos quatro grupos de anfibólio segundo Leake *et al.* (1997)



**Figura 22:** Diagrama classificatório para anfibólio cálcico segundo Leake *et al.* (1997)



**Figura 23:** Classificação das biotitas de acordo com os membros finais da solução sólida anita – flogopita – eastonita – siderofilita (Deer et al, 1972) para a lâmina DMLH-12A



**Figura 24:** (A) Diagrama de classificação para cloritas da lâmina DMLH-12A (Zane & Weiss, 1998). (B) Diagrama de classificação para cloritas da lâmina DMLH-12A (Hey 1954)

- *DMLH-13B (Metarcóseo)*

Na amostra DMLH-13B foi realizada a química mineral de um total de 46 pontos em campos espalhados na lâmina, sendo 18 em cristais de mineral opaco, 9 em feldspato, 9 em titanita, 5 em clorita e 5 em muscovita (ver tabelas 4 e 5).

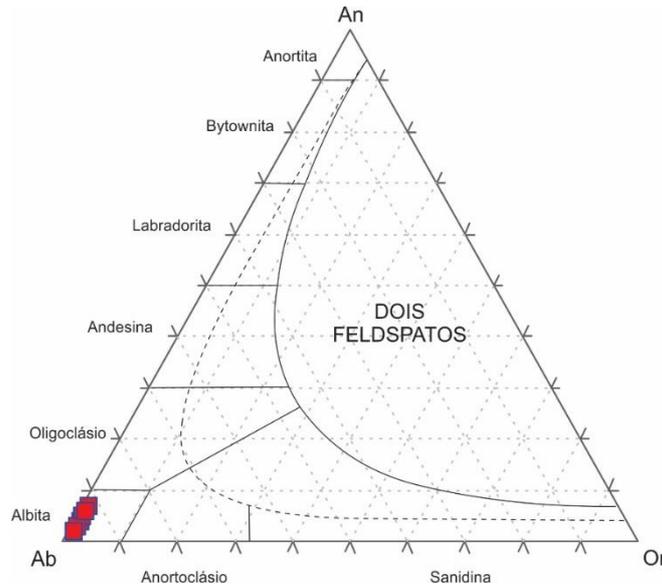
Os cristais de mineral opaco analisados correlacionaram sua composição como se tratando de magnetita.

Os cristais de feldspato analisados demonstraram seu caráter variando de predominantemente em torno de 2%An 98%Ab a 8%An 92%Ab. Os feldspatos se concentraram totalmente no campo da Albita (ver figura 25).

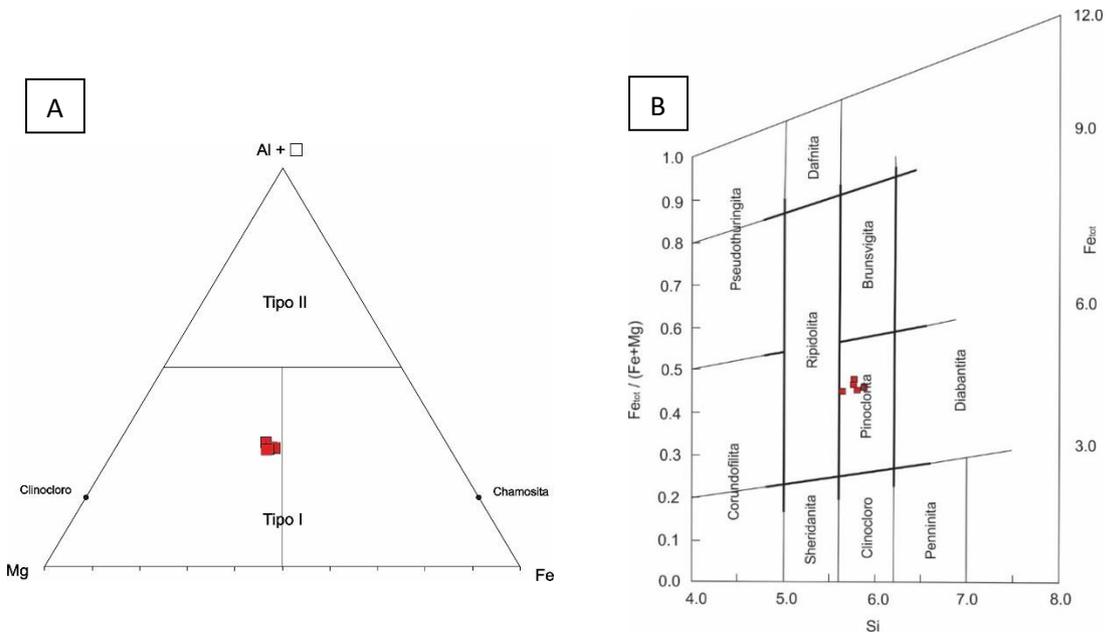
Através dos dados químicos das cloritas, obteve-se a classificação de acordo com Zane & Weiss (1998) como sendo do tipo I. Já de acordo com a classificação de cloritas determinada por Hey (1954), todas as cloritas se encaixaram no campo das pinocloritas (ver figura 26).

Devido as dificuldades de diferenciação de quartzo e feldspato na petrografia, foi realizado uma varredura manualmente na lâmina, utilizando como base a imagem de elétrons retroespalhados e sua variação de tonalidade com a composição (ver figura 27), e efetuando análises pontuais para verificar a presença destes minerais na rocha, e nenhuma das análises captaram a presença de quartzo.

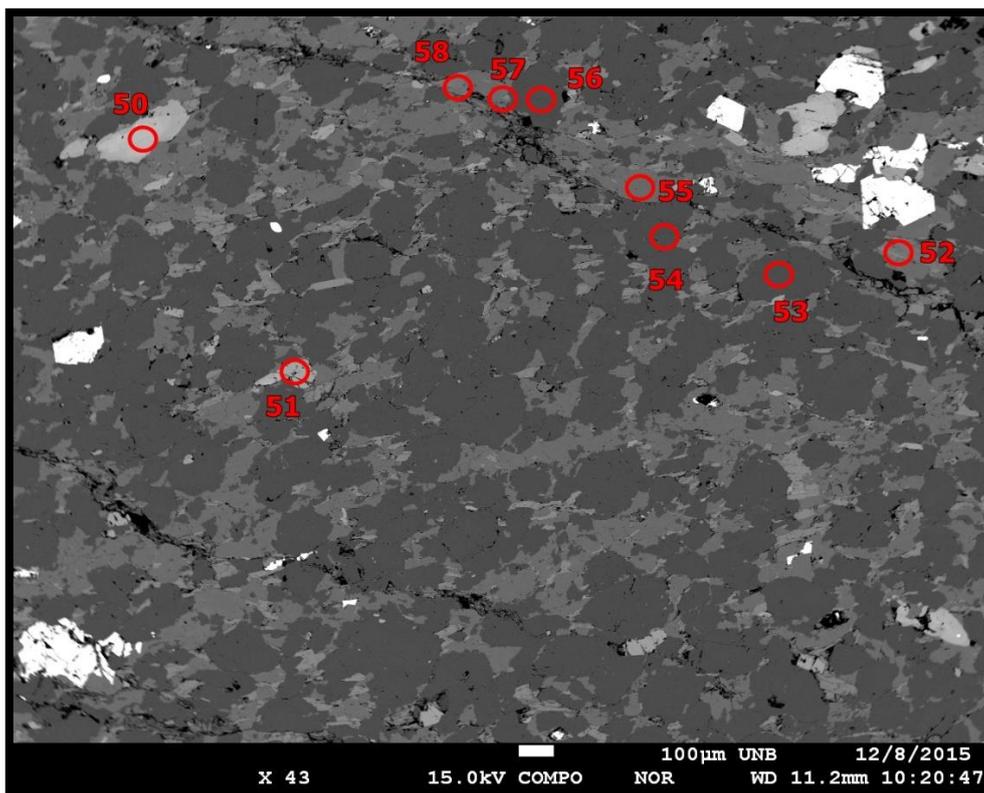
A ausência de quartzo ou predominância de feldspatos poderia indicar que o protólito poderia ser um granito, assim como poderia ter como protólito um metarcóseo com forte participação de feldspato em sua concentração. São necessária análises mais criteriosas para classificar o protólito, porém nota-se que a rocha em questão tem textura em lâmina e estruturas em campo típica de um metassedimento, portanto, optou-se em atribuir o protólito como sendo um possível metarcóseo.



**Figura 25:** Diagrama An-Ab-Or para o grupo dos feldspatos de temperaturas mais altas (modificado de Deer *et al.*, 1992) para a lâmina DMLH-13B



**Figura 26:** (A) Diagrama de classificação para cloritas da lâmina DMLH-13B (Zane & Weiss, 1998) (B) Diagrama de classificação para cloritas da lâmina DMLH-13B (Hey 1954)



**Figura 27:** Imagem de elétrons retroespalhados com localização de algumas análises químicas.

*- DMLH-15A e DMLH-15B (Metarcóseo e Sienogranito)*

Na amostra DMLH-15A foi realizada a química mineral de um total de 17 pontos em campos espalhados na lâmina, sendo 12 em cristais de feldspato (feldspato potássico e plagioclásio) e 5 em cristais de biotita (ver tabelas 4 e 7).

Os cristais de feldspato analisados confirmaram a ocorrência de plagioclásio e feldspato potássico. Os plagioclásios tiveram teores variando em torno de 3%An 97%Ab 0%Or a 11%An 83%Ab 6%Or, concentrando-se nos campos do Oligoclásio e da Albita e demonstrando seu caráter mais sódico (ver figura 28). Os feldspatos potássicos tiveram teores variando em torno de 4%Ab 96%Or a 7%Ab 93%Or, encaixando no campo do Microclínio.

Obteve-se para os cristais de biotita, o cálculo de sua química e fórmula estrutural, a partir da qual pode-se observar que se tratam de biotitas ferrosas se encaixando entre os campos da Siderofilita e da Anita, porém com uma tendência maior para o campo da Anita (ver figura 29). Também a partir dos cristais de biotita, pôde-se aplicar o método

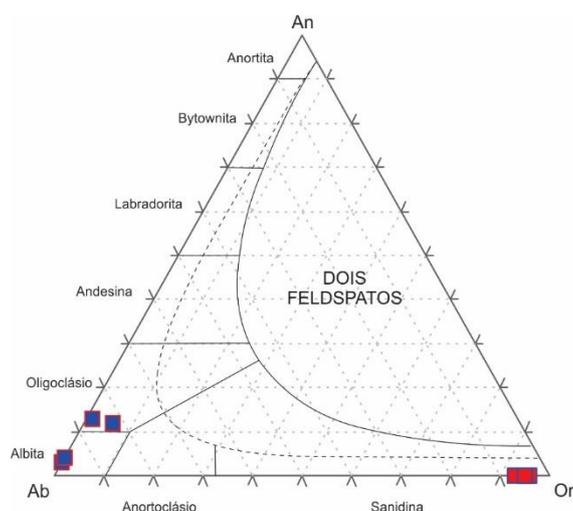
de geotermometria estabelecido por Luhr *et al.* (1984), com o qual foram calculados valores variando entre 887,1 a 922,8 °C.

Através dos dados de geotermometria e correlacionando com gráficos bibliográficos de fácies metamórficas, pode-se estimar que a fácies metamórfica que a rocha atingiu foi a fácies granulito, fácies essa na qual pode ocorrer processos de anatexia, e que seria uma evidência para que possa realmente ter ocorrido processo de anatexia gerando os pegmatitos graníticos encaixados. No entanto, são necessários dados mais aprofundados para confirmar tal hipótese, como por exemplo dados geoquímicos de rocha total de ambas as rochas para verificar uma possível correlação positiva entre eles.

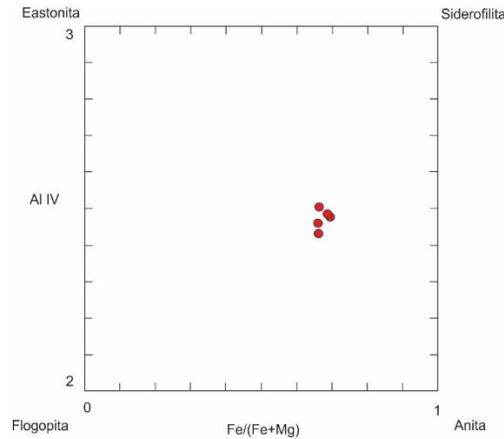
Na amostra DMLH-15B foi realizada a química mineral de um total de 12 pontos em campos espalhados na lâmina, sendo 6 em cristais de plagioclásio e 6 em cristais de feldspato potássico (tabela 4).

Os cristais de feldspato analisados, dos quais foram determinados suas fórmulas estruturais e teores de An-Ab-Or, e em seguida lançados no diagrama de classificação de feldspatos (figura 30), confirmou a ocorrência de plagioclásio e feldspato potássico. Os plagioclásios tiveram teores variando em torno de 2% An 98% Ab a 4% An 96% Ab, concentrando-se no campo da Albita e demonstrando seu caráter mais sódico. Os feldspatos potássicos tiveram teores variando em torno de 4% Ab 96% Or a 2% Ab 98% Or, encaixando no campo do Microclínio pertítico.

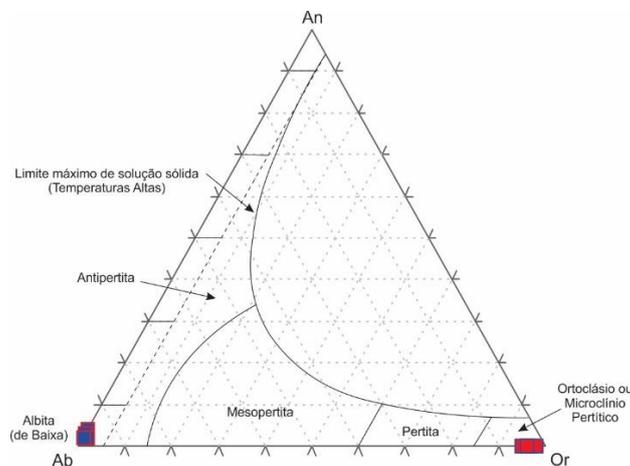
Também foram realizadas algumas análises pontuais para fins de identificação rápida de inclusões e da mineralogia que compõe as vênulas, e foi confirmado sua composição como sendo quartzo.



**Figura 28:** Diagrama An-Ab-Or para o grupo dos feldspatos de temperaturas mais altas (modificado de Deer *et al.*, 1992) para a lâmina DMLH-15A. Em vermelho, as análises de cristais de feldspato potássico, e em azul, as análises de cristais de plagioclásio.



**Figura 29:** Classificação das biotitas de acordo com os membros finais da solução sólida anita – flogopita – eastonita – siderofilita (Deer *et al.*, 1972) para a lâmina DMLH-15A



**Figura 30:** Diagrama An-Ab-Or para o grupo dos feldspatos de temperaturas mais baixas (modificado de Deer *et al.*, 1992) para a lâmina DMLH-15B. Em vermelho, as análises de cristais de feldspato potássico, e em azul, as análises de cristais de plagioclásio.

- DMLH-16 (Anfibolito - Metabasalto)

Na amostra DMLH-16 foi realizada a química mineral de um total de 39 pontos em campos espalhados na lâmina, sendo 16 em cristais de anfibólio, 15 em feldspato, 7 em titanita, 3 em ilmenita e 1 em epídoto (ver tabelas 3 e 4).

Os cristais de anfibólio analisados se concentraram totalmente dentro do campo dos anfibólios cálcicos e foram classificados em Actinolita, Hornblenda Actinolítica e Mg-Hornblenda, onde ainda na figura 31, pode-se verificar uma tendência gradacional entre as análises. A variação de tonalidade verificada na petrografia está associada a estas mudanças composicionais, onde há um aumento de Mg e diminuição de Al e Fe do

anfíbólio de tonalidade marrom (Mg-Hornblenda) em direção ao anfíbólio esverdeado (Actinolita). Esta variação composicional está relacionada a transição entre as fácies xisto verde superior e anfíbolito inferior.

Os cristais de feldspato analisados demonstraram seu caráter variando de predominantemente em torno de 50%An 50%Ab a 2%An 98%Ab. Os feldspatos se concentraram no campo da Labradorita, com algumas análises caindo no campo da Andesina, Oligoclásio e Albita (ver figura 32), mostrando de modo similar aos anfíbólios, uma tendência gradacional entre minerais com teores mais elevados em Ca para mais sódicos. Dentre as análises, foi realizada uma de núcleo e borda de plagioclásio para verificar mudanças composicionais internas a um cristal, e no núcleo do cristal a composição corroborou com a labradorita e em sua borda a química bateu com a da albita, confirmando uma variação composicional que também está relacionada com a transição entre as fácies xisto verde e anfíbolito inferior.

A análise dos cristais de mineral opaco determinou sua composição relacionada a Ilmenita.

Os cristais de Titanita ocorrem como substituição a ilmenita, também relacionada a transição entre as fácies xisto verde e anfíbolito inferior.

O cristal de Epídoto analisado mostrou sua composição similar à do mineral Clinozoisita que é conhecido como o epídoto sem ferro, e que é típico de fácies xisto verde. Nota-se ocorrência deste mineral associado a plagioclásios alterados do tipo albita, dos quais podem ser provenientes através do processo conhecido como espilitização.

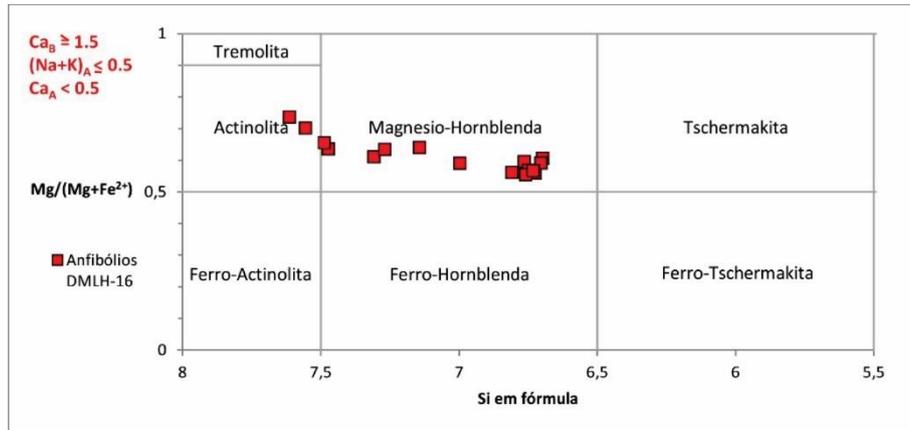
Foi utilizado como barômetro os cristais de anfíbólio, dos quais se obtiveram os seguintes valores de pressão em Kbars:

Hammarstrom & Zen 86	2,0 - 4,6
Hollister <i>et al.</i> 87	1,9 - 4,8
Johnson & Rutherford 89	1,5 - 3,7
Schmidt 92	2,6 - 5,0

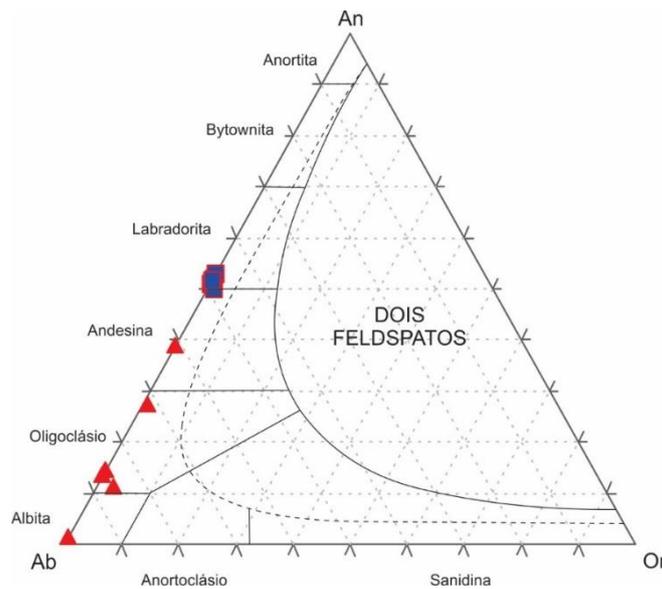
Os valores mais inferiores de pressão provavelmente estão associados ao retrometamorfismo atuante com geração de novos cristais de anfíbólio.

A assembleia mineralógica identificada indica que a rocha passou por um processo de metamorfismo na fácies anfíbolito inferior com geração de labradorita + Mg-hornblenda + ilmenita, e posteriormente sofreu processo de retrometamorfismo na fácies

xisto verde com formação de actinolita + albita + titanita + clinozoisita. Além disto, nota-se que a mineralogia sugere que seu protólito provável seja um basalto.



**Figura 31:** Diagrama classificatório para anfibólio cálcico segundo Leake *et al.* (1997)



**Figura 32:** Diagrama An-Ab-Or para o grupo dos feldspatos de temperaturas mais altas (modificado de Deer *et al.*, 1992) para a lâmina DMLH-16

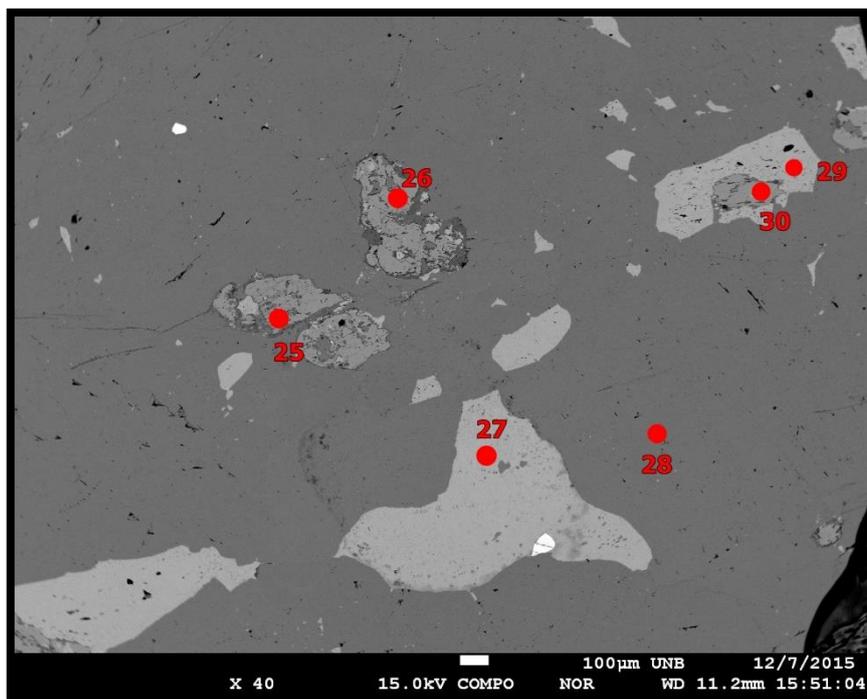
- PC3-34 (Mármore)

Na amostra PC3-34 foram analisados um total de seis pontos para caracterização química dos principais minerais da rocha (figura 33 e tabela 3 e 6), sendo três pontos em cristais de carbonato e 3 pontos em cristais de anfibólio.

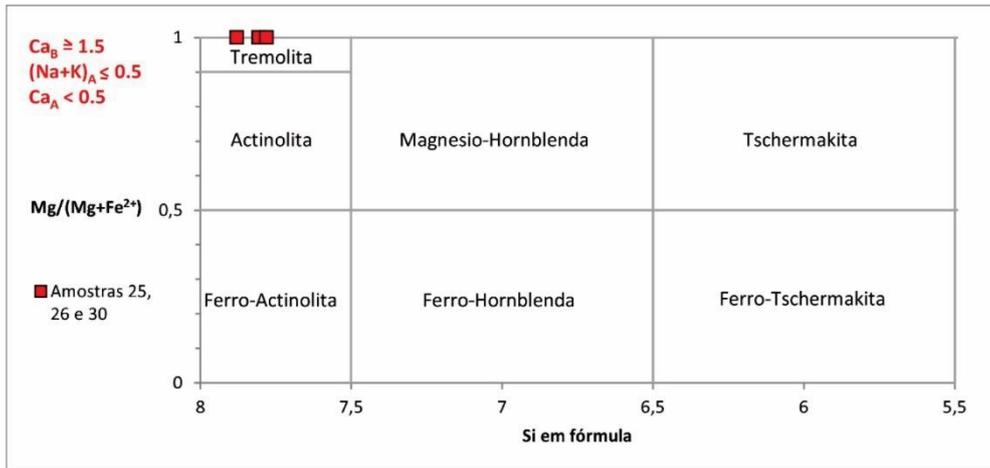
Através da química mineral dos carbonatos, pode-se determinar que o mineral carbonático que domina na rocha é a dolomita e sua fórmula estrutural, ocorrendo de modo subordinado e em baixa concentração cristais de calcita. Já em relação aos cristais de anfibólio analisados (figura 34), a composição é condizente com o anfibólio cálcico tremolita. O cálculo da fórmula estrutural do anfibólio foi baseado em 23 oxigênios com estimativa  $Fe^{+2}/Fe^{+3}$  assumindo  $\Sigma 13$  cátions – exceto para os anfibólios Fe-Mg-Mn onde é aplicado  $\Sigma 15$  cátions.

A assembleia mineral balanceada composta de calcita e tremolita pode ser explicada por um processo de quatro componente, consistindo em Fluido-SiO<sub>2</sub>-CaO-MgO.

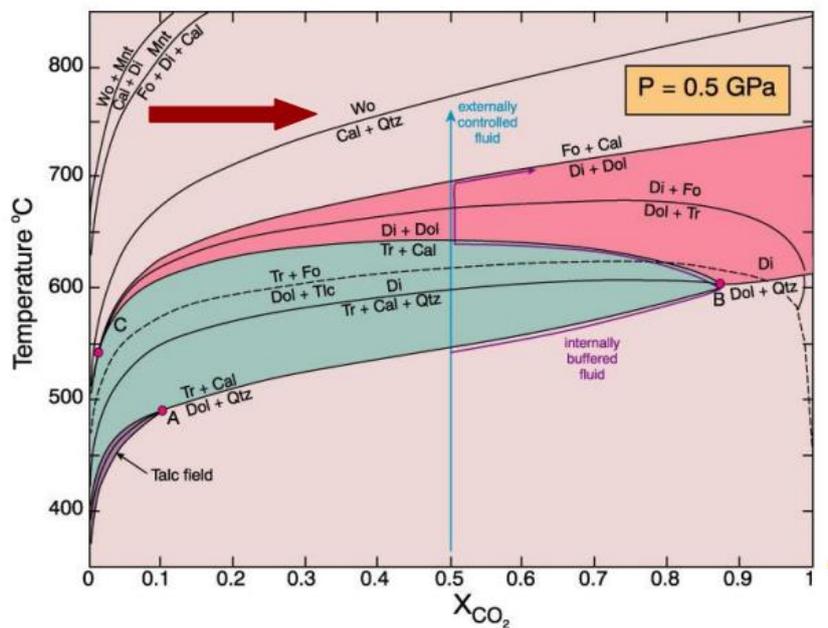
A presença de tremolita indica que a temperatura do pico metamórfico é definida para um intervalo de 450-650°C, como pode ser visto no diagrama de fases na figura 35.



**Figura 33:** Imagem por elétrons retroespalhados de um campo da lâmina PC3-34, exibindo a disposição dos pontos de análises na microsonda.



**Figura 34:** Diagrama classificatório para anfibólio cálcico segundo Leake *et al.* (1997)



**Figura 35:** Diagrama de fase T- $X_{CO_2}$  para carbonatos silicosos em  $P=0.5$  GPa, calculado usando o programa TWQ de Berman (1988, 1990, 1991). Fonte: Winter, 2001

## 1.8. Condições de metamorfismo na formação das rochas metamórficas da Unidade Novo Gosto

A associação mineralógica constituinte dos tipos petrográficos estudados contém importantes minerais utilizados para a determinação de pressões e temperaturas metamórficas, e que nos trazem informações relevantes sobre as condições de formação destas rochas e conseqüentemente da unidade em questão.

Os minerais utilizados para as análises geotermobarométricas consistiu de Plagioclásio, Anfibólio, Biotita, Ilmenita e Magnetita. Abaixo seguem os valores encontrados nas diferentes calibrações para todos os geotermobarômetros:

- Geobarômetro Al-Hornblenda (kbars)

Hammarstrom & Zen (1986)	2,0 – 8,7
Hollister <i>et al.</i> (1987)	1,9 – 9,4
Johnson & Rutherford (1989)	1,5 – 7,1
Schmidt (1992)	2,6 – 8,9

- Geotermômetro Ti-Hornblenda (°C)

Otten (1984)	581,5 – 757,7
--------------	---------------

- Geotermobarômetro Plagioclásio-Hornblenda

	T (°C)	P (Kbars)
Interação Anderson & Smith (1995) e Holland & Blund (1994)	409,2 – 638,5	1,55 – 10,52

- Geotermômetro Magnetita-Ilmenita (°C)

Carmichael (1967)	529 – 545
Anderson (1968)	501 – 519
Lindsley & Spencer (1982)	511 – 530
Stormer (1983)	510 – 529

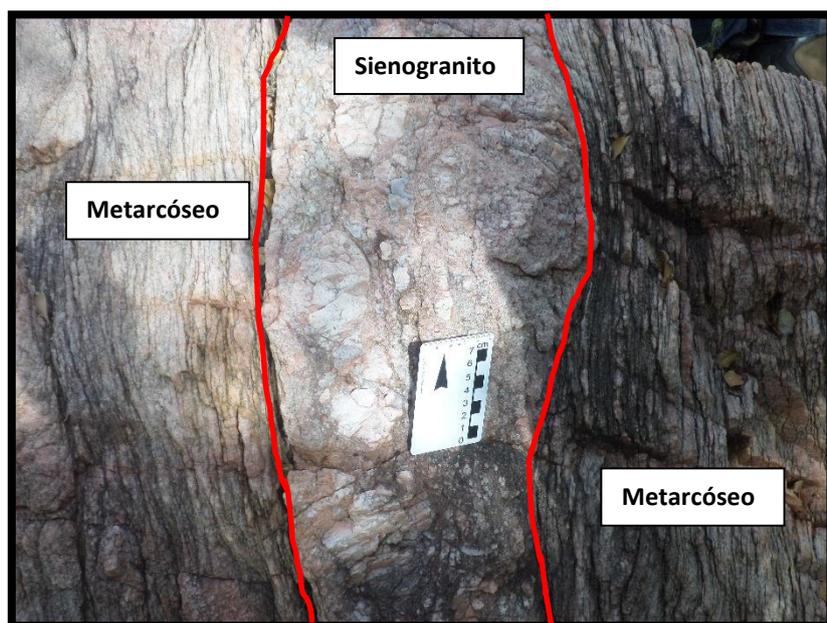
- Geotermômetro Biotita (°C)

Luhr <i>et al.</i> (1984)	868,1 – 922,8
---------------------------	---------------

A composição química dos minerais fornece dados significativos para a análise da evolução da unidade Novo Gosto. As rochas estudadas são formadas por minerais e composições que associam de forma clara que esta unidade passou por processos de metamorfismo progressivo na fácies anfibolito com temperaturas de 409,2° a 922,8°C e pressões de 1,5 a 10,52 Kbars. Onde os valores de pressão inferiores a aproximadamente 5 kbars, estariam associados ao retrometamorfismo na fácies xisto verde, e os valores de

temperatura superiores a 757° estão relacionados com a rocha milonitizada. Estas rochas alcançaram condições de anatexia devido a presença de OH<sup>-</sup> disponível, como discutido abaixo. Além disso, pode-se determinar a mineralogia gerada em condições de fácies xisto-verde que evidencia processos retrometamórficos provavelmente associados aos estágios tardios orogênicos da Faixa Sergipana. Portanto, pode-se interpretar que o pico metamórfico alcançado pelas rochas da unidade Novo Gosto que não sofreram processos de anatexia local, alcançou valores em torno de 10 kbars e 750 °C.

Nestas zonas com mais altas condições de P e T, chegam a ocorrer evidências de processos de anatexia como por exemplo, o que ocorre nas rochas do ponto DMLH15, onde verifica-se a formação de granito anatético a partir de metarcóseo. Denota-se que as rochas estão fortemente deformadas (milonitizadas) com processos de anatexia no centro (onde está o sienogranito) com material metassedimentar como corpo principal, onde se observa o crescimento gradual de fenocristais de feldspato em direção ao corpo granítico anatético (ver figura 36).



**Figura 36:** Afloramento DMLH15, onde se vê o metarcóseo com foliação milonítica e o sienogranito encaixado como produto de anatexia.

Ressalta-se ainda que além da alta complexidade litológica e geoquímica das rochas, a forte atuação tectônica e deformação, atuante nas rochas que compõem a unidade Novo Gosto, dificultam a organização e interpretação do seu empilhamento estratigráfico.

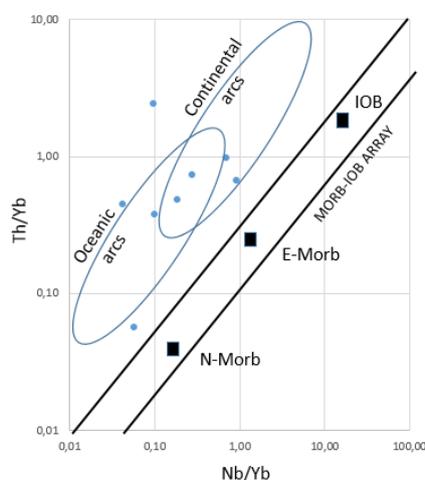
## 1.9. Origem dos ortoanfibolitos da Unidade Novo Gosto com base nos dados geoquímicos

No presente item, decidiu-se utilizar dos dados geoquímicos obtidos por Nascimento (2005), por se tratar de análises completas de elementos maiores, traços e terras raras. Os dados foram usados para detalhar o seu ambiente tectônico à luz de nova abordagem para rochas ofiolíticas relacionados à subducção (Tipo Arco Vulcânico, Suprasubducção) e não relacionados à subducção (Tipo Pluma, MORB, Margem Continental) como apresentado por Dilek & Furnes (2014) e Pearce (2014).

O uso de parâmetro químicos para quaisquer interpretações tectônicas para rochas vulcânicas Pré-Cambrianas é frequentemente criticado, por se tratarem de interpretações estabelecidas com base em composições de rochas recentes. Porém a aplicação destes, tem se mostrado válida, mesmo para rochas antigas, principalmente quando se consideram elementos imóveis (Beswich & Soucie, 1978, *apud* Kuyumjian & Danni, 1991).

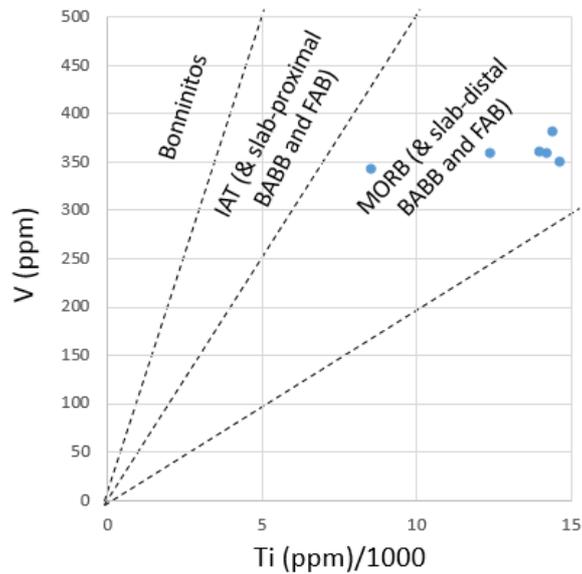
Visto isto, e de posse dos dados geoquímicos dos anfibolitos da Unidade Novo Gosto, obtidos por Nascimento (2005), pôde-se lançá-los em diagramas discriminantes das condições tectônicas em que estas rochas foram formadas. Para isto utilizaram-se diagramas de Shervais (1982), Dilek & Furnes (2014) e Pearce (2014).

Analisando o diagrama Th/Yb-Nb/Yb de Pearce (2014) para as rochas (figura 37), utilizado para distinguir ofiolitos de Zona de Supra-Subducção de ofiolitos do tipo MORB, verifica-se que elas se encaixam dentro dos limites relacionados a ambientes de arcos.



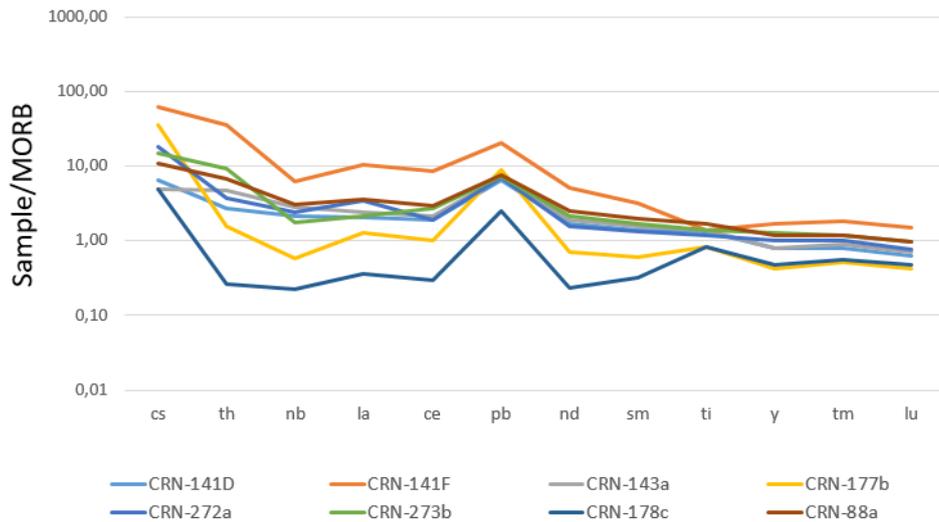
**Figura 37:** Diagrama Th/Yb-Nb/Yb. Discriminação de ambiente geotectônico dos anfibolitos da Unidade Novo Gosto. (Pearce, 2014)

No diagrama de Shervais (1982), utilizado para distinguir as rochas sobre suas formações entre boninitos, IAT (e placa proximal BABB e FAB) e MORB (e placa distal BABB e FAB), as rochas ocupam o trecho relacionado a rochas geradas em ambientes do tipo MORB (e placa distal do tipo BABB e FAB), como pode ser visto na figura abaixo.



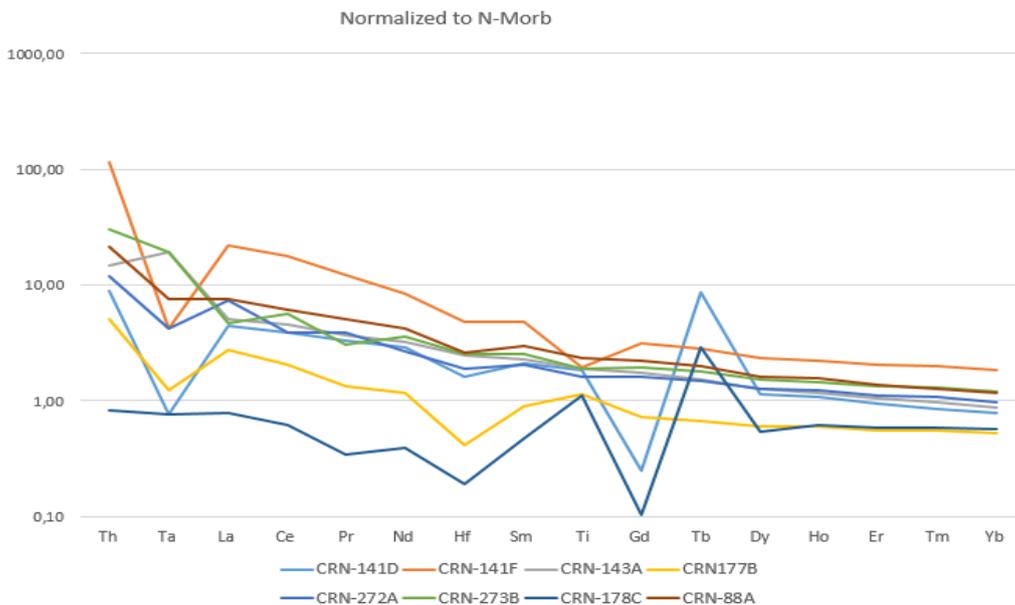
**Figura 38:** Diagrama V-Ti. Discriminação de ambiente geotectônico dos anfibolitos da Unidade Novo Gosto. (Shervais, 1982)

Com base no diagrama multi-elementar de Pearce (2008) modificado de Dilek & Furnes (2011), sugere-se que as rochas têm características de ofiolitos relacionados a zonas de subducção (VA – Arco Vulcânico ou SSZ – Zona de Supra-Subducção), com exceção apenas da amostra CRN-178C que apresenta um padrão do tipo MORB com valores próximos a 1. A anomalia positiva de Pb e negativa de Nb são indicativas deste magmatismo (figura 39).



**Figura 39:** Padrões de distribuição de elementos-traço incompatíveis normalizados com relação ao Morb, dos anfibolitos da Unidade Novo Gosto. (Dilek & Furnes, 2014, Modificado de Dilek & Furnes, 2011)

Já no diagrama multi-elementar de Pearce (2014) modificado de Pearce (2008), na figura 40, observa-se a ocorrência de anomalia negativa de Ta e um padrão que também indica o tipo de magma associado a configurações tectônicas do tipo SSZ. Salienta-se ainda a característica de ofiolito com assinatura MORB com comportamento não usual dos elementos Gd e Tb (processo de alteração hidrotermal?).



**Figura 40:** Padrões de distribuição de elementos-traço incompatíveis normalizados com relação ao N-Morb, dos anfibolitos da Unidade Novo Gosto. (Pearce, 2014, modificado de Pearce, 2008)

A partir das análises anteriores, pode-se concluir que os anfíbolitos de origem ígnea pertencentes a unidade Novo Gosto surgiram a partir de magmatismo básico relacionado a ambiente de Zona de Supra-Subducção. Uma amostra (CRN-178 C) apresenta uma assinatura próxima de MORB, mas com anomalias de Gd e Tb que não são comuns para este tipo de rocha.

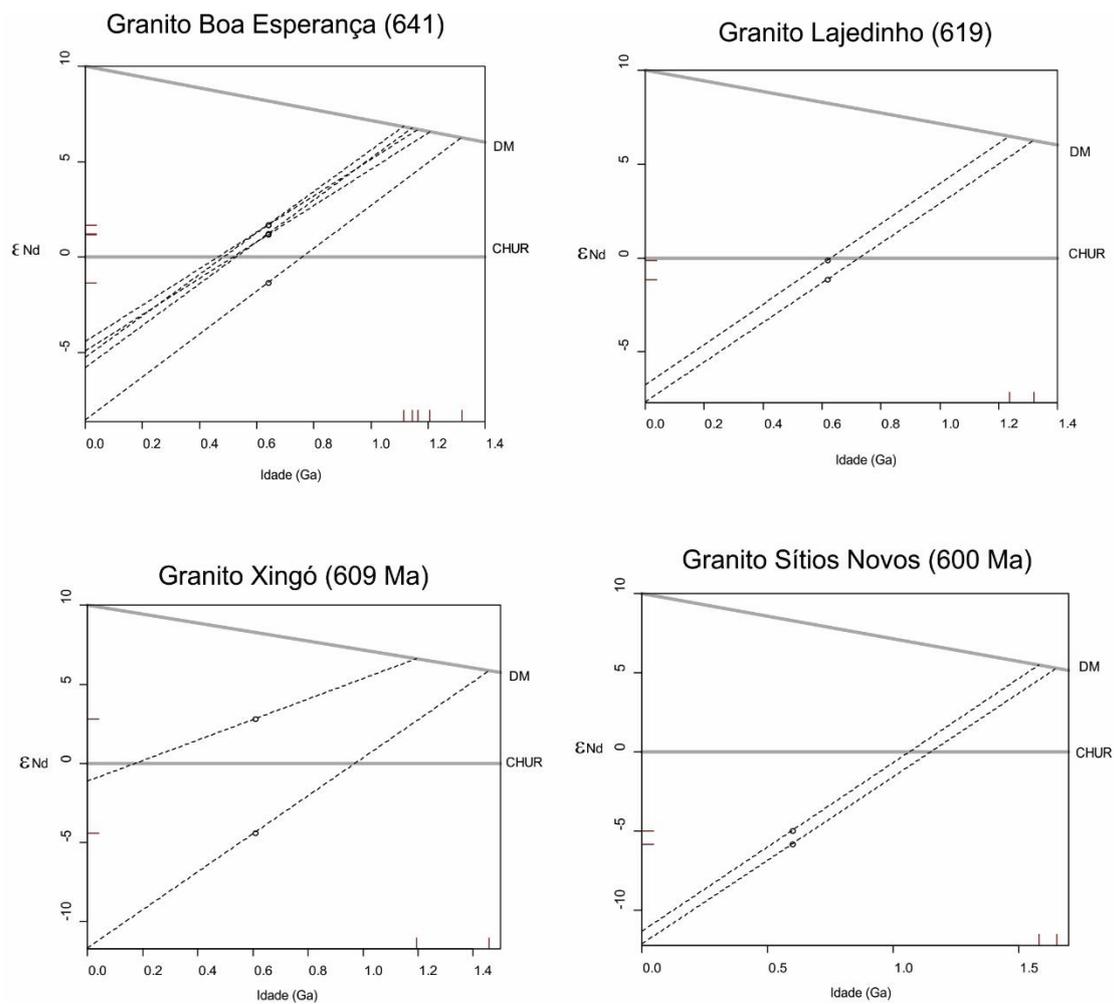
### **1.10. Proveniência das rochas da Unidade Novo Gosto**

A unidade Novo Gosto está dentro do Domínio Canindé, o qual é hoje limitado ao norte pelo Maciço Pernambuco-Alagoas e ao sul pelo Domínio Poço Redondo. Os estudos de Nascimento (2005) e Oliveira *et al.* (2010) têm demonstrado que as rochas máfico-ultramáficas do Domínio Canindé tenham sido formadas em um ambiente de rifte, precedendo o processo de abertura dos segmentos crustais Mesoproterozóicos (por ex. Poço Redondo e faixa Cariris Velhos) e arqueano-paleoproterozóico (embasamento do Maciço Pernambuco-Alagoas). As rochas que compõe a Unidade Novo Gosto, no que diz respeito a unidade vulcanossedimentar, foi interpretada por Nascimento (2005) como uma sequência formada antes do rifteamento e outra sequência formada pós-granito Gentileza, a qual foi datada por Oliveira *et al.* (2010) em  $688\pm 6$  Ma. Porém, análises das rochas sedimentares por meio de geoquímica de elementos maiores, traços e terras raras sugerem que esta unidade seja composta de metagrauvacas com natureza máfica a intermediária, provavelmente geradas em ambiente de arco magmático continental. Na única rocha datada da sequência Vulcano-sedimentar Novo Gosto, metapelito, gerou três populações de zircões detríticos 679, 719 e 977 Ma (Nascimento, 2005), que coloca que parte ou grande parte das rochas dessa unidade tenha sido formada após o rifteamento do Domínio Canindé.

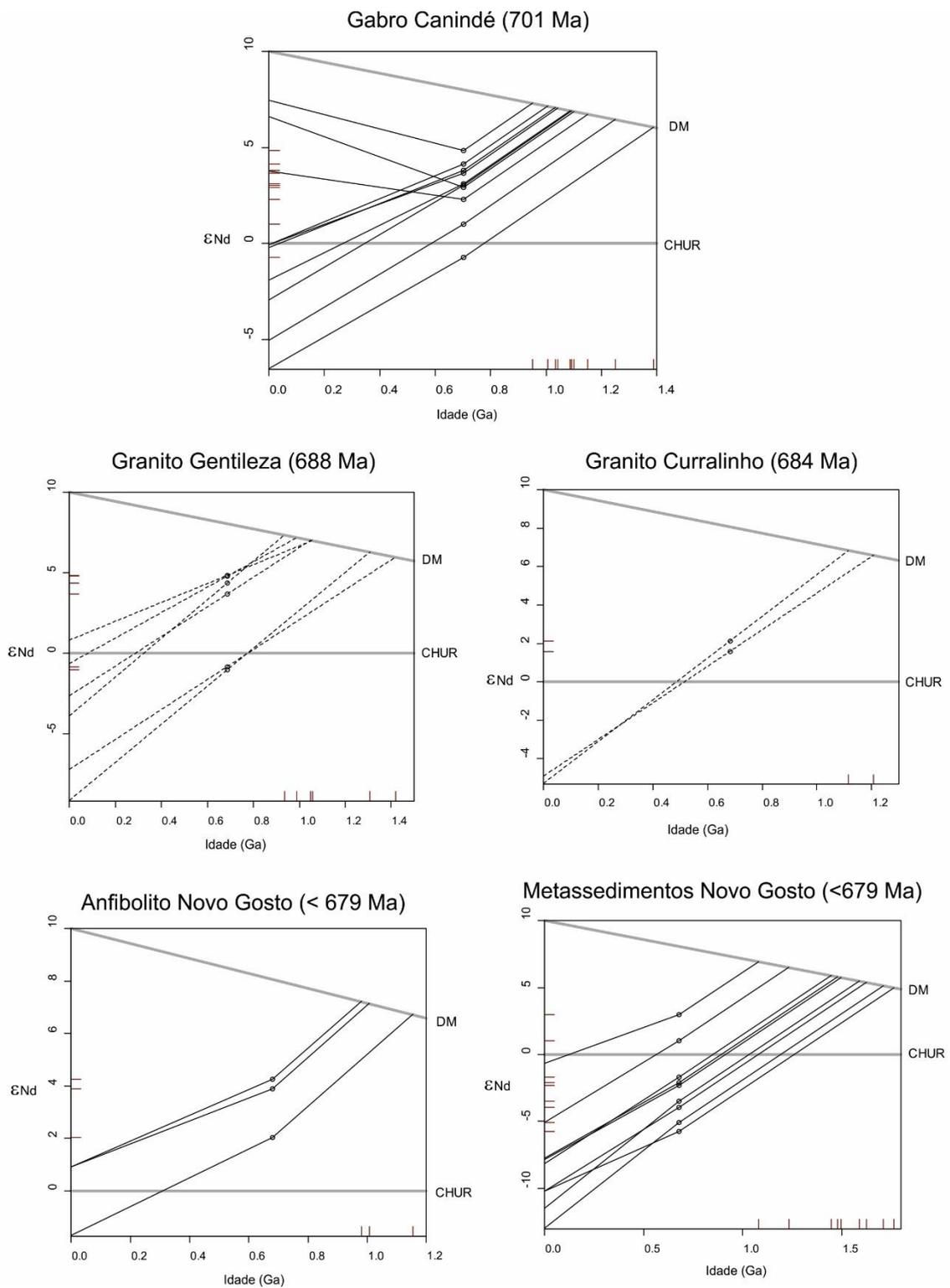
As rochas mais jovens da unidade Novo Gosto são intrudidas pelos granitos Boa Esperança ( $641\pm 5$  Ma), Lajedinho ( $621\pm 9$  Ma), que demonstram um estágio mais evoluído da colisão brasileira (Figura 41). No entanto, os metassedimentos apresentam processos de anatexia de rochas graníticas, similares ao Granito Curralinho com idade de  $684\pm 7$  Ma. Em termo gerais, com base nos dados apresentados por Nascimento (2005) pode-se definir que o Gabro Canindé ( $701\pm 8$  Ma), a Unidade Garrote (715 Ma) e o Quartzo-Monzodiorito Gentileza ( $688\pm 6$  Ma,  $685\pm 57$  Ma) têm assinatura predominantemente juvenil a levemente negativa (Figura 42). Da mesma forma, as rochas anfíbolíticas da Unidade

Novo Gosto estudadas por Nascimento (2005) mostram uma assinatura juvenil, sugerindo que estes magmas tenham a origem de mesmo fonte mantélica.

Por outro lado, os sedimentos da unidade Novo Gosto, que geoquimicamente comportam-se como grauvacas geradas em ambiente de arco magmático continental (ver Nascimento, 2005), tem dois grupos de rochas: (i) o primeiro com valores de epsilon Nd negativos (para  $t=679$  Ma) e idades modelos entre 1.2 e 1.6 Ga; (ii) o segundo com valores similares as rochas juvenis anfibolíticas com valores de épsilon Nd positivos e idades modelos  $< 1.2$  Ga (Figura 42). Neste caso, pode-se interpretar que parte do material tenha sido originada de uma plataforma mesoproterozóica, pertencente à bacia de margem passiva do evento Cariris Velho, i.e., as rochas do primeiro grupo. O material juvenil do segundo grupo (Figura 42), que é representado por material grauváquico e imaturo, é interpretado por estar associado ao estágio de subducção durante o evento Brasiliano como já apresentado por Nascimento (2005) e Oliveira *et al.* (2010). Por outro lado, a integração dos dados isotópicos e geoquímicos sugere que os corpos anfibolíticos da Unidade Novo Gosto, apresentados por Nascimento (2005) como basaltos continentais, são na sua maior parte característicos de rochas máficas geradas em subducção, mais precisamente em zonas de supra-subducção. Dessa forma, as rochas anfibolíticas ígneas estudadas seriam contemporâneas as rochas metassedimentares com característica juvenil e gerados durante os processos de subducção da placa Sanfranciscana sob o Maciço Pernambuco-Alagoas.



**Figura 41:** Diagramas de evolução de Nd para as rochas graníticas do Domínio Canindé que cortam a Unidade Novo Gosto (dados de Nd obtidos de Nascimento, 2005).



**Figura 42:** Diagramas de evolução de Nd para as rochas geradas durante a fase rifte do Domínio Canindé (Gabro Canindé, Granito Gentileza e Granito Currealinho) e rochas da unidade Novo Gosto (dados de Nd obtidos de Nascimento, 2005).

## 1.11. Conclusões

As análises petrográficas mostraram uma grande problemática já reconhecida por autores anteriores, onde verifica-se a ocorrência de rochas metassedimentares com fonte provenientes desde rochas máficas a félsicas, refletindo em sua alta variedade composicional, e dificultando na interpretação de sua origem apenas por dados petrográficos e de campo, já que é comum a ocorrência de metagrauvascas, como destacado por Nascimento (2005) e devido a seu alto grau metamórfico, às vezes mascarando características sedimentares, o que torna sua assembleia mineralógica difícil de distinguir de rochas metamórficas com protólitos ígneos.

As rochas de origem clástica da unidade Novo Gosto, apresentam-se predominantemente como metagrauvascas de granulometria fina, com ocorrência de metapelitos, metarcoseos e metassiltitos, comumente ocorrendo presença de bandamento composicional, e fortemente deformadas, com presença de texturas típicas de processos de milonitização, principalmente nas proximidades da região que sofreu a atuação da zona de cisalhamento Mulungu-Alto Bonito. Os principais constituintes minerais são Quartzo, Plagioclásio (variando de Albita a Labradorita), Microclínio, Anfibólio (Tshermakita, Hornblenda Tshermakítica, Ferro-Hornblenda Tshermakítica, Mg-Hornblenda, Ferro-Tshermakita, Actinolita, Hornblenda Actinolítica), Biotita (Biotitas ferrosas), Magnetita, Ilmenita, e de forma subordinada Epídoto, Clorita (Pinochloritas e Ripidolitas), Titanita, Muscovita e Calcita.

O metacalcário representativo da unidade mostrou-se com uma composição essencialmente formada por Dolomita, com Calcita subordinada e Tremolita ocorrendo de forma acessória como impurezas.

As análises geotermobarométricas reforçam os dados bibliográficos de que as rochas da unidade Novo Gosto passaram por processos de metamorfismo progressivo na fácies anfibolito com retrometamorfismo na fácies xisto verde, e tendo pico metamórfico alcançando valores em torno de 10 kbars e 750°C. Além de ocorrerem rochas que alcançaram condições de anatexia devido a presença de OH<sup>-</sup> disponível em zonas milonitizadas, na qual dados calculados a partir do geotermômetro biotita de Luhr *et al.* (1984) demonstraram valores de temperatura variando de aproximadamente 868 a 922°C.

A reavaliação dos dados geoquímicos obtidos por Nascimento (2005) para os ortoanfíbólitos da unidade, demonstraram que os mesmos surgiram a partir de magmatismo básico relacionado a ambiente de Zona de Supra-Subducção, ao invés de

basaltos de ambiente continental como Nascimento (2005) interpretou. Além disto, uma das amostras (CRN-178 C) apresentou uma assinatura próxima de MORB, mas com anomalias de Gd e Tb que não são comuns para este tipo de rocha.

Através das análises do comportamento do sistema Sm-Nd, pode-se interpretar que parte do material sedimentar da Unidade Novo Gosto tenha sido originado de uma plataforma mesoproterozóica, pertencente à bacia de margem passiva da faixa Cariris Velho, com valores de epsilon Nd negativos (para  $t=679$  Ma) e idades modelos entre 1.2 e 1.6 Ga, e o demais material, com valores similares as rochas juvenis anfibolíticas, com valores de epsilon Nd positivos e idades modelos  $< 1.2$  Ga, estaria associado ao estágio de subducção durante o evento Brasileiro como já apresentado por Nascimento (2005) e Oliveira *et al.* (2010).

Ainda com a integração dos dados de P-T, isotópico e geoquímicos pode-se estabelecer que, as rochas máficas ortoanfíbólicas contemporâneas as rochas metassedimentares com característica juvenil, em sua maioria, foram geradas em uma zona de Supra-Subducção, possivelmente durante os processos de subducção da placa San Franciscana sob o Maciço Pernambuco-Alagoas.

Pelos dados geoquímicos e isotópicos até então apresentados, as rochas do Domínio Canindé não tiveram participação do Maciço Pernambuco-Alagoas, visto que este tem rochas com idades modelos mais antigas que 1,5 Ga e predominantemente paleoproterozóicas e arqueanas.

## **1.12. Agradecimentos**

Agradecimentos ao ITPS, a CPRM-Salvador, a UFS e a UNB, pelo apoio e incentivo durante os trabalhos de pesquisa, e especialmente ao CNPq pelo incentivo a pesquisa através de bolsa concedida.

## **1.13. Referências Bibliográficas**

- Almeida, F.F.M.; Hasui, Y.; Brito Neves, B.B. - 1976 - The upper Precambrian of South America. Bol. Inst. Geoc., USP, 7: 45-80
- Anderson, A. T. 1968. Oxidation of the La Blanche Lake titaniferous magnetite deposit, Quebec: Jour. Geology, v. 76, no. 4, p.

