



UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E ENGENHARIAS
FACULDADE DE GEOLOGIA

ANDERLONE ANTÔNIO SIMOA RIBEIRO

**CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA DE GRANADA-GNAISSE E GRANULITOS
MAFICOS DA ÁREA DE CRUZEIRO DO SUL, DOMÍNIO BACAJÁ, PROVÍNCIA
TRANSAMAZONAS**

MARABÁ-PA

2015

ANDERLONE ANTÔNIO SIMOA RIBEIRO

**CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA DE GRANADA-GNAISSE E GRANULITOS
MAFICOS DA ÁREA DE CRUZEIRO DO SUL, DOMÍNIO BACAJÁ, PROVÍNCIA
TRANSAMAZONAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
faculdade de Geologia da Universidade Federal do Sul
e Sudeste do Pará – UNIFESSPA em cumprimento às
exigências para obtenção do Grau de Bacharel em
Geologia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Gilmara Regina Lima Feio

MARABÁ-PA

2015

2015

ANDERLONE ANTÔNIO SIMOA RIBEIRO

**CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA DOS GRANADA GNAISSE E GRANULITOS
MAFICOS DA ÁREA DE CRUZEIRO DO SUL, DOMÍNIO BACAJÁ, PROVÍNCIA
TRANSAMAZONAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à faculdade de Geologia da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA em cumprimento às exigências para obtenção do Grau de Bacharel em Geologia.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Gilmara Regina Lima Feio

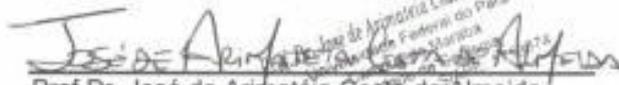
Data de aprovação: 24/02/2015

Conceito: _____

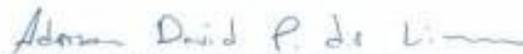
Banca examinadora:



Prof^ª Dr^ª Gilmara Regina Lima Feio
Orientadora
Doutora em Geoquímica e Petrologia
FAGEO – UNIFESSPA-PA



Prof. Dr. José de Arimatéia Costa de Almeida
Banca
Doutor em Geoquímica e Petrologia
FAGEO – UNIFESSPA-PA



Prof. Msc. Aderson David Pires
Banca
Mestre em Geologia
FAGEO – UNIFESSPA- PA

ANDERLONE ANTÔNIO SIMOA RIBEIRO

**CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA DE GRANADA-GNAISSE E GRANULITOS
MAFICOS DA ÁREA DE CRUZEIRO DO SUL, DOMÍNIO BACAJÁ, PROVÍNCIA
TRANSAMAZONAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à faculdade de Geologia da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA em cumprimento às exigências para obtenção do Grau de Bacharel em Geologia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Gilmara Regina Lima Feio

Data de aprovação: ____/____/____

Conceito: _____

Banca examinadora:

Prof^a Dr^a Gilmara Regina Lima Feio
Orientadora
Doutora em Geoquímica e Petrologia
FAGEO – UNIFESSPA–PA

Prof.Dr. José de Arimatéia Costa de Almeida
Banca
Doutor em Geoquímica e Petrologia
FAGEO – UNIFESSPA–PA

Prof. Msc. Aderson david Pires
Banca
Mestre em Geologia
FAGEO – UNIFESSPA– PA

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca II da UNIFESSPA. CAMAR, Marabá, PA

Ribeiro, Anderlone Antônio Simoa
Caracterização Mineralógica de Granada-gnaïsse e granulitos máficos da área de Cruzeiro do sul, Domínio Bacajá, Província Transamazonas/, Anderlone Antônio Simoa Ribeiro; orientadora: Gilmara Regina Lima Feio - 2015.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Instituto de Geociências e Engenharias, Faculdade de Geologia, Marabá, 2015.

1. Petrologia - Transamazonas, Província (PA). 2. Mineralogia.
3. Granada-gnaïsse. I.Feio., Gilmara Regina Lima. Caracterização Mineralógica dos Granada-gnaïsse da Área de Cruzeiro do sul, Domínio Bacajá, Província Transamazonas

AGRADECIMENTOS

- Agradeço principalmente a Deus, pois ele é o principal responsável pela realização não só desse trabalho, mas pela minha transformação e crescimento como pessoa, além da mudança nos rumos de minha vida. Ele me guiou, orientou, e transportou das trevas para luz.
- A minha querida avó Maria da Conceição Simoa, que ajudou em minha criação e ensinou-me as coisas certas da vida, a nunca seguir o caminho errado e a tornar-me o homem que sou hoje.
- Aos meus queridos tios e padrinhos Tia Elizete e tio Zé Maria, que nas horas que mais precisei, ajudaram a superar a maior perda que tive, acolheram-me em sua casa e fizeram de mim seu filho, deram-me educação e tudo que precisei, Pude contar com eles a qualquer momento.
- Minha irmã Paula Simoa, pela força que ela me deu nos estudos ajuda que precisei, principalmente por ter ficando em Belém administrando a casa e os kit-net nos alugueis e me enviando os dinheiros que tanto precisei.
- A minha namora Mônica, por esta ao meu lado nos últimos 2 anos, nas horas boas e tristes, e que sem dúvida me ajudou muito nas horas que precisei dela.
- A minha prima chata Jana Sandrelly, que fica me enchendo o saco quando estou em Belém, mas que é uma excelente pessoa e faz na maioria das vezes a nossa broca.
- As minhas amigas e companheiras de kit net, Denise Sousa, Kesia Almeida e Elaine Pinheiro, pelos domingos de almoço e confraternização que fizemos e dias de festa e alegria que passamos.
- Aos meus amigos da turma 2010 de geologia por passamos esses 5 anos de muito estudo, companheirismos, e claro uma festa e farra e meus amigos Perninha (Caio), Queixo (Renato) e cabeça (Fernando) pelos dias de festa, sacanagem e divertidos que passamos.
- Ao meu pai Francisco Ribeiro e minha madrasta Ana Rita, que nesses anos me deram algumas ajudas financeiras para poder me manter em Marabá e concluir o curso de geologia.
- Aos professores da FAGEO que se esforçaram ao máximo para passar todos os seus conhecimentos de geologia para mim, que foram ótimos professores e que se dedicam muito aos alunos. E em especial a minha orientadora Gilmara, pela paciência e dedicação em me orientar, que mesmo com uma filhinha recém nascida, fez o possível pra dar uma orientação de qualidade.
- Aos professores que fazem parte da banca examinadora composta pelos professores José de Arimatéia que foi um excelente professor em todos esses anos, e Aderson Pires, que mesmo sendo seu aluno por pouco tempo, percebi o ótimo profissional que é, passando

seus conhecimentos e se empenhando em conseguir uma visita técnica na vale que foi muito importante e proveitoso.

- Aos professores de geologia da Universidade Federal do Pará, Romulo Angélica, Lamarão e Davis, por toda a infraestrutura dada na universidade para desenvolver este trabalho, juntamente com seus técnicos e alunos de pós-graduação, Ana Paula, Ingrid, Manoela pela ajuda.
- Aos projetos “*Instituto Nacional de Geociências da Amazônia – INCTGEOCIAM*”, coordenado pelo prof. Roberto Dall’Agnol e “*Geologia, Petrografia, Geoquímica e Geocronologia dos granitóides e gnaisses da região da vila Cruzeiro do Sul, Domínio Bacajá: implicações para a evolução crustal da Província Transamazonas*”, Coordenado pelo prof. José de Arimatéia Costa de Almeida pelo suporte técnico e financeiro.
- Ao CNPQ pela concessão da bolsa de iniciação científica.

Resumo

Este trabalho tem como objetivo principal a caracterização químico-mineralógica dos minerais presentes nos litotipos granada-gnaiss e granulito. Com isso, serão abordados os resultados de estudos de química mineral por MEV (Microscopia eletrônica de varredura) e Difração de Raios-x dos em minerais de granada, plagioclásio, biotita, piroxênio e cordierita. Foram feitas análises nas amostras de rochas metamórficas de granada-gnaiss e granulitos aflorantes na Vila Cruzeiro do Sul, porção sul do Domínio Bacajá, Província Transamazonas. As granadas apresentaram-se de composição almandina e espessatita respectivamente, os piroxênios foram classificados como ferrossilita no granada-gnaiss, e nos granulitos os clinopiroxênio foram classificados como augita e subordinadamente pigeonita, e ortopiroxênio de enstatita a ferrossilita. O plagioclásio mostra composição de oligoclásio no granada-gnaiss, a presença de plagioclásio com lamelas antipertita de composição oligoclásio, a antipertita apresenta lamelas períticas de ortoclásio observado na amostra SEV-18A. O granulitos mostraram plagioclásio de composição oligoclásio. As micas do granada-gnaiss e granulitos apresentaram-se no campo da flogopita e annita na amostra SEV-18A. A associação ferrossilita+cordierita, estaurolita+biotita, estaurolita+granada, antipertita e o teor de Ti em biotita indica condições de metamorfismo de fácies granulito, com temperaturas da ordem de 700°C e pressão intermediária. Entretanto este trabalho está longe de fornecer todos os dados e informações suficiente sobre a evolução e o metamorfismo do domínio Bacajá, porém é o início de muitos outros trabalhos que poderão ser feitos para desvendar os processos de formação dessas rochas.

Palavra-chave: Domínio Bacajá, Vila Cruzeiro do Sul, Complexo Cajazeira, Granulito Novolândia, EDS-MEV, Química mineral.

Abstract

This work has as main objective the chemical and mineralogical characterization of minerals present in garnet-gneiss and granulite rock types. With this, will focus on results of studies of mineral chemistry by SEM (scanning electron microscopy) and x-ray diffraction in the garnet minerals, plagioclase, biotite, pyroxene and cordierite. Analyzes were made in samples of metamorphic rocks of garnet-gneiss and granulites outcrop in Vila Cruzeiro do Sul, southern portion of Bacajá Domain, Transamazonas Province. The garnets were found to be almandine composition and grossularite charge respectively, pyroxenes were classified as ferrosilite in garnet-gneiss, and the clinopyroxene granulites were classified as augite and subordinate pigeonite and orthopyroxene enstatite the ferrosilite. The plagioclase shows oligoclase composition in garnet-gneiss, with the presence of plagioclase lamellae antiperthite oligoclase composition, antiperthite perthites presents lamella seen in orthoclase SEV-sample 18A. The granulocytes showed plagioclase composition of oligoclase. The garnet-gneiss of upside and granulocytes showed up in the field of phlogopite and annite in SEV-18A sample. The association ferrosilite + cordierite, staurolite + biotite, staurolite + garnet, antiperthite and the Ti content in biotite indicates metamorphism of granulite facies conditions, with temperatures of 700°C order and intermediate pressure. However this work is far from providing all data and sufficient information on the evolution and metamorphism of Bacajá domain, however is the beginning of many other works that can be done to unravel the processes of formation of these rocks.

keywords: Domínio Bacajá, Vila Cruzeiro do Sul, Complexo Cajazeira, Granulito Novolândia, EDS-MEV, Química mineral.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa do Estado do Pará mostrando o Domínio Bacajá, com a localização da vila Cruzeiro do Sul.	14
Figura 2: Mapa de localização da área estudo, exibindo o trajeto realizado a partir de Marabá.....	15
Figura 3: Mapa de Pontos modificado da área de estudo, incluindo amostras (pontos em vermelho).....	17
Figura 4: (A) Oficina de preparação de amostras (OPA) do PPGG da UFPA; (B) Shatterbox 8515, utilizado para triturar amostras a granulometrias menores que 200 μ ; (C) Grau de ágata utilizado para pulverizar as amostras; (D) Porta amostras específicos para análises no difratômetro de raios-x; (E) Uso de lupa binocular e pinças para selecionar granadas; (F) Lupa binocular utilizada para obter as fotos dos cristais de granada.	19
Figura 5: (A) Compartimentação das províncias geotectônicas para o Cráton Amazônico (Santos 2006); B) Em destaque associações tectônicas do Domínio Bacajá (Vasquez et. al. 2008) com a inserção da área de trabalho.....	21
Figura 6: Imagens mesoscópicas da unidade Granada Gnaissé, destacando os cristais milimétricos de granada.	25
Figura 7: Aspecto mesoscópico do Granulito máfico ocorrente na vila Cruzeiro do Sul.	26
Figura 8: Aspectos mesoscópicos do granada-gnaissé, destacando cristais idioblásticos a subidioblásticos de granada.	27
Figura 9: Aspectos microscópicos das granadas do granada-gnaissé.	28
Figura 10: Diagramas mostrando a composição química das granadas do granada-gnaissé e do granulito.....	29
Figura 11: Fotomicrografia dos cristais de ferrossilita do granada-gnaissé (SEV-8A).....	31
Figura 12: Fotomicrografia dos cristais de Augita do Granulito (SEV-21B).....	31
Figura 13: Diagrama mostrando composição dos piroxênios no sistema Wo (CaSiO ₃), En (MgSiO ₃) e Fs (FeSiO ₃), segundo a classificação de Morimoto (1988).	32
Figura 14: Fotomicrografia; (a) sob nicóis cruzado de cristais xenoblástico de plagioclásio do granada-gnaissé.....	34
Figura 15: Diagrama mostrando variação composicional dos cristais de plagioclásio do granada-gnaissé e granulito, segundo os componentes moleculares albita (Ab), anortita (An) e ortoclásio (Or).	34
Figura 16: Aspectos microscópicos da biotita do granada-gnaissé.	36
Figura 17: Diagramas de classificação com a distribuição das biotitas no granada-gnaissé e Granulito: quadrilátero flogopita-annita-eastonita-siderofilita (Deer <i>et al.</i> 1992).	36
Figura 18: Aspectos microscópicos da cordierita associada com biotita do granada-gnaissé.	37
Figura 19: Diagrama Fe ⁺² versus Mg/(Mg+Fe) para cordierita do granada-gnaissé.	38
Figura 20: Espectros de difração de raio-x das amostras (a) SEV-21B e (b) SEV-28C, pertencentes ao granulito.....	39
Figura 21: Espectros de difração de raio-x das amostras (a) DFR-3; (b) SEV-8A; (c) SEV-18A; (d) SEV-26A pertencentes ao granada-gnaissé.	40
Figura 22: Imagens da granadas do gnaissé (SEV-18A) obtida com lupa binocular e respectivo espectro de DRX.....	42
Figura 23: Imagens da granadas do granulito (SEV-28C) obtida com lupa binocular e respectivo espectro de DRX.....	42

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 APRESENTAÇÃO	13
1.2 LOCALIZAÇÃO E ACESSO.....	14
1.3 JUSTIFICATIVA	15
1.4 OBJETIVOS.....	16
1.5 MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
1.5.1. Trabalho de Campo	16
1.5.2. Microscopia eletrônica de Varredura (MEV)	18
1.5.3. Raio-x	18
2. GEOLOGIA REGIONAL.....	20
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS E PETROGRÁFICOS DOS GRANADA-GNAISSE E GRANULITOS MAFICOS.....	24
3.1 Granada-gnaisse	25
3.2 Granulito	26
4. CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA.....	27
4.1 Microscopia eletrônica de Varredura.....	27
4.1.1 Granada – $A_3B_2(SiO_4)_3$	27
4.1.2 Piroxênio – XYZ_2O_6	30
4.1.3 Feldspato – $KAlSi_3O_8$, $NaAlSi_3O_8$, $CaAl_2Si_2O_8$	32
4.1.4 Biotita – $K(Mg,Fe)_3(AlSi_3O_{10})(OH)_2$	35
4.1.5 Cordierita – $(Mg,Fe)_2Al_4Si_5O_{18}.nH_2O$	37
4.2 Difração de Raios-x	39
4.2.1 Granulito.....	39
4.2.2 Granada-gnaisse	40
4.3 ANÁLISE MONOMINERÁLICA EM GRANADAS	41
5. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO.....	43
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45

1. INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

A área da Vila Cruzeiro do Sul, alvo do presente estudo, está inserida no Domínio Bacajá, uma subdivisão da Província Transamazonas (Figura 1), um orógeno paleoproterozóico, cuja evolução é relacionada ao Ciclo Transamazônico com idade de 2.26 – 1.95 Ga (SANTOS 2003) e se estende ao longo da porção oriental do Cráton Amazônico (VASQUEZ *et al.* 2008a).

Este trabalho de conclusão de curso apresenta os resultados de química mineral, através de MEV (Microscopia Eletrônica de Varredura) e Difração de Raio-x, em amostras de granada-gnaiss e granulitos máficos da área de Vila Cruzeiro do Sul, Domínio Bacajá. As amostras foram coletadas e estudadas petrograficamente por estudantes da disciplina Estágio de Campo II do ano de 2014. O trabalho está vinculado ao projeto “*Geologia, Petrografia, Geoquímica e Geocronologia dos granitóides e gnaisses da região da vila Cruzeiro do Sul, Domínio Bacajá: implicações para a evolução crustal da Província Transamazonas*”, coordenado pelo professor José de Arimatéia Costa de Almeida, que tem como principal objetivo realizar mapeamento de detalhado na área localizada a sudeste do Estado do Pará, a norte da Serra dos Carajás, próximo à vila Cruzeiro do Sul, pertencente ao município de Itupiranga.

Dados de química mineral são amplamente utilizados em rochas metamórficas, com intuito de compreender os *fronts* de reações metamórficas, processos de substituição e alteração hidrotermal e condições de temperatura e pressão em que rochas foram submetidas (Holland & Powell 1998). Portanto, este trabalho ajudará a entender as condições de metamorfismo que essas rochas foram submetidas.

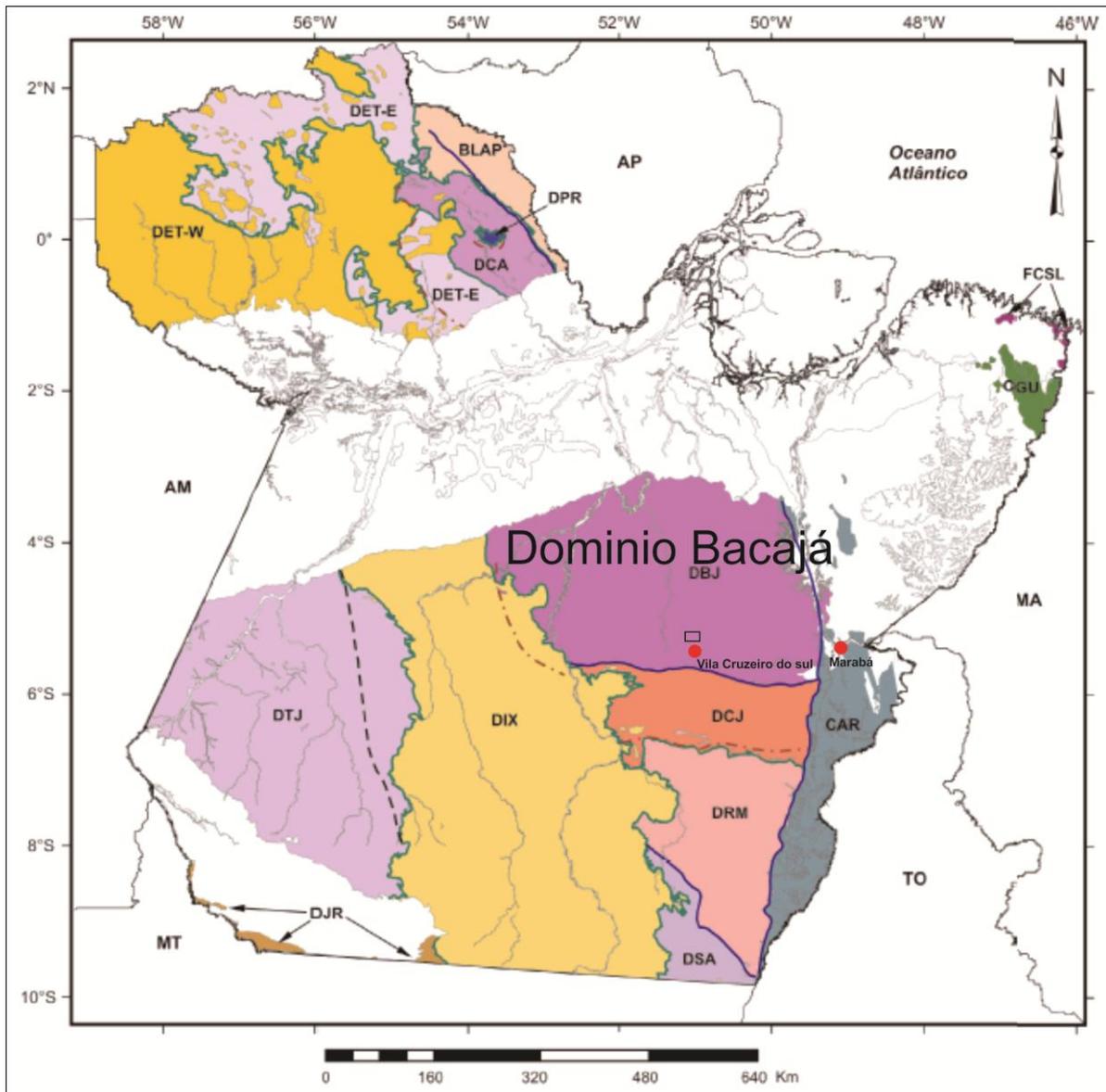


Figura 1: Mapa do Estado do Pará mostrando o Domínio Bacajá, com a localização da vila Cruzeiro do Sul, local onde as rochas foram coletadas (Modificado de Vasquez 2006).

1.2 LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A área de estudo está localizada no sudeste do Pará, entre os municípios de Marabá e São Felix do Xingu, próximo à Vila Cruzeiro do Sul (Figura 2). Está inserida na Folha Rio Bernardino (SB.22-X-C-I), compreendendo a uma área de 240 km² limitada pelas coordenadas UTM 9427500, 9415000, 522000 e 542000.

O acesso à área referida pode ser realizado a partir do município de Marabá por via terrestre pavimentada, através da Rodovia Transamazônica (BR-230), seguindo-se por estradas vicinais em sua maioria não pavimentadas até a Vila Cruzeiro do Sul, e posteriormente prosseguindo-se no sentido SW para chegar à área de estudo (Figura 2).

