

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**PETROGÊNESE DE ROCHAS GNÁISSICO-MIGMATÍTICAS NA REGIÃO DE  
JUNDIAÍ, SP**

Aluno: Fernando Prado Araujo

Orientadora: Profa. Dra. Lucelene Martins  
Coorientador: Prof. Dr. Renato de Moraes

**MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA  
(TF-2015 / 17)**

TF  
A663  
FP.p

SÃO PAULO  
2015

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

CHICAGO, ILLINOIS

DEPARTMENT OF CHEMISTRY  
5408 SOUTH DIVISION STREET

CHICAGO, ILLINOIS 60637  
(312) 937-1311

2/10/80

105

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS



PETROGÊNESE DE ROCHAS GNÁISSICO-MIGMATÍTICAS NA REGIÃO DE  
JUNDIAÍ, SP

Aluno: Fernando Prado Araujo

Orientadora: Profa. Dra. Lucelene Martins

Coorientador: Prof. Dr. Renato de Moraes

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA  
(TF-2015 / 17)

IGc-Instituto de Geociências



Petrogênese de rochas gnáissico-migmatíticas na região  
de Jundiaí, SP. M26508

SÃO PAULO  
2015

11  
A663  
FP.8



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOLOGIA

PETROLOGIA DE ROCAS GRANULÍTICAS

LUNDA 25

Aluno: Fernando Silva

Professor: Prof. Dr. Roberto Lima  
Cooperador: Prof. Dr. Roberto Lima

MONOGRAFIA DE INICIAÇÃO DE CURSO  
1982

B. OLIVEIRA

1982



## Resumo

Na região a oeste da cidade de Jundiá (SP) afloram rochas para- e ortognáissicas com claras feições de fusão parcial *in situ*. Estas pertencem principalmente à Unidade Migmatítica Superior da Nappe Socorro-Guaxupé (NSG) e apresentam idades Neoproterozóicas.

No presente trabalho estas rochas foram divididas em quatro grandes grupos: dos paragnaisses (subdivididos em sillimanita-granada-biotita gnaisses e biotita gnaisses com granada), dos ortognaisses (com variações entre membros granodioríticos e tonalíticos), dos corpos anfibolíticos intrusivos nas rochas gnáissicas e dos sienogranitos anatéticos.

Os gnaisses apresentam condições de formação sob fácies anfibolito, nas zonas da granada e sillimanita (pressões entre 4-12 kbar e temperaturas de 700-900 °C) para os paragnaisses e pressões na faixa de 2-7 kbar e temperaturas próximas de 700 °C nos ortognaisses.

Porém estas condições de formação encontradas estão muito abaixo das esperadas para a fusão por desidratação de fases com água, estando em desacordo com os experimentos que delimitam as curvas *solidus* de fusão por desidratação para estas rochas (normalmente em temperaturas acima de 850 °C).

Deste modo fica evidente a necessidade de outro meio para fundir tais rochas, onde a resposta pode estar relacionada com o influxo de fluidos externos, baixando o ponto de fusão e explicando as texturas de fusão pervasivamente presentes nas rochas estudadas.

Através de análises petrográficas e químicas foi identificado que ocorreu certa quebra de minerais hidratados (principalmente muscovita nos paragnaisses) para gerar fusão, mas a ocorrência de minerais com água estrutural nas fases peritéticas (e.g. hornblenda), associada à presença de carbonatos intersticiais no mesossoma e intensa re-hidratação dos resíduos da fusão (formando biotita, epidoto e clorita) demonstram que há grande probabilidade de fluidos externos (possivelmente liberados em reações de fusão por desidratação nas unidades basais da NSG) estarem envolvidos na fusão das rochas estudadas, baixando seu ponto de fusão e causando a anatexia observada em temperaturas relativamente baixas.



## Abstract

In the region to the West of Jundiaí city (SP) para- and orthogneissic rocks with clear evidences of *in situ* partial melting outcrops. Those belong mainly to the Upper Migmatitic Unit of the Socorro-Guaxupé Nappe (NSG) and have Neoproterozoic ages.

In the present work those rocks were separated into four main groups: paragneiss (subdivided into sillimanite-garnet-biotite gneiss and biotite gneiss with garnet), orthogneiss (with variations to granodioritic and tonalitic members), amphibolitic bodies intrusive in the gneisses and associated anatectic granites.

The gneisses record conditions of formation compatible with amphibolite facies, in the garnet and sillimanite zones (pressures between 4-12 kbar and temperatures of 700-900 °C) for the paragneisses and pressures of 2-7 kbar and temperatures near 700 °C for the orthogneisses.

However, these conditions found are below the expected for the dehydration melting of hydrated phases, being in disagreement with the experiments that limits the *solidus* curve for dehydration melting for those rocks (normally at temperatures above 850 °C).

Thus, the need of another mechanism of rock melting is evident, where the answer can be related with the influx of external fluids, lowering the melting point and explaining the melt textures pervasively present in the studied rocks.

Through petrographic and chemical analysis, it was identified that breakdown of hydrated minerals occurs (mainly muscovite in the paragneiss) in order to melt the rocks. Still, the occurrence of minerals with structural water composing the peritectic phases (e.g. hornblende), associated with interstitial carbonates in the mesosome and intense re-hydration of the melting *residuum* (forming biotite, epidote and chlorite) show that there is a large probability that external fluids (possibly liberated by dehydration reactions from the units in the base of the NSG) are involved in the melting of the studied rocks, lowering their melting point and causing the anatexis observed at those relatively low temperatures.



## Agradecimentos

Deixo aqui meus sinceros agradecimentos à minha orientadora, Profa. Dra. Lucelene Martins, por ter me aguentado todo este tempo, seja me ajudando nas mais diversas tarefas ou respondendo minhas perguntas e me acompanhando nas longas discussões sobre este tema e tantos outros. E também ao meu co-orientador, Prof. Dr. Renato de Moraes, pela ajuda no campo, na petrografia e nas discussões sobre a literatura.

Agradeço também os funcionários (especialmente ao Marcos e Leandro, do laboratório de microsonda, à Angélica do laboratório de ótica, ao José Paulo do LTA e à Livia e Ivoneide da seção de graduação, com quem tive maior contato) e todos os professores do IGc, que me ajudaram seja com os conteúdos da graduação ou com ideias e conhecimentos que me fizeram crescer na geologia e na vida pessoal.

A todos os colegas da Geo, da graduação ou da pós, da turma 53 e outras, com quem compartilhei diversas histórias e momentos inesquecíveis. Estendo aqui os agradecimentos para a Fernanda e o Thomas que foram de grande ajuda para a confecção deste trabalho, além da convivência do dia-a-dia.

Ao pessoal de casa (Gab, Gui, Lucas, Marx e Satoshi, amigos de Bob Cone) por todos momentos de descontração, estudo comunitário, encorajamento, jogos, conversas, risadas, choros, abraços e por aí vai. E também ao meu querido amigo Lucas (Pofs) por toda nossa história juntos, seja durante a graduação e muito antes. Obrigado por toda força e energia boa que me passaram!

Aos amigos do mundo, especialmente os que tive o imenso prazer de conviver em Canberra, gratidão pelo amor, carinho e good vibes, meu crescimento ao lado de vocês foi enorme, seja pessoalmente, intelectualmente ou espiritualmente. Gratidão!

À toda minha família, em especial aos meus pais e meu irmão, que se esforçaram em tudo que puderam e sempre cuidaram de mim. Eu não seria nada se não fosse por vocês.

E finalmente, agradeço com todo meu coração à minha companheira Luiza, por estar sempre ao meu lado, nas horas boas e ruins, nos momentos de prazer e de dificuldade, sempre me dando forças e motivos para seguir em frente e continuar melhorando a cada dia mais. Além de também ter me ajudado direta e indiretamente na confecção deste trabalho. Perdão pelos momentos que acabaram por passar batido, mas no fim sempre vale a pena.

Peço desculpas às pessoas que acabei não citando aqui, mas a memória infelizmente é fraca. Fica assim, um agradecimento geral a todas as pessoas com quem tive a felicidade de compartilhar grandes histórias ou apenas uma conversa. Sou o que sou graças a todos estes momentos e experiências. Sem a colaboração de cada um nada disto seria possível.

Muito obrigado!





## Sumário

1 – INTRODUÇÃO .....	1
2 – METAS E OBJETIVOS.....	3
3 – MATERIAIS E MÉTODOS.....	4
3.1 - Trabalhos de campo .....	4
3.2 - Petrografia .....	4
3.3 - Geoquímica de rocha total.....	4
3.4 - Química mineral .....	5
4 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	5
4.1 - Contexto Regional .....	5
4.2 – Trabalhos Experimentais com Fusão de Rochas .....	9
5 – RESULTADOS OBTIDOS .....	13
5.1 – Petrografia .....	13
5.1.1 – Sillimanita-Granada-Biotita Gnaisses .....	13
5.1.2 – Biotita Gnaisses com Granada .....	15
5.1.3 – Granada-Epidoto-Clinopiroxênio-Actinolita-Biotita Gnaisses .....	16
5.1.4 – Hornblenda-Biotita Gnaisses Tonalíticos .....	18
5.1.5 – Biotita-Hornblenda Gnaisses Granodioríticos .....	20
5.1.6 – Biotita-Quartzo Anfibolito .....	22
5.1.7 – Sienogranitos Leucocráticos.....	23
5.2 - Química de Rocha.....	23
5.3 - Química Mineral .....	26
5.3 Termobarometria .....	31
6 – INTERPRETAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	32
6.1 – Gnaisses Paraderivados .....	34
6.2 – Gnaisses Ortoderivados.....	36
6.3 – Condições Gerais de Metamorfismo e Fusão .....	39
7 – CONCLUSÕES .....	40
8 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	41





# Índice de Figuras

<b>Figura 1:</b> Localização da área de estudo no entorno da cidade de Jundiaí .....	2
<b>Figura 2:</b> Compartimentação tectônica regional .....	2
<b>Figura 3:</b> Mapa geológico simplificado da porção nordeste-leste do Estado de São Paulo e adjacências do sul de Minas Gerais.....	3
<b>Figura 4:</b> Diagramas Harker para elementos maiores em relação à sílica .....	24
<b>Figura 5:</b> Diagramas Harker para elementos menores .....	25
<b>Figura 6:</b> Concentração dos ETR normalizados por Condrito CI .....	25
<b>Figura 7:</b> Classificação dos cristais de biotita .....	26
<b>Figura 8:</b> Teor de $TiO_2$ em relação ao #Fe das biotitas analisadas .....	26
<b>Figura 9:</b> Classificação dos cristais de clorita analisados .....	27
<b>Figura 10:</b> Classificação dos cristais de piroxênio analisados .....	28
<b>Figura 11:</b> Classificação dos cristais de feldspato .....	28
<b>Figura 12:</b> Classificação dos cristais de granada .....	29
<b>Figura 13:</b> Classificação dos anfibólios conforme Leake <i>et al.</i> (2007) .....	30
<b>Figura 14:</b> Classificação dos anfibólios conforme Hawthorne <i>et al.</i> (2012) .....	30
<b>Figura 15:</b> Teor de $TiO_2$ em relação à sílica nos cristais de quartzo .....	30
<b>Figura 16:</b> Gráfico P-T obtido conforme os cálculos termobarométricos .....	32
<b>Figura 17:</b> Esquema correlacionando a morfologia de líquidos em relação aos ângulos diedrais ( $\Theta$ ) .....	33
<b>Figura 18:</b> Grade petrogenética para o sistema KFMASH .....	34
<b>Figura 19:</b> Pseudoseção para composição de metagreywacke .....	35
<b>Figura 20:</b> Gráfico P-T mostrando os campos de estabilidade mineral definidos experimentalmente por Vielzeuf e Montel (1994) .....	36
<b>Figura 21:</b> Gráfico P-T delimitando as condições termobarométricas calculadas sobrepostas à curva <i>solidus</i> da reação por desidratação de anfibólios .....	39





## 1 – INTRODUÇÃO

Na região a oeste da cidade de Jundiá (SP) afloram rochas do embasamento cristalino pré-cambriano do estado de São Paulo. Estas, são caracterizadas como paragneisses e ortogneisses com claras feições de fusão parcial *in situ* (e.g. formação de *patches* e bolsões leucossomáticos). Portanto, sofreram metamorfismo de médio a alto grau, com altas temperaturas e, conseqüentemente, passaram por processos de anatexia gerando líquidos silicáticos. Deste modo, estas rochas são classificadas como migmatíticas, conforme a definição de Sawyer (2008), onde migmatitos são rochas metamórficas de médio a alto grau que passaram por processos de fusão parcial. Os trabalhos de Mehnert (1968), Brown (1973), Ashworth (1985) e Sawyer e Brown (2008) ajudam a caracterizar estes complexos litotípos, descrevendo suas feições e fornecendo ferramentas para sua identificação.

O presente trabalho de formatura foi desenvolvido na região próxima à cidade de Jundiá, SP (**Figura 1**). O acesso a área de trabalho é feito, a partir da capital estadual, pela Rodovia dos Bandeirantes (SP-348), tomando a saída 59 para a alça de acesso à Rodovia Dom Gabriel Paulino Bueno Couto (SP-300) no sentido das cidades de Salto e Itu.