- Anderson, J. L. & Smith, D. R. 1995. The effects of temperature and  $fO_2$  on the Al-in-hornblende barometer. *American Mineralogist*, 80: 549-559.
- Anderson, J. L. 1996. Status of thermobarometry in granitic batholiths: *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, v. 87, 125-138. [also published in GSA Special Paper 315]
- Anderson, J. L. 2008. Spreadsheet: Plagioclase-Hornblende Thermobarometry. Disponível em: [http://www.minsocam.org/msa/rim/RiMG069/RiMG069\\_Ch04\\_hbld\\_plag\\_thermo-jla.xls](http://www.minsocam.org/msa/rim/RiMG069/RiMG069_Ch04_hbld_plag_thermo-jla.xls). Acesso em: 10 de dezembro de 2015.
- Bezerra, F.H.R. 1992. Geologia e evolução petrológica do Complexo Gabroico Canindé do São Francisco e rochas adjacentes (Sergipe e Alagoas). Dissertação de Mestrado (inédita), Instituto de Geociências, UnB, Brasília. 208p.
- Bizzi, L.A.; Schobbenhaus, C; Vidotti, R.M.; Gonçalves J.H. 2003 Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil. Texto, mapas e SIG. CPRM-Serviço Geológico do Brasil, Brasília. 692p.
- Blundy, J. D. & Holland, T. J. B. 1990. Calcic amphibole equilibria and a new amphibole-plagioclase geothermometer. *Contrib Mineral Petrol* 104, 208-24.
- Brito Neves, B. B. De & Cordani, U.G. 1973. Problemas geocronológicos do "Geosinclinal Sergipano" e do seu embasamento. XXXVI Congresso Brasileiro de Geologia, Aracaju, Anais SBG 1:67-76
- Brito Neves, B. B., Sial, A. N. & Albuquerque, J. P. T. 1977. Vergência centrífuga residual no Sistema de Dobramentos Sergipano. *Revista Brasileira de Geociências*, 7, 102 – 114
- Brito Neves, B. B., van Schmus, W. R., Santos, E. J., Campos Neto, M. C., Kozuch, M. 1995. O evento Cariris Velho na Província Borborema: integração de dados, implicações e perspectivas. *Revista Brasileira de Geociências*, 25 (4): 279-296.
- Carmichael, D. M. 1967. Structure and Progressive Metamorphism in the Whetstone Lake Area, Ontario, with Emphasis on the Mechanism of Prograde Metamorphic Reactions. Ph.D. dissertation, University of California at Berkeley, Berkeley, California.
- Carvalho, M. J. 2005. Evolução tectônica do domínio Marancó - Poço Redondo: cratons and Neoproterozoic cover. *Journal of South American Earth Sciences* 12, 453-470. Davison, I., Santos, R.A., 1989. Tectonic Evolution of the Sergipano Fold Belt, NE Brazil, during the Brasiliano Orogeny. *Precambrian Research* 45, 319-342.

- CPRM-Superintendência Regional de Salvador. 1989. Prospecto Canindé, Poço Redondo-Sergipe. Informe Técnico.
- CPRM/CODISE. 1997. Geologia e Recursos Minerais do Estado de Sergipe. Texto e Mapa. Escala 1:250.000. Convênio CODISE/CPRM.
- D'el-Rey Silva, L.J.H. 1995. Tectonic evolution of the Sergipano Belt, NE Brazil. *Geologia*, 2002, Vol.15: 119-129.
- D'el-Rey Silva L. J. H. 1999. Basin infilling in the southern-central part of the Sergipano Belt, NE Brazil, and implications for the tectonic evolution of the Pan-African/Brasiliano cratons and Neoproterozoic sedimentary cover. *Journal of South American Earth Sciences*, 12: 453-470.
- Davison, I.; Santos, R. S. 1989. Tectonic evolution of the Sergipano belt, NE do Brasil, during the brasiliano orogeny. *Precambrian Research*, v.45, p, 319-342.
- Deer, W. A, Howie, R. A., Zussman, J. 1972. *Rocking forming minerals vol.1, orth- and ring silicates*. Longmans. Group Ltd., London, England.
- Deer, W. A.; Howie, R. A.; Zussman, J. 1992. *An introduction to the rock-forming minerals*. 2. ed. Harlow, Longman. 696 p.
- Dilek, Y., Furnes, H. 2014. Ophiolites and their origins. *Elements* 10: 93-100
- DNPM. Cadastro Mineiro. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/assuntos/ao-minerador/cadastro-mineiro>. Acesso em: 10 de setembro de 2014.
- Fettes, D., Desmons, J. 2007. *Metamorphic rocks. A classification and glossary of terms*. Cambridge: Cambridge University Press, 244 p
- Hammarstrom, J. M. & Zen, E-na. 1986. Aluminum in hornblende: an empirical igneous geobarometer. *American Mineralogist*, 71, 1297-1313
- Hey, M. H. 1954. A new review of the chlorites. *Mineral Mag.* 30, 277- 292.
- Holland, T., Blundy, J. 1994. Non-ideal interactions in calcic amphiboles and their bearing on amphibole-plagioclase thermometry. *Contrib Mineral Petrol* 116, 433-47.

- Hollister, L. S., Grissom, G. C., Peters, E. K., Stowell, H. H., Gisson, V. B. 1987. Confirmation of the empirical correlation of Al in hornblende with pressure of solidification of calc-alkaline plutons. *Am. Mineral.*, 72, 231-239.
- Humphrey, F.; Allard, G. O. 1969. Geologia do Domo de Itabaiana (Sergipe) e sua relação com a geologia da Geossinclinal de Própria, um elemento tectônico recém reconhecido do escudo brasileiro. Rio de Janeiro: Petrobrás/CENPES. 104p.
- Johnson, M.E., Rutherford, M.J. 1989. Experimental calibration of the aluminum-in-hornblende geobarometer with application to Long Valley caldera (California). *Geology*, 17,837-841.
- Jardim de Sá, E. F., Moraes, J. A. C., Silva, L. J. H. D., 1986. Tectônica tangencial na Faixa Sergipana. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia. Anais (3), p. 1246.
- Kuyumjian, R. M., Danni, J. C. M. 1991. Geoquímica de anfibolitos da sequência de Juscelândia, Goiás: implicações geotectônicas. *Rev. Bras. Geociências* 21, 218–223.
- Leake, B. E. 1964. The chemical distinction between ortho-and para-amphibolites. *Journal of Petrology*. 5:238-254.
- Leake, B. E. 1978 Nomenclature of amphiboles. *American Mineralogist*, Lancaster, v. 63, p. 1023-1052.
- Leake, B. E.; Schumacher, J. C.; Smith, D. C.; Ungaretti, L.; Whittaker, E. J. W.; Youzhi, G. 1997. Nomenclature of amphiboles. *European Journal of Mineralogy*, Stuttgart, v. 9, p. 623-651.
- Lepage, L. D. 2003. ILMAT: na Excel worksheet for ilmenite-magnetite geothermometry and geobarometry. *Computers & Geosciences*, 29: 673-678.
- Lindsley, D. H., Spencer, K. J. 1982. Fe-Ti oxide geothermometry: Reducing analyses of coexisting Ti-Magnetite (Mt) and Ilmenite (Ilm). *Transactions, American Geophysical Union*, 63, 471.
- Luhr, J. F., Carmichael, I. S. E., Varekamp, J. 1984. The 1982 eruptions of El Chichón Volcano, Chiapas, Mexico: mineralogy and petrology of the anhydrite-bearing pumices. *J Volc Geotherm Res* 23:69–108
- Mabessone J.M. 2002. História Geológica da Província Borborema (NE Brasil). *Revista de Geologia*, 15:119-129.

- Nascimento, R.S. 2005. Domínio Canindé, Faixa Sergipana, Nordeste do Brasil: um estudo geoquímico e isotópico de uma sequência de rifte continental Neoproterozóica. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de Campinas, 159p.
- 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 American Earth Sciences* 3, 125-140.
- Oliveira E. P., Toteu S. F., Araújo M. J., Carvalho M. J., Nascimento R. S., Bueno J. F., McNaughton N., Basilici G. 2006. Geologic correlation between the Neoproterozoic Sergipano belt (NE Brazil) and the Yaoundé belt (Cameroon, Africa). *Journal of African Earth Sciences* 44: 470-478.
- Oliveira, R.G. 2008. Arcabouço geofísico, isostasia e causas do magmatismo cenozoico da Província Borborema e sua margem continental (nordeste do Brasil). Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 411 p.
- Oliveira, E.P.; Windley, B.F.; Araujo, M.N.C., 2010. The Neoproterozoic Sergipano orogenic belt, NE Brazil: a complete plate tectonic cycle in western Gondwana. *Precambrian Research* 181, 64-84.
- Oliveira, O. M ; Souza Júnior, F. D. ; Pinto, V. M. ; Almeida, J. A. P. ; Lenz, C. ; Dantas, T. V. P. ; Silva, A. D. G. ; Almeida Junior, M. V. C. ; Novaes Junior, J. M. 2012.. Recursos minerais da Faixa Central da Suíte Intrusiva Canindé, norte da Faixa Segipana, Se. In: 46º Congresso Brasileiro de Geologia dos Países da Língua Portuguesa, Santos-SP.
- Open University. Free Structural Formula Calculators (in Excel Format). Disponível em: [http://www.open.ac.uk/earth-research/tindle/AGT/AGT\\_Home\\_2010/Microprobe-2.html](http://www.open.ac.uk/earth-research/tindle/AGT/AGT_Home_2010/Microprobe-2.html). Acesso em: 10 de dezembro de 2015.
- Orville, P. M. 1969. A model for metamorphic differentiation origin of thin-layered amphibolites. *American Journal of Science*, 267:64-86.
- Otten, M. T. 1984. The origin of brown hornblende in the Artfjallet gabbro and dolerites. *Contrib Mineral Petrol* 86, 189-99.
- Pearce, J. A. 2014. Immobile elemento fingerprinting of ophiolites. *Elements* 10: 101-108
- Santos, R. G.; Moraes, L. C.; Braz Filho, P. A. *et al.* 1990. Projeto Canindé: relatório preliminar de pesquisa. 2ª fase. Salvador: CPRM. v.1,

- Santos, R.A., Martins, A.A.M., Neves, J.P., 1998. Geologia e recursos minerais do estado de Sergipe. CPRM/Codise. 107p.
- Schmidt, M.W. 1992. Amphibole composition in tonalites as a function of pressure: an experimental calibration of the Al-in-hornblende barometer. *Contribution to Mineralogy and Petrology*, 110: 304-310.
- Schmidt, M. W. 1993. Phase relations and compositions in tonalite as a function of pressure: an experimental study at 650 °C. *Amer J Science* 293, 1011-60.
- Schobbenhaus C. & Brito Neves B.B. 2003. A geologia do Brasil no contexto da Plataforma Sul-Americana. In: L.A. Bizzi, R.M. Vidotti e J.H. Gonçalves (eds.). *Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil*. Brasília: CPRM, Serviço Geológico do Brasil, 5-54.
- Seixas, S. R. M. 1996. Projeto Canindé: Exame Atualizado de Projeto-EXAP. CPRM/DNPM/DEREM.
- Seixas, S.R.M. & Moraes, L.C. 2000. The Canindé Domain: its different gabbroic rocks. In: *International Geological Congress, Rio de Janeiro, 31, Anais*, p.6. 64
- Shervais, J. W. 1982. Ti-V plots and the petrogenesis of modern and ophiolitic lavas. *Earth and Planetary Science Letters*, v. 59, n. 1, p. 101-118
- Silva Filho, M. A. 1976. A suíte ofiolítica da Geosinclinal de Propriá. XXIX Congresso Brasileiro de Geologia, Ouro Preto, Anais SBG 1:51-58
- Silva Filho, M. A. Da; Bomfim, L. F. C.; Santos, R. A. *et al.* 1977. Projeto Baixo São Francisco/Vaza-Barris: Geologia da Geossinclinal Sergipana e do seu Embasamento. Relatório Final. Salvador: CPRM. 19v.
- 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 de Canindé do São Francisco. Relatório Final. DNPM/CPRM.
- Silva Filho, M. A. & Brito Neves, B. B. 1979. O Sistema de dobramentos Sergipano no Nordeste da Bahia. *Geologia Recursos Minerais do Estado da Bahia, Textos Básicos*, 1, 203–217
- Silva Filho, M. A. 1998. Arco vulcânico Canindé – Marancó e a Faixa Sul-Alagoana: sequências orogênicas mesoproterozóicas. In: *Congresso Brasileiro de Geologia 40, Belo Horizonte, Anais*. Sociedade Brasileira de Geologia, 16.

- Souza Junior, F. D.; Lenz, C.; Pinto, V. M.; Lima, R. G.; Mota, I. C. T. 2012. Mapeamento geológico (1:70000) da porção sudeste do domínio Canindé, Sergipe, NE-Brasil. In: 46 Congresso Brasileiro de Geologia, Santos-SP.
- Stormer, J.C.J. 1983. The effects of recalculation on estimates of temperature and oxygen fugacity from analyses of multicomponent iron-titanium oxides. *American Mineralogist*, v. 68, p. 586-594.
- Superintendência de Recursos Hídricos/SEPLAN. Atlas Digital de Recursos Hídricos. Aracaju, 2011.
- Tindle A.G., Webb P.C., 1990. "Formula Unit Calculations - with optional calculated Li<sub>2</sub>O, 2Li<sub>2</sub>O and H<sub>2</sub>O calculations", *European Journal of Mineralogy*, vol. 2, 595-610.
- Trompette, R. 1994. *Geology of Western Gondwana*. A. Balkema, Amsterdam, 350 pp. Van Schmus, W. R., Brito Neves, B. B., Hackspacher, P., Babinski, M, 1995. U/Pb and Sm/Nd geochronologic studies of the eastern Borborema province, NE Brazil: Initial conclusions. *Journal of South American Earth Sciences*, 8: 267-288.
- Trompette R. 1997. Neoproterozoic (~600 Ma) aggregation of Western Gondwana: a tentative scenario. *Precambrian Research*, 82:101-112.
- Winter, J. D. 2001. *An Introduction to Igneous and Metamorphic Petrology*. Prentice Hall. 699p.
- Yardley, B. W. D. 1989. *An Introduction to Metamorphic Petrology*. New York. Longman Scientific & Technical. 248p.
- Zane, A. & Weiss, Z. 1998. A procedure for classification of rock-forming chlorites based on microprobe data. *Rend. Fis. Accad. Lincei* 9, 9, 51-56.
- Zane, A., Sassi, R., Guidotti, C. V. 1998. New data on metamorphic chlorite as a petrogenetic indicator mineral, with special regard to greenschist-facies rock. *The Canadian Mineralogist*, 36, 713-726.

## ANEXO DO ARTIGO - ANÁLISES DE QUÍMICA MINERAL

**Tabela 3:** Química mineral e cálculo da fórmula estrutural de anfibólios, baseado em cálculos disponíveis pela Open University.

NºPonto	1	2	6	7	8	13	15	17	19	21	25	26	28	31	1	2	9	10	14
Amostra	10 A_C3_A nf 1	10 A_C3_An f 2	10 A_C1_An f 1	10 A_C1_An f 2	10 A_C1_A nf 3	10 A_C2_A nf 1	10 A_C2_An f 2	10 B_C3_An f 1	10 B_C3_An f 2	10 B_C3_A nf 3	10 B_C1_An f 1	10 B_C1_A nf 2	10 B_C2_An f 1	10 B_C2_An f 2	10 D_C2_An f 1	10 D_C2_An f 2	10 D_C3 Anf 1	10 D_C3 Anf 2	10 D_C3 Anf 3
SiO2	41,639	41,846	42,854	42,698	41,551	41,731	41,949	42,484	42,088	41,603	41,989	41,464	41,742	42,222	45,073	43,475	45,612	46,274	45,506
TiO2	0,776	0,659	0,671	0,55	0,797	0,659	0,776	0,645	0,725	0,517	0,929	0,57	0,408	0,524	0,568	0,26	0,505	0,57	0,408
Al2O3	13,553	13,044	11,691	11,569	12,931	12,828	12,613	11,873	11,876	13,222	12,812	12,68	12,973	11,28	10,17	14,335	9,686	9,572	9,749
FeO	20,565	20,001	20,288	20,258	20,796	20,626	20,104	20,544	21,063	21,21	20,556	20,774	21,289	21,887	17,77	18,854	18,008	17,847	17,643
MnO	0,378	0,387	0,27	0,244	0,287	0,337	0,258	0,282	0,41	0,299	0,424	0,464	0,203	0,204	0,366	0,226	0,605	0,591	0,358
MgO	7,736	8,084	8,754	8,602	8,041	8,052	8,169	8,467	8,111	7,632	8,014	7,929	7,713	7,967	10,03	7,479	11,006	11,171	11,341
CaO	11,155	11,111	11,231	11,238	11,201	11,194	11,124	11,498	11,63	11,13	11,223	11,444	11,065	10,633	11,225	11,136	10,344	10,647	10,535
Na2O	1,543	1,56	1,366	1,293	1,486	1,328	1,374	1,377	1,499	1,393	1,391	1,431	1,275	1,458	1,2	1,237	1,328	1,134	1,152
K2O	0,503	0,536	0,586	0,754	0,734	0,652	0,718	0,648	0,852	0,722	0,725	0,721	0,805	0,701	0,228	0,37	0,209	0,18	0,212
F	0,035	0,014	0,007	0	0,048	0	0	0,035	0	0,017	0	0,006	0	0	0	0	0,042	0	0,054
Cl	0	0	0,026	0,003	0,015	0,016	0,021	0,01	0,015	0,015	0,008	0,013	0,009	0,005	0,003	0,013	0	0	0,003
NiO	0,01	0	0,103	0,025	0,023	0	0,052	0	0,002	0	0,006	0,064	0	0	0,025	0	0,062	0	0,01
<b>%Óxido Corrigido</b>																			
SiO2	41,64	41,85	42,85	42,70	41,55	41,73	41,95	42,48	42,09	41,60	41,99	41,46	41,74	42,22	45,07	43,48	45,61	46,27	45,51
TiO2	0,78	0,66	0,67	0,55	0,80	0,66	0,78	0,65	0,73	0,52	0,93	0,57	0,41	0,52	0,57	0,26	0,51	0,57	0,41
Al2O3	13,55	13,04	11,69	11,57	12,93	12,83	12,61	11,87	11,88	13,22	12,81	12,68	12,97	11,28	10,17	14,34	9,69	9,57	9,75
Fe2O3	8,35	7,97	8,78	8,02	8,68	8,91	7,92	7,69	6,89	8,93	8,17	8,09	9,25	10,21	6,85	5,20	12,21	11,47	12,16
FeO	13,05	12,83	12,39	13,04	12,98	12,61	12,98	13,62	14,86	13,17	13,21	13,49	12,97	12,70	11,60	14,17	7,02	7,53	6,70
MnO	0,38	0,39	0,27	0,24	0,29	0,34	0,26	0,28	0,41	0,30	0,42	0,46	0,20	0,20	0,37	0,23	0,61	0,59	0,36
MgO	7,74	8,08	8,75	8,60	8,04	8,05	8,17	8,47	8,11	7,63	8,01	7,93	7,71	7,97	10,03	7,48	11,01	11,17	11,34
NiO	0,01	0,00	0,10	0,03	0,02	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,01	0,06	0,00	0,00	0,03	0,00	0,06	0,00	0,01
CaO	11,16	11,11	11,23	11,24	11,20	11,19	11,12	11,50	11,63	11,13	11,22	11,44	11,07	10,63	11,23	11,14	10,34	10,65	10,54
Na2O	1,54	1,56	1,37	1,29	1,49	1,33	1,37	1,38	1,50	1,39	1,39	1,43	1,28	1,46	1,20	1,24	1,33	1,13	1,15
K2O	0,50	0,54	0,59	0,75	0,73	0,65	0,72	0,65	0,85	0,72	0,73	0,72	0,81	0,70	0,23	0,37	0,21	0,18	0,21
F	0,04	0,01	0,01	0,00	0,05	0,00	0,00	0,04	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05
Cl	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00

<b>H2O*</b>	2,00	2,00	2,01	2,00	1,98	2,00	1,99	1,99	2,00	1,99	2,01	1,99	2,00	1,99	2,02	2,02	2,04	2,08	2,03
	100,73	100,04	100,73	100,04	100,76	100,31	99,94	100,62	100,96	100,65	100,91	100,36	100,41	99,89	99,36	99,92	100,67	101,21	100,22
<b>O=F,Cl</b>	0,01	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02
<b>Total</b>	100,71	100,03	100,72	100,04	100,74	100,31	99,94	100,60	100,95	100,64	100,90	100,35	100,41	99,89	99,36	99,92	100,66	101,21	100,20
<b>Fórmula Estrutural – Na base de 23 Oxigênios</b>																			
<b>Si</b>	6,204	6,266	6,369	6,399	6,207	6,244	6,294	6,348	6,312	6,221	6,253	6,233	6,251	6,363	6,687	6,446	6,630	6,679	6,626
<b>Al iv</b>	1,796	1,734	1,631	1,601	1,793	1,756	1,706	1,652	1,688	1,779	1,747	1,767	1,749	1,637	1,313	1,554	1,370	1,321	1,374
<b>Al vi</b>	0,584	0,568	0,417	0,443	0,483	0,506	0,524	0,439	0,411	0,551	0,502	0,480	0,540	0,366	0,465	0,951	0,289	0,308	0,300
<b>Ti</b>	0,087	0,074	0,075	0,062	0,090	0,074	0,088	0,072	0,082	0,058	0,104	0,064	0,046	0,059	0,063	0,029	0,055	0,062	0,045
<b>Fe3+</b>	0,936	0,898	0,982	0,905	0,976	1,003	0,894	0,865	0,777	1,005	0,915	0,916	1,042	1,158	0,765	0,580	1,336	1,246	1,333
<b>Fe2+</b>	1,626	1,607	1,540	1,635	1,622	1,578	1,628	1,703	1,864	1,647	1,645	1,696	1,624	1,601	1,440	1,758	0,853	0,909	0,816
<b>Mn</b>	0,048	0,049	0,034	0,031	0,036	0,043	0,033	0,036	0,052	0,038	0,053	0,059	0,026	0,026	0,046	0,028	0,074	0,072	0,044
<b>Mg</b>	1,718	1,804	1,940	1,922	1,791	1,796	1,827	1,886	1,813	1,701	1,779	1,777	1,722	1,790	2,218	1,653	2,385	2,404	2,462
<b>Ni</b>	0,001	0,000	0,012	0,003	0,003	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000	0,001	0,008	0,000	0,000	0,003	0,000	0,007	0,000	0,001
<b>Ca</b>	1,781	1,783	1,788	1,805	1,793	1,795	1,788	1,841	1,869	1,783	1,791	1,843	1,775	1,717	1,784	1,769	1,611	1,647	1,644
<b>Na</b>	0,446	0,453	0,394	0,376	0,430	0,385	0,400	0,399	0,436	0,404	0,402	0,417	0,370	0,426	0,345	0,356	0,374	0,317	0,325
<b>K</b>	0,096	0,102	0,111	0,144	0,140	0,124	0,137	0,124	0,163	0,138	0,138	0,138	0,154	0,135	0,043	0,070	0,039	0,033	0,039
<b>F</b>	0,016	0,007	0,003	0,000	0,023	0,000	0,000	0,017	0,000	0,008	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,019	0,000	0,025
<b>Cl</b>	0,000	0,000	0,007	0,001	0,004	0,004	0,005	0,003	0,004	0,004	0,002	0,003	0,002	0,001	0,001	0,003	0,000	0,000	0,001
<b>OH*</b>	1,984	1,993	1,990	1,999	1,974	1,996	1,995	1,981	1,996	1,988	1,998	1,994	1,998	1,999	1,999	1,997	1,981	2,000	1,974
<b>Total</b>	17,322	17,338	17,293	17,324	17,363	17,304	17,325	17,363	17,468	17,325	17,330	17,399	17,299	17,278	17,172	17,195	17,024	16,997	17,008
<b>Esquema de Cálculo <math>\Sigma 13</math></b>																			
<b>Grupo Anfibólio</b>	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca
<b>(Ca+Na) (B)</b>	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	1,985	1,964	1,969
<b>Na (B)</b>	0,219	0,217	0,212	0,195	0,207	0,205	0,212	0,159	0,131	0,217	0,209	0,157	0,225	0,283	0,216	0,231	0,374	0,317	0,325
<b>(Na+K) (A)</b>	0,322	0,338	0,293	0,324	0,363	0,304	0,325	0,363	0,468	0,325	0,330	0,399	0,299	0,278	0,172	0,195	0,039	0,033	0,039
<b>Mg/(Mg+Fe2)</b>	0,514	0,529	0,557	0,540	0,525	0,532	0,529	0,526	0,493	0,508	0,520	0,512	0,515	0,528	0,606	0,485	0,736	0,726	0,751
<b>Fe3/(Fe3+Alvi)</b>	0,616	0,613	0,702	0,671	0,669	0,665	0,631	0,663	0,654	0,646	0,646	0,656	0,659	0,760	0,622	0,379	0,822	0,802	0,816
<b>Soma de S2</b>	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000
<b>Nomes dos Anfibólios</b>																			
	Férrica-	ferrian-	ferrian-	ferrian-	ferrian-	ferri-	ferrian-	ferrian-	ferrian-	ferri-	ferrian-	ferrian-	ferri-	ferri-	ferrian-		ferri-	ferri-	ferri-

	Tschermakita	Hornblenda Tscherma kitica	Hornblenda Tscherma kitica	Hornblenda Tscherma kitica	Tschermakita	Tschermakita	Hornblenda Tscherma kitica	Hornblenda Tscherma kitica	Fe- Hornblenda Tscherma kitica	Tschermakita	Hornblenda Tscherma kitica	Tschermakita	Hornblenda Tscherma kitica	Hornblenda Tscherma kitica	Hornblenda Tscherma kitica	Hornblenda Tscherma kitica	Mg- Hornblenda	Mg- Hornblenda	Mg- Hornblenda
<b>P (kbars)</b>																			
<b>Hammars trom &amp; Zen 86</b>	8,1	7,7	6,4	6,4	7,5	7,5	7,3	6,6	6,6	7,8	7,4	7,4	7,6	6,2	5,0	8,7	4,4	4,3	4,5
<b>Hollister et al. 87</b>	8,7	8,2	6,8	6,8	8,1	8,0	7,8	7,0	7,1	8,4	7,9	7,9	8,2	6,5	5,3	9,4	4,6	4,4	4,7
<b>Johnson &amp; Rutherford d 89</b>	6,6	6,3	5,2	5,2	6,2	6,1	6,0	5,4	5,4	6,4	6,1	6,0	6,2	5,0	4,1	7,1	3,6	3,4	3,6
<b>Schmidt 92</b>	8,3	7,9	6,7	6,7	7,8	7,8	7,6	6,9	7,0	8,1	7,7	7,7	7,9	6,5	5,5	8,9	4,9	4,7	5,0

**Tabela 3 (continuação):** Química mineral e cálculo da fórmula estrutural de anfibólios, baseado em cálculos disponíveis pela Open University.

NºPonto	15	16	17	18	28	29	36	40	41	42	47	48	52	53	54	55	58	60	63	64	25	26	30
<b>Amostra</b>	10 D_C3_ Anf 4	12 A_C1_ Anf 1	12 A_C1_ Anf 2	12 A_C1_A nf 3	16_C2 _Anf 1	16_C2 _Anf 2	16_C3 _Anf 1	16_C4 _Anf 1	16_C4 _Anf 2	16_C4 _Anf 3	16_C4 _Anf 4	16_C4 _Anf 5	16_C1 _Anf 1	16_C1 _Anf 2	16_C1 _Anf 3	16_C1 _Anf 4	16_C1 _Anf 5	16_C3 _Anf 2	16_C3 _Anf 3	16_C3 _Anf 4	PC 3- 34_C1_OI 1	PC 3- 34_C1_OI 2	PC 3- 34_C1_OI 3
<b>SiO2</b>	41,962	41,174	41,459	42,011	45,852	45,115	48,916	45,456	53,069	45,267	45,006	52,727	47,746	49,403	51,238	51,242	45,269	49,063	45,387	45,315	57,276	57,691	56,985
<b>TiO2</b>	0,408	0,617	0,47	0,39	1,355	1,485	0,356	0,988	0,133	1,295	1,322	0,107	0,414	0,113	0,211	0,029	1,33	0,009	1,244	1,259	0,055	0,06	0
<b>Al2O3</b>	14,21	13,736	13,825	12,836	9,179	9,623	6,876	9,515	2,491	9,448	9,324	3,507	8,045	5,667	4,223	4,207	9,261	6,468	8,986	9,597	0,917	0,675	1,018
<b>FeO</b>	18,24	21,029	20,73	20,155	17,124	17,04	16,495	17,443	14,091	17,482	17,202	14,596	17,371	16,191	15,778	15,519	17,182	15,463	16,978	17,336	0,021	0,051	0,019
<b>MnO</b>	0,388	0,326	0,386	0,424	0,271	0,232	0,124	0,194	0,206	0,187	0,408	0,299	0,335	0,158	0,278	0,207	0,19	0,253	0,28	0,224	0	0,055	0,052
<b>MgO</b>	8,575	7,292	7,427	7,691	10,626	10,166	11,969	10,328	15,131	10,493	10,435	14,309	10,982	12,11	12,975	13,13	10,305	12,019	10,274	10,222	25,271	24,881	25,335
<b>CaO</b>	11,231	11,374	11,333	11,622	11,547	11,781	11,592	11,833	12,071	11,392	11,674	12,1	11,994	12,081	12,278	12,046	11,95	11,686	11,73	11,703	13,264	13,099	13,263
<b>Na2O</b>	1,436	1,372	1,242	1,237	1,054	1,096	0,796	1,112	0,278	1,028	1,021	0,367	0,803	0,671	0,402	0,395	1,104	0,678	1,043	1,16	0,596	0,486	0,639
<b>K2O</b>	0,348	0,713	0,651	0,727	0,538	0,554	0,299	0,568	0,051	0,561	0,548	0,07	0,378	0,282	0,165	0,119	0,609	0,243	0,564	0,518	0,047	0,012	0,042
<b>F</b>	0,117	0	0,018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,063	0	0,841	0,849	0,854
<b>Cl</b>	0	0,013	0,002	0	0,015	0	0,012	0	0	0,002	0	0,015	0,019	0	0	0,002	0	0,014	0	0,004	0,011	0,034	0,024
<b>NiO</b>	0	0	0	0,054	0,061	0,069	0,002	0	0,006	0,084	0	0	0	0	0	0,021	0	0	0,002	0,023	0	0,046	0
<b>%Óxido Corrigido</b>																							
<b>SiO2</b>	41,96	41,17	41,46	42,01	45,85	45,12	48,92	45,46	53,07	45,27	45,01	52,73	47,75	49,40	51,24	51,24	45,27	49,06	45,39	45,32	57,28	57,69	56,99
<b>TiO2</b>	0,41	0,62	0,47	0,39	1,36	1,49	0,36	0,99	0,13	1,30	1,32	0,11	0,41	0,11	0,21	0,03	1,33	0,01	1,24	1,26	0,06	0,06	0,00
<b>Al2O3</b>	14,21	13,74	13,83	12,84	9,18	9,62	6,88	9,52	2,49	9,45	9,32	3,51	8,05	5,67	4,22	4,21	9,26	6,47	8,99	9,60	0,92	0,68	1,02

<b>Fe2O3</b>	7,78	7,66	8,19	6,09	4,72	3,08	4,96	3,80	4,89	5,90	4,77	4,13	4,20	2,68	2,76	3,53	2,64	3,43	2,95	3,75	0,02	0,06	0,02
<b>FeO</b>	11,24	14,14	13,36	14,68	12,88	14,27	12,03	14,02	9,69	12,17	12,91	10,88	13,59	13,78	13,29	12,34	14,81	12,38	14,32	13,96	0,00	0,00	0,00
<b>MnO</b>	0,39	0,33	0,39	0,42	0,27	0,23	0,12	0,19	0,21	0,19	0,41	0,30	0,34	0,16	0,28	0,21	0,19	0,25	0,28	0,22	0,00	0,06	0,05
<b>MgO</b>	8,58	7,29	7,43	7,69	10,63	10,17	11,97	10,33	15,13	10,49	10,44	14,31	10,98	12,11	12,98	13,13	10,31	12,02	10,27	10,22	25,27	24,88	25,34
<b>NiO</b>	0,00	0,00	0,00	0,05	0,06	0,07	0,00	0,00	0,01	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,05	0,00
<b>CaO</b>	11,23	11,37	11,33	11,62	11,55	11,78	11,59	11,83	12,07	11,39	11,67	12,10	11,99	12,08	12,28	12,05	11,95	11,69	11,73	11,70	13,26	13,10	13,26
<b>Na2O</b>	1,44	1,37	1,24	1,24	1,05	1,10	0,80	1,11	0,28	1,03	1,02	0,37	0,80	0,67	0,40	0,40	1,10	0,68	1,04	1,16	0,60	0,49	0,64
<b>K2O</b>	0,35	0,71	0,65	0,73	0,54	0,55	0,30	0,57	0,05	0,56	0,55	0,07	0,38	0,28	0,17	0,12	0,61	0,24	0,56	0,52	0,05	0,01	0,04
<b>F</b>	0,12	0,00	0,02	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	0,00	0,06	0,00	0,84	0,85	0,85
<b>Cl</b>	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,03	0,02
<b>H2O*</b>	1,96	1,99	1,99	1,99	2,03	2,01	2,05	2,02	2,09	2,03	2,01	2,09	2,04	2,03	2,06	2,05	2,01	2,02	1,97	2,02	1,80	1,78	1,79
	99,65	100,41	100,36	99,74	100,12	99,48	99,98	99,84	100,11	99,86	99,43	100,60	100,55	98,97	99,88	99,32	99,47	98,26	98,82	99,75	100,10	99,73	100,02
<b>O=F,Cl</b>	0,05	0,00	0,01	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	0,00	0,03	0,00	0,36	0,37	0,36
<b>Total</b>	99,60	100,40	100,35	99,74	100,12	99,48	99,98	99,84	100,11	99,86	99,43	100,60	100,54	98,97	99,88	99,32	99,47	98,26	98,79	99,75	99,74	99,36	99,65
<b>Fórmula Estrutural – Na base de 23 Oxigênios</b>																							
<b>Si</b>	6,243	6,184	6,206	6,339	6,764	6,723	7,142	6,749	7,613	6,697	6,704	7,555	6,996	7,307	7,472	7,488	6,758	7,268	6,808	6,731	7,805	7,879	7,780
<b>Al iv</b>	1,757	1,816	1,794	1,661	1,236	1,277	0,858	1,251	0,387	1,303	1,296	0,445	1,004	0,693	0,528	0,512	1,242	0,732	1,192	1,269	0,147	0,109	0,164
<b>Al vi</b>	0,734	0,615	0,645	0,622	0,359	0,414	0,326	0,414	0,034	0,345	0,341	0,147	0,385	0,295	0,198	0,212	0,388	0,397	0,397	0,411	0,000	0,000	0,000
<b>Ti</b>	0,046	0,070	0,053	0,044	0,150	0,166	0,039	0,110	0,014	0,144	0,148	0,012	0,046	0,013	0,023	0,003	0,149	0,001	0,140	0,141	0,006	0,006	0,000
<b>Fe3+</b>	0,871	0,865	0,922	0,691	0,524	0,346	0,546	0,425	0,528	0,657	0,534	0,446	0,463	0,299	0,303	0,388	0,297	0,382	0,333	0,419	0,002	0,006	0,002
<b>Fe2+</b>	1,398	1,776	1,673	1,852	1,589	1,778	1,469	1,741	1,163	1,506	1,608	1,303	1,666	1,704	1,621	1,508	1,849	1,533	1,797	1,735	0,000	0,000	0,000
<b>Mn</b>	0,049	0,041	0,049	0,054	0,034	0,029	0,015	0,024	0,025	0,023	0,051	0,036	0,042	0,020	0,034	0,026	0,024	0,032	0,036	0,028	0,000	0,006	0,006
<b>Mg</b>	1,902	1,633	1,657	1,730	2,337	2,259	2,605	2,286	3,236	2,314	2,317	3,056	2,399	2,670	2,821	2,860	2,293	2,654	2,297	2,264	5,134	5,065	5,156
<b>Ni</b>	0,000	0,000	0,000	0,007	0,007	0,008	0,000	0,000	0,001	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,005	0,000
<b>Ca</b>	1,790	1,830	1,818	1,879	1,825	1,881	1,813	1,882	1,855	1,806	1,863	1,857	1,883	1,914	1,918	1,886	1,911	1,855	1,885	1,863	1,937	1,917	1,940
<b>Na</b>	0,414	0,400	0,360	0,362	0,301	0,317	0,225	0,320	0,077	0,295	0,295	0,102	0,228	0,192	0,114	0,112	0,320	0,195	0,303	0,334	0,157	0,129	0,169
<b>K</b>	0,066	0,137	0,124	0,140	0,101	0,105	0,056	0,108	0,009	0,106	0,104	0,013	0,071	0,053	0,031	0,022	0,116	0,046	0,108	0,098	0,008	0,002	0,007
<b>F</b>	0,055	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,030	0,000	0,362	0,367	0,369
<b>Cl</b>	0,000	0,003	0,001	0,000	0,004	0,000	0,003	0,000	0,000	0,001	0,000	0,004	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,001	0,003	0,008	0,006
<b>OH*</b>	1,945	1,997	1,991	2,000	1,996	2,000	1,997	2,000	2,000	1,999	2,000	1,996	1,995	2,000	2,000	2,000	2,000	1,996	1,970	1,999	1,635	1,625	1,626
<b>Total</b>	17,270	17,366	17,302	17,381	17,228	17,303	17,095	17,310	16,942	17,207	17,262	16,972	17,182	17,160	17,063	17,020	17,347	17,095	17,296	17,295	17,197	17,123	17,225
<b>Esquema de Cálculo <math>\Sigma 13</math></b>																							
<b>Grupo Anfíbólico</b>	Ca																						

(Ca+Na) (B)	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	1,933	2,000	2,000	1,959	2,000	2,000	2,000	1,998	2,000	2,000	2,000	2,000	1,937	1,923	1,940
Na (B)	0,210	0,170	0,182	0,121	0,175	0,119	0,187	0,118	0,077	0,194	0,137	0,102	0,117	0,086	0,082	0,112	0,089	0,145	0,115	0,137	0,000	0,007	0,000
(Na+K) (A)	0,270	0,366	0,302	0,381	0,228	0,303	0,095	0,310	0,009	0,207	0,262	0,013	0,182	0,160	0,063	0,022	0,347	0,095	0,296	0,295	0,166	0,124	0,176
Mg/(Mg +Fe2)	0,576	0,479	0,498	0,483	0,595	0,560	0,639	0,568	0,736	0,606	0,590	0,701	0,590	0,610	0,635	0,655	0,554	0,634	0,561	0,566	1,000	1,000	1,000
Fe3/(Fe3 +Alvi)	0,543	0,585	0,588	0,526	0,593	0,455	0,626	0,507	0,940	0,656	0,611	0,752	0,546	0,503	0,605	0,647	0,433	0,490	0,456	0,505	1,000	1,000	1,000
Soma de S2	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,095	13,076	13,109
<b>Nomes dos Anfibólios</b>																							
	ferrian-	ferrian-	ferrian-																				
	Tscher makita	Ferro- Tscher makita	Ferro- Tscher makita	Fe- Hornbl enda Tscherm akitica	Mg- Hornbl enda	Mg- Hornbl enda	Mg- Hornbl enda	Mg- Hornbl enda	Actino lita	Mg- Hornbl enda	Mg- Hornbl enda	Actino lita	Mg- Hornbl enda	Hornbl enda Actino litica	Hornbl enda Actino litica	Hornbl enda Actino litica	Mg- Hornbl enda	Hornbl enda Actino litica	Mg- Hornbl enda	Mg- Hornbl enda	Tremolita	Tremolita	Tremolita
<b>P (kbars)</b>																							
Hamma strom & Zen 86	8,6	8,3	8,3	7,6	4,1	4,6	2,0	4,5	Não Válido	4,4	4,3		3,1	Não Válido	Não Válido	Não Válido	4,3	Não Válido	4,1	4,5	Não Válido	Não Válido	Não Válido
Hollister <i>et al.</i> 87	9,3	9,0	9,0	8,1	4,2	4,8	1,9	4,6		4,5	4,5		3,1				4,4		4,2	4,7			
Johnson & Rutherf ord 89	7,1	6,8	6,9	6,2	3,3	3,7	1,5	3,6		3,5	3,5		2,4				3,4		3,3	3,6			
Schmidt 92	8,8	8,6	8,6	7,9	4,6	5,0	2,6	4,9		4,8	4,8		3,6				4,7		4,6	5,0			

**Tabela 4:** Química mineral e cálculo da fórmula estrutural de feldspatos, baseado em cálculos disponíveis pela Open University

Nº Ponto	3	4	5	10	11	14	20	22	24	29	30	33	6	7	11	24	25	26	31	32	33	47
Amostr a	10 A_C3_ P1 1	10 A_C3_ P1 2	10 A_C3_ P1 3	10 A_C1_ P1 1	10 A_C1_ P1 2	10 A_C2_ P1 1	10 B_C3_ P1 2	10 B_C1_ P1 1	10 B_C1_ P1 2	10 B_C2_ P1 1	10 B_C2_ P1 2	10 B_C2_ P1 3	10 D_C1_ P1 1	10 D_C1_ P1 2	10 D_C3_ P1 1	12 A_C1_ P1 1	12 A_C1_ P1 2	12 A_C5_ P1 1	12 A_C4_ P1 1	12 A_C4_ P1 2	12 A_C4_ P1 3	12 A_C2_ P1 1
SiO2	65,367	62,905	63,426	62,81	62,298	62,573	66,72	63,552	63,345	62,707	63,215	63,947	59,22	57,926	56,152	57,133	57,71	60,997	59,117	59,058	59,064	59,461
TiO2	0,164	0	0,234	0	0,223	0	0	0	0,034	0,219	0	0,077	0,043	0,01	0	0,113	0	0,029	0	0,22	0	0
Al2O3	21,358	23,186	22,976	23,532	23,577	23,029	20,857	23,122	22,801	23,288	22,694	22,429	25,047	25,205	27,189	26,737	26,175	24,095	24,96	24,891	25,137	25,069

<b>FeO</b>	0,139	0,123	0,149	0,181	0,16	0,231	0,309	0,014	0,151	0,186	0,158	0,219	0	0,028	0,085	0,17	0,137	0,1	0,047	0,133	0,196	0,116
<b>MnO</b>	0,066	0	0	0,009	0,02	0,051	0,081	0	0	0,041	0,034	0,049	0	0,087	0	0	0,001	0,028	0,009	0,073	0,019	0,056
<b>MgO</b>	0	0,009	0,021	0	0	0	0	0	0,011	0	0	0	0,004	0,006	0,025	0,024	0	0	0	0	0	0
<b>CaO</b>	2,26	4,28	4,198	4,471	4,51	4,028	1,247	3,769	4,002	4,838	3,945	3,715	7,532	7,765	9,15	8,368	8,497	5,977	7,162	7,323	7,06	6,887
<b>Na2O</b>	10,287	8,92	8,739	9,153	9,242	9,174	10,954	9,138	9,112	8,651	9,102	9,242	7,086	7,03	6,08	6,578	6,478	7,796	7,379	7,31	7,594	7,177
<b>K2O</b>	0,079	0,06	0,043	0,081	0,091	0,073	0,13	0,275	0,083	0,079	0,092	0,041	0,042	0,068	0,061	0,338	0,081	0,093	0,048	0,078	0,065	0,099
<b>Total</b>	99,72	99,48	99,79	100,24	100,12	99,16	100,30	99,87	99,54	100,01	99,24	99,72	98,97	98,13	98,74	99,46	99,08	99,12	98,72	99,09	99,14	98,87
<b>Fórmula Estrutural – Na base de 8 Oxigênios</b>																						
<b>Si</b>	2,883	2,793	2,804	2,775	2,759	2,791	2,922	2,808	2,810	2,776	2,812	2,829	2,665	2,637	2,549	2,576	2,605	2,730	2,668	2,660	2,659	2,676
<b>Al</b>	1,110	1,213	1,197	1,225	1,231	1,211	1,077	1,204	1,192	1,215	1,190	1,169	1,329	1,353	1,455	1,421	1,392	1,271	1,328	1,321	1,334	1,330
<b>Ti</b>	0,005	0,000	0,008	0,000	0,007	0,000	0,000	0,000	0,001	0,007	0,000	0,003	0,001	0,000	0,000	0,004	0,000	0,001	0,000	0,007	0,000	0,000
<b>Fe</b>	0,005	0,005	0,006	0,007	0,006	0,009	0,011	0,001	0,006	0,007	0,006	0,008	0,000	0,001	0,003	0,006	0,005	0,004	0,002	0,005	0,007	0,004
<b>Mn</b>	0,002	0,000	0,000	0,000	0,001	0,002	0,003	0,000	0,000	0,002	0,001	0,002	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,003	0,001	0,002
<b>Mg</b>	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Ca</b>	0,107	0,204	0,199	0,212	0,214	0,193	0,059	0,178	0,190	0,229	0,188	0,176	0,363	0,379	0,445	0,404	0,411	0,287	0,346	0,353	0,341	0,332
<b>Na</b>	0,880	0,768	0,749	0,784	0,794	0,793	0,930	0,783	0,784	0,743	0,785	0,793	0,618	0,621	0,535	0,575	0,567	0,676	0,646	0,638	0,663	0,626
<b>K</b>	0,004	0,003	0,002	0,005	0,005	0,004	0,007	0,015	0,005	0,004	0,005	0,002	0,002	0,004	0,004	0,019	0,005	0,005	0,003	0,004	0,004	0,006
<b>Total</b>	4,998	4,986	4,966	5,007	5,017	5,002	5,009	4,989	4,988	4,983	4,988	4,982	4,979	4,998	4,993	5,007	4,985	4,975	4,992	4,993	5,008	4,976
<b>% de Or-Ab-An</b>																						
<b>Or</b>	0,448	0,349	0,255	0,456	0,508	0,419	0,729	1,587	0,480	0,457	0,534	0,238	0,245	0,394	0,359	1,946	0,475	0,548	0,278	0,450	0,371	0,589
<b>Ab</b>	88,774	78,766	78,821	78,385	78,361	80,137	93,396	80,146	80,084	76,043	80,247	81,629	62,842	61,853	54,400	57,578	57,701	69,856	64,908	64,078	65,817	64,963
<b>An</b>	10,778	20,885	20,924	21,159	21,131	19,444	5,875	18,267	19,437	23,500	19,220	18,132	36,913	37,754	45,241	40,476	41,824	29,596	34,814	35,473	33,813	34,448

**Tabela 4 (Continuação):** Química mineral e cálculo da fórmula estrutural de feldspatos, baseado em cálculos disponíveis pela Open University

Nº Ponto	48	49	53	54	56	62	63	64	65	66	77	80	81	88	78	79	82	85	86	87	65	66
<b>Amostra</b>	12 A_C2_ PI 2	12 A_C2_ PI 3	13 B_C1_ PI 1	13 B_C1_ PI 2	13 B_C1_ PI 3	13 B_C2_ PI 1	13 B_C2_ PI 2	13 B_C3_ PI 1	13 B_C3_ PI 2	13 B_C3_ PI 3	13 B_C4_ PI 1	15 A_C1_ PI 1	15 A_C1_ PI 2	15 A_C2_ PI 1	15 A_C1_ Mc 2	15 A_C1_ Mc 3	15 A_C1_ Mc 4	15 A_C2_ Mc 1	15 A_C2_ Mc 2	15 A_C2_ Mc 3	15 B_C2_ PI 1	15 B_C2_ K-F 1
<b>SiO2</b>	61,809	58,575	67,307	68,341	66,32	66,743	66,451	66,533	67,584	67,199	66,041	67,375	67,705	64,686	64,787	64,738	65,22	64,792	64,773	64,448	67,057	64,823
<b>TiO2</b>	0,093	0,029	0	0	0	0,146	0,039	0,005	0	0,101	0	0,059	0,03	0	0	0,011	0,03	0	0,055	0	0,123	0,065

<b>Al2O3</b>	23,224	25,267	19,348	19,036	19,798	19,646	19,929	19,215	19,255	19,136	19,641	19,312	19,958	21,701	21,378	18,663	18,218	18,173	18,101	18,312	19,951	18,189
<b>FeO</b>	0,15	0,22	0,036	0,033	0,058	0,339	0,105	0,337	0	0,079	0,129	0	0,024	0,066	0,046	0,02	0,012	0,004	0,044	0,037	0,064	0,121
<b>MnO</b>	0	0	0	0	0	0	0,055	0,021	0	0	0,054	0	0	0,082	0,071	0,01	0	0	0	0,027	0	0,041
<b>MgO</b>	0	0	0,002	0	0	0	0,005	0,011	0,006	0,01	0	0	0	0	0,004	0	0,013	0,005	0,009	0	0,009	0
<b>CaO</b>	5,421	7,805	0,892	0,373	1,516	1,103	1,558	1,046	0,53	0,425	1,268	0,661	0,815	2,72	2,358	0	0	0,017	0	0,008	0,751	0,055
<b>Na2O</b>	8,351	6,789	11,069	11,146	10,729	10,589	10,651	10,503	11,05	11,113	10,588	11,238	11,408	9,88	9,331	0,721	0,416	0,496	0,424	0,562	11,227	0,36
<b>K2O</b>	0,096	0,084	0,092	0,117	0,095	0,144	0,142	0,214	0,088	0,195	0,183	0,053	0,069	0,188	1,014	15,341	15,841	15,672	15,475	16,015	0,068	15,34
<b>Total</b>	99,14	98,77	98,75	99,05	98,52	98,71	98,94	97,89	98,51	98,26	97,90	98,70	100,01	99,32	98,99	99,50	99,75	99,16	98,88	99,41	99,25	98,99
<b>Fórmula Estrutural – Na base de 8 Oxigênios</b>																						
<b>Si</b>	2,764	2,647	2,981	3,010	2,951	2,962	2,946	2,977	2,994	2,990	2,956	2,984	2,964	2,867	2,884	2,994	3,012	3,010	3,013	2,996	2,958	3,011
<b>Al</b>	1,224	1,346	1,010	0,988	1,038	1,028	1,042	1,013	1,006	1,003	1,036	1,008	1,030	1,134	1,122	1,017	0,992	0,995	0,993	1,003	1,037	0,996
<b>Ti</b>	0,003	0,001	0,000	0,000	0,000	0,005	0,001	0,000	0,000	0,003	0,000	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,002	0,000	0,004	0,002
<b>Fe</b>	0,006	0,008	0,001	0,001	0,002	0,013	0,004	0,013	0,000	0,003	0,005	0,000	0,001	0,002	0,002	0,001	0,000	0,000	0,002	0,001	0,002	0,005
<b>Mn</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,001	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,003	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,002
<b>Mg</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000
<b>Ca</b>	0,260	0,378	0,042	0,018	0,072	0,052	0,074	0,050	0,025	0,020	0,061	0,031	0,038	0,129	0,112	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,035	0,003
<b>Na</b>	0,724	0,595	0,951	0,952	0,926	0,911	0,916	0,911	0,949	0,959	0,919	0,965	0,968	0,849	0,805	0,065	0,037	0,045	0,038	0,051	0,960	0,032
<b>K</b>	0,005	0,005	0,005	0,007	0,005	0,008	0,008	0,012	0,005	0,011	0,010	0,003	0,004	0,011	0,058	0,905	0,933	0,929	0,918	0,950	0,004	0,909
<b>Total</b>	4,986	4,979	4,991	4,975	4,995	4,979	4,993	4,978	4,980	4,990	4,990	4,994	5,006	4,996	4,986	4,982	4,976	4,979	4,967	5,002	5,002	4,959
<b>% de Or-Ab-An</b>																						
<b>Or</b>	0,553	0,495	0,521	0,673	0,537	0,839	0,805	1,254	0,508	1,118	1,055	0,300	0,381	1,075	5,902	93,332	96,161	95,327	96,001	94,898	0,383	96,275
<b>Ab</b>	73,191	60,848	95,238	97,523	92,259	93,764	91,777	93,595	96,923	96,836	92,803	96,562	95,835	85,863	82,567	6,668	3,839	4,586	3,999	5,062	96,066	3,435
<b>An</b>	26,255	38,657	4,241	1,803	7,204	5,397	7,419	5,151	2,569	2,046	6,142	3,139	3,783	13,063	11,530	0,000	0,000	0,087	0,000	0,040	3,551	0,290

**Tabela 4 (Continuação):** Química mineral e cálculo da fórmula estrutural de feldspatos, baseado em cálculos disponíveis pela Open University

<b>N° Ponto</b>	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	26	27	31	32	34	35	38	43	45	46	51	56	57	59	61
<b>Amostra</b>	15 B_C2 _K-F 2	15 B_C2 _PI 2	15 B_C3 _PI 1	15 B_C3 _PI 2	15 B_C3 _K-F 1	15 B_C3 _K-F 2	15 B_C1 _PI 1	15 B_C1 _K-F 1	15 B_C1 _PI 2	15 B_C1 _K-F 2	16_C2 _PI 1	16_C2 _PI 2	16_C2 _PI 3	16_C2 _PI 4	16_C2 _PI 5	16_C3 _PI 1	16_C3 _PI 2	16_C4 _PI 1	16_C4 _PI 2	16_C4 _PI 3	16_C1 _PI 1	16_C1 _PI 2	16_C1 _PI 3	16_C3 _PI 3	16_C3 _PI 4

SiO2	64,654	68,229	67,322	67,53	64,854	64,673	67,809	64,532	67,775	64,686	54,495	54,073	54,483	52,829	58,117	55,165	67,989	54,617	54,871	54,921	60,297	64,174	55,219	56,648	54,653		
TiO2	0,12	0,108	0,049	0,113	0,03	0,185	0	0	0,113	0	0,04	0	0	0,055	0,005	0,049	0	0	0,267	0	0	0,016	0	0	0,04		
Al2O3	18,424	19,892	19,94	19,827	18,046	18,289	19,418	18,113	19,525	18,254	28,162	28,829	28,56	26,782	26,5	28,172	19,517	28,474	28,395	28,598	24,242	21,686	27,888	24,673	28,372		
FeO	0,013	0,02	0,034	0	0,002	0,065	0	0	0	0	0,143	0,029	0,036	0,172	0,145	0,061	0,095	0,082	0,183	0,05	0,042	0	0,049	0	0,103		
MnO	0,027	0,017	0,005	0,052	0,064	0	0,041	0	0	0	0,016	0,05	0	0	0	0	0	0	0,057	0,063	0,06	0,031	0,038	0,051	0		
MgO	0	0	0,046	0	0	0	0,011	0,02	0	0,004	0	0	0,011	0,003	0,027	0,006	0,002	0	0	0	0,029	0	0	0	0,024		
CaO	0,02	0,463	0,708	0,529	0	0	0,49	0	0,498	0	10,275	10,785	10,401	2,872	7,97	10,395	0,239	10,604	10,499	10,68	5,727	2,305	10,446	3,116	10,254		
Na2O	0,406	11,559	11,55	11,587	0,445	0,601	11,213	0,211	11,466	0,454	5,493	5,322	5,517	10,829	7,009	5,118	11,266	5,408	5,422	5,298	8,329	9,977	5,651	10,516	5,33		
K2O	15,675	0,058	0,08	0,095	15,711	15,713	0,057	15,844	0,028	15,351	0,052	0,036	0,059	0,048	0,043	0,072	0,037	0,056	0,068	0,051	0,105	0,439	0,094	0,065	0,063		
Total	99,34	100,35	99,73	99,73	99,15	99,53	99,04	98,72	99,41	98,75	98,68	99,12	99,07	93,59	99,82	99,04	99,15	99,24	99,76	99,66	98,83	98,63	99,39	95,07	98,84		
<b>Fórmula Estrutural – Na base de 8 Oxigênios</b>																											
Si	2,998	2,974	2,958	2,965	3,014	2,997	2,990	3,012	2,981	3,011	2,486	2,459	2,476	2,533	2,603	2,502	2,992	2,479	2,479	2,481	2,712	2,866	2,502	2,657	2,486		
Al	1,007	1,022	1,033	1,026	0,988	0,999	1,009	0,996	1,012	1,001	1,514	1,545	1,530	1,514	1,399	1,506	1,012	1,523	1,512	1,523	1,285	1,141	1,489	1,364	1,521		
Ti	0,004	0,004	0,002	0,004	0,001	0,006	0,000	0,000	0,004	0,000	0,001	0,000	0,000	0,002	0,000	0,002	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001		
Fe	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,001	0,001	0,007	0,005	0,002	0,003	0,003	0,007	0,002	0,002	0,000	0,002	0,000	0,004		
Mn	0,001	0,001	0,000	0,002	0,003	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,001	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,002	0,000		
Mg	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,002		
Ca	0,001	0,022	0,033	0,025	0,000	0,000	0,023	0,000	0,023	0,000	0,502	0,526	0,506	0,148	0,382	0,505	0,011	0,516	0,508	0,517	0,276	0,110	0,507	0,157	0,500		
Na	0,037	0,977	0,984	0,987	0,040	0,054	0,959	0,019	0,978	0,041	0,486	0,469	0,486	1,007	0,609	0,450	0,961	0,476	0,475	0,464	0,726	0,864	0,497	0,957	0,470		
K	0,927	0,003	0,004	0,005	0,931	0,929	0,003	0,943	0,002	0,911	0,003	0,002	0,003	0,003	0,002	0,004	0,002	0,003	0,004	0,003	0,006	0,025	0,005	0,004	0,004		
Total	4,976	5,002	5,018	5,014	4,977	4,988	4,986	4,971	4,999	4,965	5,000	5,004	5,004	5,213	5,003	4,971	4,983	4,999	4,996	4,991	5,012	5,008	5,004	5,141	4,988		
<b>% de Or-Ab-An</b>																											
Or	96,113	0,322	0,439	0,523	95,872	94,505	0,325	98,016	0,157	95,698	0,305	0,209	0,343	0,254	0,247	0,434	0,213	0,326	0,397	0,299	0,597	2,503	0,538	0,348	0,375		
Ab	3,784	97,520	96,299	97,029	4,128	5,495	97,324	1,984	97,503	4,302	49,022	47,074	48,808	86,996	61,259	46,912	98,631	47,839	48,116	47,163	72,033	86,459	49,202	85,631	48,288		
An	0,103	2,159	3,262	2,448	0,000	0,000	2,350	0,000	2,340	0,000	50,673	52,716	50,848	12,750	38,494	52,653	1,156	51,835	51,487	52,538	27,370	11,038	50,260	14,021	51,336		

**Tabela 5:** Química mineral e cálculo da fórmula estrutural de cloritas, baseado em cálculos disponíveis pela Open University.