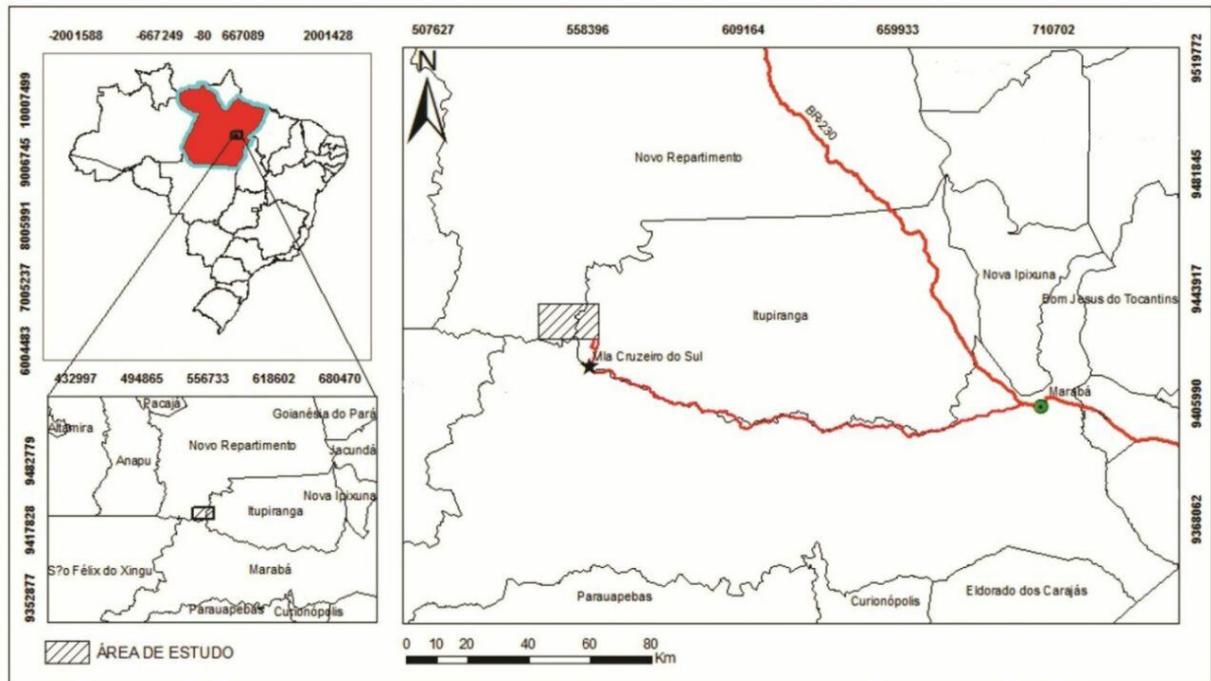


Figura 2: Mapa de localização da área estudo, exibindo o trajeto realizado a partir de Marabá. Em destaque a área onde as rochas foram coletadas (imagem extraída do relatório de Estágio de Campo II de 2013-Equipe 3).

1.3 JUSTIFICATIVA

O Domínio Bacajá é um segmento do craton Amazônico cujos estudos são essencialmente de mapeamento geológico em escala regional (VASQUEZ *et al.* 2008, BESSER 2012). Na tentativa de caracterizar e classificar as rochas da porção sul do Domínio Bacajá, foi realizado mapeamento geológico em escala de 1:50.000 durante o Estágio de Campo II, disciplina da Faculdade de Geologia da UNIFESSPA. Nesse mapeamento, foram caracterizados rochas com derivação tanto ígnea quanto sedimentar.

Embora o mapeamento tenha permitido a caracterização petrográfica e uma classificação litológica preliminar, ainda permanece lacunas sobre as condições de metamorfismo e reações químicas ocorridas durante a sequência metamórfica. Desta forma, a determinação e caracterização química dos minerais presentes nas diversas litologias permitirá um avanço considerável no entendimento das condições de P e T em que as rochas foram submetidas.

Portanto, a presente pesquisa direciona-se, inicialmente, para o estudo de química mineral em rochas aflorantes no domínio da unidade Granulito Novolândia (granada-gnaiss e granulitos) e será complementado com trabalhos futuros da estudante Joyce Tavares em rochas ortoderivadas do Complexo Cajazeiras.

1.4 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo principal a caracterização químico-mineralógica dos minerais presentes nos cordierita-granada-gnaiss (kinzigitos) e granulitos da área de Vila Cruzeiro do Sul, Domínio Bacajá. Para isso, foram designados objetivos específicos, sendo eles:

- Caracterização mineralógica das granadas, plagioclásio, biotitas, piroxênio dos Granada-gnaiss e granulitos;
- Caracterização química da cordierita dos Granada-gnaiss;
- Obtenção das composições químicas semiquantitativas e classificação dos minerais presentes no Granada-gnaiss e granulitos, de acordo com os critérios adotados pela IMA (*International Mineralogical association*);
- Estimativa preliminar das condições de P e T do granada-gnaiss e granulito.

1.5 MATERIAIS E MÉTODOS

1.5.1. Trabalho de Campo

Duas campanhas de campo foram realizadas entre os dias 06 a 11/01/2014 e 13 a 17/01/2014 nas proximidades da Vila Cruzeiro do Sul por professores e estudantes da disciplina Estágio de Campo II. Uma série de perfis geológicos e coleta de amostras para descrição macroscópica e microscópica foi feita para identificação dos minerais e estruturas deformacionais. Após a petrografia, foram selecionadas seis (6) amostras para a caracterização químico-mineralógica da subárea III, referente aquele mapeamento (Figura 3).

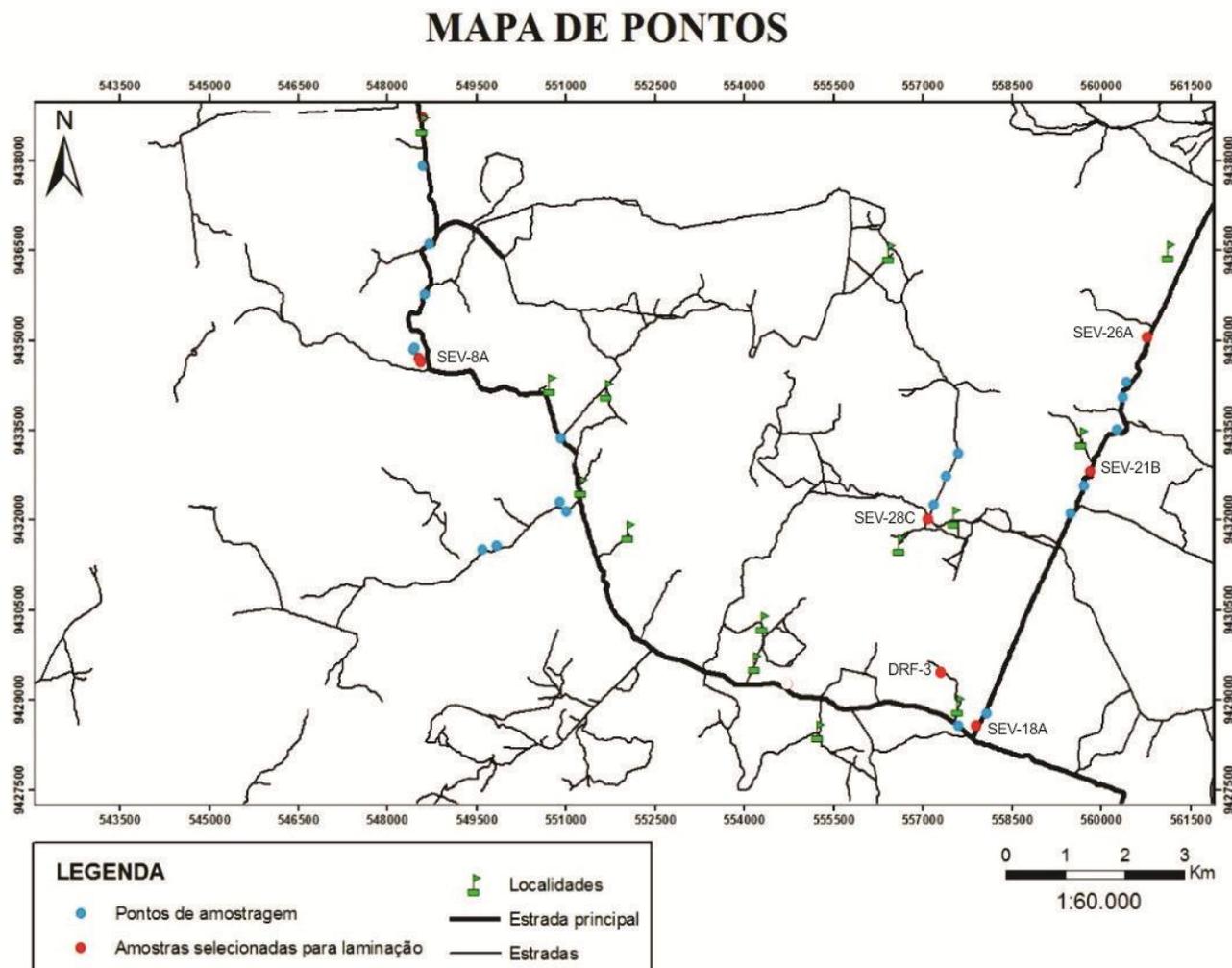


Figura 3: Mapa de Pontos modificado da área de estudo (Campo II de 2013-Equipe 3), incluindo amostras (pontos em vermelho) selecionadas para realização de análises químicas semiquantitativas, bem como as vias de acesso e localidades existentes na área de estudo.

1.5.2. Microscopia eletrônica de Varredura (MEV)

Seis (6) amostras de duas equipes da disciplina Estágio de campo II (5 amostras da equipe SEV e 1 amostra da equipe DFR) foram utilizadas para análise química semiquantitativa pontual pelo método EDS (Espectroscopia de Raios-x por Dispersão de Energia) no Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura (LABMEV) do Instituto de Geociências da UFPA, sob a supervisão do Prof. Claudio Nery Lamarão. Para as análises foi utilizado o microscópio eletrônico LEO modelo 1430, sob condições de voltagem de 20kv, tempo de análise de 30s, a 15 mm de distância de tamanho do spot 250. As 6 lâminas polidas de amostras utilizadas para análise foram preparadas e metalizadas com carbono.

1.5.3. Raio-x

Os dados de EDS/MEV foram complementados com análises por difração de raios-x, realizadas no laboratório de Difração e Fluorescência de Raios-x do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará (*Campus* Belém), coordenado pelo Prof. Dr. Rômulo Simões Angélica.

As etapas de preparação das amostras foram realizadas na oficina de Preparação de Amostra (OPA) do PPGG (Programa de Pós-Graduação) da UFPA e consistiram em: (1) trituração das amostras na (Figura 4A); (2) pulverização no *shatterbox* 8515 (Figura 4B); (3) moagem em gral de ágata (Figura 4C) para alcançarem a granulométrica necessária de $<200\mu$.

Em seguida, as amostras foram preparadas em porta amostra específico (Figura 4D) e com o auxílio de uma espátula e pinça os cristais foram separados para realização de análises químicas qualitativas e quantitativas de amostras sólidas. Para identificar a composição exata dos minerais de granadas, as mesmas foram separadas após trituração da amostra, selecionadas e tiradas fotos com o auxílio de uma lupa binocular com câmera digital acoplada (Figura 4E, 4F). Após isso, as mesmas foram pulverizadas no grau de ágata até atingir a granulometria específica de $<200\mu$, para serem analisadas no difratômetro de Raio-x.

Os dados quais foram adquiridos através do programa software *X'Pert Data Collector*, versão 2.1a, e o tratamento dos dados com o software *X'Pert HighScore* versão 2.1b, também da *PANalytical*. A identificação dos minerais é feita através da comparação do difratograma obtido com padrões (fichas) do banco de dados do ICDD-PDF (*International Center for Diffraction Data – Powder Diffraction File*). As fichas são específicas para cada mineral (por ex., quartzo, 46-1045), podendo haver diferentes fichas, principalmente, quando

há minerais de composições químicas variáveis. O refinamento da cela unitária foi feita pelo Método de Rietveld com professor Rômulo Angélica.

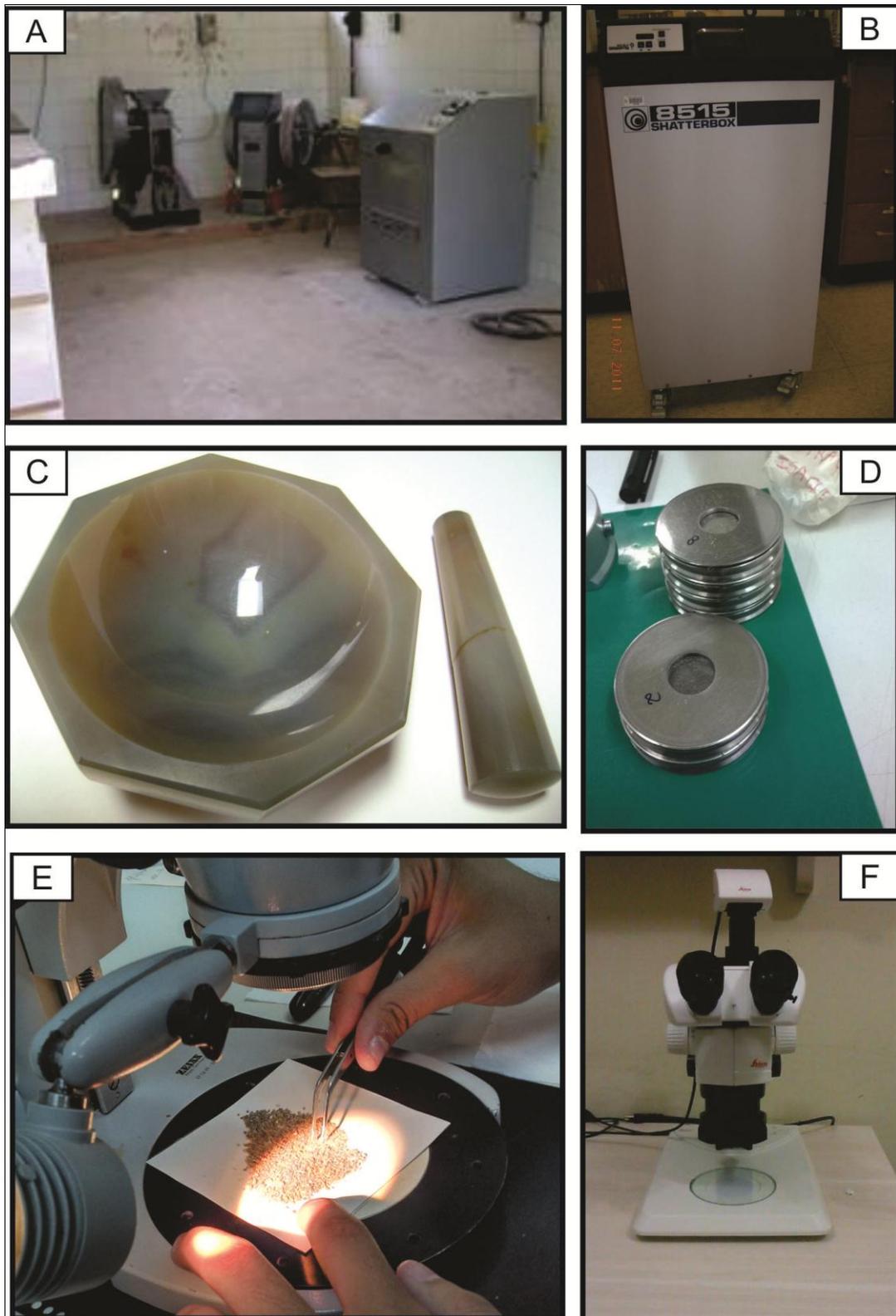


Figura 4: (A) Oficina de preparação de amostras (OPA) do PPGG da UFPA; (B) Shatterbox 8515, utilizado para triturar amostras a granulometrias menores que 200μ ; (C) Grau de ágata utilizado para pulverizar as amostras; (D) Porta amostras específicos para análises no difratômetro de raios-x; (E) Uso de lupa binocular e pinças para selecionar granadas; (F) Lupa binocular utilizada para obter as fotos dos cristais de granada.

2. GEOLOGIA REGIONAL

O Cráton Amazônico representa uma grande placa continental, composta por várias províncias crustais de idades arqueana a mesoproterozóica, estabilizada tectonicamente em torno de 1.0 Ga comportando-se como uma placa estável no Neoproterozóico, durante o desenvolvimento das faixas orogênicas marginais brasileiras (Brito Neves & Cordani 1991).

Os dois modelos mais aceitos da compartimentação tectônica do cráton são o de Santos (2003) e Tassinari & Macambira (2004), que de maneira geral são similares, entretanto apresentam algumas discordâncias em relação aos limites de províncias tectônicas, mas admitem que a evolução do Cráton Amazônico seja resultante de sucessivos episódios de acreção crustal durante o Paleo e o Mesoproterozóico, em volta de um núcleo mais antigo, estabilizado no final do Arqueano (Vasquez et al. 2008a).

Neste trabalho, foi adotada a proposta de Santos (2003), que divide o Cráton em sete províncias: Carajás (3000 – 2500 Ma), Transamazonas (2260 – 1990 Ma), Tapajós – Parima (2030 – 1860 Ma), Amazônia – Central (1900 – 1860 Ma), Rondônia – Juruena (1850 – 1540 Ma), Rio Negro (1820 – 1520 Ma) e Sunsás (1450 – 1000 Ma) (Figura 5A).

A Província Transamazonas apresenta uma ampla distribuição ao longo das porções norte e nordeste do Cráton Amazônico. Esta província é subdividida em: Bloco Amapá, Domínio Bacajá, os Domínios Carecuru e Paru, localizados no sudeste do Escudo das Guianas e o Domínio Santana do Araguaia, localizado no sudeste do Escudo Brasil Central (Santos 2003, Vasquez et al. 2008a). Sua evolução está relacionada às orogêneses do Ciclo Transamazônico (2.2 – 1.95 Ga), consistindo de domínios de crosta juvenil paleoproterozóica e de blocos arqueanos retrabalhados no Paleoproterozóico (Teixeira et al. 1989, Tassinari 1996, Tassinari & Macambira 1999, 2004, Tassinari et al. 2000).

O Domínio Bacajá (Figura 5B) é formado por associações tectônicas de fragmentos arqueanos e siderianos retrabalhados durante o Ciclo Transamazônico, granitóides de arcos magmáticos riacianos, granitóides e charnockitos relacionados ao clímax e estágios posteriores da colisão continental riaciana, e pode ser considerado um orógeno colisional (Vasquez et al. 2008a).

Há predomínio de rochas de alto grau no Domínio Bacajá, menor proporção de rochas supracrustais e tectônica transcorrente, marcada por extensas zonas de cisalhamento NW-SE e WNW-ESE, paralelas e contínuas, que assinalam deformação dúctil nas rochas. Parte dos charnockitos e granulitos foram reequilibrados, sendo que a quantidade de rochas infracrustais é maior no Domínio Bacajá (Ricci et al. 2003).

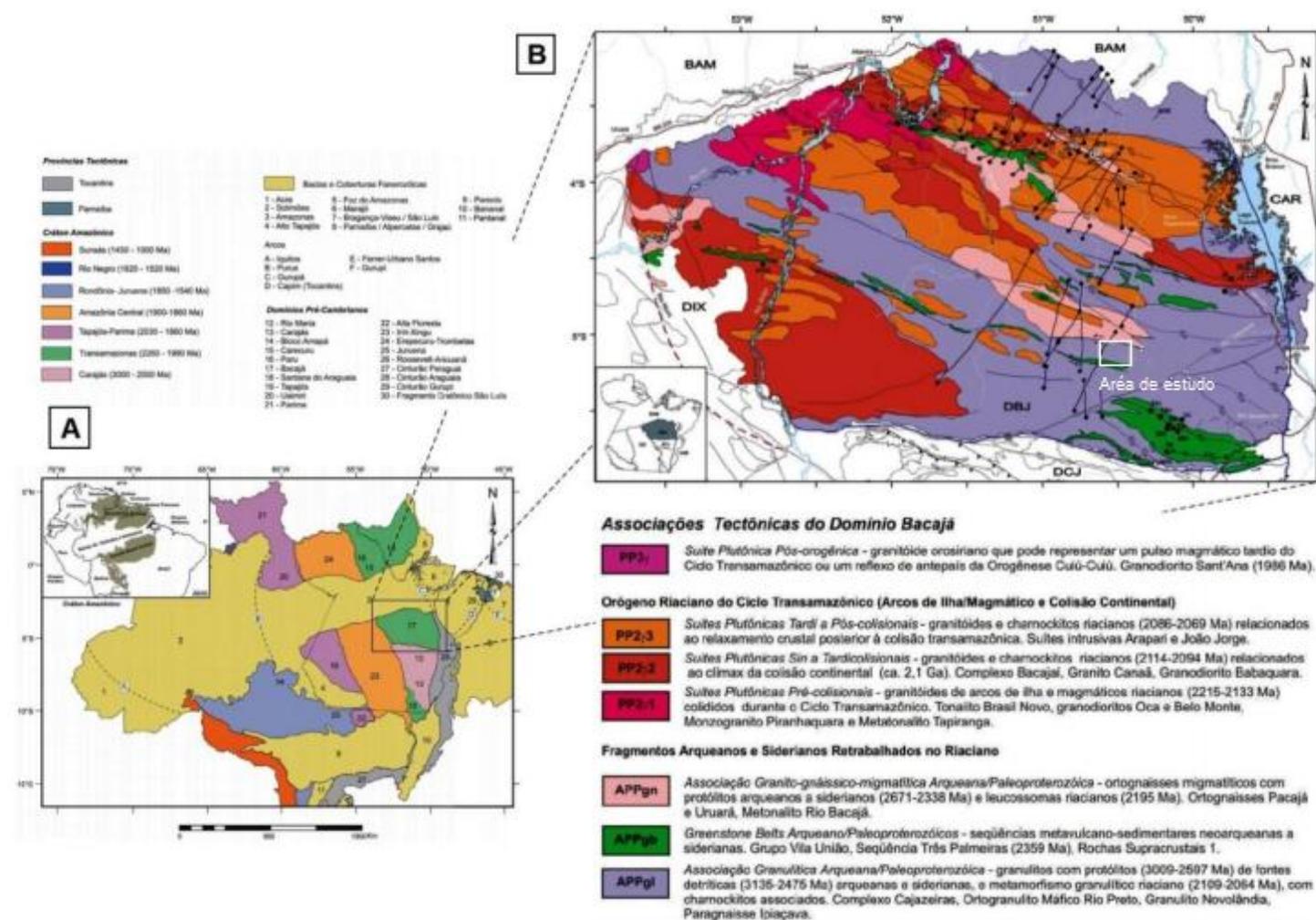


Figura 5: (A) Compartimentação das províncias geotectônicas para o Cráton Amazônico (Santos 2006); B) Em destaque associações tectônicas do Domínio Bacajá (Vasquez et. al. 2008) com a inserção da área de trabalho.

No Domínio Bacajá as rochas granulíticas estão incluídas nas unidades metassedimentares Paragnaisse Ipiaçava e Granulito Novolândia; os ortoderivados pertencem ao: Ortogranulito Máfico Rio Preto, complexos Cajazeiras e Aruanã. Estas unidades de alto grau foram agrupadas na Associação Granulítica Arqueana-Paleoproterozóica. Os ortognaisses de fácies anfibolito, com diferentes graus de migmatização do Ortognaisse Pacajá, Ortognaisse Uruará e Metatonalito Rio Bacajá foram reunidos na Associação Granito-Gnáissico-Migmatítica Arqueana-Paleoproterozóica. As sequências metavulcano-sedimentares do Domínio Bacajá, Grupo Vila União, Sequência Três Palmeiras e Rochas Supracrustais 1, foram incluídas na unidade Greenstone Belts Arqueano-Paleoproterozóicos (Vasquez et al. 2008a).

As unidades litotectônicas do Domínio Bacajá são: Suítes Plutônicas Pré-Colisional (Tonalito Brasil Novo, os granodioritos Oca e Belo Monte, o Monzogranito Piranhaquara e o Metatonalito Tapiranga, cujas idades variam 2215 ± 2 a 2133 ± 10 Ma), Suítes Plutônicas Sin a Tardi-colisionais (charnockitos do Complexo Bacajaí, os granitóides do Granodiorito Babaquara e Granito Canaã, idades de formação em torno de 2.1 Ga), Suítes Plutônicas Tardi a Pós-colisionais (suítes intrusivas Arapari e João Jorge, compostas por charnockitos e granitos fortemente controlados pelas zonas de cisalhamento transcorrentes de direção NW-SE e WNW-ESE, com idades entre $2086 \pm$ a 2069 ± 6 Ma), todas com sua evolução associada aos estágios orogênicos do Ciclo Transamazônico. Os granitóides posicionados após a colisão continental de 2.1 Ga fazem parte das Suítes Plutônicas Tardi a Pós-colisionais. Ainda foi individualizado o Granodiorito Sant'Ana, contida na Suíte Plutônica Pós-Orogênia datado em 1986 ± 5 Ma, cerca de 80 Ma mais jovem que os granitóides Tardi a Pós-colisionais (Vasquez et al. 2008b).