Segundo os trabalhos de Campos Neto e outros (e.g. Campos Neto e Caby, 2000; Campos Neto *et al.*, 2004; Heilbron *et al.*, 2008a) as rochas gnáissico-migmatíticas da região de estudo pertencem ao domínio geológico da Nappe Socorro-Guaxupé (NSG), alojada na borda SW do Cráton do São Francisco (**Figura 2**). Sendo resultado do evento orogenético de convergência deste Cráton com a Placa de Paranapanema, ocorrida durante a colagem Brasileira (e.g. Campos Neto *et al.*, 2004; Brito Neves *et al.*, 2014), a NSG representa uma zona de interferência, de alto grau metamórfico, entre as Faixas Brasília e Ribeira (Trouw *et al.*, 2013; Heilbron *et al.*, 2008b).

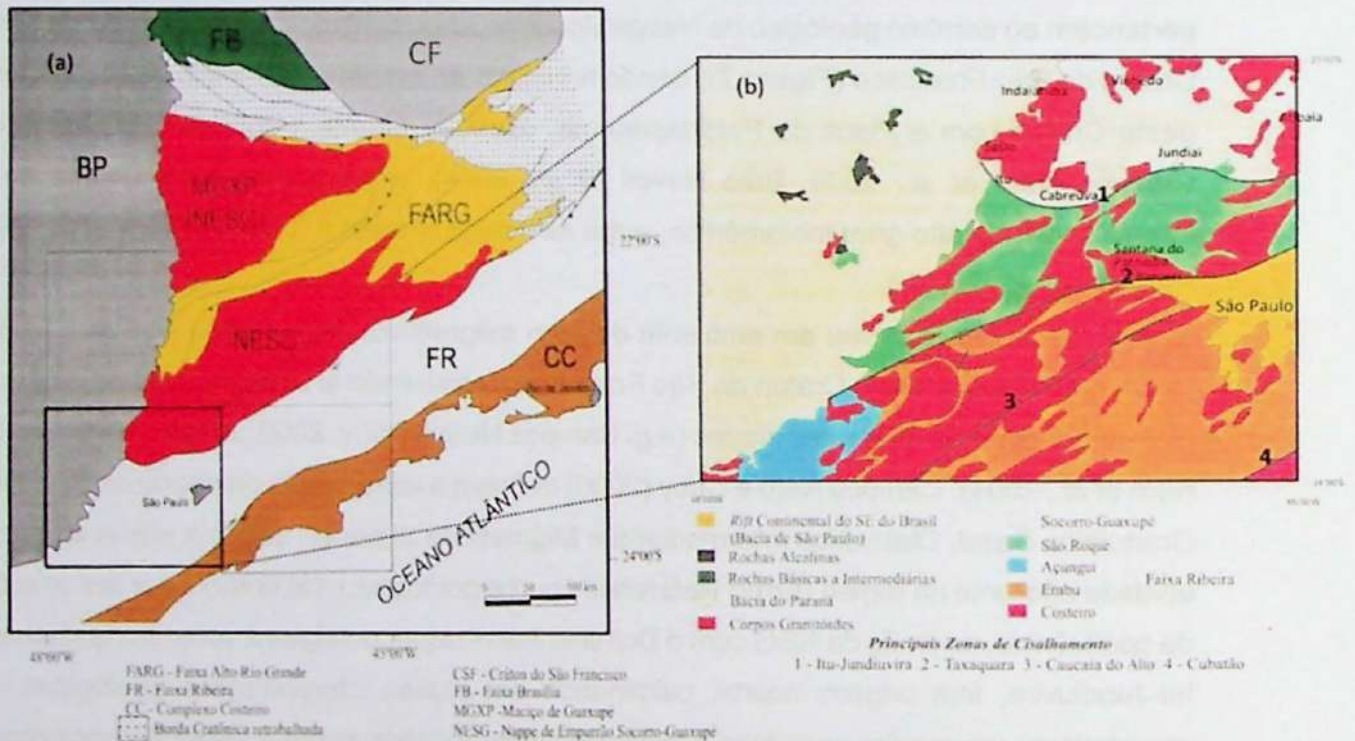
A NSG se desenvolveu em ambiente de arco magmático, onde septos da Faixa Brasília foram colocados sobre o Cráton do São Francisco, registrando aí sobreposição de estruturas e metamorfismo de diferentes idades (e.g. Campos Neto e Caby, 2000; Janasi, 1999; Campos Neto *et al.*, 2004). Campos Neto e Caby (2000) definem a estratigrafia da nappe nas Unidades Granulítica Basal, Diatexítica Intermediária e Migmatítica Superior, sendo a última a principal unidade aflorante na região (Error! Reference source not found.). No entanto por ser uma área de confluência, no limite da NSG com o Domínio São Roque, contígua à zona de cisalhamento Itu-Jundiuvira, tem origem incerta, culminando em muitas interpretações geológicas, que caracterizam um quadro complexo e ainda bastante debatido sobre a evolução geológica da região (Juliani *et al.*, 2006).

Levando em conta que a identificação destas rochas é fundamental para a reconstrução do arcabouço geológico e tectônico da região, neste trabalho de formatura foram analisados em detalhe alguns afloramentos-chave, afim de avaliar as condições de metamorfismo, as reações metamórficas e de fusão e inferir as trajetórias P-T das unidades da área.



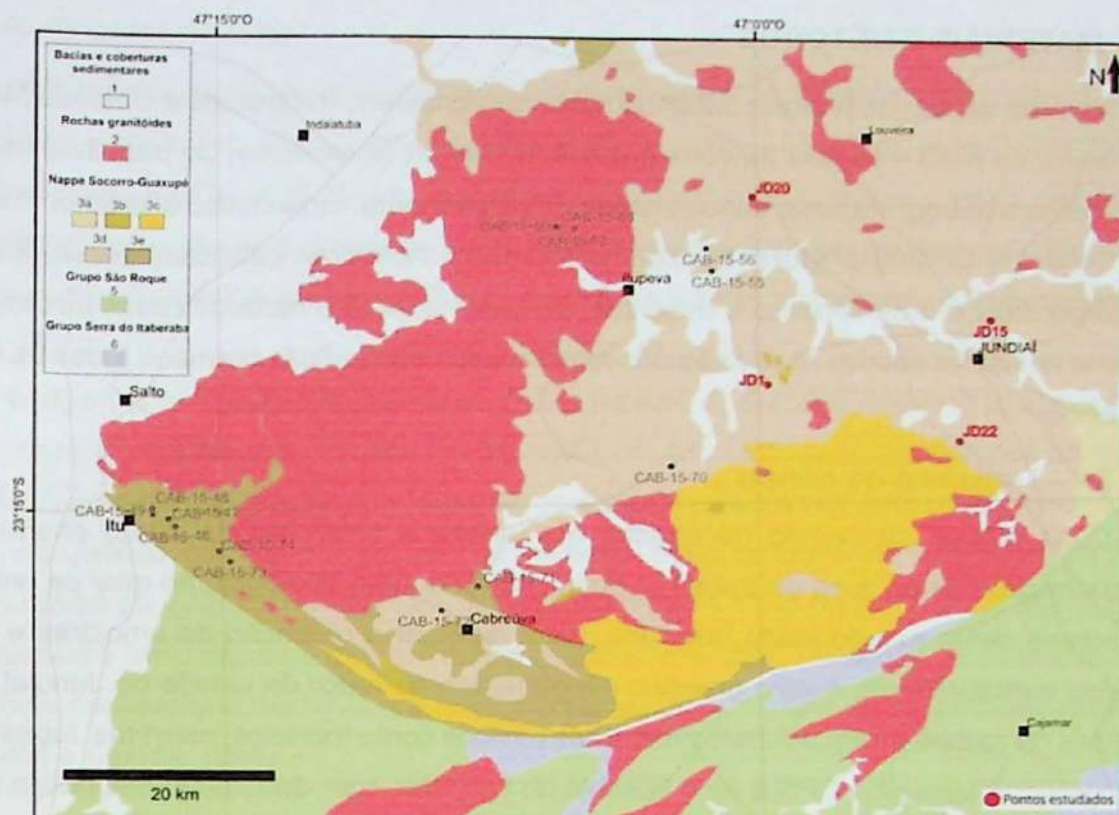


**Figura 1:** Localização da área de estudo no entorno da cidade de Jundiaí. Os indicadores amarelos mostram os afloramentos estudados. A cidade de Jundiaí é localizada a noroeste da cidade de São Paulo, dista aproximadamente 58 km da capital, e tem por acessos principais a Rodovia dos Bandeirantes (SP-348) e a Rodovia Anchieta-Anhanguera (BR-050). A Rodovia Gabriel Paulino Bueno Couto (SP-300) dá acesso à cidade de Itupeva a partir de Jundiaí. Fonte: Jundiaí, SP, 23°11'10" S e 46°53'49" W, Google Earth, imagem obtida em 09/10/2015.



**Figura 2:** (a) Principais unidades tectônicas na área limítrofe entre os estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro; (b) detalhe da compartimentação tectônica e zonas de cisalhamento da área integrada na Folha São Paulo 1:250.000. As figuras a e b, pouco modificadas, foram extraídas de Moraes *et al.* (1999). Detalhe para a área de interesse, próxima à cidade de Jundiaí, SP, pertencente à Nappe de Empurrão Socorro-Guaxupé, contígua à zona de cisalhamento Itu-Jundiuvira, no limite com o Domínio São Roque.





**Figura 3:** Mapa geológico simplificado do setor central da Província Mantiqueira, com destaque para as unidades litoestratigráficas da Faixa Brasília, na porção nordeste-leste do Estado de São Paulo e adjacências do sul de Minas Gerais (modificado e adaptado do mapa geológico da CPRM de Sachs, 1999). (1) Sedimentos da Bacia do Paraná, das bacias terciárias e depósitos aluvionares recentes; (2) rochas granitóides não individualizadas; (3) Nappe Socorro-Guaxupé - Domínio Socorro (Complexo Piracaia) 3a: (Estaurolita)-granada-sillimanita-biotita xistos a gnaisses migmatíticos, com intercalações de granada-biotita gnaisses, quartzitos, gnaisses cálcio silicáticos e anfibolitos, 3b: anfibolitos e hornblenda gnaisses e tremolita-talco xistos, 3c: Quartzitos, por vezes feldspáticos, com muscovita e magnetita, com intercalações de gnaisses cálcio silicáticos e quartzitos, 3d: Muscovita-sillimanita-granada-biotita xistos e gnaisses, migmatíticos com intercalações de gnaisses cálcio silicáticos, quartzitos e anfibolitos, 3e: (Granada+hornblenda)-biotita gnaisses tonalíticos a granodioríticos, milonitizados, com intercalações de biotita-granada-sillimanita gnaisses; (5 e 6) Faixa Ribeira, representados pelos grupos São Roque (5) e Serra de Itaberaba (6). Estão localizados os pontos realizados neste trabalho (em vermelho, com nomenclatura JD) e no estudo de Geovane Roque, sob mesma orientação (TF15/22, com nomenclatura CAB-15). O mapa foi compilado pelo Dr. Francisco de Assis Negri.

## 2 – METAS E OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho de formatura foi realizar a caracterização petrográfica (textural, estrutural, mineralógica, etc.) e geoquímica (elementos maiores, menores e traços) das rochas gnáissico-migmatíticas do embasamento cristalino em alguns afloramentos-chave, presentes no entorno da cidade de Jundiaí, SP (principalmente o afloramento JD1 na rodovia SP-300). Também objetivou-se obter mais dados sobre as relações entre as diferentes unidades que ali afloram, a fim de levantar informações relevantes sobre a evolução metamórfica (caracterização das reações metamórficas e de fusão, analisando quais minerais reagiram e quais são os produtos destas reações; se ocorreu ou não a quebra de minerais hidratados para fornecer água ao sistema e qual a contribuição desta para fundir parcialmente a rocha; e se durante o resfriamento do sistema ocorreram reações de volta entre a porção fundida que não se moveu e o resíduo que ficou para trás durante a fusão, reequilibrando quimicamente a rocha) e tectônica da área, porém sem o foco de mapeamento destas unidades geológicas.



### **3 – MATERIAIS E MÉTODOS**

Na área de estudo afloram ortognaisses e paragneisses (referentes à Unidade Migmatítica Superior da NSG – **Figura 3**), com granitos anatóticos associados. Os trabalhos de campo e as análises petrográficas se concentraram, principalmente, em extenso afloramento localizado na Rodovia SP-300 (**Figura 1**; afloramento JD1). Amostras coletadas previamente foram incorporadas a este trabalho e descritas em detalhe, sendo reclassificadas juntamente com novas amostras obtidas. A revisão das referências bibliográficas permeou todas as etapas do trabalho.

#### **3.1 - Trabalhos de campo**

Duas etapas de campo (realizadas em janeiro e setembro de 2015) ocorreram para reconhecimento da área de trabalho, definição do quadro geológico no qual as unidades de interesse deste estudo estão inseridas, além de visar a obtenção de amostras e coleta de dados estruturais em quatro grandes afloramentos ao redor da cidade de Jundiaí, SP. Nas etapas de campo foram utilizados materiais básicos como martelos, marretas, lupas, câmeras fotográficas, aparelho GPS e uma bússola do tipo Clar, com declinação magnética de 20° W.