Nº Ponto	12	19	20	29	34	38	40	43	46	52	58	61	71	75
Amostra	10 A_C1_Ch1	12 A_C1_Ch11	12 A_C1_Ch12	12 A_C5_Ch11	12 A_C4_Ch11	12 A_C3_Ch11	12 A_C3_Ch12	12 A_C2_Ch11	12 A_C2_Ch12	13 B_C1_Ch11	13 B_C1_Ch12	13 B_C2_Ch11	13 B_C3_Ch12	13 B_C4_Ch11
SiO2	26,11	25,96	25,69	26,25	25,86	25,49	26,58	28,26	25,01	26,80	27,11	27,75	27,17	26,90
TiO2	0,31	0,00	0,00	0,28	0,22	0,00	0,13	0,26	0,00	0,03	0,04	0,00	0,00	0,01
Al2O3	17,64	20,85	21,23	20,20	20,07	20,71	19,33	16,14	20,21	17,72	16,20	16,32	16,78	16,45
FeO	30,69	26,03	26,10	25,70	27,71	27,50	27,20	28,96	27,93	24,63	24,67	25,18	25,69	26,06
MnO	0,19	0,37	0,35	0,43	0,31	0,39	0,43	0,21	0,40	2,17	2,11	1,79	1,89	2,04
MgO	13,47	16,51	16,20	16,29	15,62	15,07	15,84	14,48	14,71	16,99	16,82	16,69	16,52	16,00
CaO	0,14	0,03	0,00	0,04	0,02	0,07	0,03	0,10	0,06	0,02	0,04	0,06	0,04	0,03
Na2O	0,20	0,00	0,03	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05	0,02	0,04
K2O	0,10	0,02	0,06	0,03	0,00	0,05	0,05	0,28	0,03	0,02	0,06	0,03	0,06	0,02
F	0,02	0,06	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,13	0,07	0,27
Cl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,02	0,03	0,02	0,02	0,00
NiO	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00
<b>% Óxido Corrigido baseado em 28 Oxigênios (com Fe2+/Fe3+ e OH calculado assumindo ocupação completa do campo)</b>														
SiO2	26,11	25,96	25,69	26,25	25,86	25,49	26,58	28,26	25,01	26,80	27,11	27,75	27,17	26,90
TiO2	0,31	0,00	0,00	0,28	0,22	0,00	0,13	0,26	0,00	0,03	0,04	0,00	0,00	0,01
Al2O3	17,64	20,85	21,23	20,20	20,07	20,71	19,33	16,14	20,21	17,72	16,20	16,32	16,78	16,45
Cr2O3	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
Fe2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FeO	30,69	26,03	26,10	25,70	27,71	27,50	27,20	28,78	27,93	24,63	24,67	25,18	25,69	26,06
MnO	0,19	0,37	0,35	0,43	0,31	0,39	0,43	0,21	0,40	2,17	2,11	1,79	1,89	2,04
MgO	13,47	16,51	16,20	16,29	15,62	15,07	15,84	14,48	14,71	16,99	16,82	16,69	16,52	16,00
NiO	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00

<b>ZnO</b>	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
<b>CaO</b>	0,14	0,03	0,00	0,04	0,02	0,07	0,03	0,10	0,06	0,02	0,04	0,06	0,04	0,03
<b>Na2O</b>	0,20	0,00	0,03	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05	0,02	0,04
<b>K2O</b>	0,10	0,02	0,06	0,03	0,00	0,05	0,05	0,28	0,03	0,02	0,06	0,03	0,06	0,02
<b>BaO</b>	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
<b>Rb2O</b>	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
<b>F</b>	0,02	0,06	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,13	0,07	0,27
<b>Cl</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,02	0,03	0,02	0,02	0,00
<b>H2O*</b>	11,13	11,55	11,57	11,53	11,50	11,43	11,49	11,29	11,26	11,37	11,16	11,17	11,22	10,91
<b>Total</b>	100,00	101,36	101,30	100,77	101,36	100,72	101,10	100,05	99,62	99,77	98,28	99,22	99,49	98,73
<b>O=F,Cl</b>	0,01	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,06	0,03	0,11
<b>Total</b>	99,99	101,34	101,29	100,76	101,36	100,72	101,10	100,05	99,62	99,77	98,27	99,16	99,46	98,62
<b>Si</b>	5,57	5,34	5,29	5,44	5,37	5,33	5,52	5,99	5,30	5,62	5,78	5,85	5,73	5,72
<b>Al iv</b>	2,43	2,66	2,71	2,56	2,63	2,67	2,48	2,01	2,70	2,38	2,22	2,15	2,27	2,28
<b>Al vi</b>	2,04	2,41	2,47	2,38	2,30	2,45	2,27	2,04	2,37	2,03	1,87	1,93	1,93	1,87
<b>Ti</b>	0,05	0,00	0,00	0,04	0,03	0,00	0,02	0,04	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
<b>Fe3+</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Fe2+</b>	5,63	4,56	4,60	4,49	4,92	4,90	4,80	5,11	5,09	4,46	4,54	4,50	4,66	4,72
<b>Mn</b>	0,03	0,06	0,06	0,08	0,05	0,07	0,08	0,04	0,07	0,39	0,38	0,32	0,34	0,37
<b>Mg</b>	4,29	5,06	4,97	5,03	4,83	4,69	4,91	4,58	4,64	5,31	5,34	5,25	5,20	5,07
<b>Ni</b>	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
<b>Ca</b>	0,03	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
<b>Na</b>	0,16	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,04	0,01	0,03
<b>K</b>	0,05	0,01	0,03	0,02	0,00	0,02	0,03	0,15	0,02	0,01	0,03	0,02	0,03	0,01
<b>F</b>	0,02	0,08	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,18	0,09	0,36
<b>Cl</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00

<b>OH*</b>	15,97	15,92	15,97	15,97	15,99	15,99	15,98	16,00	16,00	15,99	15,97	15,81	15,90	15,64
<b>Total</b>	36,29	36,12	36,16	36,05	36,18	36,15	36,11	36,02	36,21	36,21	36,23	36,07	36,18	36,08
<b>Oxidado</b>	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim							
<b>Fe/Fe+Mg</b>	0,57	0,47	0,48	0,47	0,50	0,51	0,49	0,53	0,52	0,46	0,46	0,46	0,47	0,48
<b>Variedade</b>	Ripidolita	Brunsvigita	Ripidolita	Picnoclorita	Picnoclorita	Picnoclorita	Picnoclorita	Picnoclorita						

**Tabela 6:** Cálculo da fórmula estrutural de carbonatos, baseado em cálculos disponíveis pela Open University.

N° Ponto	27	27	28	29	5	13
Amostra	PC 3-34_C1_Carb 1	PC 3-34_C1_Carb 1	PC 3-34_C1_Carb 2	PC 3-34_C1_Carb 3	10 D_C1_Carb 1	10 D_C3_Carb 1
<b>%Peso do Elemento</b>						
<b>Ca</b>	44,828	44,530	24,349	43,939	44,007	43,543
<b>Mg</b>	0,176	1,426	14,592	0,415	0,212	0,449
<b>Mn</b>	0,442	0,000	0,006	0,000	0,593	0,462
<b>Fe</b>	0,697	0,025	0,000	0,000	0,524	1,142
<b>C backcalc</b>	13,767	14,054	14,507	13,372	13,535	13,617
<b>O backcalc</b>	55,016	56,162	57,971	53,437	54,086	54,415
<b>Total</b>	114,927	116,196	111,425	111,163	112,956	113,628
<b>Fração Atômica</b>						
<b>Ca</b>	1,118	1,111	0,608	1,096	1,098	1,086
<b>Mg</b>	0,007	0,059	0,600	0,017	0,009	0,018
<b>Mn</b>	0,008	0,000	0,000	0,000	0,011	0,008
<b>Fe</b>	0,012	0,000	0,000	0,000	0,009	0,020
<b>C</b>	1,146	1,170	1,208	1,113	1,127	1,134
<b>O</b>	3,439	3,510	3,623	3,340	3,381	3,401
<b>Óxidos</b>						
<b>CaO</b>	62,72	62,30	34,07	61,48	61,57	60,92
<b>MgO</b>	0,29	2,36	24,19	0,69	0,35	0,74
<b>MnO</b>	0,57	0,00	0,01	0,00	0,77	0,60

<b>FeO</b>	0,90	0,03	0,00	0,00	0,67	1,47
<b>CO2</b>	50,44	51,50	53,15	49,00	49,59	49,89
<b>Total</b>	114,93	116,20	111,42	111,16	112,96	113,63
<b># de Ions</b>						
<b>Ca</b>	1,952	1,899	1,006	1,969	1,949	1,917
<b>Mg</b>	0,013	0,100	0,994	0,031	0,015	0,033
<b>Mn</b>	0,014	0,000	0,000	0,000	0,019	0,015
<b>Fe</b>	0,022	0,001	0,000	0,000	0,017	0,036
<b>C</b>	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
<b>O</b>	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
<b>% Molécula</b>						
<b>CaCO3</b>	97,58	94,95	50,30	98,47	97,44	95,83
<b>MgCO3</b>	0,63	5,01	49,69	1,53	0,77	1,63
<b>MnCO3</b>	0,70	0,00	0,01	0,00	0,96	0,74
<b>FeCO3</b>	1,09	0,04	0,00	0,00	0,83	1,80
<b>Total</b>	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

**Tabela 7:** Química mineral, cálculo da fórmula estrutural e geotermometria de Biotitas, baseado em cálculos disponíveis pela Open University.

N° Ponto	21	23	27	28	30	35	39	41	42	44	83	84	91	4	5
Amostra	12 A_C1_Bt 1	12 A_C1_Bt 2	12 A_C5_Bt 1	12 A_C5_Bt 2	12 A_C4_Bt 1	12 A_C3_Bt 1	12 A_C3_Bt 2	12 A_C3_Bt 3	12 A_C2_Bt 1	12 A_C2_Bt 2	15 A_C2_Bt 1	15 A_C2_Bt 2	15 A_C2_Bt 3	15 A_C2_Op 1	15 A_C2_Op 2
<b>SiO2</b>	36,757	36,044	35,917	36,079	35,78	35,768	35,958	36,336	35,801	35,425	35,551	35,116	35,168	34,675	34,67
<b>TiO2</b>	1,649	2,086	1,615	2,357	2,38	2,149	2,089	1,596	1,823	2,003	2,875	3,06	2,474	3,473	3,058
<b>Al2O3</b>	16,29	16,545	16,545	16,735	16,446	16,295	16,645	16,496	16,415	16,508	16,038	15,65	16,227	15,202	14,969
<b>FeO</b>	20,063	20,418	20,743	20,425	20,799	21,455	20,838	20,992	20,457	21,568	24,261	23,85	24,983	24,87	24,129
<b>MnO</b>	0,165	0,275	0,213	0,162	0,208	0,044	0,138	0,176	0,23	0,187	0,759	0,763	0,588	0,754	0,62
<b>MgO</b>	10,605	10,624	10,205	10,267	9,643	9,701	9,871	10,59	10,504	10,437	6,891	6,876	6,161	6,336	6,853
<b>CaO</b>	0,022	0	0	0,041	0,007	0,014	0,064	0,048	0	0,113	0	0,055	0,044	0,086	0,148
<b>Na2O</b>	0,063	0,082	0,057	0,135	0,041	0,06	0,12	0,069	0,056	0,156	0,026	0,09	0,086	0,078	0,064
<b>K2O</b>	9,627	9,511	9,776	9,594	9,437	9,214	9,312	9,532	9,119	9,148	9,481	7,722	8,683	7,804	7,175
<b>F</b>	0,171	0,177	0,117	0,131	0,167	0,047	0,12	0,139	0,168	0,221	0,284	0,182	0,147	0,301	0,382

<b>Cl</b>	0,01	0,006	0,011	0,041	0,02	0,043	0,027	0,029	0,01	0,044	0,05	0,041	0,052	0,059	0,064
<b>NiO</b>	0,015	0	0,052	0	0,048	0	0,05	0,048	0,131	0	0	0	0,055	0,03	0,06
<b>Li2O*</b>	1,00	0,79	0,76	0,80	0,72	0,71	0,77	0,88	0,72	0,61	0,65	0,53	0,54	0,40	0,40
<b>H2O*</b>	3,89	3,88	3,87	3,90	3,83	3,88	3,87	3,90	3,84	3,81	3,73	3,70	3,74	3,61	3,54
<b>Subtotal</b>	100,32	100,44	99,88	100,67	99,53	99,38	99,87	100,83	99,27	100,24	100,60	97,64	98,95	97,68	96,13
<b>O=F,Cl</b>	0,07	0,08	0,05	0,06	0,07	0,03	0,06	0,07	0,07	0,10	0,13	0,09	0,07	0,14	0,18
<b>Total</b>	100,25	100,36	99,83	100,60	99,45	99,35	99,82	100,76	99,20	100,13	100,47	97,55	98,87	97,54	95,95
<b>Si</b>	5,548	5,455	5,483	5,447	5,477	5,487	5,476	5,485	5,479	5,407	5,494	5,539	5,521	5,516	5,569
<b>Al iv</b>	2,452	2,545	2,517	2,553	2,523	2,513	2,524	2,515	2,521	2,593	2,506	2,461	2,479	2,484	2,431
<b>Al vi</b>	0,446	0,407	0,460	0,425	0,445	0,434	0,464	0,421	0,440	0,376	0,415	0,449	0,524	0,366	0,402
<b>Ti</b>	0,187	0,237	0,185	0,268	0,274	0,248	0,239	0,181	0,210	0,230	0,334	0,363	0,292	0,415	0,369
<b>Fe</b>	2,532	2,584	2,648	2,579	2,663	2,753	2,654	2,650	2,618	2,753	3,135	3,146	3,280	3,308	3,241
<b>Mn</b>	0,021	0,035	0,028	0,021	0,027	0,006	0,018	0,023	0,030	0,024	0,099	0,102	0,078	0,102	0,084
<b>Mg</b>	2,386	2,397	2,322	2,311	2,201	2,219	2,241	2,383	2,396	2,375	1,587	1,617	1,442	1,502	1,641
<b>Ni</b>	0,002	0,000	0,006	0,000	0,006	0,000	0,006	0,006	0,016	0,000	0,000	0,000	0,007	0,004	0,008
<b>Li*</b>	0,605	0,482	0,464	0,487	0,441	0,440	0,470	0,532	0,445	0,378	0,405	0,334	0,342	0,256	0,257
<b>Ca</b>	0,004	0,000	0,000	0,007	0,001	0,002	0,010	0,008	0,000	0,018	0,000	0,009	0,007	0,015	0,025
<b>Na</b>	0,018	0,024	0,017	0,040	0,012	0,018	0,035	0,020	0,017	0,046	0,008	0,028	0,026	0,024	0,020
<b>K</b>	1,853	1,836	1,904	1,847	1,843	1,803	1,809	1,835	1,780	1,781	1,869	1,554	1,739	1,583	1,470
<b>OH*</b>	3,916	3,914	3,941	3,927	3,914	3,966	3,935	3,926	3,916	3,882	3,848	3,898	3,913	3,833	3,789
<b>F</b>	0,082	0,085	0,056	0,063	0,081	0,023	0,058	0,066	0,081	0,107	0,139	0,091	0,073	0,151	0,194
<b>Cl</b>	0,003	0,002	0,003	0,010	0,005	0,011	0,007	0,007	0,003	0,011	0,013	0,011	0,014	0,016	0,017
<b>TOTAL</b>	20,055	20,003	20,035	19,984	19,913	19,922	19,948	20,060	19,952	19,981	19,852	19,601	19,738	19,575	19,519
<b>Y total</b>	6,179	6,143	6,115	6,090	6,057	6,099	6,093	6,196	6,155	6,135	5,976	6,010	5,966	5,953	6,003
<b>X total</b>	1,875	1,860	1,921	1,894	1,856	1,823	1,855	1,863	1,797	1,846	1,877	1,590	1,772	1,622	1,515
<b>Al total</b>	2,898	2,951	2,977	2,978	2,968	2,947	2,988	2,935	2,961	2,970	2,921	2,910	3,003	2,850	2,834
<b>Fe/Fe+Mg</b>	0,515	0,519	0,533	0,527	0,548	0,554	0,542	0,527	0,522	0,537	0,664	0,661	0,695	0,688	0,664

<b>Mn/Mn+Fe</b>	0,008	0,013	0,010	0,008	0,010	0,002	0,007	0,008	0,011	0,009	0,031	0,031	0,023	0,030	0,025
<b>Total Al</b>	2,898	2,951	2,977	2,978	2,968	2,947	2,988	2,935	2,961	2,970	2,921	2,910	3,003	2,850	2,834
<b>Geotermometria</b>															
<b>Mg-Li</b>	1,781	1,914	1,858	1,823	1,759	1,778	1,771	1,851	1,951	1,997	1,183	1,283	1,100	1,247	1,384
<b>Fe+Mn+Ti-AIVI</b>	2,295	2,451	2,401	2,442	2,519	2,573	2,447	2,433	2,418	2,631	3,154	3,163	3,126	3,460	3,292
<b>Luhr et al. 84</b>	873,1	889,8	869,6	901,1	900,3	888,1	888,1	868,1	878,8	881,9	903,9	912,5	887,1	922,8	911,1

**Tabela 8:** Geotermobarometria Hornblenda-Plagioclásio baseado em planilha de cálculos de Lawford Anderson, Universidade do Sul da Califórnia.

Dados Anfibólios																				
Amostr a	DMLH- 10A	DMLH- 10A	DMLH- 10A	DMLH- 10A	DMLH- 10B	DMLH- 10B	DMLH- 10B	DMLH- 10B	DMLH- 10D	DMLH- 10D	DMLH- 10D	DMLH- 10D	DMLH- 12	DMLH- 12	DMLH- 12	DMLH- 12	DMLH- -16	DMLH- -16	DMLH- -16	DMLH- -16
NºAnáli se	10 A_C1_A nf 1	10 A_C1_A nf 1	10 A_C3_A nf 1	10 A_C3_A nf 1	10 B_C2_A nf 2	10 B_C2_A nf 2	10 B_C3_A nf 3	10 B_C3_A nf 3	10 D_C3_A nf 2	10 D_C3_A nf 2	10 D_C2_A nf 2	10 D_C2_A nf 2	12 A_C1_A nf 3	12 A_C1_A nf 3	12 A_C1_A nf 2	12 A_C1_A nf 2	16_C3_ Anf 1	16_C3_ Anf 1	16_C2_ Anf 2	16_C2_ Anf 2
<b>SiO2</b>	42,854	42,854	41,639	41,639	42,222	42,222	41,603	41,603	46,274	46,274	43,475	43,475	42,011	42,011	41,459	41,459	48,916	48,916	45,115	45,115
<b>TiO2</b>	0,671	0,671	0,776	0,776	0,524	0,524	0,517	0,517	0,57	0,57	0,26	0,26	0,39	0,39	0,47	0,47	0,356	0,356	1,485	1,485
<b>Al2O3</b>	11,691	11,691	13,553	13,553	11,28	11,28	13,222	13,222	9,572	9,572	14,335	14,335	12,836	12,836	13,825	13,825	6,876	6,876	9,623	9,623
<b>FeO*</b>	20,288	20,288	20,565	20,565	21,887	21,887	21,21	21,21	17,847	17,847	18,854	18,854	20,155	20,155	20,73	20,73	16,495	16,495	17,04	17,04
<b>MgO</b>	0,27	0,27	0,378	0,378	0,204	0,204	0,299	0,299	0,591	0,591	0,226	0,226	0,424	0,424	0,386	0,386	0,124	0,124	0,232	0,232
<b>MnO</b>	8,754	8,754	7,736	7,736	7,967	7,967	7,632	7,632	11,171	11,171	7,479	7,479	7,691	7,691	7,427	7,427	11,969	11,969	10,166	10,166
<b>CaO</b>	11,231	11,231	11,155	11,155	10,633	10,633	11,13	11,13	10,647	10,647	11,136	11,136	11,622	11,622	11,333	11,333	11,592	11,592	11,781	11,781
<b>Na2O</b>	1,366	1,366	1,543	1,543	1,458	1,458	1,393	1,393	1,134	1,134	1,237	1,237	1,237	1,237	1,242	1,242	0,796	0,796	1,096	1,096
<b>K2O</b>	0,586	0,586	0,503	0,503	0,701	0,701	0,722	0,722	0,18	0,18	0,37	0,37	0,727	0,727	0,651	0,651	0,299	0,299	0,554	0,554
<b>F</b>	0,007	0,007	0,035	0,035	0	0	0,017	0,017	0	0	0	0	0	0	0,018	0,018	0	0	0	0
<b>Cl</b>	0,026	0,026	0	0	0,005	0,005	0,015	0,015	0	0	0,013	0,013	0	0	0,002	0,002	0,012	0,012	0	0
<b>Soma</b>	97,74	97,74	97,88	97,88	96,88	96,88	97,76	97,76	97,99	97,99	97,39	97,39	97,09	97,09	97,54	97,54	97,44	97,44	97,09	97,09
Dados Plagioclásio																				
Amostr a	DMLH- 10A	DMLH- 10A	DMLH- 10A	DMLH- 10A	DMLH- 10B	DMLH- 10B	DMLH- 10B	DMLH- 10B	DMLH- 10D	DMLH- 10D	DMLH- 10D	DMLH- 10D	DMLH- 12	DMLH- 12	DMLH- 12	DMLH- 12	DMLH- -16	DMLH- -16	DMLH- -16	DMLH- -16

Plag	10 A_C1_P1 2	10 A_C3_P1 1	10 A_C1_P1 2	10 A_C3_P1 1	10 B_C2_P1 1	10 B_C3_P1 2	10 B_C2_P1 1	10 B_C3_P1 2	10 D_C3_P1 1	10 D_C1_P1 1	10 D_C3_P1 1	10 D_C1_P1 1	12 A_C1_P1 1	12 A_C2_P1 2	12 A_C1_P1 1	12 A_C2_P1 2	16_C3_P1 1	16_C2_P1 4	16_C3_P1 1	16_C2_P1 4
XAb	0,780	0,880	0,780	0,880	0,760	0,934	0,760	0,934	0,544	0,628	0,544	0,628	0,575	0,731	0,575	0,731	0,469	0,869	0,469	0,869
XAn	0,210	0,100	0,210	0,100	0,235	0,587	0,235	0,587	0,452	0,369	0,452	0,369	0,404	0,262	0,404	0,262	0,526	0,127	0,526	0,127
Fe2O3,calc	0,21	0,21	0,83	0,83	1,47	1,47	1,14	1,14	0,29	0,29	-0,66	-0,66	-0,30	-0,30	0,96	0,96	-3,87	-3,87	-3,61	-3,61
FeO,calc	20,09	20,09	19,82	19,82	20,56	20,56	20,19	20,19	17,59	17,59	19,45	19,45	20,42	20,42	19,87	19,87	19,97	19,97	20,29	20,29
H2O,calc	1,89	1,89	1,89	1,89	1,87	1,87	1,89	1,89	1,93	1,93	1,93	1,93	1,90	1,90	1,89	1,89	1,93	1,93	1,91	1,91
O=F, Cl	<u>0,01</u>	<u>0,01</u>	<u>0,01</u>	<u>0,01</u>	<u>0,00</u>	<u>0,00</u>	<u>0,01</u>	<u>0,01</u>	<u>0,00</u>	<u>0,00</u>	<u>0,00</u>	<u>0,00</u>	<u>0,00</u>	<u>0,00</u>	<u>0,01</u>	<u>0,01</u>	<u>0,00</u>	<u>0,00</u>	<u>0,00</u>	<u>0,00</u>
Soma	99,65	99,65	99,84	99,84	98,90	98,90	99,75	99,75	99,95	99,95	99,25	99,25	98,96	98,96	99,53	99,53	98,97	98,97	98,64	98,64
Fe3/Fe* =	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>	<b>0,036</b>	<b>0,036</b>	<b>0,061</b>	<b>0,061</b>	<b>0,048</b>	<b>0,048</b>	<b>0,015</b>	<b>0,015</b>	<b>-0,031</b>	<b>-0,031</b>	<b>-0,013</b>	<b>-0,013</b>	<b>0,042</b>	<b>0,042</b>	<b>-0,211</b>	<b>-0,211</b>	<b>-0,191</b>	<b>-0,191</b>
Fórmula por Holland e Blundy, 1994																				
T-sites																				
Si	6,751	6,751	6,523	6,523	6,728	6,728	6,546	6,546	7,175	7,175	6,745	6,745	6,649	6,649	6,513	6,513	7,676	7,676	7,138	7,138
Aliv	1,249	1,249	1,477	1,477	1,272	1,272	1,454	1,454	0,825	0,825	1,255	1,255	1,351	1,351	1,487	1,487	0,324	0,324	0,862	0,862
Al(total)	2,171	2,171	2,503	2,503	2,119	2,119	2,453	2,453	1,750	1,750	2,622	2,622	2,395	2,395	2,561	2,561	1,272	1,272	1,795	1,795
M1,2,3 sites																				
Alvi	0,923	0,923	1,027	1,027	0,847	0,847	0,998	0,998	0,925	0,925	1,367	1,367	1,045	1,045	1,074	1,074	0,948	0,948	0,933	0,933
Ti	0,080	0,080	0,091	0,091	0,063	0,063	0,061	0,061	0,066	0,066	0,030	0,030	0,046	0,046	0,056	0,056	0,042	0,042	0,177	0,177
Fe3+	0,025	0,025	0,098	0,098	0,177	0,177	0,135	0,135	0,034	0,034	-0,077	-0,077	-0,035	-0,035	0,113	0,113	-0,457	-0,457	-0,430	-0,430
Mg	0,063	0,063	0,088	0,088	0,048	0,048	0,070	0,070	0,137	0,137	0,052	0,052	0,100	0,100	0,090	0,090	0,029	0,029	0,055	0,055
Mn	1,168	1,168	1,027	1,027	1,075	1,075	1,017	1,017	1,467	1,467	0,983	0,983	1,031	1,031	0,988	0,988	1,591	1,591	1,362	1,362
Fe2+	2,648	2,648	2,597	2,597	2,740	2,740	2,656	2,656	2,281	2,281	2,523	2,523	2,703	2,703	2,610	2,610	2,621	2,621	2,685	2,685
Ca	<u>0,093</u>	<u>0,093</u>	<u>0,073</u>	<u>0,073</u>	<u>0,050</u>	<u>0,050</u>	<u>0,062</u>	<u>0,062</u>	<u>0,091</u>	<u>0,091</u>	<u>0,122</u>	<u>0,122</u>	<u>0,110</u>	<u>0,110</u>	<u>0,068</u>	<u>0,068</u>	<u>0,226</u>	<u>0,226</u>	<u>0,218</u>	<u>0,218</u>
	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
M4 site																				
Fe	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ca	1,803	1,803	1,800	1,800	1,765	1,765	1,814	1,814	1,678	1,678	1,730	1,730	1,861	1,861	1,840	1,840	1,723	1,723	1,779	1,779
Na	<u>0,197</u>	<u>0,197</u>	<u>0,200</u>	<u>0,200</u>	<u>0,235</u>	<u>0,235</u>	<u>0,186</u>	<u>0,186</u>	<u>0,322</u>	<u>0,322</u>	<u>0,270</u>	<u>0,270</u>	<u>0,139</u>	<u>0,139</u>	<u>0,160</u>	<u>0,160</u>	<u>0,277</u>	<u>0,277</u>	<u>0,221</u>	<u>0,221</u>

	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
<b>A site</b>																				
<b>Ca</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Na</b>	0,220	0,220	0,269	0,269	0,216	0,216	0,239	0,239	0,019	0,019	0,102	0,102	0,241	0,241	0,218	0,218	-0,034	-0,034	0,115	0,115
<b>K</b>	<u>0,118</u>	<u>0,118</u>	<u>0,101</u>	<u>0,101</u>	<u>0,143</u>	<u>0,143</u>	<u>0,145</u>	<u>0,145</u>	<u>0,036</u>	<u>0,036</u>	<u>0,073</u>	<u>0,073</u>	<u>0,147</u>	<u>0,147</u>	<u>0,130</u>	<u>0,130</u>	<u>0,060</u>	<u>0,060</u>	<u>0,112</u>	<u>0,112</u>
<b>Soma A</b>	0,338	0,338	0,369	0,369	0,358	0,358	0,384	0,384	0,055	0,055	0,175	0,175	0,388	0,388	0,349	0,349	0,026	0,026	0,227	0,227
<b>OH site</b>																				
<b>O</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>OH</b>	1,990	1,990	1,983	1,983	1,999	1,999	1,988	1,988	2,000	2,000	1,997	1,997	2,000	2,000	1,991	1,991	1,997	1,997	2,000	2,000
<b>F</b>	0,003	0,003	0,017	0,017	0,000	0,000	0,008	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Cl</b>	<u>0,007</u>	<u>0,007</u>	<u>0,000</u>	<u>0,000</u>	<u>0,001</u>	<u>0,001</u>	<u>0,004</u>	<u>0,004</u>	<u>0,000</u>	<u>0,000</u>	<u>0,003</u>	<u>0,003</u>	<u>0,000</u>	<u>0,000</u>	<u>0,001</u>	<u>0,001</u>	<u>0,003</u>	<u>0,003</u>	<u>0,000</u>	<u>0,000</u>
	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
<b>Soma de Cátions</b>	15,338	15,338	15,369	15,369	15,358	15,358	15,384	15,384	15,055	15,055	15,175	15,175	15,388	15,388	15,349	15,349	15,026	15,026	15,227	15,227
<b>Cation CHG</b>	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000
<b>Fe#</b>	0,977	0,977	0,968	0,968	0,984	0,984	0,975	0,975	0,944	0,944	0,979	0,979	0,964	0,964	0,968	0,968	0,987	0,987	0,976	0,976
<b>Mg/Fe2+</b>	0,024	0,024	0,034	0,034	0,018	0,018	0,026	0,026	0,060	0,060	0,021	0,021	0,037	0,037	0,035	0,035	0,011	0,011	0,020	0,020
<b>Mg/Fe</b>	0,024	0,024	0,033	0,033	0,017	0,017	0,025	0,025	0,059	0,059	0,021	0,021	0,037	0,037	0,033	0,033	0,013	0,013	0,024	0,024
<b>XMg</b>	0,013	0,013	0,018	0,018	0,010	0,010	0,014	0,014	0,027	0,027	0,010	0,010	0,020	0,020	0,018	0,018	0,006	0,006	0,011	0,011
<b>XOH</b>	0,995	0,995	0,991	0,991	0,999	0,999	0,994	0,994	1,000	1,000	0,998	0,998	1,000	1,000	0,995	0,995	0,998	0,998	1,000	1,000
<b>cm</b>	-0,093	-0,093	-0,073	-0,073	-0,050	-0,050	-0,062	-0,062	-0,091	-0,091	-0,122	-0,122	-0,110	-0,110	-0,068	-0,068	-0,226	-0,226	-0,218	-0,218
<b>XSi,T1</b>	0,688	0,688	0,631	0,631	0,682	0,682	0,636	0,636	0,794	0,794	0,686	0,686	0,662	0,662	0,628	0,628	0,919	0,919	0,785	0,785
<b>XAl,T1</b>	0,312	0,312	0,369	0,369	0,318	0,318	0,364	0,364	0,206	0,206	0,314	0,314	0,338	0,338	0,372	0,372	0,081	0,081	0,215	0,215
<b>XAl,M2</b>	0,461	0,461	0,513	0,513	0,423	0,423	0,499	0,499	0,462	0,462	0,683	0,683	0,522	0,522	0,537	0,537	0,474	0,474	0,466	0,466
<b>Xvac,A</b>	0,662	0,662	0,631	0,631	0,642	0,642	0,616	0,616	0,945	0,945	0,825	0,825	0,612	0,612	0,651	0,651	0,974	0,974	0,773	0,773
<b>XNa,A</b>	0,220	0,220	0,269	0,269	0,216	0,216	0,239	0,239	0,019	0,019	0,102	0,102	0,241	0,241	0,218	0,218	-0,034	-0,034	0,115	0,115
<b>XNa,M4</b>	0,098	0,098	0,100	0,100	0,117	0,117	0,093	0,093	0,161	0,161	0,135	0,135	0,069	0,069	0,080	0,080	0,138	0,138	0,111	0,111
<b>XCa,M4</b>	0,948	0,948	0,936	0,936	0,908	0,908	0,938	0,938	0,884	0,884	0,926	0,926	0,986	0,986	0,954	0,954	0,975	0,975	0,999	0,999
<b>XK,A</b>	0,118	0,118	0,101	0,101	0,143	0,143	0,145	0,145	0,036	0,036	0,073	0,073	0,147	0,147	0,130	0,130	0,060	0,060	0,112	0,112
<b>Ked-tr</b>	0,545	0,614	0,330	0,372	0,511	0,628	0,361	0,444	10,788	12,454	1,017	1,174	0,303	0,385	0,306	0,389	-15,922	-29,502	1,210	2,242

Termometria baseada em pressões arbitrárias																				
P kb	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	
T (C) HB1 '94	520,3	507,3	519,1	505,1	544,0	521,1	520,4	497,1	402,7	393,3	422,4	409,9	524,9	496,9	536,7	508,4	-	-	502,8	447,4
T (C) HB2 '94	474,3	425,4	477,3	429,0	516,1	565,7	486,2	532,0	493,3	467,8	400,4	379,6	497,5	456,2	511,5	469,3	452,2	317,6	510,4	381,3
T (C) BH '90	731,5	710,7	778,4	755,6	741,1	705,3	778,8	740,4	697,9	674,9	800,9	772,7	811,7	764,5	843,1	793,2	565,4	496,0	732,7	634,4
P kb	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
T (C) HB1 '94	574,7	560,8	593,7	578,4	587,8	563,6	589,7	564,3	441,3	431,4	531,6	517,1	603,2	572,6	619,6	588,4	-	-	553,1	494,1
T (C) HB2 '94	553,2	499,2	563,5	509,7	590,5	644,8	570,6	621,5	590,0	561,3	533,0	508,1	590,3	543,9	607,1	559,7	563,9	408,5	605,5	460,7
T (C) BH '90	645,9	626,8	688,7	667,9	654,6	621,9	689,1	654,0	615,1	594,0	709,3	683,5	719,2	676,0	747,9	702,3	493,9	430,4	646,9	557,0
Resultados baseados na pressão de Schmidt (usado para fins de cálculos)																				
P Schmidt (kb)	7,33	7,33	8,91	8,91	7,08	7,08	8,66	8,66	5,32	5,32	9,47	9,47	8,39	8,39	9,18	9,18	3,04	3,04	5,53	5,53
T (C) HB1 '94	568,6	554,8	605,0	589,5	581,0	557,1	597,4	571,8	424,1	414,4	558,3	543,4	608,4	577,5	635,9	604,1	-	-	532,5	474,9
T (C) HB2 '94	544,4	490,9	576,5	521,8	579,0	632,6	579,9	631,4	546,8	519,6	565,5	539,6	596,3	549,6	625,8	577,5	471,6	333,5	566,4	428,1
T (C) BH '90	655,5	636,2	675,2	654,7	667,9	634,7	679,1	644,4	652,1	630,1	686,8	661,7	713,1	670,3	729,2	684,4	553,0	484,6	682,2	588,8
Resultados baseados na interação usando pressões de Anderson e Smith em vários termômetros (nota: dar preferência a resultados HB2)																				
T (C) HB1*	575,3	561,3	613,9	599,5	586,0	562,0	606,1	581,7	415,2	404,1	576,6	562,1	616,9	588,0	642,2	614,0	-	-	535,4	472,6
P(Kb) HB1*	8,06	8,06	9,63	9,73	7,76	7,77	9,42	9,55	3,95	3,70	10,48	10,52	9,05	9,22	9,64	9,92	-	-	5,88	5,25
T (C) HB2 **	<b>553,9</b>	<b>496,2</b>	<b>589,1</b>	<b>534,8</b>	<b>587,4</b>	<b>637,9</b>	<b>591,8</b>	<b>638,5</b>	<b>553,3</b>	<b>523,0</b>	<b>586,7</b>	<b>562,1</b>	<b>607,5</b>	<b>562,7</b>	<b>634,5</b>	<b>591,1</b>	<b>443,9</b>	-	<b>574,3</b>	<b>409,2</b>
P(Kb) HB2 **	<b>8,05</b>	<b>7,76</b>	<b>9,79</b>	<b>9,87</b>	<b>7,76</b>	<b>7,48</b>	<b>9,51</b>	<b>9,14</b>	<b>5,72</b>	<b>5,54</b>	<b>10,43</b>	<b>10,52</b>	<b>9,12</b>	<b>9,28</b>	<b>9,72</b>	<b>10,08</b>	<b>1,55</b>	-	<b>6,03</b>	<b>4,11</b>
T (C) BH	651,4	629,4	675,3	649,4	666,3	628,0	680,4	637,4	648,8	624,9	691,1	657,7	728,1	669,0	756,3	687,6	552,5	491,6	683,6	582,4
P(Kb) BH	7,61	7,81	8,90	9,26	7,19	7,56	8,58	9,15	5,56	5,71	9,19	9,73	7,42	8,48	7,47	8,97	3,08	2,40	5,43	6,04
*HB 1 refere a reação de calibração do termômetro Hbld-Plag de Holland e Blundy edenita + 4 quartzo = tremolita + albita																				
HB 2 refere a reação de calibração do termômetro Hbld-Plag de Holland e Blundy edenita + albita = richterita + anortita																				
BH refere a reação de calibração do termômetro Hbld-Plag de Blundy e Holland edenita + 4 quartzo = tremolita + albita																				
**Valores preferenciais, ver Anderson (1996)																				
Temperatura baseada em Ti (Otten, 1984) - cuidado: semi empírica; melhor usado para determinar composições magmáticas contra secundária.																				
T (C) Ti-hbld	640,7	640,7	655,1	655,1	620,6	620,6	618,7	618,7	625,0	625,0	581,5	581,5	600,9	600,9	611,9	611,9	595,6	595,6	757,7	757,7

**Tabela 9:** Geotermobarometria de Magnetita-Ilmenita de análises mais representativas da lâmina DMLH-10A, baseado em planilha de cálculos de Luc D Lepage.

ILMAT: Programa de Geotermobarometria Magnetite-Ilmenite (version 1.20)			Por: Luc D Lepage (Lepage@geoladm.geol.queensu.ca)			
	Amostra #		5	2	5	6
	Linha		10 A_C1_Op 3	10 A_C3_Op 2	10 A_C1_Op 3	10 A_C2_Op 1
<b>Mol Peso</b>		<b>%Peso Óxido</b>	<b>Magnetita</b>	<b>Ilmenita</b>	<b>Magnetita</b>	<b>Ilmenita</b>
60,0843	SiO2		0,048	0,036	0,048	0,025
79,8658	TiO2		0,187	50,272	0,187	48,739
101,9613	Al2O3		0,044	0,037	0,044	0,026
159,6882	Fe2O3(T)					
71,8444	FeO(T)		95,841	47,883	95,841	48,187
70,93745	MnO		0	2,505	0	2,085
40,3044	MgO		0,044	0,001	0,044	0,045
56,0774	CaO		0,045	0,058	0,045	0,034
61,97894	Na2O		0,011	0,073	0,011	0
94,196	K2O		0	0,014	0	0,024
149,8812	V2O3		0,38	0,566	0,38	0,466
74,6928	NiO		0,002	0	0,002	0,024
	<b>Soma:</b>		96,602	101,445	96,602	99,655
		<i>Carmichael (1967)</i>	<b>Recalculado para Ferro e Total</b>		<b>Recalculado para Ferro e Total</b>	
	Fe2O3 %Peso		70,6	5,8	70,6	7,3
	FeO %Peso		32,3	42,7	32,3	41,6
	<b>Total:</b>		103,7	102,0	103,7	100,4
			<b>Ulvöspinelio</b>	<b>Ilmenita</b>	<b>Ulvöspinelio</b>	<b>Ilmenita</b>
	Soma de proporção atômica:		2,2303	1,4902	2,2303	1,5156
	Nº de Oxigênio:		4	3	4	3
	<b>cations</b>		<b>Proporção Cation (Carmichael 1967)</b>		<b>Proporção Cation (Carmichael 1967)</b>	
	1	Si	0,0018	0,0009	0,0018	0,0006

1	Ti	0,0052	0,9380	0,0052	0,9249
2	Al	0,0019	0,0011	0,0019	0,0008
2	Fe+3	1,9725	0,1085	1,9725	0,1381
1	Fe+2	1,0027	0,8847	1,0027	0,8784
1	Mn	0,0000	0,0526	0,0000	0,0445
1	Mg	0,0024	0,0000	0,0024	0,0017
1	Ca	0,0018	0,0015	0,0018	0,0009
2	Na	0,0008	0,0035	0,0008	0,0000
2	K	0,0000	0,0004	0,0000	0,0008
2	Cr	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	Ba	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	Zn	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	V	0,0113	0,0113	0,0113	0,0094
1	Ni	0,0001	0,0000	0,0001	0,0005
2	Nb	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
<b>Total:</b>		3,0005	2,0026	3,0005	2,0007

**Métodos Calc.:**

*Carmichael (1967)*

*Anderson (1968)*

*Lindsley & Spencer (1982)*

*Stormer (1983)*

Mol % Usp		Mol % Ilm		Mol % Usp		Mol % Ilm	
0,70%	93,89%	0,70%	92,55%	0,70%	92,55%	0,70%	92,55%
0,40%	94,26%	0,40%	92,73%	0,40%	92,73%	0,40%	92,73%
0,53%	94,26%	0,53%	92,74%	0,53%	92,74%	0,53%	92,74%
0,52%	94,38%	0,52%	92,88%	0,52%	92,88%	0,52%	92,88%

**Geotermometria por:**

**X'Usp & X'Ilm de:**

*Carmichael (1967)*

*Anderson (1968)*

*Lindsley & Spencer (1982)*

*Stormer (1983)*

Average:

Temp (°C)		Temp (°C)	
391	371	403	384
359	372	372	385
372	371	385	384
371	371	384	384
Average: 373		Average: 386	

**Geotermobarometria por:**

**X'Usp & X'Ilm de:**

*Carmichael (1967)*

Temp (°C)		log10 fO2		Temp (°C)		log10 fO2	
526	-20,20	540	-19,08	526	-20,20	540	-19,08

Anderson (1968)  
 Lindsley & Spencer (1982)  
 Stormer (1983)  
 Average:

501	-20,98	517	-19,62
511	-20,78	527	-19,44
509	-20,91	526	-19,55
512		528	
-21		-19	

**Geotermobarometria por:**

**X'Usp & X'Ilm de:**

Carmichael (1967)  
 Anderson (1968)  
 Lindsley & Spencer (1982)  
 Stormer (1983)

Temp (°C)	log10 fO2	Temp (°C)	log10 fO2
529		545	
501	-20,78	519	-19,38
511	-20,56	530	-19,18
510	-20,69	529	-19,29
513		531	
-21		-19	
466		481	
-21		-19	

Média:

Média de todos os dados para cada par analítico:

---

## CAPÍTULO III

---

### 1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Anfibolitos são litotipos complexos quanto a interpretação de sua origem, pois estes cobrem uma gama relativamente ampla de condições metamórficas, e podem ser gerados a partir de metamorfismo de sedimentos margosos, interações metassomáticas de camadas sedimentares contrastantes e de recristalização de rochas ígneas (Yardley, 1989). Para a determinação mais precisa dos possíveis protólitos dos anfibolitos analisados, sugere-se a execução de análises geoquímicas, para a interpretação dos valores obtidos principalmente para elementos como Cr, Ti, Ni e K, que de acordo com estudos realizados por Orville (1969) e Leake (1964), podem servir como indicativos de proveniência para este litotipo, diferenciando entre possível origem ígnea e origem sedimentar.

Do mesmo modo, que para os outros litotipos também são necessários análises mais precisas quanto a composição, para determinar com mais fidelidade os protólitos destes, já que a região estudada é complexa, com estudos bibliográficos que indicam a formação de rochas sedimentares com áreas-fonte relativamente curtas e também com áreas-fonte de composições das mais variadas, desde ácidas a ultrabásicas, gerando conseqüentemente minerais herdados que com o intenso metamorfismo pode resultar em rochas com composições próximas a de rochas ígneas diversas.

As análises geotermobarométricas reforçam os dados bibliográficos de que as rochas da unidade Novo Gosto passaram por processos de metamorfismo progressivo na fácies anfibolito com retrometamorfismo na fácies xisto verde, e tendo pico metamórfico alcançando valores em torno de 10 kbars e 750°C. Além de ocorrerem rochas que alcançaram condições de anatexia devido a presença de OH- disponível em zonas milonitizadas, na qual dados calculados a partir do geotermômetro biotita de Luhr et al. (1984) demonstraram valores de temperatura variando de aproximadamente 868 a 922°C.

A reavaliação dos dados geoquímicos obtidos por Nascimento (2005) para os ortoanfibolitos da unidade, demonstraram que os mesmos surgiram a partir de magmatismo básico relacionado a ambiente de Zona de Supra-Subducção, ao invés de basaltos de ambiente continental como Nascimento (2005) interpretou. Além disto, uma

das amostras (CRN-178 C) apresentou uma assinatura próxima de MORB, mas com anomalias de Gd e Tb que não são comuns para este tipo de rocha.

Através das análises do comportamento do sistema Sm-Nd, pode-se interpretar que parte do material sedimentar da Unidade Novo Gosto tenha sido originado de uma plataforma mesoproterozóica, pertencente à bacia de margem passiva da faixa Cariris Velho, com valores de epsilon Nd negativos (para  $t=679$  Ma) e idades modelos entre 1.2 e 1.6 Ga, e o demais material, com valores similares as rochas juvenis anfíbolíticas, com valores de epsilon Nd positivos e idades modelos  $< 1.2$  Ga, estaria associado ao estágio de subducção durante o evento Brasileiro como já apresentado por Nascimento (2005) e Oliveira *et al.* (2010).

Ainda com a integração dos dados de P-T, isotópico e geoquímicos pode-se estabelecer que, as rochas máficas ortoanfíbolíticas contemporâneas as rochas metassedimentares com característica juvenil, em sua maioria, foram geradas em uma zona de Supra-Subducção, possivelmente durante os processos de subducção da placa San Franciscana sob o Maciço Pernambuco-Alagoas.

Pelos dados geoquímicos e isotópicos até então apresentados, as rochas do Domínio Canindé não tiveram participação do Maciço Pernambuco-Alagoas, visto que este tem rochas com idades modelos mais antigas que 1,5 Ga e predominantemente paleoproterozóicas e arqueanas.

Pode-se então concluir que ainda são necessários maiores estudos sobre a unidade Novo Gosto para que se possa compreender melhor os processos de formação de suas rochas, visto a sua grande diversidade de litotipos e de sua clara complexidade.

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Almeida, F.F.M.; Hasui, Y.; Brito Neves, B.B. - 1976 - The upper Precambrian of South America. Bol. Inst. Geoc., USP, 7: 45-80
- Anderson, A. T. 1968. Oxidation of the La Blanche Lake titaniferous magnetite deposit, Quebec: Jour. Geology, v. 76, no. 4, p.
- Anderson, J. L. & Smith, D. R. 1995. The effects of temperature and  $fO_2$  on the Al-in-hornblende barometer. American Mineralogist, 80: 549-559.
- Anderson, J. L. 1996. Status of thermobarometry in granitic batholiths: Transactions of the Royal Society of Edinburgh, v. 87, 125-138. [also published in GSA Special Paper 315]
- Anderson, J. L. 2008. Spreadsheet: Plagioclase-Hornblende Thermobarometry. Disponível em: [http://www.minsocam.org/msa/rim/RiMG069/RiMG069\\_Ch04\\_hbld\\_plag\\_thermo-jla.xls](http://www.minsocam.org/msa/rim/RiMG069/RiMG069_Ch04_hbld_plag_thermo-jla.xls). Acesso em: 10 de dezembro de 2015.
- Bezerra, F.H.R. 1992. Geologia e evolução petrológica do Complexo Gabroico Canindé do São Francisco e rochas adjacentes (Sergipe e Alagoas). Dissertação de Mestrado (inédita), Instituto de Geociências, UnB, Brasília. 208p.
- Bizzi, L.A.; Schobbenhaus, C; Vidotti, R.M.; Gonçalves J.H. 2003 Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil. Texto, mapas e SIG. CPRM-Serviço Geológico do Brasil, Brasília. 692p.
- Blundy, J. D. & Holland, T. J. B. 1990. Calcic amphibole equilibria and a new amphibole-plagioclase geothermometer. Contrib Mineral Petrol 104, 208-24.
- Brito Neves, B. B. De & Cordani, U.G. 1973. Problemas geocronológicos do "Geosinclinal Sergipano" e do seu embasamento. XXXVI Congresso Brasileiro de Geologia, Aracaju, Anais SBG 1:67-76
- Brito Neves, B. B., Sial, A. N. & Albuquerque, J. P. T. 1977. Vergência centrífuga residual no Sistema de Dobramentos Sergipano. Revista Brasileira de Geociências, 7, 102 – 114
- Brito Neves, B. B., van Schmus, W. R., Santos, E. J., Campos Neto, M. C., Kozuch, M. 1995. O evento Cariris Velho na Província Borborema: integração de dados, implicações e perspectivas. Revista Brasileira de Geociências, 25 (4): 279-296.

- Carmichael, D. M. 1967. Structure and Progressive Metamorphism in the Whetstone Lake Area, Ontario, with Emphasis on the Mechanism of Prograde Metamorphic Reactions. Ph.D. dissertation, University of California at Berkeley, Berkeley, California.
- Carvalho, M. J. 2005. Evolução tectônica do domínio Marancó - Poço Redondo: cratons and Neoproterozoic cover. *Journal of South American Earth Sciences* 12, 453-470. Davison, I., Santos, R.A., 1989. Tectonic Evolution of the Sergipano Fold Belt, NE Brazil, during the Brasiliano Orogeny. *Precambrian Research* 45, 319-342.
- CPRM-Superintendência Regional de Salvador. 1989. Prospecto Canindé, Poço Redondo-Sergipe. Informe Técnico.
- CPRM/CODISE. 1997. Geologia e Recursos Minerais do Estado de Sergipe. Texto e Mapa. Escala 1:250.000. Convênio CODISE/CPRM.
- D'el-Rey Silva, L.J.H. 1995. Tectonic evolution of the Sergipano Belt, NE Brazil. *Geologia*, 2002, Vol.15: 119-129.
- D'el-Rey Silva L. J. H. 1999. Basin infilling in the southern-central part of the Sergipano Belt, NE Brazil, and implications for the tectonic evolution of the Pan-African/Brasiliano cratons and Neoproterozoic sedimentary cover. *Journal of South American Earth Sciences*, 12: 453-470.
- Davison, I.; Santos, R. S. 1989. Tectonic evolution of the Sergipano belt, NE do Brasil, during the brasiliano orogeny. *Precambrian Research*, v.45, p, 319-342.
- Deer, W. A, Howie, R. A., Zussman, J. 1972. *Rock-forming minerals vol.1, orth- and ring silicates.* Longmans. Group Ltd., London, England.
- Deer, W. A.; Howie, R. A.; Zussman, J. 1992. *An introduction to the rock-forming minerals.* 2. ed. Harlow, Longman. 696 p.
- Dilek, Y., Furnes, H. 2014. Ophiolites and their origins. *Elements* 10: 93-100
- DNPM. Cadastro Mineiro. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/assuntos/ao-minerador/cadastro-mineiro>. Acesso em: 10 de setembro de 2014.
- Fettes, D., Desmons, J. 2007. *Metamorphic rocks. A classification and glossary of terms.* Cambridge: Cambridge University Press, 244 p

- Hammarstrom, J. M. & Zen, E-na. 1986. Aluminum in hornblende: an empirical igneous geobarometer. *American Mineralogist*, 71, 1297-1313
- Hey, M. H. 1954. A new review of the chlorites. *Mineral Mag.* 30, 277- 292.
- Holland, T., Blundy, J. 1994. Non-ideal interactions in calcic amphiboles and their bearing on amphibole-plagioclase thermometry. *Contrib Mineral Petrol* 116, 433-47.
- Hollister, L. S., Grissom, G. C., Peters, E. K., Stowell, H. H., Gisson, V. B. 1987. Confirmation of the empirical correlation of Al in hornblende with pressure of solidification of calc-alkaline plutons. *Am. Mineral.*, 72, 231-239.
- Humphrey, F.; Allard, G. O. 1969. Geologia do Domo de Itabaiana (Sergipe) e sua relação com a geologia da Geossinclinal de Própria, um elemento tectônico recém reconhecido do escudo brasileiro. Rio de Janeiro: Petrobrás/CENPES. 104p.
- Johnson, M.E., Rutherford, M.J. 1989. Experimental calibration of the aluminum-in-hornblende geobarometer with application to Long Valley caldera (California). *Geology*, 17,837-841.
- Jardim de Sá, E. F., Moraes, J. A. C., Silva, L. J. H. D., 1986. Tectônica tangencial na Faixa Sergipana. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia. Anais (3), p. 1246.
- Kuyumjian, R. M., Danni, J. C. M. 1991. Geoquímica de anfíbolitos da sequência de Juscelândia, Goiás: implicações geotectônicas. *Rev. Bras. Geociências* 21, 218–223.
- Leake, B. E. 1964. The chemical distinction between ortho-and para-amphibolites. *Journal of Petrology*. 5:238-254.
- Leake, B. E. 1978 Nomenclature of amphiboles. *American Mineralogist*, Lancaster, v. 63, p. 1023-1052.
- Leake, B. E.; Schumacher, J. C.; Smith, D. C.; Ungaretti, L.; Whittaker, E. J. W.; Youzhi, G. 1997. Nomenclature of amphiboles. *European Journal of Mineralogy*, Stuttgart, v. 9, p. 623-651.
- Lepage, L. D. 2003. ILMAT: na Excel worksheet for ilmenite-magnetite geothermometry and geobarometry. *Computers & Geosciences*, 29: 673-678.
- Lindsley, D. H., Spencer, K. J. 1982. Fe-Ti oxide geothermometry: Reducing analyses of coexisting Ti-Magnetite (Mt) and Ilmenite (Ilm). *Transactions, American Geophysical Union*, 63, 471.

- Luhr, J. F., Carmichael, I. S. E., Varekamp, J. 1984. The 1982 eruptions of El Chichón Volcano, Chiapas, Mexico: mineralogy and petrology of the anhydrite-bearing pumices. *J Volc Geotherm Res* 23:69–108
- Mabessone J.M. 2002. História Geológica da Província Borborema (NE Brasil). *Revista de Geologia*, 15:119-129.
- Nascimento, R.S. 2005. Domínio Canindé, Faixa Sergipana, Nordeste do Brasil: um estudo geoquímico e isotópico de uma sequência de rifte continental Neoproterozóica. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de Campinas, 159p.
- 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 American Earth Sciences* 3, 125-140.
- Oliveira E. P., Toteu S. F., Araújo M. J., Carvalho M. J., Nascimento R. S., Bueno J. F., McNaughton N., Basilici G. 2006. Geologic correlation between the Neoproterozoic Sergipano belt (NE Brazil) and the Yaoundé belt (Cameroon, Africa). *Journal of African Earth Sciences* 44: 470-478.
- Oliveira, R.G. 2008. Arcabouço geofísico, isostasia e causas do magmatismo cenozoico da Província Borborema e sua margem continental (nordeste do Brasil). Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 411 p.
- Oliveira, E.P.; Windley, B.F.; Araujo, M.N.C., 2010. The Neoproterozoic Sergipano orogenic belt, NE Brazil: a complete plate tectonic cycle in western Gondwana. *Precambrian Research* 181, 64-84.
- Oliveira, O. M ; Souza Júnior, F. D. ; Pinto, V. M. ; Almeida, J. A. P. ; Lenz, C. ; Dantas, T. V. P. ; Silva, A. D. G. ; Almeida Junior, M. V. C. ; Novaes Junior, J. M. 2012.. Recursos minerais da Faixa Central da Suíte Intrusiva Canindé, norte da Faixa Segipana, Se. In: 46º Congresso Brasileiro de Geologia dos Países da Língua Portuguesa, Santos-SP.
- Open University. Free Structural Formula Calculators (in Excel Format). Disponível em: [http://www.open.ac.uk/earth-research/tindle/AGT/AGT\\_Home\\_2010/Microprobe-2.html](http://www.open.ac.uk/earth-research/tindle/AGT/AGT_Home_2010/Microprobe-2.html). Acesso em: 10 de dezembro de 2015.
- Orville, P. M. 1969. A model for metamorphic differentiation origin of thin-layered amphibolites. *American Journal of Science*, 267:64-86.
- Otten, M. T. 1984. The origin of brown hornblende in the Artfjallet gabbro and dolerites. *Contrib Mineral Petrol* 86, 189-99.

- Pearce, J. A. 2014. Immobile elemento fingerprinting of ophiolites. *Elements* 10: 101-108
- Santos, R. G.; Moraes, L. C.; Braz Filho, P. A. *et al.* 1990. Projeto Canindé: relatório preliminar de pesquisa. 2ª fase. Salvador: CPRM. v.1,
- Santos, R.A., Martins, A.A.M., Neves, J.P., 1998. Geologia e recursos minerais do estado de Sergipe. CPRM/Codise. 107p.
- Schmidt, M.W. 1992. Amphibole composition in tonalites as a function of pressure: an experimental calibration of the Al-in-hornblende barometer. *Contribution to Mineralogy and Petrology*, 110: 304-310.
- Schmidt, M. W. 1993. Phase relations and compositions in tonalite as a function of pressure: an experimental study at 650 °C. *Amer J Science* 293, 1011-60.
- Schobbenhaus C. & Brito Neves B.B. 2003. A geologia do Brasil no contexto da Plataforma Sul-Americana. In: L.A. Bizzi, R.M. Vidotti e J.H. Gonçalves (eds.). *Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil*. Brasília: CPRM, Serviço Geológico do Brasil, 5-54.
- Seixas, S. R. M. 1996. Projeto Canindé: Exame Atualizado de Projeto-EXAP. CPRM/DNPM/DEREM.
- Seixas, S.R.M. & Moraes, L.C. 2000. The Canindé Domain: its different gabbroic rocks. In: *International Geological Congress, Rio de Janeiro, 31, Anais*, p.6. 64
- Shervais, J. W. 1982. Ti-V plots and the petrogenesis of modern and ophiolitic lavas. *Earth and Planetary Science Letters*, v. 59, n. 1, p. 101-118
- Silva Filho, M. A. 1976. A suíte ofiolítica da Geosinclinal de Propriá. XXIX Congresso Brasileiro de Geologia, Ouro Preto, Anais SBG 1:51-58
- Silva Filho, M. A. Da; Bomfim, L. F. C.; Santos, R. A. *et al.* 1977. Projeto Baixo São Francisco/Vaza-Barris: Geologia da Geossinclinal Sergipana e do seu Embasamento. Relatório Final. Salvador: CPRM. 19v.
- 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 de Canindé do São Francisco. Relatório Final. DNPM/CPRM.
- Silva Filho, M. A. & Brito Neves, B. B. 1979. O Sistema de dobramentos Sergipano no Nordeste da Bahia. *Geologia Recursos Minerais do Estado da Bahia, Textos Básicos*, 1, 203–217

- Silva Filho, M. A. 1998. Arco vulcânico Canindé – Marancó e a Faixa Sul-Alagoana: sequências orogênicas mesoproterozóicas. In: Congresso Brasileiro de Geologia 40, Belo Horizonte, Anais. Sociedade Brasileira de Geologia, 16.
- Souza Junior, F. D.; Lenz, C.; Pinto, V. M.; Lima, R. G.; Mota, I. C. T. 2012. Mapeamento geológico (1:70000) da porção sudeste do domínio Canindé, Sergipe, NE-Brasil. In: 46 Congresso Brasileiro de Geologia, Santos-SP.
- Stormer, J.C.J. 1983. The effects of recalculation on estimates of temperature and oxygen fugacity from analyses of multicomponent iron-titanium oxides. *American Mineralogist*, v. 68, p. 586-594.
- Superintendência de Recursos Hídricos/SEPLAN. Atlas Digital de Recursos Hídricos. Aracaju, 2011.
- Tindle A.G., Webb P.C., 1990. "Formula Unit Calculations - with optional calculated Li<sub>2</sub>O. 2.Li<sub>2</sub>O and H<sub>2</sub>O calculations", *European Journal of Mineralogy*, vol. 2, 595-610.
- Trompette, R. 1994. *Geology of Western Gondwana*. A. Balkema, Amsterdam, 350 pp. Van Schmus, W. R., Brito Neves, B. B., Hackspacher, P., Babinski, M, 1995. U/Pb and Sm/Nd geochronologic studies of the eastern Borborema province, NE Brazil: Initial conclusions. *Journal of South American Earth Sciences*, 8: 267-288.
- Trompette R. 1997. Neoproterozoic (~600 Ma) aggregation of Western Gondwana: a tentative scenario. *Precambrian Research*, 82:101-112.
- Winter, J. D. 2001. *An Introduction to Igneous and Metamorphic Petrology*. Prentice Hall. 699p.
- Yardley, B. W. D. 1989. *An Introduction to Metamorphic Petrology*. New York. Longman Scientific & Technical. 248p.
- Zane, A. & Weiss, Z. 1998. A procedure for classification of rock-forming chlorites based on microprobe data. *Rend. Fis. Accad. Lincei* 9, 9, 51-56.
- Zane, A., Sassi, R., Guidotti, C. V. 1998. New data on metamorphic chlorite as a petrogenetic indicator mineral, with special regard to greenschist-facies rock. *The Canadian Mineralogist*, 36, 713-726.