Enxames de diques máficos de orientação NE-SW e N-S ocorrem na porção oriental do Domínio Bacajá. São corpos de diabásio, provavelmente relacionados ao magmatismo toleítico jurássico os quais foram englobados na unidade Rochas Gabróicas Toleíticas Mesozóicas (Vasquez et al. 2008a).

O Complexo Cajazeiras é uma unidade tectono-estratigráfica do Domínio Bacajá, que representa o volume infracrustal mais evoluído e exumado desse domínio (Vasquez et al. 2008b). Este complexo é composto petrologicamente por granulitos rehidratados (piroxênios pseudomorfisados ou completamente reequilibrados) tonalíticos a graníticos, com texturas granulíticas (granoblástica interlobada, flaser, poligonal) geralmente intactas (Ricci 2006). Há também os milonitos de alto grau, caracterizados por porfiroclastos monocristalinos de quartzo, muito estirados e paralelos entre si, e ricos em hornblenda e biotita, mesopertitas e antipertitas. Além de milonitos com ocelos de feldspato alcalino e/ou plagioclásio, reliquiares, contornados por manto de feldspatos recristalizados e ribbons policristalinos de quartzo, acentuadamente curvilíneos, acompanhando os contornos dos porfiroclastos, não

sendo observados nem mesmo pseudomorfos calcificados de piroxênios (Vasquez et al. 2008a). Os recorrentes registros de migmatização úmida (mobilizados em fácies anfíbolito) contribuem para mascarar o reconhecimento da pretérita história de alto grau e evidenciam retrabalhamento crustal pós-granulitização (Ricci 2006).

Os litotipos do Complexo Cajazeiras exibem bandamento composicional que varia de decimétrico a até dezenas de metros de largura, muitas vezes realçado por pequenos corpos máficos aleitados, boudins, e mobilizados migmatíticos diversos, de fácies granulito e anfíbolito. O comportamento tectônico regional do bandamento varia de alto ângulo até verticalizado, evidenciando transcorrências em sua maioria sinistrais, que não preservam evidências de pretéritos regimes de baixo ângulo. Vasquez et al.(2008b) datou um gnaiss granodiorítico desta unidade pelo método de evaporação de Pb em zircão, e obteve a idade mínima para a cristalização do protólito de 2942 ± 4 Ma.

O Granulito Novolândia é composto petrologicamente por kinzigitos, granulitos máficos, paragnaisses potássicos (arcoceanos) com ortopiroxênio, granada, cordierita, biotita e paragnaisses quartzosos (com cordierita, biotita e granada). Os kinzigitos apresentam textura porfiroblástica grossa, com granadas de até 3,0 cm de diâmetro. Nos granulitos máficos não foram encontradas texturas plutônicas reliquias, o que sugere um protólito basáltico. O bandamento gnáissico (centimétrico a métrico) é dado pela alternância de colorações cinza-escuras (kinzigitos), cinza esbranquiçadas (paragnaisses psamíticos), negras (granulitos máficos) e rosadas (leucossomas graníticos e pegmatíticos associados à migmatização dos kinzigitos), além de frequentes bandas quartzosas brancas e quartzofeldspáticas acinzentadas (Vasquez et al. 2008b).

São adicionadas a esta unidade rochas metassedimentares de alto grau da serra do Cinzento (quartzitos com sillimanita e granada), que anteriormente estavam relacionadas ao Grupo Salobo (Vasquez et al. 2008b).

Sequência Rochas Supracrustais foi individualizada a partir de produtos de sensores remotos, aerogeofísicos e apresenta em sua maioria trend WNW-ESE com pouca variação nas assinaturas aeroradiométricas, o que é comum em restos supracrustais com pequena variedade litológica, entretanto outros exibem fortes anomalias aeromagnéticas. Parte destes corpos ocorre como um conjunto de serras próximas entre si, na forma de “charutos”, com até 1.800 m de largura, não controladas por lineamentos tectônicos. São inteiramente constituídas por quartzitos puros ou micáceos, brancos a amarelados, anisotrópicos a maciços, de baixo grau metamórfico, apresentando foliações subverticalizadas (Vasquez et al. 2008a).

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS E PETROGRÁFICOS DOS GRANADA-GNAISSE E GRANULITOS MÁFICOS

O mapeamento geológico, realizado na área de Vila Cruzeiro do Sul pelas equipes de campo II do ano de 2013 (Equipe III, IV, VII e VIII), permitiu a individualização de cinco unidades estratigráficas, sendo elas: Anfibolito, Granulitos intermediários a máficos denominados de Biotita-ortopiroxênio Granulito (BtOpxGrn) e Ortopiroxênio Granulito(OPxGrn), Biotita Gnaiss Granodiorítico (BtGnGrd), Granada-Gnaiss (GrdGn) sem ou com cordierita/Kinzigito (CrdGrtGn) e Muscovita Xisto (MscSch). O produto final do mapeamento foi a confecção do mapa geológico em escala de 1:50.000.

A unidade Granada-gnaiss (GrtGn) ocupa cerca de 60% de toda área mapeada, principalmente nas porções norte e oeste. Ocorre nas porções atribuídas ao Ortogranulito Máfico Rio Preto, e em partes da área do Granulito Novolândia. Tratam-se de rochas de coloração cinza esbranquiçada, equigranular média, exibindo bandamento composicional formados pela alternância de minerais félsicos como quartzo e plagioclásio, alternados com bandas de minerais máficos principalmente biotita e ortopiroxênio. Os minerais metamórficos são granada, estauroлита e cordierita. Foram constantemente observados cristais de granada idioblásticos a subidioblásticos com tamanhos que alcançam até 3 mm. A paragênese das rochas indica protólito altamente aluminoso (sedimentar), evidenciado pela abundância de minerais aluminosos presentes.

A ocorrência dessa unidade é na forma de lajedos, por vezes sustentando morrotes de encostas suaves ou aflorando como enxame de blocos rolados e *in situ*. Encontram-se moderada a fortemente deformadas e apresentam diversas estruturas dúcteis (foliações, dobras, lineações minerais e de estiramento e etc.) e fraturas em pares conjugados, além de feições características de zonas de cisalhamento como a textura milonítica e porfiroclastos rotacionados, indicando o sentido da movimentação. Dentro dessa unidade foi observada a ocorrência de granulitos aluminosos, compostos mineralogicamente por quartzo, plagioclásio, biotita, K-feldspato, opacos e zircão; os minerais metamórficos são granada, cordierita e sillimanita, indicando um protólito também aluminoso para tais rochas. No limite oeste desta unidade foi individualizada com base no mapa litogeofísico e por correlação com as áreas IV e VIII, haja vista que o acesso a esta região estava limitado devido à ausência de estradas e grande concentração de drenagens.

Nas porções leste e norte e região central da área, onde localizam-se o Complexo Cajazeiras e parte do Granulito Novolândia, respectivamente, foi observado a ocorrência da unidade dos Granulitos intermediários a máficos, sendo que os corpos máficos ocorrem principalmente na porção leste e noroeste, e os intermediários nas porções centro-oeste. Esta unidade compõe cerca de 30% da área. Os granulitos intermediários (BtOpxGrn)

apresentam composição tonalítica compostos por plagioclásio, quartzo, ortopiroxênio, biotita, K-feldspato, clinopiroxênio, minerais opacos e granada; os granulitos máficos (OpxGrn) apresentam composição gabróica constituídos por plagioclásio, ortopiroxênio, biotita, clinopiroxênio, quartzo, minerais opacos e K-feldspato, ambas as rochas têm mineralogia típica de rochas ortoderivadas. Seus corpos estão dispostos na direção NW-SE, ocorrem sempre sustentando morros ou na forma de blocos in situ. Estruturalmente esta unidade varia de pouco a muito deformada, o grau de deformação aumenta à medida que suas rochas são encontradas próximas a zonas de cisalhamento, com a formação desde proto a ultramilonitos, essas relações estruturais foram nitidamente identificadas.

3.1 Granada-gnaisse

Rocha de coloração cinza, holocristalina, inequigranular fina, anisotrópica, com cristais exibindo contatos serrilhados e subordinadamente côncavo-convexos, e bandamento composicional caracterizado por uma alternância de bandas claras compostas mineralogicamente por quartzo, plagioclásio, granada e cordierita, com bandas mais escuras compostas primordialmente por biotita vermelha (Figura 6). A porção de granulação fina da rocha é representada por cristais intensamente cominuídos, conferindo à mesma uma textura milonítica. No entanto, existem muitos cristais de quartzo que não sofreram cominuição, e destacam-se por exibir dimensões superiores as dos demais cristais, formando lentes reliquiárias que caracterizam que a rocha foi submetida a uma deformação heterogênea. A rocha é composta por 20-40% de quartzo, 9-57,2% de plagioclásio, 1-15% de biotita, 5-19% de granada, 0-3% de estauroлита, 0-10% de cordierita, 0-2,2% de ortopiroxênio, 1,1-3% de minerais opacos e <0,5 % de zircão, conforme tabela 1. Dados de estimativa modal extraídos dos relatórios de estágio de campo das equipes SEV e DFR.



Figura 6: Imagens mesoscópicas da unidade Granada Gnaiss, destacando os cristais milimétricos de granada.

Tabela 1-Composições modais estimadas das unidades Granada-gnaiss e Granulito da área de Cruzeiro do Sul utilizadas para EDS/MEV e DRX.

Minerais	Granada Gnaiss				Granulito	
	DRF-3	SEV-8A	SEV-18A	SEV-26A	SEV-21B	SEV-28C
Quartzo	36	20	25	40	8,4	31
Biotita	10	1	15	12	10,7	0
Feldspato Alcalino	21	10	3	0	0,5	0
Muscovita	0,7	0	0	0	0	0
Granada	16	5,1	10	19	25	15
Plagioclásio	9	57,2	30	20	14,2	2
Anfibolio	0	0	0	0	0	20
Clinopiroxênio	0	0	0	0	10,6	6
Ortopitoxênio	5	2,2	0	2	30	10
Zircão	0,3	0,1	0,5	0,5	0	0
Epidoto	0	0	0	0	0	0
Silimanita	0	0	3,5	0	0	0
Cordierita	0	0	10	2	0	0
Serpentina	0	3,3	0	0	0	0
Estaurolita	0	0	0	3	0	0
Opacos	2	1,1	3	1,5	0,6	16

3.2 Granulito

Rocha de coloração cinza, inequigranular fina a média (0,5 a 2mm), textura granoblástica (Figura 58-a), composta por quartzo (8-31%), plagioclásio (2-14%), biotita (0-10%), K-feldspato (0-0,5%), granada (15-25%), opacos (0,6-16). Os minerais secundários que compõe a rocha é a sericita, produto da alteração dos plagioclásios e a pinita, resultante da alteração de cordierita.



Figura 7: Aspecto mesoscópico do Granulito máfico ocorrente na vila Cruzeiro do Sul.

4. CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA

Para obtenção das composições químicas de granada, cordierita, piroxênio, plagioclásio e biotita utilizou-se o Microscópio Eletrônico de Varredura e Difração de Raios-x. O tratamento e diagramação dos dados foi realizado com os programas Excel (versão de avaliação) e GCDKit 3.0.

4.1 Microscopia eletrônica de Varredura

4.1.1 Granada – $A_3B_2(SiO_4)_3$

As composições químicas semiquantitativas em granada são apresentadas na tabela A, no Anexo. Foram feitas 46 análises pontuais em granada de quatro amostras representativas dos granada-gnaiss (SEV-18A, SEV-8A, SEV-26A) e granulito (SEV-28C). A fórmula química estrutural da granada foi calculada com base em 12 átomos de oxigênio.

A granada no granada-gnaiss ocorre como cristais idioblásticos e subidioblásticos com dimensões que variam 0,1 a 2 mm (Figuras 8 e 9), porém observa-se porfiroblastos com dimensões superiores a 3 mm. É comum ocorrer inclusões de quartzo, biotita e zircão, caracterizando uma textura poiquiloblástica. Seus contatos com o quartzo são pontuais e suturados.



Figura 8: Aspectos mesoscópicos do granada gnaiss, destacando cristais idioblásticos a subidioblásticos de granada.

De modo geral, são granadas ricas na molécula de Almandina ($\text{Fe}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$), variando entre (35,02 e 42,46%). No granada-gnaissse, os teores de Si (afu - átomos por fórmula unitária) variam entre 3,08-3,14% e nos granulitos 3,09-3,12%. A amostra SEV-26A (Kinzigito) apresenta conteúdos mais elevados de Mg^{+2} entre 0,92-1.04%, mostrando que piropro ($\text{Mg}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$) é um componente importante na formação das granadas dessa rocha.

A amostra SEV-8A (Figura 9) apresenta em sua estrutura conteúdo maior de Mn (0,20 - 0,28%), membro esferossatítico ($\text{Mn}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$), quando comparadas com outras amostras de gnaissse, que exibem valores de Mn menores (0,03-0,06%). Esse conteúdo mais elevado de Mn pode estar relacionado à ausência de cordierita na Amostra SEV-8A, pois o Mn não é um elemento abundante ou formador de mineral em silicatos. Desta forma, a maior parte do Mn presente no protólito teria sido consumida na formação da granada em detrimento de cordierita.

Os teores de Ca e Fe^{+3} das granadas nos Granada-gnaissse são baixos, pois as granadas estudadas são do grupo das pirlaspitas, ou seja, formadas durante o metamorfismo regional de sedimentos ricos em alumínio.

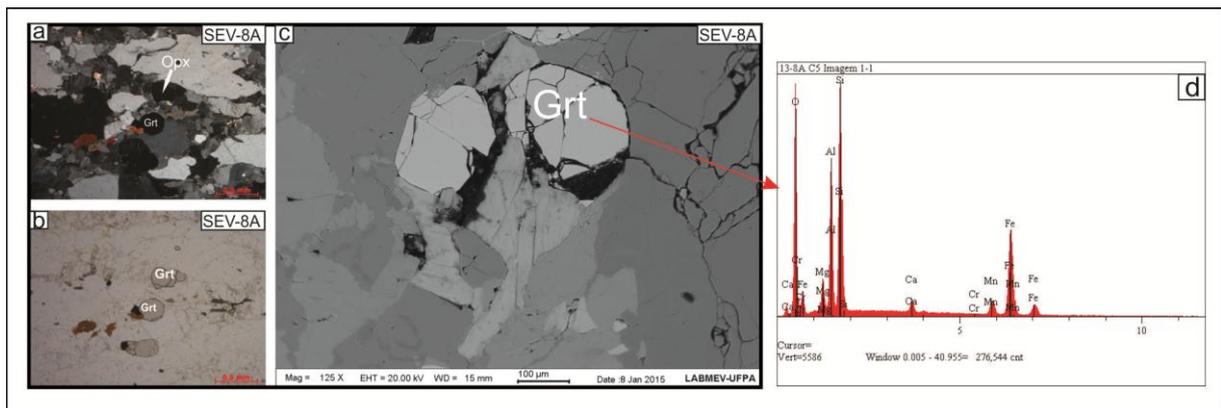


Figura 9: Aspectos microscópicos das granadas do granada-gnaissse - a) luz transmitida e nicóis cruzados; b) luz transmitida e nicóis paralelos; (c) imagem de elétrons retroespalhados; (d) espectros da granada, mostrando os elementos que compõem sua estrutura.

A composição química das granadas presentes nos granulitos quando comparadas com aquelas do granada-gnaissse (Figura 10) mostrou conteúdos menores de Al e Mg e maiores de Ca e Fe^{+3} . Esta relação está intimamente ligada à presença de piroxênio nas amostras o granulito, pois o Al e principalmente o Mg são consumidos durante a cristalização de clinopiroxênio e ortopiroxênio, respectivamente. Já os valores mais elevados de Ca e Fe^{+3} nos granulitos está relacionado provavelmente a uma maior quantidade desses elementos no magma básico que originou o protólito do granulito.

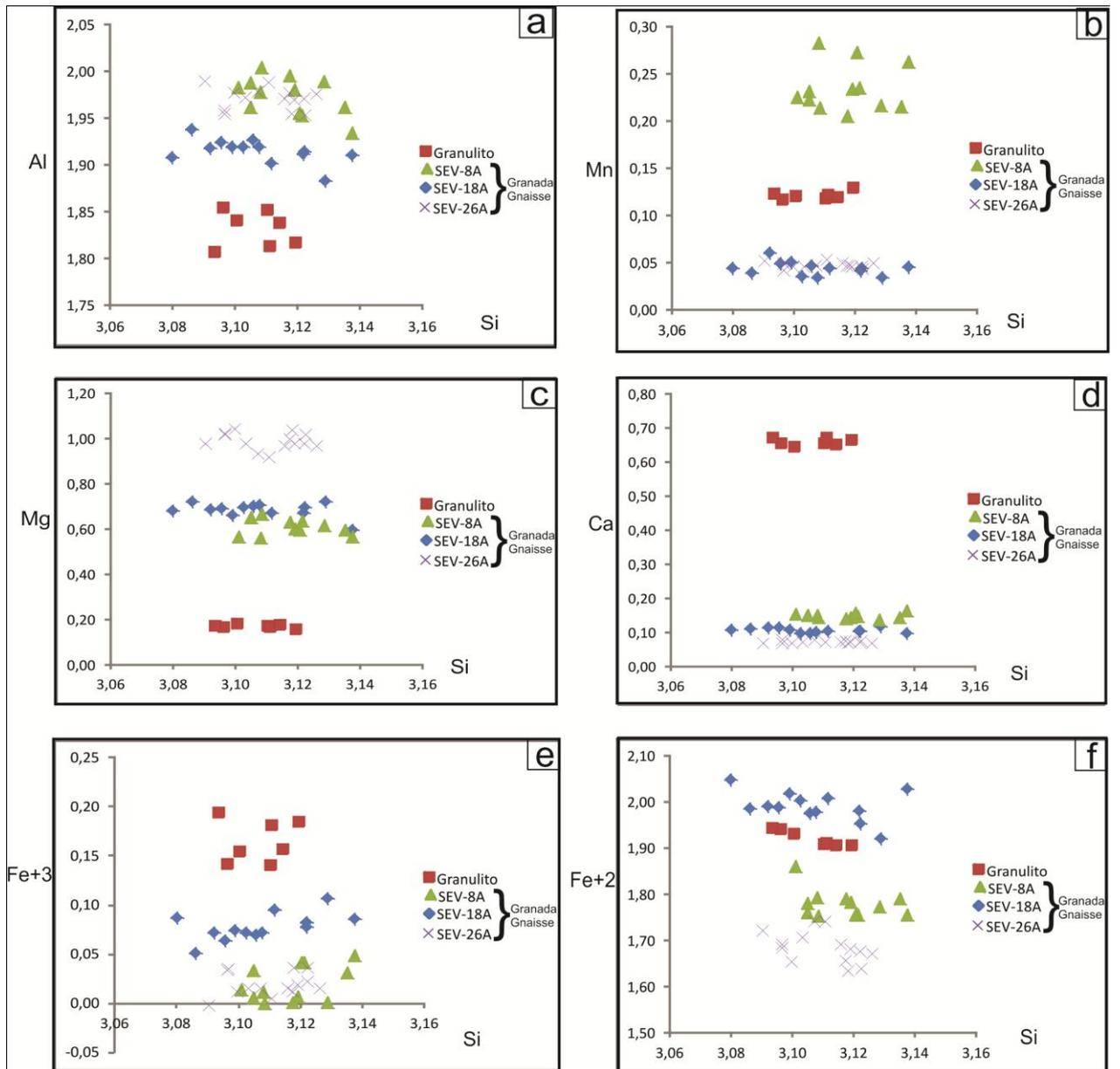


Figura 10: Diagramas mostrando a composição química das granadas do granada-gnaiss e do granulito.

4.1.2 Piroxênio – XYZ_2O_6

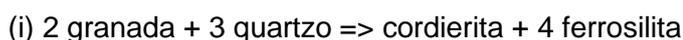
Para a classificação dos piroxênios, adotou-se neste trabalho a nomenclatura de Morimoto (1988), que segue as recomendações da IMA (*International Mineralogical Association*). Para o cálculo das fórmulas estruturais foi utilizado 6 átomos de oxigênio, com o total de Al sendo distribuído entre os sítios tetraédrico e octaédrico, utilizando Al^{IV} para 2-Si e subtraindo o Al^{IV} do total de alumínio para obter o Al^{VI} . A tabela B em anexo, mostra as análises químicas semiquantitativas obtidas por EDS e a composição dos piroxênios ricos em Ca (Augita) e pobres em Ca (enstatita e pigeonita), bem como a proporção dos membros finais wollastonita (Wo), enstatita (En) e ferrossilita (Fs).

No granada-gnaiss ocorre somente ortopiroxênio (Figura 11), que apresentam dimensões que variam de 2 a 4mm, são xenoblásticos e estão sempre associados aos minerais de biotita e quartzo e alongam-se na direção do bandamento.

No granulito ocorre tanto clinopiroxênio (Figura 12) e quanto ortopiroxênio. O clinopiroxênio forma cristais idioblásticos a xenoblásticos com dimensões variáveis de 0,2 a 1 mm. Exibem contatos retos e irregulares com o plagioclásio, quartzo, biotita e ortopiroxênio. Ocorrem geralmente como agregados de minerais máficos. O ortopiroxênio exibe cristais idioblásticos e xenoblásticos com tamanhos que variam de 0,2 a 1 mm. Seus contatos são retos com a biotita, e geralmente irregulares e pontualmente retos com os cristais de quartzo e plagioclásio.

Os cristais de piroxênio, tanto do granada-gnaiss quanto do granulito, constituem essencialmente o sistema $CaSiO_3 - MgSiO_3 - FeSiO_3$. No diagrama da Figura 13, estão representados os componentes moleculares finais de wollastonita (Wo-Ca), Enstatita (En-Mg) e Ferrossilita (Fs-Fe). Pode-se observar a presença de dois tipos de piroxênio nos Granulitos - ortopiroxênio e o clinopiroxênio - rico e pobre em cálcio, respectivamente. Estes piroxênios, segundo a nomenclatura de Morimoto (1988), são classificados como augita, subordinadamente pigeonita, enstatita e ferrossilita. Já no gnaiss da amostra SEV-26A o piroxênio é de composição ferrossilita.

A associação cordierita+ferrossilita, encontrado na amostra SEV-26A, resulta da reação:



Tal reação é característica de metapelitos metamorfisados em fácies anfibolito superior a granulito, na zona do hiperstênio, sob pressões intermediárias (Juliani & Szabó, 2002).