#### **3.2 - Petrografia**

Realizaram-se análises petrográficas em 35 amostras, buscando reconhecer a mineralogia, microestruturas e texturas presentes nas rochas. As seções delgadas foram confeccionadas, pelos técnicos responsáveis, com espessura de 40 µm no Laboratório de Laminação do Instituto de Geociências (IGc)-USP. As descrições petrográficas utilizaram microscópios petrográficos modelo BX40 da marca Olympus, presentes na sala de microscopia do IGc-USP. As fotomicrografias foram obtidas em microscópio da marca Zeiss, modelo Axio imager.A2M, com câmera Zeiss AxioCam MRc acoplada, no Laboratório de Óptica do Núcleo de Apoio à Pesquisa (NAP) Geoanalítica do IGc-USP. As fichas de descrição petrográfica foram anexadas ao fim da monografia.

As abreviações de nomes de minerais, quando utilizadas, seguem o padrão definido por Whitney e Evans (2010).

#### **3.3 - Geoquímica de rocha total**

A caracterização geoquímica das rochas de interesse ocorreu por Fluorescência de raios X, em pastilha fundida e prensada (para elementos maiores e menores) e Espectrometria de Massa com Plasma Induzido Acoplado (ICP-MS; para elementos traço, incluindo os elementos terras raras). A preparação das amostras selecionadas se deu no Laboratório de Tratamento de Amostras (LTA) e as análises geoquímicas foram realizadas, pelos técnicos responsáveis, nos Laboratórios de Fluorescência de raios X e de Química do NAP Geoanalítica, todos no IGc-USP. O programa de computador MinPet (versão 2.02 – Richard, 1995) foi a ferramenta utilizada para tratar os dados de geoquímica, além de programas de desenho (Inkscape, versão 0.91) para tratamento dos gráficos e imagens.



### 3.4 - Química mineral

A obtenção de análises químicas *in situ* em minerais de interesse (*i.e.* micas, granada, feldspatos, anfibólios, clinopiroxênio, titanita e quartzo), visou caracterizar a variação composicional destes, para efeitos de comparação entre minerais com diferenças texturais e também entre as diversas amostras estudadas. As análises foram obtidas no Laboratório de Microsonda Eletrônica do IGc-USP por espectrometria por dispersão de comprimento de onda (WDS).

O equipamento utilizado foi de marca JEOL, modelo JXA-8530F HyperProbe, munido com cinco espectrômetros (um TAP, um TAPH, dois LIFL e um PETJ); sob condições de operação de 20 nA para corrente, feixe com 5 µm de espessura (exceto nos feldspatos, onde foi de 10 µm e em quartzo, com 50 µm) e 15 kV de voltagem de aceleração (no quartzo foi de 20 kV).

Os dados de química mineral também serviram como base para o cálculo das condições de pressão e temperatura a que as rochas foram submetidas, utilizando os termobarômetros descritos na literatura, como Zr em titanita (Hayden *et al.*, 2008) e par anfibólio-plagioclásio (Holland e Blundy, 1994).

## 4 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 - Contexto Regional

A área de estudo, nas proximidades da cidade de Jundiaí, é foco de diversos estudos regionais de temáticas variadas, sendo, portanto, alvo de muitas interpretações geológicas, às vezes contrastantes. Isto caracteriza um quadro complexo e ainda bastante debatido sobre a evolução da região [ver mapas geológicos e notas explicativas 1:50.000 (Batista *et al.*, 1986) e 1:100.000 (Juliani *et al.*, 2006), este último ainda não disponível na base de dados da CPRM].

No contexto geotectônico, a área de estudo se insere no Domínio Socorro, porção mais setentrional da Nappe Socorro-Guaxupé (Campos Neto e Caby, 2000; Trouw *et al.*, 2013), sendo limitado a norte pela zona transcorrente de Jacutinga (Penalva e Wernick, 1973) em contato tectônico com as unidades da Faixa Alto Rio Grande (Morais *et al.*, 1999) e a sul pela zona transcorrente Itu-Jundiuvira (Hasui e Sadowski, 1972) em contato com as unidades da Faixa Ribeira (*e.g.* Grupo São Roque). Esta região, assim como outras áreas próximas, envolve diversos terrenos com evolução policíclica e polifásica, abrangendo rochas de idades Arqueanas até Eopaleozóicas em múltiplas unidades geológicas, geradas ou retrabalhadas intensamente durante os Ciclos Transamazônico e Brasileiro (Almeida *et al.*, 1976).

Considerando os registros geológicos presentes da região, há certa concordância de que o último grande evento tectônico que ocorreu está relacionado com a convergência de placas. Processos de subducção, seguidos de colisões de massas continentais antigas, durante o Neoproterozóico e o período Cambriano, culminaram na formação do continente Gondwana



(Hasui, 2010). Consequentemente, temos nestes períodos a formação de diversos arcos magmáticos (e.g. Arco Magmático de Goiás, Guaxupé, Socorro e Mara-Rosa) e faixas móveis (e.g. Faixa Brasília, Ribeira e Araçuaí) que interagiram entre si, gerando grandes zonas de cavalgamento e de cisalhamento (Hasui, 2010; Brito Neves *et al.*, 2014).

Neste contexto Neoproterozóico, alguns autores (e.g. Janasi, 1999; Campos Neto *et al.*, 2004; Trouw *et al.*, 2013) incluem a formação da Nappe Socorro-Guaxupé (NSG), um terreno alóctone, colocado na forma de uma espessa lasca tectônica (ca. 15km) de rochas de alto grau metamórfico sobre rochas supra-crustais de menor grau. Campos Neto e Caby (2000) caracterizam a presença de granulitos empobrecidos nas porções basais da Nappe e rochas migmatíticas nas porções intermediárias e superiores. Janasi (1999) e Martins (2005) fornecem evidências para a correlação genética dessas rochas com pequenos plútons graníticos de origem anatética (e.g. granito Nazaré Paulista de 625 Ma). Esta correlação entre os migmatitos da NSG com granitos anatéticos é um forte indício de que ocorreu grande taxa de fusão parcial da crosta neste local, possibilitando a migração e acúmulo de líquidos silicáticos durante o evento Brasileiro.

No contexto geomorfológico, Hasui *et al.* (1978) caracterizam dois domínios distintos: o das rochas granitoides e quartzíticas que sustentam relevos mais altos e serranias (e.g. Serra do Japi) e o domínio dos gnaisses e xistos, variavelmente migmatizados, que formam áreas mais baixas e de elevações suaves e arredondadas. Deste modo, os autores definiram na área uma sequência inferior, predominantemente pelítica, que sofreu migmatização e outra superior, de origem psamo-pelítica com evidências de intrusões graníticas. Os autores ressaltam que ocorre certa transição entre as duas sequências e também evidências de intercalações entre elas.

No contexto histórico da geologia regional, Ebert (1971) foi o primeiro a caracterizar as unidades da região entre os Grupos Amparo e Itapira, onde estes se colocariam em megaestruturas anticlinais e sinclinais, respectivamente. Além disto, o autor determina que o metamorfismo experimentado por ambos grupos ocorreu em diferentes intensidades, de maior grau no Grupo Amparo e menor grau no Itapira, evidenciado pela menor taxa de anatexia e granulações mais finas no último.

Wernick *et al.* (1976) aceitaram as definições feitas por Ebert (1971) e acabaram por separar, no nível regional, uma sequência mais jovem, de idade brasileira (caracterizada pelo Grupo Itapira), de seu embasamento, de idade transamazônica (definido como Grupo Amparo).

Hasui *et al.* (1978) classificam, assim, os metassedimentos migmatizados na região da Serra do Japi como sendo parte do Grupo Amparo, os incluindo na Formação Ermida, caracterizada por migmatitos estromáticos com paleossoma constituído principalmente por biotita xistos e quartzo-biotita xistos, com variações locais para porções mais gnáissicas. O neossoma usualmente é granítico, com ocorrências de pegmatitos, e mais raramente, aplitos.



Os autores definiram estas rochas como formadas durante o metamorfismo regional do evento Transamazônico, atingindo fácies anfibolito, sendo deformadas e ao mesmo tempo migmatizadas, também sofrendo intrusões graníticas sintectônicas. Segundo os autores, ainda ocorre na região, ao fim do evento Brasileiro, intrusões graníticas pós-tectônicas e formação de grandes falhas transcorrentes.

Wernick e Artur (1983) identificam na área rochas infra-crustais de idade arqueana, retrabalhadas no evento transamazônico, e rochas supra-crustais mais novas. Deste modo, classificam o Grupo Amparo como inteiramente ortometamórfico, sendo caracterizado como embasamento do Grupo Itapira, composto pelas sequências metassedimentares mais novas.

Campos Neto *et al.* (1983) confeccionaram os mapas geológicos em escala 1:50.000 das folhas de Igaratá e Piracaia e propuseram que as rochas gnáissicas–migmatíticas e xistos dos grupos Amparo ou Itapira, fossem agrupadas no Complexo Piracaia, este sendo formado por gnaisses milonitizados e gnaisses parcialmente migmatizados, com grandes pacotes de mica xistos no topo e granitoides intercalados.

Batista *et al.* (1986) em seu mapa geológico 1:50.000 na região de Jundiá, caracterizam as unidades migmatíticas como parte do Grupo Itapira, onde estas apresentam estrutura predominantemente estromática, de mesossoma gnáissico, com bandas finas (milimétricas) quartzo-feldspáticas alternadas com bandas micáceas com granada, e neossoma granítico, de textura porfirítica, com abundância de granada e pobre em biotita. Também se fazem presentes alguns *boudins*, de diversas dimensões, de material anfibolítico, composto por hornblenda e plagioclásio, com biotita, quartzo, zircão, titanita, apatita e opacos subordinados. Na localidade da Fazenda Ermida, ao pé da Serra do Japi, os autores indicam a presença de um ortogneisse de estrutura bandada a foliada, composto por leitos milimétricos de biotita e hornblenda intercalados com lentes de quartzo, plagioclásio e microclínio; titanita, zircão e apatita perfazem os minerais acessórios.

Artur (1988) definiu que os xistos, gnaisses e migmatitos aflorantes na região de Jundiá pertenceriam ao Grupo Itapira e que as rochas ortoderivadas do embasamento (Grupo Amparo) ocorreriam apenas em pequenos núcleos restritos.

Artur (2003) manteve a definição de que na região predominam as rochas do Grupo Itapira, formado por paragneisses bandados, migmatizados em grau variável, com intercalações principalmente de xistos, quartzitos, anfibolitos, também ocorrendo uma unidade de migmatitos evoluídos, apresentando leucossoma com granada, muscovita e sillimanita. O autor ainda define uma unidade composta por migmatitos polifásicos, de leucossoma granítico a granodiorítico e mesossoma ortogneissico (composição tonalítica, trondjemítica a quartzo diorítica), de ocorrência local na região e associados a rochas básicas, sendo caracterizados como parte do embasamento (Grupo Amparo).

Segundo Campos Neto *et al.* (2004) temos na região de Jundiá o afloramento das unidades Diatexíticas Intermediárias, onde predominam biotita e biotita-granada diatexitos, de



leucossoma granítico rosado, derivados da fusão por quebra de biotita, de fontes metaluminosas a peraluminosas com enclaves metassedimentares de gnaisses kinzigíticos (Spl-Sil-Crd-Grt) e da Unidade Migmatítica Superior, definida por migmatitos estromáticos, que possuem mesossomas com assinaturas químicas e isotópicas de metagrauvacas e de metapelitos.

Juliani *et al.* (2006) fazem uma análise da bibliografia disponível até o momento e juntamente com observações de campo, caracterizam claramente a ocorrência predominante do Grupo Itapira (rochas metamórficas paraderivadas) no Domínio Socorro-Guaxupé, com presença local e subordinada do Grupo Amparo (migmatitos polideformados e polimetamorfizados, mais primitivos, com paleossoma de composições quartzo dioríticas, tonalíticas e trondjemíticas). Deste modo, os autores incluem as unidades migmatíticas descritas na região como parte das Formações Jarinu, previamente conhecida como Ermida (gnaisse paraderivados laminados a finamente bandados, de granulação fina e composição granodiorítica com biotita, muscovita e alguma granada; e ortoderivados, de estruturas variadas e composição quartzo monzodiorítica com hornblenda, biotita e diopsídio, principalmente nos restitos) e Louveira (paragnaisse migmatizados em intensidade variada, predominantemente estromáticos, mas milonitizados e dobrados subordinadamente, com leucossoma granítico cinza a róseo, usualmente com granada, muscovita, biotita e sillimanita, em parte ocorrendo como fibrolita), ambas do Grupo Itapira. Conforme foi observado pelos autores, as rochas migmatíticas ocorrem preferencialmente em regiões próximas e ao redor dos corpos graníticos.