---

## **ANEXOS**

---

## ANEXO I – PADRÕES DA MICROSSONDA ELETRÔNICA

### SILICATOS:

JEOL JXA-8230

Measurement  
WDS elements

Condition

Element	X-ray	Crystal	CH	Acc.v	Peak Pos. (nm)	BG_L	BG_U
1 Na	Ka	TAP	1	15	128,973 1,19101	5,502	2,608
2 Mg	Ka	TAP	1	15	106,906 0,989	7,701	3,395
3 F	Ka	LDE1	1	15	85,823 1,832	0	2,28
4 Al	Ka	TAP	2	15	90,769 0,83393	6,122	3,276
5 Si	Ka	TAP	2	15	77,537 0,71254	8	8,5
6 Ca	Ka	PETJ	3	15	106,929 0,33584	4,642	7,943
7 K	Ka	PETJ	3	15	119,25 0,37414	4,842	6,876
8 Cl	Ka	PETJ	3	15	150,933 0,47278	7	5
9 Ti	Ka	LIF	4	15	190,574 0,27485	4,228	6,027
10 Mn	Ka	LIF	4	15	145,417 0,21018	4,43	2,779
11 Ni	Ka	LIFH	5	15	115,118 0,16579	5	5
12 Fe	Ka	LIFH	5	15	134,548 0,1936	8	5,6
13 V	Ka	LIFH	5	15	174,091 0,25036	6,5	8

Element	Peak	Back	Pksk	Gain	High.V	Base.L	Window.W	Mode
1 Na		10 5.0 (s)		1	16 1652	2,2	3.5 (V)	Dif
2 Mg		10 5.0 (s)		1	16 1634	1,6	4.6 (V)	Dif
3 F		10 5.0 (s)		1	32 1632	1,8	5.0 (V)	Dif
4 Al		10 5.0 (s)		1	16 1624	2,4	3.5 (V)	Dif
5 Si		10 5.0 (s)		1	16 1616	2	3.8 (V)	Dif
6 Ca		10 5.0 (s)		1	64 1614	2,5	0 (V)	Int
7 K		10 5.0 (s)		1	64 1628	2,9	0 (V)	Int
8 Cl		10 5.0 (s)		1	64 1656	2,8	0 (V)	Int
9 Ti		10 5.0 (s)		1	32 1684	2,8	0 (V)	Int

10	Mn	10	5.0 (s)	1	32	1674	3 0 (V)	Int
11	Ni	10	5.0 (s)	1	32	1670	2,8 0 (V)	Int
12	Fe	10	5.0 (s)	1	32	1682	3 0 (V)	Int
13	V	10	5.0 (s)	1	32	1708	3 0 (V)	Int

Measurement Order	Order	of	WDS				
	Channel 1		2	3	4	5	
1	NaCH1TAP	AlCH2TAP	CaCH3PET	TiCH4LIF	NiCH5LIF		
2	MgCH1TAP	SiCH2TAP	KCH3PETJ	MnCH4LIF	FeCH5LIF		
3	FCH1LDE1		0 CICH3PET		0 VCH5LIFH		

Calc. Elements : O (Anion) OH (Difference)

#### Standard Data

	Element	Standard	Mass(%)	ZAF Fac.	Z	A	F
1	Na2O	albita_gaspox	11,4848	5,3645	10,7251	0,4983	1,0037
2	MgO	Forsterita	57,3062	5,1324	7,8151	0,6546	1,0033
3	F	Topaz	20,65	5,8455	21,4143	0,273	1
4	Al2O3	microclinio	18,58	4,242	5,8713	0,7121	1,0145
5	SiO2	microclinio	64,39	3,2296	4,4202	0,73	1,0009
6	CaO	Andradite_gaspox	33,357	0,9008	0,9618	0,9321	1,0049
7	K2O	microclinio	14,92	1,0699	1,2037	0,8886	1,0002
8	Cl	Vanadinite	2,62	1,546	2,5801	0,5989	1,0004
9	TiO2	MnTiO3	52,9775	0,6233	0,6193	0,9703	1,0372
10	MnO	MnTiO3	47,0265	0,2734	0,2859	0,9563	1
11	NiO	NiO	99,9951	0,1201	0,1213	0,9902	1
12	FeO	Andradite_gaspox	28,1611	0,1991	0,2049	0,9719	1
13	V2O3	Vanadinite	15,4176	0,5085	0,5845	0,8701	1

#### Standard Intensity of WDS

	Element	Curr.(A)	Net(cps)	Bg-(cps)	Bg+(cps)	S.D.(%)	Date
1	Na	1,00E-008	502,8	4,3	4,2	0,58	12/07/15 08:38:40 AM
2	Mg	1,01E-008	4492,7	8,4	11,2	0,19	12/07/15 10:27:43 AM
3	F	1,00E-008	1646,6	0	196	0,34	12/07/15 08:56:54 AM
4	Al	9,90E-009	1789,5	18,4	11,6	0,31	12/07/15 09:07:04 AM

5	Si	1,01E-008	6112,5	16,8	21,2	0,17	12/07/15	09:16:36 AM
6	Ca	9,99E-009	2562,1	15	9,4	0,26	12/07/15	09:26:17 AM
7	K	9,90E-009	1178,9	7,6	5,2	0,38	12/07/15	09:07:04 AM
8	Cl	1,01E-008	182,6	9,7	8,8	1	12/07/15	09:36:01 AM
9	Ti	1,00E-008	210,5	1,1	0,9	0,89	12/07/15	09:54:47 AM
10	Mn	1,00E-008	534,4	2,5	2,7	0,56	12/07/15	09:54:47 AM
11	Ni	1,01E-008	5377,7	40,3	32,4	0,18	12/07/15	10:04:17 AM
12	Fe	9,99E-009	1428	17,1	12,9	0,35	12/07/15	09:26:17 AM
13	V	1,01E-008	630	21,7	12,6	0,53	12/07/15	09:36:01 AM

## ÓXIDOS:

JEOL JXA-8230

Measurement  
WDS elements

Condition										
Element	X-ray	Crystal	CH	Acc.v	Peak Pos. (nm)		BG_L	BG_U		
1	Na	Ka	TAP	1	15	128,973	1,19101	5,502	2,608	
2	Mg	Ka	TAP	1	15	106,906	0,989	7,701	3,395	
3	F	Ka	LDE1	1	15	85,823	1,832	0	2,28	
4	Al	Ka	TAP	2	15	90,769	0,83393	6,122	3,276	
5	Si	Ka	TAP	2	15	77,537	0,71254	8	8,5	
6	Ca	Ka	PETJ	3	15	106,929	0,33584	4,642	7,943	
7	K	Ka	PETJ	3	15	119,25	0,37414	4,842	6,876	
8	Cl	Ka	PETJ	3	15	150,933	0,47278	7	5	
9	Ti	Ka	LIF	4	15	190,574	0,27485	4,228	6,027	
10	Mn	Ka	LIF	4	15	145,417	0,21018	4,43	2,779	
11	Ni	Ka	LIFH	5	15	115,118	0,16579	5	5	
12	Fe	Ka	LIFH	5	15	134,493	0,1936	8	5,6	
13	V	Ka	LIFH	5	15	174,091	0,25036	6,5	8	

Element	Peak	Back	Pksk	Gain	High.V	Base.L	Window.W	Mode
1	Na	10	5.0 (s)	1	16	1652	2,2 3.5 (V)	Dif
2	Mg	10	5.0 (s)	1	16	1634	1,6 4.6 (V)	Dif
3	F	10	5.0 (s)	1	32	1632	1,8 5.0 (V)	Dif

4	Al	10	5.0 (s)	1	16	1624	2,4	3.5 (V)	Dif
5	Si	10	5.0 (s)	1	16	1616	2	3.8 (V)	Dif
6	Ca	10	5.0 (s)	1	64	1614	2,5	0 (V)	Int
7	K	10	5.0 (s)	1	64	1628	2,9	0 (V)	Int
8	Cl	10	5.0 (s)	1	64	1656	2,8	0 (V)	Int
9	Ti	10	5.0 (s)	1	32	1684	2,8	0 (V)	Int
10	Mn	10	5.0 (s)	1	32	1674	3	0 (V)	Int
11	Ni	10	5.0 (s)	1	32	1670	2,8	0 (V)	Int
12	Fe	10	5.0 (s)	1	32	1682	3	0 (V)	Int
13	V	10	5.0 (s)	1	32	1708	3	0 (V)	Int

Measurement Order	Order of Channel 1	of	WDS	2	3	4	5
1	NaCH1TAP	AICH2TAP	CaCH3PET	TiCH4LIF	NiCH5LIF		
2	MgCH1TAP	SiCH2TAP	KCH3PETJ	MnCH4LIF	FeCH5LIF		
3	FCH1LDE1		0 ClCH3PET		0 VCH5LIFH		

Calc. Elements : O (Anion) OH (Difference)

Standard Data

Element	Standard	Mass(%)	ZAF Fac.	Z	A	F
1 Na2O	albita_gaspox	11,4848	5,3645	10,7251	0,4983	1,0037
2 MgO	Forsterita	57,3062	5,1324	7,8151	0,6546	1,0033
3 F	Topaz	20,65	5,8455	21,4143	0,273	1
4 Al2O3	microclinio	18,58	4,242	5,8713	0,7121	1,0145
5 SiO2	microclinio	64,39	3,2296	4,4202	0,73	1,0009
6 CaO	Andradite_gaspox	33,357	0,9008	0,9618	0,9321	1,0049
7 K2O	microclinio	14,92	1,0699	1,2037	0,8886	1,0002
8 Cl	Vanadinite	2,62	1,546	2,5801	0,5989	1,0004
9 TiO2	MnTiO3	52,9775	0,6233	0,6193	0,9703	1,0372
10 MnO	MnTiO3	47,0265	0,2734	0,2859	0,9563	1
11 NiO	NiO	99,9951	0,1201	0,1213	0,9902	1
12 FeO	Fe2O3	89,9765	0,2142	0,217	0,9874	1
13 V2O3	Vanadinite	15,4176	0,5085	0,5845	0,8701	1

Standard Intensity of WDS

	Element	Curr.(A)	Net(cps)	Bg-(cps)	Bg+(cps)	S.D.(%)	Date	
1	Na	1,00E-008	502,8	4,3	4,2	0,58	12/07/15	08:38:40 AM
2	Mg	1,01E-008	4492,7	8,4	11,2	0,19	12/07/15	10:27:43 AM
3	F	1,00E-008	1646,6	0	196	0,34	12/07/15	08:56:54 AM
4	Al	9,90E-009	1789,5	18,4	11,6	0,31	12/07/15	09:07:04 AM
5	Si	1,01E-008	6112,5	16,8	21,2	0,17	12/07/15	09:16:36 AM
6	Ca	9,99E-009	2562,1	15	9,4	0,26	12/07/15	09:26:17 AM
7	K	9,90E-009	1178,9	7,6	5,2	0,38	12/07/15	09:07:04 AM
8	Cl	1,01E-008	182,6	9,7	8,8	1	12/07/15	09:36:01 AM
9	Ti	1,00E-008	210,5	1,1	0,9	0,89	12/07/15	09:54:47 AM
10	Mn	1,00E-008	534,4	2,5	2,7	0,56	12/07/15	09:54:47 AM
11	Ni	1,01E-008	5377,7	40,3	32,4	0,18	12/07/15	10:04:17 AM
12	Fe	9,98E-009	4805,2	22,4	19,1	0,19	12/07/15	05:22:24 PM
13	V	1,01E-008	630	21,7	12,6	0,53	12/07/15	09:36:01 AM

---

## ANEXO II – PONTO DMLH-10

---

**Número do Ponto:** DMLH-10

**Número das Amostras:** DMLH-10A, DMLH-10B, DMLH-10C e DMLH-10D

**Tipo de afloramento:** Margem e leito de drenagem

**Coordenadas UTM:** 641667 / 8921489

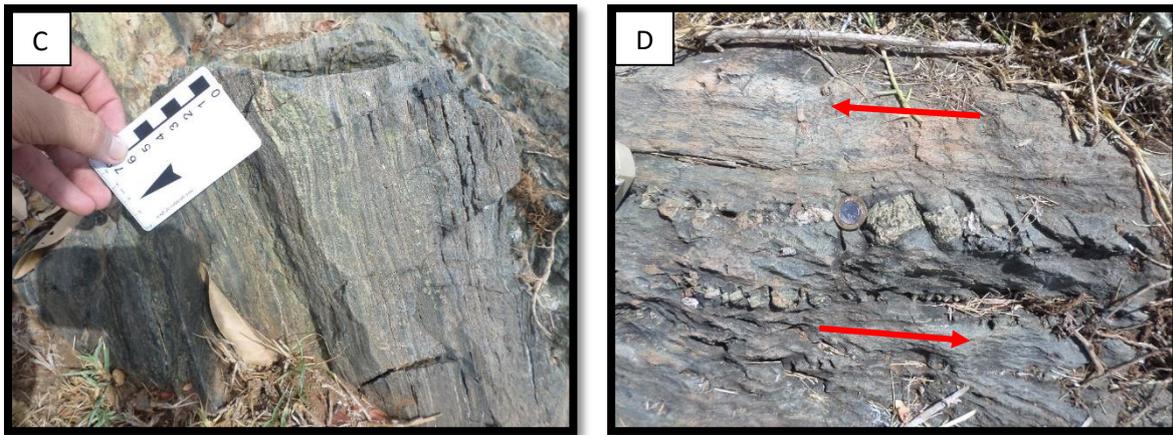
**Altitude:** 136 m

**Domínio Geológico:** Canindé

**Unidade Geológica:** Novo Gosto

**Descrição de Afloramento:** Afloramento da unidade Novo Gosto, apresentando coloração cinza escuro, em margem de drenagem com rocha metassedimentar bandada com alternância de bandas escuras e mais claras e Sn 195/75, afetada por dobramentos com eixos de dobra 40/130 e 10/115 (ver figura AII-1). Nota-se além dos dobramentos bem nítidos, a presença de falhas rúpteis de pequeno rejeito e finas zonas com brechação. Dados de campo indicam que estas rochas são estratigraficamente mais antigas que a Suíte Intrusiva Canindé. Foram coletadas duas amostras DMLH-10A e DMLH-10B para confeccionar lâmina. Seguindo uns 410 m pela drenagem em sentido E, chega-se a uma pequena barragem onde nota uma intercalação do que aparenta ser metamarga (amostra DMLH-10C) e camada mais máfica com espessura de 25cm (amostra DMLH-10D) sob Sn 192/65. Ainda na barragem observa-se estrutura tipo échelon com deslocamento sinistral com presença de fraturas sintéticas N070 e N080 e fraturas rúpteis 140/vertical.





**Figura AII-1:** (A) Vista geral do afloramento. (B) Detalhe de dobramentos no afloramento, mais nítidos na porção a direita da imagem. (C) Detalhe para a ritimicidade das bandas claras e escuras. (D) Estrutura em échelon nas proximidades da barragem.

### Descrição Microscópica:

- DMLH-10A:

- Descrição: Rocha de coloração verde escuro em lâmina, foliada, apresentando granulometria fina e textura granonematoblástica (ver figura AII-2). Composta essencialmente por anfibólio, plagioclásio, mineral opaco (magnetita + ilmenita), traços de titanita e quartzo, e clorita e epidoto como mineral de alteração, além de ocorrência de carbonato. Presença de vênulas de quartzo+carbonato dispostas de modo concordante à foliação, com espessura variando entre 0,1 a 0,43mm. Observou-se que a rocha possui indícios que passou por processo de cisalhamento, apresentando estrutura do tipo S-C, além de alguns cristais de anfibólio formando augen, conferindo a rocha um aspecto de fluxo, e também presença de vestígios de porfiroclastos totalmente recristalizados com sombras de pressão com carbonato e com forte presença de titanita.

- Descrição dos Minerais:

- Anfibólio → Mineral de cor verde azulado a verde claro, prismáticos anédricos a subédricos com predomínio dos subédricos, com tamanho variando entre 0,02 a 0,45mm, predominando em torno de 0,09 a 0,23mm. Os cristais encontram-se orientados, definindo a

foliação da rocha. O mineral encontra-se em processo incipiente de alteração para clorita e epidoto.

- Plagioclásio → Formam cristais granulares subédricos a anédricos com contatos retos a irregulares e com dimensões variando entre 0,01 a 0,15mm com predomínio de 0,02 a 0,1mm. Não foram identificadas características típicas que associassem a plagioclásio, porém através de análise química destes minerais, pode-se determinar sua composição. No geral se apresentam com extinção levemente ondulante.

- Magnetita + Ilmenita → Os cristais de magnetita e ilmenita se encontram disseminados homogeneamente tanto na rocha quanto nas vênulas. São anédricos a subédricos, com predomínio de anédricos, e com tamanho variando de 0,01 a 0,12mm, com predomínio de 0,02 a 0,07mm.

- Carbonato → Ocorre nas vênulas e de forma intersticial entre a mineralogia presente principalmente nas proximidades destas vênulas, além de ocorrer também nas sombras de pressão nos vestígios de porfiroclastos que foram totalmente desintegrados.

- Titanita → Formam cristais anédricos a subédricos. Os cristais de titanita ocorrem como mineral acessório disperso na rocha. Além disto, é notável uma forte participação de titanita sobre vestígios de porfiroclastos recristalizados.

- Quartzo → Devido a semelhança com os cristais de plagioclásio que ocorrem nesta rocha e devido a granulometria fina, só foi possível distinguir sua presença em microsonda eletrônica, onde se notou que o quartzo participa da composição da rocha de forma pontual e disseminado.

- Composição Modal: Anfibólio (62,6%), Plagioclásio (24,6%), Mineral Opaco (10,2%), Carbonato (2,2%), Quartzo (traços), Titanita (traços), Clorita (traços), Epidoto (traços)

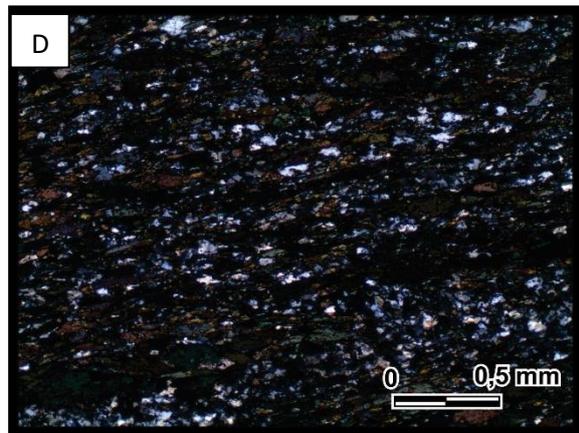
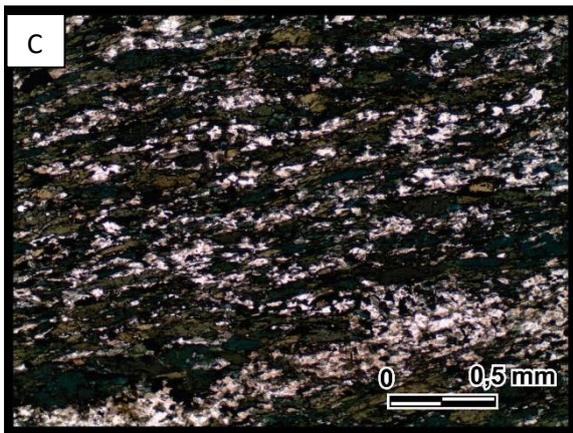
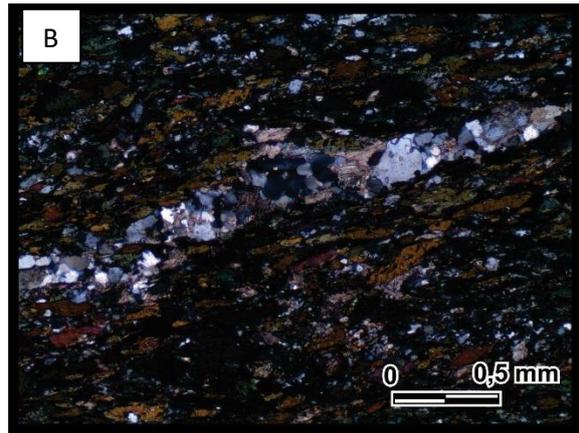
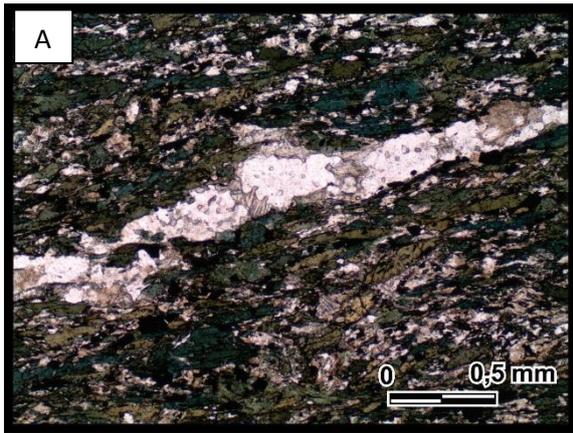
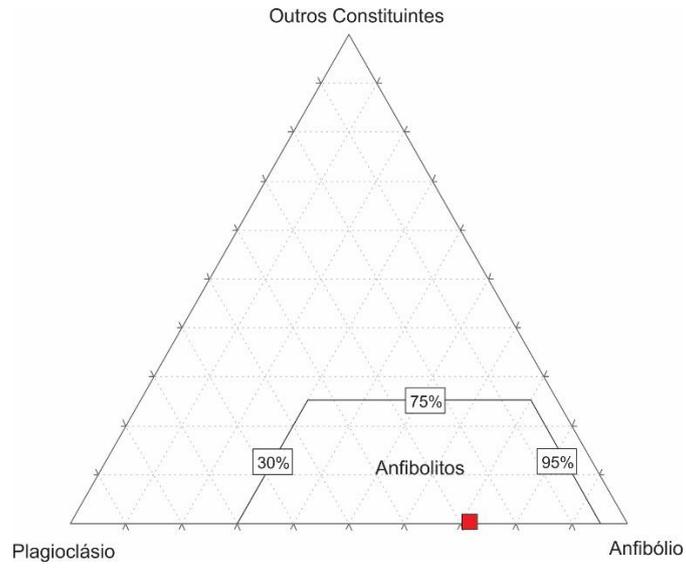
- Paragênese: Anfibólio, Plagioclásio, Ilmenita, Magnetita

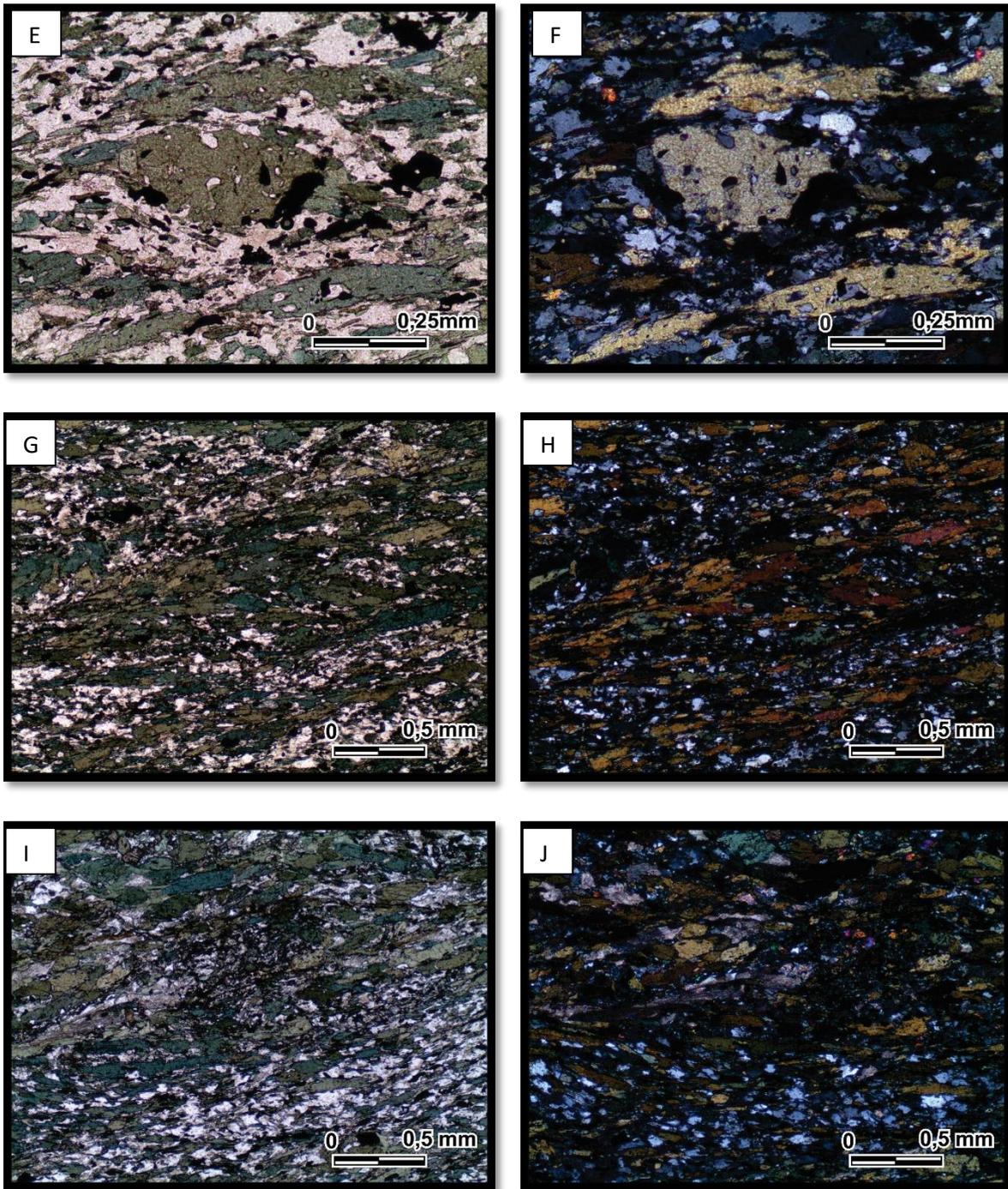
- Fácies Metamórfica: Anfibolito Inferior

- Nome da Rocha: Ilmenita±Magnetita Anfibolito

- Protólito: Grauvaca

- Diagrama:





**Figura II-2: Lâmina DMLH-10A.** (A) e (B) Detalhe de vênula de quartzo+carbonato cortando a rocha. Luz transmitida, nicóis paralelos e nicóis cruzados respectivamente, aumento de 4x. (C) e (D) Aspecto geral da lâmina. Luz transmitida, nicóis paralelos e nicóis cruzados respectivamente, aumento de 4x. (E) e (F) “Olho” de cristal de anfíbólio, representando deformação atuante na rocha. Luz transmitida, nicóis paralelos e nicóis cruzados respectivamente, aumento de 10x. (G) e (H) Evidências de Foliação S-C. Luz transmitida, nicóis paralelos e nicóis cruzados respectivamente, aumento de 4x. (I) e (J) Vestígio de porfiroclastos totalmente recristalizados evidenciado pela disposição da foliação que o contorna levemente, onde nota-se presença de

carbonato associado nas sombras de pressão e intensa presença de titanita. Luz transmitida, nicóis paralelos e nicóis cruzados respectivamente aumento de 4x.

- DMLH-10B:

- Descrição: Rocha de coloração verde escuro em lâmina, foliada, apresentando granulometria mais fina que a rocha da lâmina anterior e textura granonematoblástica (ver figura AII-3). Composição similar a rocha anterior, porém com maior participação de cristais de opacos. Composta essencialmente por anfibólio, plagioclásio, mineral opaco (magnetita), traços de titanita e quartzo, e clorita como mineral de alteração, além de ocorrência de carbonato e epidoto. Presença de vênulas de carbonato dispostas preferencialmente e aproximadamente concordante à foliação. A carbonatação no geral é mais restrita às vênulas e aos seus entornos. Como na rocha anterior, nessa também foi verificado a ocorrência de foliação S-C.

- Descrição dos Minerais:

- Anfibólio → Cristais prismáticos com tamanho variando de 0,03 a 0,72mm, predominando entre 0,18 e 0,36mm. Anédricos a subédricos, com predomínio de subédricos. Nota-se uma relação difícil de distinguir entre cristais de anfibólios e cristais de clorita, pela qual aquela está sendo alterada, devido a textura fina da rocha. Presença de algumas seções basais bem preservadas de cristais de anfibólio. O mineral encontra-se em processo incipiente de alteração para clorita e epidoto.

- Plagioclásio → Formam cristais granulares subédricos a anédricos com contatos retos a irregulares e com dimensões variando entre 0,01 a 0,20mm, predominando entre 0,05 e 0,22mm. Não foram identificadas características típicas que associassem a plagioclásio, porém através de análise química destes minerais, pode-se determinar sua composição. No geral se apresentam com extinção levemente ondulante.

- Magnetita → Cristais disseminados homogeneamente na rocha com tamanho variando entre 0,01 e 0,25mm, predominando entre 0,01 e 0,03mm. Apresentam-se como cristais anédricos a euédricos, com predomínio dos subédricos. Verifica-se que seu hábito quando euédrico é cúbico.

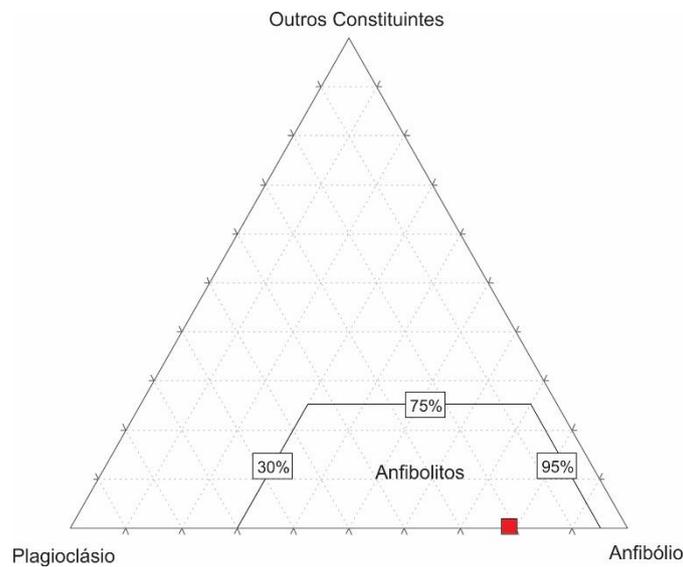
- Carbonato → Ocorre nas vênulas e de forma intersticial entre a mineralogia presente principalmente nas proximidades destas vênulas.

- Titanita → Formam cristais anédricos a subédricos. Os cristais de titanita ocorrem como mineral acessório disperso na rocha.

- Quartzo → Devido a semelhança com os cristais de plagioclásio que ocorrem nesta rocha e devido a granulometria fina, só foi possível distinguir sua presença em microsonda eletrônica, onde se notou que o quartzo participa da composição da rocha de forma pontual e disseminado.

- Composição Modal: Anfibólio (66,4%), Plagioclásio (18,5%), Magnetita (13,6%), Carbonato (1,5%), Quartzo (traços), Titanita (traços), Clorita (traços), Epídoto (traços)

- Diagrama:

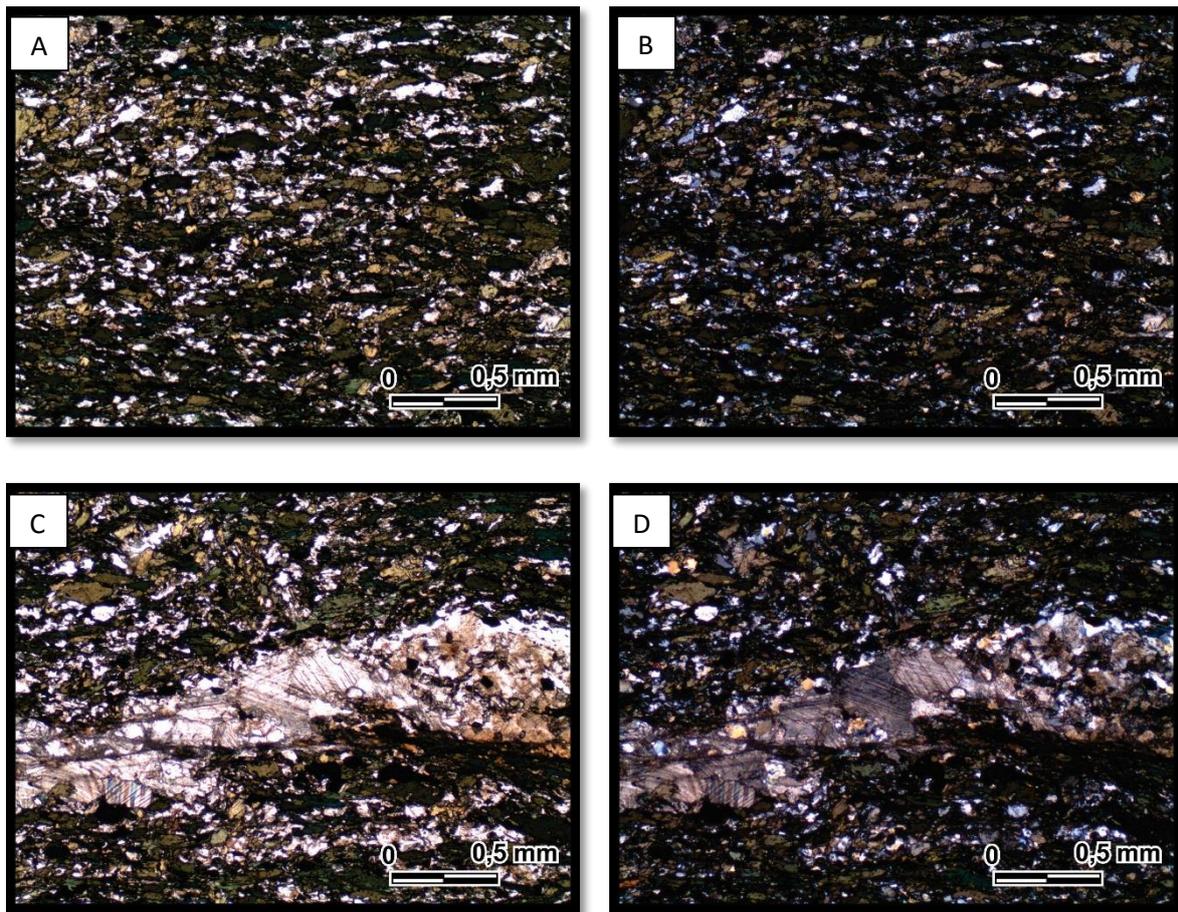


- Paragênese: Anfibólio, Plagioclásio, Magnetita

- Fácies Metamórfica: Anfibolito Inferior

- Nome da Rocha: Magnetita Anfibolito

- Protólito: Grauvaca



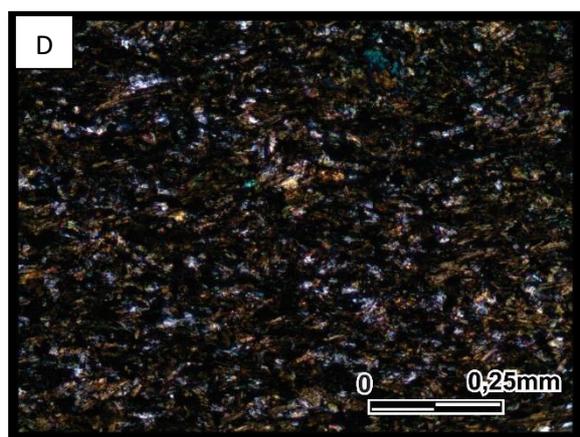
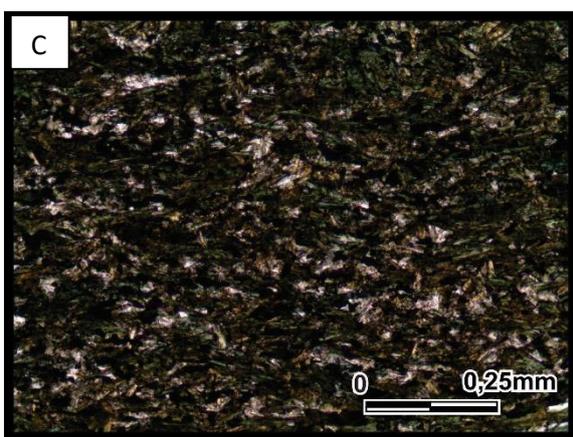
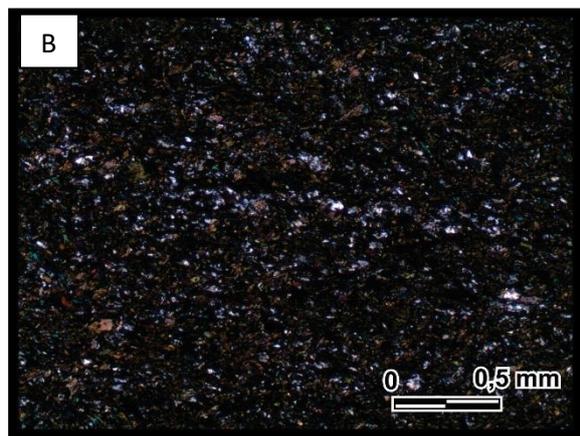
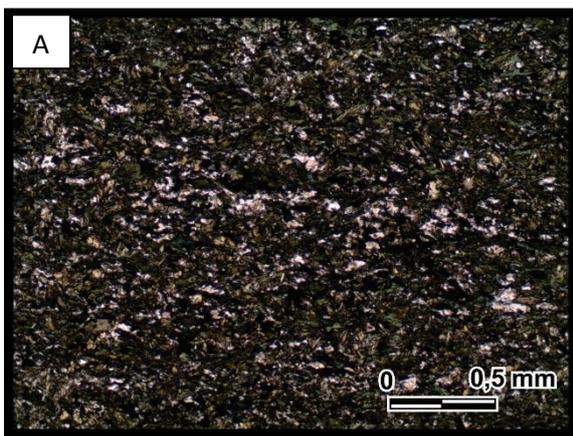
**Figura AII-3: Lâmina DMLH-10B.** (A) e (B) Aspecto geral da lâmina. Luz transmitida, nicóis paralelos e nicóis cruzados respectivamente, aumento de 4x. (C) e (D) Detalhe de vênula de carbonato cortando a rocha. Luz transmitida, nicóis paralelos e nicóis cruzados respectivamente, aumento de 4x.

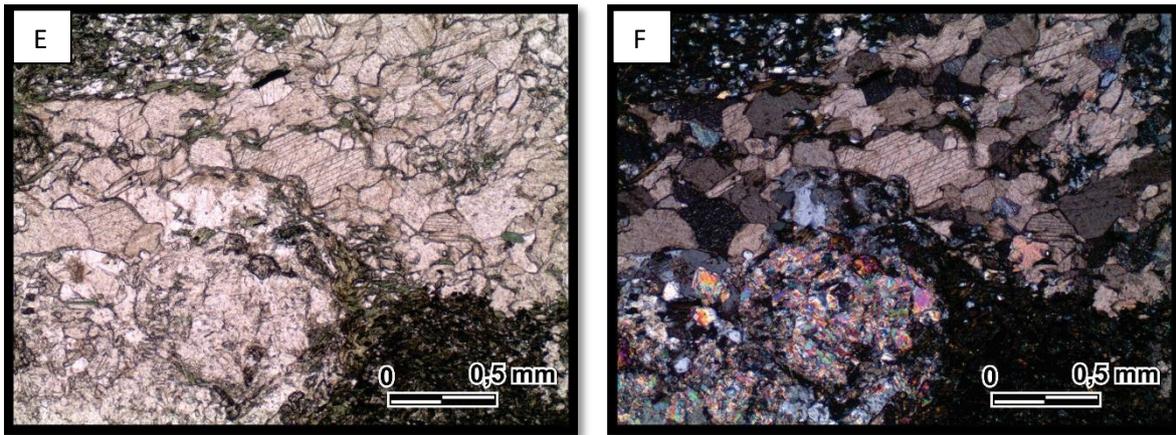
- DMLH-10D

- Descrição: Rocha de coloração verde escuro em lâmina, foliada, apresentando granulometria muito fina e textura granolepidoblástica (ver figura AII-4). Devido a granulometria muito fina, não foi possível executar contagem modal. Mas se vê em lâmina sua composição mineralógica, que é formada principalmente por cristais de clorita (alteração de anfibólio), anfibólio, plagioclásio, ilmenita, traços de quartzo, apatita, titanita e zircão, epídoto como mineral de alteração, além da ocorrência de carbonato. Em alguns trechos, nota-se que os cristais de clorita apresentam orientação aleatória, ao ponto que em outros há um predomínio de cristais mais orientados. Ocorrem injeções de vênulas essencialmente compostas por carbonato e secundariamente por epídoto+plagioclásio+apatita+muscovita, onde é perceptível

a poligonização de cristais de carbonato. Também ocorre carbonato localmente disseminado em partes da rocha. Comparado as outras lâminas deste ponto, a rocha aparenta ser a mesma, porém com granulometria muito mais fina e cuja cloritização foi bem mais intensa.

- Paragênese: Anfibólio, Plagioclásio, Ilmenita, Clorita
- Fácies Metamórfica: Anfibolito Inferior
- Nome da Rocha: Anfibolito
- Protólito: Grauvaca





**Figura AII-4: Lâmina DMLH-10D.** (A) e (B) Imagens de detalhe da lâmina exibindo textura. Luz transmitida, nicóis paralelos e nicóis cruzados respectivamente, aumento de 4x. (C) e (D) Detalhe da lâmina em aumento de 10x. Luz transmitida, nicóis paralelos e nicóis cruzados respectivamente. (E) e (F) Detalhe de vênula com carbonato+epídoto+plagioclásio+apatita. Luz transmitida, nicóis paralelos e nicóis cruzados respectivamente, aumento de 4x.

### Química Mineral:

#### - DMLH-10A

Foi realizada a análise química de um total de 22 pontos em campos espalhados na lâmina, sendo 7 em cristais de anfibólio, 7 em mineral opaco, 6 em feldspato, 1 em clorita e 1 em carbonato (tabela AII-1 e AII-2).

Os cristais de anfibólio analisados se concentraram totalmente dentro do campo dos anfibólios cálcicos, como pode ser visto na figura AII-5. Destrinchando mais sua composição, determinou-se através de sua química a sua fórmula estrutural e sua classificação, que pode ser vista na tabela AII-3 e no diagrama de classificação de anfibólios cálcicos da figura AII-6. Os anfibólios são classificados em Tschermakita e Hornblenda Tschermakitica.

Os cristais de feldspato analisados, dos quais foram determinados suas fórmulas estruturais e teores de An-Ab-Or (tabela AII-5), e em seguida lançados no diagrama de classificação de feldspatos (figura AII-7), demonstrou seu caráter variando em torno de 11% An 89% Ab a 21% An 79% Ab. Os feldspatos se concentraram no campo do Oligoclásio.

Para os cristais de cloritas analisadas, também foi recalculado a química mineral e sua fórmula estrutural, como pode ser visto na tabela AII-6. Através dos dados químicos obteve-se

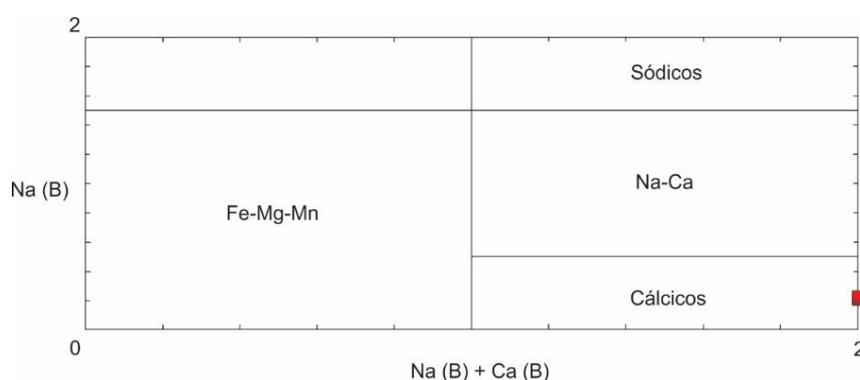
a classificação das cloritas de acordo com Zane & Weiss (1998) como sendo do tipo I, sendo que Zane *et al.* (1998) indica que as cloritas metamórficas são comumente encaixadas neste campo (ver figura AII-8-A). Já de acordo com a classificação de cloritas determinada por Hey (1954), a clorita analisada se encaixou no campo da ripidolita (figura AII-8-B).

O carbonato analisado teve sua fórmula estrutural calculada e foi demonstrado seu caráter calcítico (tabela AII-7).

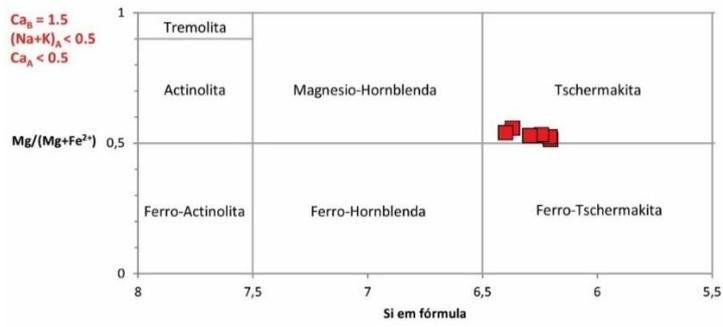
Em relação aos minerais opacos, pôde-se distinguir dois tipos de minerais, a ilmenita e a magnetita. Com isto, foi utilizada uma planilha excel de Lepage (2003) para realizar o cálculo de geotermobarometria a partir do par magnetita-ilmenita de algumas análises mais representativas (tabela AII-4). A média dos resultados obtidos na primeira análise foi temperatura de 466°C e na segunda de 481°C.

Foi utilizado como barômetro os cristais de anfibólio, dos quais se obtiveram os seguintes valores de pressão em Kbars:

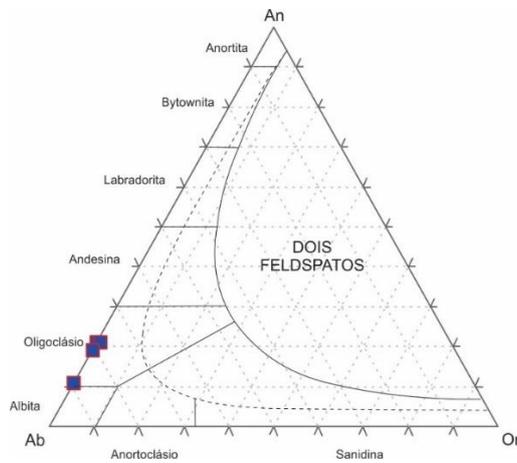
Hammarstrom & Zen 86	6,4 – 8,1
Hollister <i>et al.</i> 87	6,8 – 8,7
Johnson & Rutherford 89	5,2 – 6,6
Schmidt 92	6,7 – 8,3



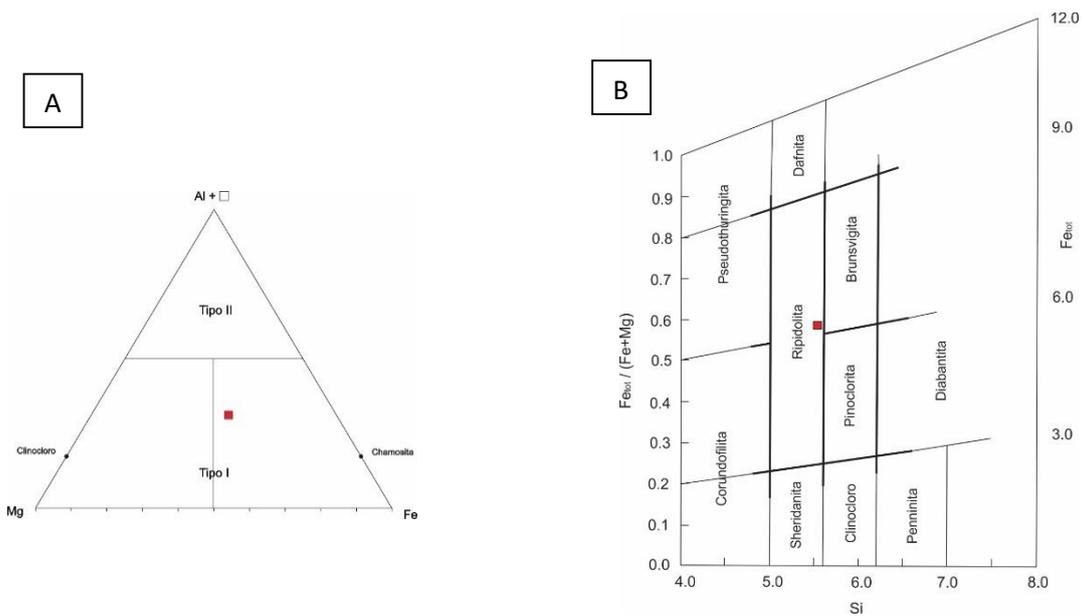
**Figura AII-5:** Diagrama de classificação geral dos quatro grupos de anfibólio segundo Leake *et al.* (1997)



**Figura AII-6:** Diagrama classificatório para anfíbólio cálcico segundo Leake *et al.* (1997)



**Figura AII-7:** Diagrama An-Ab-Or para o grupo dos feldspatos de temperaturas mais altas (modificado de Deer *et al.*, 1992) para a lâmina DMLH-10A.



**Figura AII-8:** (A) Diagrama de classificação para cloritas da lâmina DMLH-10A (Zane & Weiss, 1998). (B) Diagrama de classificação para cloritas da lâmina DMLH-10A (Hey 1954)

**Tabela AII-1:** Dados brutos de química mineral de silicatos da lâmina DMLH-10A

N. Ponto	Amostra	Mineral	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	NiO	V2O3	F	Cl	(OH)	Total
1	10 A_C3_Anf 1	Anfibólio	41,639	0,776	13,553	20,565	0,378	7,736	11,155	1,543	0,503	0,01	0,115	0,035	0	2,005	99,998
2	10 A_C3_Anf 2	Anfibólio	41,846	0,659	13,044	20,001	0,387	8,084	11,111	1,56	0,536	0	0,089	0,014	0	2,675	100
3	10 A_C3_Pl 1	Plagioclásio	65,367	0,164	21,358	0,139	0,066	0	2,26	10,287	0,079	0	0	0	0,012	0,272	100,001
4	10 A_C3_Pl 2	Plagioclásio	62,905	0	23,186	0,123	0	0,009	4,28	8,92	0,06	0,042	0	0	0,006	0,472	100,002
5	10 A_C3_Pl 3	Plagioclásio	63,426	0,234	22,976	0,149	0	0,021	4,198	8,739	0,043	0,027	0,011	0	0	0,175	99,999
6	10 A_C1_Anf 1	Anfibólio	42,854	0,671	11,691	20,288	0,27	8,754	11,231	1,366	0,586	0,103	0,145	0,007	0,026	2,018	100,001
7	10 A_C1_Anf 2	Anfibólio	42,698	0,55	11,569	20,258	0,244	8,602	11,238	1,293	0,754	0,025	0,1	0	0,003	2,666	99,999
8	10 A_C1_Anf 3	Anfibólio	41,551	0,797	12,931	20,796	0,287	8,041	11,201	1,486	0,734	0,023	0,051	0,048	0,015	2,064	100,002
9	10 A_C1_Carb 1	Carbonato	0,019	0	0,007	0,897	0,571	0,292	62,723	0,086	0,006	0	0	0	0	35,399	100
10	10 A_C1_Pl 1	Plagioclásio	62,81	0	23,532	0,181	0,009	0	4,471	9,153	0,081	0	0	0	0,013	0	100,247
11	10 A_C1_Pl 2	Plagioclásio	62,298	0,223	23,577	0,16	0,02	0	4,51	9,242	0,091	0	0,009	0	0,009	0	100,137
12	10 A_C1_Ch1 1	Clorita	26,105	0,306	17,644	30,688	0,187	13,473	0,143	0,198	0,097	0	0,097	0,018	0,004	11,049	100
13	10 A_C2_Anf 1	Anfibólio	41,731	0,659	12,828	20,626	0,337	8,052	11,194	1,328	0,652	0	0,137	0	0,016	2,444	100
14	10 A_C2_Pl 1	Plagioclásio	62,573	0	23,029	0,231	0,051	0	4,028	9,174	0,073	0	0	0	0	0,842	100,001
15	10 A_C2_Anf 2	Anfibólio	41,949	0,776	12,613	20,104	0,258	8,169	11,124	1,374	0,718	0,052	0,135	0	0,021	2,711	99,999

**Tabela AII-2:** Dados brutos de química mineral de opacos da lâmina DMLH-10A.

N. Ponto	Amostra	Mineral	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	NiO	V2O3	F	Cl	(OH)	Total
1	10 A_C3_Op 1	Magnetita	0	0	0	96,955	0,07	0,013	0,058	0	0	0	0,457	0,332	0,025	2,236	100
3	10 A_C1_Op 1	Magnetita	0,033	0	0,03	96,304	0	0	0,006	0,046	0,006	0	0,418	0,21	0	3,034	99,999
4	10 A_C1_Op 2	Magnetita	0,026	0	0,013	96,28	0	0	0,028	0	0	0,024	0,403	0,367	0,019	2,999	100
5	10 A_C1_Op 3	Magnetita	0,048	0,187	0,044	95,841	0	0,044	0,045	0,011	0	0,002	0,38	0,291	0	3,229	99,999
6	10 A_C2_Op 1	Ilmenita	0,025	48,739	0,026	48,187	2,085	0,045	0,034	0	0,024	0,024	0,466	0,031	0	0,327	100
7	10 A_C2_Op 2	Ilmenita	0	51,158	0,005	46,891	2,609	0,068	0,166	0	0,016	0,022	0,572	0	0	0	101,507
2	10 A_C3_Op 2	Ilmenita	0,036	50,272	0,037	47,883	2,505	0,001	0,058	0,073	0,014	0	0,566	0,038	0,003	0	101,469

**Tabela AII-3:** Química mineral e cálculo da fórmula estrutural de anfibólios da lâmina DMLH-10A, baseado em cálculos disponíveis pela Open University.