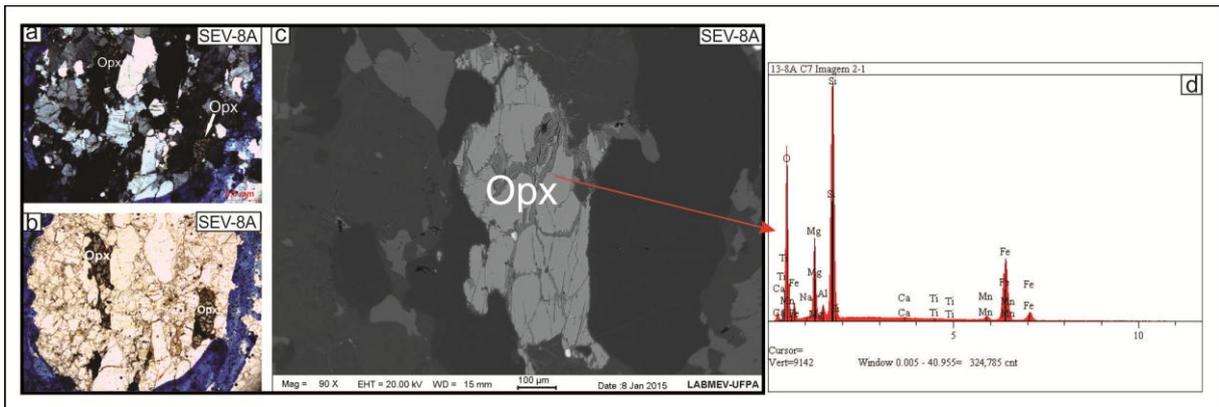


Figura 11: Fotomicrografia do granada-gnaise (SEV-8A). (a) cristais de ferrossilita sob nicóis cruzados; (b) imagem do ferrossilita em luz natural; (c) imagem de elétrons retroespalhados obtidos em MEV, (d) acompanhada de espectro EDS.

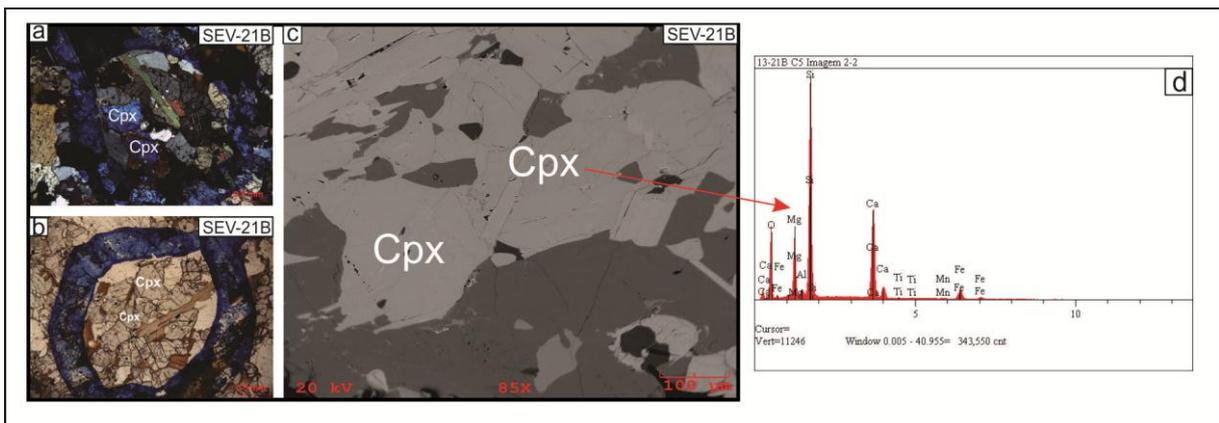


Figura 12: Fotomicrografia do Granulito (SEV-21B). (a) cristais de Augita sob nicóis cruzados; (b) e em nicóis paralelos, (b) imagem do piroxênio em luz natural, (c) imagem de elétrons retroespalhados obtidos em MEV, (d) acompanhada de espectro EDS.

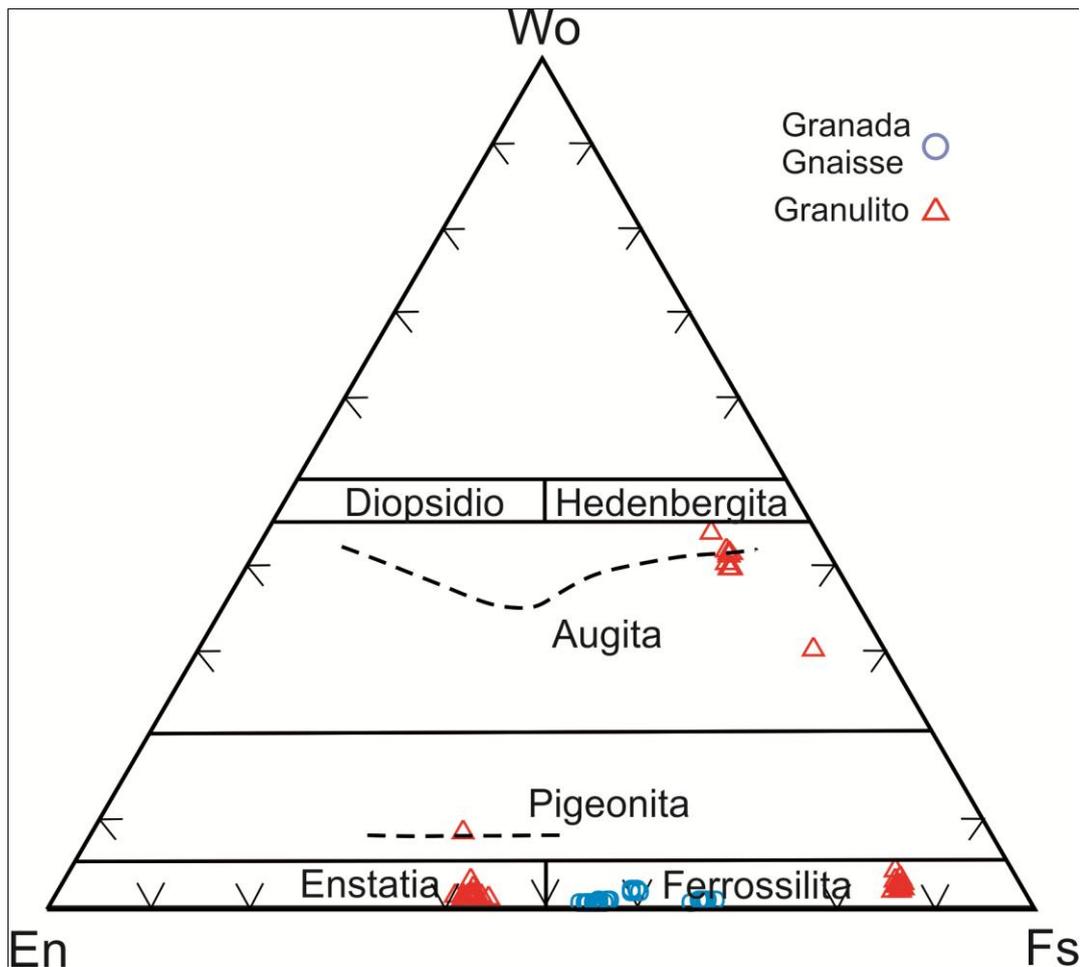


Figura 13: Diagrama mostrando composição dos piroxênios no sistema Wo (CaSiO_3), En (MgSiO_3) e Fs (FeSiO_3), segundo a classificação de Morimoto (1988).

4.1.3 Feldspato – KAlSi_3O_8 , $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$, $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$

Os feldspatos foram classificados conforme as recomendações de Deer et al. (1992) no sistema ternário Albita (Ab, membro Na) - Anortita (Na, membro Ca) - Ortoclásio (Or, membro K). Os resultados das microanálises químicas dos plagioclásios podem ser visualizados na tabela C anexo I.

No granada-gnaiss, o plagioclásio forma cristais xenoblásticos, com tamanhos variando de 0,2 a 0,3 mm, com secções quadráticas pouco alongadas, seus contatos com quartzo e biotita são serrilhados (Figura 14). Seus pequenos tamanhos dificultam a retirada de sua composição. O maclamento é do tipo albita polissintético. Na amostra SEV-18A o plagioclásio exibe textura antipertita.

No granulito, o plagioclásio exibe cristais xenoblásticos com dimensões que variam de 0,5 a 2 mm. Seus contatos são muito irregulares com a biotita, e retos e irregulares com o

clinopiroxênio e ortopiroxênio. O maclamento mais comum é do tipo albita, e mais raramente *Carlsbad*. Exibe extinção ondulante leve a moderada.

No granada-gnaisse (SEV-8A, DFR-3) há um predomínio da composição oligoclásio no limite com a Albita (An 12,9 – 11,4), enquanto que o plagioclásio, com textura antipertita, da amostra SEV-18A apresenta composição oligoclásio (An 21–22) e lamelas pertíticas de ortoclásio (Figura 14). Já no Granulito, a composição do plagioclásio é oligoclásio com teor de anortita entre (An24-29) (Figura 15).

O início de formação de peristerita (textura antipertita) se dá acima do limite entre fácies xisto verde e fácies anfibolito, ou seja, acima de 500°C, que é determinado pelo salto da lacuna de miscibilidade da peristerita, ou seja: quando o plagioclásio, originalmente Albita ou Na-oligoclásio, adquire (de maneira mais ou menos súbita) composições com $An > 17$ (Crawford, 1966; Juliani & Szabó, 2002). Esta característica posiciona ao menos o granada-gnaisse (SEV-18A) em condições de fácies acima do anfibolito ou Granulito em pressões intermediárias na zona da granada. Na parte superior da zona da granada, é encontrado um espectro completo de composições de plagioclásio entre albita e oligoclásio, tendo essa mudança sido mapeada como uma isógrada em alguns estudos.

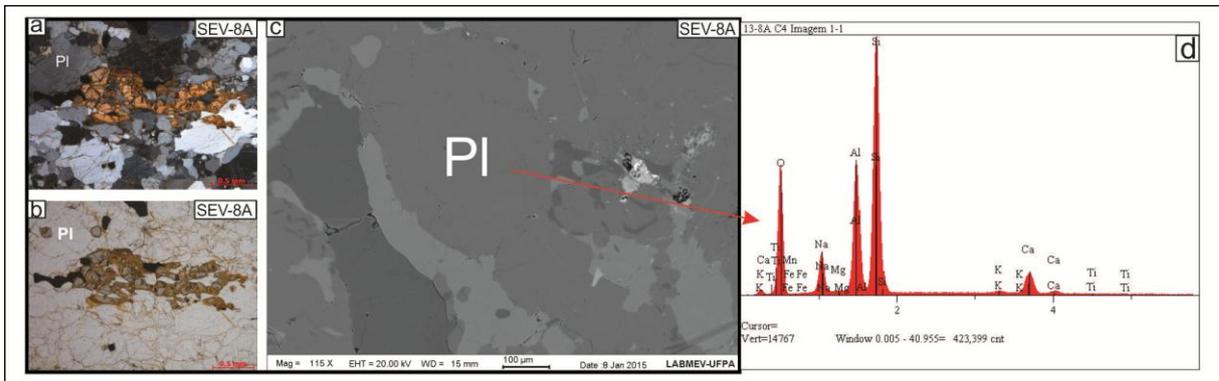


Figura 14: Fotomicrografia; (a) sob nicóis cruzado de cristais xenoblástico de plagioclásio do granadagnaïsse, (b) imagem do plagioclásio em luz natural, (c) imagem de elétrons retroespalhados obtidos em MEV, acompanhada de espectro EDS (d) dos cristais de plagioclásio, mostrando picos dos elementos que fazem parte de sua composição.

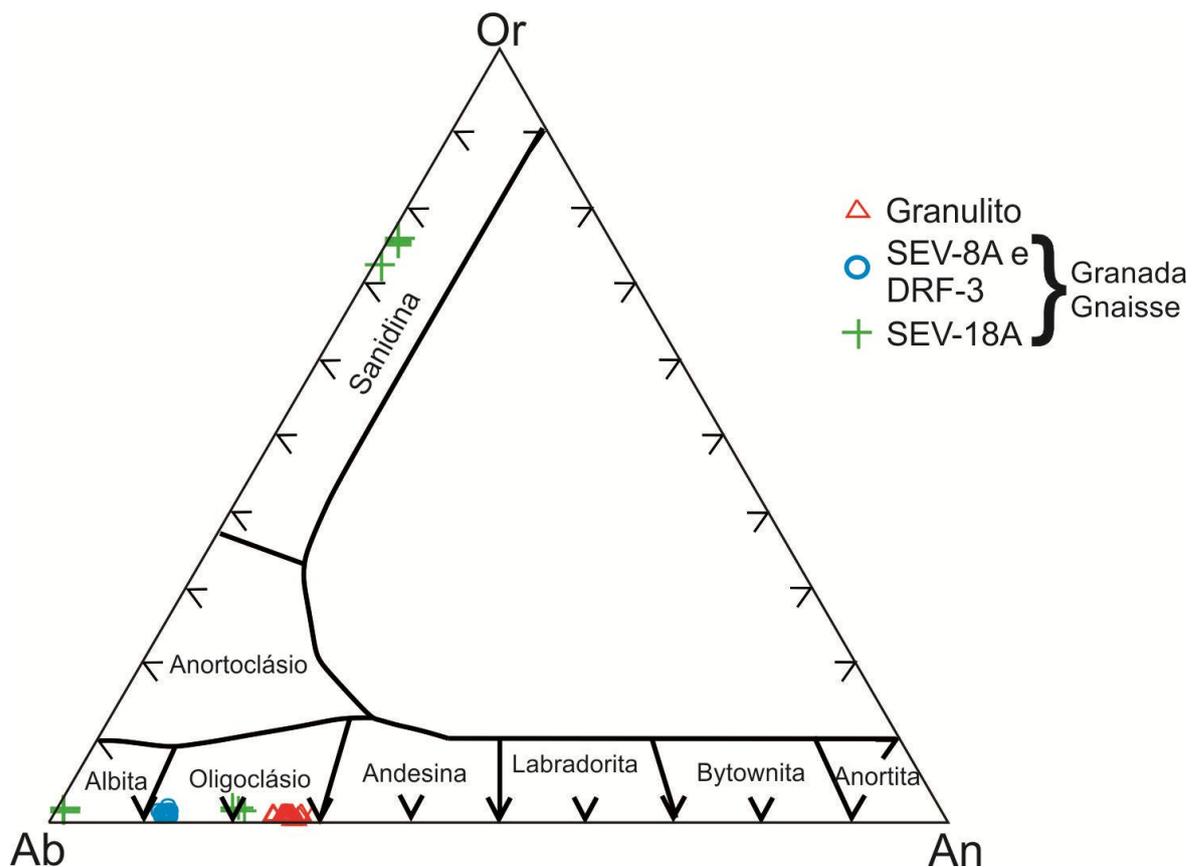


Figura 15: Diagrama mostrando variação composicional dos cristais de plagioclásio do granadagnaïsse e granulito, segundo os componentes moleculares albite (Ab), anortita (An) e ortoclásio (Or).

4.1.4 Biotita – $K(Mg,Fe)_3(AlSi_3O_{10})(OH)_2$

As análises representativas dos cristais de biotita (Figura 16) encontram-se na tabela D do anexo. As fórmulas estruturais de biotitas foram calculadas com base em 22 átomos de oxigênios equivalentes em base anidra, assumindo-se todo o ferro presente como Fe^{2+} segundo as recomendações de Dymek (1983).

Nos granada-gnaisses, a biotita apresenta coloração avermelhada e ocorre como lamelas xenoblásticas com dimensões de 0,5 a 1,5 mm.

A biotita, nos granulitos, ocorre como cristais idioblásticos a xenoblásticos com dimensões variáveis de 0,2 a 2 mm. Exibem contatos retos entre si, retos e irregulares com o clinopiroxênio e retos com o ortopiroxênio.

De acordo com o diagrama $Fe/(Fe+Mg)$ versus Al^{IV} (Deer *et al.* 1992), utilizando os critérios de Rieder *et al.* (1998), as micas do granada-gnaisses e granulito posicionam-se no campo da flogopita, com exceção da amostra SEV-18A (granada-gnaisses) que está disposta no campo da Annita (Figura 17). Neste diagrama, elas exibem maior variação nos conteúdos de $Fe/(Fe+Mg)$ (0,24-0,65) em relação ao Al^{IV} . Enquanto isso, a flogopita do granulito mostra-se ligeiramente afastada das amostras do granada-gnaisses, e exibe conteúdo menor de Al^{IV} e da razão $Fe/(Fe+Mg)$ em relação aos gnaisses.

Biotita é um mineral importante em rochas metamórficas e ocorre num amplo espectro de composição e grau metamórfico. Nesse sentido, pode ser utilizada para cálculos de temperatura, principalmente quando se utiliza a saturação de Ti presente em sua estrutura. O Ti é um cátion quadrivalente que substitui cátions trivalentes ou divalentes na coordenação octaédrica (Guidotti 1984). Observações em rochas metamórficas de alto grau indicou que biotita de coloração avermelhada apresentam quantidades maiores de Ti (Guidotti 1984). No Beartooth Mountain, os cálculos de Ti em biotita marrom (geotermômetro) de quartzitos, de fácies granulito, forneceu temperaturas da ordem de 770°C para uma pressão de 5,15kbar com 2,5% de TiO_2 e #Mg de 0,51 (Henry & Guidotti 2002).

Nas amostras estudadas, os cristais de biotita apresentam coloração avermelhada e mostram conteúdo relativamente alto de TiO_2 >3%. Portanto, seguindo o raciocínio de Guidotti (1984), as biotitas estudadas se formaram em altas temperaturas, ao menos igual ou maior que 770°C. É importante ressaltar que a biotita dos granulitos quando comparadas com as biotitas dos gnaisses mostram teores ligeiramente maiores de Ti. Isso poderia indicar que os granulitos se formaram em temperaturas ligeiramente mais elevadas que os gnaisses.

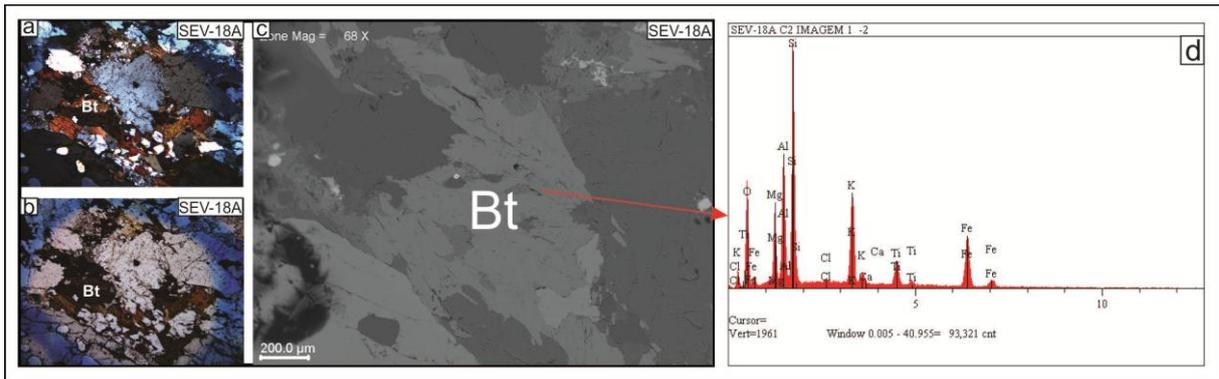


Figura 16: Aspectos microscópicos da biotita do granada-gnaise (a) sob nicóis cruzados; (b) em luz natural; (c) imagem de elétrons retroespalhados obtidos em MEV; (d) espectro EDS, mostrando picos dos elementos que fazem parte de sua composição.

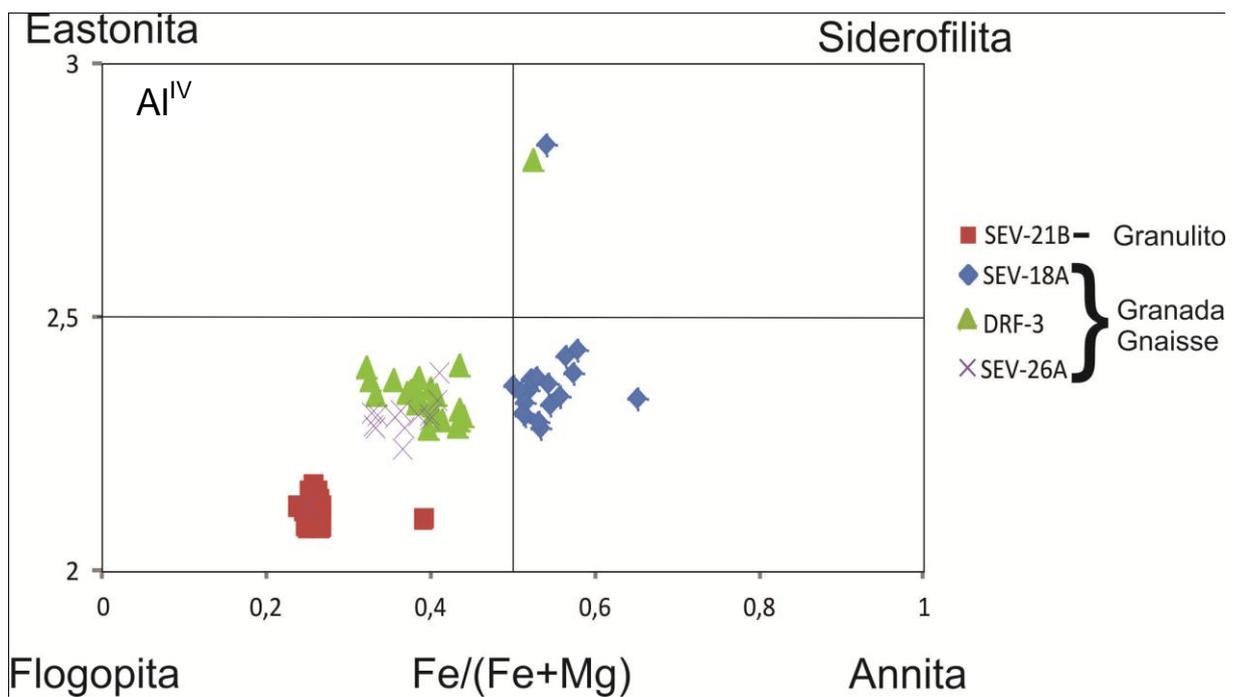


Figura 17: Diagramas de classificação com a distribuição das biotitas no granada-gnaise e Granulito: quadrilátero flogopita-annita-eastonita-siderofilita (Deer *et al.* 1992).

4.1.5 Cordierita – $(\text{Mg,Fe})_2\text{Al}_4\text{Si}_5\text{O}_{18}\cdot n\text{H}_2\text{O}$

As análises químicas obtidas em cristais de cordierita encontram-se na tabela E do Anexo. A fórmula estrutural da cordierita foi calculada para 18 átomos de oxigênio (Deer et al., 1966).

Cordierita é um mineral que foi encontrado em duas amostras do granada-gnaissé estudado (SEV-18A e SEV-26A). Segundo a classificação do IUGS, cordierita-granada-gnaissé podem ser denominados de kinzigitos. Na amostra SEV-18A a cordierita encontra-se totalmente alterada para pinita.

Forma cristais xenoblásticos a hipidioblásticos com dimensões que variam de 0,5 a 2 mm, seus contatos com outros minerais são irregulares, comumente associados aos minerais de biotita e sillimanita (Figura 18), geralmente contém inclusões de biotita e zircão. Grande parte dos cristais de cordierita apresenta intensa alteração para pinita, principalmente na borda.