A partir de levantamentos de campo, Juliani *et al.* (2006) caracterizam uma continuidade espacial entre os xistos, gnaisses e migmatitos do Grupo Itapira da região de Jundiá com as rochas definidas como parte do Complexo Piracaia por Campos Neto *et al.* (1983). Os autores consideram, portanto, que estes litotipos são os mesmos e devido à correlação entre as unidades, aconselham o abandono do termo Complexo Piracaia, e a manutenção do Grupo Itapira, uma vez que este já é consagrado na literatura.

Heilbron *et al.* (2008a) definem as unidades da NSG como: Unidade Granulítica Inferior, composta por granada-biotita-ortopiroxênio granulitos bandados, de composição enderbítica a charno-enderbítica; Unidade Diatexítica Intermediária, caracterizada por migmatitos estromáticos metaluminosos, com mesossoma de hornblenda-biotita-clinopiroxênio gnaisses tonalíticos a dioríticos e leucossoma tonalítico cinza-claro associado a melanossoma com biotita e hornblenda. Ocorrem faixas intercaladas de gnaisses kinzigíticos e granada-diopsídio-escapolita gnaisses calcissilicáticos; Unidade Migmatítica Superior, onde predominam (cordierita)-sillimanita-granada-biotita gnaisses bandados, com leucossoma graníticos localmente com granada. Ortognaisses tonalíticos a graníticos cinzentos ocorrem em meio à pilha metassedimentar.



Freitas *et al.* (2012) caracterizam as rochas do Complexo Metamórfico Mostardas, na região de Socorro, principalmente como biotita gnaisses e hornblenda-biotita gnaisses, associados a granulitos máficos e alaskíticos, gnaisses charnockíticos a enderbíticos e sillimanita-granada-biotita gnaisses. Os Hbl-Bt gnaisses apresentam estrutura bandada, composição granítica a granodiorítica com presença de ortoclásios pertíticos e plagioclásio antipertítico e ocorrem migmatizados, com duas gerações de leucossomas. A primeira, de composição granodiorítica e cor cinza, ocorre dobrada. A segunda, de composição granítica e cor rósea, corta os primeiros leucossomas. Os sillimanita-granada-biotita gnaisses ocorrem com estrutura bandada, granulação média a grossa e fortemente foliados, com textura grano-lepidoblástica a grano-porfiroblástica. Estes se apresentam cisalhados em graus variados chegando a membros mais miloníticos e recristalização de sillimanita para fibrolita. Os autores também realizaram cálculos termobarométricos para estes gnaisses paraderivados, fornecendo condições de 660 a 680 °C e 3,4 a 3,8 kbar para a associação.

Gengo (2014) ressalta a presença de duas associações migmatíticas principais no Domínio Socorro: ortognaisses metatexiticos, ocorrendo como embasamento das rochas granitoides e gnaisses diatexiticos gerados por fusão parcial sin-orogênica. Os ortognaisses metatexiticos apresentam bandamento fino, granulação fina a média e composição granodiorítica a diorítica com quartzo, plagioclásio (oligoclásio a andesina), microclínio, biotita e hornblenda (às vezes em pseudomorfos de piroxênio) e epidoto, apatita, titanita, allanita, zircão e opacos como acessórios. Também possuem leucossomas sienograníticos de cor rósea *in source*, de granulação média a grossa; e esbranquiçado *in situ*, de granulação fina a média. Já os gnaisses diatexiticos apresentam bandamento fino, granulação média a grossa e composição quartzo diorítica, com plagioclásio (andesina com antipertitas), quartzo, ortopiroxênio, clinopiroxênio, hornblenda e biotita; apatita, zircão, opacos, actinolita (retrometamórfica), sericita e carbonatos (secundários) constituem os acessórios. A autora também caracteriza um diatexitito paraderivado subordinado, com bandamento fino (foliação milonítica presente) e granulação média, composto por quartzo, biotita, sillimanita, granada, feldspato potássico e plagioclásio.

#### 4.2 – Trabalhos Experimentais com Fusão de Rochas

Wolf e Wyllie (1991) realizaram testes em amostras de um anfibolito coletado na região centro-oeste do Cinturão Metamórfico Foothills, do Batólito Sierra Nevada, Califórnia, EUA (**Tabela 1**). A rocha apresentava granulação fina a média, ocorrendo sem uma foliação bem marcada, apenas forte lineação mineral. A composição modal é de hornblenda (70%) e plagioclásio anortítico (30%), onde os teores de Na<sub>2</sub>O e K<sub>2</sub>O (1,7 e 0,2 wt%, respectivamente) indicam um protólito de álcali olivina basalto, segundo os autores.

Nestes experimentos determinou-se que o anfibolito começa a fundir a 850°C (muito abaixo das temperaturas de 925-1000°C deduzidas, calculadas ou medidas previamente) nos



contatos entre hornblenda e plagioclásio e continua a se formar nestes locais até que um dos reagentes seja totalmente consumido. O clinopiroxênio formado geralmente não está em contato com o líquido e o plagioclásio. Portanto, os autores concluíram que as reações que formam este mineral e líquido procederam independentemente, o que indica a ocorrência da reação *subsolidus* ( $\text{Hbl} \leftrightarrow \text{Cpx} + \text{Vapor}$ ). Isto implica que mais  $\text{H}_2\text{O}$  que o necessário fica disponível para saturar o líquido, indicando que o líquido e a rocha tornam-se saturados com vapor, gerando a reação  $\text{Hbl} + \text{Pl} + \text{Vapor} \leftrightarrow \text{Liq}$ .

As reações ( $\text{Hbl} + \text{Pl} \leftrightarrow \text{Cpx} + \text{Liq.}$ ) e ( $\text{Hbl} \leftrightarrow \text{Cpx} + \text{Liq.}$ ) começam a ocorrer acima de  $900^\circ\text{C}$ , ou seja, clinopiroxênio só participa diretamente da reação de fusão a partir dessa temperatura. A  $990^\circ\text{C}$  um líquido tonalítico coexiste com uma assembleia de fácies granulito (clinopiroxênio, granada, ortopiroxênio e plagioclásio).

As frações de líquidos geradas aumentam de aproximadamente 1% a  $850^\circ\text{C}$  para 5% a  $900^\circ\text{C}$  e até perto de 50% a  $1000^\circ\text{C}$ . Os autores verificaram que valores em torno de 2% de líquido saturado em  $\text{H}_2\text{O}$  já são capazes de envolver quase completamente os grãos de plagioclásio.

O estudo constatou que o líquido forma bolsões poligonais de forma irregular que variam em tamanho de 5 a  $20\ \mu\text{m}$ . Muitos possuem bordas retas, sendo controladas pelas estruturas cristalinas das fases ao lado, com ângulos que variam de  $30^\circ$  a  $120^\circ$ . Não foram encontradas evidências de que este estaria se movendo da região em que foi gerado, apesar de haver confirmação que ocorreu interconectividade plena entre todos os bolsões de fundido (indicado pela isonomia composicional, inclusive de contaminações externas de NaCl).

Portanto, os resultados obtidos por Wolf e Wyllie (1991) demonstram que clinopiroxênio é gerado inicialmente por processos *subsolidus* de desidratação dentro de cristais de hornblenda. A  $875^\circ\text{C}$ , crescimento de clinopiroxênio se dá no centro de grãos de hornblenda, produzindo texturas de aglomerados de clinopiroxênio envoltos por auréolas de hornblenda.

Já no trabalho publicado em 1993, Wyllie e Wolf definem duas reações principais de fusão por desidratação: (1) a baixas pressões –  $\text{Hbl} + \text{Pl} \leftrightarrow \text{Cpx (augita)} + \text{Liq.}$ ; e (2) a pressões acima de 11 kbar –  $\text{Hbl} + \text{Pl} \leftrightarrow \text{Grt} + \text{Cpx (jadeita)} + \text{Liq.}$  Os experimentos mostram que a presença de quartzo abaixa a temperatura do *solidus*, o que é reforçado pela liberação de água da biotita. A curva de consumo da hornblenda se apresenta aproximadamente vertical no gráfico PxT, variando entre 1 e 11 kbar em temperaturas próximas de  $900^\circ\text{C}$ . Os experimentos são consistentes com as hipóteses de que resíduos granulíticos são produzidos pela separação de líquidos aquo-silicáticos através da fusão parcial de rochas na crosta.

O material inicial no estudo conduzido por Vielzeuf e Montel (1994) consistiu em uma metagrauvaca rica em quartzo, coletada no Vallée de la Beaume (Série Cévenole), em Ardèche, França (Tabela 1). É composta por quartzo (40%), plagioclásio ( $\text{An}_{22}$  – 32%) e biotita (25%), com apatita, zircão, monazita, turmalina e pirita como acessórios. Os autores identificaram que em todos os experimentos ocorreu um aumento no conteúdo de ortoclásio



do plagioclásio residual, indicando que feldspato potássico é definitivamente produto da reação de fusão. Analisando todos os experimentos, os autores concluíram que, como previsto pelos modelos petrogenéticos, a fase envolvida na reação de fusão da assembleia ( $Qz + Bt + Pl$ ) é bastante dependente da pressão do sistema, onde a baixas pressões ( $< 500$  MPa), cordierita e ortopiroxênio se formam em equilíbrio com o fundido; e em pressões iguais ou maiores que 500 MPa, granada está presente no lugar de cordierita. Em altas temperaturas o principal produto encontrado é espinélio. Na reação modelo  $[Bt + Pl + Qz \leftrightarrow Opx + Crd (Grt \text{ ou } Spl) (+ Kfs_{em\ Plg}) + Liq]$  para a fusão parcial anidra de metagrauvacas aluminosas, o consumo completo de biotita indica o fim da reação. Porém os autores também indicam que a fusão por desidratação da biotita pode ocorrer por outras reações que não envolvam o ortopiroxênio (e.g.  $Bt + Pl + Qz \leftrightarrow Grt (+ Kfs_{em\ Plg}) + Liq.$ ), dado que a aparição deste não coincide sempre com o início da fusão. A fusão parcial de metapelitos ocorre a temperaturas ( $850 \pm 20$  °C) menores do que a fusão de metagrauvacas aluminosas ( $930 \pm 40$  °C), onde a região P-T entre  $800 \pm 50$  °C a 200 MPa e  $900 \pm 50$  °C a 1000 MPa representa o domínio em que os metassedimentos mais comuns sofrem fusão sob condições anidras.

O trabalho de Patiño Douce e Beard (1995) realizou experimentos em dois compostos sintéticos de composições simplificadas (**Tabela 1**), consistindo em uma mistura de minerais selecionados por catação ( $Qz + Pl + Bt$  ou  $Hbl$ ). Uma combinação apresentava apenas biotita como mineral hidratado (biotita gnaiss sintético - SBG) e outra somente hornblenda (quartzo anfíbolito sintético – SQA).

Experimentos pareados de fusão e cristalização mostram que biotita e hornblenda ocorrem estáveis na presença de líquidos fortemente insaturados em  $H_2O$  e indicam que a geração de fundidos é principalmente por reações de fusão por desidratação, ao invés de reações de desidratação em subsolidus seguida de fusão com presença de vapor (voláteis).

O estudo indica que as reações de fusão por desidratação de hornblenda e biotita ocorrem na mesma faixa de temperatura (apenas no experimento a 7 kbar que a reação da biotita ocorre a temperaturas levemente menores do que a da hornblenda). Onde as principais reações envolvidas são: para SBG, de 3 a 10 kbar,  $Bt + Pl + Qz = Opx + \text{óxidos} + Liq.$ ; para SQA, a  $P < 10$  kbar,  $Hbl + Qz = Pl + Cpx + Opx + \text{óxidos} + Liq.$  e, a  $P > 10$  kbar,  $Hbl + Qz + Pl = Grt + Cpx + Opx + \text{óxidos} + Liq.$  A presença de clinopiroxênio é sempre dominante como fase peritética.

Nos testes com SBG, clinopiroxênio (augita rica em Na) ocorre apenas a partir de 15 kbar e  $T > 950$  °C. Já nos experimentos com SQA, clinopiroxênio está sempre presente, mas juntamente com ortopiroxênio.

Em ambos os experimentos, o plagioclásio se torna gradualmente mais cálcico com o aumento da P. No entanto, a partir de 10 kbar, começa a se tornar mais sódico com a continuidade do aumento de pressão. O feldspato alcalino é sempre uma fase menor na fusão por desidratação, evidenciado pela sua baixa abundância modal nos experimentos.



Diferentemente, a granada aparece como produto das reações de fusão em ambas composições, a pressões acima de 13 kbar. O aumento de pressão faz com que o par granada + clinopiroxênio tornem-se os principais componentes nas assembleias residuais de ambas composições iniciais.

Fusão por desidratação do SBG gera de 4 a 6 vezes mais volume de material fundido do que granada, e proporções semelhantes entre granada e piroxênios (Opx a 12,5 kbar, Opx + Cpx a 15 kbar). A produção de líquidos pelo SQA é levemente menor, mas clinopiroxênio sempre predomina em relação a granada.

O conteúdo de F dos anfibólios aumenta com a temperatura a pressões constantes. O teor de Ti aparenta uma pobre correlação com a temperatura. Na biotita, seu teor aumenta com a temperatura sob pressões constantes e apresenta grande influência na estabilidade da biotita nas reações de fusão por desidratação.