Number	1	2	6	7	8	13	15
Sample	10 A_C3_Anf 1	10 A_C3_Anf 2	10 A_C1_Anf 1	10 A_C1_Anf 2	10 A_C1_Anf 3	10 A_C2_Anf 1	10 A_C2_Anf 2
SiO2	41,639	41,846	42,854	42,698	41,551	41,731	41,949
TiO2	0,776	0,659	0,671	0,55	0,797	0,659	0,776
Al2O3	13,553	13,044	11,691	11,569	12,931	12,828	12,613
FeO	20,565	20,001	20,288	20,258	20,796	20,626	20,104
MnO	0,378	0,387	0,27	0,244	0,287	0,337	0,258
MgO	7,736	8,084	8,754	8,602	8,041	8,052	8,169
CaO	11,155	11,111	11,231	11,238	11,201	11,194	11,124
Na2O	1,543	1,56	1,366	1,293	1,486	1,328	1,374
K2O	0,503	0,536	0,586	0,754	0,734	0,652	0,718
F	0,035	0,014	0,007	0	0,048	0	0
Cl	0	0	0,026	0,003	0,015	0,016	0,021
Cr2O3							
NiO	0,01	0	0,103	0,025	0,023	0	0,052
<b>Reformatted oxide %</b>							
SiO2	41,64	41,85	42,85	42,70	41,55	41,73	41,95
TiO2	0,78	0,66	0,67	0,55	0,80	0,66	0,78
Al2O3	13,55	13,04	11,69	11,57	12,93	12,83	12,61
Fe2O3	8,35	7,97	8,78	8,02	8,68	8,91	7,92
FeO	13,05	12,83	12,39	13,04	12,98	12,61	12,98
MnO	0,38	0,39	0,27	0,24	0,29	0,34	0,26
MgO	7,74	8,08	8,75	8,60	8,04	8,05	8,17
NiO	0,01	0,00	0,10	0,03	0,02	0,00	0,05
Li2O* (not implemented)							
CaO	11,16	11,11	11,23	11,24	11,20	11,19	11,12
Na2O	1,54	1,56	1,37	1,29	1,49	1,33	1,37
K2O	0,50	0,54	0,59	0,75	0,73	0,65	0,72
F	0,04	0,01	0,01	0,00	0,05	0,00	0,00
Cl	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,02	0,02
H2O*	2,00	2,00	2,01	2,00	1,98	2,00	1,99

	100,73	100,04	100,73	100,04	100,76	100,31	99,94
O=F,Cl	0,01	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00
Total	100,71	100,03	100,72	100,04	100,74	100,31	99,94
<b>No. of oxygens</b>	23	23	23	23	23	23	23
<b>Structural formulae</b>							
Si	6,204	6,266	6,369	6,399	6,207	6,244	6,294
Al iv	1,796	1,734	1,631	1,601	1,793	1,756	1,706
Al vi	0,584	0,568	0,417	0,443	0,483	0,506	0,524
Ti	0,087	0,074	0,075	0,062	0,090	0,074	0,088
Fe3+	0,936	0,898	0,982	0,905	0,976	1,003	0,894
Fe2+	1,626	1,607	1,540	1,635	1,622	1,578	1,628
Mn	0,048	0,049	0,034	0,031	0,036	0,043	0,033
Mg	1,718	1,804	1,940	1,922	1,791	1,796	1,827
Ni	0,001	0,000	0,012	0,003	0,003	0,000	0,006
Li* (not implemented)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ca	1,781	1,783	1,788	1,805	1,793	1,795	1,788
Na	0,446	0,453	0,394	0,376	0,430	0,385	0,400
K	0,096	0,102	0,111	0,144	0,140	0,124	0,137
F	0,016	0,007	0,003	0,000	0,023	0,000	0,000
Cl	0,000	0,000	0,007	0,001	0,004	0,004	0,005
OH*	1,984	1,993	1,990	1,999	1,974	1,996	1,995
Total	17,322	17,338	17,293	17,324	17,363	17,304	17,325
<b>Calculation scheme</b>	$\Sigma 13$						
<b>Amphibole group</b>	Ca						
(Ca+Na) (B)	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Na (B)	0,219	0,217	0,212	0,195	0,207	0,205	0,212
(Na+K) (A)	0,322	0,338	0,293	0,324	0,363	0,304	0,325
Mg/(Mg+Fe2)	0,514	0,529	0,557	0,540	0,525	0,532	0,529

Fe3/(Fe3+Alvi)	0,616	0,613	0,702	0,671	0,669	0,665	0,631
Sum of S2	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000
<b>Amphibole names</b>							
	ferrian-	ferrian-	ferrian-	ferrian-	ferrian-	ferri-	ferrian-
	tschermakite	tschermakitit hornblende	tschermakitit hornblende	tschermakitit hornblende	tschermakite	tschermakite	tschermakitit hornblende

<b>P (kbars)</b>							
Hammarstrom & Zen 86	8,1	7,7	6,4	6,4	7,5	7,5	7,3
Hollister <i>et al.</i> 87	8,7	8,2	6,8	6,8	8,1	8,0	7,8
Johnson & Rutherford 89	6,6	6,3	5,2	5,2	6,2	6,1	6,0
Schmidt 92	8,3	7,9	6,7	6,7	7,8	7,8	7,6

**Tabela AII-4:** Geotermobarometria de Magnetita-Ilmenita de análises mais representativas da lâmina DMLH-10A.

<b>ILMAT: A Magnetite-Ilmenite Geothermobarometry Program (version 1.20)</b>		<b>By: Luc D Lepage (Lepage@geoladm.geol.queensu.ca)</b>			
	Sample #	5	2	5	6
	Line	10 A_C1_Op 3	10 A_C3_Op 2	10 A_C1_Op 3	10 A_C2_Op 1
		<b>Wt% Oxides</b>			
<b>Mol wt.</b>		<b>Magnetite</b>	<b>Ilmenite</b>	<b>Magnetite</b>	<b>Ilmenite</b>
60,0843	SiO2	0,048	0,036	0,048	0,025
79,8658	TiO2	0,187	50,272	0,187	48,739
101,9613	Al2O3	0,044	0,037	0,044	0,026
159,6882	Fe2O3(T)				
71,8444	FeO(T)	95,841	47,883	95,841	48,187
70,93745	MnO	0	2,505	0	2,085
40,3044	MgO	0,044	0,001	0,044	0,045
56,0774	CaO	0,045	0,058	0,045	0,034
61,97894	Na2O	0,011	0,073	0,011	0
94,196	K2O	0	0,014	0	0,024
149,8812	V2O3	0,38	0,566	0,38	0,466
74,6928	NiO	0,002	0	0,002	0,024

<b>Sum:</b>	96,602	101,445	96,602	99,655
-------------	--------	---------	--------	--------

*Carmichael*  
(1967)

**Recalculated Iron and Total**

**Recalculated Iron and Total**

Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> wt. %	70,6	5,8	70,6	7,3
FeO wt. %	32,3	42,7	32,3	41,6
<b>Total:</b>	<b>103,7</b>	<b>102,0</b>	<b>103,7</b>	<b>100,4</b>

**Ulvöspinel**

**Ilmenite**

**Ulvöspinel**

**Ilmenite**

Sum of  
Atomic mol  
proportion:  
No. of  
Oxygen:

2,2303	1,4902	2,2303	1,5156
4	3	4	3

**cations**

**Cation prop. (Carmichael 1967)**

**Cation prop. (Carmichael 1967)**

1	Si	0,0018	0,0009	0,0018	0,0006
1	Ti	0,0052	0,9380	0,0052	0,9249
2	Al	0,0019	0,0011	0,0019	0,0008
2	Fe+3	1,9725	0,1085	1,9725	0,1381
1	Fe+2	1,0027	0,8847	1,0027	0,8784
1	Mn	0,0000	0,0526	0,0000	0,0445
1	Mg	0,0024	0,0000	0,0024	0,0017
1	Ca	0,0018	0,0015	0,0018	0,0009
2	Na	0,0008	0,0035	0,0008	0,0000
2	K	0,0000	0,0004	0,0000	0,0008
2	Cr	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	Ba	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	Zn	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	V	0,0113	0,0113	0,0113	0,0094
1	Ni	0,0001	0,0000	0,0001	0,0005
2	Nb	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	<b>Total:</b>	<b>3,0005</b>	<b>2,0026</b>	<b>3,0005</b>	<b>2,0007</b>

**Calc. Methods:**

*Carmichael (1967)*

<b>Mol % Usp</b>	<b>Mol % Ilm</b>	<b>Mol % Usp</b>	<b>Mol % Ilm</b>
0,70%	93,89%	0,70%	92,55%

Anderson (1968)  
Lindsley & Spencer  
(1982)  
Stormer (1983)

0,40%	94,26%	0,40%	92,73%
0,53%	94,26%	0,53%	92,74%
0,52%	94,38%	0,52%	92,88%

**Geothermometer by:  
X'Usp & X'IIm from:**

Carmichael (1967)  
Anderson (1968)  
Lindsley & Spencer  
(1982)  
Stormer (1983)

Temp (°C)
391
359
372
371

Temp (°C)
403
372
385
384

Average:

373

386

**Geothermobarometer  
by:**

**X'Usp & X'IIm from:**

Carmichael (1967)  
Anderson (1968)  
Lindsley & Spencer  
(1982)  
Stormer (1983)

Temp (°C)	log10 fO2
526	-20,20
501	-20,98
511	-20,78
509	-20,91

Temp (°C)	log10 fO2
540	-19,08
517	-19,62
527	-19,44
526	-19,55

Average:

512

-21

528

-19

**Geothermobarometer  
by:**

**X'Usp & X'IIm from:**

Carmichael (1967)  
Anderson (1968)  
Lindsley & Spencer  
(1982)  
Stormer (1983)

Temp (°C)	log10 fO2
529	-20,78
501	-20,78
511	-20,56
510	-20,69

Temp (°C)	log10 fO2
545	-19,38
519	-19,38
530	-19,18
529	-19,29

Average:

513

-21

531

-19

Average all data for each analytical pair

466

-21

481

-19

**Tabela AII-5:** Química mineral e cálculo da fórmula estrutural de feldspatos da lâmina DMLH-10A, baseado em cálculos disponíveis pela Open University

Calculation of a Chemical Formula from a Mineral Analysis						
N. Ponto	3	4	5	10	11	14
Amostra	10 A_C3_PI 1	10 A_C3_PI 2	10 A_C3_PI 3	10 A_C1_PI 1	10 A_C1_PI 2	10 A_C2_PI 1
SiO <sub>2</sub>	65,367	62,905	63,426	62,81	62,298	62,573
TiO <sub>2</sub>	0,164	0	0,234	0	0,223	0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21,358	23,186	22,976	23,532	23,577	23,029
FeO	0,139	0,123	0,149	0,181	0,16	0,231
MnO	0,066	0	0	0,009	0,02	0,051
MgO	0	0,009	0,021	0	0	0
CaO	2,26	4,28	4,198	4,471	4,51	4,028
Na <sub>2</sub> O	10,287	8,92	8,739	9,153	9,242	9,174
K <sub>2</sub> O	0,079	0,06	0,043	0,081	0,091	0,073
TOTAL	99,72	99,48	99,79	100,24	100,12	99,16
Oxygens =	8	8	8	8	8	8
Si	2,883	2,793	2,804	2,775	2,759	2,791
Al	1,110	1,213	1,197	1,225	1,231	1,211
Ti	0,005	0,000	0,008	0,000	0,007	0,000
Fe	0,005	0,005	0,006	0,007	0,006	0,009
Mn	0,002	0,000	0,000	0,000	0,001	0,002
Mg	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000
Ca	0,107	0,204	0,199	0,212	0,214	0,193
Na	0,880	0,768	0,749	0,784	0,794	0,793
K	0,004	0,003	0,002	0,005	0,005	0,004
Total	4,998	4,986	4,966	5,007	5,017	5,002
Or	0,448	0,349	0,255	0,456	0,508	0,419
Ab	88,774	78,766	78,821	78,385	78,361	80,137
An	10,778	20,885	20,924	21,159	21,131	19,444

**Tabela AII-6:** Química mineral e cálculo da fórmula estrutural de cloritas da lâmina DMLH-10A, baseado em cálculos disponíveis pela Open University.

N.Ponto	12
Amostra	10 A_C1_Ch1 1
SiO2	26,105
TiO2	0,306
Al2O3	17,644
FeO	30,688
MnO	0,187
MgO	13,473
CaO	0,143
Na2O	0,198
K2O	0,097
F	0,018
Cl	0,004
NiO	0
No. of oxygens	28
Reformatted oxide percentages based on 28 oxygens (with Fe <sup>2+</sup> /Fe <sup>3+</sup> and OH calculated assuming full site occupancy)	
	12
	10 A_C1_Ch1 1
SiO2	26,105
TiO2	0,306
Al2O3	17,644
Fe2O3	0
FeO	30,688
MnO	0,187
MgO	13,473
NiO	0
CaO	0,143

**Tabela AII-7:** Cálculo da fórmula estrutural de carbonatos da lâmina DMLH-10A, baseado em cálculos disponíveis pela Open University.

Number	27
Sample	PC 3-34_C1_Carb 1
Wt% element	
Ca	44,828
Mg	0,176
Mn	0,442
Fe	0,697
Sr	
Ba	
C backcalc	13,767
O backcalc	55,016
Total	114,927
Atomic fraction	
Ca	1,118
Mg	0,007
Mn	0,008
Fe	0,012
Sr	0,000
Ba	0,000
C	1,146
O	3,439
CaO	62,72
MgO	0,29
MnO	0,57
FeO	0,90
SrO	0,00
BaO	0,00
CO2	50,44
Total	114,93
# of Ions	

Na2O	0,198
K2O	0,097
F	0,018
Cl	0,004
H2O*	11,13256157
Total	99,99556157
O=F,Cl	0,0084805
TOTAL	99,98708107
Si	5,571619479
Al iv	2,428380521
Al vi	2,043657035
Ti	0,049117313
Fe3+	0
Fe2+	5,625414093
Mn	0,033807291
Mg	4,286585259
Ni	0
Ca	0,03270303
Na	0,163882871
K	0,052813942
F	0,024300144
Cl	0,002894234
OH*	15,97280562
Total	36,28798083
Oxidized	yes
Fe/Fe+Mg	0,567535761
Variety	ripidolite

Ca	1,952
Mg	0,013
Mn	0,014
Fe	0,022
Sr	0,000
Ba	0,000
C	2,000
O	6,000
% Molecule	
CaCO3	97,58
MgCO3	0,63
MnCO3	0,70
FeCO3	1,09
SrCO3	0,00
BaCO3	0,00
Total	100,00

- DMLH-10B

Foi realizada a análise química de um total de 21 pontos em campos espalhados na lâmina, sendo 7 em cristais de anfibólio, 6 em mineral opaco, 6 em feldspato (tabela AII-8 e AII-9).

Os cristais de anfibólio analisados se concentraram totalmente dentro do campo dos anfibólios cálcicos, como pode ser visto na figura AII-11. Destrinchando mais sua composição, determinou-se através de sua química a sua fórmula estrutural e sua classificação, que pode ser vista na tabela AII-3 e no diagrama de classificação de anfibólios cálcicos da figura AII-10. Os anfibólios são classificados em Tschermakita, Hornblenda Tschermakitica e Ferro-Hornblenda Tschermakitica.

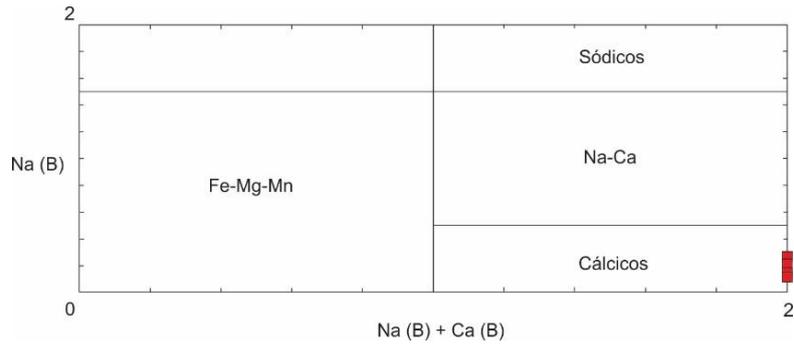
Os cristais de feldspato analisados, dos quais foram determinados suas fórmulas estruturais e teores de An-Ab-Or (tabela AII-12), e em seguida lançados no diagrama de classificação de feldspatos (figura AII-11), demonstrou seu caráter variando em torno de 24% An 76% Ab a 6% An 94% Ab. Os feldspatos se concentraram predominantemente no campo do Oligoclásio com variação para Albita.

O carbonato analisado teve sua fórmula estrutural calculada e foi demonstrado seu caráter calcítico (tabela AII-7).

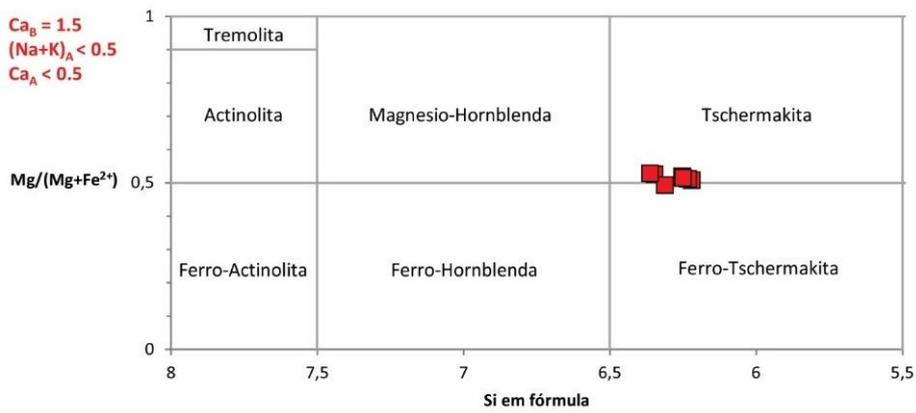
Os cristais de mineral opaco analisados correlacionaram sua composição como se tratando de magnetita, e para os quais foram calculados química mineral e sua fórmula (tabela AII-10).

Foi utilizado como barômetro os cristais de anfibólio, dos quais se obtiveram os seguintes valores de pressão em Kbars:

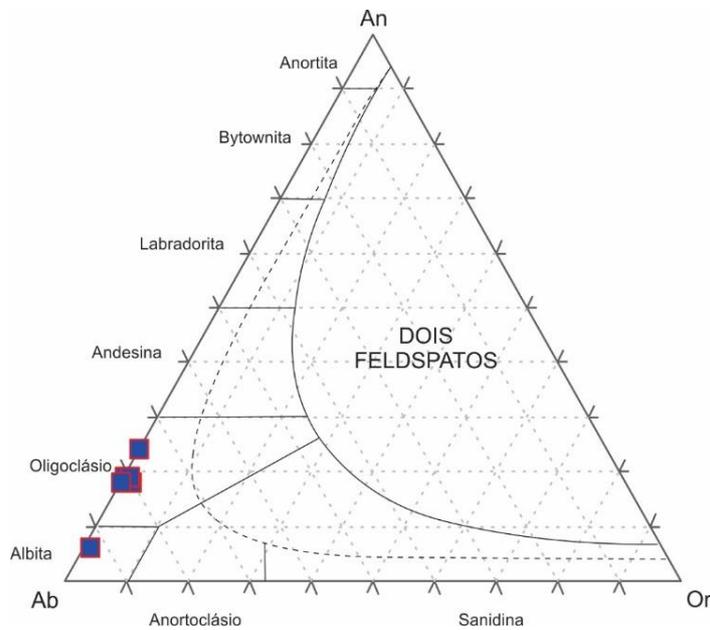
Hammarstrom & Zen 86	6,2 – 7,8
Hollister <i>et al.</i> 87	6,5 – 7,0
Johnson & Rutherford 89	5,0 – 6,4
Schmidt 92	6,5 – 8,1



**Figura AII-9:** Diagrama de classificação geral dos quatro grupos de anfibólio segundo Leake *et al.* (1997)



**Figura AII-10:** Diagrama classificatório para anfibólio cálcico segundo Leake *et al.* (1997)



**Figura AII-11:** Diagrama An-Ab-Or para o grupo dos feldspatos de temperaturas mais altas (modificado de Deer *et al.*, 1992) para a lâmina DMLH-10B

**Tabela AII-8:** Dados brutos de química mineral de silicatos da lâmina DMLH-10B.

N. Ponto	Amostra	Mineral	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	NiO	V2O3	F	Cl	(OH)	Total
17	10 B_C3_Anf 1	Anfibólio	42,484	0,645	11,873	20,544	0,282	8,467	11,498	1,377	0,648	0	0,135	0,035	0,01	2,019	100
19	10 B_C3_Anf 2	Anfibólio	42,088	0,725	11,876	21,063	0,41	8,111	11,63	1,499	0,852	0,002	0,159	0	0,015	1,573	100
20	10 B_C3_Pl 2	Plagioclásio	66,72	0	20,857	0,309	0,081	0	1,247	10,954	0,13	0	0	0	0	0	100,298
21	10 B_C3_Anf 3	Anfibólio	41,603	0,517	13,222	21,21	0,299	7,632	11,13	1,393	0,722	0	0,092	0,017	0,015	2,158	100
22	10 B_C1_Pl 1	Plagioclásio	63,552	0	23,122	0,014	0	0	3,769	9,138	0,275	0	0,056	0	0,015	0,062	100
23	10 B_C1_Qtz 1	Quartzo	100,106	0	0	0,064	0	0	0,002	0	0	0	0,02	0	0,022	0	100,209
24	10 B_C1_Pl 2	Plagioclásio	63,345	0,034	22,801	0,151	0	0,011	4,002	9,112	0,083	0,075	0	0	0,009	0,38	100,001
25	10 B_C1_Anf 1	Anfibólio	41,989	0,929	12,812	20,556	0,424	8,014	11,223	1,391	0,725	0,006	0,093	0	0,008	1,829	99,997
26	10 B_C1_Anf 2	Anfibólio	41,464	0,57	12,68	20,774	0,464	7,929	11,444	1,431	0,721	0,064	0,025	0,006	0,013	2,419	99,998
28	10 B_C2_Anf 1	Anfibólio	41,742	0,408	12,973	21,289	0,203	7,713	11,065	1,275	0,805	0	0,132	0	0,009	2,389	100,001
29	10 B_C2_Pl 1	Plagioclásio	62,707	0,219	23,288	0,186	0,041	0	4,838	8,651	0,079	0	0	0	0	0	100,009
30	10 B_C2_Pl 2	Plagioclásio	63,215	0	22,694	0,158	0,034	0	3,945	9,102	0,092	0	0,014	0	0	0,747	100,001
31	10 B_C2_Anf 2	Anfibólio	42,222	0,524	11,28	21,887	0,204	7,967	10,633	1,458	0,701	0	0,042	0	0,005	3,078	100
32	10 B_C2_Qtz 1	Quartzo	100,477	0,094	0	0,324	0,066	0	0,037	0	0	0	0	0	0,019	0	101,013
33	10 B_C2_Pl 3	Plagioclásio	63,947	0,077	22,429	0,219	0,049	0	3,715	9,242	0,041	0,029	0	0	0	0,252	100

**Tabela AII-9:** Dados brutos de Química mineral de opacos da lâmina DMLH-10B.

N. Ponto	Amostra	Mineral	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	NiO	V2O3	F	Cl	(OH)	Total
8	10 B_C3_Op 1	Magnetita	0,033	0,143	0,024	96,39	0,004	0,001	0,016	0	0,006	0	0,392	0,337	0,004	2,791	99,998
9	10 B_C3_Op 2	Magnetita	0,055	0,183	0,049	96,276	0	0	0,027	0,003	0	0	0,462	0,383	0,004	2,72	100
10	10 B_C1_Op 1	Magnetita	1,416	2,155	0,164	90,874	0,051	0,038	1,396	0	0	0	0,329	0,376	0	3,359	100
11	10 B_C1_Op 2	Magnetita	0	0,14	0,017	95,901	0	0	0,044	0,017	0,018	0	0,651	0,284	0,017	3,036	100,001
12	10 B_C1_Op 3	Magnetita	0,017	0	0,017	96,757	0,028	0,018	0,198	0	0	0,065	0,573	0,232	0,016	2,181	100
13	10 B_C2_Op 1	Magnetita	0,022	0,335	0,044	96,537	0,058	0,001	0,064	0,019	0,002	0	0,274	0,316	0	2,463	100,002

**Tabela AII-10:** Química mineral e fórmula de opacos da lâmina DMLH-10B, baseado em cálculos disponíveis pela Open University.

Elemento	P. Molec.	10 B_C3_Op 1	10 B_C3_Op 2	10 B_C1_Op 1	10 B_C1_Op 2	10 B_C1_Op 3	10 B_C2_Op 1
SiO <sub>2</sub>	60,08	0,033	0,055	1,416	0	0,017	0,022
TiO <sub>2</sub>	79,87	0,143	0,183	2,155	0,14	0	0,335
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	101,96	0,024	0,049	0,164	0,017	0,017	0,044
FeO	71,84	96,39	96,276	90,874	95,901	96,757	96,537
MnO	70,94	0,004	0	0,051	0	0,028	0,058
MgO	40,30	0,001	0	0,038	0	0,018	0,001
CaO	56,08	0,016	0,027	1,396	0,044	0,198	0,064
Na <sub>2</sub> O	61,98	0	0,003	0	0,017	0	0,019
K <sub>2</sub> O	94,20	0,006	0	0	0,018	0	0,002
Cl	35,45	0,004	0,004	0	0,017	0,016	0
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	149,88	0,392	0,462	0,329	0,651	0,573	0,274
NiO	74,69	0	0	0	0	0,065	0
		<b>97,013</b>	<b>97,059</b>	<b>96,423</b>	<b>96,805</b>	<b>97,689</b>	<b>97,356</b>
<b>M</b>							
Ni		0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000
Si		0,001	0,002	0,052	0,000	0,001	0,001
Ti		0,004	0,005	0,060	0,004	0,000	0,009
Sc		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Al		0,001	0,002	0,007	0,001	0,001	0,002
Fe <sup>3+</sup>		1,978	1,971	1,758	1,976	1,980	1,971
Mg		0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000
Fe <sup>2+</sup>		0,004	0,006	0,110	0,000	0,000	0,009
<b>ΣM</b>		<b>2,000</b>	<b>2,000</b>	<b>2,000</b>	<b>2,000</b>	<b>2,000</b>	<b>2,000</b>
<b>T</b>							

Al		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Fe <sup>3+</sup>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000
Mg		0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
Fe <sup>2+</sup>		0,999	0,998	0,943	0,995	0,986	0,994
Mn		0,000	0,000	0,002	0,000	0,001	0,002
Ca		0,001	0,001	0,055	0,002	0,008	0,003
Na		0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001
K		0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000
Cl		0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000
<b>ΣT</b>		<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>
<b>% Magnetita</b>		<b>98,495</b>	<b>98,024</b>	<b>82,001</b>	<b>98,426</b>	<b>98,608</b>	<b>97,725</b>
<b>% Ulvo-espinélio</b>		<b>0,398</b>	<b>0,509</b>	<b>5,997</b>	<b>0,390</b>	<b>0,000</b>	<b>0,928</b>
<b>% Cromita</b>		<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
<b>% Hercinita</b>		<b>0,052</b>	<b>0,107</b>	<b>0,358</b>	<b>0,037</b>	<b>0,000</b>	<b>0,096</b>
<b>% Mn<sub>2</sub>TiO<sub>4</sub></b>		<b>0,006</b>	<b>0,000</b>	<b>0,080</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,090</b>
<b>%Coulsonita</b>		<b>0,581</b>	<b>0,684</b>	<b>0,488</b>	<b>0,967</b>	<b>0,000</b>	<b>0,405</b>
<b>% Pirolusita</b>		<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,029</b>	<b>0,000</b>
<b>% Rutilo</b>		<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
<b>Soma</b>		<b>99,532</b>	<b>99,324</b>	<b>88,924</b>	<b>99,820</b>	<b>98,637</b>	<b>99,244</b>

**Tabela AII-11:** Química mineral e cálculo da fórmula estrutural de anfibólios da lâmina DMLH-10B, baseado em cálculos disponíveis pela Open University.

Sample number	17	19	21	25	26	28	31
Sample	10 B_C3_Anf 1	10 B_C3_Anf 2	10 B_C3_Anf 3	10 B_C1_Anf 1	10 B_C1_Anf 2	10 B_C2_Anf 1	10 B_C2_Anf 2
SiO <sub>2</sub>	42,484	42,088	41,603	41,989	41,464	41,742	42,222
TiO <sub>2</sub>	0,645	0,725	0,517	0,929	0,57	0,408	0,524
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,873	11,876	13,222	12,812	12,68	12,973	11,28
FeO	20,544	21,063	21,21	20,556	20,774	21,289	21,887
MnO	0,282	0,41	0,299	0,424	0,464	0,203	0,204
MgO	8,467	8,111	7,632	8,014	7,929	7,713	7,967
CaO	11,498	11,63	11,13	11,223	11,444	11,065	10,633
Na <sub>2</sub> O	1,377	1,499	1,393	1,391	1,431	1,275	1,458
K <sub>2</sub> O	0,648	0,852	0,722	0,725	0,721	0,805	0,701
F	0,035	0	0,017	0	0,006	0	0
Cl	0,01	0,015	0,015	0,008	0,013	0,009	0,005
NiO	0	0,002	0	0,006	0,064	0	0
<b>Reformatted oxide %</b>							
SiO <sub>2</sub>	42,48	42,09	41,60	41,99	41,46	41,74	42,22
TiO <sub>2</sub>	0,65	0,73	0,52	0,93	0,57	0,41	0,52
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,87	11,88	13,22	12,81	12,68	12,97	11,28
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,69	6,89	8,93	8,17	8,09	9,25	10,21
FeO	13,62	14,86	13,17	13,21	13,49	12,97	12,70
MnO	0,28	0,41	0,30	0,42	0,46	0,20	0,20
MgO	8,47	8,11	7,63	8,01	7,93	7,71	7,97
NiO	0,00	0,00	0,00	0,01	0,06	0,00	0,00
Li <sub>2</sub> O* (not implemented)							
CaO	11,50	11,63	11,13	11,22	11,44	11,07	10,63
Na <sub>2</sub> O	1,38	1,50	1,39	1,39	1,43	1,28	1,46
K <sub>2</sub> O	0,65	0,85	0,72	0,73	0,72	0,81	0,70
F	0,04	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00
Cl	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
H <sub>2</sub> O*	1,99	2,00	1,99	2,01	1,99	2,00	1,99
	100,62	100,96	100,65	100,91	100,36	100,41	99,89

O=F,Cl	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00
Total	100,60	100,95	100,64	100,90	100,35	100,41	99,89
<b>No. of oxygens</b>	23	23	23	23	23	23	23
<b>Structural formulae</b>							
Si	6,348	6,312	6,221	6,253	6,233	6,251	6,363
Al iv	1,652	1,688	1,779	1,747	1,767	1,749	1,637
Al vi	0,439	0,411	0,551	0,502	0,480	0,540	0,366
Ti	0,072	0,082	0,058	0,104	0,064	0,046	0,059
Fe3+	0,865	0,777	1,005	0,915	0,916	1,042	1,158
Fe2+	1,703	1,864	1,647	1,645	1,696	1,624	1,601
Mn	0,036	0,052	0,038	0,053	0,059	0,026	0,026
Mg	1,886	1,813	1,701	1,779	1,777	1,722	1,790
Ni	0,000	0,000	0,000	0,001	0,008	0,000	0,000
Li* (not implemented)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ca	1,841	1,869	1,783	1,791	1,843	1,775	1,717
Na	0,399	0,436	0,404	0,402	0,417	0,370	0,426
K	0,124	0,163	0,138	0,138	0,138	0,154	0,135
F	0,017	0,000	0,008	0,000	0,003	0,000	0,000
Cl	0,003	0,004	0,004	0,002	0,003	0,002	0,001
OH*	1,981	1,996	1,988	1,998	1,994	1,998	1,999
Total	17,363	17,468	17,325	17,330	17,399	17,299	17,278
<b>Calculation scheme</b>	$\Sigma 13$						
<b>Amphibole group</b>	Ca						
(Ca+Na) (B)	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Na (B)	0,159	0,131	0,217	0,209	0,157	0,225	0,283
(Na+K) (A)	0,363	0,468	0,325	0,330	0,399	0,299	0,278
Mg/(Mg+Fe2)	0,526	0,493	0,508	0,520	0,512	0,515	0,528
Fe3/(Fe3+Alvi)	0,663	0,654	0,646	0,646	0,656	0,659	0,760

Sum of S2	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000
<b>Amphibole names</b>							
	ferrian-	ferrian-	ferri-	ferrian-	ferrian-	ferri-	ferri-
	tschermakitic hornblende	ferro-tschermakitic hornblende	tschermakite	tschermakitic hornblende	tschermakite	tschermakitic hornblende	tschermakitic hornblende
<b>P (kbars)</b>							
Hammarstrom & Zen 86	6,6	6,6	7,8	7,4	7,4	7,6	6,2
Hollister <i>et al.</i> 87	7,0	7,1	8,4	7,9	7,9	8,2	6,5
Johnson & Rutherford 89	5,4	5,4	6,4	6,1	6,0	6,2	5,0
Schmidt 92	6,9	7,0	8,1	7,7	7,7	7,9	6,5

**Tabela AII-12:** Química mineral e cálculo da fórmula estrutural de feldspatos da lâmina DMLH-10B, baseado em cálculos disponíveis pela Open University

Calculation of a Chemical Formula from a Mineral Analysis						
N. Ponto	20	22	24	29	30	33
Amostra	10 B_C3_P1 2	10 B_C1_P1 1	10 B_C1_P1 2	10 B_C2_P1 1	10 B_C2_P1 2	10 B_C2_P1 3
SiO2	66,72	63,552	63,345	62,707	63,215	63,947
TiO2	0	0	0,034	0,219	0	0,077
Al2O3	20,857	23,122	22,801	23,288	22,694	22,429
FeO	0,309	0,014	0,151	0,186	0,158	0,219
MnO	0,081	0	0	0,041	0,034	0,049
MgO	0	0	0,011	0	0	0
CaO	1,247	3,769	4,002	4,838	3,945	3,715
Na2O	10,954	9,138	9,112	8,651	9,102	9,242
K2O	0,13	0,275	0,083	0,079	0,092	0,041
TOTAL	100,30	99,87	99,54	100,01	99,24	99,72
Oxygens =	8	8	8	8	8	8
Si	2,922	2,808	2,810	2,776	2,812	2,829
Al	1,077	1,204	1,192	1,215	1,190	1,169
Ti	0,000	0,000	0,001	0,007	0,000	0,003
Fe	0,011	0,001	0,006	0,007	0,006	0,008
Mn	0,003	0,000	0,000	0,002	0,001	0,002
Mg	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
Ca	0,059	0,178	0,190	0,229	0,188	0,176
Na	0,930	0,783	0,784	0,743	0,785	0,793
K	0,007	0,015	0,005	0,004	0,005	0,002
Total	5,009	4,989	4,988	4,983	4,988	4,982
Or	0,729	1,587	0,480	0,457	0,534	0,238
Ab	93,396	80,146	80,084	76,043	80,247	81,629
An	5,875	18,267	19,437	23,500	19,220	18,132

- DMLH-10D

Foi realizada a análise química de um total de 16 pontos em campos espalhados na lâmina, sendo 6 em cristais de anfibólio, 3 em feldspato, 2 em mineral opaco, 2 em muscovita e 2 em carbonato (tabela AII-13 e AII-14).

Os cristais de anfibólio analisados se concentraram totalmente dentro do campo dos anfibólios cálcicos, como pode ser visto na figura AII-12. Destrinchando mais sua composição, determinou-se através de sua química a sua fórmula estrutural e sua classificação, que pode ser vista na tabela AII-15 e no diagrama de classificação de anfibólios cálcicos da figura AII-13. Os anfibólios são classificados em predominantemente Mg-Hornblenda com ocorrência de Tschermakita e Ferro-Hornblenda Tschermakítica.

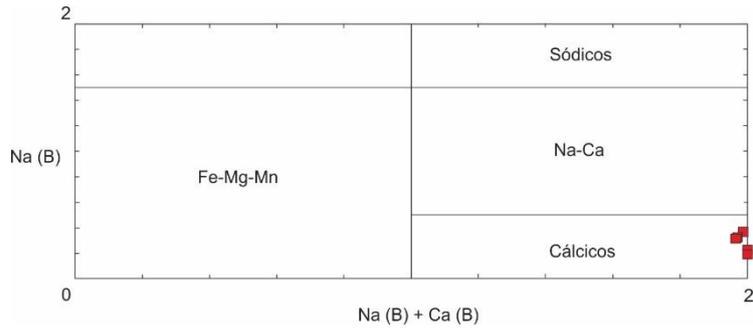
Os cristais de feldspato analisados, dos quais foram determinados suas fórmulas estruturais e teores de An-Ab-Or (tabela AII-12), e em seguida lançados no diagrama de classificação de feldspatos (figura AII-16), demonstrou seu caráter variando em torno de 37%An 63%Ab a 45%An 55%Ab. Os feldspatos se concentraram predominantemente no campo da Andesina.

O carbonato analisado tem composição calcítica.

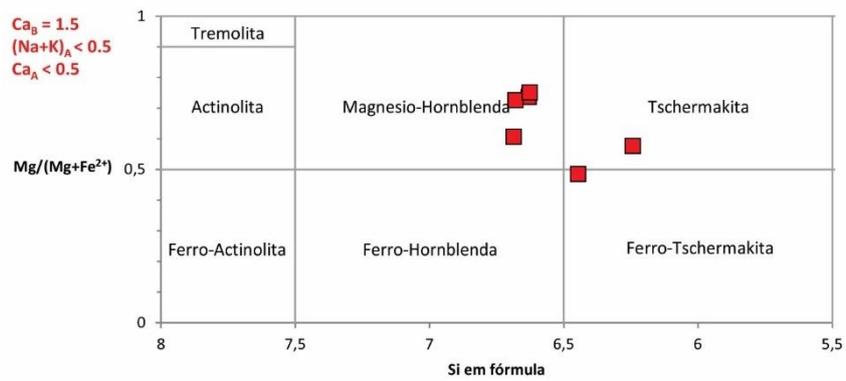
Os cristais de mineral opaco analisados correlacionaram sua composição como se tratando de ilmenita.

Foi utilizado como barômetro os cristais de anfibólio, dos quais se obtiveram os seguintes valores de pressão em Kbars:

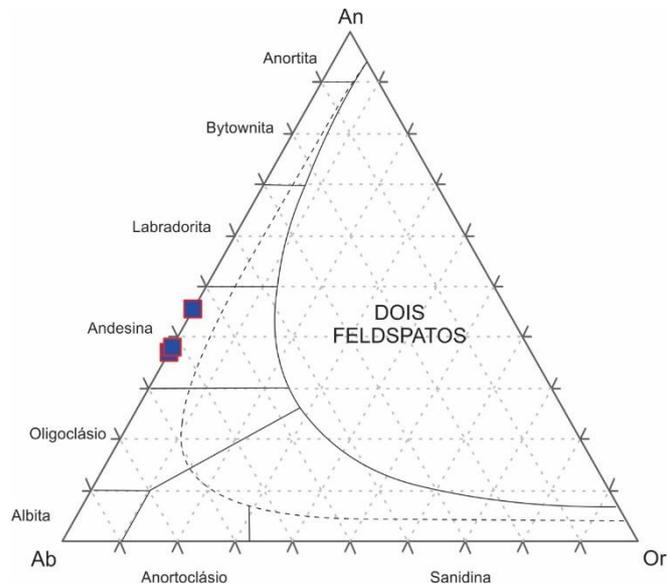
Hammarstrom & Zen 86	4,3 – 8,7
Hollister <i>et al.</i> 87	4,4 – 9,4
Johnson & Rutherford 89	3,4 – 7,1
Schmidt 92	4,7 – 8,9



**Figura AII-12:** Diagrama de classificação geral dos quatro grupos de anfibólio segundo Leake *et al.* (1997)



**Figura AII-13:** Diagrama classificatório para anfibólio cálcico segundo Leake *et al.* (1997)



**Figura AII-14:** Diagrama An-Ab-Or para o grupo dos feldspatos de temperaturas mais altas (modificado de Deer *et al.*, 1992) para a lâmina DMLH-10D.

**Tabela AII-13:** Dados brutos de química mineral de silicatos da lâmina DMLH-10D.

N. Ponto	Amostra	Mineral	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	NiO	V2O3	F	Cl	(OH)	Total
1	10 D_C2_Anf 1	Anfibólio	45,073	0,568	10,17	17,77	0,366	10,03	11,225	1,2	0,228	0,025	0,103	0	0,003	3,239	99,999
2	10 D_C2_Anf 2	Anfibólio	43,475	0,26	14,335	18,854	0,226	7,479	11,136	1,237	0,37	0	0,179	0	0,013	2,437	99,998
3	10 D_C2_Ms 1	Muscovita	46,63	0,025	31,915	2,924	0	1,003	0,012	0,217	9,805	0,013	0	0	0,004	7,453	100
4	10 D_C2_Ep 1	Epídoto	38,631	0,004	24,749	9,836	0,183	0	23,708	0	0	0	0	0	0	2,889	100
5	10 D_C1_Carb 1	Carbonato	0,009	0,236	0	0,674	0,766	0,351	61,574	0,039	0,019	0,009	0	0	0,009	36,314	99,998
6	10 D_C1_Pl 1	Plagioclásio	59,22	0,043	25,047	0	0	0,004	7,532	7,086	0,042	0,073	0,02	0	0	0,932	99,999
7	10 D_C1_Pl 2	Plagioclásio	57,926	0,01	25,205	0,028	0,087	0,006	7,765	7,03	0,068	0,046	0,044	0	0,003	1,783	100
8	10 D_C1_Ms 1	Muscovita	46,421	0,085	32,103	2,847	0,031	1,04	0,002	0,241	10,206	0	0	0	0	7,023	99,999
9	10 D_C3_Anf 1	Anfibólio	45,612	0,505	9,686	18,008	0,605	11,006	10,344	1,328	0,209	0,062	0,036	0,042	0	2,574	99,999
10	10 D_C3_Anf 2	Anfibólio	46,274	0,57	9,572	17,847	0,591	11,171	10,647	1,134	0,18	0	0,073	0	0	1,942	100,001
11	10 D_C3_Pl 1	Plagioclásio	56,152	0	27,189	0,085	0	0,025	9,15	6,08	0,061	0	0	0	0	1,256	99,998
13	10 D_C3_Carb 1	Carbonato	0,082	0	0,023	1,469	0,596	0,745	60,925	0	0	0	0	0	0,006	36,155	100
14	10 D_C3_Anf 3	Anfibólio	45,506	0,408	9,749	17,643	0,358	11,341	10,535	1,152	0,212	0,01	0,083	0,054	0,003	2,966	99,996
15	10 D_C3_Anf 4	Anfibólio	41,962	0,408	14,21	18,24	0,388	8,575	11,231	1,436	0,348	0	0,041	0,117	0	3,093	100

**Tabela AII-14:** Dados brutos de química mineral de opacos da lâmina DMLH-10D.

N. Ponto	Amostra	Mineral	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	NiO	V2O3	F	Cl	(OH)	Total
1	10 D_C2_Op 1	Ilmenita	0,063	48,278	0,013	46,298	3,687	0,026	0,142	0,033	0	0,102	0,535	0	0	0,823	100
2	10 D_C1_Op 1	Ilmenita	0,011	50,662	0	45,612	1,879	0,04	0,493	0	0	0,035	0,486	0	0	0,781	99,999

**Tabela AII-15:** Química mineral e cálculo da fórmula estrutural de anfibólios da lâmina DMLH-10D, baseado em cálculos disponíveis pela Open University.

Sample number	1	2	9	10	14	15
Sample	10 D_C2_Anf 1	10 D_C2_Anf 2	10 D_C3_Anf 1	10 D_C3_Anf 2	10 D_C3_Anf 3	10 D_C3_Anf 4
SiO <sub>2</sub>	45,073	43,475	45,612	46,274	45,506	41,962
TiO <sub>2</sub>	0,568	0,26	0,505	0,57	0,408	0,408
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,17	14,335	9,686	9,572	9,749	14,21
FeO	17,77	18,854	18,008	17,847	17,643	18,24
MnO	0,366	0,226	0,605	0,591	0,358	0,388
MgO	10,03	7,479	11,006	11,171	11,341	8,575
CaO	11,225	11,136	10,344	10,647	10,535	11,231
Na <sub>2</sub> O	1,2	1,237	1,328	1,134	1,152	1,436
K <sub>2</sub> O	0,228	0,37	0,209	0,18	0,212	0,348
F	0	0	0,042	0	0,054	0,117
Cl	0,003	0,013	0	0	0,003	0
NiO	0,025	0	0,062	0	0,01	0
<b>Reformatted oxide %</b>						
SiO <sub>2</sub>	45,07	43,48	45,61	46,27	45,51	41,96
TiO <sub>2</sub>	0,57	0,26	0,51	0,57	0,41	0,41
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,17	14,34	9,69	9,57	9,75	14,21
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,85	5,20	12,21	11,47	12,16	7,78
FeO	11,60	14,17	7,02	7,53	6,70	11,24
MnO	0,37	0,23	0,61	0,59	0,36	0,39
MgO	10,03	7,48	11,01	11,17	11,34	8,58
NiO	0,03	0,00	0,06	0,00	0,01	0,00
Li <sub>2</sub> O* (not implemented)						
CaO	11,23	11,14	10,34	10,65	10,54	11,23
Na <sub>2</sub> O	1,20	1,24	1,33	1,13	1,15	1,44
K <sub>2</sub> O	0,23	0,37	0,21	0,18	0,21	0,35
F	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,12
Cl	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
H <sub>2</sub> O*	2,02	2,02	2,04	2,08	2,03	1,96
	99,36	99,92	100,67	101,21	100,22	99,65

O=F,Cl	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,05
Total	99,36	99,92	100,66	101,21	100,20	99,60
<b>No. of oxygens</b>	23	23	23	23	23	23
<b>Structural formulae</b>						
Si	6,687	6,446	6,630	6,679	6,626	6,243
Al iv	1,313	1,554	1,370	1,321	1,374	1,757
Al vi	0,465	0,951	0,289	0,308	0,300	0,734
Ti	0,063	0,029	0,055	0,062	0,045	0,046
Fe3+	0,765	0,580	1,336	1,246	1,333	0,871
Fe2+	1,440	1,758	0,853	0,909	0,816	1,398
Mn	0,046	0,028	0,074	0,072	0,044	0,049
Mg	2,218	1,653	2,385	2,404	2,462	1,902
Ni	0,003	0,000	0,007	0,000	0,001	0,000
Li* (not implemented)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ca	1,784	1,769	1,611	1,647	1,644	1,790
Na	0,345	0,356	0,374	0,317	0,325	0,414
K	0,043	0,070	0,039	0,033	0,039	0,066
F	0,000	0,000	0,019	0,000	0,025	0,055
Cl	0,001	0,003	0,000	0,000	0,001	0,000
OH*	1,999	1,997	1,981	2,000	1,974	1,945
Total	17,172	17,195	17,024	16,997	17,008	17,270
<b>Calculation scheme</b>	$\Sigma 13$					
<b>Amphibole group</b>	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca
(Ca+Na) (B)	2,000	2,000	1,985	1,964	1,969	2,000
Na (B)	0,216	0,231	0,374	0,317	0,325	0,210
(Na+K) (A)	0,172	0,195	0,039	0,033	0,039	0,270
Mg/(Mg+Fe2)	0,606	0,485	0,736	0,726	0,751	0,576
Fe3/(Fe3+Alvi)	0,622	0,379	0,822	0,802	0,816	0,543

Sum of S2	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000
<b>Amphibole names</b>						
	ferrian-		ferri-	ferri-	ferri-	ferrian-
	magnesio-hornblende	ferro-tschermakitic hornblende	magnesio-hornblende	magnesio-hornblende	magnesio-hornblende	tschermakite
<b>P (kbars)</b>						
Hammarstrom & Zen 86	5,0	8,7	4,4	4,3	4,5	8,6
Hollister <i>et al.</i> 87	5,3	9,4	4,6	4,4	4,7	9,3
Johnson & Rutherford 89	4,1	7,1	3,6	3,4	3,6	7,1
Schmidt 92	5,5	8,9	4,9	4,7	5,0	8,8

**Tabela II-16:** Química mineral e cálculo da fórmula estrutural de feldspatos da lâmina DMLH-10D, baseado em cálculos disponíveis pela Open University

Calculation of a Chemical Formula from a Mineral Analysis			
N. Ponto	6	7	11
Amostra	10 D_C1_PI 1	10 D_C1_PI 2	10 D_C3_PI 1
SiO2	59,22	57,926	56,152
TiO2	0,043	0,01	0
Al2O3	25,047	25,205	27,189
FeO	0	0,028	0,085
MnO	0	0,087	0
MgO	0,004	0,006	0,025
CaO	7,532	7,765	9,15
Na2O	7,086	7,03	6,08
K2O	0,042	0,068	0,061
TOTAL	98,97	98,13	98,74
Oxygens =	8	8	8
Si	2,665	2,637	2,549
Al	1,329	1,353	1,455
Ti	0,001	0,000	0,000
Fe	0,000	0,001	0,003
Mn	0,000	0,003	0,000
Mg	0,000	0,000	0,002
Ca	0,363	0,379	0,445
Na	0,618	0,621	0,535
K	0,002	0,004	0,004
Total	4,979	4,998	4,993
Or	0,245	0,394	0,359
Ab	62,842	61,853	54,400
An	36,913	37,754	45,241

---

## ANEXO III – PONTO DMLH-12

---

**Número do Ponto:** DMLH-12

**Número das Amostras:** DMLH-12A e DMLH-12B

**Tipo de afloramento:** Margem e leito de drenagem

**Coordenadas UTM:** 642045 / 8921719

**Altitude:** 128 m

**Domínio Geológico:** Canindé

**Unidade Geológica:** Novo Gosto

**Descrição de Afloramento:** Afloramento da unidade Novo Gosto, apresentando coloração cinza escuro a preto, em margem e leito de drenagem com sequência de rocha metagrauvaca bem deformada com foliação Sn N190/60, da qual foi coletada uma amostra para petrografia, geoquímica e datação. Em meio as rochas metagrauvacas foi visto uma camada de metarcóseo com N135/vertical, da qual foi extraída uma amostra (DMLH-12B) para datação (ver figura AIII-1), e também ocorrência de veios de quartzo dobrados.



**Figura AIII-1:** Na parte superior da imagem se visualiza as rochas metagrauvacas de coloração cinza escuro e na parte inferior ocorre a camada de metarcóseo.

## Descrição Microscópica:

- DMLH-12A:

- Descrição: Rocha pouco intemperizada de coloração cinza musgo em lâmina, apresentando textura granolepidoblástica muito fina (ver figura AIII-2). Do ponto de vista mineralógico, a rocha é composta essencialmente por cristais de biotita, plagioclásio, quartzo e ilmenita, com clorita e epidoto como mineral de alteração, ocorrendo ainda traços de apatita, titanita e remanescentes de anfibólio. Presença de faixas com maior concentração de cristais de plagioclásio+quartzo e com muito pouca ilmenita, onde também ocorrem porfiroclastos bem preservados de anfibólio, faixas mais ricas em cristais de biotita e ilmenita, e faixas com cristais de biotita com dimensões relativamente maiores comparas as outras faixas. Ocorrência de vênulas de quartzo metamórfico com extinção ondulante e formação de subgrãos.

- Descrição dos Minerais:

- Biotita → Os cristais de biotita no geral predominam como cristais subédricos e dispostos segundo a foliação da rocha. Tamanho varia entre 0,01 a 0,91mm com predomínio de 0,05 a 0,18mm. Nota-se como mineral de alteração associado, o epidoto e a clorita, a qual é bem notada pseudomorfosendo alguns cristais de biotita.

- Plagioclásio → Ocorre de forma intergranular entre as micas e no geral predominam com tamanho em torno de 0,01 a 0,05mm, ocorrendo de forma relativamente um pouco mais avantajada nas finas fitas de plagioclásio+quartzo que ocorrem na rocha de forma concordante com a foliação. Apresentam extinção ondulante com ocorrência de formação de sub-grãos. Sua distinção do quartzo foi mais evidente através da análise de microsonda, pois não são visualizados características típicas de plagioclásio e também devido a granulometria fina.

- Quartzo → Cristais granulares muito finos ocorrendo de forma intergranular aos cristais de plagioclásio e biotita. Devido a granulometria muito fina em que estes ocorrem e pela semelhança em lâmina com os cristais de plagioclásio, sua quantificação foi estimada a partir da análise de microsonda eletrônica.

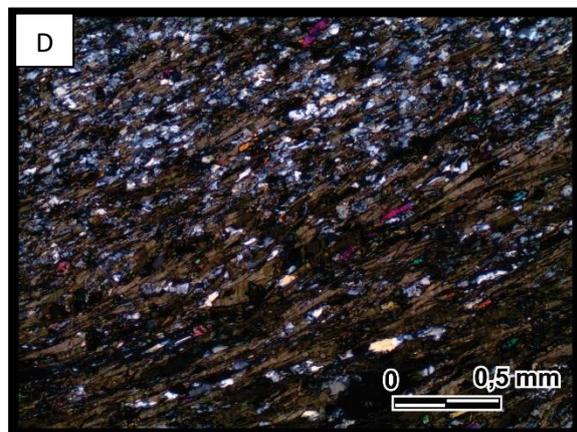
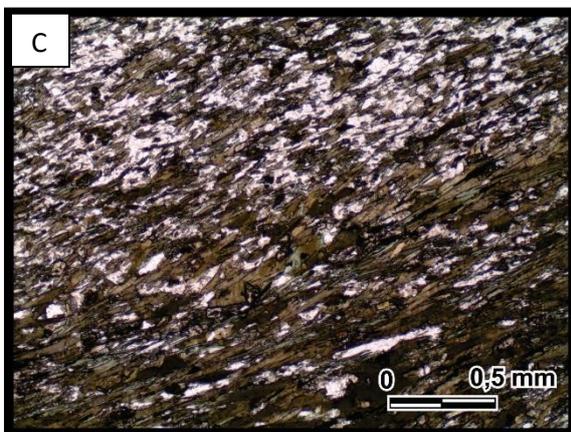
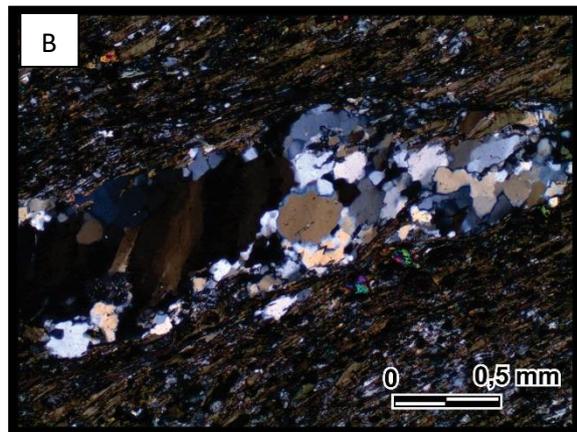
- Ilmenita → No geral, os cristais se apresentam desde anédricos a euédricos com predomínio de anédricos, homoganeamente disseminados na rocha. Tamanho variando entre

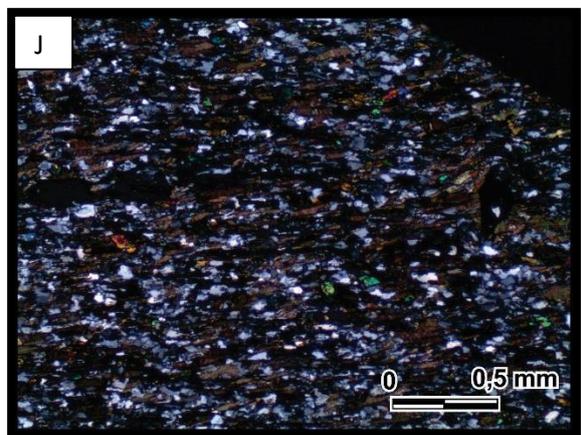
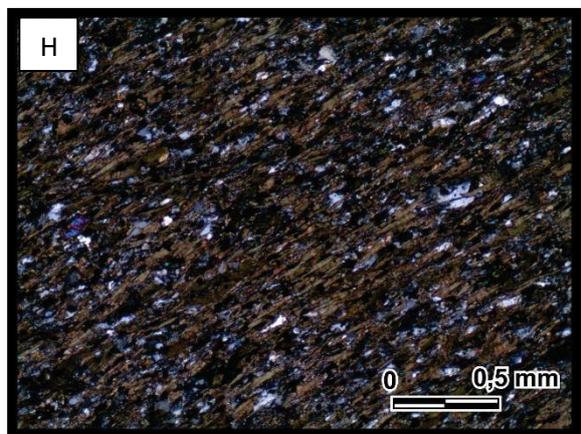
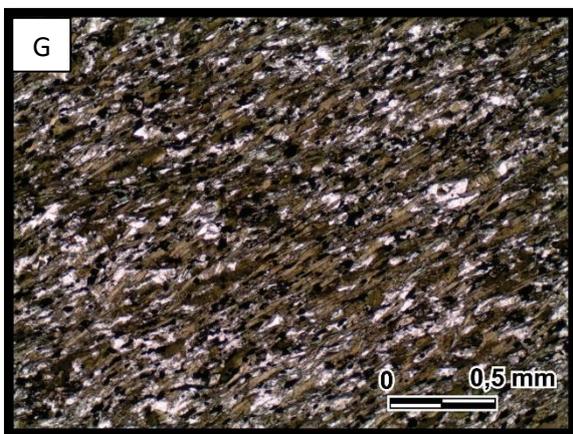
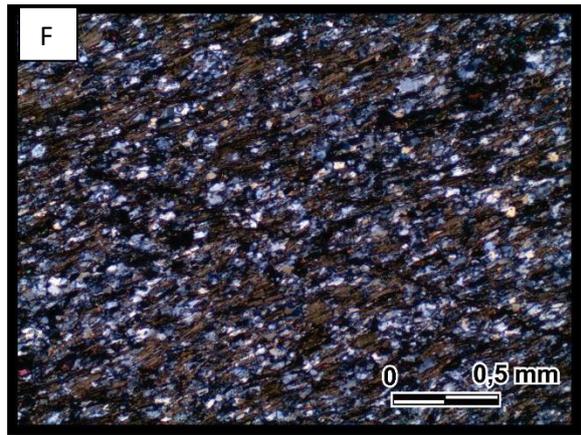
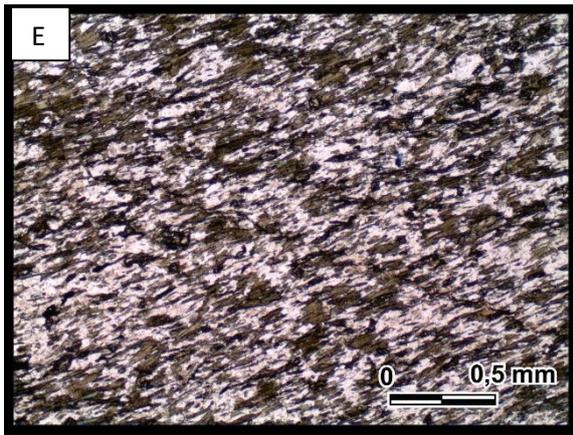
0,002 a 0,08mm com predomínio de em torno de 0,016 a 0,04mm. Ocorrem raros cristais com aparência cúbica.

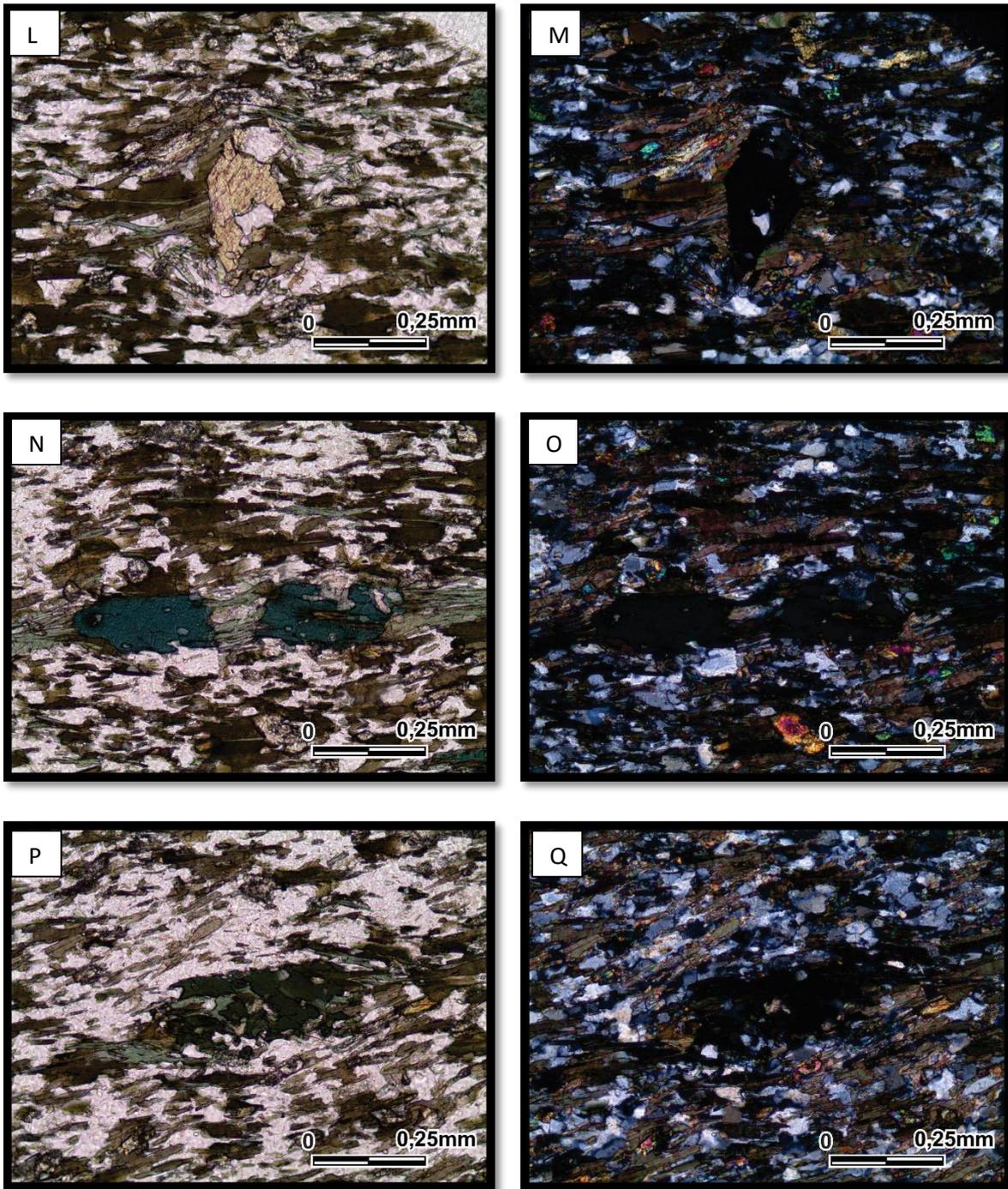
- Anfibólio → Os cristais ocorrem como porfiroclastos pré-tectônicos bem preservados em algumas faixas da rocha, com presença de alguns cristais com seção basal bem preservada e geminação carlsbad. Tamanho variando de 0,06 a 0,33mm. Nota-se alguns cristais formando augen e alguns com boudinagem tipo *pinch and swell*.