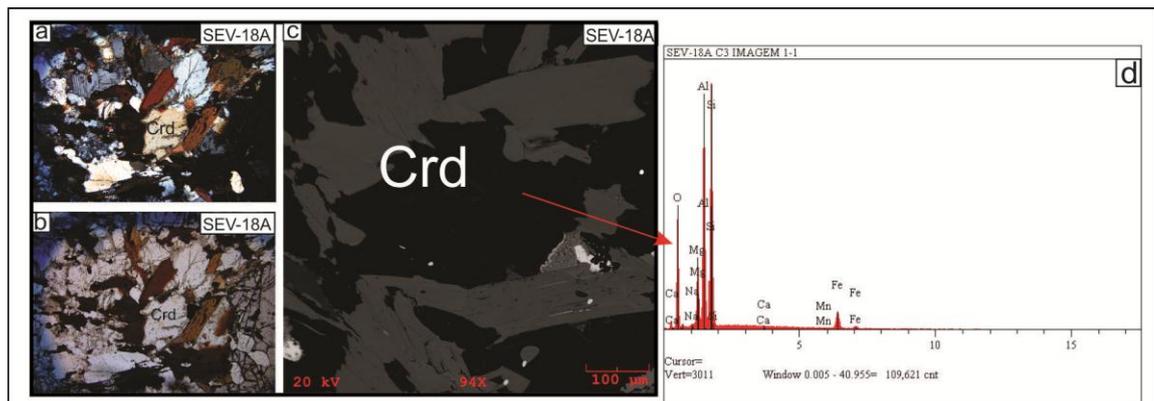


Figura 18: Aspectos microscópios da cordierita associada com biotita do granada-gnaissé (a) sob nicóis cruzados; (b) em luz natural; (c) imagem de elétrons retroespalhados obtidos em MEV; (d) espectro EDS, mostrando picos dos elementos que fazem parte de sua composição.

Em termos composicionais, a cordierita revelaram-se magnesianas ($\#Mg > 0.7$), exceto 3 análises pontuais que mostram um teor de Fe relativamente mais alto, com $\#Mg \sim 0.6$. A amostra SEV-26A mostra com um conteúdo ligeiramente menor de Fe^{+2} em relação a amostra SEV-18A, o que poderia ser produto da substituição de Mg por Fe (Figura 19). O conteúdo de Al na cordierita apresenta pequena variação.

As amostras SEV-26A e SEV-18A encontra-se a associação cordierita + biotita, que pode ser utilizada como geotermômetros, baseados em reações de troca química (*Exchange reactions*). Os valores mais baixos de $Mg\#$ (~ 0.5) encontrados nas anitas associadas à cordierita (SEV-18A) sugerem condições de equilíbrio, pois quando

comparada com silicatos máficos, tal como a biotita, a cordierita está de preferência enriquecida em magnésio (Deer et al., 1968).

As rochas pelíticas, ígneas e metamórficas desenvolvem associações com cordierita, granada, e feldspato K e sillimanita (SEV-18A) em temperaturas elevadas e é típica de migmatitos pelíticos de alto grau, sendo frequentemente considerada como o início da fácies granulito, segundo as reações. Entretanto, esta mesma assembleia pode ser encontrada em graus metamórficos mais elevados (Yardley 2004).

(i) Biotita + sillimanita + quartzo \rightarrow feldspato K + cordierita + fusão

(ii) Biotita + sillimanita + quartzo \rightarrow feldspato K + granada + fusão

O desenvolvimento de cordierita ou granada depende, em parte, da pressão (cordierita é favorecida por pressões mais baixas, granada por pressões mais elevadas) e, em parte, da razão Mg/Fe da rocha (granada será formada em rochas ricas em Fe, cordierita, em rochas ricas em Mg). As reações (i) e (ii) acima levam à fusão em composições ricas em Mg e Fe, respectivamente, em virtude da desidratação e da quebra da biotita, mas a fusão somente ocorre no espectro de biotita-sillimanita xistos e rochas ácidas quando é atingido a temperatura da reação descontínua.

(iii) Biotita + sillimanita + quartzo \rightarrow cordierita + granada + feldspato K + fusão

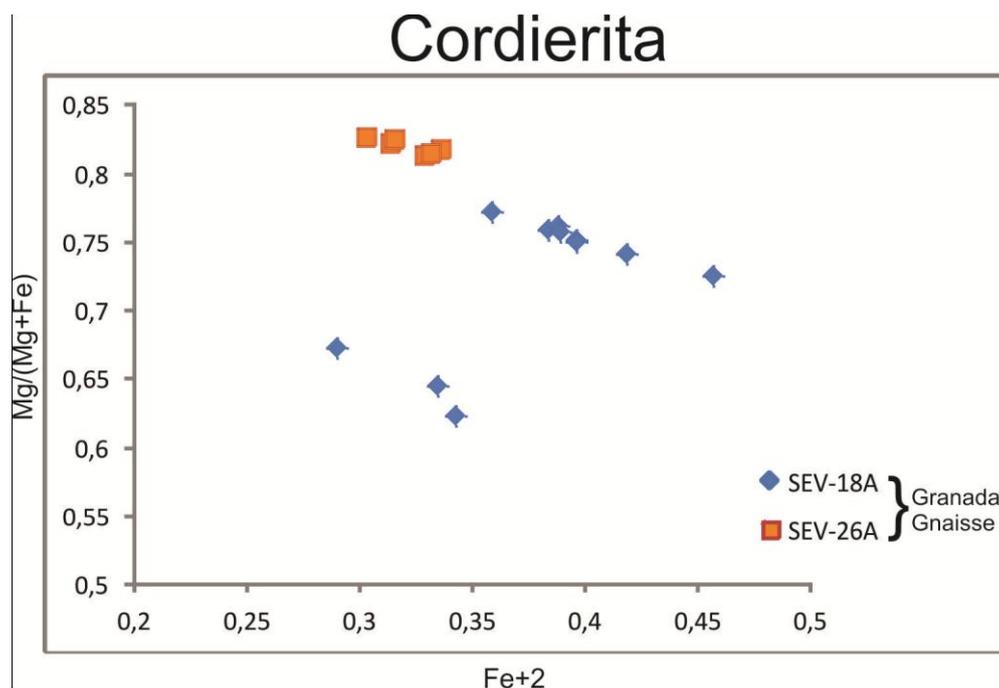


Figura 19: Diagrama Fe²⁺ versus Mg/(Mg+Fe) para cordierita do granada-gnaisse.

4.2 Difração de Raios-x

4.2.1 Granulito

Os difratogramas foram gerados a partir de dados obtidos de amostras pulverizadas. Os difratômetros de raios-x determinam a composição e a estrutura de sólidos, em difratômetro de raios-x de modelo X'Pert Pro MPD (PW 3040/60) PANalytical.

Na Figura 20 pode-se observar os picos dos principais minerais identificados nas amostras SEV-21B e SEV-28C, os quais são plagioclásio, granada, biotita, quartzo e magnetita. Outros minerais não foram identificados por apresentarem quantidades menores ou por erro de interpretação dos dados.

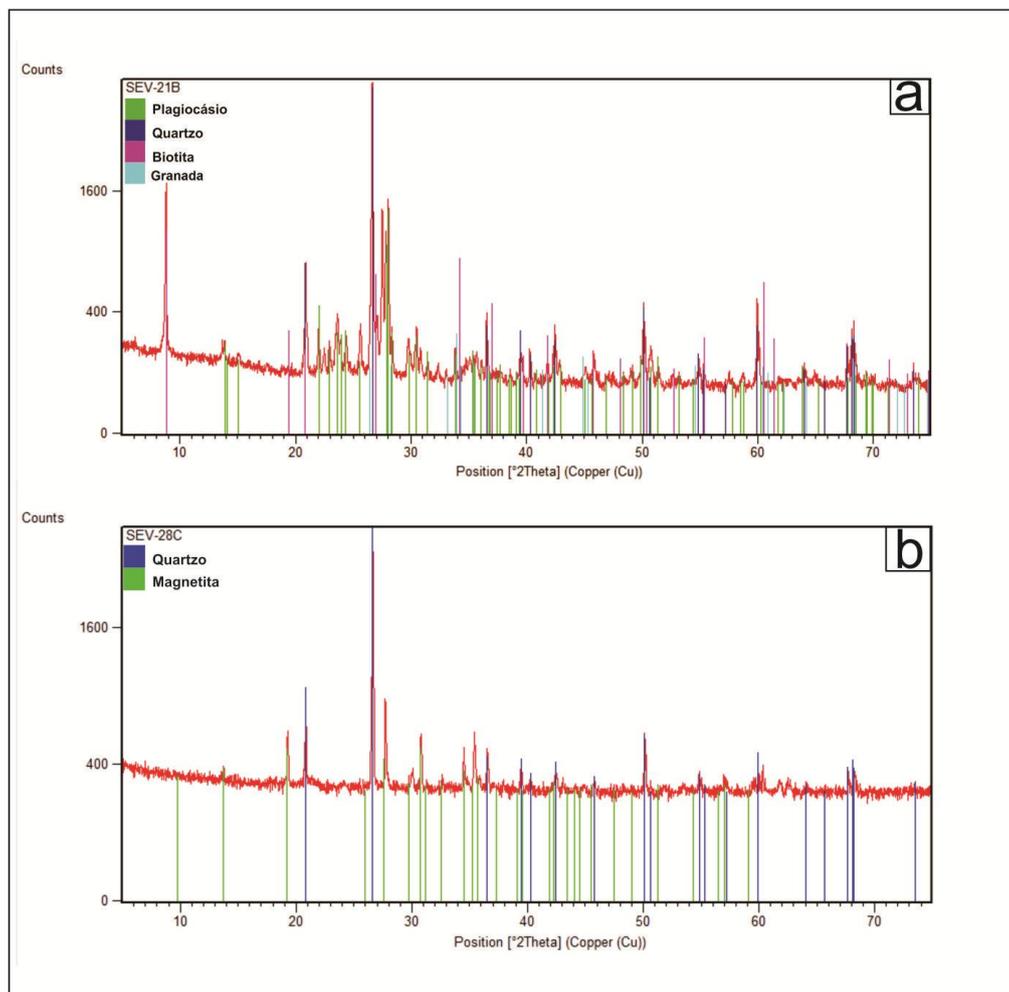


Figura 20: Espectros de difração de raio-x das amostras (a) SEV-21B e (b) SEV-28C, pertencentes ao granulito.

4.2.2 Granada-gnaiss

A Figura 21 mostra os picos dos principais minerais identificados, como plagioclásio, quartzo, biotita e a presença de estauroлита na amostra SEV-26A, o que coincide com a petrografia da amostra.

Rochas na Zona da estauroлита contém tipicamente a associação estauroлита + granada + biotita + quartzo + plagioclásio. Fases opacas e outros acessórios são similares àqueles presentes na zona da granada. Algumas vezes, clorita também está presente.

Em rochas aluminosas, estauroлита é produzida a partir da quebra de cloritóide em reações tais como:



Ou pela reação descontínua:

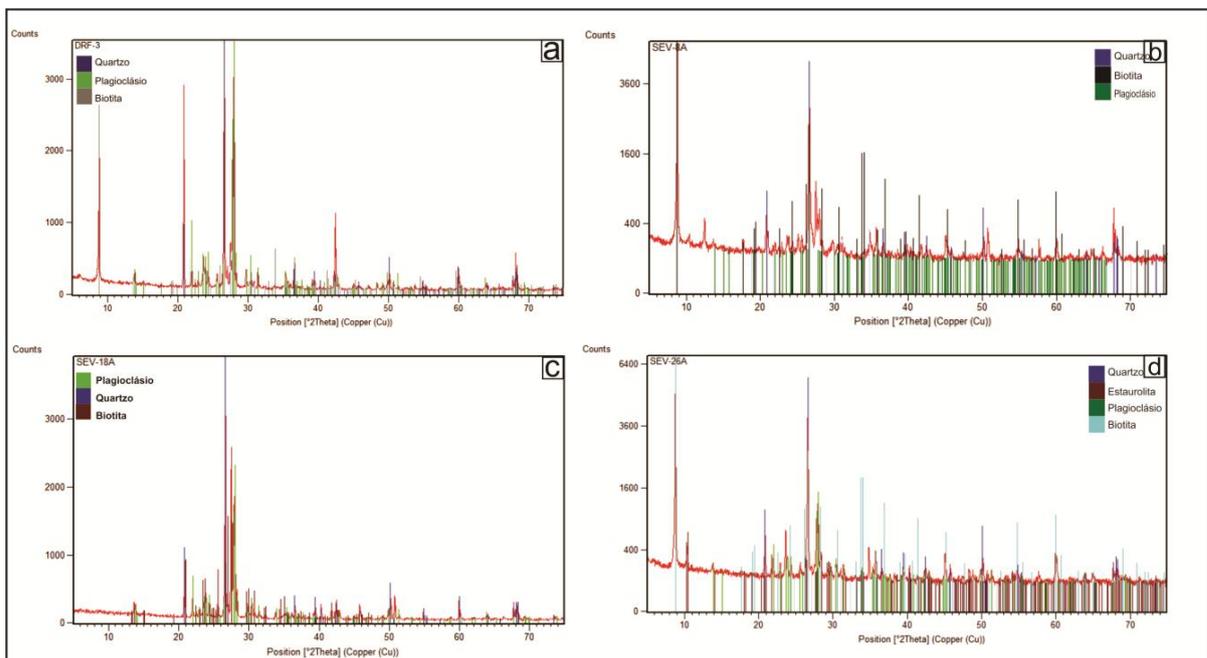
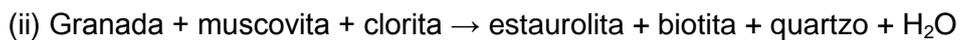


Figura 21: Espectros de difração de raio-x das amostras (a) DFR-3; (b) SEV-8A; (c) SEV-18A; (d) SEV-26A pertencentes ao granada-gnaiss.

4.3 ANÁLISE MONOMINERÁLICA EM GRANADAS

Análises monominerálicas em cristais de granada foram realizadas em rochas do granada-gnaiss e granulito da unidade Granulito Novolândia.

A distinção das granadas foi baseada no livro do DHZ (Tabela 2, Deer et al., 1962), como mostra na figura 22. As granadas foram distinguidas com base nos valores do parâmetro a (Å) da cela unitária.

Tabela 2: Tabela com os parâmetros mineralógicos do grupo das granadas, adaptado do livro do DHZ (Deer et al., 1962).

GRUPO DA GRANADA				
	n_f	D	α (Å)	
Pyrope	1.714	3.582	11.459	$Mg_3Al_2Si_3O_{12}$
Almandine	1.830	4.318	11.526	$Fe^{+2}Al_2Si_3O_{12}$
Spessaetine	1.800	4.190	11.621	$Mn_3Al_2Si_3O_{12}$
Grossular	1.734	3.594	11.851	$Ca_3Al_2Si_3O_{12}$
Angradite	1.887	3.859	12.048	$Ca_3(Fe^{+3},Ti)_2Si_3O_{12}$
Uvarovite	1.88†	3.90†	12.00	$Ca_3Cr_2Si_3O_{12}$
Hydrogrossular	1.734-	3.594-	11.85-	$Ca_3Al_2Si_2O_8(SiO_4)_{1-m}(OH)_{4m}$
	1.675	3.13	12.16	

De acordo com as Análises obtidas com a Difração de Raios-x (Amostra SEV-18A $\rightarrow a = 11,52525$ Å \rightarrow almandina), a granada mostrou-se de conteúdo Almandina (Figura 22), o que foi confirmado com a química mineral feita na amostra, mostrando maior porcentagem de molécula de Almandina.

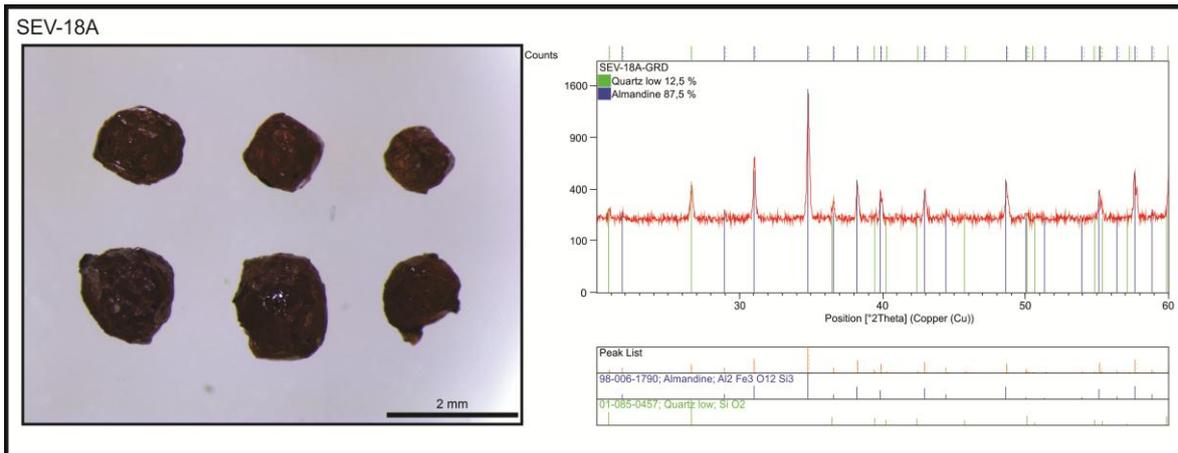


Figura 22: Imagens da granadas do gnaiss (SEV-18A) obtida com lupa binocular e respectivo espectro de DRX.

Nos granulitos, as análises por difração de raio-x (Amostra SEV-28c → $a = 11,60598 \text{ \AA}$ → espessartita) resultou em composições de espessartita (Figura 23), outros minerais foram identificados na análise, como quartzo, titanita e magnetita, isso pode ter influenciado no valor final da análise. Neste caso, como o valor de a deu um pouco abaixo do valor da tabela 2, é possível que haja Fe^{2+} na estrutura da espessartita ou até mesmo subestimado o membro almandina da granada.

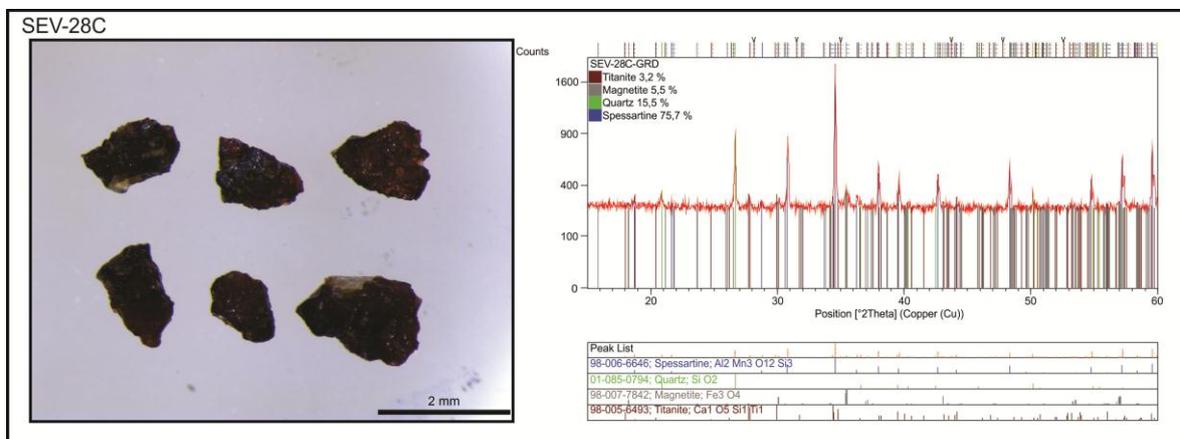


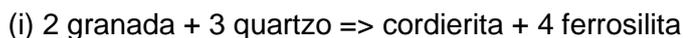
Figura 23: Imagens da granadas do granulito (SEV-28C) obtida com lupa binocular e respectivo espectro de DRX.

5. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

As rochas estudadas nesse trabalho são formadas por granada-gnaiss e granulitos. No granada-gnaiss, os dados de química mineral mostraram que a granada é do tipo almandina, sendo que a amostra SEV-26A (Kinzigito) apresenta piroxeno como membro secundário. Já no granulito, embora as análises de EDS/MEV tenham mostrado que as granadas são do tipo almandina, os dados de DRX resultaram em esferrosita. Entretanto, ao que tudo indica os dados de Fe^{+2} foram subestimados nas análises de DRX. Granadas do grupo das piroxenas são comumente formadas durante o metamorfismo regional de sedimentos ricos em Al.

No granada-gnaiss ocorre ortopiroxênio do tipo ferrossilita. Enquanto que no granulito encontra-se clinopiroxênio tipo augita, subordinadamente pigeonita; e ortopiroxênio foi classificado como enstatita a ferrossilita.

A associação cordierita+ferrossilita, encontrado na amostra SEV-26A, resulta da reação:



Tal reação é característica de metapelitos metamorfizados em fácies anfibolito superior a granulito, na zona do hiperstênio, sob pressões intermediárias (Juliani & Szabó, 2002).

No granada-gnaiss ocorre oligoclásio (teor de An 12,9 – 11,4), enquanto que o feldspato, com textura antiperita, da amostra SEV-18A apresenta composição oligoclásio (An 21–22) e lamelas períticas de ortoclásio (Figura 14). Já no Granulito, a composição do plagioclásio é oligoclásio com teor de anortita entre 24-29 (Figura 14).

O início de formação de persterita (textura antiperita) se dá acima de 500°C, que é determinado pela miscibilidade da persterita. Esta característica posiciona ao menos o granada-gnaiss (SEV-18A) em condições de fácies acima do anfibolito ou Granulito em pressões intermediárias na zona da granada.

As micas do granada-gnaiss e granulito posicionam-se no campo da flogopita, com exceção da amostra SEV-18A (granada-gnaiss) que está disposta no campo da Annita. Biotita é um mineral importante em rochas metamórficas e ocorre num amplo espectro de composição e grau metamórfico. Nas amostras estudadas, os cristais de biotita apresentam coloração avermelhada e mostram conteúdo relativamente alto de TiO_2 >3%. Portanto, seguindo o raciocínio de Guiddoti (1984), as biotitas estudadas se formaram em altas temperaturas, ao menos igual ou maior que 770°C.

Os dados de química mineral permitiram classificar os minerais (granada, biotita, feldspato, cordierita, piroxênio e estaurolita) presentes no granada-gnaiss e granulito da porção norte da Serra Misteriosa nos arredores de Vila Cruzeiro do sul e a indicar/estimar as condições de temperatura e pressão que as rochas foram metamorfisadas. A associação ferrossilita+cordierita, estaurolita+biotita, estaurolita+granada, antipertita e o teor de Ti em biotita indica condições de metamorfismo de fácies granulito, com temperaturas da ordem de 700°C e pressão intermediária.

Entretanto, para que tais parâmetros sejam confirmados e até mesmo a curva de evolução do metamorfismo seja definida, sugere-se avançar nos estudos com análises mais precisas por microsonda eletrônica.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Afiffe A.M. & Essene E.J. 1988. MINFILE – A microcomputer program for storage and manipulation of chemical data on minerals. *Amer.Mineral.*, 73:446-448.

Besser M. L. 2012. Origem e evolução das rochas paleoproterozóicas da área rio Bacajá, Pará, Brasil. Dissertação de Mestrado, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

Brown, G. M. Pyroxenes from the early and middle stages of fractionation of the Skaergaard intrusion, East Greenland. *Mineralogical Magazine*, London, v. 31, p. 511-543, 1957.