Já para a hornblenda, os teores de álcalis e Al apresentam maior efeito na sua estabilidade. Sob temperaturas constantes, a reação da hornblenda produz líquidos levemente mais máficos (graníticos-granodioríticos) e em menor quantidade que a reação da biotita (líquidos graníticos).

O estudo realizado por Patiño Douce (2005) utilizou como material inicial um tonalito calcialcalino coletado no Batólito Sierra Nevada, Califórnia, EUA (**Tabela 1**). A rocha era composta por plagioclásio An<sub>30</sub> (45%), quartzo (20%), biotita (13%), hornblenda (13%), feldspato potássico (7%) e óxidos de Fe-Ti (2%), com valores possivelmente em torno de 1% de água estrutural nos minerais. O autor encontrou que dos dois minerais hidratados presentes no material inicial, apenas biotita foi preservada nos experimentos supersolidus (a 15 kbar), onde nenhum anfibólio foi observado. A reação  $Bt + Pl + Qz \leftrightarrow Cpx + Kfs + Liq.$ , descrita pelos autores, apresenta estabilidade em condições de pressão entre 12 e 15 kbar e temperaturas menores que 900 °C.

Os principais piroxênios encontrados foram augita e onfacita nas pressões maiores. Granada é um produto comum a todos os testes, indicando a grande tendência para formar este mineral sob pressões maiores que 15 kbar. A composição do vidro (porção fundida que congelou) é homogênea, rica em sílica e alumina, que conferem caráter peraluminoso e leucocrático, com composição granítica. A curva *solidus* para fusão por desidratação de rochas tonalíticas ocorre a temperaturas maiores do que a *solidus* para sistemas com água livre presente. O autor indica que uma possível razão para a diferença de comportamento das curvas *solidus* entre sistemas anfibolíticos e tonalíticos é a presença de feldspato potássico no último, que possibilita a eliminação dos anfibólios por reações que mantêm a água no sistema (formando minerais hidratados).



**Tabela 1:** Valores de química de rocha total das amostras utilizadas nos experimentos de fusão citados.

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	FeO <sub>T</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Total
Anfibolito (Wolf e Wyllie, 1991)	48,7	14,5	0,4	8,5	0,2	10,9	14,9	1,7	0,2	100,0
Metagrauvaca (Vielzeuf e Montel, 1994)	69,99	12,96	0,7	4,87	0,06	2,36	1,67	2,95	2,41	99,86
Biotita Gnaiss Sintético (Patiño Douce e Beard, 1995)	63,6	12,3	2,5	7,6	0,1	4,6	2,1	1,9	3,6	100,1
Quartzo Anfibolito Sintético (Patiño Douce e Beard, 1995)	60,4	11,3	1,7	7,9	0,2	6,7	7,6	1,9	0,7	99,9
Tonalito (Patiño Douce, 2005)	60,76	16,87	0,89	5,85	n.d.	2,65	5,33	3,83	2,54	98,72

## 5 – RESULTADOS OBTIDOS

### 5.1 – Petrografia

As rochas examinadas neste trabalho são todas referentes aos afloramentos visitados durante as etapas de campo (**Figura 1**). As amostras numeradas de JD1 a JD14, e suas subdivisões, são representativas do principal afloramento estudado (JD1, localizado no km 70 da rodovia SP-300). Já as outras amostras, são referentes a seus pontos homônimos (*i.e.* JD15, JD20 e JD22). As rochas analisadas foram categorizadas em 7 grupos maiores, relativos às suas caracterizações petrográficas. Estes grupos são apresentados a seguir:

#### 5.1.1 – Sillimanita-Granada-Biotita Gnaisses

Este grupo de amostras possui foliação bem marcada, paralela ao bandamento composicional fino a médio (alternando bandas máficas e félsicas, de milimétricas a até 2 cm de espessura). Apresenta textura nematolepidoblástica nas bandas escuras (com sillimanita e biotita, subordinadamente muscovita e clorita, definindo a foliação – Anexo 1, Prancha 3-A), granoblástica irregular a ameboide nas lentes quartzo-feldspáticas e também porfiroblástica (Anexo 1, Prancha 3-B), sendo definida por cristais mais grossos de granada disseminados na matriz (de granulação fina a média). A mineralogia destas rochas é marcada por: quartzo (30-35%), biotita (20-30%), granada (10-20%), sillimanita (10-20%), plagioclásio (5-12%) e feldspato alcalino (5-10%). Como minerais acessórios é comum a presença de clorita, muscovita, opacos, monazita e, mais raramente, turmalina (Anexo 1, Prancha 3-C).

Quartzo ocorre xenomórfico com extinção ondulante, comumente intersticial e no contato entre diversos grãos, com aspecto ameboide. Também presente como cristais maiores com inclusões aciculares de fibrolita (Anexo 1, Prancha 3-D). Pode apresentar contatos lobados com feldspatos (Anexo 1, Prancha 3-E) e biotita. Localmente ocorrem mirmequitas nos contatos com alguns cristais de plagioclásio.

A biotita é idiomórfica de coloração avermelhada a castanha, podendo apresentar uma alteração anômala em suas bordas (Anexo 1, Prancha 3-F). É o mineral que define a foliação,



mas alguns raros cristais podem aparecer discordantes da orientação principal contornando e inclusos nos porfiroblastos de granada.

Granada se apresenta subidiomórfica a xenomórfica, bastante poiquiloblástica a esquelética (com diversas inclusões de quartzo, plagioclásio e biotita, paralelas à foliação, e uma mica verde preenchendo fraturas oblíquas à esta – Anexo 1, Prancha 4-A), apresenta sombras de pressão ao seu redor, com a foliação principal contornando os porfiroblastos (Anexo 1, Prancha 4-B).

Sillimanita aparece subidiomórfica ou com hábito fibroso (fibrolita), concordante com a foliação e formando aglomerados fibrosos (aspecto de ninhos). Usualmente apresenta suas bordas alteradas, com aparência turva e agregados de clorita e muscovita a sua volta.

Plagioclásio ocorre xenomórfico (levemente arredondado a, mais raramente, intersticiais) com geminação múltipla ou fortemente zonados (com bordas albiticas bem marcadas – Anexo 1, Prancha 4-C). Apresentam teor de anortita em torno de 30%, sendo classificados como oligoclásio a andesina. Inclusões de quartzo arredondado e biotita subidiomórfica são comuns. Ocorrem moderadamente alterados, com micro-inclusões de sericita.

O feldspato alcalino se apresenta bastante xenomórfico (com aspecto intersticial e contatos lobados com os outros minerais – Anexo 1, Prancha 3-E). Muitos cristais ocorrem com geminação em grade (principalmente nas fases claramente intersticiais), mas também aparecem como cristais maiores (com tendências mais granoblásticas), com geminação simples, extinção em quadrantes ou pertíticos (Anexo 1, Prancha 4-D).

Clorita e muscovita aparecem como pequenos cristais sub- a idiomórficos, normalmente concordantes à foliação e crescendo sobre outros minerais (*e.g.* biotita, sillimanita e granada – Anexo 1, Prancha 4-E) como produtos de reequilíbrio sob temperaturas mais baixas (*i.e.* retro-metamorfismo).

Os opacos podem ocorrer sem forma definida, com hábito cúbico ou lenticulares. Normalmente estão orientados na foliação ou formando pequenas cadeias de minerais alinhados, paralelas a ela.

Leucossoma está presente parcialmente segregado (Anexo 1, Prancha 4-F), com bordas difusas, em algumas amostras. Este forma lentes quarto-feldspáticas milimétricas (chegando a até 3 cm), concordantes com a foliação do mesossoma. Exibem estrutura maciça e textura hipidiomórfica inequigranular fina a média. Sua composição é sienogranítica, com plagioclásio subidiomórfico associado a quartzo e feldspato alcalino (microclínio) xenomórficos. Um pouco (menos de 5%) de biotita, granada e/ou muscovita pode aparecer em meio às lentes félsicas.

Também estão presentes alguns diques quartzo-feldspáticos leucocráticos, de espessuras centimétricas, cortando os gnaisses. Estes apresentam estrutura maciça, com textura hipidiomórfica, inequigranular média e composições variando entre sienograníticas e monzograníticas.



### 5.1.2 – *Biotita Gnaisses com Granada*

Estas amostras apresentam estrutura foliada, com bandamento composicional concordante, alternando bandas milimétricas máficas e félsicas. Sua textura é lepidogranoblástica, com a foliação sendo definida por biotita, em meio a lentes quartzo-feldspáticas granulares, de contato irregular a localmente poligonizado (Anexo 1, Prancha 5-A). Quanto à composição mineral, o grupo é marcado por: quartzo (20-60%), plagioclásio (20-40%) e biotita (10-40%). Como fases acessórias estão presentes feldspato alcalino (0-10%), muscovita (0-10%), granada, opacos, apatita, clorita e, raramente, sillimanita, epidoto, turmalina, carbonatos e monazita ( $\pm$  zircão). No caso do feldspato alcalino, apenas uma amostra apresentou alta proporção deste (10%). Na maioria das amostras este era inexistente ou ocorrendo em baixa quantidade, justificando sua classificação como fase acessória.

Quartzo se apresenta sempre xenomórfico, com bordas irregulares a localmente lobadas e de aspecto ameboide (Anexo 1, Prancha 5-B). Extinção ondulante fica bem marcada nos cristais mais grossos, mas normalmente é inexistente ou muito leve. Pode ocorrer como agregados de grãos mais finos, recristalizados, de contato exterior arredondado. Apresenta inclusões arredondadas de plagioclásio e biotita subidiomórfica.

Plagioclásio ocorre como cristais xenomórficos a subidiomórficos, com grau variado de alteração, de inexistente até pseudomorfos quase totalmente substituídos por sericita. Quando xenomórfico, apresenta contatos lobados e leve aspecto intersticial. Pode ocorrer com geminação múltipla ou zonado e possui teor de anortita em torno de 30% (composição de oligoclásio a andesina). Apresenta inclusões arredondadas de quartzo, opacos e, raramente, turmalina e de biotita subidiomórfica (Anexo 1, Prancha 5-C).

Biotita é idiomórfica a subidiomórfica, com coloração marrom avermelhado a tons esverdeados escuros. Ocorre principalmente definindo a foliação, mas também aparece como cristais desorientados (Anexo 1, Prancha 5-D). Apresenta algumas poucas inclusões de quartzo e também raros halos pleocróicos formados por inclusões de zircão e monazita.

Feldspato Alcalino ocorre como cristais xenomórficos (contatos lobados e intersticial), fraturados e normalmente pertíticos (Anexo 1, Prancha 5-E), mas também com geminação em grade (principalmente nas fases mais intersticiais).

Muscovita é idiomórfica e concordante à foliação. Está sempre associada à biotita, normalmente nas bordas e crescendo sobre esta.

Granada ocorre xenomórfica, fraturada e bastante poiquiloblástica a esquelética (inclusões de quartzo, plagioclásio, biotita e opacos orientados subparalelos à foliação). Está presente sempre próxima aos acúmulos de leucossoma, com cristais de muscovita, clorita e biotita crescendo sobre suas bordas (Anexo 1, Prancha 5-F).

Os minerais opacos são xenomórficos a levemente prismáticos. Podem estar orientados conforme a foliação, mas também aparecem discordantes desta. Ocorrem normalmente associados à biotita.



Apatita aparece como pequenos cristais subidiomórficos, normalmente associada às lentes quartzo-feldspáticas e inclusa nestes minerais. Quando mais prismática, pode ocorrer orientada conforme a foliação (Anexo 1, Prancha 6-A).

Clorita subidiomórfica aparece ao redor dos cristais de biotita e também como polimorfos desta orientados na foliação.

Sillimanita ocorre em apenas uma amostra analisada, como aglomerados de cristais com hábito fibroso (fibrolita) e aspecto de ninhos de pássaros (Anexo 1, Prancha 6-B). Aparecem com coloração escurecida e turva, com aparência alterada (pequenos cristais de muscovita no meio dos “ninhos”).

Carbonatos formam raras lentes concordantes à foliação.

As amostras deste grupo apresentam leucossoma parcialmente segregado, de bordas difusas com o mesossoma, podendo estar concordantes com a foliação, mas também discordantes desta. Possuem estrutura maciça, com textura hipidiomórfica inequigranular fina a grossa e composição monzogranítica (plagioclásio subidiomórfico, quartzo e feldspato alcalino, microclínio a pertítico, xenomórficos). Também ocorrem, em baixas porcentagens, cristais de biotita (fortemente cloritizados), muscovita, granada (altamente substituída por muscovita, clorita e mica verde) e apatita.