- Composição Modal: Biotita (47%), Plagioclásio (25%), Epídoto (10%), Clorita (6%), Quartzo (5%) Ilmenita (5%), Anfibólio (2%), Apatita (traços), Titanita (traços)

- Paragênese: Biotita, Plagioclásio, Clorita, Epídoto, Quartzo, Anfibólio, Ilmenita
- Fácies Metamórfica: Anfibolito Inferior Retrometamorfizado na Xisto Verde
- Nome da Rocha: Quartzo-Ilmenita-Clorita-Epídoto-Plagioclásio-Biotita Xisto
- Protólito: Grauvaca







**Figura AIII-2: Lâmina DMLH-12A.** (A) e (B) Detalhe de vênula de quartzo aproximadamente concordante com foliação. Luz transmitida, nicóis paralelos e nicóis cruzados respectivamente, aumento de 4x. (C) e (D) Faixa com cristais de biotita mais desenvolvidos. Luz transmitida, nicóis paralelos e nicóis cruzados respectivamente, aumento de 4x. (E) e (F) Faixa com maior concentração de Plagioclásio+Quartzo e muito pouco opaco. Luz transmitida, nicóis paralelos e nicóis cruzados respectivamente, aumento de 4x. (G) e (H) Faixa com maior concentração de cristais de biotita e opaco. Luz transmitida, nicóis paralelos e nicóis cruzados respectivamente, aumento de 4x. (I) e (J) Disposição espacial de alguns porfiroclastos de anfibólio na rocha. Luz transmitida, nicóis paralelos e nicóis cruzados respectivamente aumento de 4x. (L) e (M) Detalhe de

porfiroclasto de anfibólio com seção basal moderadamente preservada. Luz transmitida, nicóis paralelos e nicóis cruzados respectivamente aumento de 10x. (N) e (O) Detalhe de porfiroclasto de anfibólio com boudinagem do tipo *pinch and swell* com *neck* de clorita. Luz transmitida, nicóis paralelos e nicóis cruzados respectivamente aumento de 10x. (P) e (Q) Detalhe de porfiroclasto de anfibólio com foliação moldando-o, evidenciando sua natureza pré-tectônica. Luz transmitida, nicóis paralelos e nicóis cruzados respectivamente aumento de 10x.

### **Química Mineral:**

Foi realizada a química mineral de um total de 42 pontos em campos espalhados na lâmina, sendo 10 em cristais de biotita, 9 em feldspato, 8 em clorita, 7 em mineral opaco, 4 em epídoto, 3 em anfibólio e 1 em titanita (tabela AIII-1 e AIII-2).

Os cristais de feldspato analisados, dos quais foram determinados suas fórmulas estruturais e teores de An-Ab-Or (tabela AIII-3), e em seguida lançados no diagrama de classificação de feldspatos (figura AIII-3), demonstrou seu caráter variando em torno de 26% An 74% Ab a 42% An 58% Ab. Os feldspatos se concentraram principalmente no campo da Andesina, com variações para Oligoclásio.

Obteve-se para os cristais de biotita, o cálculo de sua química e fórmula estrutural (tabela AIII-4), a partir da qual pode-se observar que se tratam, de acordo com classificação de Deer et al (1972), de biotitas com tendência mais para biotitas ferrosas, se encaixando entre os campos da Siderofilita e da Anita (ver figura AIII-6). Também a partir dos cristais de biotita, pôde-se aplicar o método de geotermometria estabelecido por Luhr *et al.* (1984), com o qual foram calculados valores variando entre 868,1 a 901,1 °C.

Para os cristais de cloritas analisadas, também foi recalculado a química mineral e sua fórmula estrutural, como pode ser visto na tabela AIII-6. Através dos dados químicos obteve-se a classificação das cloritas de acordo com Zane & Weiss (1998) como sendo do tipo I, sendo que Zane *et al.* (1998) indica que as cloritas metamórficas são comumente encaixadas neste campo (ver figura AIII-7-A). Já de acordo com a classificação de cloritas determinada por Hey (1954), praticamente todas as cloritas se encaixaram no campo da ripidolita com exceção de uma que se encaixou no campo da pinoclorita (figura AIII-7-B).

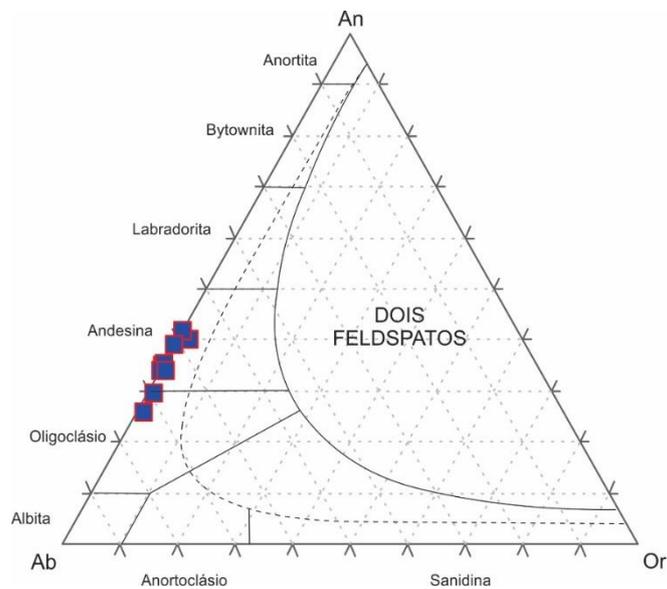
A análise dos cristais de mineral opaco determinou sua composição relacionada a Ilmenita, como pode ser notado na tabela AIII-7.

Os cristais de anfibólio analisados se concentraram totalmente dentro do campo dos anfibólios cálcicos, como pode ser visto na figura AIII-5. Destrinchando mais sua composição,

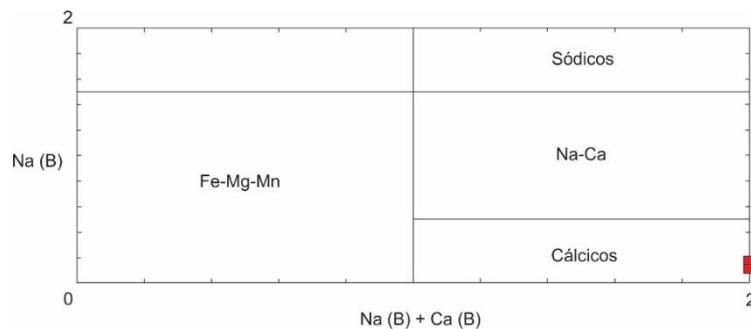
determinou-se através de sua química a sua fórmula estrutural e sua classificação, que pode ser vista na tabela AIII-5. Os anfibólios são classificados, de acordo com Leake *et al.* (1997) em Ferro-Tschermakita (figura AIII-5).

Foi utilizado como barômetro os cristais de anfibólio, dos quais se obtiveram os seguintes valores de pressão em Kbars:

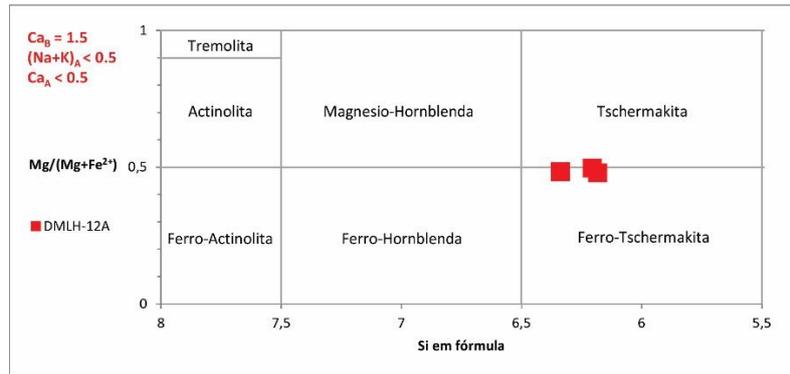
Hammarstrom & Zen 86	7,6 – 8,3
Hollister <i>et al.</i> 87	8,1 – 9,0
Johnson & Rutherford 89	6,2 – 6,9
Schmidt 92	7,9 – 8,6



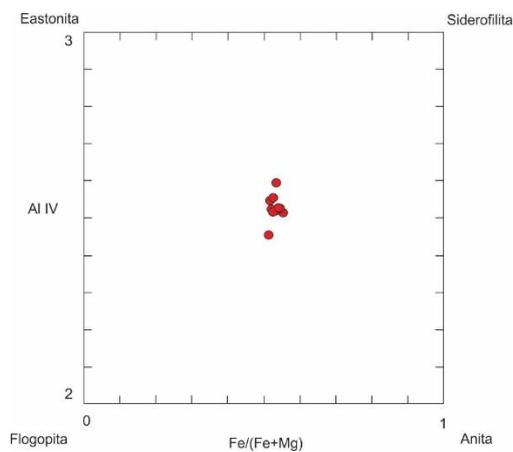
**Figura AIII-3:** Diagrama An-Ab-Or para o grupo dos feldspatos de temperaturas mais altas (modificado de Deer *et al.*, 1992) para a lâmina DMLH-12A



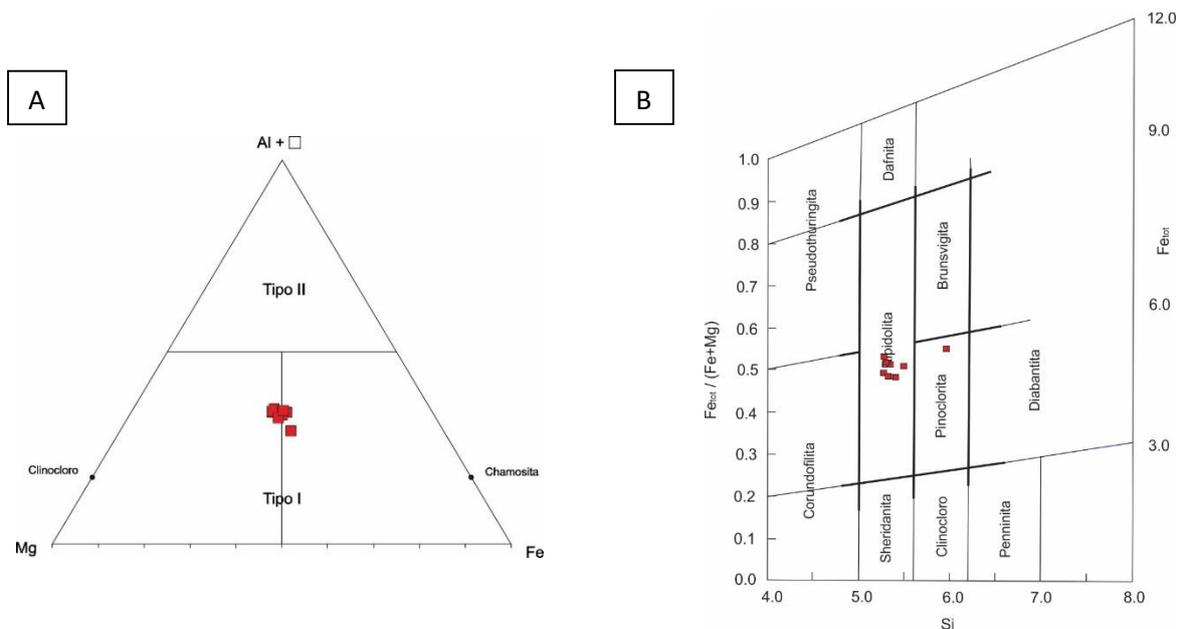
**Figura AIII-4:** Diagrama de classificação geral dos quatro grupos de anfibólio segundo Leake *et al.* (1997)



**Figura AIII-5:** Diagrama classificatório para anfíbólio cálcico segundo Leake *et al.* (1997)



**Figura AIII-6:** Classificação das biotitas de acordo com os membros finais da solução sólida anita – flogopita – eastonita – siderofilita (Deer et al, 1972) para a lâmina DMLH-12A



**Figura AIII-7:** (A) Diagrama de classificação para cloritas da lâmina DMLH-12A (Zane & Weiss, 1998). (B) Diagrama de classificação para cloritas da lâmina DMLH-12A (Hey 1954)

**Tabela AIII-1:** Dados brutos de química mineral de silicatos da lâmina DMLH-12A.

N. Ponto	Amostra	Mineral	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	NiO	V2O3	F	Cl	(OH)	Total
16	12 A_C1_Anf 1	Anfibólio	41,174	0,617	13,736	21,029	0,326	7,292	11,374	1,372	0,713	0	0,022	0	0,013	2,333	99,998
17	12 A_C1_Anf 2	Anfibólio	41,459	0,47	13,825	20,73	0,386	7,427	11,333	1,242	0,651	0	0,076	0,018	0,002	2,388	99,999
18	12 A_C1_Anf 3	Anfibólio	42,011	0,39	12,836	20,155	0,424	7,691	11,622	1,237	0,727	0,054	0,09	0	0	2,763	100
19	12 A_C1_Ch1 1	Clorita	25,959	0	20,845	26,028	0,367	16,505	0,03	0	0,018	0	0,001	0,06	0	10,212	100
20	12 A_C1_Ch1 2	Clorita	25,689	0	21,227	26,101	0,348	16,195	0	0,029	0,055	0,068	0,092	0,025	0,001	10,18	99,999
21	12 A_C1_Bt 1	Biotita	36,757	1,649	16,29	20,063	0,165	10,605	0,022	0,063	9,627	0,015	0,061	0,171	0,01	4,575	99,999
22	12 A_C1_Ep 1	Epídoto	38,022	0	23,156	11,54	0,126	0,043	23,275	0,013	0,02	0	0,066	0	0,028	3,716	99,999
23	12 A_C1_Bt 2	Biotita	36,044	2,086	16,545	20,418	0,275	10,624	0	0,082	9,511	0	0,124	0,177	0,006	4,185	100,001
24	12 A_C1_Pl 1	Plagioclásio	57,133	0,113	26,737	0,17	0	0,024	8,368	6,578	0,338	0	0	0	0,01	0,531	100
25	12 A_C1_Pl 2	Plagioclásio	57,71	0	26,175	0,137	0,001	0	8,497	6,478	0,081	0	0	0	0	0,921	100
26	12 A_C5_Pl 1	Plagioclásio	60,997	0,029	24,095	0,1	0,028	0	5,977	7,796	0,093	0	0	0	0	0,884	99,999
27	12 A_C5_Bt 1	Biotita	35,917	1,615	16,545	20,743	0,213	10,205	0	0,057	9,776	0,052	0,153	0,117	0,011	4,647	100
28	12 A_C5_Bt 2	Biotita	36,079	2,357	16,735	20,425	0,162	10,267	0,041	0,135	9,594	0	0,128	0,131	0,041	3,972	100,003
29	12 A_C5_Ch1 1	Clorita	26,252	0,282	20,203	25,695	0,43	16,286	0,042	0	0,032	0	0,057	0,022	0	10,71	100,002
30	12 A_C4_Bt 1	Biotita	35,78	2,38	16,446	20,799	0,208	9,643	0,007	0,041	9,437	0,048	0,177	0,167	0,02	4,924	100,002
31	12 A_C4_Pl 1	Plagioclásio	59,117	0	24,96	0,047	0,009	0	7,162	7,379	0,048	0,025	0,023	0	0	1,229	99,999
32	12 A_C4_Pl 2	Plagioclásio	59,058	0,22	24,891	0,133	0,073	0	7,323	7,31	0,078	0	0	0	0	0,913	99,999
33	12 A_C4_Pl 3	Plagioclásio	59,064	0	25,137	0,196	0,019	0	7,06	7,594	0,065	0	0	0	0,002	0,864	100,001
34	12 A_C4_Ch1 1	Clorita	25,857	0,224	20,07	27,713	0,31	15,621	0,017	0,037	0	0	0,022	0	0,012	10,122	100,002
35	12 A_C3_Bt 1	Biotita	35,768	2,149	16,295	21,455	0,044	9,701	0,014	0,06	9,214	0	0,123	0,047	0,043	5,116	99,999
36	12 A_C3_Ep 1	Biotita	38,009	0,132	22,904	11,028	0,214	0,02	22,86	0,012	0	0,044	0,214	0	0,012	4,552	99,998
37	12 A_C3_Ep 2	Epídoto	38,196	0,217	22,985	10,937	0,248	0	23,093	0,012	0,018	0,027	0,178	0	0,035	4,063	100,001
38	12 A_C3_Ch1 1	Clorita	25,493	0	20,713	27,499	0,391	15,074	0,066	0	0,046	0	0,015	0	0,013	10,692	99,999
39	12 A_C3_Bt 2	Biotita	35,958	2,089	16,645	20,838	0,138	9,871	0,064	0,12	9,312	0,05	0,153	0,12	0,027	4,672	100
40	12 A_C3_Ch1 2	Clorita	26,576	0,133	19,331	27,195	0,431	15,837	0,031	0	0,054	0	0,073	0	0,022	10,323	100,001
41	12 A_C3_Bt 3	Biotita	36,336	1,596	16,496	20,992	0,176	10,59	0,048	0,069	9,532	0,048	0,103	0,139	0,029	3,91	99,998
42	12 A_C2_Bt 1	Biotita	35,801	1,823	16,415	20,457	0,23	10,504	0	0,056	9,119	0,131	0,166	0,168	0,01	5,192	99,999

43	12 A_C2_Ch1 1	Clorita	28,262	0,258	16,143	28,955	0,21	14,481	0,099	0	0,282	0,051	0,067	0	0	11,192	100
44	12 A_C2_Bt 2	Biotita	35,425	2,003	16,508	21,568	0,187	10,437	0,113	0,156	9,148	0	0,134	0,221	0,044	4,157	99,998
45	12 A_C2_Ep 1	Epídoto	37,98	0,167	22,908	11,734	0,19	0,01	23,454	0,031	0,014	0,021	0,122	0	0,004	3,367	100,001
46	12 A_C2_Ch1 2	Clorita	25,007	0	20,213	27,934	0,402	14,705	0,062	0,002	0,033	0	0,051	0	0	11,594	100,003
47	12 A_C2_Pl 1	Plagioclásio	59,461	0	25,069	0,116	0,056	0	6,887	7,177	0,099	0,021	0,03	0	0,001	1,084	100,001
48	12 A_C2_Pl 2	Plagioclásio	61,809	0,093	23,224	0,15	0	0	5,421	8,351	0,096	0,004	0,021	0	0,001	0,829	99,999
49	12 A_C2_Pl 3	Plagioclásio	58,575	0,029	25,267	0,22	0	0	7,805	6,789	0,084	0	0	0	0,014	1,219	99,999
6	12 A_C3_Op 1	Titanita	17,999	44,238	0,555	17,883	1,279	0,052	15,924	0,022	0,009	0,01	0,46	0	0	1,57	100,001

**Tabela AIII-2:** Dados brutos de química mineral de óxidos da lâmina DMLH-12A.

N. Ponto	Amostra	Mineral	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	NiO	V2O3	F	Cl	(OH)	Total
3	12 A_C5_Op 1	Ilmenita	0,037	50,924	0	46,134	2,94	0,161	0,115	0,052	0,001	0	0,38	0	0	0	100,744
4	12 A_C5_Op 2	Ilmenita	0,035	49,589	0	45,805	3,401	0,063	0,107	0	0,037	0	0,467	0	0,01	0,486	99,998
5	12 A_C4_Op 1	Ilmenita	0,063	53,752	0	38,925	3,432	0,085	0,159	0,078	0,024	0,038	0,473	0	0	2,972	100,001
7	12 A_C3_Op 2	Ilmenita	0,052	50,481	0,01	46,525	2,708	0,103	0,089	0	0,005	0,002	0,464	0	0	0	100,439
8	12 A_C3_Op 3	Ilmenita	0	47,056	0	46,919	2,954	0,116	0,118	0,018	0,006	0	0,554	0	0	2,259	100
9	12 A_C3_Op 4	Ilmenita	0,037	49,218	0,008	45,509	3,377	0,104	0,565	0,006	0,047	0	0,598	0,032	0,005	0,507	99,999
10	12 A_C2_Op 1	Ilmenita	0,024	49,955	0	45,088	4,224	0,065	0,112	0,028	0,002	0,027	0,515	0	0	0	100,04

**Tabela AIII-3:** Química mineral e cálculo da fórmula estrutural de feldspatos da lâmina DMLH-12A, baseado em cálculos disponíveis pela Open University

Calculation of a Chemical Formula from a Mineral Analysis									
N. Ponto	24	25	26	31	32	33	47	48	49
Amostra	12 A_C1_PI 1	12 A_C1_PI 2	12 A_C5_PI 1	12 A_C4_PI 1	12 A_C4_PI 2	12 A_C4_PI 3	12 A_C2_PI 1	12 A_C2_PI 2	12 A_C2_PI 3
SiO <sub>2</sub>	57,133	57,71	60,997	59,117	59,058	59,064	59,461	61,809	58,575
TiO <sub>2</sub>	0,113	0	0,029	0	0,22	0	0	0,093	0,029
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26,737	26,175	24,095	24,96	24,891	25,137	25,069	23,224	25,267
FeO	0,17	0,137	0,1	0,047	0,133	0,196	0,116	0,15	0,22
MnO	0	0,001	0,028	0,009	0,073	0,019	0,056	0	0
MgO	0,024	0	0	0	0	0	0	0	0
CaO	8,368	8,497	5,977	7,162	7,323	7,06	6,887	5,421	7,805
Na <sub>2</sub> O	6,578	6,478	7,796	7,379	7,31	7,594	7,177	8,351	6,789
K <sub>2</sub> O	0,338	0,081	0,093	0,048	0,078	0,065	0,099	0,096	0,084
TOTAL	99,46	99,08	99,12	98,72	99,09	99,14	98,87	99,14	98,77
Oxygens =	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Si	2,576	2,605	2,730	2,668	2,660	2,659	2,676	2,764	2,647
Al	1,421	1,392	1,271	1,328	1,321	1,334	1,330	1,224	1,346
Ti	0,004	0,000	0,001	0,000	0,007	0,000	0,000	0,003	0,001
Fe	0,006	0,005	0,004	0,002	0,005	0,007	0,004	0,006	0,008
Mn	0,000	0,000	0,001	0,000	0,003	0,001	0,002	0,000	0,000
Mg	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ca	0,404	0,411	0,287	0,346	0,353	0,341	0,332	0,260	0,378
Na	0,575	0,567	0,676	0,646	0,638	0,663	0,626	0,724	0,595
K	0,019	0,005	0,005	0,003	0,004	0,004	0,006	0,005	0,005
Total	5,007	4,985	4,975	4,992	4,993	5,008	4,976	4,986	4,979
Or	1,946	0,475	0,548	0,278	0,450	0,371	0,589	0,553	0,495
Ab	57,578	57,701	69,856	64,908	64,078	65,817	64,963	73,191	60,848
An	40,476	41,824	29,596	34,814	35,473	33,813	34,448	26,255	38,657

**Tabela AIII-4:** Química mineral, cálculo da fórmula estrutural e geotermometria de Biotitas da lâmina DMLH-12A, baseado em cálculos disponíveis pela Open University.

N.Ponto	21	23	27	28	30	35	39	41	42	44
Amostra	12 A_C1_Bt 1	12 A_C1_Bt 2	12 A_C5_Bt 1	12 A_C5_Bt 2	12 A_C4_Bt 1	12 A_C3_Bt 1	12 A_C3_Bt 2	12 A_C3_Bt 3	12 A_C2_Bt 1	12 A_C2_Bt 2
SiO <sub>2</sub>	36,757	36,044	35,917	36,079	35,78	35,768	35,958	36,336	35,801	35,425
TiO <sub>2</sub>	1,649	2,086	1,615	2,357	2,38	2,149	2,089	1,596	1,823	2,003
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,29	16,545	16,545	16,735	16,446	16,295	16,645	16,496	16,415	16,508
FeO	20,063	20,418	20,743	20,425	20,799	21,455	20,838	20,992	20,457	21,568
MnO	0,165	0,275	0,213	0,162	0,208	0,044	0,138	0,176	0,23	0,187
MgO	10,605	10,624	10,205	10,267	9,643	9,701	9,871	10,59	10,504	10,437
CaO	0,022	0	0	0,041	0,007	0,014	0,064	0,048	0	0,113
Na <sub>2</sub> O	0,063	0,082	0,057	0,135	0,041	0,06	0,12	0,069	0,056	0,156
K <sub>2</sub> O	9,627	9,511	9,776	9,594	9,437	9,214	9,312	9,532	9,119	9,148
F	0,171	0,177	0,117	0,131	0,167	0,047	0,12	0,139	0,168	0,221
Cl	0,01	0,006	0,011	0,041	0,02	0,043	0,027	0,029	0,01	0,044
NiO	0,015	0	0,052	0	0,048	0	0,05	0,048	0,131	0
Li <sub>2</sub> O*	1,00	0,79	0,76	0,80	0,72	0,71	0,77	0,88	0,72	0,61
H <sub>2</sub> O*	3,89	3,88	3,87	3,90	3,83	3,88	3,87	3,90	3,84	3,81
Subtotal	100,32	100,44	99,88	100,67	99,53	99,38	99,87	100,83	99,27	100,24
O=F,Cl	0,07	0,08	0,05	0,06	0,07	0,03	0,06	0,07	0,07	0,10
Total	100,25	100,36	99,83	100,60	99,45	99,35	99,82	100,76	99,20	100,13
Si	5,548	5,455	5,483	5,447	5,477	5,487	5,476	5,485	5,479	5,407
Al iv	2,452	2,545	2,517	2,553	2,523	2,513	2,524	2,515	2,521	2,593
Al vi	0,446	0,407	0,460	0,425	0,445	0,434	0,464	0,421	0,440	0,376
Ti	0,187	0,237	0,185	0,268	0,274	0,248	0,239	0,181	0,210	0,230
Fe	2,532	2,584	2,648	2,579	2,663	2,753	2,654	2,650	2,618	2,753
Mn	0,021	0,035	0,028	0,021	0,027	0,006	0,018	0,023	0,030	0,024
Mg	2,386	2,397	2,322	2,311	2,201	2,219	2,241	2,383	2,396	2,375
Ni	0,002	0,000	0,006	0,000	0,006	0,000	0,006	0,006	0,016	0,000
Li*	0,605	0,482	0,464	0,487	0,441	0,440	0,470	0,532	0,445	0,378

Ca	0,004	0,000	0,000	0,007	0,001	0,002	0,010	0,008	0,000	0,018
Na	0,018	0,024	0,017	0,040	0,012	0,018	0,035	0,020	0,017	0,046
K	1,853	1,836	1,904	1,847	1,843	1,803	1,809	1,835	1,780	1,781
OH*	3,916	3,914	3,941	3,927	3,914	3,966	3,935	3,926	3,916	3,882
F	0,082	0,085	0,056	0,063	0,081	0,023	0,058	0,066	0,081	0,107
Cl	0,003	0,002	0,003	0,010	0,005	0,011	0,007	0,007	0,003	0,011
TOTAL	20,055	20,003	20,035	19,984	19,913	19,922	19,948	20,060	19,952	19,981
Y total	6,179	6,143	6,115	6,090	6,057	6,099	6,093	6,196	6,155	6,135
X total	1,875	1,860	1,921	1,894	1,856	1,823	1,855	1,863	1,797	1,846
Al total	2,898	2,951	2,977	2,978	2,968	2,947	2,988	2,935	2,961	2,970
Fe/Fe+Mg	0,515	0,519	0,533	0,527	0,548	0,554	0,542	0,527	0,522	0,537
Mn/Mn+Fe	0,008	0,013	0,010	0,008	0,010	0,002	0,007	0,008	0,011	0,009
Total Al	2,898	2,951	2,977	2,978	2,968	2,947	2,988	2,935	2,961	2,970
Mg-Li	1,781	1,914	1,858	1,823	1,759	1,778	1,771	1,851	1,951	1,997
Fe+Mn+Ti-AlVI	2,295	2,451	2,401	2,442	2,519	2,573	2,447	2,433	2,418	2,631
Luhr <i>et al.</i> 84	873,1	889,8	869,6	901,1	900,3	888,1	888,1	868,1	878,8	881,9

**Tabela AIII-5:** Química mineral, cálculo da fórmula estrutural e geobarometria de anfibólios da lâmina DMLH-12A, baseado em cálculos disponíveis pela Open University.

Sample number	16	17	18
Sample	12 A_C1_Anf 1	12 A_C1_Anf 2	12 A_C1_Anf 3
SiO <sub>2</sub>	41,174	41,459	42,011
TiO <sub>2</sub>	0,617	0,47	0,39
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,736	13,825	12,836
FeO	21,029	20,73	20,155
MnO	0,326	0,386	0,424
MgO	7,292	7,427	7,691
CaO	11,374	11,333	11,622
Na <sub>2</sub> O	1,372	1,242	1,237
K <sub>2</sub> O	0,713	0,651	0,727
F	0	0,018	0
Cl	0,013	0,002	0
NiO	0	0	0,054
<b>Reformatted oxide %</b>			
SiO <sub>2</sub>	41,17	41,46	42,01
TiO <sub>2</sub>	0,62	0,47	0,39
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,74	13,83	12,84
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,66	8,19	6,09
FeO	14,14	13,36	14,68
MnO	0,33	0,39	0,42
MgO	7,29	7,43	7,69
NiO	0,00	0,00	0,05
Li <sub>2</sub> O* (not implemented)			
CaO	11,37	11,33	11,62
Na <sub>2</sub> O	1,37	1,24	1,24
K <sub>2</sub> O	0,71	0,65	0,73
F	0,00	0,02	0,00
Cl	0,01	0,00	0,00
H <sub>2</sub> O*	1,99	1,99	1,99
	100,41	100,36	99,74
O=F,Cl	0,00	0,01	0,00
Total	100,40	100,35	99,74
<b>No. of oxygens</b>	23	23	23
<b>Structural formulae</b>			
Si	6,184	6,206	6,339
Al iv	1,816	1,794	1,661
Al vi	0,615	0,645	0,622
Ti	0,070	0,053	0,044
Fe <sup>3+</sup>	0,865	0,922	0,691
Fe <sup>2+</sup>	1,776	1,673	1,852
Mn	0,041	0,049	0,054
Mg	1,633	1,657	1,730

Ni	0,000	0,000	0,007
Li* (not implemented)	0,000	0,000	0,000
Ca	1,830	1,818	1,879
Na	0,400	0,360	0,362
K	0,137	0,124	0,140
F	0,000	0,009	0,000
Cl	0,003	0,001	0,000
OH*	1,997	1,991	2,000
Total	17,366	17,302	17,381
<b>Calculation scheme</b>	$\sum 13$	$\sum 13$	$\sum 13$
<b>Amphibole group</b>	Ca	Ca	Ca
(Ca+Na) (B)	2,000	2,000	2,000
Na (B)	0,170	0,182	0,121
(Na+K) (A)	0,366	0,302	0,381
Mg/(Mg+Fe2)	0,479	0,498	0,483
Fe3/(Fe3+Alvi)	0,585	0,588	0,526
Sum of S2	13,000	13,000	13,000
<b>Amphibole names</b>			
	ferrian-	ferrian-	
	ferro-tschermakite	ferro-tschermakite	ferro-tschermakitic hornblende

<b>P (kbars)</b>			
Hammarstrom & Zen 86	8,3	8,3	7,6
Hollister <i>et al.</i> 87	9,0	9,0	8,1
Johnson & Rutherford 89	6,8	6,9	6,2
Schmidt 92	8,6	8,6	7,9

**Tabela AIII-6:** Química mineral e cálculo da fórmula estrutural de cloritas da lâmina DMLH-12A, baseado em cálculos disponíveis pela Open University.

N.Ponto	19	20	29	34	38	40	43	46
Amostra	12 A_C1_Ch1 1	12 A_C1_Ch1 2	12 A_C5_Ch1 1	12 A_C4_Ch1 1	12 A_C3_Ch1 1	12 A_C3_Ch1 2	12 A_C2_Ch1 1	12 A_C2_Ch1 2
SiO2	25,959	25,689	26,252	25,857	25,493	26,576	28,262	25,007
TiO2	0	0	0,282	0,224	0	0,133	0,258	0
Al2O3	20,845	21,227	20,203	20,07	20,713	19,331	16,143	20,213
FeO	26,028	26,101	25,695	27,713	27,499	27,195	28,955	27,934
MnO	0,367	0,348	0,43	0,31	0,391	0,431	0,21	0,402
MgO	16,505	16,195	16,286	15,621	15,074	15,837	14,481	14,705
CaO	0,03	0	0,042	0,017	0,066	0,031	0,099	0,062
Na2O	0	0,029	0	0,037	0	0	0	0,002

K2O	0,018	0,055	0,032	0	0,046	0,054	0,282	0,033
F	0,06	0,025	0,022	0	0	0	0	0
Cl	0	0,001	0	0,012	0,013	0,022	0	0
NiO	0	0,068	0	0	0	0	0,051	0
No. of oxygens	28	28	28	28	28	28	28	28
Reformatted oxide percentages based on 28 oxygens (with Fe2+/Fe3+ and OH calculated assuming full site occupancy)								
SiO2	25,959	25,689	26,252	25,857	25,493	26,576	28,262	25,007
TiO2	0	0	0,282	0,224	0	0,133	0,258	0
Al2O3	20,845	21,227	20,203	20,07	20,713	19,331	16,143	20,213
Fe2O3	0	0	0	0	0	0	0,191376	0
FeO	26,028	26,101	25,695	27,713	27,499	27,195	28,78279	27,934
MnO	0,367	0,348	0,43	0,31	0,391	0,431	0,21	0,402
MgO	16,505	16,195	16,286	15,621	15,074	15,837	14,481	14,705
NiO	0	0,068	0	0	0	0	0,051	0
CaO	0,03	0	0,042	0,017	0,066	0,031	0,099	0,062
Na2O	0	0,029	0	0,037	0	0	0	0,002
K2O	0,018	0,055	0,032	0	0,046	0,054	0,282	0,033
F	0,06	0,025	0,022	0	0	0	0	0
Cl	0	0,001	0	0,012	0,013	0,022	0	0
H2O*	11,5505	11,56526	11,53023	11,49967	11,42995	11,49454	11,28691	11,26147
Total	101,3625	101,3033	100,7742	101,3607	100,725	101,1045	100,0471	99,61947
O=F,Cl	0,025263	0,010752	0,009263	0,002705	0,00293	0,004959	0	0
TOTAL	101,3372	101,2925	100,765	101,358	100,722	101,0996	100,0471	99,61947
Si	5,340012	5,291801	5,441377	5,366011	5,325886	5,52373	5,994383	5,298426
Al iv	2,659988	2,708199	2,558623	2,633989	2,674114	2,47627	2,005617	2,701574
Al vi	2,413672	2,468443	2,384836	2,297165	2,445784	2,273036	2,037884	2,372819
Ti	0	0	0,043959	0,03496	0	0,02079	0,041154	0
Fe3+	0	0	0	0	0	0	0,030547	0
Fe2+	4,562984	4,597592	4,485687	4,924163	4,902092	4,795429	5,105637	5,090693
Mn	0,063949	0,060722	0,075496	0,054494	0,069192	0,075881	0,037729	0,072148
Mg	5,061266	4,973094	5,032112	4,832498	4,694495	4,906877	4,578567	4,644508
Ni	0	0,011267	0	0	0	0	0,008701	0
Ca	0,006613	0	0,009328	0,00378	0,014774	0,006904	0,022499	0,014076
Na	0	0,023167	0	0,029777	0	0	0	0,001643
K	0,009446	0,028903	0,016921	0	0,024516	0,028632	0,152584	0,017837
F	0,07807	0,032574	0,028843	0	0	0	0	0
Cl	0	0,000698	0	0,008442	0,009207	0,015502	0	0
OH*	15,92193	15,96673	15,97116	15,99156	15,99079	15,9845	16	16

Total	36,11793	36,16319	36,04834	36,17684	36,15085	36,10755	36,0153	36,21372
Oxidized	yes	yes						
Fe/Fe+Mg	0,474113	0,480383	0,471295	0,504698	0,510816	0,494257	0,5287	0,522916
Variety	ripidolite	ripidolite	ripidolite	ripidolite	ripidolite	ripidolite	brunsvigite	ripidolite

**Tabela AIII-7:** Química mineral e fórmula de cristais de ilmenita da lâmina DMLH-12A.

Elemento	P. Molec.	3	4	5	7	8	9	10
		12 A_C5_Op 1	12 A_C5_Op 2	12 A_C4_Op 1	12 A_C3_Op 2	12 A_C3_Op 3	12 A_C3_Op 4	12 A_C2_Op 1
SiO <sub>2</sub>	60,08	0,037	0,035	0,063	0,052	0	0,037	0,024
TiO <sub>2</sub>	79,87	50,924	49,589	53,752	50,481	47,056	49,218	49,955
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	101,96	0	0	0	0,01	0	0,008	0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	159,69							
FeO	71,84	46,134	45,805	38,925	46,525	46,919	45,509	45,088
MnO	70,94	2,94	3,401	3,432	2,708	2,954	3,377	4,224
MgO	40,30	0,161	0,063	0,085	0,103	0,116	0,104	0,065
CaO	56,08	0,115	0,107	0,159	0,089	0,118	0,565	0,112
Na <sub>2</sub> O	61,98	0,052	0	0,078	0	0,018	0,006	0,028
K <sub>2</sub> O	94,20	0,001	0,037	0,024	0,005	0,006	0,047	0,002
Cl	35,45	0	0,01	0	0	0	0,005	0
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	149,88	0,38	0,467	0,473	0,464	0,554	0,598	0,515
NiO	74,69	0	0	0,038	0,002	0	0	0,027
		<b>100,744</b>	<b>99,514</b>	<b>97,029</b>	<b>100,439</b>	<b>97,741</b>	<b>99,474</b>	<b>100,04</b>
<b>B</b>								
Si		0,001	0,001	0,002	0,001	0,000	0,001	0,001
Ti		0,955	0,942	1,052	0,951	0,909	0,934	0,944
V		0,008	0,009	0,010	0,009	0,011	0,012	0,010
Al		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Fe <sup>3+</sup>		0,082	0,106	0,000	0,086	0,173	0,121	0,101
Mg		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Fe <sup>2+</sup>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<b>ΣM</b>	<b>1,046</b>	<b>1,059</b>	<b>1,064</b>	<b>1,048</b>	<b>1,093</b>	<b>1,068</b>	<b>1,057</b>

A								
Mg		0,006	0,002	0,003	0,004	0,004	0,004	0,002
Fe <sup>2+</sup>		0,880	0,861	0,847	0,888	0,834	0,839	0,846
Mn		0,062	0,073	0,076	0,057	0,064	0,072	0,090
Ni		0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001
Ca		0,003	0,003	0,004	0,002	0,003	0,015	0,003
Na		0,003	0,000	0,004	0,000	0,001	0,000	0,001
K		0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,002	0,000
Cl		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<b>ΣT</b>	<b>0,954</b>	<b>0,941</b>	<b>0,936</b>	<b>0,952</b>	<b>0,907</b>	<b>0,932</b>	<b>0,943</b>
<b>% Ilmenita</b>		<b>88,011</b>	<b>86,149</b>	<b>84,724</b>	<b>88,817</b>	<b>83,442</b>	<b>83,903</b>	<b>84,608</b>
<b>% Pirofanita</b>		<b>6,210</b>	<b>7,276</b>	<b>7,565</b>	<b>5,743</b>	<b>6,421</b>	<b>7,212</b>	<b>8,989</b>
<b>% Geikielita</b>		<b>0,599</b>	<b>0,237</b>	<b>0,330</b>	<b>0,385</b>	<b>0,444</b>	<b>0,391</b>	<b>0,243</b>
<b>% Hematita</b>		<b>4,111</b>	<b>5,310</b>	<b>0,000</b>	<b>4,308</b>	<b>8,634</b>	<b>6,038</b>	<b>5,070</b>
<b>% Córindon</b>		<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,015</b>	<b>0,000</b>	<b>0,012</b>	<b>0,000</b>
<b>% Rutilo</b>		<b>0,362</b>	<b>0,284</b>	<b>6,308</b>	<b>0,072</b>	<b>0,271</b>	<b>0,929</b>	<b>0,291</b>
<b>%Karelianita</b>		<b>0,380</b>	<b>0,473</b>	<b>0,493</b>	<b>0,466</b>	<b>0,570</b>	<b>0,605</b>	<b>0,519</b>
<b>Soma</b>		<b>99,673</b>	<b>99,730</b>	<b>99,420</b>	<b>99,806</b>	<b>99,783</b>	<b>99,089</b>	<b>99,720</b>

---

## ANEXO IV – PONTO DMLH-13

---

**Número do Ponto:** DMLH-13

**Número das Amostras:** DMLH-13A e DMLH-13B

**Tipo de afloramento:** Lajedo

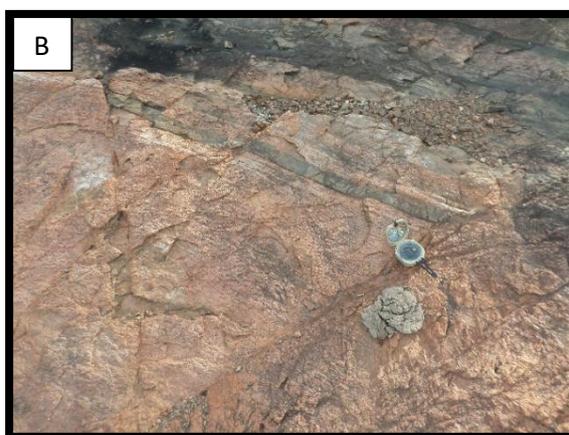
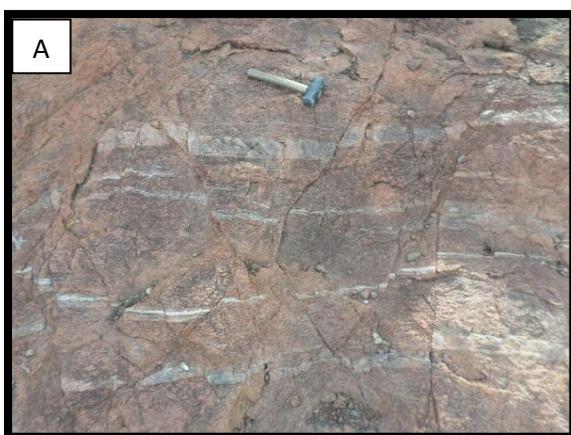
**Coordenadas UTM:** 637983 / 8922132

**Altitude:** 182 m

**Domínio Geológico:** Canindé

**Unidade Geológica:** Garrote/Novo Gosto

**Descrição de Afloramento:** Afloramento apresentando coloração rosácea a alaranjado, em lajedo, com intrusão do granito Garrote (metasienogranito) *lit par lit* com camadas de metarcóseo (Amostra DMLH-13B – Petrografia e Datação) e camada mais escura e de granulometria muito fina (DMLH-13A – Datação) (ver figura AIV-1).



**Figura AIV-1:** (A) e (B) Aspecto geral do afloramento. (C) Metarcóseo bordejado pelo granito Garrote. (D) Camada mais escura bordejada pelo granito Garrote.

### **Descrição Microscópica:**

- DMLH-13B:

- **Descrição:** Rocha de textura lepidogranoblástica fina se apresentando levemente a moderadamente alterada (ver figura AIV-2). Sua composição mineralógica se dá por predominância de cristais de plagioclásio e de forma secundária por clorita, titanita e traços de mineral opaco, muscovita, epídoto e apatita. A foliação incipiente da rocha é definida pelos cristais de micas e também pela disposição do eixo maior dos grãos de feldspato. No geral, percebe-se a ocorrência de cristais de feldspato de variados tamanhos e com bordas desde irregulares até uns poucos aproximadamente arredondados, dando um indício de natureza clástica. Estes mesmos cristais sofreram processos de deformação com formação de subgrãos preenchendo de forma intergranular os espaços entre os cristais maiores de feldspatos. Ainda é possível notar uma coloração alaranjada nos feldspatos que está associado a oxidação. Verifica-se oxidação em zonas de fraqueza assim como ocorrência de carbonato associado.

- **Descrição dos Minerais:**

- Plagioclásio → Cristais anédricos a subédricos com tamanho variando de 0,2 a 4 (10x), com predomínio entre 0,5 e 2,5 (10x). Apresenta extinção ondulante e alguns cristais com geminação polissintética incompleta.

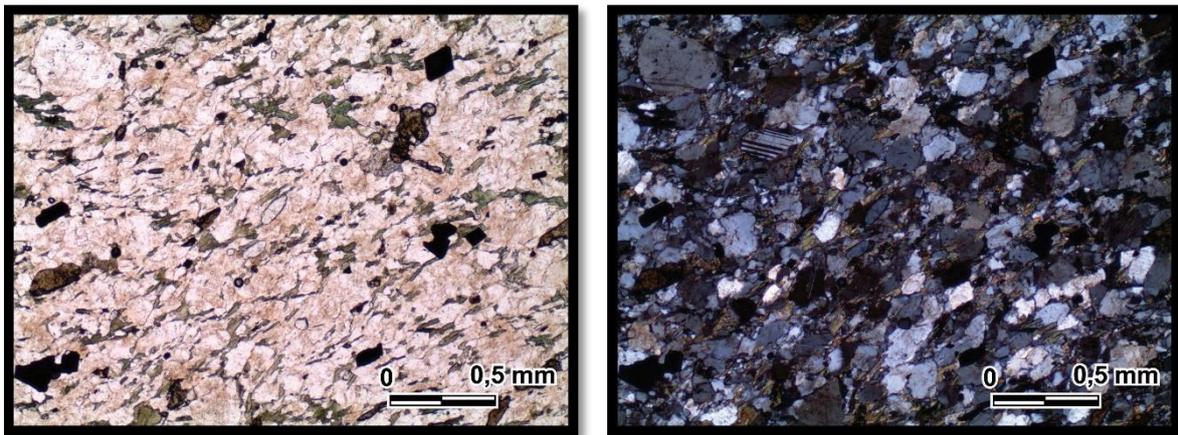
- Clorita → Cristais anédricos a subédricos com tamanho variando de 0,1 a 2 (10x), com predomínio de 0,2 a 1 (10x). Ocorre formação de clorita também em zonas de fraqueza.

- Titanita → Cristais anédricos a subédricos com tamanho variando de 0,2 a 4 (4x), com predomínio de 0,7 a 1,5 (4x).

- Magnetita → Cristais anédricos a euédricos com predomínio dos subédricos e tamanho variando entre 0,2 a 1,8 (4x) com predomínio de 0,5 a 1 (4x)

- Composição Modal: Plagioclásio (85%), Clorita (9%), Titanita (3%), Magnetita (2%), Muscovita (1%), Epídoto (traços), Carbonato (traços)

- Paragênese: Plagioclásio, Clorita, Titanita e Magnetita
- Nome da Rocha: Metarcóseo
- Protólito: Arcóseo



**Figura AIV-2: Lâmina DMLH-13B.** (A) e (B) Aspecto geral da lâmina. Luz transmitida, nicóis paralelos e nicóis cruzados respectivamente, aumento de 4x.

### Química Mineral:

Foi realizada a química mineral de um total de 46 pontos em campos espalhados na lâmina, sendo 18 em cristais de mineral opaco, 9 em feldspato, 9 em titanita, 5 em clorita e 5 em muscovita (tabela AIV-1 e AIV-2).

Os cristais de mineral opaco analisados correlacionaram sua composição como se tratando de magnetita, e para os quais foram calculados química mineral e sua fórmula (tabela AIV-4).

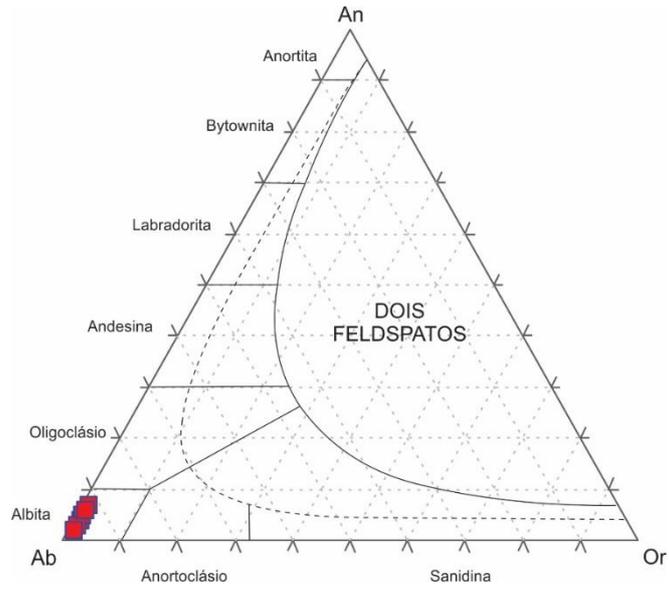
Os cristais de feldspato analisados, dos quais foram determinados suas fórmulas estruturais e teores de An-Ab-Or (tabela AIV-3), e em seguida lançados no diagrama de classificação de feldspatos (figura AIV-3), demonstrou seu caráter variando de predominantemente em torno de 2%An 98%Ab a 8%An 92%Ab. Os feldspatos se concentraram totalmente no campo da Albita.

Para os cristais de cloritas analisadas, também foi recalculado a química mineral e sua fórmula estrutural, como pode ser visto na tabela AIV-5. Através dos dados químicos obteve-se a classificação das cloritas de acordo com Zane & Weiss (1998) como sendo do tipo I, sendo que Zane *et al.* (1998) indica que as cloritas metamórficas são comumente encaixadas neste campo (ver figura AIV-4-A). Zane *et al.* (1998) realizou análise de diversos tipos de clorita de acordo com alguns tipos específicos de protólitos e demarcou campos de tendência correlacionando as cloritas com estes protólitos, porém as cloritas analisadas não se encaixaram muito bem com nenhum destes campos. Já de acordo com a classificação de cloritas determinada por Hey (1954), todas as cloritas se encaixaram no campo das pinocloritas (figura AIV-4-B).

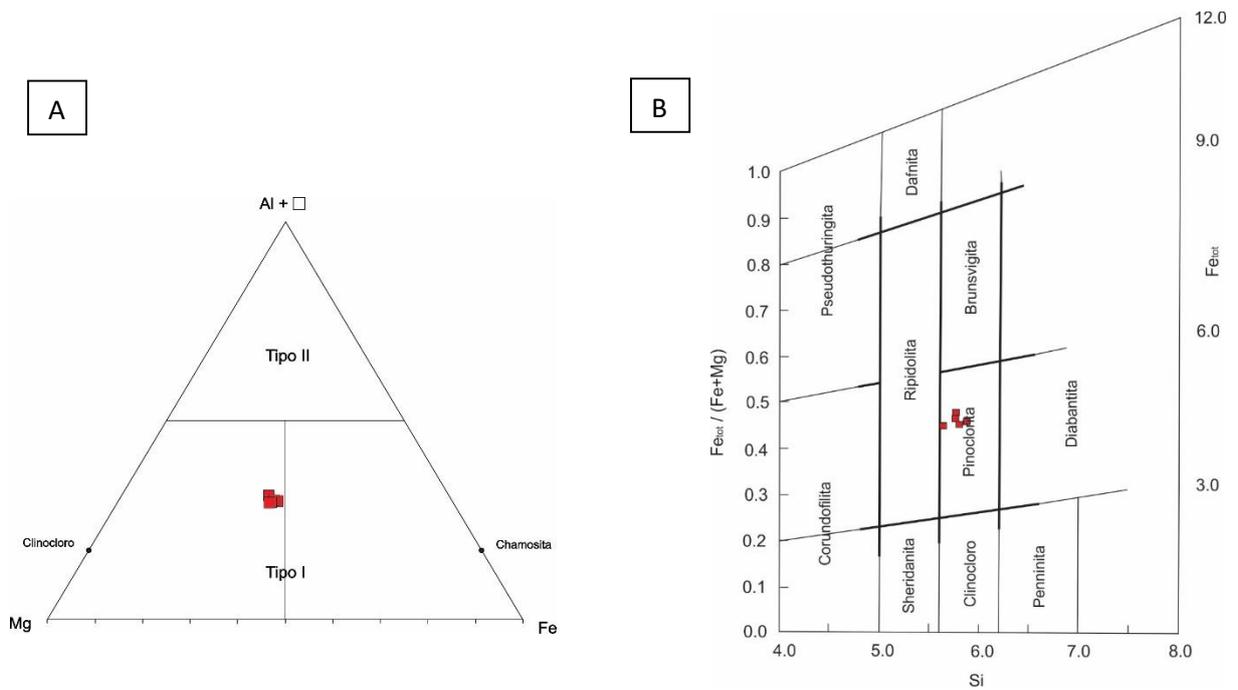
Para os cristais de muscovita foi recalculado a química mineral e sua fórmula estrutural (tabela AIV-6).

Devido as dificuldades de diferenciação de quartzo e feldspato na petrografia, foi realizado uma varredura manualmente na lâmina, utilizando como base a imagem de elétrons retroespalhados e sua variação de tonalidade com a composição (ver figura AIV-5), e efetuando análises pontuais para verificar a presença destes minerais na rocha, e nenhuma das análises captaram a presença de quartzo.

A ausência de quartzo ou predominância de feldspatos poderia indicar que o protólito poderia ser um granito, assim como poderia ter como protólito um metarcóseo com forte participação de feldspato em sua concentração. São necessária análises mais criteriosas para classificar o protólito, porém nota-se que a rocha em questão tem textura em lâmina e estruturas em campo típica de um metassedimento, portanto, optou-se em atribuir o protólito como sendo um possível metarcóseo.



**Figura AIV-3:** Diagrama An-Ab-Or para o grupo dos feldspatos de temperaturas mais altas (modificado de Deer *et al.*, 1992) para a lâmina DMLH-13B



**Figura AIV-4:** (A) Diagrama de classificação para cloritas da lâmina DMLH-13B (Zane & Weiss, 1998) (B) Diagrama de classificação para cloritas da lâmina DMLH-13B (Hey 1954)

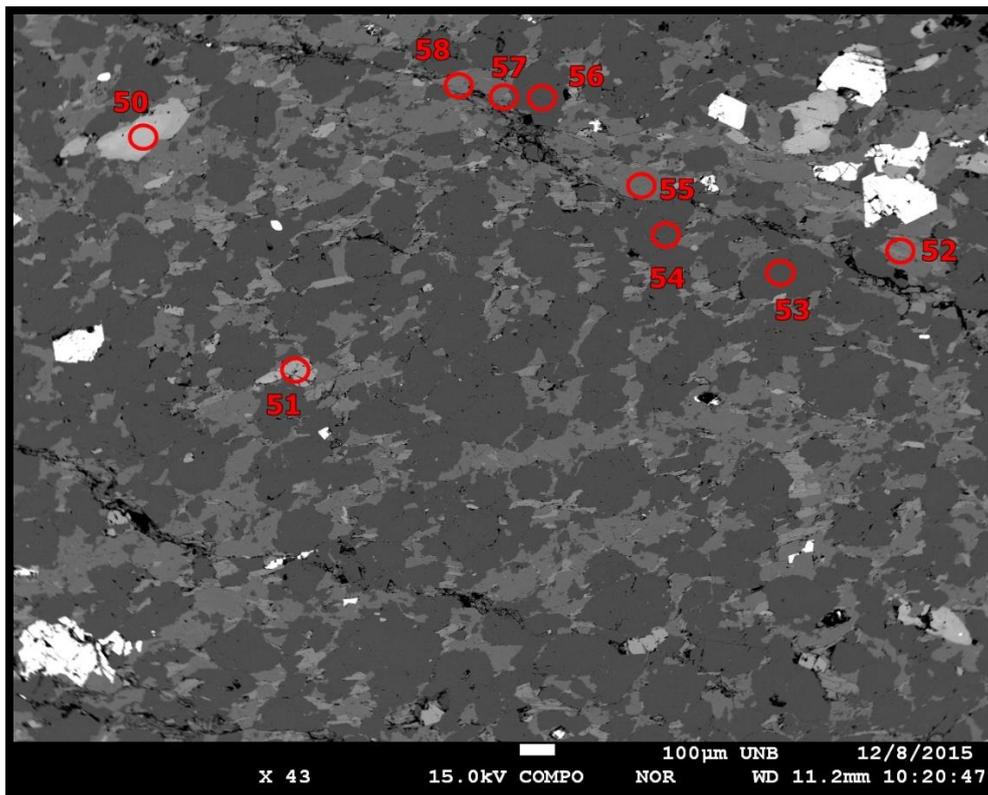


Figura AIV-5: Imagem de elétrons retroespalhados com localização de algumas análises químicas.