Brown, G. M.; Vincent, E. A. Pyroxenes from the late stages of fractionation of the Skaergaard intrusion, East Greenland. *Journal of Petrology*, London, v. 4, part 2, p. 175-197, 1963.

Brito Neves B.B. & Cordani, U.G. 1991. Tectonic evolution of South America during the Late Proterozoic. *Precambrian Research*, v. 53, p. 23-40.

Deer, W. A.; Howie, R. A.; Zussman, J. An introduction to the rock-forming minerals. 2. ed. Harlow, Essex; New York: Longman Scientific & Technical: Wiley, 1992. 696p.

Deer W.A., Howie R.A., Zussman J. 1996. An Introduction to the Rock-forming Minerals. Longman, 2a Edição, London. 696 pp.

Dymek R.F. 1983. Titanium, aluminium and interlayer cation substitutions in biotite from high-grade gneisses, West Greenland. *Am. Mineral.*, 68:880-899.

Guidotti, C.V. 1984. Micas in metamorphic rocks. In S.W. Bailey, Ed., *Micas*, vol. 13, p. 357–467. *Reviews in Mineralogy*, Mineralogical Society of America, Washington, D.C.

Henry, D.J., Guidotti, C.V. 2002 Titanium in biotite from metapelitic rocks: Temperature effects, crystal-chemical controls, and petrologic applications *American Mineralogist*, Volume 87, pages 375–382, 2002

Juliani & Szabó, 2002 – petrologia metamórfica, Notas de Aulas, Versão Preliminar, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, Departamento de Mineralogia e Geotectônica

Klein e Dutron 2012. Manual de ciências dos minerais, 23 edição (Porto Alegre, Brasil).

Morimoto, N. Nomenclature of pyroxenes. *American Mineralogist*, Lancaster, v. 73, p. 1123-1133, 1988.

Nachit H. 1986. Contribution à l'étude analytique et expérimentale des biotites des granitoïdes. Applications typologiques, Tese de doutoramento, Université de Bretagne Occidentale, 181 pg.

Santos J.O.S. 2003. Geotectônica do Escudo das Guianas e Brasil-Central. In: BIZZI, L.A. et al. (Ed.). Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: texto, mapas e SIG. Brasília: CPRM-Serviço Geológico do Brasil, p. 169-226.

Speer J.A. 1984. Micas in igneous rocks. In: Bailey, S. W. (ed.), Micas. Reviews in Mineralogy, 13, pp.: 299-356.

Ricci P.S.F. 2006. Most of the "Xingu Complex" previously mapped in the Bacajá High Grade Block (Pará) comprises retrograded granulites as yet un-suspected from a petrological stand point. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 43, Aracajú. Boletim de resumos.

Ricci, P.S.F. et al. Review of some previously established high-grade terranes in Southeastern Guyana Shield (Brazil) – unusually long history belts, domiform charnockitoid nuclei and isolated massifs. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 8., 2003, Manaus. Resumos expandidos... Manaus: SBG-Núcleo Norte, 2003a. 1 CD-ROM.

Richard, L. R. Mineralogical and petrological data processing system. Minpet for Windows, version 2.02. MinPet Geological Software, Canada, 1995.

Rieder M., Cavazzini G., D'Yakonov Y. S., Frank-Kamenetskii V. A., Gottardi G., Guggenheim S., Koval P. V., Muller G., Neiva A.M.R., Radoslovich E. W., Robert J-L, Sassi F. P., Takeda H., Weiss Z., Wones D. R. 1998. Nomenclature of the Micas. Can. Mineral., 36:905-912.

Tassinari, C. C. G., Macambira, M. 2004. A evolução tectônica do Craton Amazônico. In: Mantesso-Neto, V., Bartorelli, A., Carneiro, C.D.R., Brito Neves, B.B. (eds.). Geologia do Continente Sul Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques Almeida. São Paulo, p. 471-486.

Teixeira, W. et al. A review of the geochronological of the Amazonian Craton: tectonic implications. Precambrian Research, v. 42, n. 3-4, p. 213-227, 1989.

Teixeira, W., Tassinari, C.C.G., CORDANI, U.G., KAWASHITA, K. 1989. A review of the geochronology of the Amazonian Craton: tectonic implications. Precambrian Research 42: 213–227.

Tassinari, C.C.G. et al. The Amazonian Craton. In: CORDANI, U.G. et al. (Ed.). Tectonic Evolution of South America. Rio de Janeiro: 31. International Geological Congress, 2000.

Tassinari C.C.G. O mapa geocronológico do Cráton Amazônico no Brasil: revisão dos dados isotópicos. 1996. 139 f. Tese (Livre Docência) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

Tassinari, C.C.G.; Macambira, M.J.B. Geochronological provinces of the Amazonian Craton. *Episodes*, v. 22, n. 3, p. 174-182, 1999.

Vasquez M.L., Rosa-Costa L. T., Silva C.M.G., Klein E. L. 2008a. Compartimentação Tectônica. In: *Geologia e recursos minerais do Estado do Pará: Sistema de Informações Geográficas – SIG: texto explicativo dos mapas Geológico e Tectônico e de Recursos Minerais do Estado do Pará*. Escala 1:1.000.000. 174 p.

Vasquez M.L., Macambira M.J.B., Armstrong R. 2008b. Zircon geochronology of granitoids from the western Bacajá domain, southeastern Amazonian Craton, Brazil: Neoproterozoic to Orosirian evolution. *Precambrian Research*, 161:279-302.

Santos J.O.S. 2003. Geotectônica do Escudo das Guianas e Brasil-Central. In: BIZZI, L.A. et al. (Ed.). *Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: texto, mapas e SIG*. Brasília: CPRM-Serviço Geológico do Brasil, p. 169-226.

Teixeira, W. et al. A review of the geochronology of the Amazonian Craton: tectonic implications. *Precambrian Research*, v. 42, n. 3-4, p. 213-227, 1989.

Teixeira, W., Tassinari, C.C.G., Cordani, U.G., Kawashita, K. 1989. A review of the geochronology of the Amazonian Craton: tectonic implications. *Precambrian Research* 42: 213–227.

Yardley B. W. D. 2004. *Introdução à Petrologia Metamórfica*. Tradução de Reinhardt Adolfo Fuck. 2ª ed. revista. Editora da Universidade de Brasília. 377p.

ANEXOS

Anexo I

Tabela A: Composições químicas de granada em amostras do Granada Gnaiss (SEV-18A, SEV-8A e SEV-26A) e granulito (SEV-28C) da área Vila Cruzeiro do Sul, Domínio Bacajá.

	SEV-18A													SEV-8A													
	C2 2-1	C2 2-2	C2 2-3	C2 2-4	C2 2-5	C4 1-2	C4 1-3	C4 1-4	C6 1-1	C6 1-2	C6 1-3	C6 1-4	C6 1-5	C1 3-1	C1 3-2	C1 3-3	C1 3-4	C2 3-1	C2 3-2	C2 3-3	C2 3-4	C2 3-5	C3 1-1	C3 1-2	C3 1-3		
SiO ₂	39,66	39,77	40,03	39,95	40,04	39,51	39,69	39,13	39,51	39,56	40,12	39,80	39,46	40,13	40,12	40,19	40,00	40,39	40,21	39,87	40,32	39,67	40,01	39,80	40,22		
Al ₂ O ₃	20,81	20,94	20,82	20,75	20,69	20,76	20,57	20,56	21,06	20,86	20,49	20,85	20,76	21,62	21,30	21,99	21,73	21,79	21,84	21,37	21,41	21,52	21,26	21,49	21,04		
FeO	31,70	31,32	31,13	31,56	32,27	31,91	32,07	32,45	31,17	31,37	31,09	31,40	31,44	27,54	27,64	26,92	27,22	27,38	27,65	27,86	28,01	28,67	27,56	27,62	27,64		
Cr ₂ O ₃	0,16	0,07	0,14	0,11	0,06	0,12	0,07	0,10	0,18	0,21	0,17	0,16	0,19	0,20	0,08	0,12	0,10	0,17	0,06	0,09	0,13	0,07	0,07	0,17	0,29		
MnO	0,53	0,70	0,66	0,62	0,68	0,75	0,66	0,67	0,58	0,74	0,52	0,52	0,91	3,56	3,58	3,26	3,53	3,29	3,12	3,39	3,26	3,40	4,13	4,28	3,98		
MgO	5,97	6,03	5,98	5,77	5,12	5,65	5,72	5,80	6,17	5,91	6,22	6,08	5,89	5,20	5,50	5,80	5,62	5,34	5,44	5,61	5,12	4,86	5,10	4,84	4,87		
CaO	1,16	1,16	1,23	1,23	1,14	1,29	1,22	1,28	1,32	1,35	1,40	1,18	1,35	1,74	1,77	1,72	1,80	1,65	1,68	1,81	1,74	1,82	1,87	1,81	1,97		
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
Calculado com base em 12 átomos de oxigênio																											
Si	3,10	3,11	3,12	3,12	3,14	3,10	3,11	3,08	3,09	3,10	3,13	3,11	3,09	3,12	3,12	3,11	3,10	3,13	3,12	3,10	3,14	3,10	3,12	3,11	3,14		
Al	1,92	1,93	1,91	1,91	1,91	1,92	1,90	1,91	1,94	1,92	1,88	1,92	1,92	1,98	1,95	2,00	1,99	1,99	2,00	1,96	1,96	1,98	1,95	1,98	1,93		
Cr	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02		
Fe+3	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,07	0,09	0,09	0,05	0,06	0,11	0,07	0,07	0,01	0,04	0,00	0,01	0,00	0,00	0,03	0,03	0,01	0,04	0,01	0,05		
Sítio B	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00		
Fe+2	2,00	1,98	1,95	1,98	2,03	2,02	2,01	2,05	1,99	1,99	1,92	1,98	1,99	1,78	1,76	1,75	1,76	1,77	1,79	1,78	1,79	1,86	1,76	1,79	1,76		
Mn	0,03	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,03	0,03	0,06	0,23	0,24	0,21	0,23	0,22	0,20	0,22	0,21	0,22	0,27	0,28	0,26		
Mg	0,70	0,70	0,70	0,67	0,60	0,66	0,67	0,68	0,72	0,69	0,72	0,71	0,69	0,60	0,64	0,67	0,65	0,62	0,63	0,65	0,59	0,57	0,59	0,56	0,57		
Ca	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,10	0,11	0,11	0,11	0,12	0,10	0,11	0,14	0,15	0,14	0,15	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,16	0,15	0,16		
Vacancia	0,17	0,18	0,21	0,20	0,23	0,16	0,18	0,12	0,15	0,16	0,20	0,18	0,15	0,24	0,22	0,22	0,21	0,26	0,23	0,19	0,26	0,20	0,22	0,21	0,25		
Sítio A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
Py	14	15	15	14	13	14	14	14	15	14	15	15	14	12,64	13,35	13,99	13,56	13	13,2	13,54	12,52	11,79	12,42	11,76	11,93		
Alm	41,45	40,99	40,72	41,3	42,56	41,73	41,63	41,97	40,91	41,09	40,06	41,06	41,01	37,43	36,76	36,68	36,75	37,4	37,6	37,06	37,75	38,73	36,75	37,42	36,96		
Esper	0,721	0,721	0,721	0,721	0,721	0,721	0,721	0,721	0,721	0,721	0,721	0,721	0,721	0,721	0,721	0,721	0,721	0,721	0,721	0,721	0,721	0,721	0,721	0,721	0,721		
Gros	2,013	2,016	2,15	2,149	2,002	2,247	2,122	2,218	2,277	2,33	2,443	2,049	2,344	3,04	3,096	2,99	3,128	2,882	2,928	3,147	3,058	3,17	3,276	3,159	3,462		

Continuação da Tabela A:

	SEV-26A															SEV-28C									
	C1 1-1	C1 1-2	C1 1-3	C1 1-4	C1 1-5	C2 1-1	C2 1-2	C2 1-3	C2 1-4	C3 1-1	C3 1-2	C3 1-3	C3 1-4	C3 1-5	C2 1-1	C2 1-2	C2 1-3	C2 1-4	C2 1-5	C5 1-1	C5 1-2				
SiO ₂	40,56	40,60	40,81	41,10	41,05	40,69	40,91	40,99	40,50	40,65	40,74	41,05	41,13	41,06	38,86	38,59	38,63	38,70	38,88	38,34	38,83				
Al ₂ O ₃	21,71	21,78	22,08	21,81	21,83	21,93	21,95	21,95	22,11	21,95	22,09	21,98	22,05	22,09	19,63	19,60	19,46	19,13	19,47	19,00	19,18				
FeO	27,00	26,89	26,19	26,33	26,25	26,99	26,78	26,69	26,94	27,44	27,31	26,66	26,51	26,23	30,61	31,01	31,04	31,10	30,77	31,66	31,11				
Cr ₂ O ₃	0,20	0,14	0,20	0,19	0,18	0,22	0,25	0,20	0,23	0,13	0,14	0,12	0,17	0,21	0,13	0,08	0,09	0,10	0,08	0,00	0,00				
MnO	0,76	0,65	0,70	0,66	0,73	0,71	0,75	0,71	0,80	0,72	0,81	0,71	0,77	0,72	1,74	1,72	1,77	1,78	1,76	1,79	1,89				
MgO	8,93	8,98	9,20	8,99	9,15	8,60	8,50	8,58	8,60	8,17	8,06	8,62	8,54	8,81	1,42	1,39	1,51	1,38	1,46	1,42	1,29				
CaO	0,83	0,95	0,82	0,92	0,81	0,87	0,86	0,88	0,81	0,93	0,85	0,85	0,82	0,89	7,62	7,62	7,51	7,80	7,59	7,77	7,70				
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100				
Calculado com base em 12 átomos de oxigênio																									
Si	3,10	3,10	3,10	3,12	3,12	3,10	3,12	3,12	3,09	3,11	3,11	3,12	3,13	3,12	3,11	3,10	3,10	3,11	3,11	3,09	3,12				
Al	1,95	1,96	1,98	1,95	1,95	1,97	1,97	1,97	1,99	1,98	1,99	1,97	1,97	1,98	1,85	1,85	1,84	1,81	1,84	1,81	1,82				
Cr	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00				
Fe+3	0,03	0,03	0,01	0,04	0,04	0,02	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,14	0,14	0,15	0,18	0,16	0,19	0,18				
Sítio B	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00				
Fe+2	1,69	1,68	1,65	1,64	1,63	1,71	1,69	1,68	1,72	1,74	1,74	1,67	1,67	1,65	1,91	1,94	1,93	1,91	1,90	1,94	1,91				
Mn	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13				
Mg	1,02	1,02	1,04	1,02	1,04	0,98	0,97	0,97	0,98	0,93	0,92	0,98	0,97	1,00	0,17	0,17	0,18	0,17	0,17	0,17	0,15				
Ca	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,65	0,65	0,65	0,67	0,65	0,67	0,66				
Vacancia	0,18	0,18	0,19	0,23	0,22	0,20	0,22	0,23	0,18	0,21	0,22	0,23	0,25	0,23	0,15	0,12	0,12	0,13	0,15	0,09	0,15				
Sítio A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3				
Py	21	21	22	21	22	20	20	20	20	19	19	21	20	21	3	3	4	3	4	3	3				
Alm	35,03	35,03	35,03	35,03	35,03	35,03	35,03	35,03	35,03	35,03	35,03	35,03	35,03	35,03	35,03	35,03	35,03	35,03	35,03	35,03	35,03				
Esper	1,025	0,87	0,932	0,89	0,977	0,949	1,016	0,953	1,075	0,977	1,098	0,961	1,04	0,969	2,429	2,396	2,466	2,492	2,463	2,498	2,654				
Gros	1,412	1,618	1,393	1,563	1,384	1,48	1,467	1,504	1,378	1,583	1,461	1,447	1,405	1,516	13,47	13,43	13,24	13,79	13,43	13,69	13,65				

Tabela B': Composições químicas de Clinopiroxênio em amostras de granulito (SEV-28C e SEV-21B) da área Vila Cruzeiro do Sul, Domínio Bacajá.

	SEV-28C								SEV-21B													
	C2 1-1	C2 1-2	C2 1-3	C2 1-4	C3 1-1	C3 1-2	C3 1-3	C3 1-4	C3 2-4	C3 2-5	C3 2-6	C3 2-7	C3 2-8	C3 3-1	C3 3-2	C3 3-3	C3 3-4	C3 3-5	C3 3-6	C4 2-1	C4 2-2	C4 2-3
SiO ₂	50,49	50,70	51,19	50,55	50,86	57,29	51,22	50,98	56,31	56,57	56,60	56,65	56,74	56,40	56,51	56,31	56,46	56,41	56,55	56,26	56,34	56,28
Al ₂ O ₃	1,54	1,34	1,08	1,50	1,37	2,58	1,33	1,24	1,13	0,90	0,94	0,80	0,91	1,13	1,11	1,24	0,93	1,12	1,01	1,21	1,15	1,32
FeO	22,40	21,98	20,79	22,31	22,72	24,43	22,60	22,52	5,28	5,19	5,17	4,78	5,20	5,16	5,43	5,56	5,35	5,25	5,24	5,56	5,79	5,53
TiO ₂	0,13	0,15	0,10	0,06	0,14	0,25	0,20	0,09	0,19	0,11	0,18	0,11	0,18	0,23	0,29	0,17	0,08	0,23	0,18	0,18	0,17	0,26
MnO	0,66	0,70	0,62	0,72	0,66	0,38	0,49	0,52	14,08	14,20	14,37	14,47	14,30	14,12	14,17	14,12	14,19	14,15	14,29	13,98	14,06	13,90
MgO	4,84	4,98	5,16	4,93	5,13	2,93	5,21	5,25	0,22	0,30	0,25	0,25	0,20	0,41	0,31	0,39	0,25	0,23	0,22	0,28	0,25	0,31
CaO	19,82	19,92	20,88	19,71	18,88	12,08	18,74	19,22	22,34	22,34	22,07	22,59	22,12	22,22	21,84	21,75	22,36	22,33	22,16	22,19	21,90	21,96
Na ₂ O	0,13	0,23	0,18	0,21	0,25	0,08	0,20	0,18	0,47	0,38	0,41	0,35	0,35	0,33	0,34	0,45	0,38	0,28	0,34	0,33	0,34	0,45
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Calculado com base em 6 átomos de oxigênio																						
Si	1,97	1,98	2,00	1,97	1,99	2,11	1,99	1,99	2,13	2,14	2,14	2,15	2,14	2,13	2,13	2,13	2,14	2,13	2,14	2,12	2,13	2,12
Al	0,12	0,11	0,08	0,12	0,11	0,19	0,10	0,10	0,09	0,07	0,07	0,06	0,07	0,09	0,08	0,09	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09	0,10
Sítio B	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09	2,30	2,10	2,09	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21	2,22	2,22	2,22	2,21	2,21	2,21	2,22	2,22	2,22
Fe*	0,87	0,86	0,81	0,87	0,89	0,90	0,88	0,88	0,20	0,20	0,20	0,18	0,20	0,20	0,20	0,21	0,20	0,20	0,20	0,21	0,22	0,21
Mg	0,19	0,19	0,20	0,19	0,20	0,11	0,20	0,21	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Soma M1	1,06	1,05	1,01	1,06	1,09	1,01	1,08	1,08	0,21	0,21	0,21	0,19	0,20	0,21	0,22	0,22	0,21	0,21	0,21	0,22	0,23	0,22
TiO ₂	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Mn	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,01	0,02	0,02	0,53	0,54	0,54	0,55	0,54	0,53	0,53	0,53	0,54	0,53	0,54	0,53	0,53	0,52
Ca	0,77	0,78	0,82	0,77	0,74	0,45	0,73	0,75	0,84	0,85	0,83	0,86	0,84	0,84	0,82	0,82	0,85	0,84	0,84	0,84	0,83	0,83
Na	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
sítio A	0,81	0,83	0,86	0,82	0,79	0,47	0,77	0,79	1,42	1,42	1,42	1,43	1,41	1,41	1,40	1,39	1,42	1,41	1,41	1,40	1,39	1,40
tot	1,86	1,86	1,86	1,86	1,85	1,47	1,83	1,86	1,58	1,59	1,58	1,59	1,58	1,58	1,58	1,58	1,60	1,58	1,58	1,59	1,59	1,57
Fs	48,32	47,67	45,11	48,31	49,33	62,30	49,08	48,50	46,18	46,13	46,68	45,74	46,62	46,01	46,96	47,05	46,36	46,24	46,60	46,51	47,25	46,59
Enn	10,14	10,47	10,88	10,35	10,84	7,37	11,08	11,05	0,52	0,71	0,61	0,59	0,48	0,98	0,74	0,94	0,59	0,54	0,52	0,67	0,60	0,74
Wo	41,54	41,86	44,00	41,34	39,83	30,33	39,84	40,45	53,30	53,16	52,71	53,67	52,90	53,02	52,30	52,01	53,05	53,23	52,88	52,82	52,15	52,67

Continuação da tabela B'

SEV-21B											
	C4 2-4	C4 2-5	C4 2-6	C5 2-1	C5 2-2	C5 2-3	C5 2-4	C5 2-5	C5 2-6	C5 2-7	C5 2-8
SiO2	56,19	56,18	56,31	56,22	56,22	56,34	56,42	55,84	56,20	56,20	56,21
Al2O3	1,23	1,26	1,05	1,17	1,27	1,12	1,05	1,25	1,17	1,11	1,14
FeO	5,72	5,84	5,79	5,84	5,72	5,32	6,10	5,81	5,67	5,66	5,48
TiO2	0,28	0,23	0,21	0,17	0,17	0,14	0,17	0,28	0,18	0,18	0,15
MnO	13,98	13,87	13,92	13,95	14,09	14,32	14,16	14,28	13,97	13,95	14,23
MgO	0,35	0,32	0,31	0,33	0,34	0,38	0,42	0,31	0,34	0,33	0,24
CaO	21,89	21,96	22,15	21,94	21,78	21,95	21,30	21,84	22,08	22,27	22,16
Na2O	0,36	0,34	0,27	0,39	0,40	0,45	0,38	0,39	0,40	0,30	0,40
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Calculado com base em 6 átomos de oxigênio											
Si	2,12	2,12	2,13	2,13	2,12	2,13	2,13	2,11	2,12	2,13	2,13
Al	0,09	0,10	0,08	0,09	0,10	0,08	0,08	0,09	0,09	0,08	0,09
Sítio B	2,21	2,22	2,21	2,21	2,22	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21
Fe*	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,20	0,23	0,22	0,21	0,21	0,21
Mg	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
Soma M1	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,22	0,25	0,23	0,23	0,23	0,22
TiO2	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Mn	0,53	0,52	0,53	0,53	0,53	0,54	0,54	0,54	0,53	0,53	0,54
Ca	0,83	0,83	0,84	0,83	0,82	0,83	0,81	0,83	0,83	0,84	0,84
Na	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03
sítio A	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,41	1,38	1,41	1,40	1,40	1,41
tot	1,58	1,59	1,59	1,59	1,58	1,59	1,59	1,60	1,59	1,60	1,59
Fs	46,97	46,93	46,73	47,05	47,24	46,79	48,26	47,57	46,70	46,45	46,80
Enn	0,84	0,75	0,73	0,78	0,82	0,91	0,99	0,73	0,80	0,78	0,58
Wo	52,19	52,31	52,53	52,17	51,94	52,30	50,74	51,71	52,50	52,77	52,62

Tabela B*: Composições químicas de Ortopiroxênio em amostras do Granada Gnaiss (SEV-8A, SEV-26A e DRF-3) e os granulito (SEV-21B) da área Vila Cruzeiro do Sul, Domínio Bacajá.