Ocorrem diques, subparalelos à foliação, mas também discordantes desta, de espessuras milimétricas a centimétricas (até 10 cm) de material quartzo-feldspático leucocráticos. Estes apresentam estrutura maciça a discretamente orientada, textura inequigranular média a grossa. Possuem composição monzogranítica a granodiorítica, com biotita, muscovita, epidoto e apatita. Nestes veios o quartzo ocorre fortemente xenomórfico e o plagioclásio idiomórfico (Anexo 1, Prancha 6-C)

### 5.1.3 – Granada-Epidoto-Clinopiroxênio-Actinolita-Biotita Gnaisses

Este grupo representa uma amostra encontrada na forma de um pacote concordante aos paragnaisses do ponto JD22. Sua estrutura é orientada por foliação, paralela a um bandamento composicional médio (bandas esverdeadas intercaladas com faixas quartzosas em meio a bandas mais escuras – Anexo 1, Prancha 6-D). A granulação varia de fina a grossa, com textura granolepidoblástica (cristais de biotita e clorita definindo a foliação em meio a agregados quartzo-feldspáticos de contatos irregulares a levemente polygonizados) e porfiroblástica (marcada por cristais mais grossos de granada e, mais raramente, de actinolita). Sua composição mineral é representada por: plagioclásio (22%), quartzo (20%), biotita (20%), actinolita (10%), clinopiroxênio (7%), epidoto (7%) e granada (6%), com clorita, opacos e titanita compondo as fases acessórias.

Plagioclásio ocorre como cristais xenomórficos (ligeiramente arredondados) a subidiomórficos, levemente alterados. Normalmente apresentam geminação múltipla, mas às



vezes se mostram apenas zonados. Sua composição é andesítica, com teor de anortita em torno de 40%. Exibem inclusões de quartzo, biotita, clinopiroxênio e actinolita.

Quartzo está presente principalmente nas bandas escuras, na forma de pequenos cristais xenomórficos, de contatos irregulares e com leve extinção ondulante. Em meio às bandas esverdeadas ocorre como faixas e lentes bem delimitadas, de contato brusco nas bordas (às vezes com formação de cristais estirados de actinolita exatamente no contato). Internamente apresentam contatos irregulares, com alguns cristais de clinopiroxênio, actinolita, plagioclásio e titanita alinhados paralelos às bordas, possivelmente representando porções desgarradas das paredes externas.

Biotita aparece apenas nas bandas escuras, definindo a foliação como cristais subidiomórficos de coloração avermelhada. Apresenta inclusões xenomórficas de quartzo e plagioclásio. Quando próxima aos veios de quartzo e da porção esverdeada, pode apresentar granulação mais grossa e ocorrer sem orientação preferencial.

Actinolita ocorre apenas nas bandas esverdeadas como cristais xenomórficos, usualmente esqueléticos e envolvendo todas as fases à volta (plagioclásio, quartzo, clinopiroxênio e titanita - Anexo 1, Prancha 6-E). Apresenta coloração verde clara, com leve pleocroísmo e birrefringência média a alta. É comum sua presença como cristais longos e finos no contato com os veios de quartzo.

Clinopiroxênio se encontra xenomórfico, incolor, com relevo alto e birrefringência de baixa a média. Está presente como grãos arredondados nas bandas esverdeadas, núcleos irregulares preservados no meio dos grandes cristais xenomórficos de actinolita ou, mais raramente, com textura esquelética em meio a grãos de plagioclásio e quartzo.

Epidoto se apresenta como cristais subidiomórficos a idiomórficos, com hábito prismático ou fibroso, apenas na banda escura. Quando com hábito fibroso, formam aglomerados com aspecto de ninhos de aves. Ocorrem associados a biotita, clorita e granada, também crescendo sobre as bordas da última.

Granada ocorre subidiomórfica a xenomórfica, com textura poiquilobástica (diversas inclusões de plagioclásio, quartzo e biotita, orientadas conforme a foliação externa) e bastante fraturada. Apresenta sombras de pressão ao seu lado, sendo contornada levemente pela foliação (Anexo 1, Prancha 6-F). É comum estar alterada para clorita e epidoto fibroso nas bordas, às vezes sobrando apenas pseudomorfos completamente substituídos.

Clorita aparece como cristais subidiomórficos definindo a foliação em partes da banda escura, neste caso representa pseudomorfos de biotita substituídos (alguns ainda preservam parte da mica no interior). Mais comumente ocorre substituindo as bordas e clivagens dos cristais de biotita e também nas bordas dos porfiroblastos de granada. Pode estar presente junto com epidoto quando este forma "ninhos" de cristais fibrosos.

Titanita é xenomórfica, ocorrendo associada ao clinopiroxênio, actinolita e opacos, que também ocorrem xenomórficos e espalhados pela amostra.



#### 5.1.4 – *Hornblenda-Biotita Gnaisses Tonalíticos*

Estas rochas apresentam estrutura foliada, com bandamento composicional fino a médio bem definido (alternando bandas félsicas e máficas, milimétricas a centimétricas). Possuem granulação fina a média, com textura granoblástica irregular nas porções quartzo-feldspáticas e lepidonematoblástica (cristais de biotita e hornblenda definindo a foliação) nas bandas máficas. Sua composição mineral é dada por: plagioclásio (20-35%), quartzo (20-30%), biotita (15-35%), hornblenda (5-20%), titanita (5-8%) e clinopiroxênio (0-10%). Dentre as fases acessórias estão presentes: epidoto, apatita, clorita, allanita, zircão ( $\pm$  monazita) e carbonatos.

Plagioclásio, varia entre oligoclásio e andesina (com teor de anortita entre 25 e 40%), ocorre geralmente xenomórfico (contatos lobados a aspecto intersticial - Anexo 1, Prancha 7-A) a subidiomórfico. Apresenta grau variado de alteração (com aspecto turvo ou como pseudomorfos substituídos por sericita e epidoto). Muitos cristais possuem geminação múltipla, mas também aparecem sem geminação a fortemente zonados. Comumente com inclusões de quartzo e biotita, e mais raramente de hornblenda e microclínio (exsoluções?). Localmente pode apresentar textura mirmequítica nas bordas dos cristais.

Quartzo usualmente se apresenta intersticial, com hábito xenomórfico e contatos lobados. Extinção ondulante é leve ou inexistente em muitos grãos, podendo também ocorrer como agregados de cristais mais finos com contatos irregulares entre si. Muitos cristais ocorrem como filmes e “poças” milimétricas no contato entre outros minerais (Anexo 1, Prancha 7-B). Apresenta raras inclusões de plagioclásio arredondado e biotita subidiomórfica.

Biotita ocorre como cristais subidiomórficos a idiomórficos, de coloração marrom acastanhado a levemente esverdeada. Comumente aparece definindo a foliação, mas também pode estar discordante desta. Inclusões de quartzo, plagioclásio, apatita e de minerais radioativos (zircão, monazita e allanita, formando halos pleocróicos) são comuns. É habitual sua associação com titanita e epidoto e também cloritizada nas bordas e clivagens. Ocorre também como cristais arredondados inclusos nos cristais esqueléticos de clinopiroxênio (Anexo 1, Prancha 7-C)

Hornblenda aparece subidiomórfica a xenomórfica (com tendência esquelética), de coloração verde escura e com forte pleocroísmo. Apresenta muitas inclusões arredondadas de quartzo e plagioclásio (Anexo 1, Prancha 7-D) e, localmente, contatos lobados com estes. Alguns cristais apresentam geminação simples. Está presente nas bordas e como inclusões nos cristais de clinopiroxênio. Também ocorre associada à biotita e titanita. É comum a presença de epidoto, biotita e opacos como produtos de sua alteração sob temperaturas mais baixas.

Titanita ocorre na forma de cristais subidiomórficos a xenomórficos, raramente idiomórficos. Apresenta inclusões de opacos e aparece sempre associada à biotita e hornblenda, às vezes formando aglomerados cristalinos com epidoto.



Clinopiroxênio, quando presente, ocorre como cristais xenomórficos (esqueléticos a intersticiais) com diversas inclusões arredondadas de hornblenda, biotita, plagioclásio e quartzo (Anexo 1, Prancha 7-E e 7-F) e subordinadamente de quartzo, titanita, epidoto e opacos. Pode se mostrar como núcleos xenomórficos preservados em meio aos cristais de hornblenda, apresentando transições difusas para esta. Biotita também aparece como produto de alteração sob temperaturas mais baixas.

Epidoto é usualmente xenomórfico com coloração esverdeada ou incolor. Ocorre associado a biotita e titanita nas bordas dos cristais de clinopiroxênio e hornblenda. Allanita idiomórfica aparece próxima aos leucossomas.

Apatita ocorre como pequenos cristais subidiomórficos a idiomórficos inclusos em quartzo, plagioclásio, hornblenda e biotita.

Clorita aparece como produto da alteração da biotita, em suas bordas e penetrando nas clivagens ou então associada a epidoto em veios.

Zircão e Monazita aparecem como cristais muito pequenos subidiomórficos de bordas arredondadas, normalmente inclusos em biotita, hornblenda e quartzo.

Carbonatos aparecem em algumas amostras como veios discordantes ou então como cristais associados a anfibólios nas bordas do clinopiroxênio (Anexo 1, Prancha 8-A) e também intersticiais.

Uma única amostra (JD11) apresenta, além de hornblenda, um segundo anfibólio subidiomórfico com pleocroísmo leve em tons de verde limão e alta birrefringência, sendo classificada como actinolita. Esta ocorre apenas no leucossoma, como produto de alteração do clinopiroxênio, associada a hornblenda e carbonatos.

As amostras deste grupo apresentam leucossomas em diversas relações com o mesossoma. Podem aparecer como venulações concordantes ou não com a foliação (Anexo 1, Prancha 1-C) e também presentes como *patches* leucocráticos descontínuos dentro do mesossoma (Anexo 1, Prancha 1-B), com contatos difusos e graduais para este. Podem apresentar bandas milimétricas de minerais máficos em suas bordas (melanossoma).

Nos veios e *patches* leucocráticos a textura é hipidiomórfica inequigranular média a muito grossa, com composição sienogranítica. A associação mineral nestas porções é dada por: Quartzo (25-40%) fortemente intersticial, normalmente com extinção ondulante. Feldspato Alcalino (30-35%) como cristais subidiomórficos a idiomórficos com geminação em grade e às vezes levemente pertítico. Plagioclásio (20-25%) é oligoclásio ( $An_{25-30}$ ) subidiomórfico a idiomórfico ligeiramente alterado e com geminação múltipla. Biotita, apatita, titanita, epidoto, allanita, carbonatos, hornblenda e actinolita (nas bordas de núcleos irregulares de clinopiroxênio – Anexo 1, Prancha 8-B) ocorrem fases acessórias nos leucossomas.



### 5.1.5 – *Biotita-Hornblenda Gnaisses Granodioríticos*

As amostras deste grupo apresentam estrutura foliada, com bandamento composicional fino a médio, intercalando bandas máficas milimétricas com lentes quartzo-feldspáticas de mesma espessura. Possui granulação variando de fina a média, com textura granoblástica irregular nas porções félsicas e lepidonematoblástica (cristais de biotita e hornblenda definindo a foliação) nas máficas. Sua composição mineral é dada por: quartzo (15-30%), plagioclásio (15-25%), feldspato alcalino (10-20%), hornblenda (15-30%), biotita (10-25%), titanita (5-10%) e clinopiroxênio (0-10%). Dentre as fases acessórias estão presentes: epidoto, apatita, clorita, allanita, zircão ( $\pm$  monazita) e carbonatos.

Quartzo ocorre xenomórfico, como cristais de diversos tamanhos com contatos lobados e também intersticial. Usualmente na forma de filmes e "poças" milimétricas nos contatos de outros minerais (Anexo 1, Prancha 8-C). Possui extinção ondulante leve a inexistente. Pode apresentar raras inclusões de feldspatos, biotita e hornblenda.

Plagioclásio aparece xenomórfico a subidiomórfico, frequentemente com contatos lobados (Anexo 1, Prancha 8-D). Muitos cristais apresentam geminação múltipla, mas também ocorre fortemente zonado. O teor de anortita varia entre 25 e 40% (oligoclásio a andesina) e se apresentam moderadamente sericitizados. Inclusões de quartzo são comuns e, mais raramente, também de biotita e hornblenda. Localmente apresenta textura mirmequítica nas bordas dos cristais.

Feldspato Alcalino se apresenta xenomórfico, com geminação simples ou em grade, quando com aspecto intersticial (Anexo 1, Prancha 8-E), e também pertítico, quando na forma de cristais mais grossos (Anexo 1, Prancha 8-F). Ocorre levemente alterado e com algumas poucas inclusões de quartzo. Ocorrem raramente associados a carbonatos.

Hornblenda ocorre na forma de cristais xenomórficos (com aspecto esquelético a poiquiloblástico) a subidiomórficos, orientados conforme a foliação, mas também discordantes desta. Apresenta diversas inclusões xenomórficas de quartzo e feldspatos (e contatos lobados com estes - Anexo 1, Prancha 9-A) e em menor quantidade de titanita e biotita xenomórfica. Alguns cristais ocorrem com geminação simples. Está presente como coronas e inclusões arredondadas nos cristais de clinopiroxênio. É comum a presença de epidoto, biotita e opacos alterando suas bordas.

Biotita se mostra como cristais subidiomórficos a idiomórficos, com coloração marrom avermelhada. Ocorre principalmente definindo a foliação, mas alguns cristais aparecem discordantes desta. Inclusões de quartzo, plagioclásio, apatita, titanita e de minerais radioativos (zircão, monazita e allanita, formando halos pleocróicos) são comuns. É comum estar associada com hornblenda, titanita, epidoto e opacos e também sendo alterada para clorita em suas bordas e clivagens.