**Tabela AIV-1:** Dados brutos de química mineral de silicatos da lâmina DMLH-13B

N. Ponto	Amostra	Mineral	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	NiO	V2O3	F	Cl	(OH)	Total
50	13 B_C1_Ttn 1	Titanita	29,914	35,94	1,16	2,429	0,209	0,048	26,576	0,069	0	0	0,32	0,569	0,02	2,989	99,998
51	13 B_C1_Ttn 2	Titanita	30,54	34,191	1,478	0,887	0,252	0,002	28,091	0,043	0,019	0,002	0,352	0,462	0	3,876	100
52	13 B_C1_Ch1 1	Clorita	26,801	0,027	17,724	24,633	2,17	16,992	0,022	0	0,019	0	0,004	0	0,018	11,596	100,002
53	13 B_C1_Pl 1	Plagioclásio	67,307	0	19,348	0,036	0	0,002	0,892	11,069	0,092	0,01	0,04	0	0,02	1,187	99,998
54	13 B_C1_Pl 2	Plagioclásio	68,341	0	19,036	0,033	0	0	0,373	11,146	0,117	0,023	0	0	0	0,93	99,999
55	13 B_C1_Ms 1	Muscovita	64,22	0,059	17,654	0,084	0	0,001	0,016	0,349	15,493	0	0	0	0,007	2,117	99,998
56	13 B_C1_Pl 3	Plagioclásio	66,32	0	19,798	0,058	0	0	1,516	10,729	0,095	0	0	0	0,005	1,48	100
57	13 B_C1_Ms 2	Muscovita	63,66	0,01	17,996	0,133	0,063	0	0,033	0,295	15,632	0	0,014	0	0,006	2,16	100,001
58	13 B_C1_Ch1 2	Clorita	27,109	0,038	16,198	24,667	2,107	16,82	0,037	0,053	0,055	0	0,064	0,007	0,033	12,824	100,002
59	13 B_C2_Ttn 1	Titanita	29,485	33,998	0,915	2,466	0,301	0,044	26,419	0,099	0	0,037	0,353	0,293	0,011	5,704	100
60	13 B_C2_Ttn 2	Titanita	29,929	34,146	1,108	2,787	0,377	0,003	26,677	0,02	0	0,014	0,388	0,581	0,008	4,207	99,998
61	13 B_C2_Ch1 1	Clorita	27,747	0	16,318	25,183	1,785	16,693	0,061	0,052	0,028	0,032	0,036	0,132	0,017	11,976	100
62	13 B_C2_Pl 1	Plagioclásio	66,743	0,146	19,646	0,339	0	0	1,103	10,589	0,144	0	0	0	0,005	1,286	100
63	13 B_C2_Pl 2	Plagioclásio	66,451	0,039	19,929	0,105	0,055	0,005	1,558	10,651	0,142	0,019	0,049	0	0	0,997	100
64	13 B_C3_Pl 1	Plagioclásio	66,533	0,005	19,215	0,337	0,021	0,011	1,046	10,503	0,214	0	0	0	0,057	2,07	99,999
65	13 B_C3_Pl 2	Plagioclásio	67,584	0	19,255	0	0	0,006	0,53	11,05	0,088	0,01	0,01	0	0,003	1,465	100
66	13 B_C3_Pl 3	Plagioclásio	67,199	0,101	19,136	0,079	0	0,01	0,425	11,113	0,195	0	0	0	0,015	1,729	99,999
67	13 B_C3_Ttn 1	Titanita	29,887	33,053	1,139	3,047	0,24	0,023	25,604	0,1	0,009	0	0,342	0,357	0,011	6,341	100,001
68	13 B_C3_Ttn 2	Titanita	29,575	33,806	1,137	2,219	0,272	0,069	25,933	0,086	0,025	0	0,345	0,356	0,011	6,316	99,998
69	13 B_C3_Ttn 3	Titanita	29,599	32,267	1,194	3,434	0,171	0,085	25,728	0,015	0	0	0,284	0,573	0	6,89	99,999
70	13 B_C3_Ms 3	Muscovita	63,587	0	17,803	0,266	0,05	0	0,003	0,332	15,47	0,05	0,06	0	0,051	2,338	99,998
71	13 B_C3_Ch1 2	Clorita	27,165	0	16,779	25,692	1,886	16,517	0,038	0,015	0,06	0,032	0,007	0,065	0,016	11,759	100
72	13 B_C3_Ms 1	Muscovita	64,39	0,189	18,107	0,075	0	0	0	0,428	15,129	0	0	0	0	1,682	100
73	13 B_C3_Ms 2	Muscovita	63,657	0	18,06	0,064	0	0	0	0,268	15,15	0,025	0,018	0	0	2,757	99,999
74	13 B_C4_Ttn 1	Titanita	29,608	33,901	1,166	2,897	0,226	0,073	25,526	0,092	0	0	0,315	0,354	0,019	5,976	100
75	13 B_C4_Ch1 1	Clorita	26,901	0,005	16,454	26,064	2,036	15,999	0,026	0,041	0,021	0	0,005	0,271	0	12,291	100
76	13 B_C4_Ttn 2	Titanita	29,636	34,938	0,975	2,327	0,208	0,038	25,844	0,024	0,013	0,006	0,368	0,285	0,024	5,44	100,001
77	13 B_C4_Pl 1	Plagioclásio	66,041	0	19,641	0,129	0,054	0	1,268	10,588	0,183	0,008	0	0	0,006	2,082	99,999

**Tabela AIV-2: Dados brutos de química mineral de óxidos da lâmina DMLH-13B**

N. Ponto	Amostra	Mineral	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	NiO	V2O3	F	Cl	(OH)	Total
11	13 B_C1_Op 1	Magnetita	0,058	0,098	0,029	96,045	0,146	0	0,035	0	0	0	0,057	0,351	0,002	3,327	100
12	13 B_C1_Op 2	Magnetita	0,006	0	0,022	96,745	0,237	0	0,018	0,024	0,044	0	0,019	0,197	0	2,769	99,998
13	13 B_C1_Op 3	Magnetita	0,011	0,02	0,015	97,211	0,087	0	0,01	0,04	0	0,02	0,116	0,175	0,014	2,359	100,001
14	13 B_C1_Op 4	Magnetita	0,039	0,155	0	96,931	0,107	0,019	0,062	0	0	0,028	0,033	0,336	0,009	2,424	100
15	13 B_C1_Op 5	Magnetita	0,017	0,122	0,001	96,868	0,24	0,01	0	0,005	0	0	0	0,256	0,031	2,565	100
16	13 B_C1_Op 6	Magnetita	0,032	0	0,022	96,921	0,03	0,034	0,015	0,002	0,023	0	0	0,314	0,027	2,719	100,001
17	13 B_C1_Op 7	Magnetita	0	0,191	0,043	95,863	0,029	0,011	0	0,055	0	0,014	0	0,245	0,017	3,639	100
18	13 B_C2_Op 1	Magnetita	0,031	0	0,044	96,601	0,181	0,002	0	0,066	0	0	0,045	0,319	0,008	2,839	100
19	13 B_C2_Op 2	Magnetita	0,051	0	0,013	96,706	0	0	0	0,049	0	0	0,028	0,334	0,025	2,94	99,999
20	13 B_C2_Op 3	Magnetita	0,056	0,151	0,026	96,96	0,134	0	0	0,022	0	0	0,052	0,335	0,005	2,4	99,999
21	13 B_C2_Op 4	Magnetita	0,01	0,065	0,004	96,374	0,198	0	0	0,026	0,011	0,012	0,066	0,28	0	3,073	100,001
22	13 B_C3_Op 1	Magnetita	0,01	0,02	0,025	96,558	0,157	0,032	0,003	0	0,018	0	0,033	0,246	0,018	2,989	100,001
23	13 B_C3_Op 2	Magnetita	0,013	0	0,016	97,293	0,156	0,023	0,008	0	0,008	0	0,019	0,301	0	2,289	99,999
24	13 B_C3_Op 3	Magnetita	0,047	0,016	0,016	96,311	0,231	0	0,009	0,044	0	0,083	0,043	0,358	0	2,993	100
25	13 B_C4_Op 1	Magnetita	0	0	0,03	96,288	0,137	0	0,039	0,011	0	0	0,099	0,335	0	3,202	100
26	13 B_C4_Op 2	Magnetita	0,046	0	0,004	96,163	0,152	0	0,006	0	0	0	0,051	0,3	0,004	3,404	100,003
27	13 B_C4_Op 3	Magnetita	0,038	0	0,01	96,461	0,053	0,035	0	0	0	0,041	0,012	0,35	0,007	3,143	100,001
28	13 B_C4_Op 4	Magnetita	0,013	0	0,014	96,853	0,21	0	0	0	0,021	0	0,012	0,257	0	2,729	100,001

**Tabela AIV-3:** Química mineral e cálculo da fórmula estrutural de feldspatos da lâmina DMLH-13B, baseado em cálculos disponíveis pela Open University.

Calculation of a Chemical Formula from a Mineral Analysis									
N. Ponto	53	54	56	62	63	64	65	66	77
Amostra	13 B_C1_PI 1	13 B_C1_PI 2	13 B_C1_PI 3	13 B_C2_PI 1	13 B_C2_PI 2	13 B_C3_PI 1	13 B_C3_PI 2	13 B_C3_PI 3	13 B_C4_PI 1
SiO <sub>2</sub>	67,307	68,341	66,32	66,743	66,451	66,533	67,584	67,199	66,041
TiO <sub>2</sub>	0	0	0	0,146	0,039	0,005	0	0,101	0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,348	19,036	19,798	19,646	19,929	19,215	19,255	19,136	19,641
FeO	0,036	0,033	0,058	0,339	0,105	0,337	0	0,079	0,129
MnO	0	0	0	0	0,055	0,021	0	0	0,054
MgO	0,002	0	0	0	0,005	0,011	0,006	0,01	0
CaO	0,892	0,373	1,516	1,103	1,558	1,046	0,53	0,425	1,268
Na <sub>2</sub> O	11,069	11,146	10,729	10,589	10,651	10,503	11,05	11,113	10,588
K <sub>2</sub> O	0,092	0,117	0,095	0,144	0,142	0,214	0,088	0,195	0,183
TOTAL	98,75	99,05	98,52	98,71	98,94	97,89	98,51	98,26	97,90
Oxygens =	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Si	2,981	3,010	2,951	2,962	2,946	2,977	2,994	2,990	2,956
Al	1,010	0,988	1,038	1,028	1,042	1,013	1,006	1,003	1,036
Ti	0,000	0,000	0,000	0,005	0,001	0,000	0,000	0,003	0,000
Fe	0,001	0,001	0,002	0,013	0,004	0,013	0,000	0,003	0,005
Mn	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,001	0,000	0,000	0,002
Mg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000
Ca	0,042	0,018	0,072	0,052	0,074	0,050	0,025	0,020	0,061
Na	0,951	0,952	0,926	0,911	0,916	0,911	0,949	0,959	0,919
K	0,005	0,007	0,005	0,008	0,008	0,012	0,005	0,011	0,010
Total	4,991	4,975	4,995	4,979	4,993	4,978	4,980	4,990	4,990
Or	0,521	0,673	0,537	0,839	0,805	1,254	0,508	1,118	1,055
Ab	95,238	97,523	92,259	93,764	91,777	93,595	96,923	96,836	92,803
An	4,241	1,803	7,204	5,397	7,419	5,151	2,569	2,046	6,142

**Tabela AIV-4:** Química mineral e fórmula de opacos da lâmina DMLH-13B, baseado em dados disponibilizados pela Open University.

Elemento	P. Mol ec.	13 B_C1_ Op 1	13 B_C1_ Op 2	13 B_C1_ Op 3	13 B_C1_ Op 4	13 B_C1_ Op 5	13 B_C1_ Op 6	13 B_C1_ Op 7	13 B_C2_ Op 1	13 B_C2_ Op 2	13 B_C2_ Op 3	13 B_C2_ Op 4	13 B_C3_ Op 1	13 B_C3_ Op 2	13 B_C3_ Op 3	13 B_C4_ Op 1	13 B_C4_ Op 2	13 B_C4_ Op 3	13 B_C4_ Op 4
SiO <sub>2</sub>	60,08	0,058	0,006	0,011	0,039	0,017	0,032	0	0,031	0,051	0,056	0,01	0,01	0,013	0,047	0	0,046	0,038	0,013
TiO <sub>2</sub>	79,87	0,098	0	0,02	0,155	0,122	0	0,191	0	0	0,151	0,065	0,02	0	0,016	0	0	0	0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	101,96	0,029	0,022	0,015	0	0,001	0,022	0,043	0,044	0,013	0,026	0,004	0,025	0,016	0,016	0,03	0,004	0,01	0,014
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	159,69																		
FeO	71,84	96,045	96,745	97,211	96,931	96,868	96,921	95,863	96,601	96,706	96,96	96,374	96,558	97,293	96,311	96,288	96,163	96,461	96,853
MnO	70,94	0,146	0,237	0,087	0,107	0,24	0,03	0,029	0,181	0	0,134	0,198	0,157	0,156	0,231	0,137	0,152	0,053	0,21
MgO	40,30	0	0	0	0,019	0,01	0,034	0,011	0,002	0	0	0	0,032	0,023	0	0	0	0,035	0
CaO	56,08	0,035	0,018	0,01	0,062	0	0,015	0	0	0	0	0	0,003	0,008	0,009	0,039	0,006	0	0
Na <sub>2</sub> O	61,98	0	0,024	0,04	0	0,005	0,002	0,055	0,066	0,049	0,022	0,026	0	0	0,044	0,011	0	0	0
K <sub>2</sub> O	94,20	0	0,044	0	0	0	0,023	0	0	0	0	0,011	0,018	0,008	0	0	0	0	0,021
Cl	35,45	0,002	0	0,014	0,009	0,031	0,027	0,017	0,008	0,025	0,005	0	0,018	0	0	0	0,004	0,007	0
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	149,88	0,057	0,019	0,116	0,033	0	0	0	0,045	0,028	0,052	0,066	0,033	0,019	0,043	0,099	0,051	0,012	0,012
NiO	74,69	0	0	0,02	0,028	0	0	0,014	0	0	0	0,012	0	0	0,083	0	0	0,041	0
		<b>96,47</b>	<b>97,115</b>	<b>97,544</b>	<b>97,383</b>	<b>97,294</b>	<b>97,106</b>	<b>96,223</b>	<b>96,978</b>	<b>96,872</b>	<b>97,406</b>	<b>96,766</b>	<b>96,874</b>	<b>97,536</b>	<b>96,8</b>	<b>96,604</b>	<b>96,426</b>	<b>96,657</b>	<b>97,123</b>
<b>M</b>																			
Ni		0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,001	0,000
Si		0,002	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000	0,001	0,002	0,002	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,002	0,001	0,000
Ti		0,003	0,000	0,001	0,004	0,003	0,000	0,005	0,000	0,000	0,004	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

V		0,002	0,001	0,003	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,003	0,002	0,000	0,000
Al		0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,001
Fe <sup>3+</sup>		1,987	1,998	1,994	1,989	1,996	1,998	1,992	1,996	1,997	1,987	1,995	1,997	1,998	1,993	1,996	1,995	1,997	1,999
Mg		0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Fe <sup>2+</sup>		0,005	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000
	<b>ΣM</b>	<b>2,000</b>																	
<b>T</b>																			
Al		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Fe <sup>3+</sup>		0,000	0,004	0,004	0,000	0,000	0,003	0,001	0,005	0,005	0,000	0,001	0,002	0,000	0,003	0,001	0,000	0,001	0,001
Mg		0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000
Fe <sup>2+</sup>		0,994	0,985	0,989	0,994	0,989	0,990	0,992	0,984	0,990	0,994	0,991	0,989	0,993	0,986	0,993	0,995	0,995	0,992
Mn		0,005	0,007	0,003	0,003	0,007	0,001	0,001	0,006	0,000	0,004	0,006	0,005	0,005	0,007	0,004	0,005	0,002	0,007
Ca		0,001	0,001	0,000	0,002	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000
Na		0,000	0,002	0,003	0,000	0,000	0,000	0,004	0,005	0,004	0,002	0,002	0,000	0,000	0,003	0,001	0,000	0,000	0,000
K		0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
Cl		0,000	0,000	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	0,002	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	<b>ΣT</b>	<b>1,000</b>																	
<b>% Magnetita</b>		<b>99,330</b>	<b>98,452</b>	<b>98,895</b>	<b>99,172</b>	<b>98,945</b>	<b>99,026</b>	<b>99,187</b>	<b>98,442</b>	<b>99,016</b>	<b>99,143</b>	<b>99,083</b>	<b>98,904</b>	<b>99,329</b>	<b>98,579</b>	<b>99,256</b>	<b>99,593</b>	<b>99,527</b>	<b>99,193</b>
<b>% Ulvo- espinélio</b>		<b>0,274</b>	<b>0,000</b>	<b>0,055</b>	<b>0,429</b>	<b>0,338</b>	<b>0,000</b>	<b>0,535</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,418</b>	<b>0,181</b>	<b>0,056</b>	<b>0,000</b>	<b>0,045</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
<b>% Cromita</b>		<b>0,000</b>																	
<b>% Hercinita</b>		<b>0,064</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,037</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,056</b>	<b>0,000</b>							
<b>% Mn<sub>2</sub>TiO<sub>4</sub></b>		<b>0,230</b>	<b>0,000</b>	<b>0,055</b>	<b>0,167</b>	<b>0,338</b>	<b>0,000</b>	<b>0,046</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,209</b>	<b>0,181</b>	<b>0,056</b>	<b>0,000</b>	<b>0,045</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
<b>%Coulsonita</b>		<b>0,085</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,049</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,077</b>	<b>0,000</b>							
<b>% Pirolusita</b>		<b>0,000</b>	<b>0,247</b>	<b>0,053</b>	<b>0,000</b>	<b>0,024</b>	<b>0,031</b>	<b>0,000</b>	<b>0,189</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,086</b>	<b>0,127</b>	<b>0,162</b>	<b>0,212</b>	<b>0,144</b>	<b>0,160</b>	<b>0,056</b>	<b>0,219</b>
<b>% Rutilo</b>		<b>0,000</b>																	
<b>Soma</b>		<b>99,983</b>	<b>98,699</b>	<b>99,059</b>	<b>99,817</b>	<b>99,645</b>	<b>99,057</b>	<b>99,805</b>	<b>98,630</b>	<b>99,016</b>	<b>99,903</b>	<b>99,532</b>	<b>99,142</b>	<b>99,491</b>	<b>98,880</b>	<b>99,399</b>	<b>99,752</b>	<b>99,582</b>	<b>99,412</b>

**Tabela AIV-5:** Química mineral e cálculo da fórmula estrutural de cloritas da lâmina DMLH-13B, baseado em cálculos disponíveis pela Open University.

N.Ponto	52	58	61	71	75
Amostra	13 B_C1_Ch1 1	13 B_C1_Ch1 2	13 B_C2_Ch1 1	13 B_C3_Ch1 2	13 B_C4_Ch1 1
SiO <sub>2</sub>	26,801	27,109	27,747	27,165	26,901
TiO <sub>2</sub>	0,027	0,038	0	0	0,005
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,724	16,198	16,318	16,779	16,454
FeO	24,633	24,667	25,183	25,692	26,064
MnO	2,17	2,107	1,785	1,886	2,036
MgO	16,992	16,82	16,693	16,517	15,999
CaO	0,022	0,037	0,061	0,038	0,026
Na <sub>2</sub> O	0	0,053	0,052	0,015	0,041
K <sub>2</sub> O	0,019	0,055	0,028	0,06	0,021
F	0	0,007	0,132	0,065	0,271
Cl	0,018	0,033	0,017	0,016	0
NiO	0	0	0,032	0,032	0
No. of oxygens	28	28	28	28	28
Reformatted oxide percentages based on 28 oxygens (with Fe <sup>2+</sup> /Fe <sup>3+</sup> and OH calculated assuming full site occupancy)					
	52	58	61	71	75
	13 B_C1_Ch1 1	13 B_C1_Ch1 2	13 B_C2_Ch1 1	13 B_C3_Ch1 2	13 B_C4_Ch1 1
SiO <sub>2</sub>	26,801	27,109	27,747	27,165	26,901
TiO <sub>2</sub>	0,027	0,038	0	0	0,005
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,724	16,198	16,318	16,779	16,454
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	0	0	0	0
FeO	24,633	24,667	25,183	25,692	26,064
MnO	2,17	2,107	1,785	1,886	2,036
MgO	16,992	16,82	16,693	16,517	15,999
NiO	0	0	0,032	0,032	0
CaO	0,022	0,037	0,061	0,038	0,026
Na <sub>2</sub> O	0	0,053	0,052	0,015	0,041
K <sub>2</sub> O	0,019	0,055	0,028	0,06	0,021
F	0	0,007	0,132	0,065	0,271
Cl	0,018	0,033	0,017	0,016	0
H <sub>2</sub> O*	11,36547604	11,1580266	11,17106992	11,22278765	10,91197161
Total	99,77147604	98,2820266	99,21906992	99,48778765	98,72997161
O=F,Cl	0,0040572	0,01038555	0,0594104	0,03097465	0,11410455
TOTAL	99,76741884	98,27164105	99,15965952	99,456813	98,61586706
Si	5,62119522	5,778368019	5,853597254	5,732463491	5,721285449
Al iv	2,37880478	2,221631981	2,146402746	2,267536509	2,278714551

Al vi	2,025985207	1,872749267	1,927827327	1,929636063	1,873515743
Ti	0,004258894	0,006091591	0	0	0,000799743
Fe3+	0	0	0	0	0
Fe2+	4,461952323	4,539753118	4,495507654	4,656496862	4,718756502
Mn	0,38552134	0,380423429	0,318974558	0,337119828	0,366787043
Mg	5,31265452	5,344500203	5,249653069	5,195796856	5,072329248
Ni	0	0	0,005429901	0,005431461	0
Ca	0,004944183	0,008450602	0,013788939	0,008592299	0,00592506
Na	0	0,043810498	0,042542281	0,012275338	0,0338158
K	0,010166006	0,029907044	0,015068983	0,032299956	0,011393669
F	0	0,009437747	0,176140544	0,086760799	0,364563413
Cl	0,012798708	0,023846333	0,012158267	0,011446363	0
OH*	15,98720129	15,96671592	15,81170119	15,90179284	15,63543659
Total	36,20548247	36,22568575	36,06879271	36,17764866	36,08332281
Oxidized	yes	yes	yes	yes	yes
Fe/Fe+Mg	0,456484071	0,459291458	0,461306671	0,472630739	0,48194415
Variety	pynochlorite	pynochlorite	pynochlorite	pynochlorite	pynochlorite

**Tabela AIV-6:** Química mineral e cálculo da fórmula estrutural de muscovita da lâmina DMLH-13B, baseado em cálculos disponíveis pela Open University.

N.Ponto	55	57	72	73	70
Amostra	13 B_C1_Ms 1	13 B_C1_Ms 2	13 B_C3_Ms 1	13 B_C3_Ms 2	13 B_C3_Ms 3
SiO <sub>2</sub>	64,22	63,66	64,39	63,657	63,587
TiO <sub>2</sub>	0,059	0,01	0,189	0	0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,654	17,996	18,107	18,06	17,803
FeO	0,084	0,133	0,075	0,064	0,266
MnO	0	0,063	0	0	0,05
MgO	0,001	0	0	0	0
CaO	0,016	0,033	0	0	0,003
Na <sub>2</sub> O	0,349	0,295	0,428	0,268	0,332
K <sub>2</sub> O	15,493	15,632	15,129	15,15	15,47
F	0	0	0	0	0
Cl	0,007	0,006	0	0	0,051
NiO	0	0	0	0,025	0,05
Li <sub>2</sub> O*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H <sub>2</sub> O*	4,63	4,62	4,67	4,61	4,60
Subtotal	102,52	102,45	102,98	101,84	102,21
O=F,Cl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Total	102,51	102,45	102,98	101,84	102,20

Si	8,308	8,257	8,274	8,275	8,270
Al iv	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Al vi	2,692	2,751	2,743	2,767	2,729
Ti	0,006	0,001	0,018	0,000	0,000
Fe	0,009	0,014	0,008	0,007	0,029
Mn	0,000	0,007	0,000	0,000	0,006
Mg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ni	0,000	0,000	0,000	0,003	0,005
Li*	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ca	0,002	0,005	0,000	0,000	0,000
Na	0,088	0,074	0,107	0,068	0,084
K	2,557	2,586	2,480	2,512	2,566
OH*	3,998	3,999	4,000	4,000	3,989
F	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cl	0,002	0,001	0,000	0,000	0,011
TOTAL	17,662	17,696	17,629	17,631	17,690
Y total	2,707	2,774	2,769	2,777	2,769
X total	2,646	2,665	2,586	2,580	2,651
Al total	2,692	2,751	2,743	2,767	2,729
Fe/Fe+Mg	0,979	1,000	1,000	1,000	1,000
Mn/Mn+Fe	0,000	0,324	0,000	0,000	0,160
Total Al	2,692	2,751	2,743	2,767	2,729
Mg-Li	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Fe+Mn+Ti-AIVI	-2,677	-2,729	-2,716	-2,760	-2,695

---

## ANEXO V – PONTO DMLH-15

---

**Número do Ponto:** DMLH-15

**Número das Amostras:** DMLH-15A, DMLH-15B e DMLH-15C

**Tipo de afloramento:** Leito de drenagem

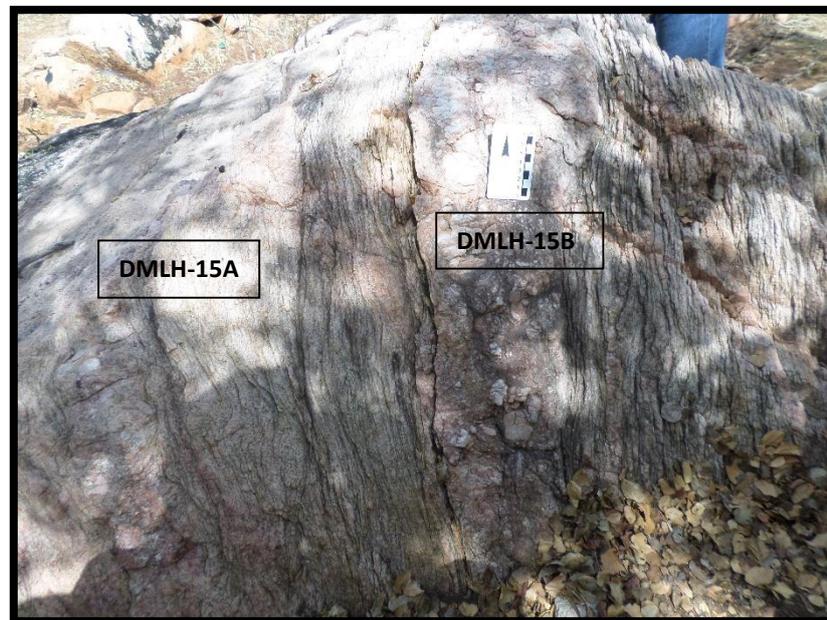
**Coordenada UTM:** 663536 / 8917162

**Altitude:** 155 m

**Domínio Geológico:** Canindé

**Unidade Geológica:** Novo Gosto

**Descrição de Afloramento:** Afloramento de rocha moderadamente intemperizada com coloração rosácea similar a encontrada próxima ao ponto anterior. Trata-se de um metasienogranito com foliação milonítica Sn-1 N035/76 e lineação de estiramento 23/N125 (Amostra DMLH-15A), no qual identifica indicador cinemático de rotação de grão tipo delta dextral. Em meio ao metasienogranito nota-se material (Amostra DMLH-15B) com composição similar, não deformado, posicionado posterior a foliação milonítica (processo de anatexia? Fusão do metasienogranito gerando sienogranito com textura pegmatítica?) (ver figura AV-1). Também foi coletada uma amostra (Amostra DMLH-15-C) do sienogranito com textura mais fina para geoquímica.



**Figura AV-1:** Vista geral do afloramento.

## Descrição Microscópica:

- DMLH-15A

- Descrição: A rocha possui textura fina e coloração rosa claro, com foliação marcada pela orientação das micas e por fitas de quartzo+microclínio (ver figura AV-2). Composta mineralogicamente e essencialmente por quartzo, microclínio, plagioclásio, biotita, traços de mineral opaco, e sericita e clorita como mineral de alteração. A textura é lepidogranoblástica com predominância de cristais com contatos irregulares e de diversos tamanhos, dando uma impressão de material cisalhado. No geral, os cristais menores se encontram mais oxidados, sendo as fitas metamórficas menos atingidas por oxidação. Verifica a ocorrência de cristais com rompimento, porém sem indício de cinemática, tratando-se apenas de fraturas. Ocorrem cristais de quartzo com indícios de poligonização localmente na matriz (partes mais finas).

- Descrição dos Minerais:

- Quartzo → Cristais com contatos irregulares e extinção ondulante com formação de subgrãos. Tamanho variando entre 0,02 a 3,69mm. Sendo que na matriz (parte mais fina) predomina entre 0,04 a 0,65mm.

- Plagioclásio → Cristais com contatos predominantemente irregulares e extinção ondulante. Ocorrência de sericitação e predominantemente oxidados. Tamanho variando entre 0,04 a 0,65mm, com predomínio entre 0,11 a 0,22mm.

- Microclínio → Cristais com contatos predominantemente irregulares e extinção ondulante. Ocorrência de alteração para sericita e predominantemente oxidado. Tamanho variando de 0,04 a 2,82mm, com predomínio de 0,11 a 0,43mm na matriz e em torno de 2,17mm nas fitas metamórficas.

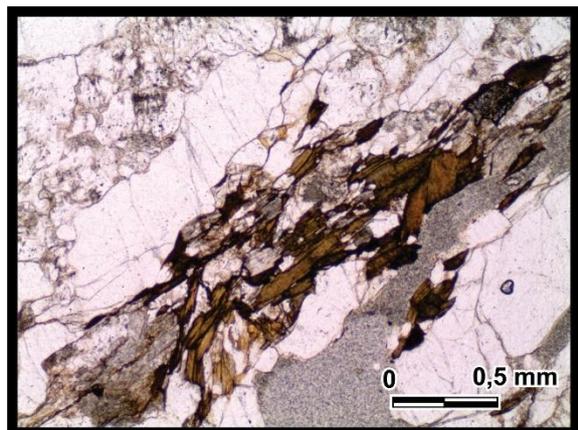
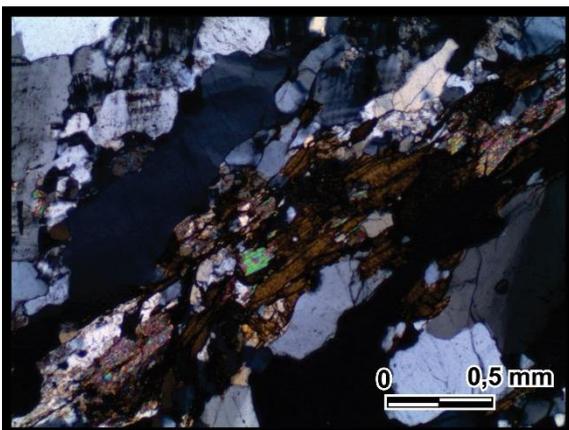
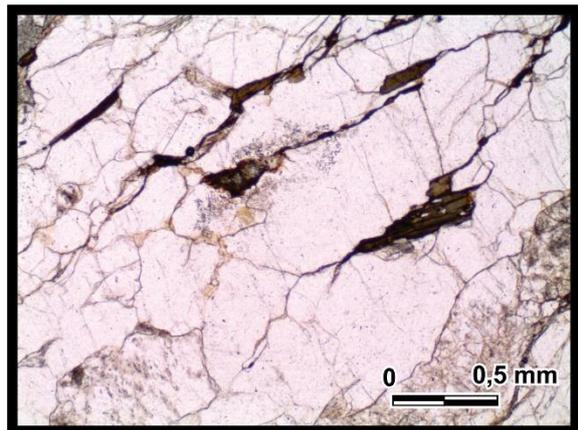
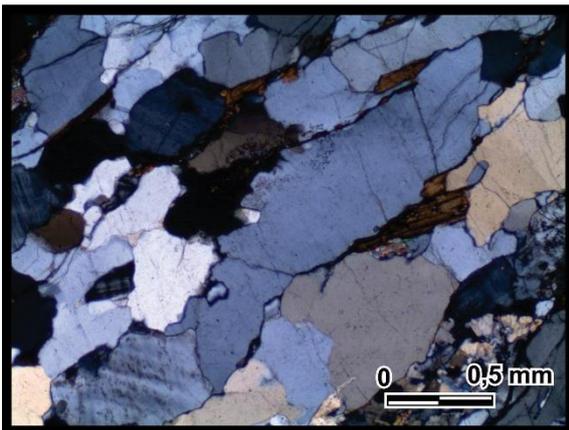
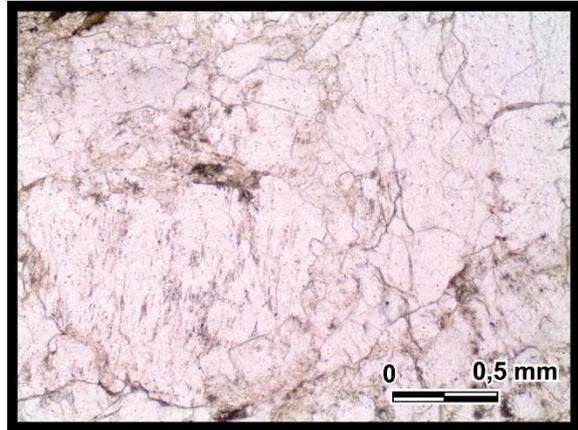
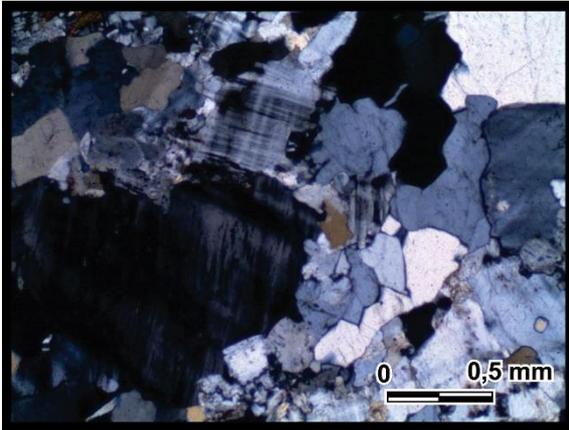
- Biotita → Cristais dispostos de modo intergranular, principalmente nos planos de foliação e com alguns cristais com alteração para sericita e clorita. Tamanho variando de 0,02 a 0,87mm, com predomínio de 0,08 a 0,17mm.

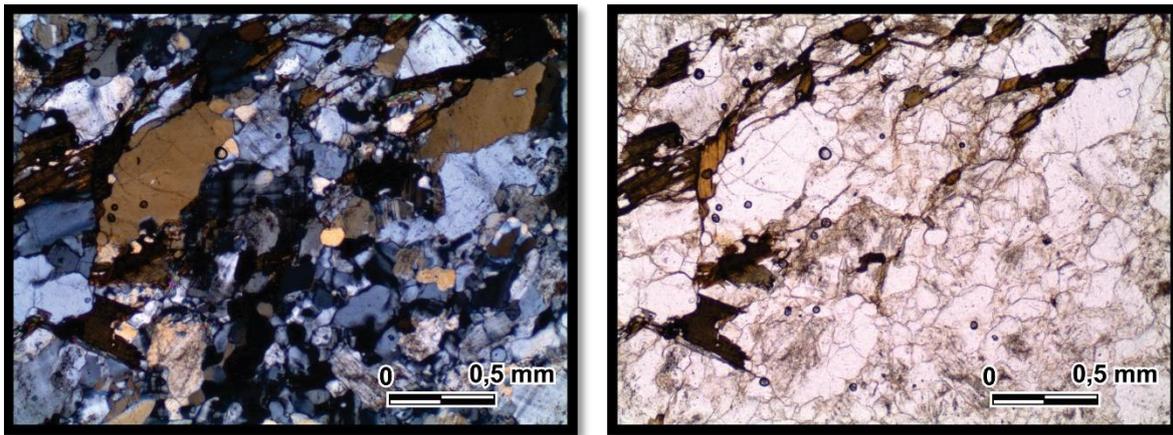
- Composição Modal: Quartzo (47%), Microclínio (26%), Plagioclásio (23%), Biotita (4%), Sericita (traços), Clorita (traços), Opaco (traços).

- Paragênese: Quartzo, Microclínio, Plagioclásio e Biotita

- Fácies Metamórfica: Granulito

- Nome da Rocha: Plagioclásio-Microclínio-Quartzo Milonito
- Protólito: Variação entre sienogranito a sienito ou metarcóseo



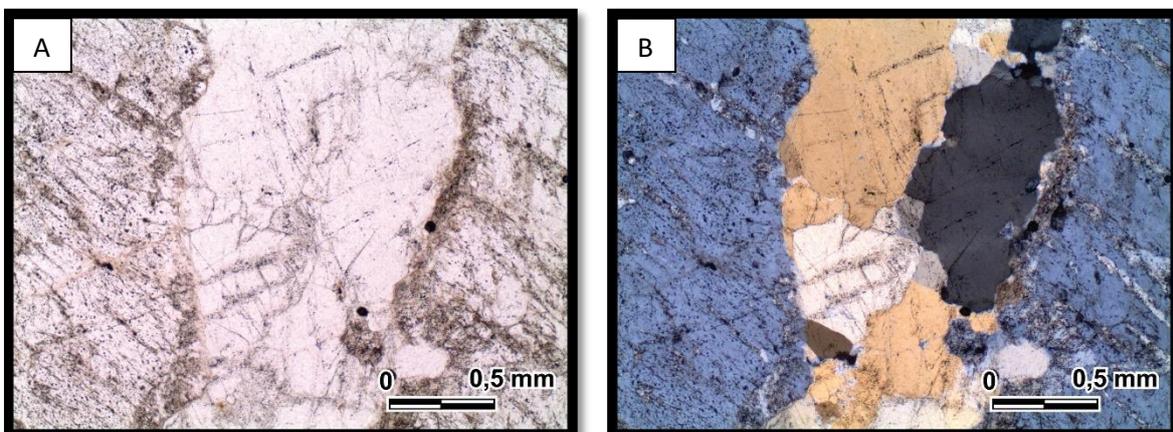


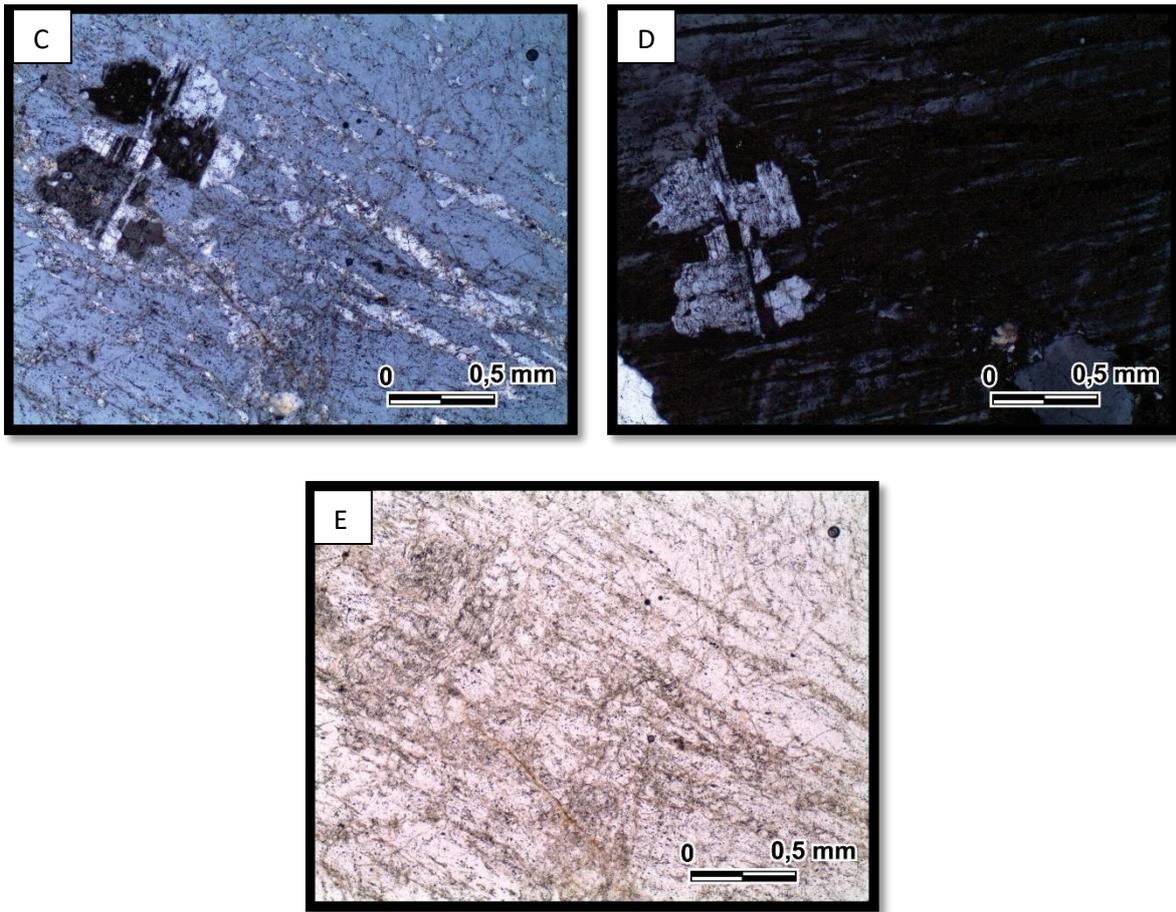
**Figura AV-2: Lâmina DMLH-15A.** Imagens de detalhe da lâmina exibindo textura e disposição dos minerais na rocha. Luz transmitida, nicóis paralelos e nicóis cruzados respectivamente, aumento de 4x.

- DMLH-15B:

- Descrição: Rocha granítica com textura pegmatítica onde se vê na lâmina seções de cristais de Microclínio apresentando geminação Carlsbad-Periclina com exsolução de plagioclásio, configurando textura pertítica (ver figura AV-3). No cristal de microclínio, verifica-se forte presença de minúsculas inclusões fluídas, além de ocorrer algumas inclusões maiores de quartzo e algumas raras e pontuais sericitizações. Cortando um dos cristais de microclínio ocorre vênula formada essencialmente por quartzo. Nele, os cristais de quartzo possuem contatos indentados, e há formação de subgrão no interior dos cristais e de forma minúscula nas proximidades dos contatos dos cristais. Além disso, estes cristais de quartzo possuem extinção ondulante bem marcada.

- Nome da Rocha: Sienogranito com Textura Pegmatítica





**Figura AV-3: Lâmina DMLH-15B.** (A) e (B) Detalhe de vênula de quartzo cortando o cristal de microclínio. Luz transmitida, nicóis paralelos e nicóis cruzados respectivamente, aumento de 4x. (C), (D) e (E) Detalhe evidenciando textura pertítica dos megacristais de microclínio. Luz transmitida, nicóis cruzados e nicóis paralelos respectivamente, aumento de 4x.

### Química Mineral:

- DMLH 15A

Foi realizada a química mineral de um total de 17 pontos em campos espalhados na lâmina, sendo 12 em cristais de feldspato (feldspato potássico e plagioclásio) e 5 em cristais de biotita (tabela AV-1).

Os cristais de feldspato analisados, dos quais foram determinados suas fórmulas estruturais e teores de An-Ab-Or (tabela AV-2), e em seguida lançados no diagrama de classificação de feldspatos (figura AV-4), confirmou a ocorrência de plagioclásio e feldspato potássico. Os plagioclásios tiveram teores variando em torno de 3% An 97% Ab 0% Or a 11% An

83%Ab 6%Or, concentrando-se nos campos do Oligoclásio e da Albita e demonstrando seu caráter mais sódico. Os feldspatos potássicos tiveram teores variando em torno de 4%Ab 96%Or a 7%Ab 93%Or, encaixando no campo do Microclínio.

Obteve-se para os cristais de biotita, o cálculo de sua química e fórmula estrutural (tabela AV-5), a partir da qual pode-se observar que se tratam de biotitas ferrosas se encaixando entre os campos da Siderofilita e da Anita, porém com uma tendência maior para o campo da Anita (ver figura AV-5). Também a partir dos cristais de biotita, pôde-se aplicar o método de geotermometria estabelecido por Luhr *et al.* (1984), com o qual foram calculados valores variando entre 887,1 a 922,8 °C.

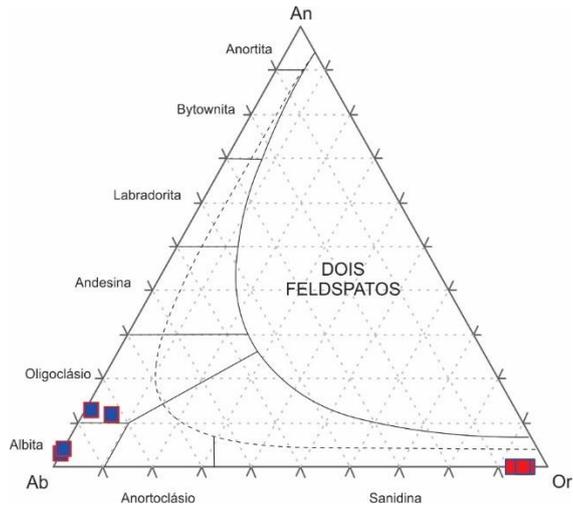
Através dos dados de geotermometria e correlacionando com gráficos bibliográficos de fácies metamórficas, pode-se estimar que a fácies metamórfica que a rocha atingiu foi a fácies granulito, fácies essa na qual pode ocorrer processos de anatexia, e que seria uma evidência para que possa realmente ter ocorrido processo de anatexia gerando os pegmatitos graníticos encaixados. No entanto, são necessários dados mais aprofundados para confirmar tal situação, como por exemplo dados geoquímicos de rocha total de ambas as rochas para verificar uma possível correlação positiva entre eles.

#### - DMLH-15B

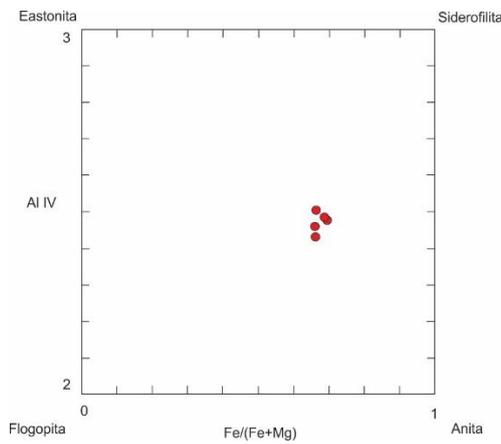
Foi realizada a química mineral de um total de 12 pontos em campos espalhados na lâmina, sendo 6 em cristais de plagioclásio e 6 em cristais de feldspato potássico (tabela AV-3).

Os cristais de feldspato analisados, dos quais foram determinados suas fórmulas estruturais e teores de An-Ab-Or (tabela AV-4), e em seguida lançados no diagrama de classificação de feldspatos (figura AV-6), confirmou a ocorrência de plagioclásio e feldspato potássico. Os plagioclásios tiveram teores variando em torno de 2%An 98%Ab a 4%An 96%Ab, concentrando-se no campo da Albita e demonstrando seu caráter mais sódico. Os feldspatos potássicos tiveram teores variando em torno de 4%Ab 96%Or a 2%Ab 98%Or, encaixando no campo do Microclínio pertítico.

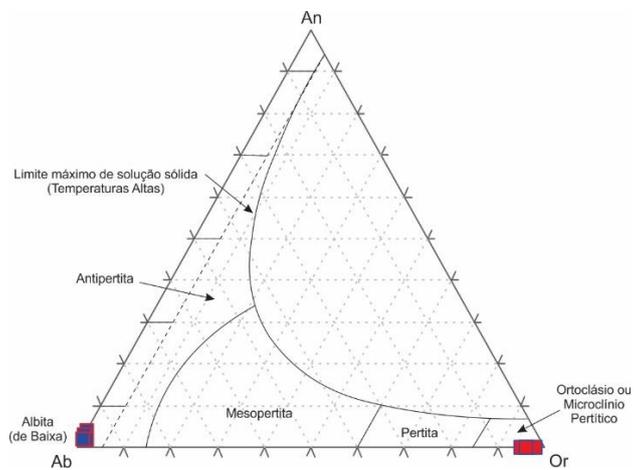
Também foram realizadas algumas análises pontuais para fins de identificação rápida de inclusões e da mineralogia que compõe as vênulas, e foi confirmado sua composição como sendo quartzo.



**Figura AV-4:** Diagrama An-Ab-Or para o grupo dos feldspatos de temperaturas mais altas (modificado de Deer *et al.*, 1992) para a lâmina DMLH-15A



**Figura AV-5:** Classificação das biotitas de acordo com os membros finais da solução sólida anita – flogopita – eastonita – siderofilita (Deer *et al.*, 1972) para a lâmina DMLH-15A



**Figura AV-6:** Diagrama An-Ab-Or para o grupo dos feldspatos de temperaturas mais baixas (modificado de Deer *et al.*, 1992) para a lâmina DMLH-15B.

**Tabela AV-1:** Dados brutos de química mineral de silicatos da lâmina DMLH-15A.

N. Ponto	Amostra	Mineral	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	NiO	V2O3	F	Cl	(OH)	Total
78	15 A_C1_Mc 2	Microclínio	64,787	0	21,378	0,046	0,071	0,004	2,358	9,331	1,014	0	0	0	0,008	1,005	100
79	15 A_C1_Mc 3	Microclínio	64,738	0,011	18,663	0,02	0,01	0	0	0,721	15,341	0	0	0	0	0,498	100,002
80	15 A_C1_Pl 1	Plagioclásio	67,375	0,059	19,312	0	0	0	0,661	11,238	0,053	0	0	0	0,015	1,288	99,998
81	15 A_C1_Pl 2	Plagioclásio	67,705	0,03	19,958	0,024	0	0	0,815	11,408	0,069	0	0	0	0,023	0	100,027
82	15 A_C1_Mc 4	Microclínio	65,22	0,03	18,218	0,012	0	0,013	0	0,416	15,841	0,034	0	0	0	0,217	100,001
83	15 A_C2_Bt 1	Biotita	35,551	2,875	16,038	24,261	0,759	6,891	0	0,026	9,481	0	0,023	0,284	0,05	3,891	99,999
84	15 A_C2_Bt 2	Biotita	35,116	3,06	15,65	23,85	0,763	6,876	0,055	0,09	7,722	0	0,083	0,182	0,041	6,599	100,001
85	15 A_C2_Mc 1	Microclínio	64,792	0	18,173	0,004	0	0,005	0,017	0,496	15,672	0,038	0,017	0	0,002	0,785	100,001
86	15 A_C2_Mc 2	Microclínio	64,773	0,055	18,101	0,044	0	0,009	0	0,424	15,475	0,038	0,031	0	0	1,053	100,003
87	15 A_C2_Mc 3	Microclínio	64,448	0	18,312	0,037	0,027	0	0,008	0,562	16,015	0,011	0	0	0	0,58	100
88	15 A_C2_Pl 1	Plagioclásio	64,686	0	21,701	0,066	0,082	0	2,72	9,88	0,188	0	0	0	0,002	0,673	99,998
91	15 A_C2_Bt 3	Biotita	35,168	2,474	16,227	24,983	0,588	6,161	0,044	0,086	8,683	0,055	0,076	0,147	0,052	5,327	99,997
4	15 A_C2_Op 1	Opaco	34,675	3,473	15,202	24,87	0,754	6,336	0,086	0,078	7,804	0,03	0,006	0,301	0,059	6,468	100,002
5	15 A_C2_Op 2	Opaco	34,67	3,058	14,969	24,129	0,62	6,853	0,148	0,064	7,175	0,06	0,004	0,382	0,064	7,98	100,001

**Tabela AV-2:** Química mineral e cálculo da fórmula estrutural de feldspatos da lâmina DMLH-15A, baseado em cálculos disponíveis pela Open University.

Calculation of a Chemical Formula from a Mineral Analysis									
N. Ponto	80	81	88	78	79	82	85	86	87
Amostra	15 A_C1_Pi 1	15 A_C1_Pi 2	15 A_C2_Pi 1	15 A_C1_Mc 2	15 A_C1_Mc 3	15 A_C1_Mc 4	15 A_C2_Mc 1	15 A_C2_Mc 2	15 A_C2_Mc 3
SiO <sub>2</sub>	67,375	67,705	64,686	64,787	64,738	65,22	64,792	64,773	64,448
TiO <sub>2</sub>	0,059	0,03	0	0	0,011	0,03	0	0,055	0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,312	19,958	21,701	21,378	18,663	18,218	18,173	18,101	18,312
FeO	0	0,024	0,066	0,046	0,02	0,012	0,004	0,044	0,037
MnO	0	0	0,082	0,071	0,01	0	0	0	0,027
MgO	0	0	0	0,004	0	0,013	0,005	0,009	0
CaO	0,661	0,815	2,72	2,358	0	0	0,017	0	0,008
Na <sub>2</sub> O	11,238	11,408	9,88	9,331	0,721	0,416	0,496	0,424	0,562
K <sub>2</sub> O	0,053	0,069	0,188	1,014	15,341	15,841	15,672	15,475	16,015
TOTAL	98,70	100,01	99,32	98,99	99,50	99,75	99,16	98,88	99,41
Oxygens =	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Si	2,984	2,964	2,867	2,884	2,994	3,012	3,010	3,013	2,996
Al	1,008	1,030	1,134	1,122	1,017	0,992	0,995	0,993	1,003
Ti	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,002	0,000
Fe	0,000	0,001	0,002	0,002	0,001	0,000	0,000	0,002	0,001
Mn	0,000	0,000	0,003	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
Mg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000
Ca	0,031	0,038	0,129	0,112	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000
Na	0,965	0,968	0,849	0,805	0,065	0,037	0,045	0,038	0,051
K	0,003	0,004	0,011	0,058	0,905	0,933	0,929	0,918	0,950
Total	4,994	5,006	4,996	4,986	4,982	4,976	4,979	4,967	5,002
Or	0,300	0,381	1,075	5,902	93,332	96,161	95,327	96,001	94,898
Ab	96,562	95,835	85,863	82,567	6,668	3,839	4,586	3,999	5,062
An	3,139	3,783	13,063	11,530	0,000	0,000	0,087	0,000	0,040

**Tabela AV-3:** Dados brutos de química mineral de silicatos da lâmina DMLH-15B.

N. Ponto	Amostra	Mineral	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	NiO	V2O3	F	Cl	(OH)	Total
65	15 B_C2_P1 1	Plagioclásio	67,057	0,123	19,951	0,064	0	0,009	0,751	11,227	0,068	0,034	0	0	0,015	0,702	99,998
66	15 B_C2_K-F 1	K-Feldspato	64,823	0,065	18,189	0,121	0,041	0	0,055	0,36	15,34	0	0	0	0,029	0,983	99,999
67	15 B_C2_K-F 2	K-Feldspato	64,654	0,12	18,424	0,013	0,027	0	0,02	0,406	15,675	0,013	0,002	0	0	0,648	100,002
68	15 B_C2_P1 2	Plagioclásio	68,229	0,108	19,892	0,02	0,017	0	0,463	11,559	0,058	0,015	0,017	0	0,012	0	100,387
69	15 B_C3_P1 1	Plagioclásio	67,322	0,049	19,94	0,034	0,005	0,046	0,708	11,55	0,08	0	0,018	0	0,011	0,241	100,002
70	15 B_C3_P1 2	Plagioclásio	67,53	0,113	19,827	0	0,052	0	0,529	11,587	0,095	0	0	0	0,012	0,256	99,998
71	15 B_C3_K-F 1	K-Feldspato	64,854	0,03	18,046	0,002	0,064	0	0	0,445	15,711	0	0	0	0	0,848	100
72	15 B_C3_K-F 2	K-Feldspato	64,673	0,185	18,289	0,065	0	0	0	0,601	15,713	0	0	0	0	0,474	100
73	15 B_C1_P1 1	Plagioclásio	67,809	0	19,418	0	0,041	0,011	0,49	11,213	0,057	0	0,011	0	0	0,949	99,999
74	15 B_C1_K-F 1	K-Feldspato	64,532	0	18,113	0	0	0,02	0	0,211	15,844	0	0,005	0	0,014	1,263	99,999
75	15 B_C1_P1 2	Plagioclásio	67,775	0,113	19,525	0	0	0	0,498	11,466	0,028	0	0,065	0	0,016	0,518	100
76	15 B_C1_K-F 2	K-Feldspato	64,686	0	18,254	0	0	0,004	0	0,454	15,351	0	0,086	0	0	1,165	100

**Tabela AV-4:** Química mineral e cálculo da fórmula estrutural de feldspatos da lâmina DMLH-15B, baseado em cálculos disponíveis pela Open University.

Calculation of a Chemical Formula from a Mineral Analysis												
N. Ponto	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76
Amostra	15 B_C2_P1 1	15 B_C2_K- F 1	15 B_C2_K- F 2	15 B_C2_P1 2	15 B_C3_P1 1	15 B_C3_P1 2	15 B_C3_K- F 1	15 B_C3_K- F 2	15 B_C1_P1 1	15 B_C1_K- F 1	15 B_C1_P1 2	15 B_C1_K- F 2
SiO2	67,057	64,823	64,654	68,229	67,322	67,53	64,854	64,673	67,809	64,532	67,775	64,686
TiO2	0,123	0,065	0,12	0,108	0,049	0,113	0,03	0,185	0	0	0,113	0
Al2O3	19,951	18,189	18,424	19,892	19,94	19,827	18,046	18,289	19,418	18,113	19,525	18,254
FeO	0,064	0,121	0,013	0,02	0,034	0	0,002	0,065	0	0	0	0
MnO	0	0,041	0,027	0,017	0,005	0,052	0,064	0	0,041	0	0	0
MgO	0,009	0	0	0	0,046	0	0	0	0,011	0,02	0	0,004
CaO	0,751	0,055	0,02	0,463	0,708	0,529	0	0	0,49	0	0,498	0
Na2O	11,227	0,36	0,406	11,559	11,55	11,587	0,445	0,601	11,213	0,211	11,466	0,454
K2O	0,068	15,34	15,675	0,058	0,08	0,095	15,711	15,713	0,057	15,844	0,028	15,351
TOTAL	99,25	98,99	99,34	100,35	99,73	99,73	99,15	99,53	99,04	98,72	99,41	98,75
Oxygens =	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Si	2,958	3,011	2,998	2,974	2,958	2,965	3,014	2,997	2,990	3,012	2,981	3,011
Al	1,037	0,996	1,007	1,022	1,033	1,026	0,988	0,999	1,009	0,996	1,012	1,001
Ti	0,004	0,002	0,004	0,004	0,002	0,004	0,001	0,006	0,000	0,000	0,004	0,000
Fe	0,002	0,005	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000
Mn	0,000	0,002	0,001	0,001	0,000	0,002	0,003	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000
Mg	0,001	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000
Ca	0,035	0,003	0,001	0,022	0,033	0,025	0,000	0,000	0,023	0,000	0,023	0,000
Na	0,960	0,032	0,037	0,977	0,984	0,987	0,040	0,054	0,959	0,019	0,978	0,041
K	0,004	0,909	0,927	0,003	0,004	0,005	0,931	0,929	0,003	0,943	0,002	0,911
Total	5,002	4,959	4,976	5,002	5,018	5,014	4,977	4,988	4,986	4,971	4,999	4,965
Or	0,383	96,275	96,113	0,322	0,439	0,523	95,872	94,505	0,325	98,016	0,157	95,698
Ab	96,066	3,435	3,784	97,520	96,299	97,029	4,128	5,495	97,324	1,984	97,503	4,302
An	3,551	0,290	0,103	2,159	3,262	2,448	0,000	0,000	2,350	0,000	2,340	0,000

**Tabela AV-5:** Química mineral, cálculo da fórmula estrutural e geotermometria de Biotitas da lâmina DMLH-15A, baseado em cálculos disponíveis pela Open University.