	SEV-8A						SEV-26A													
	C1 1-1	C1 1-2	C1 1-3	C3 1-1	C3 1-2	C3 1-3	C2 2-1	C2 2-2	C2 2-3	C2 2-4	C2 2-5	C3 1-1	C3 1-2	C3 1-3	C3 1-4	C3 1-5	C6 1-1	C6 1-2	C6 1-3	C6 1-4
SiO ₂	52,97	53,65	53,16	52,39	52,23	52,76	52,31	52,07	52,22	52,89	52,37	52,17	52,80	52,36	52,84	52,55	52,02	52,76	53,17	52,97
Al ₂ O ₃	2,32	1,63	1,99	2,31	2,86	2,52	6,06	5,94	6,31	5,04	5,89	6,01	5,32	5,81	5,37	5,71	6,02	5,09	4,68	4,97
FeO	27,73	27,16	27,67	28,38	27,72	27,45	22,60	23,17	22,76	22,73	22,77	22,43	22,59	22,66	22,35	22,13	23,35	22,94	23,01	23,27
TiO ₂	0,18	0,27	0,18	0,19	0,19	0,24	0,30	0,27	0,21	0,10	0,19	0,21	0,12	0,16	0,15	0,19	0,23	0,17	0,22	0,15
MnO	1,44	1,67	1,64	1,74	1,90	1,86	0,36	0,43	0,32	0,50	0,33	0,44	0,32	0,28	0,40	0,35	0,40	0,47	0,34	0,38
MgO	15,11	15,37	14,98	14,60	14,72	14,82	18,11	17,78	17,96	18,48	18,13	18,48	18,67	18,58	18,67	18,82	17,75	18,20	18,36	18,09
CaO	0,19	0,14	0,20	0,18	0,21	0,22	0,11	0,15	0,11	0,05	0,13	0,10	0,08	0,07	0,08	0,09	0,14	0,15	0,06	0,05
Na ₂ O	0,07	0,09	0,17	0,21	0,17	0,13	0,14	0,19	0,11	0,21	0,19	0,16	0,11	0,09	0,12	0,15	0,08	0,22	0,16	0,12
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Calculado com base em 6 átomos de oxigênio																				
Si	2,01	2,05	2,03	2,00	1,98	2,00	1,91	1,90	1,90	1,95	1,91	1,90	1,94	1,91	1,94	1,92	1,90	1,94	1,96	1,95
Al	0,18	0,12	0,15	0,18	0,22	0,19	0,44	0,43	0,46	0,37	0,43	0,44	0,39	0,42	0,39	0,42	0,44	0,37	0,35	0,37
Sítio B	2,19	2,17	2,18	2,18	2,20	2,19	2,35	2,34	2,36	2,32	2,34	2,34	2,33	2,34	2,33	2,34	2,34	2,32	2,31	2,31
Fe*	1,05	1,04	1,06	1,08	1,05	1,04	0,82	0,85	0,83	0,84	0,83	0,82	0,83	0,83	0,82	0,81	0,85	0,84	0,85	0,86
Mg	0,57	0,59	0,57	0,56	0,56	0,56	0,66	0,65	0,65	0,68	0,66	0,67	0,68	0,68	0,68	0,69	0,65	0,67	0,68	0,67
Soma M1	1,63	1,62	1,63	1,64	1,61	1,60	1,48	1,50	1,48	1,52	1,49	1,49	1,51	1,51	1,50	1,50	1,50	1,51	1,53	1,52
TiO ₂	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Mn	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
Ca	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
Na	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
sítio A	0,07	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,04	0,05	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,03	0,03
tot	1,69	1,69	1,70	1,71	1,69	1,68	1,50	1,52	1,50	1,54	1,51	1,51	1,53	1,52	1,52	1,51	1,52	1,54	1,54	1,54
Fs	65,61	65,01	65,89	67,08	66,48	66,08	55,77	56,84	56,09	55,62	55,84	55,17	54,99	55,16	54,82	54,31	57,03	56,06	55,90	56,58
Enn	33,97	34,67	33,67	32,51	33,04	33,42	43,97	42,81	43,65	44,25	43,84	44,58	44,82	44,68	44,98	45,46	42,63	43,59	43,95	43,29
Wo	0,42	0,32	0,44	0,40	0,48	0,51	0,26	0,35	0,27	0,12	0,32	0,25	0,19	0,16	0,20	0,23	0,35	0,35	0,14	0,13

Todo Fe 2 como Fe 3

Continuação da tabela B"

	DRF-3					SEV-21B																		
	C3 1-1	C3 1-2	C3 1-3	C3 1-4	C3 1-5	C2 3-1	C2 3-2	C2 3-3	C3 2-1	C3 2-2	C3 2-3	C3 2-8	C3 3-1	C3 3-2	C3 3-3	C3 3-4	C3 3-5	C4 1-1	C4 1-2	C4 1-3	C4 1-4	C4 1-5	C5 3-1	
SiO2	54,89	54,71	54,95	54,85	54,82	57,11	57,82	57,35	57,47	57,50	57,06	57,37	57,24	57,59	57,30	57,66	57,69	57,12	57,02	57,12	57,09	57,01	56,96	
Al2O3	0,64	0,75	0,73	0,79	0,71	0,76	0,67	0,68	0,62	0,70	0,73	0,66	0,62	0,74	0,70	0,58	0,62	0,71	0,59	0,73	0,51	0,63	0,64	
FeO	24,89	24,80	25,03	24,74	24,82	17,19	16,66	16,91	16,84	17,10	17,07	16,89	17,90	16,32	17,04	16,86	16,75	17,28	17,08	17,00	17,23	17,01	16,75	
TiO2	0,20	0,20	0,15	0,13	0,17	0,15	0,15	0,12	0,12	0,12	0,18	0,20	0,09	0,13	0,07	0,14	0,16	0,15	0,18	0,16	0,18	0,21	0,14	
MnO	1,00	1,09	1,09	1,07	1,08	0,60	0,64	0,64	0,64	0,56	0,70	0,49	0,56	0,48	0,56	0,45	0,56	0,70	0,67	0,59	0,57	0,73	0,54	
MgO	17,59	17,58	17,20	17,60	17,28	23,50	22,96	23,60	23,47	23,34	23,46	23,67	22,92	24,07	23,52	23,59	23,50	23,28	23,77	23,65	23,65	23,68	23,47	
CaO	0,57	0,66	0,67	0,69	0,80	0,41	0,81	0,48	0,60	0,54	0,58	0,45	0,42	0,45	0,51	0,51	0,53	0,55	0,48	0,56	0,52	0,50	1,27	
Na2O	0,21	0,21	0,18	0,13	0,31	0,27	0,29	0,22	0,23	0,15	0,21	0,25	0,25	0,23	0,29	0,21	0,19	0,21	0,22	0,19	0,24	0,23	0,22	
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Calculado com base em 6 átomos de oxigênio																								
Si	2,11	2,10	2,11	2,10	2,10	2,16	2,18	2,17	2,17	2,17	2,16	2,17	2,17	2,17	2,17	2,18	2,18	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16
Al	0,05	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04	0,06	0,04	0,05	0,05	0,05
Sítio B	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	2,22	2,23	2,22	2,22	2,22	2,21	2,22	2,21	2,23	2,22	2,22	2,22	2,21	2,20	2,21	2,20	2,21	2,21	2,21
Fe*	0,95	0,95	0,96	0,95	0,95	0,65	0,63	0,64	0,64	0,65	0,65	0,64	0,68	0,61	0,64	0,64	0,63	0,65	0,65	0,64	0,65	0,64	0,63	0,63
Mg	0,67	0,67	0,66	0,67	0,66	0,89	0,86	0,89	0,89	0,88	0,89	0,89	0,87	0,91	0,89	0,89	0,89	0,88	0,90	0,89	0,90	0,90	0,90	0,89
Soma M	1,63	1,63	1,62	1,62	1,61	1,54	1,49	1,53	1,52	1,53	1,53	1,53	1,54	1,52	1,53	1,53	1,52	1,53	1,55	1,54	1,55	1,54	1,52	1,52
TiO2	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Mn	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02
Ca	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05
Na	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
sítio A	0,08	0,09	0,09	0,08	0,10	0,06	0,08	0,06	0,07	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07	0,07	0,09
tot	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,58	1,55	1,57	1,57	1,57	1,58	1,57	1,58	1,56	1,57	1,56	1,56	1,58	1,59	1,58	1,59	1,59	1,59	1,59
Fs	58,78	58,67	59,38	58,53	58,89	42,66	42,12	42,16	42,07	42,51	42,49	41,87	44,15	40,66	42,28	41,81	41,87	42,99	42,25	42,08	42,40	42,32	41,14	
Enn	39,93	39,83	39,11	39,92	39,28	56,35	55,91	56,69	56,49	56,18	56,11	57,03	54,84	58,26	56,50	56,97	56,85	55,69	56,60	56,58	56,35	56,50	55,83	
Wo	1,29	1,49	1,52	1,55	1,82	0,99	1,98	1,15	1,45	1,30	1,39	1,09	1,01	1,08	1,22	1,22	1,28	1,32	1,15	1,34	1,25	1,18	3,02	

Todo Fe 2 como Fe 3

Continuação da tabela B"

SEV-21B											SEV-28C													
C5 3-2	C5 3-3	C5 3-4	C5 3-5	C5 3-6	C5 3-7	C6 1-1	C6 1-2	C6 1-3	C6 1-4	C6 1-5	C2 1-4	C2 1-6	C4 1-1	C4 1-2	C4 1-3	C4 1-4	C4 1-5	C4 1-6	C6 1 -1	C6 1 -2	C6 1 -3	C6 1 -4	C5 1-1	C5 1-2
57,06	57,29	57,22	57,25	57,69	56,89	57,33	57,29	57,38	57,32	57,56	49,20	49,76	50,47	49,87	49,53	49,64	49,17	49,73	49,34	50,47	49,68	49,67	49,80	49,98
0,77	0,69	0,74	0,63	0,70	1,31	0,64	0,89	0,67	0,74	0,77	0,91	0,95	0,85	0,73	0,93	0,73	0,55	0,81	0,55	1,01	0,79	0,70	0,61	0,56
17,06	16,79	16,96	16,96	16,49	15,02	16,72	16,62	16,71	16,77	16,59	41,49	40,77	39,82	40,86	41,20	40,38	41,11	41,12	41,49	40,16	40,92	40,89	41,22	41,29
0,14	0,11	0,10	0,15	0,14	0,48	0,10	0,18	0,07	0,15	0,16	0,12	0,11	0,17	0,15	0,06	0,12	0,25	0,10	0,11	0,14	0,14	0,12	0,00	0,00
0,56	0,62	0,50	0,53	0,58	0,47	0,52	0,48	0,57	0,55	0,45	1,00	0,89	0,97	0,96	0,93	0,99	1,09	0,91	1,00	0,97	0,90	1,04	1,09	0,93
23,66	23,77	23,79	23,58	23,76	22,11	23,91	23,74	23,88	23,69	23,73	6,17	6,59	6,11	5,93	6,08	6,04	6,05	6,10	6,21	6,06	6,34	6,31	6,24	6,36
0,54	0,48	0,52	0,65	0,49	3,56	0,54	0,49	0,42	0,53	0,54	1,03	0,85	1,46	1,36	1,08	2,02	1,60	1,16	1,18	0,97	1,13	1,19	1,02	0,88
0,20	0,25	0,17	0,25	0,15	0,16	0,24	0,31	0,29	0,24	0,20	0,06	0,08	0,16	0,14	0,20	0,08	0,18	0,08	0,11	0,22	0,09	0,08	0,00	0,00
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Calculado com base em 6 átomos de oxigênio																								
2,16	2,16	2,16	2,16	2,17	2,13	2,17	2,16	2,17	2,16	2,17	1,95	1,97	1,99	1,98	1,96	1,97	1,96	1,97	1,97	1,98	1,97	1,97	1,98	1,98
0,06	0,05	0,06	0,05	0,05	0,10	0,05	0,07	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,07	0,06	0,07	0,06	0,04	0,06	0,04	0,08	0,06	0,06	0,05	0,04
2,22	2,22	2,22	2,21	2,23	2,23	2,22	2,23	2,22	2,22	2,23	2,03	2,04	2,05	2,03	2,04	2,03	2,00	2,03	2,01	2,06	2,03	2,03	2,03	2,03
0,64	0,63	0,64	0,64	0,62	0,56	0,63	0,63	0,63	0,63	0,62	1,65	1,61	1,57	1,62	1,63	1,60	1,64	1,63	1,65	1,58	1,62	1,62	1,64	1,64
0,89	0,90	0,90	0,89	0,90	0,83	0,90	0,89	0,90	0,89	0,89	0,24	0,26	0,24	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24	0,25	0,24	0,25	0,25	0,25	0,25
1,54	1,53	1,54	1,53	1,52	1,39	1,54	1,52	1,53	1,53	1,52	1,89	1,87	1,81	1,85	1,87	1,84	1,88	1,87	1,90	1,82	1,87	1,87	1,89	1,89
0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,13	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,03	0,06	0,05	0,04	0,08	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04
0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00
0,06	0,06	0,06	0,07	0,06	0,18	0,06	0,07	0,06	0,07	0,06	0,09	0,08	0,11	0,11	0,10	0,13	0,13	0,09	0,10	0,10	0,09	0,10	0,08	0,07
1,58	1,57	1,58	1,58	1,56	1,54	1,58	1,56	1,57	1,57	1,56	1,97	1,94	1,90	1,95	1,95	1,96	1,99	1,95	1,99	1,89	1,95	1,96	1,97	1,96
42,14	41,80	41,80	41,92	41,30	37,65	41,36	41,38	41,55	41,71	41,24	85,51	84,85	84,36	85,15	85,48	83,71	84,65	85,28	85,17	85,40	84,84	84,82	85,35	85,36
56,56	57,06	56,96	56,52	57,52	53,71	57,35	57,43	57,43	57,01	57,45	12,42	13,43	12,63	12,07	12,34	12,21	12,13	12,37	12,45	12,59	12,87	12,77	12,59	12,85
1,30	1,15	1,24	1,56	1,19	8,64	1,29	1,19	1,02	1,28	1,31	2,08	1,72	3,01	2,78	2,19	4,08	3,22	2,35	2,37	2,02	2,28	2,41	2,06	1,79

Todo Fe 2 como Fe 3

Tabela C: Composições químicas do Plagioclásio em amostras do Granada Gnaiss (SEV-8A e DRF-3) e os granulito (SEV-21B) da área Vila Cruzeiro do Sul, Domínio Bacajá.

	SEV-8A				DRF-3																
	C1 5-1	C1 5-2	C1 5-3	C1 5-4	C2 4-1	C2 4-2	C2 4-3	C2 4-4	C3 3-1	C3 3-2	C3 3-3	C3 3-4	C3 4-1	C3 4-2	C3 4-3	C6 1-1	C6 1-2	C6 1-3	C6 1-4	C6 1-5	C6 1-6
SiO ₂	63,45	63,59	63,37	63,43	63,85	63,69	63,88	63,41	63,81	64,05	64,23	64,00	63,78	63,72	63,96	63,75	63,93	63,92	64,23	63,80	64,05
Al ₂ O ₃	23,68	23,75	23,68	23,89	23,31	23,46	23,33	23,04	23,23	23,26	23,27	23,27	23,53	23,76	23,39	23,57	23,44	23,50	23,33	23,35	23,36
CaO	5,18	4,91	5,14	5,05	4,96	4,95	4,78	4,62	4,70	4,85	4,69	4,96	5,01	4,67	4,91	5,03	4,96	4,99	4,87	5,01	4,84
K ₂ O	0,25	0,31	0,36	0,42	0,44	0,50	0,50	0,63	0,45	0,46	0,30	0,32	0,26	0,39	0,32	0,41	0,31	0,34	0,39	0,41	0,38
Na ₂ O	7,11	7,13	7,15	6,96	7,06	7,04	7,13	6,78	7,35	6,97	7,11	7,11	7,12	7,16	7,08	6,90	7,01	6,99	6,95	7,11	7,08
TiO ₂	0,06	0,07	0,04	0,05	0,11	0,10	0,09	0,05	0,13	0,15	0,06	0,08	0,07	0,07	0,06	0,09	0,06	0,06	0,06	0,09	0,07
MnO	0,09	0,09	0,08	0,06	0,06	0,10	0,11	0,06	0,07	0,06	0,14	0,12	0,06	0,08	0,07	0,10	0,11	0,06	0,10	0,08	0,11
MgO	0,05	0,05	0,04	0,01	0,05	0,03	0,06	0,36	0,05	0,05	0,02	0,03	0,05	0,01	0,05	0,05	0,05	0,03	0,02	0,03	0,01
FeO	0,12	0,10	0,14	0,13	0,15	0,13	0,12	1,06	0,20	0,14	0,17	0,11	0,12	0,14	0,15	0,10	0,12	0,12	0,07	0,12	0,11
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Calculado com base em 32 átomos de oxigênio																					
SiO ₂	10,50	10,51	10,49	10,51	10,57	10,54	10,56	10,56	10,54	10,60	10,61	10,58	10,54	10,53	10,57	10,56	10,57	10,57	10,62	10,55	10,59
Al ₂ O ₃	4,62	4,63	4,62	4,66	4,55	4,58	4,55	4,52	4,52	4,54	4,53	4,53	4,58	4,63	4,56	4,60	4,57	4,58	4,54	4,55	4,55
CaO	0,92	0,87	0,91	0,90	0,88	0,88	0,85	0,82	0,83	0,86	0,83	0,88	0,89	0,83	0,87	0,89	0,88	0,88	0,86	0,89	0,86
K ₂ O	0,05	0,07	0,08	0,09	0,09	0,11	0,11	0,13	0,10	0,10	0,06	0,07	0,06	0,08	0,07	0,09	0,07	0,07	0,08	0,09	0,08
Na ₂ O	6,15	6,16	6,19	6,03	6,11	6,09	6,16	5,90	6,35	6,03	6,14	6,14	6,15	6,18	6,12	5,97	6,06	6,04	6,00	6,15	6,12
TiO ₂	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
MnO	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
MgO	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,09	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00
FeO	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,15	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02
Total	22,28	22,28	22,33	22,22	22,25	22,25	22,29	22,19	22,40	22,18	22,22	22,25	22,26	22,29	22,24	22,16	22,20	22,19	22,15	22,28	22,23
Ab	86,34	86,84	86,23	85,94	86,26	86,09	86,60	86,04	87,25	86,30	87,29	86,65	86,71	87,20	86,72	85,90	86,50	86,34	86,41	86,32	86,72
Na	12,91	12,24	12,70	12,78	12,41	12,41	11,91	12,02	11,45	12,31	11,81	12,39	12,50	11,64	12,32	12,85	12,56	12,64	12,41	12,47	12,15
Or	0,75	0,92	1,07	1,28	1,32	1,50	1,49	1,94	1,31	1,39	0,91	0,96	0,79	1,15	0,96	1,25	0,94	1,02	1,18	1,21	1,13

Continuação da tabela C

SEV-21B																				
	C2 1-1	C2 1-2	C2 1-3	C2 1-4	C3 3-1	C3 3-2	C3 3-3	C3 3-4	C4 1-1	C4 1-2	C4 1-3	C4 1-4	C4 1-5	C4 1-6	C6 2-1	C6 2-2	C6 2-3	C6 2-4	C6 2-5	C6 2-6
SiO ₂	57,53	57,80	58,37	58,34	58,08	58,53	58,78	58,78	58,22	58,42	57,95	58,57	58,94	58,76	58,73	58,37	58,40	58,18	58,54	58,24
Al ₂ O ₃	27,77	27,48	27,22	27,29	27,32	27,13	26,89	27,00	27,21	26,90	27,48	27,13	26,78	26,85	26,92	27,31	27,30	27,27	27,22	27,01
CaO	9,49	9,18	8,85	8,95	9,10	8,77	8,65	8,57	8,91	8,91	9,16	8,74	8,45	8,54	8,70	8,84	8,72	8,80	8,67	8,94
K ₂ O	0,16	0,21	0,24	0,12	0,23	0,26	0,28	0,26	0,16	0,24	0,12	0,20	0,23	0,18	0,23	0,24	0,18	0,19	0,24	0,27
Na ₂ O	4,75	4,93	5,04	5,03	4,87	5,07	5,10	5,09	5,06	5,13	5,00	5,03	5,29	5,31	5,07	4,95	5,10	5,20	5,07	5,15
TiO ₂	0,08	0,10	0,04	0,05	0,07	0,05	0,06	0,07	0,06	0,10	0,05	0,06	0,04	0,06	0,08	0,05	0,10	0,06	0,04	0,07
MnO	0,05	0,14	0,07	0,10	0,06	0,06	0,08	0,06	0,11	0,05	0,10	0,08	0,08	0,10	0,08	0,11	0,12	0,08	0,07	0,13
MgO	0,04	0,05	0,05	0,04	0,10	0,01	0,06	0,04	0,07	0,10	0,04	0,09	0,05	0,08	0,02	0,04	0,03	0,09	0,06	0,04
FeO	0,12	0,12	0,11	0,07	0,17	0,12	0,11	0,13	0,19	0,15	0,11	0,12	0,14	0,14	0,18	0,09	0,06	0,12	0,10	0,14
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Calculado com base em 32 átomos de oxigênio																				
SiO ₂	9,84	9,87	9,94	9,93	9,91	9,96	9,99	9,99	9,92	9,95	9,88	9,96	10,00	9,97	9,99	9,94	9,93	9,90	9,96	9,92
Al ₂ O ₃	5,60	5,53	5,46	5,47	5,49	5,44	5,39	5,41	5,46	5,40	5,52	5,44	5,36	5,37	5,40	5,48	5,47	5,47	5,46	5,42
CaO	1,74	1,68	1,61	1,63	1,66	1,60	1,58	1,56	1,63	1,63	1,67	1,59	1,54	1,55	1,59	1,61	1,59	1,60	1,58	1,63
K ₂ O	0,04	0,05	0,05	0,03	0,05	0,06	0,06	0,06	0,03	0,05	0,03	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05	0,06
Na ₂ O	4,25	4,40	4,48	4,48	4,35	4,51	4,53	4,52	4,50	4,56	4,46	4,47	4,69	4,71	4,50	4,41	4,53	4,62	4,50	4,59
TiO ₂	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
MnO	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02
MgO	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,00	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
FeO	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02
Total	21,50	21,58	21,59	21,58	21,53	21,60	21,60	21,58	21,61	21,65	21,60	21,57	21,69	21,71	21,58	21,54	21,61	21,69	21,59	21,68
Ab	70,55	71,84	72,88	72,99	71,72	73,15	73,47	73,65	73,05	73,10	72,41	73,20	74,75	74,77	73,37	72,59	73,56	73,75	73,40	73,06
Na	28,86	27,42	26,25	26,59	27,45	25,93	25,56	25,43	26,40	26,05	27,18	26,08	24,46	24,63	25,82	26,57	25,79	25,58	25,76	26,00
Or	0,59	0,74	0,86	0,42	0,82	0,92	0,97	0,92	0,55	0,85	0,42	0,71	0,80	0,60	0,81	0,84	0,65	0,67	0,84	0,94

Continuação da tabela C

Plagioclásio com anti-pertita												
SEV-18A												
	C1-1	C1-2	C1-3	C1-4	C1-5	C1-6	C1-7	C1-8	C1 4-1	C1 4-2	C1 4-3	
SiO ₂	62,42	66,08	66,23	62,34	66,03	62,38	66,01	62,27	64,99	65,14	64,97	
Al ₂ O ₃	24,46	17,79	17,85	24,54	17,79	24,41	17,75	24,55	18,18	18,18	18,17	
CaO	7,32	0,10	0,12	7,29	0,19	7,48	0,16	7,59	0,28	0,25	0,29	
K ₂ O	0,27	15,09	15,02	0,34	15,18	0,30	15,27	0,22	0,88	0,88	0,80	
Na ₂ O	5,52	0,94	0,78	5,48	0,81	5,43	0,81	5,38	15,68	15,55	15,77	
TiO ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
MnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
FeO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Calculado com base em 32 átomos de oxigênio												
SiO ₂	10,48	12,03	12,06	10,48	12,04	10,49	12,04	10,47	10,20	10,22	10,19	
Al ₂ O ₃	4,84	3,82	3,83	4,86	3,82	4,84	3,82	4,87	3,36	3,36	3,36	
CaO	1,32	0,02	0,02	1,31	0,04	1,35	0,03	1,37	0,05	0,04	0,05	
K ₂ O	0,06	3,50	3,49	0,07	3,53	0,06	3,55	0,05	0,18	0,18	0,16	
Na ₂ O	4,85	0,90	0,75	4,81	0,78	4,77	0,77	4,73	12,86	12,76	12,92	
TiO ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
MnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
FeO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Total	21,55	20,27	20,15	21,54	20,20	21,51	20,21	21,48	26,64	26,56	26,68	
Ab	77,89	20,32	17,53	77,62	17,87	77,18	17,73	76,97	98,30	98,33	98,41	
Na	21,16	0,44	0,56	21,19	0,84	21,79	0,72	22,28	0,36	0,32	0,38	
Or	0,94	79,24	81,90	1,19	81,30	1,03	81,55	0,76	1,34	1,35	1,21	

Tabela D: Composições químicas da Biotita em amostras de Granada Gnaiss (SEV-18A, DRF-3 e SEV-26A), e do Granulito da área Vila Cruzeiro do Sul, Domínio Bacajá.