Titanita está presente na forma de cristais subidiomórficos a xenomórficos, raramente idiomórficos. Apresenta inclusões de opacos e aparece sempre associada à biotita e



hornblenda (como inclusões xenomórficas e nas bordas de ambas – Anexo 1, Prancha 9-B), às vezes juntamente com epidoto.

Clinopiroxênio se apresenta como cristais incolores, xenomórficos (esqueléticos a intersticiais) e com diversas inclusões arredondadas de quartzo, feldspatos e hornblenda, subordinadamente de biotita e titanita (Anexo 1, Prancha 9-C). Ou como núcleos xenomórficos sendo substituídos gradativamente por hornblenda. Biotita também aparece como produto de alteração em suas bordas (Anexo 1, Prancha 9-D).

Epidoto aparece xenomórfico, incolor ou com leve coloração esverdeada. Ocorre associado a titanita e opacos nas bordas dos cristais de biotita, clinopiroxênio e hornblenda. Também presente em veios juntamente com clorita e carbonatos. Allanita ocorre como cristais idiomórficos a subidiomórficos e também inclusa em biotita.

Apatita ocorre como pequenos cristais subidiomórficos a idiomórficos inclusos em quartzo, plagioclásio, hornblenda e biotita.

Clorita aparece como produto da alteração da biotita, em suas bordas e penetrando nas clivagens ou então associada a epidoto e carbonatos em veios.

Zircão e Monazita aparecem como cristais muito pequenos subidiomórficos de bordas arredondadas, normalmente inclusos em biotita, hornblenda e quartzo.

Carbonatos aparecem em algumas amostras como veios discordantes juntamente com epidoto e clorita ou então como agregados microcristalinos associados aos feldspatos (Anexo 1, Prancha 9-E) e biotita.

O leucossoma nestas amostras ocorre pouco segregado, formando *patches* e microbolsões com até poucos centímetros de espessura e contatos difusos e graduais com o mesossoma. Também ocorrem como veios concordantes ou não com a foliação, de bordas bruscas, mas não retilíneas. Podem apresentar bandas milimétricas de minerais máficos, majoritariamente biotita, em suas bordas (melanossoma).

No leucossoma a textura é hipidiomórfica inequigranular fina a grossa (Anexo 1, Prancha 9-F), com composição sienogranítica. A associação mineral nestas porções é dada por: Quartzo (30-40%) xenomórfico. Feldspato Alcalino (30-40%) subidiomórfico a xenomórfico, com geminação em grade e às vezes levemente pertítico. Plagioclásio (20-25%) subidiomórfico, com geminação múltipla e variando entre oligoclásio e andesina. Biotita, apatita, titanita, epidoto, allanita, carbonatos, hornblenda, clorita e muscovita ocorrem fases acessórias nos leucossomas.



#### 5.1.6 – *Biotita-Quartzo Anfibolito*

Este litotipo ocorre como boudins em meio aos paragneisses do ponto JD15 (**Figura 1**) e apresenta estrutura orientada. Sua textura é majoritariamente nematoblástica (cristais prismáticos de hornblenda definindo a foliação), mas também possui textura granoblástica (nas porções quartzo-feldspáticas concordantes à foliação) e apresenta granulação fina a média. Sua composição mineralógica é dada por: hornblenda (~50%), plagioclásio (~30%), quartzo (~10%) e biotita (~7%). Dentre as fases acessórias estão presentes: clinopiroxênio, titanita, opacos, epidoto e carbonatos.

Hornblenda ocorre como cristais subidiomórficos a xenomórficos, com coloração verde e forte pleocroísmo, definindo a foliação. Comumente com inclusões de quartzo, plagioclásio e ocasionalmente titanita.

Plagioclásio é xenomórfico, com alto teor de anortita (composição bytownítica). Pode apresentar geminação múltipla ou mais raramente um leve zoneamento, ocorre alterado, sendo substituído por sericita.

Quartzo é sempre xenomórfico, apresentando contatos lobados com hornblenda e plagioclásio. Extinção ondulante é comum, sendo mais intensa conforme aumenta o tamanho do cristal.

Biotita ocorre como cristais xenomórficos a subidiomórficos, de coloração marrom escuro. Aparece sempre discordante à orientação da rocha, como grandes cristas poiquiloblásticos (inclusões de quartzo, plagioclásio e opacos – Anexo 1, Prancha 10-A) e também sobre os cristais de hornblenda. Alguns grãos possuem textura simplectítica de intercrescimento com quartzo.

Clinopiroxênio aparece como cristais xenomórficos, incolores e com birrefringência média (Anexo 1, Prancha 10-B). Estão associados a uma porção da rocha com granulação mais grossa e mais leucocrática, mas sempre apresentam hornblenda em contato reto ou, mais frequentemente, em suas bordas com contatos transicionais

Titanita se apresenta como cristais subidiomórficos a xenomórficos, com birrefringência anômala e sempre associados a opacos e hornblenda (Anexo 1, Prancha 10-C), principalmente em regiões de contato entre diversos cristais.

Epidoto está presente como agregados xenomórficos associados a cristais de hornblenda, biotita e opacos;

Carbonatos são xenomórficos, ocorrendo como pequenos cristais associados à biotita.



### 5.1.7 – *Sienogranitos Leucocráticos*

Este grupo corresponde a diques e bolsões decimétricos a métricos que cortam todos os outros litotipos citados anteriormente. Apresentam estrutura maciça com textura hipidiomórfica inequigranular média a grossa (Anexo 1, Prancha 10-D) e IC de 3% a 5%, aproximadamente. Possuem composição sienogranítica, sendo compostos por: quartzo (35-40%), feldspato alcalino (30-35%) e plagioclásio (25%). Nas fases acessórias ocorre biotita, apatita e clorita ou então sillimanita, muscovita e clorita.

Quartzo aparece xenomórfico e completamente intersticial. É comum a presença de extinção ondulante e ocorre levemente fraturado.

Feldspato Alcalino é subidiomórfico, de granulação média e geminação em grade ou então mais grossos e pertíticos, também ocorrendo fraturados. Estão presentes inclusões de quartzo, principalmente nos cristais maiores.

Plagioclásio ocorre como cristais subidiomórficos a idiomórficos, variando entre oligoclásio e andesina ( $\sim An_{30}$ ) com geminação múltipla ou fortemente zonados. Se encontram moderadamente sericitizados, podendo apresentar textura mirmequítica nas bordas de alguns cristais.

Biotita se apresenta xenomórfica, com coloração marrom. Raramente como inclusões em quartzo e plagioclásio. Apatita aparece subidiomórfica em meio aos minerais félsicos e também incluída em quartzo.

Sillimanita está presente como cristais finos de hábito fibroso (fibrolita), formando aglomerados com aspecto de ninhos (Anexo 1, Prancha 10-E). Normalmente ocorre nas bordas dos cristais mais grossos de feldspato alcalino. Muscovita ocorre como pequenos cristais xenomórficos crescendo sobre os “ninhos” de fibrolita.

As amostras apresentam alteração hidrotermal superposta (Anexo 1, Prancha 10-F), com veios cortando as rochas e formando de cristais idiomórficos de clorita, epidoto e carbonatos sobre os minerais primários.

## 5.2 - Química de Rocha

Foram obtidas análises de elementos maiores, menores e alguns traços por FRX para os principais grupos petrográficos estudados (Tabela 1 nos anexos 2); e também foram obtidos mais 24 elementos traços, incluindo os terras raras (ETR), por ICP-MS, para algumas amostras selecionadas (JD3, JD6, JD7 e JD11).

As duas amostras de paragnaisses do afloramento principal (JD1 e JD1B, Sil-Grt-Bt gnaisses), na Rodovia SP-300, não apresentam variações significativas dos elementos maiores (**Figura 4**), exceto nos teores de CaO e  $P_2O_5$ , onde a amostra JD1B apresenta valores pouco mais elevados. Já as amostras do afloramento JD15 (JD15B, Sil-Grt-Bt gnaisses; e JD15D, Bt gnaisses) mostram variações significativas em todos elementos maiores, representando variações no pacote sedimentar original.



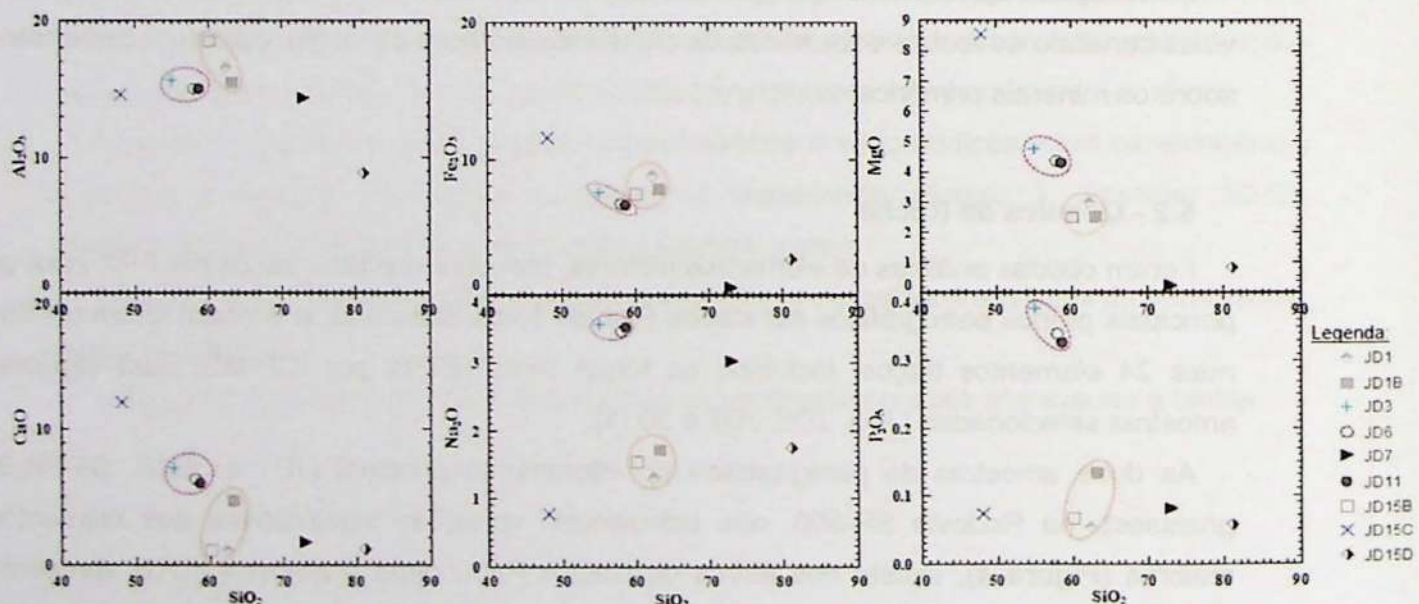
Quando comparadas, as três amostras de Sil-Grt-Bt gnaisses, delimitadas pelas linhas pontilhadas rosa claro nas imagens, apresentam valores semelhantes de elementos maiores (**Figura 4**), mostrando uma certa concordância química neste litotipo. Porém, ao examinar os elementos menores (**Figura 5**), algumas diferenças começam a aparecer, principalmente para Ba e Rb.

Para o outro gnaiss paraderivado (Bt gnaiss, JD15D) os teores de elementos maiores e menores se apresentam bastante destoantes. Esta amostra possui teor de sílica muito mais elevado do que os Sil-Grt-Bt gnaisses e as diferenças também são mantidas nos valores, principalmente, de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  e  $\text{MgO}$ , nos maiores (**Figura 4**), e Y, Ni e Cr, nos menores (**Figura 5**).

As amostras de ortognaisses coletadas em diversos pontos do afloramento principal (JD3 e JD6 – Bt-Hbl gnaisses granodioríticos; JD11 – Hbl-Bt gnaiss tonalítico), não mostram grandes variações na composição química, tanto para os elementos maiores (linha tracejada vinho – **Figura 4**), quanto para os elementos menores (**Figura 5**) e traços, incluindo os terras raras. Assim, quanto às análises de rocha total, os dois grupos separados petrograficamente podem ser tratados como um único grupo, dos ortognaisses.