N.Ponto	83	84	91	4	5
Amostra	15 A_C2_Bt 1	15 A_C2_Bt 2	15 A_C2_Bt 3	15 A_C2_Op 1	15 A_C2_Op 2
SiO2	35,551	35,116	35,168	34,675	34,67
TiO2	2,875	3,06	2,474	3,473	3,058
Al2O3	16,038	15,65	16,227	15,202	14,969
FeO	24,261	23,85	24,983	24,87	24,129
MnO	0,759	0,763	0,588	0,754	0,62
MgO	6,891	6,876	6,161	6,336	6,853
CaO	0	0,055	0,044	0,086	0,148
Na2O	0,026	0,09	0,086	0,078	0,064
K2O	9,481	7,722	8,683	7,804	7,175
F	0,284	0,182	0,147	0,301	0,382
Cl	0,05	0,041	0,052	0,059	0,064
NiO	0	0	0,055	0,03	0,06
Li2O*	0,65	0,53	0,54	0,40	0,40
H2O*	3,73	3,70	3,74	3,61	3,54
Subtotal	100,60	97,64	98,95	97,68	96,13
O=F,Cl	0,13	0,09	0,07	0,14	0,18
Total	100,47	97,55	98,87	97,54	95,95
Si	5,494	5,539	5,521	5,516	5,569
Al iv	2,506	2,461	2,479	2,484	2,431
Al vi	0,415	0,449	0,524	0,366	0,402
Ti	0,334	0,363	0,292	0,415	0,369
Fe	3,135	3,146	3,280	3,308	3,241
Mn	0,099	0,102	0,078	0,102	0,084
Mg	1,587	1,617	1,442	1,502	1,641
Ni	0,000	0,000	0,007	0,004	0,008
Li*	0,405	0,334	0,342	0,256	0,257
Ca	0,000	0,009	0,007	0,015	0,025
Na	0,008	0,028	0,026	0,024	0,020
K	1,869	1,554	1,739	1,583	1,470
OH*	3,848	3,898	3,913	3,833	3,789
F	0,139	0,091	0,073	0,151	0,194
Cl	0,013	0,011	0,014	0,016	0,017
TOTAL	19,852	19,601	19,738	19,575	19,519
Y total	5,976	6,010	5,966	5,953	6,003
X total	1,877	1,590	1,772	1,622	1,515
Al total	2,921	2,910	3,003	2,850	2,834

Fe/Fe+Mg	0,664	0,661	0,695	0,688	0,664
Mn/Mn+Fe	0,031	0,031	0,023	0,030	0,025
Total Al	2,921	2,910	3,003	2,850	2,834
Mg-Li	1,183	1,283	1,100	1,247	1,384
Fe+Mn+Ti-AlVI	3,154	3,163	3,126	3,460	3,292
Luhr <i>et al.</i> 84	903,9	912,5	887,1	922,8	911,1

---

## ANEXO VI – PONTO DMLH-16

---

**Número do Ponto:** DMLH-16

**Número de Amostra:** DMLH-16

**Tipo de afloramento:** Leito de drenagem

**Coordenada UTM:** 663492 / 8917012

**Altitude:** 160 m

**Domínio Geológico:** Canindé

**Unidade Geológica:** Novo Gosto

**Descrição de Afloramento:** Afloramento de anfibolito pouco intemperizado com foliação incipiente Sn N040/45 e coloração cinza escuro, e de textura muito fina (ver figura AVI-1). Ocorrência de pequenas injeções graníticas cortando a foliação. Foi coletada a amostra DMLH-16 para petrografia e microsonda.



**Figura AVI-1:** Vista geral do afloramento.

### **Descrição Microscópica:**

- Descrição: Rocha levemente foliada, pouco intemperizada, com sercitações pontuais nos cristais de feldspatos, apresentando granulometria fina e textura granoblástica poligonizada (ver figura

AVI-3). Composta essencialmente por anfibólio, plagioclásio, quartzo, traços de ilmenita e titanita, e sericita e epídoto como mineral de alteração.

- Descrição dos Minerais:

- Anfibólio → Cristais com tamanho variando de 0,06 a 0,78mm com predomínio em torno de 0,17 a 0,32mm. Predomina cristais subédricos sem extinção ondulante e com contatos retos a pouco irregulares, dando uma textura granoblástica poligonizada. O pleocroísmo no geral é bege a marrom-musgo, porém se nota alguns cristais com zonação “pleocróica” variando em tons esverdeados.

- Plagioclásio → Cristais com tamanho variando de 0,11 a 0,43mm com predomínio em torno de 0,22mm. Predomina cristais anédricos e com extinção ondulante. Ocorrem tanto cristais com geminação polissintética quanto geminação Albita-Carlsbad.

- Ilmenita → Cristais com tamanho varia de 0,01 a 0,27mm com predomínio de 0,03 a 0,07mm. Os cristais de ilmenita geralmente estão associados com titanita, ocorrendo posicionado no centro da titanita, colado externamente nas bordas da titanita ou, menos frequente, sem estar próximo da titanita. Os cristais que se encontram no interior da titanita se apresentam com formato ameboide/irregular/ondulado. Os cristais que estão sem contato com a titanita se apresentam de forma subédrica a euédrica (cúbico) e com sinais de oxidação nas bordas ou no interior do cristal. Nota-se que a ilmenita tende a ser substituída por titanita, representando reação de transição de fácies xisto verde para anfibolito.

- Titanita → Os cristais são anédricos a subédricos com tamanho variando de 0,04 a 0,32mm com predomínio em torno de 0,06 a 0,13mm.

- Composição Modal: Anfibólio (61%), Plagioclásio (39%), Ilmenita (traços), Titanita (traços), Sericita (traços), Epídoto (traços)

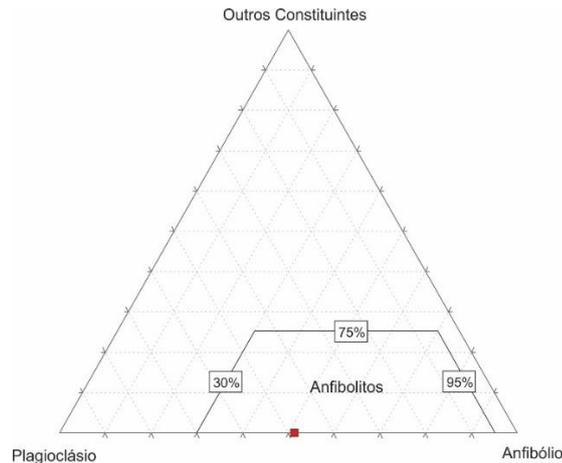
- Paragênese: Anfibólio, Plagioclásio, Titanita, Ilmenita e Epídoto

- Fácies Metamórfica: Anfibolito Inferior

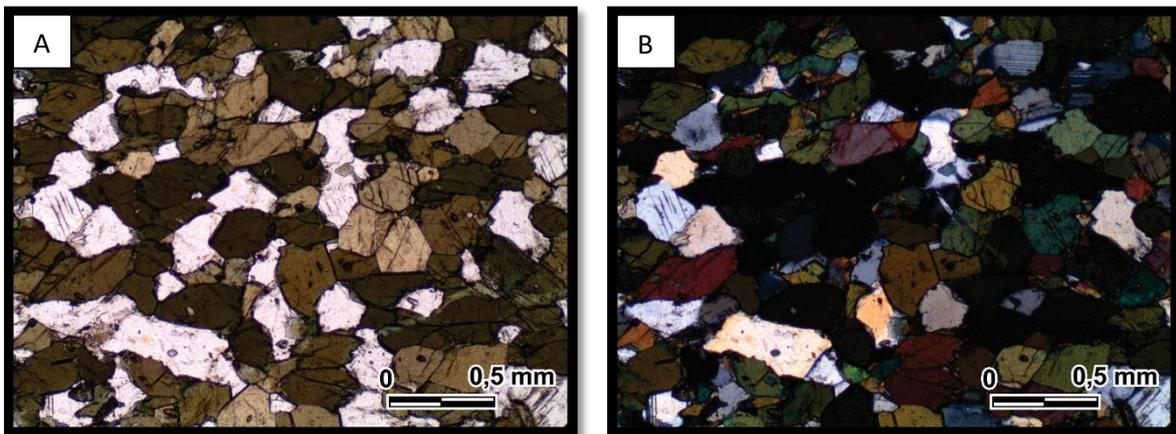
- Nome da Rocha: Anfibolito.

- Protólito: Basalto

- Diagrama (ver figura AVI-2):



**Figura AVI-2:** Diagrama com campo de anfibolito de acordo com a definição da SSRM (Fettes & Desmons, 2007)



**Figura AVI-3: Lâmina DMLH-16.** (A) e (B) Aspecto geral da lâmina. Luz transmitida, nicóis paralelos e nicóis cruzados respectivamente, aumento de 4x.

### Química Mineral:

Foi realizada a química mineral de um total de 39 pontos em campos espalhados na lâmina, sendo 16 em cristais de anfibólio, 15 em feldspato, 7 em titanita, 3 em ilmenita e 1 em epídoto (tabela AVI-1 e AVI-2).

Os cristais de anfibólio analisados se concentraram totalmente dentro do campo dos anfibólios cálcicos, como pode ser visto na figura AVI-4. Destrinchando mais sua composição, determinou-se através de sua química a sua fórmula estrutural e sua classificação, que pode ser vista na tabela AVI-3 e no diagrama de classificação de anfibólios cálcicos da figura AVI-5. Os anfibólios são classificados em Actinolita, Hornblenda Actinolítica e Mg-Hornblenda, onde

ainda na figura AVI-5, pode-se verificar uma tendência gradacional entre as análises. A variação de tonalidade verificada na petrografia está associada a estas mudanças composicionais, onde há um aumento de Mg e diminuição de Al e Fe do anfibólio de tonalidade marrom (Mg-Hornblenda) em direção ao anfibólio esverdeado (Actinolita). Esta variação composicional está relacionada a transição entre as fácies xisto verde superior e anfibolito inferior.

Os cristais de feldspato analisados, dos quais foram determinados suas fórmulas estruturais e teores de An-Ab-Or (tabela AVI-4), e em seguida lançados no diagrama de classificação de feldspatos (figura AVI-6), demonstrou seu caráter variando de predominantemente em torno de 50%An 50%Ab a 2%An 98%Ab. Os feldspatos se concentraram no campo da Labradorita, com algumas análises caindo no campo da Andesina, Oligoclásio e Albita, mostrando de modo similar aos anfibólios, uma tendência gradacional entre minerais com teores mais elevados em Ca para mais sódicos. Dentre as análises, foi realizada uma de núcleo e borda de plagioclásio para verificar mudanças composicionais internas a um cristal, e no núcleo do cristal a composição corroborou com a labradorita e em sua borda a química bateu com a da albita, confirmando uma variação composicional que também está relacionada com a transição entre as fácies xisto verde e anfibolito inferior.

A análise dos cristais de mineral opaco determinou sua composição relacionada a Ilmenita, como pode ser notado na tabela AVI-5.

Os cristais de Titanita ocorrem como substituição a ilmenita, também relacionada a transição entre as fácies xisto verde e anfibolito inferior.

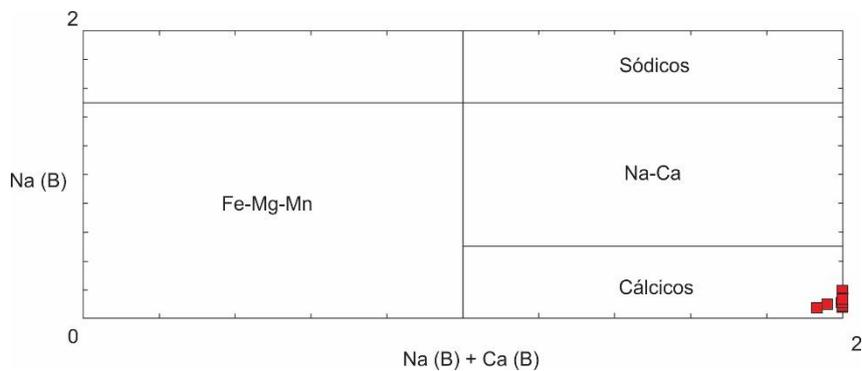
O cristal de Epídoto analisado mostrou sua composição similar à do mineral Clinozoisita que é conhecido como o epídoto sem ferro, e que é típico de fácies xisto verde. Nota-se ocorrência deste mineral associado a plagioclásios alterados do tipo albita, dos quais podem ser provenientes através do processo conhecido como espilitização.

Foi utilizado como barômetro os cristais de anfibólio, dos quais se obtiveram os seguintes valores de pressão em Kbars:

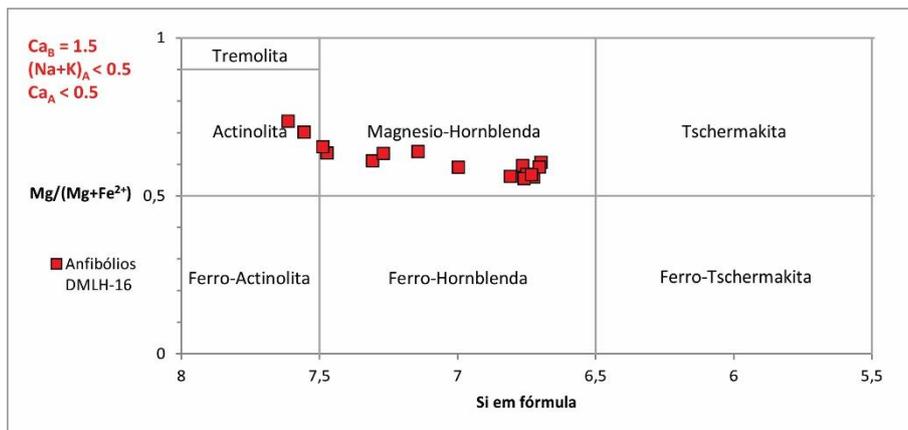
Hammarstrom & Zen 86	2,0 - 4,6
Hollister <i>et al.</i> 87	1,9 - 4,8
Johnson & Rutherford 89	1,5 - 3,7
Schmidt 92	2,6 - 5,0

Os valores mais inferiores de pressão provavelmente estão associados ao retrometamorfismo atuante com geração de novos cristais de anfibólio.

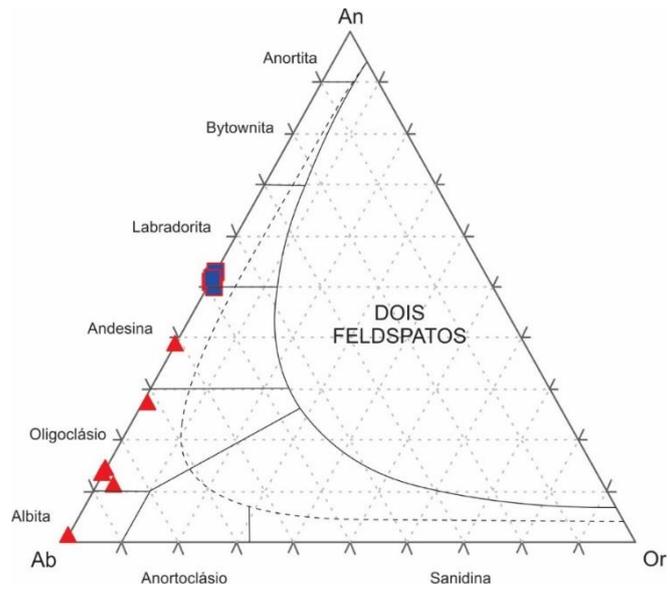
A assembleia mineralógica identificada indica que a rocha passou por um processo de metamorfismo na fácies anfibolito inferior com geração de labradorita + Mg-hornblenda + ilmenita, e posteriormente sofreu processo de retrometamorfismo na fácies xisto verde com formação de actinolita + albita + titanita + clinozoisita. Além disto, nota-se que a mineralogia sugere que seu protólito provável seja um basalto.



**Figura AVI-4:** Diagrama de classificação geral dos quatro grupos de anfibólio segundo Leake *et al.* (1997)



**Figura AVI-5:** Diagrama classificatório para anfibólio cálcico segundo Leake *et al.* (1997)



**Figura AVI-6:** Diagrama An-Ab-Or para o grupo dos feldspatos de temperaturas mais altas (modificado de Deer *et al.*, 1992) para a lâmina DMLH-16.

**Tabela AVI-1: Dados brutos de química mineral de silicatos da lâmina DMLH-16.**

N. Ponto	Amostra	Mineral	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	NiO	V2O3	F	Cl	(OH)	Total
26	16_C2_PI 1	Plagioclásio	54,495	0,04	28,162	0,143	0,016	0	10,275	5,493	0,052	0,006	0	0	0,026	1,297	99,999
27	16_C2_PI 2	Plagioclásio	54,073	0	28,829	0,029	0,05	0	10,785	5,322	0,036	0,004	0,078	0	0,019	0,779	100
28	16_C2_Anf 1	Anfibólio	45,852	1,355	9,179	17,124	0,271	10,626	11,547	1,054	0,538	0,061	0,064	0	0,015	2,318	100,001
29	16_C2_Anf 2	Anfibólio	45,115	1,485	9,623	17,04	0,232	10,166	11,781	1,096	0,554	0,069	0,13	0	0	2,71	100,001
30	16_C2_Ttn 1	Titanita	30,86	36,964	0,986	0,313	0	0,044	28,162	0	0,001	0,017	0,403	0	0,004	2,247	100
31	16_C2_PI 3	Plagioclásio	54,483	0	28,56	0,036	0	0,011	10,401	5,517	0,059	0,017	0	0	0,013	0,906	100
32	16_C2_PI 4	Plagioclásio	52,829	0,055	26,782	0,172	0	0,003	2,872	10,829	0,048	0,015	0	0	0,01	6,386	99,999
33	16_C2_Ttn 2	Titanita	30,499	38,989	0,869	0,218	0,212	0	27,75	0,031	0	0	0,361	0	0	1,072	100,001
34	16_C2_PI 5	Plagioclásio	58,117	0,005	26,5	0,145	0	0,027	7,97	7,009	0,043	0	0	0	0,014	0,172	99,999
35	16_C3_PI 1	Plagioclásio	55,165	0,049	28,172	0,061	0	0,006	10,395	5,118	0,072	0,065	0,044	0	0	0,854	100,001
36	16_C3_Anf 1	Anfibólio	48,916	0,356	6,876	16,495	0,124	11,969	11,592	0,796	0,299	0,002	0,022	0	0,012	2,541	99,997
37	16_C3_Ep 1	Epidoto	44,094	0,04	23,452	0,077	0	0	26,053	0,007	0,022	0,009	0	0	0	6,244	99,998
38	16_C3_PI 2	Plagioclásio	67,989	0	19,517	0,095	0	0,002	0,239	11,266	0,037	0,034	0	0	0,026	0,801	100
39	16_C4_Ttn 1	Titanita	30,237	38,231	1,177	0,215	0,076	0	28,154	0,007	0,012	0,012	0,406	0	0	1,471	99,998
40	16_C4_Anf 1	Anfibólio	45,456	0,988	9,515	17,443	0,194	10,328	11,833	1,112	0,568	0	0,077	0	0	2,485	99,999
41	16_C4_Anf 2	Anfibólio	53,069	0,133	2,491	14,091	0,206	15,131	12,071	0,278	0,051	0,006	0,035	0	0	2,439	100,001
42	16_C4_Anf 3	Anfibólio	45,267	1,295	9,448	17,482	0,187	10,493	11,392	1,028	0,561	0,084	0,107	0	0,002	2,653	99,999
43	16_C4_PI 1	Plagioclásio	54,617	0	28,474	0,082	0	0	10,604	5,408	0,056	0	0,017	0	0,014	0,73	99,999
44	16_C4_Ttn 2	Titanita	30,509	35,564	1,185	0,634	0,152	0,001	27,61	0,015	0	0	0,415	0	0,007	3,908	99,998
45	16_C4_PI 2	Plagioclásio	54,871	0,267	28,395	0,183	0,057	0	10,499	5,422	0,068	0,019	0	0	0,013	0,208	99,999
46	16_C4_PI 3	Plagioclásio	54,921	0	28,598	0,05	0,063	0	10,68	5,298	0,051	0	0	0	0,012	0,329	99,999
47	16_C4_Anf 4	Anfibólio	45,006	1,322	9,324	17,202	0,408	10,435	11,674	1,021	0,548	0	0,074	0	0	2,986	100
48	16_C4_Anf 5	Anfibólio	52,727	0,107	3,507	14,596	0,299	14,309	12,1	0,367	0,07	0	0	0	0,015	1,908	100,002
49	16_C4_Ttn 3	Titanita	30,711	37,638	0,859	0,192	0,052	0,02	28,233	0,008	0,01	0	0,328	0	0,012	1,94	100
50	16_C1_Ttn 1	Titanita	30,632	37,21	1,004	0,398	0,03	0,11	28,431	0,039	0,054	0	0,385	0	0,002	1,706	100,001
51	16_C1_PI 1	Plagioclásio	60,297	0	24,242	0,042	0,06	0,029	5,727	8,329	0,105	0,006	0,003	0	0	1,161	100,001
52	16_C1_Anf 1	Anfibólio	47,746	0,414	8,045	17,371	0,335	10,982	11,994	0,803	0,378	0	0	0	0,019	1,917	100
53	16_C1_Anf 2	Anfibólio	49,403	0,113	5,667	16,191	0,158	12,11	12,081	0,671	0,282	0	0,038	0	0	3,285	99,999
54	16_C1_Anf 3	Anfibólio	51,238	0,211	4,223	15,778	0,278	12,975	12,278	0,402	0,165	0	0,037	0	0	2,417	100,002
55	16_C1_Anf 4	Anfibólio	51,242	0,029	4,207	15,519	0,207	13,13	12,046	0,395	0,119	0,021	0,002	0	0,002	3,082	100,001
56	16_C1_PI 2	Plagioclásio	64,174	0,016	21,686	0	0,031	0	2,305	9,977	0,439	0	0,001	0	0,028	1,349	100
57	16_C1_PI 3	Plagioclásio	55,219	0	27,888	0,049	0,038	0	10,446	5,651	0,094	0	0,027	0	0,038	0,559	100
58	16_C1_Anf 5	Anfibólio	45,269	1,33	9,261	17,182	0,19	10,305	11,95	1,104	0,609	0	0,057	0	0	2,742	99,999
59	16_C3_PI 3	Plagioclásio	56,648	0	24,673	0	0,051	0	3,116	10,516	0,065	0,021	0,012	0	0	4,897	99,999
60	16_C3_Anf 2	Anfibólio	49,063	0,009	6,468	15,463	0,253	12,019	11,686	0,678	0,243	0	0,003	0	0,014	4,107	100,003
61	16_C3_PI 4	Plagioclásio	54,653	0,04	28,372	0,103	0	0,024	10,254	5,33	0,063	0	0	0	0	1,161	100
62	16_C3_Ttn 1	Titanita	30,468	39,002	0,961	0,417	0,016	0,025	28,192	0,022	0,028	0,043	0,283	0	0	0,543	100

63	16_C3_Anf 3	Anfibólio	45,387	1,244	8,986	16,978	0,28	10,274	11,73	1,043	0,564	0,002	0,122	0,063	0	3,353	99,999
64	16_C3_Anf 4	Anfibólio	45,315	1,259	9,597	17,336	0,224	10,222	11,703	1,16	0,518	0,023	0,138	0	0,004	2,502	100

**Tabela AVI-2:** Dados brutos de química mineral de óxidos da lâmina DMLH-16.

N. Ponto	Amostra	Mineral	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	NiO	V2O3	F	Cl	(OH)	Total
1	16_C2_Op 1	Ilmenita	0,025	48,775	0,003	45,809	2,119	0,28	0,127	0	0,003	0	0,494	0	0	2,363	99,998
2	16_C3_Op 1	Ilmenita	0,023	49,403	0,041	46,745	2,113	0,229	0	0	0	0	0,4	0,074	0,023	0,985	100
3	16_C1_Op 1	Ilmenita	0,033	51,165	0,054	44,53	3,357	0,19	0,03	0,02	0,024	0	0,487	0	0	0,107	99,997

**Tabela AVI-3:** Química mineral e cálculo da fórmula estrutural de anfibólios da lâmina DMLH-16, baseado em cálculos disponíveis pela Open University.

Sample number	28	29	36	40	41	42	47	48
Sample	16_C2_Anf 1	16_C2_Anf 2	16_C3_Anf 1	16_C4_Anf 1	16_C4_Anf 2	16_C4_Anf 3	16_C4_Anf 4	16_C4_Anf 5
SiO2	45,852	45,115	48,916	45,456	53,069	45,267	45,006	52,727
TiO2	1,355	1,485	0,356	0,988	0,133	1,295	1,322	0,107
Al2O3	9,179	9,623	6,876	9,515	2,491	9,448	9,324	3,507
FeO	17,124	17,04	16,495	17,443	14,091	17,482	17,202	14,596
MnO	0,271	0,232	0,124	0,194	0,206	0,187	0,408	0,299
MgO	10,626	10,166	11,969	10,328	15,131	10,493	10,435	14,309
CaO	11,547	11,781	11,592	11,833	12,071	11,392	11,674	12,1
Na2O	1,054	1,096	0,796	1,112	0,278	1,028	1,021	0,367
K2O	0,538	0,554	0,299	0,568	0,051	0,561	0,548	0,07
F	0	0	0	0	0	0	0	0
Cl	0,015	0	0,012	0	0	0,002	0	0,015
NiO	0,061	0,069	0,002	0	0,006	0,084	0	0
<b>Reformatted oxide %</b>								
SiO2	45,85	45,12	48,92	45,46	53,07	45,27	45,01	52,73
TiO2	1,36	1,49	0,36	0,99	0,13	1,30	1,32	0,11
Al2O3	9,18	9,62	6,88	9,52	2,49	9,45	9,32	3,51
Fe2O3	4,72	3,08	4,96	3,80	4,89	5,90	4,77	4,13

FeO	12,88	14,27	12,03	14,02	9,69	12,17	12,91	10,88
MnO	0,27	0,23	0,12	0,19	0,21	0,19	0,41	0,30
MgO	10,63	10,17	11,97	10,33	15,13	10,49	10,44	14,31
NiO	0,06	0,07	0,00	0,00	0,01	0,08	0,00	0,00
CaO	11,55	11,78	11,59	11,83	12,07	11,39	11,67	12,10
Na <sub>2</sub> O	1,05	1,10	0,80	1,11	0,28	1,03	1,02	0,37
K <sub>2</sub> O	0,54	0,55	0,30	0,57	0,05	0,56	0,55	0,07
F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cl	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
H <sub>2</sub> O*	2,03	2,01	2,05	2,02	2,09	2,03	2,01	2,09
	100,12	99,48	99,98	99,84	100,11	99,86	99,43	100,60
O=F,Cl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	100,12	99,48	99,98	99,84	100,11	99,86	99,43	100,60
<b>No. of oxygens</b>	23	23	23	23	23	23	23	23
<b>Structural formulae</b>								
Si	6,764	6,723	7,142	6,749	7,613	6,697	6,704	7,555
Al iv	1,236	1,277	0,858	1,251	0,387	1,303	1,296	0,445
Al vi	0,359	0,414	0,326	0,414	0,034	0,345	0,341	0,147
Ti	0,150	0,166	0,039	0,110	0,014	0,144	0,148	0,012
Fe <sup>3+</sup>	0,524	0,346	0,546	0,425	0,528	0,657	0,534	0,446
Fe <sup>2+</sup>	1,589	1,778	1,469	1,741	1,163	1,506	1,608	1,303
Mn	0,034	0,029	0,015	0,024	0,025	0,023	0,051	0,036
Mg	2,337	2,259	2,605	2,286	3,236	2,314	2,317	3,056
Ni	0,007	0,008	0,000	0,000	0,001	0,010	0,000	0,000
Ca	1,825	1,881	1,813	1,882	1,855	1,806	1,863	1,857
Na	0,301	0,317	0,225	0,320	0,077	0,295	0,295	0,102
K	0,101	0,105	0,056	0,108	0,009	0,106	0,104	0,013
F	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cl	0,004	0,000	0,003	0,000	0,000	0,001	0,000	0,004
OH*	1,996	2,000	1,997	2,000	2,000	1,999	2,000	1,996

Total	17,228	17,303	17,095	17,310	16,942	17,207	17,262	16,972
<b>Calculation scheme</b>	$\sum 13$	$\sum 13$	$\sum 13$	$\sum 13$	$\sum 13$	$\sum 13$	$\sum 13$	$\sum 13$
<b>Amphibole group</b>	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca
(Ca+Na) (B)	2,000	2,000	2,000	2,000	1,933	2,000	2,000	1,959
Na (B)	0,175	0,119	0,187	0,118	0,077	0,194	0,137	0,102
(Na+K) (A)	0,228	0,303	0,095	0,310	0,009	0,207	0,262	0,013
Mg/(Mg+Fe2)	0,595	0,560	0,639	0,568	0,736	0,606	0,590	0,701
Fe3/(Fe3+Alvi)	0,593	0,455	0,626	0,507	0,940	0,656	0,611	0,752
Sum of S2	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000
<b>Amphibole names</b>								
	magnesio-hornblende	magnesio-hornblende	magnesio-hornblende	magnesio-hornblende	actinolite	magnesio-hornblende	magnesio-hornblende	actinolite
<b>P (kbars)</b>					not valid			not valid
Hammarstrom & Zen 86	4,1	4,6	2,0	4,5		4,4	4,3	
Hollister <i>et al.</i> 87	4,2	4,8	1,9	4,6		4,5	4,5	
Johnson & Rutherford 89	3,3	3,7	1,5	3,6		3,5	3,5	
Schmidt 92	4,6	5,0	2,6	4,9		4,8	4,8	
Barometers are only valid for certain calcic amphiboles								

**Tabela AVI-3 (Continuação):** Química mineral e cálculo da fórmula estrutural de anfibólios da lâmina DMLH-16, baseado em cálculos disponíveis pela Open University.

Sample number	52	53	54	55	58	60	63	64
Sample	16 C1 Anf 1	16 C1 Anf 2	16 C1 Anf 3	16 C1 Anf 4	16 C1 Anf 5	16 C3 Anf 2	16 C3 Anf 3	16 C3 Anf 4
SiO2	47,746	49,403	51,238	51,242	45,269	49,063	45,387	45,315
TiO2	0,414	0,113	0,211	0,029	1,33	0,009	1,244	1,259
Al2O3	8,045	5,667	4,223	4,207	9,261	6,468	8,986	9,597
FeO	17,371	16,191	15,778	15,519	17,182	15,463	16,978	17,336
MnO	0,335	0,158	0,278	0,207	0,19	0,253	0,28	0,224

MgO	10,982	12,11	12,975	13,13	10,305	12,019	10,274	10,222
CaO	11,994	12,081	12,278	12,046	11,95	11,686	11,73	11,703
Na <sub>2</sub> O	0,803	0,671	0,402	0,395	1,104	0,678	1,043	1,16
K <sub>2</sub> O	0,378	0,282	0,165	0,119	0,609	0,243	0,564	0,518
F	0	0	0	0	0	0	0,063	0
Cl	0,019	0	0	0,002	0	0,014	0	0,004
NiO	0	0	0	0,021	0	0	0,002	0,023
<b>Reformatted oxide %</b>								
SiO <sub>2</sub>	47,75	49,40	51,24	51,24	45,27	49,06	45,39	45,32
TiO <sub>2</sub>	0,41	0,11	0,21	0,03	1,33	0,01	1,24	1,26
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,05	5,67	4,22	4,21	9,26	6,47	8,99	9,60
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,20	2,68	2,76	3,53	2,64	3,43	2,95	3,75
FeO	13,59	13,78	13,29	12,34	14,81	12,38	14,32	13,96
MnO	0,34	0,16	0,28	0,21	0,19	0,25	0,28	0,22
MgO	10,98	12,11	12,98	13,13	10,31	12,02	10,27	10,22
NiO	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02
CaO	11,99	12,08	12,28	12,05	11,95	11,69	11,73	11,70
Na <sub>2</sub> O	0,80	0,67	0,40	0,40	1,10	0,68	1,04	1,16
K <sub>2</sub> O	0,38	0,28	0,17	0,12	0,61	0,24	0,56	0,52
F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00
Cl	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
H <sub>2</sub> O*	2,04	2,03	2,06	2,05	2,01	2,02	1,97	2,02
	100,55	98,97	99,88	99,32	99,47	98,26	98,82	99,75
O=F,Cl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
Total	100,54	98,97	99,88	99,32	99,47	98,26	98,79	99,75
<b>No. of oxygens</b>	23	23	23	23	23	23	23	23
<b>Structural formulae</b>								
Si	6,996	7,307	7,472	7,488	6,758	7,268	6,808	6,731
Al iv	1,004	0,693	0,528	0,512	1,242	0,732	1,192	1,269
Al vi	0,385	0,295	0,198	0,212	0,388	0,397	0,397	0,411
Ti	0,046	0,013	0,023	0,003	0,149	0,001	0,140	0,141

Fe3+	0,463	0,299	0,303	0,388	0,297	0,382	0,333	0,419
Fe2+	1,666	1,704	1,621	1,508	1,849	1,533	1,797	1,735
Mn	0,042	0,020	0,034	0,026	0,024	0,032	0,036	0,028
Mg	2,399	2,670	2,821	2,860	2,293	2,654	2,297	2,264
Ni	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,003
Ca	1,883	1,914	1,918	1,886	1,911	1,855	1,885	1,863
Na	0,228	0,192	0,114	0,112	0,320	0,195	0,303	0,334
K	0,071	0,053	0,031	0,022	0,116	0,046	0,108	0,098
F	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,030	0,000
Cl	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,001
OH*	1,995	2,000	2,000	2,000	2,000	1,996	1,970	1,999
Total	17,182	17,160	17,063	17,020	17,347	17,095	17,296	17,295
<b>Calculation scheme</b>	$\Sigma 13$	$\Sigma 13$	$\Sigma 13$	$\Sigma 13$	$\Sigma 13$	$\Sigma 13$	$\Sigma 13$	$\Sigma 13$
<b>Amphibole group</b>	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca
(Ca+Na) (B)	2,000	2,000	2,000	1,998	2,000	2,000	2,000	2,000
Na (B)	0,117	0,086	0,082	0,112	0,089	0,145	0,115	0,137
(Na+K) (A)	0,182	0,160	0,063	0,022	0,347	0,095	0,296	0,295
Mg/(Mg+Fe2)	0,590	0,610	0,635	0,655	0,554	0,634	0,561	0,566
Fe3/(Fe3+Alvi)	0,546	0,503	0,605	0,647	0,433	0,490	0,456	0,505
Sum of S2	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000
<b>Amphibole names</b>								
	magnesio-hornblende	actinolitic hornblende	actinolitic hornblende	actinolitic hornblende	magnesio-hornblende	actinolitic hornblende	magnesio-hornblende	magnesio-hornblende
<b>P (kbars)</b>		not valid	not valid	not valid		not valid		
Hammarstrom & Zen 86	3,1				4,3		4,1	4,5
Hollister <i>et al.</i> 87	3,1				4,4		4,2	4,7
Johnson & Rutherford 89	2,4				3,4		3,3	3,6
Schmidt 92	3,6				4,7		4,6	5,0
Barometers are only valid for certain calcic amphiboles								

**Tabela AVI-4:** Química mineral e cálculo da fórmula estrutural de feldspatos da lâmina DMLH-16, baseado em cálculos disponíveis pela Open University.

Calculation of a Chemical Formula from a Mineral Analysis															
N. Ponto	26	27	31	32	34	35	38	43	45	46	51	56	57	59	61
Amostra	16_C2_P 11	16_C2_P 12	16_C2_P 13	16_C2_P 14	16_C2_P 15	16_C3_P 11	16_C3_P 12	16_C4_P 11	16_C4_P 12	16_C4_P 13	16_C1_P 11	16_C1_P 12	16_C1_P 13	16_C3_P 13	16_C3_P 14
SiO2	54,495	54,073	54,483	52,829	58,117	55,165	67,989	54,617	54,871	54,921	60,297	64,174	55,219	56,648	54,653
TiO2	0,04	0	0	0,055	0,005	0,049	0	0	0,267	0	0	0,016	0	0	0,04
Al2O3	28,162	28,829	28,56	26,782	26,5	28,172	19,517	28,474	28,395	28,598	24,242	21,686	27,888	24,673	28,372
FeO	0,143	0,029	0,036	0,172	0,145	0,061	0,095	0,082	0,183	0,05	0,042	0	0,049	0	0,103
MnO	0,016	0,05	0	0	0	0	0	0	0,057	0,063	0,06	0,031	0,038	0,051	0
MgO	0	0	0,011	0,003	0,027	0,006	0,002	0	0	0	0,029	0	0	0	0,024
CaO	10,275	10,785	10,401	2,872	7,97	10,395	0,239	10,604	10,499	10,68	5,727	2,305	10,446	3,116	10,254
Na2O	5,493	5,322	5,517	10,829	7,009	5,118	11,266	5,408	5,422	5,298	8,329	9,977	5,651	10,516	5,33
K2O	0,052	0,036	0,059	0,048	0,043	0,072	0,037	0,056	0,068	0,051	0,105	0,439	0,094	0,065	0,063
TOTAL	98,68	99,12	99,07	93,59	99,82	99,04	99,15	99,24	99,76	99,66	98,83	98,63	99,39	95,07	98,84
Oxygens	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Si	2,486	2,459	2,476	2,533	2,603	2,502	2,992	2,479	2,479	2,481	2,712	2,866	2,502	2,657	2,486
Al	1,514	1,545	1,530	1,514	1,399	1,506	1,012	1,523	1,512	1,523	1,285	1,141	1,489	1,364	1,521
Ti	0,001	0,000	0,000	0,002	0,000	0,002	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001
Fe	0,005	0,001	0,001	0,007	0,005	0,002	0,003	0,003	0,007	0,002	0,002	0,000	0,002	0,000	0,004
Mn	0,001	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,002	0,000
Mg	0,000	0,000	0,001	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,002
Ca	0,502	0,526	0,506	0,148	0,382	0,505	0,011	0,516	0,508	0,517	0,276	0,110	0,507	0,157	0,500
Na	0,486	0,469	0,486	1,007	0,609	0,450	0,961	0,476	0,475	0,464	0,726	0,864	0,497	0,957	0,470
K	0,003	0,002	0,003	0,003	0,002	0,004	0,002	0,003	0,004	0,003	0,006	0,025	0,005	0,004	0,004
Total	5,000	5,004	5,004	5,213	5,003	4,971	4,983	4,999	4,996	4,991	5,012	5,008	5,004	5,141	4,988
Or	0,305	0,209	0,343	0,254	0,247	0,434	0,213	0,326	0,397	0,299	0,597	2,503	0,538	0,348	0,375
Ab	49,022	47,074	48,808	86,996	61,259	46,912	98,631	47,839	48,116	47,163	72,033	86,459	49,202	85,631	48,288
An	50,673	52,716	50,848	12,750	38,494	52,653	1,156	51,835	51,487	52,538	27,370	11,038	50,260	14,021	51,336

**Tabela AVI-5:** Química mineral de cristais de ilmenita da lâmina DMLH-16.

Elemento	P. Molec.	1	2	3
		16_C2_Op 1	16_C3_Op 1	16_C1_Op 1
SiO <sub>2</sub>	60,08	0,025	0,023	0,033
TiO <sub>2</sub>	79,87	48,775	49,403	51,165
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	101,96	0,003	0,041	0,054
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	159,69			
FeO	71,84	45,809	46,745	44,53
MnO	70,94	2,119	2,113	3,357
MgO	40,30	0,28	0,229	0,19
CaO	56,08	0,127	0	0,03
Na <sub>2</sub> O	61,98	0	0	0,02
K <sub>2</sub> O	94,20	0,003	0	0,024
Cl	35,45	0	0,023	0
Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	137,91			
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	151,99			
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	149,88	0,494	0,4	0,487
ZnO	81,39			
NiO	74,69	0	0	0
CoO	74,93			
		<b>97,635</b>	<b>98,977</b>	<b>99,89</b>
<b>B</b>				
Si		0,001	0,001	0,001
Ti		0,943	0,943	0,969
Cr		0,000	0,000	0,000
Sc		0,000	0,000	0,000
V		0,010	0,008	0,010
Al		0,000	0,001	0,002
Fe <sup>3+</sup>		0,102	0,105	0,051
Mg		0,000	0,000	0,000
Fe <sup>2+</sup>		0,000	0,000	0,000
	<b>ΣM</b>	<b>1,056</b>	<b>1,058</b>	<b>1,032</b>
<b>A</b>				
Mg		0,011	0,009	0,007
Fe <sup>2+</sup>		0,884	0,887	0,887
Mn		0,046	0,045	0,072
Ni		0,000	0,000	0,000
Zn		0,000	0,000	0,000
Co		0,000	0,000	0,000
Ca		0,003	0,000	0,001
Na		0,000	0,000	0,001
K		0,000	0,000	0,001
Cl		0,000	0,001	0,000
	<b>ΣT</b>	<b>0,944</b>	<b>0,942</b>	<b>0,968</b>
	<b>% Ilmenita</b>	<b>88,353</b>	<b>88,654</b>	<b>88,675</b>
	<b>% Pirofanita</b>	<b>4,615</b>	<b>4,541</b>	<b>7,158</b>
	<b>% Geikielita</b>	<b>1,073</b>	<b>0,866</b>	<b>0,713</b>
	<b>% Hematita</b>	<b>5,080</b>	<b>5,273</b>	<b>2,539</b>
	<b>% Córcindon</b>	<b>0,005</b>	<b>0,061</b>	<b>0,080</b>
	<b>% Rutilo</b>	<b>0,153</b>	<b>0,119</b>	<b>0,174</b>
	<b>%Karelianita</b>	<b>0,509</b>	<b>0,407</b>	<b>0,491</b>
	<b>Soma</b>	<b>99,788</b>	<b>99,921</b>	<b>99,831</b>

---

## ANEXO VII – PONTO DMLH-14

---

**Número do Ponto:** DMLH-14

**Número de Amostra:** DMLH-14 e PC3-34

**Tipo de afloramento:** Lajedo

**Coordenada UTM:** 663363 / 8917187

**Altitude:** 164 m

**Domínio Geológico:** Canindé

**Unidade Geológica:** Novo Gosto

**Descrição de Afloramento:** Afloramento em lajedo de mármore de coloração esbranquiçada (figura AVII-1), pouco alterada, com foliação Sn N190/65, localizada em beira de estrada a sudeste do povoado de Bom Sucesso. Foram coletadas duas amostras, a DMLH-14 para posterior análise isotópica de C e O, e a PC3-34 para petrografia.



**Figura AVII-1:** Vista geral do afloramento.

**Descrição Microscópica:**

- PC3-34:

- Descrição: Rocha carbonática de textura granoblástica composta essencialmente por cristais de dolomita e contendo como minerais acessórios cristais de muscovita e tremolita (figura AVII-3).

- Descrição dos Minerais:

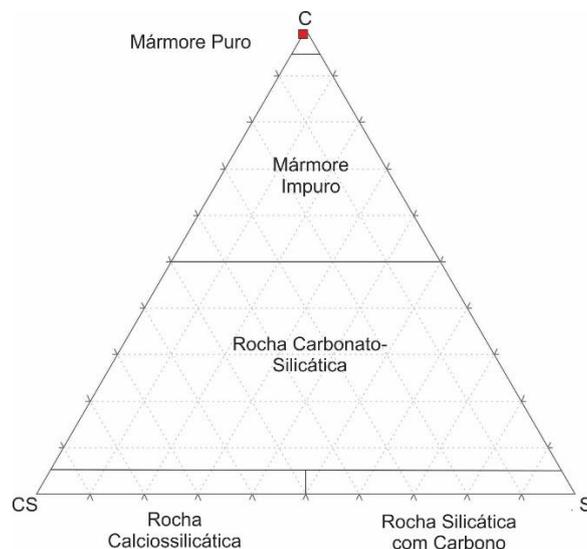
- Dolomita → Cristais com tamanho variando de 0,04 a 3,26mm, com predomínio em torno de 0,87 a 1,52mm. Predomina cristais com contatos retos a pouco irregulares, dando uma textura granoblástica poligonizada à rocha.

- Anfibólio → Cristais predominantemente anédricos ocorrendo em baixa concentração na rocha de modo intergranular e sofrendo intensa alteração. Tamanho predominando em torno de 0,05 a 0,60mm. No geral, os cristais mostram uma forte alteração secundária

- Muscovita → Cristais subédricos ocorrendo de modo acessório e intergranular, com tamanho em torno de 0,10 a 0,25mm.

- Composição Modal: Dolomita (94%), Calcita (5%), Tremolita (1%), Muscovita (traços).

- Diagrama (ver figura AVII-2):

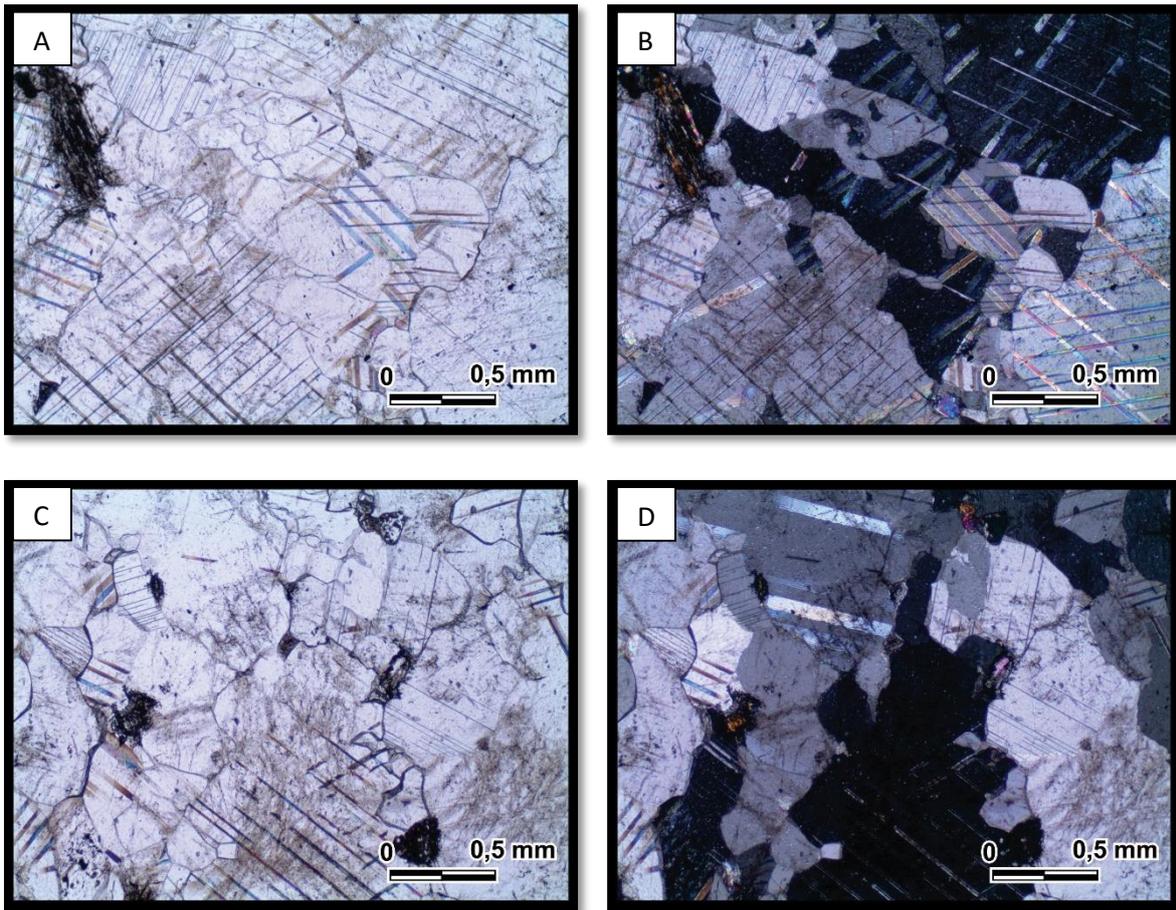


**Figura AVII-2:** Diagrama discriminante de rochas metacarbonáticas (Fettes & Desmons, 2007)

- Paragênese: Dolomita, Calcita e Tremolita

- Nome da Rocha: Mármore Puro / Calcita-Dolomita Mármore com Tremolita

- Protólito: Calcário



**Figura AVII-3: Lâmina PC3-34.** (A), (B), (C) e (D) Aspecto geral da lâmina. Luz transmitida, nicóis paralelos e nicóis cruzados respectivamente, aumento de 4x.

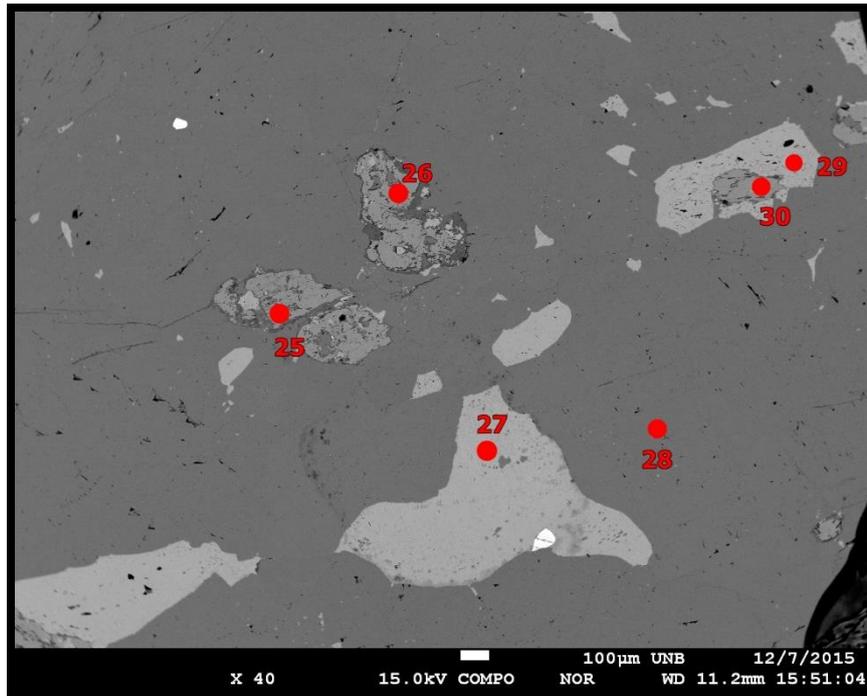
### Química Mineral:

Foram analisados um total de seis pontos na lâmina PC3-34 para caracterização química dos principais minerais da rocha (figura AVII-4 e tabela AVII-1), sendo três pontos em cristais de carbonato e 3 pontos em cristais de anfibólio.

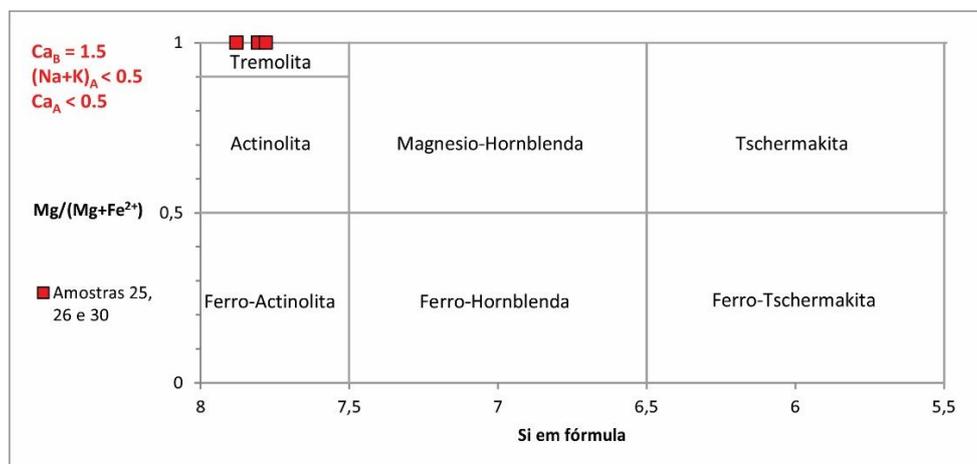
Através da química mineral dos carbonatos (tabela AVII-2), pode-se determinar que o mineral carbonático que domina na rocha é a dolomita e sua fórmula estrutural, ocorrendo de modo subordinado e em baixa concentração cristais de calcita. Já em relação aos cristais de anfibólio analisados (tabela AVII-3 e figura AVII-5), a composição é condizente com o anfibólio cálcico tremolita. O cálculo da fórmula estrutural do anfibólio foi baseado em 23 oxigênios com estimativa  $Fe^{+2}/Fe^{+3}$  assumindo  $\Sigma 13$  cátions – exceto para os anfibólios Fe-Mg-Mn onde é aplicado  $\Sigma 15$  cátions.

A assembleia mineral balanceada composta de calcita e tremolita pode ser explicada por um processo de quatro componente, consistindo em Fluido-SiO<sub>2</sub>-CaO-MgO.

A presença de tremolita indica que a temperatura do pico metamórfico é definida para um intervalo de 450-650°C, como pode ser visto no diagrama de fases na figura 6.



**Figura AVII-4:** Imagem por elétrons retroespalhados de um campo da lâmina PC3-34, exibindo a disposição dos pontos de análises na microsonda.



**Figura AVII-5:** Diagrama classificatório para anfibólio cálcico segundo Leake *et al.* (1997)



**Tabela AVII-2:** Cálculo da fórmula estrutural de carbonatos da lâmina PC3-34, baseado em cálculos disponíveis pela Open University.

Number	27	28	29
Sample	PC 3-34_C1_Carb 1	PC 3-34_C1_Carb 2	PC 3-34_C1_Carb 3
Wt% element			
Ca	44,530	24,349	43,939
Mg	1,426	14,592	0,415
Mn	0,000	0,006	0,000
Fe	0,025	0,000	0,000
Sr	0,000	0,000	0,000
Ba	0,000	0,000	0,000
C backcalc	14,054	14,507	13,372
O backcalc	56,162	57,971	53,437
Total	116,196	111,425	111,163
Atomic fraction			
Ca	1,111	0,608	1,096
Mg	0,059	0,600	0,017
Mn	0,000	0,000	0,000
Fe	0,000	0,000	0,000
Sr	0,000	0,000	0,000
Ba	0,000	0,000	0,000
C	1,170	1,208	1,113
O	3,510	3,623	3,340
CaO	62,30	34,07	61,48
MgO	2,36	24,19	0,69
MnO	0,00	0,01	0,00
FeO	0,03	0,00	0,00
SrO	0,00	0,00	0,00
BaO	0,00	0,00	0,00
CO2	51,50	53,15	49,00
Total	116,20	111,42	111,16
# of Ions			
Ca	1,899	1,006	1,969
Mg	0,100	0,994	0,031
Mn	0,000	0,000	0,000
Fe	0,001	0,000	0,000
Sr	0,000	0,000	0,000
Ba	0,000	0,000	0,000
C	2,000	2,000	2,000
O	6,000	6,000	6,000
% Molecule			
CaCO3	94,95	50,30	98,47
MgCO3	5,01	49,69	1,53
MnCO3	0,00	0,01	0,00
FeCO3	0,04	0,00	0,00
SrCO3	0,00	0,00	0,00
BaCO3	0,00	0,00	0,00
Total	100,00	100,00	100,00

**Tabela AVII-3:** Química mineral e cálculo da fórmula estrutural de anfibólios da lâmina PC3-34, baseado em cálculos disponíveis pela Open University.

Sample number	25	26	30
Sample	PC 3-34_C1_Ol 1	PC 3-34_C1_Ol 2	PC 3-34_C1_Ol 3
SiO <sub>2</sub>	57,276	57,691	56,985
TiO <sub>2</sub>	0,055	0,06	0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,917	0,675	1,018
FeO	0,021	0,051	0,019
MnO	0	0,055	0,052
MgO	25,271	24,881	25,335
CaO	13,264	13,099	13,263
Na <sub>2</sub> O	0,596	0,486	0,639
K <sub>2</sub> O	0,047	0,012	0,042
BaO			
SrO			
PbO			
ZnO			
F	0,841	0,849	0,854
Cl	0,011	0,034	0,024
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			
NiO	0	0,046	0
<b>Reformatted oxide %</b>	0,00	0,00	0,00
	25	26	30
SiO <sub>2</sub>	57,28	57,69	56,99
TiO <sub>2</sub>	0,06	0,06	0,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,92	0,68	1,02
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00	0,00	0,00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,02	0,06	0,02
FeO	0,00	0,00	0,00
MnO	0,00	0,06	0,05
MgO	25,27	24,88	25,34
NiO	0,00	0,05	0,00
ZnO	0,00	0,00	0,00
Li <sub>2</sub> O* (not implemented)			
CaO	13,26	13,10	13,26
Na <sub>2</sub> O	0,60	0,49	0,64
K <sub>2</sub> O	0,05	0,01	0,04
BaO	0,00	0,00	0,00
SrO	0,00	0,00	0,00
PbO	0,00	0,00	0,00
F	0,84	0,85	0,85
Cl	0,01	0,03	0,02
H <sub>2</sub> O*	1,80	1,78	1,79
	100,10	99,73	100,02
O=F,Cl	0,36	0,37	0,36
Total	99,74	99,36	99,65
<b>No. of oxygens</b>	23	23	23

<b>Structural formulae</b>			
Si	7,805	7,879	7,780
Al iv	0,147	0,109	0,164
Al vi	0,000	0,000	0,000
Ti	0,006	0,006	0,000
Cr	0,000	0,000	0,000
Fe3+	0,002	0,006	0,002
Fe2+	0,000	0,000	0,000
Mn	0,000	0,006	0,006
Mg	5,134	5,065	5,156
Ni	0,000	0,005	0,000
Zn	0,000	0,000	0,000
Li* (not implemented)	0,000	0,000	0,000
Ca	1,937	1,917	1,940
Na	0,157	0,129	0,169
K	0,008	0,002	0,007
Ba	0,000	0,000	0,000
Sr	0,000	0,000	0,000
Pb	0,000	0,000	0,000
F	0,362	0,367	0,369
Cl	0,003	0,008	0,006
OH*	1,635	1,625	1,626
Total	17,197	17,123	17,225
<b>Calculation scheme</b>	$\sum 13$	$\sum 13$	$\sum 13$
<b>Amphibole group</b>	Ca	Ca	Ca
(Ca+Na) (B)	1,937	1,923	1,940
Na (B)	0,000	0,007	0,000
(Na+K) (A)	0,166	0,124	0,176
Mg/(Mg+Fe2)	1,000	1,000	1,000
Fe3/(Fe3+Alvi)	1,000	1,000	1,000
Sum of S2	13,095	13,076	13,109
<b>Amphibole names</b>			
	tremolite	tremolite	tremolite