SEV-18A																			
	C2 1-1	C2 1-2	C2 1-3	C1 2	C1 2-2	C1 2-3	C1 2-4	C5 2-1	C5 2-2	C5 2-3	C5 2-4	C5 2-5	C3 2 -1	C3 2 -2	C3 2 -3	C3 2 -4	C3 2 -5	C3 2 -6	
MgO	7,54	9,87	9,49	11,51	9,49	8,60	9,10	9,09	8,58	8,51	8,39	9,01	8,61	9,88	9,68	9,66	9,79	9,39	
Al ₂ O ₃	16,64	17,23	16,71	19,94	16,47	15,85	16,45	16,25	16,48	15,70	16,05	16,29	16,60	16,94	16,87	16,83	16,99	16,50	
SiO ₂	38,46	39,27	39,18	35,94	38,96	39,36	38,97	39,72	38,28	37,92	38,44	38,85	39,08	39,17	39,60	39,35	39,57	39,44	
K ₂ O	8,40	10,46	10,44	4,43	10,54	10,34	10,51	10,32	10,65	10,73	10,65	10,61	10,44	10,67	10,41	10,56	10,45	10,76	
CaO	0,11	0,05	0,11	0,14	0,02	0,06	0,16	0,05	0,14	0,07	0,08	0,08	0,11	0,03	0,13	0,17	0,07	0,03	
TiO ₂	3,45	5,36	5,75	3,75	6,00	7,21	6,50	5,85	5,89	6,16	6,06	5,99	5,67	4,78	4,92	5,09	4,73	4,74	
FeO	25,40	17,77	18,32	24,30	18,52	18,57	18,31	18,73	20,00	20,90	20,32	19,16	19,49	18,52	18,38	18,35	18,40	19,13	
Cl	0,20	1,20	2,20	3,20	4,20	5,20	6,20	7,20	8,20	9,20	10,20	11,20	12,20	13,20	14,20	15,20	16,20	17,20	
O=Cl	0,05	0,27	0,50	0,72	0,95	1,17	1,40	1,62	1,85	2,08	2,30	2,53	2,75	2,98	3,20	3,43	3,66	3,88	
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Si	5,66	5,63	5,64	5,16	5,62	5,67	5,62	5,72	5,58	5,56	5,61	5,63	5,66	5,65	5,69	5,67	5,69	5,71	
IVAl	2,34	2,37	2,36	2,84	2,38	2,33	2,38	2,28	2,42	2,44	2,39	2,37	2,34	2,35	2,31	2,33	2,31	2,29	
Sítio tetraédrico	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	
VIAI	0,55	0,55	0,48	0,53	0,42	0,37	0,42	0,48	0,41	0,28	0,37	0,41	0,49	0,53	0,55	0,52	0,57	0,52	
Ti	0,38	0,58	0,62	0,40	0,65	0,78	0,71	0,63	0,65	0,68	0,67	0,65	0,62	0,52	0,53	0,55	0,51	0,52	
Fe	3,13	2,13	2,21	2,92	2,24	2,24	2,21	2,25	2,44	2,56	2,48	2,32	2,36	2,23	2,21	2,21	2,21	2,31	
Mn	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	0,00	0,00	0,00	
Mg	1,65	2,11	2,04	2,46	2,04	1,85	1,96	1,95	1,86	1,86	1,82	1,95	1,86	2,12	2,08	2,07	2,10	2,03	
sítio octaédrico	5,71	5,37	5,34	6,32	5,35	5,24	5,28	5,31	5,35	5,38	5,34	5,33	5,33	5,41	5,37	5,36	5,39	5,37	
Sítio A																			
Ca	0,02	0,01	0,02	0,02	0,00	0,01	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	0,01	0,00	
Na	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	0,00	0,00	0,00	
K	1,58	1,91	1,92	0,81	1,94	1,90	1,93	1,90	1,98	2,01	1,98	1,96	1,93	1,96	1,91	1,94	1,92	1,99	
Cl	0,05	0,29	0,54	0,78	1,03	1,27	1,52	1,76	2,03	2,29	2,52	2,75	2,99	3,23	3,46	3,71	3,95	4,22	
Alttotal	2,89	2,91	2,84	3,37	2,80	2,69	2,80	2,76	2,83	2,72	2,76	2,78	2,83	2,88	2,86	2,86	2,88	2,81	
Fe/(Fe+Mg)	0,65	0,50	0,52	0,54	0,52	0,55	0,53	0,54	0,57	0,58	0,58	0,54	0,56	0,51	0,52	0,52	0,51	0,53	

Continuação da tabela D

	DRF-3																				
	C3 2-1	C3 2-2	C3 2-3	C3 2-4	C3 2-5	C3 2-6	C4 1-1	C4 1-2	C4 1-3	C4 1-4	C4 1-5	C5 1-1	C5 1-2	C5 1-3	C5 1-4	C7 1-1	C7 1-2	C7 1-3	C7 1-4	C7 1-5	C7 1-6
MgO	9,49	14,66	15,01	13,36	14,01	13,82	13,51	12,31	12,10	12,27	12,26	12,36	14,84	15,05	15,15	13,67	12,99	13,36	12,90	13,30	13,21
Al ₂ O ₃	16,50	14,12	14,31	13,82	13,96	14,04	13,90	13,76	13,71	14,33	13,56	13,63	14,43	14,24	14,57	14,18	13,69	13,68	14,05	14,36	14,11
SiO ₂	39,36	41,92	42,00	41,61	41,78	41,71	41,54	40,99	41,20	40,93	41,08	41,02	42,01	42,08	41,71	41,73	41,27	41,70	41,40	41,98	41,18
K ₂ O	10,81	10,10	10,26	10,24	10,12	10,15	10,06	10,26	10,04	9,88	10,34	10,23	10,31	9,90	10,22	10,06	10,11	9,97	9,96	9,86	10,07
CaO	0,09	0,15	0,16	0,11	0,14	0,18	0,09	0,21	0,14	0,10	0,20	0,14	0,09	0,12	0,23	0,21	0,11	0,20	0,10	0,15	0,18
TiO ₂	4,97	3,63	3,46	4,64	4,41	4,50	4,69	5,51	5,78	5,61	5,73	5,56	5,43	5,16	5,22	5,35	5,44	5,39	5,74	5,37	5,47
FeO	18,78	15,43	14,80	16,22	15,59	15,60	16,21	16,96	17,04	16,88	16,83	17,07	12,90	13,45	12,91	14,81	16,39	15,71	15,86	14,98	15,77
Cl	18,20	19,20	20,20	21,20	22,20	23,20	24,20	25,20	26,20	27,20	28,20	29,20	30,20	31,20	32,20	33,20	34,20	35,20	36,20	37,20	38,20
O=Cl	4,11	4,33	4,56	4,78	5,01	5,23	5,46	5,69	5,91	6,14	6,36	6,59	6,81	7,04	7,26	7,49	7,72	7,94	8,17	8,39	8,62
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Si	5,69	5,93	5,92	5,92	5,91	5,91	5,90	5,86	5,88	5,83	5,87	5,87	5,88	5,89	5,84	5,89	5,87	5,91	5,87	5,91	5,84
IVAl	2,31	2,07	2,08	2,08	2,09	2,09	2,10	2,14	2,12	2,17	2,13	2,13	2,12	2,11	2,16	2,11	2,13	2,09	2,13	2,09	2,16
Sítio tet	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
VIAl	0,50	0,28	0,30	0,23	0,24	0,25	0,23	0,18	0,18	0,24	0,16	0,16	0,26	0,24	0,24	0,24	0,17	0,19	0,21	0,29	0,20
Ti	0,54	0,39	0,37	0,50	0,47	0,48	0,50	0,59	0,62	0,60	0,62	0,60	0,57	0,54	0,55	0,57	0,58	0,57	0,61	0,57	0,58
Fe	2,27	1,82	1,75	1,93	1,85	1,85	1,92	2,03	2,03	2,01	2,01	2,04	1,51	1,57	1,51	1,75	1,95	1,86	1,88	1,76	1,87
Mn	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	2,04	3,09	3,16	2,83	2,96	2,92	2,86	2,62	2,57	2,60	2,61	2,64	3,09	3,14	3,16	2,87	2,76	2,82	2,73	2,79	2,80
sítio oct	5,35	5,58	5,57	5,49	5,52	5,50	5,51	5,42	5,41	5,45	5,40	5,44	5,43	5,49	5,46	5,43	5,46	5,45	5,43	5,42	5,45
Sítio A																					
Ca	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,01	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,01	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,01	0,02	0,03
Na	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K	1,99	1,82	1,85	1,86	1,83	1,83	1,82	1,87	1,83	1,80	1,89	1,87	1,84	1,77	1,82	1,81	1,84	1,80	1,80	1,77	1,82
Cl	4,46	4,60	4,83	5,11	5,33	5,57	5,83	6,11	6,34	6,57	6,83	7,08	7,16	7,40	7,64	7,94	8,25	8,45	8,70	8,88	9,19
Alttotal	2,81	2,35	2,38	2,32	2,33	2,34	2,33	2,32	2,31	2,41	2,28	2,30	2,38	2,35	2,40	2,36	2,30	2,28	2,35	2,38	2,36
Fe/(Fe+)	0,53	0,37	0,36	0,41	0,38	0,39	0,40	0,44	0,44	0,44	0,43	0,44	0,33	0,33	0,32	0,38	0,41	0,40	0,41	0,39	0,40

Continuação da tabela D

SEV-26A														
	C1 1-1	C1 1-2	C1 1-3	C1 1-4	C5 2-1	C5 2-2	C5 2-3	C5 2-4	C5 2-5	C6 1-1	C6 1-2	C6 1-3	C6 1-4	C6 1-5
MgO	16,94	14,22	14,05	14,13	14,16	12,09	12,49	12,01	12,16	11,93	13,60	13,28	13,44	13,36
Al ₂ O ₃	15,11	16,15	16,14	16,25	16,14	15,78	16,06	16,04	16,22	15,98	16,27	15,72	16,07	15,50
SiO ₂	42,59	40,86	40,97	40,67	40,70	40,37	40,45	39,54	40,45	40,04	40,62	40,58	40,44	40,89
K ₂ O	10,24	10,32	10,15	10,23	10,35	10,48	10,15	10,32	9,82	10,23	10,08	10,42	10,15	10,53
CaO	0,11	0,09	0,11	0,15	0,14	0,12	0,13	0,12	0,14	0,08	0,11	0,15	0,11	0,09
TiO ₂	4,81	5,77	6,03	5,70	6,09	6,81	6,63	6,95	6,74	6,96	5,82	5,88	5,97	5,80
FeO	10,21	12,59	12,54	12,86	12,42	14,35	14,09	15,04	14,47	14,77	13,51	13,97	13,82	13,84
Cl	62,20	63,20	64,20	65,20	66,20	67,20	68,20	69,20	70,20	71,20	72,20	73,20	74,20	75,20
O=Cl	14,03	14,26	14,48	14,71	14,94	15,16	15,39	15,61	15,84	16,06	16,29	16,51	16,74	16,97
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Si	5,87	5,71	5,72	5,69	5,69	5,70	5,69	5,61	5,69	5,66	5,70	5,72	5,69	5,76
IVAl	2,13	2,29	2,28	2,31	2,31	2,30	2,31	2,39	2,31	2,34	2,30	2,28	2,31	2,24
Sítio tet	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
VIAl	0,33	0,37	0,38	0,37	0,35	0,33	0,36	0,29	0,38	0,33	0,39	0,33	0,35	0,33
Ti	0,50	0,61	0,63	0,60	0,64	0,72	0,70	0,74	0,71	0,74	0,61	0,62	0,63	0,61
Fe	1,18	1,47	1,46	1,51	1,45	1,70	1,66	1,78	1,70	1,75	1,59	1,65	1,63	1,63
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	3,48	2,96	2,92	2,95	2,95	2,55	2,62	2,54	2,55	2,51	2,84	2,79	2,82	2,81
sítio oct	5,48	5,42	5,40	5,43	5,40	5,30	5,34	5,36	5,35	5,33	5,43	5,39	5,42	5,38
Sítio A														
Ca	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01
Na	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
K	1,80	1,84	1,81	1,83	1,85	1,89	1,82	1,87	1,76	1,85	1,80	1,87	1,82	1,89
Cl	14,54	14,98	15,19	15,47	15,69	16,09	16,27	16,64	16,74	17,07	17,16	17,49	17,68	17,95
Altotal	2,46	2,66	2,66	2,68	2,66	2,63	2,66	2,68	2,69	2,66	2,69	2,61	2,66	2,57
Fe/(Fe ⁺)	0,25	0,33	0,33	0,34	0,33	0,40	0,39	0,41	0,40	0,41	0,36	0,37	0,37	0,37

Continuação da tabela D

SEV-21B																							
	C2 2-1	C2 2-2	C2 2-3	C2 2-4	C3 1-1	C3 1-2	C3 1-3	C3 1-4	C4 3-1	C4 3-2	C4 3-3	C4 3-4	C4 3-5	C4 3-6	C5 1-1	C5 1-2	C5 1-3	C5 1-4	C5 1-5	C6 2-1	C6 2-2	C6 2-3	C6 2-4
MgO	13,19	16,93	17,13	17,29	17,42	16,14	16,41	16,44	16,25	16,84	16,71	16,80	16,81	16,48	16,81	16,65	16,55	16,45	16,20	16,41	17,22	16,99	16,90
Al2O3	14,22	14,72	14,87	14,95	14,99	14,59	14,76	14,77	14,70	14,86	15,08	14,83	15,01	14,67	14,79	14,58	14,92	15,26	14,68	14,76	14,98	14,97	15,00
SiO2	41,76	42,56	42,61	42,68	42,67	42,83	42,30	42,42	42,55	42,54	42,30	42,54	42,31	42,47	42,73	42,22	42,34	42,28	42,50	42,77	42,94	42,66	42,98
K2O	9,98	10,53	10,32	10,27	10,20	10,27	10,33	10,14	10,15	10,20	10,35	10,15	10,11	10,18	10,08	10,28	10,25	10,12	10,21	10,28	10,15	10,28	10,07
CaO	0,08	0,08	0,10	0,13	0,13	0,14	0,20	0,12	0,12	0,13	0,13	0,11	0,14	0,13	0,09	0,11	0,17	0,10	0,18	0,08	0,09	0,05	0,10
TiO2	5,51	4,68	4,82	4,61	4,73	5,51	5,52	5,51	5,76	5,01	5,22	5,23	5,11	5,30	5,15	5,49	5,35	5,47	5,64	5,40	4,44	4,84	4,79
FeO	15,27	10,50	10,15	10,07	9,86	10,52	10,47	10,61	10,46	10,40	10,20	10,35	10,50	10,78	10,36	10,66	10,41	10,32	10,59	10,30	10,19	10,21	10,16
Cl	39,20	40,20	41,20	42,20	43,20	44,20	45,20	46,20	47,20	48,20	49,20	50,20	51,20	52,20	53,20	54,20	55,20	56,20	57,20	58,20	59,20	60,20	61,20
O=Cl	8,84	9,07	9,30	9,52	9,75	9,97	10,20	10,42	10,65	10,87	11,10	11,33	11,55	11,78	12,00	12,23	12,45	12,68	12,90	13,13	13,36	13,58	13,81
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Si	5,90	5,89	5,88	5,88	5,87	5,92	5,85	5,86	5,87	5,87	5,84	5,87	5,84	5,87	5,89	5,85	5,85	5,83	5,88	5,90	5,91	5,88	5,91
IVAl	2,10	2,11	2,12	2,12	2,13	2,08	2,15	2,14	2,13	2,13	2,16	2,13	2,16	2,13	2,11	2,15	2,15	2,17	2,12	2,10	2,09	2,12	2,09
Sítio tet	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
VIAI	0,26	0,29	0,30	0,31	0,31	0,29	0,26	0,27	0,27	0,29	0,30	0,28	0,29	0,27	0,29	0,22	0,28	0,31	0,27	0,30	0,34	0,32	0,35
Ti	0,58	0,49	0,50	0,48	0,49	0,57	0,57	0,57	0,60	0,52	0,54	0,54	0,53	0,55	0,53	0,57	0,56	0,57	0,59	0,56	0,46	0,50	0,50
Fe	1,80	1,21	1,17	1,16	1,13	1,21	1,21	1,23	1,21	1,20	1,18	1,19	1,21	1,25	1,19	1,23	1,20	1,19	1,22	1,19	1,17	1,18	1,17
Mn	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	2,78	3,49	3,52	3,55	3,57	3,32	3,38	3,39	3,35	3,47	3,44	3,45	3,46	3,40	3,45	3,44	3,41	3,38	3,34	3,38	3,54	3,49	3,47
sítio oct	5,43	5,48	5,49	5,50	5,50	5,40	5,43	5,45	5,42	5,48	5,46	5,47	5,49	5,46	5,47	5,47	5,45	5,45	5,42	5,42	5,51	5,49	5,48
Sítio A																							
Ca	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02
Na	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K	1,80	1,86	1,82	1,81	1,79	1,81	1,82	1,79	1,79	1,80	1,82	1,79	1,78	1,80	1,77	1,82	1,81	1,78	1,80	1,81	1,78	1,81	1,77
Cl	9,38	9,43	9,63	9,86	10,08	10,35	10,60	10,82	11,05	11,28	11,52	11,74	11,99	12,24	12,43	12,72	12,93	13,14	13,40	13,61	13,81	14,07	14,27
Alltotal	2,37	2,40	2,42	2,43	2,43	2,37	2,41	2,41	2,39	2,42	2,45	2,41	2,44	2,39	2,40	2,38	2,43	2,48	2,39	2,40	2,43	2,43	2,43
Fe/(Fe+	0,39	0,26	0,25	0,25	0,24	0,27	0,26	0,27	0,27	0,26	0,26	0,26	0,26	0,27	0,26	0,26	0,26	0,26	0,27	0,26	0,25	0,25	0,25

Tabela E: Composições químicas da Cordierita em amostras do Granada Gnaiss (SEV-8A, SEV-26AB) da área Vila Cruzeiro do Sul, Domínio Bacajá.

	SEV-18A										SEV-26A							
	C4 1-1	C4 1-2	C51-1	C51-2	C51-3	C51-4	C51-5	C3 1-1	C3 1-2	C3 1-3	C3 1-4	C4 1-1	C4 1-2	C4 1-3	C4 1-4	C4 1-5	C4 1-6	
SiO ₂	52,29	52,49	52,12	51,78	56,37	56,13	55,92	52,39	52,19	52,23	52,22	51,05	51,74	51,48	51,69	51,77	51,53	
Al ₂ O ₃	32,35	32,29	32,41	32,61	33,13	33,37	33,28	32,58	32,30	32,36	32,47	33,71	33,62	33,66	33,75	33,53	33,81	
FeO	6,95	6,68	7,09	7,20	5,44	5,68	5,67	6,59	6,93	6,92	6,73	4,65	4,65	4,59	4,66	4,64	4,58	
MnO	0,08	0,12	0,15	0,20	0,22	0,11	0,14	0,13	0,09	0,09	0,19	0,12	0,09	0,11	0,11	0,10	0,14	
MgO	8,05	8,17	8,02	8,07	4,06	3,84	4,12	8,10	8,32	7,95	8,11	10,07	9,73	9,98	9,68	9,76	9,79	
CaO	0,05	0,06	0,07	0,06	0,30	0,41	0,42	0,09	0,04	0,13	0,10	0,04	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	
Na ₂ O	0,23	0,20	0,13	0,07	0,50	0,46	0,45	0,12	0,13	0,32	0,18	0,35	0,12	0,13	0,07	0,14	0,10	
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Calculado com base em 18 átomos de oxigênio																		
Si	5,23	5,24	5,22	5,19	5,55	5,53	5,51	5,23	5,22	5,23	5,22	5,07	5,13	5,11	5,12	5,13	5,11	
Al	3,81	3,80	3,83	3,85	3,84	3,87	3,87	3,83	3,81	3,82	3,83	3,95	3,93	3,94	3,94	3,92	3,95	
Fe ⁺³	0,19	0,20	0,17	0,15	0,16	0,13	0,13	0,17	0,19	0,18	0,17	0,05	0,07	0,06	0,06	0,08	0,05	
Sítio B	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Fe ⁺²	0,40	0,36	0,42	0,46	0,29	0,34	0,33	0,38	0,39	0,40	0,39	0,34	0,31	0,32	0,33	0,30	0,33	
Mn	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
Mg	1,20	1,22	1,20	1,21	0,60	0,56	0,61	1,21	1,24	1,19	1,21	1,49	1,44	1,48	1,43	1,44	1,45	
Ca	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,04	0,04	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	
Na	0,04	0,04	0,03	0,01	0,09	0,09	0,09	0,02	0,03	0,06	0,04	0,07	0,02	0,02	0,01	0,03	0,02	
vacancia	0,35	0,37	0,34	0,30	0,97	0,95	0,92	0,37	0,33	0,33	0,34	0,09	0,21	0,17	0,21	0,21	0,19	
sítio A	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Mg/(Mg+Fe)	0,75	0,77	0,74	0,73	0,67	0,62	0,64	0,76	0,76	0,75	0,76	0,82	0,82	0,82	0,81	0,83	0,81	