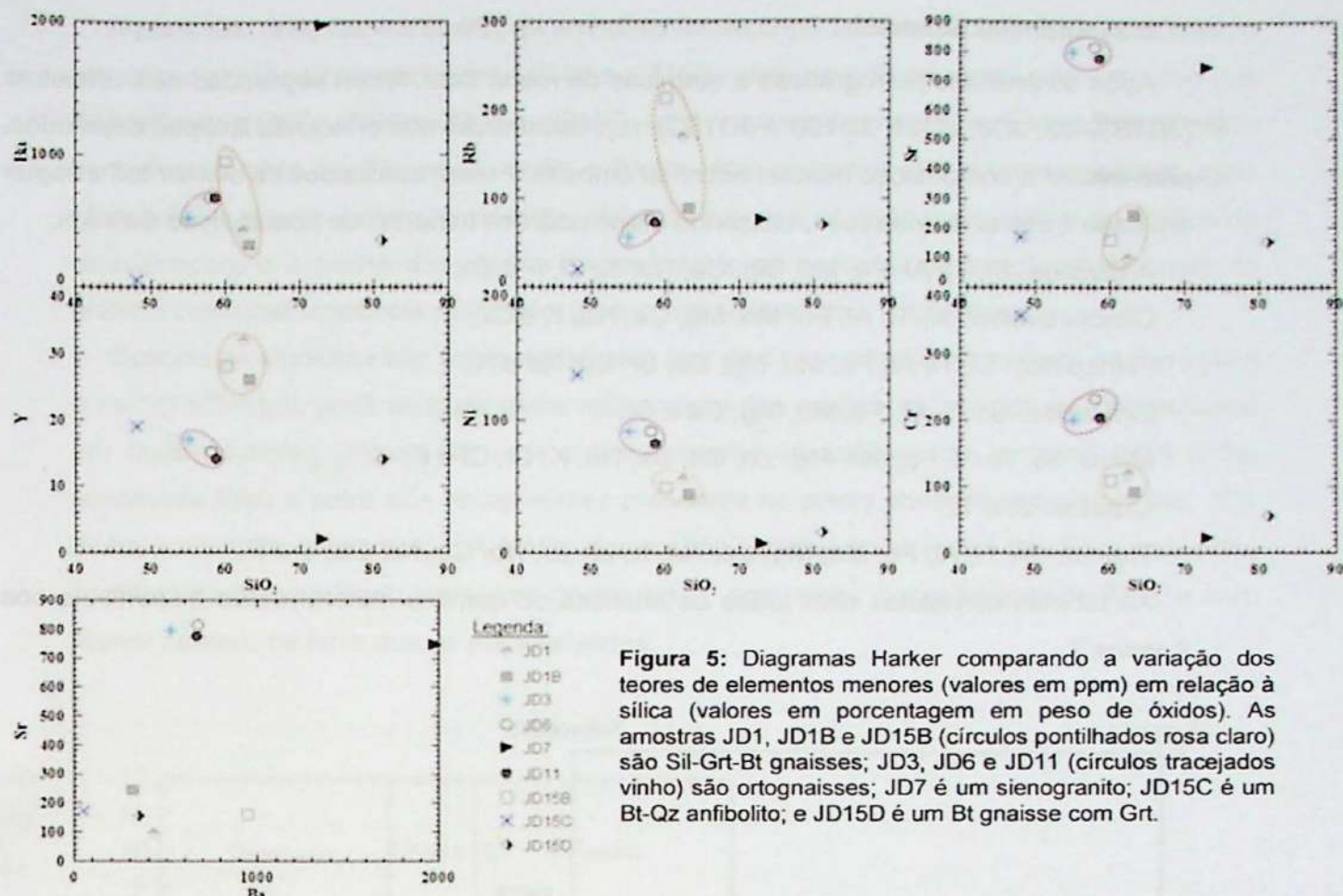
Os elementos terras raras (ETR) dos ortognaisses (**Figura 6**) apresentam fracionamento moderado entre elementos leves e pesados, sendo mais enriquecidos, em relação ao valor de normalização, nas frações leves do que nas pesadas. Anomalia de Eu não é identificada nestas amostras.

A única amostra de sienogranito analisada (JD 7) possui padrão de fracionamento de ETR subparalelo ao encontrado os ortognaisses, porém neste, os valores se apresentam em uma ordem de grandeza menor e com uma de forte anomalia positiva de Eu associada.

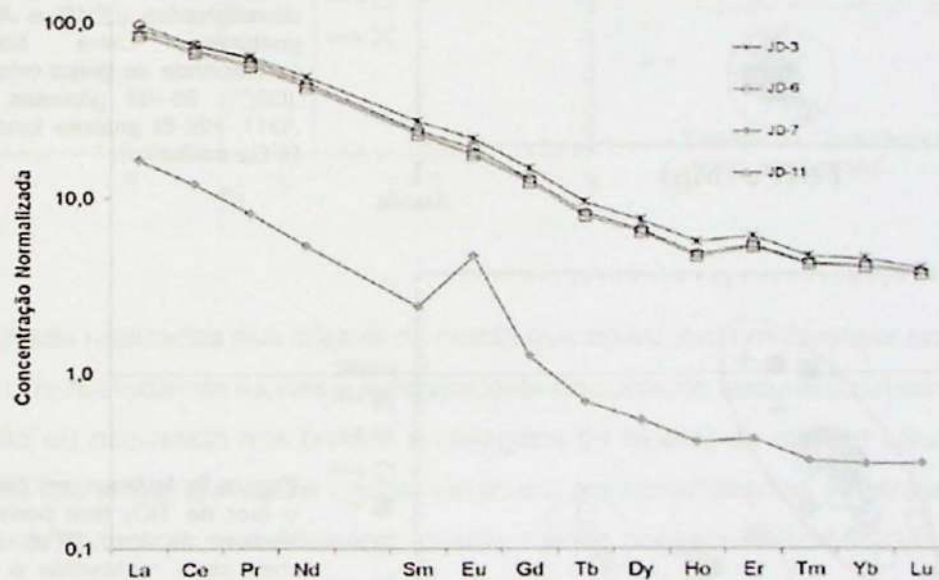


**Figura 4:** Diagramas Harker comparando a variação dos teores de elementos maiores em relação à sílica (valores em porcentagem em peso de óxidos). As amostras JD1, JD1B e JD15B (círculos pontilhados rosa claro) são Sil-Grt-Bt gnaisses; JD3, JD6 e JD11 (círculos tracejados vinho) são ortognaisses; JD7 é um sienogranito; JD15C é um Bt-Qz anfibolito; e JD15D é um Bt gnaiss com Grt.





**Figura 5:** Diagramas Harker comparando a variação dos teores de elementos menores (valores em ppm) em relação à sílica (valores em porcentagem em peso de óxidos). As amostras JD1, JD1B e JD15B (círculos pontilhados rosa claro) são Sil-Grt-Bt gnaisses; JD3, JD6 e JD11 (círculos tracejados vinho) são ortogneisses; JD7 é um sienogranito; JD15C é um Bt-Qz anfibolito; e JD15D é um Bt gnaiss com Grt.



**Figura 6:** Concentrações de ETR das amostras estudadas, normalizadas pela composição do Condrito CI (McDonough e Sun, 1995). As amostras JD3 e JD6 são Bt-Hbl gnaisses granodioríticos; JD11 é um Hbl-Bt gnaiss tonalítico; e JD7 é um sienogranito leucocrático.



### 5.3 - Química Mineral

Após as análises petrográficas e químicas de rocha total, foram separadas seis amostras (JD1B, JD3, JD6, JD11, JD15B e JD15C), representativas dos principais litotipos estudados, para avaliar a composição mineral em cada amostra. Foram analisados os elementos a seguir em cada mineral de interesse, utilizando como padrões minerais de composição definida:

Anfibólios: Si, Ti, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K, Cl, F e Zn;

Clinopiroxênio: Si, Ti, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K e Cr;

Feldspatos: Si, Ti, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Sr, Ba, Na e K;

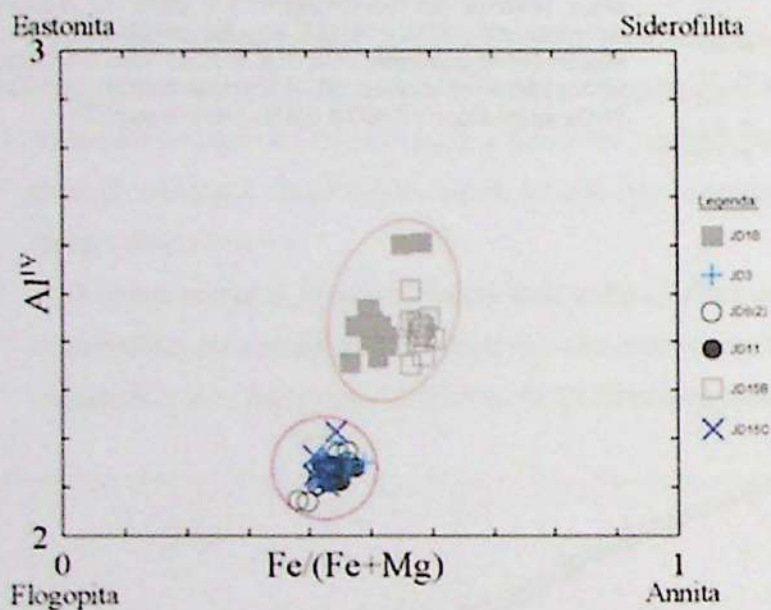
Granadas: Si, Ti, Al, Fe, Mn, Mg, Ca e Cr;

Micas: Si, Ti, Al, Fe, Mn, Mg, Zn, Ca, Ba, Na, K, Cr, Cl e F;

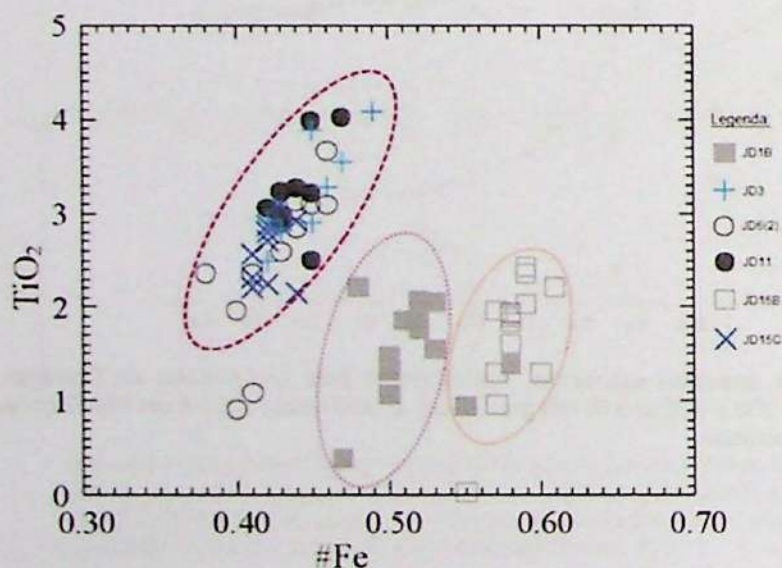
Quartzo: Si e Ti;

Titanita: Si, Ti, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K, La, Zr, Nb, Ce, Nd, Ba, Y e F.

As tabelas completas com todas as análises de química mineral estão disponíveis nos Anexos 2.



**Figura 7:** Classificação dos cristais de biotita analisados. Linha pontilhada rosa claro representa o grupo das rochas paraderivadas (JD1B e JD15B, Sil-Grt-Bt gnaisses). Linha tracejada vinho corresponde ao grupo ortoderivado (JD3 e JD6(2), Bt-Hbl gnaisses granodioríticos; JD11, Hbl-Bt gnaisses tonalítico; e JD15C, Bt-Qz anfibolito).

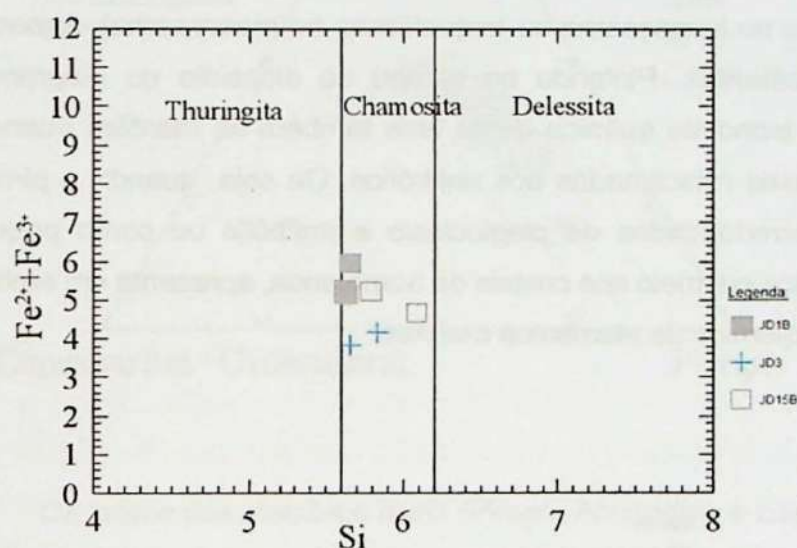


**Figura 8:** Análises em biotita comparando o teor de  $\text{TiO}_2$  (em porcentagem) com o número de ferro (#Fe). Linha pontilhada rosa claro representa o paragnaisse do ponto JD15. A linha pontilhada lilás delimita o paragnaisse do ponto JD1. Linha tracejada vinho corresponde ao grupo ortoderivado (JD3 e JD6(2), Bt-Hbl gnaisses granodioríticos; JD11, Hbl-Bt gnaisses tonalítico; e JD15C, Bt-Qz anfibolito).



A partir das análises em biotita, as amostras foram separadas em dois grupos principais, o primeiro de rochas paraderivadas (JD1B e JD15B – linha pontilhada rosa claro) e outro das ortoderivadas (JD3, JD6(2), JD11 e JD15C – linha tracejada magenta). Estes grupos estão bem demarcados na **Figura 7**, onde a biotita dos paragnaisses apresenta teores mais elevados de Al com arranjo tetraédrico, plotando em uma posição mais central no gráfico de classificação, e a biotita das rochas ortoderivadas se encontra na porção mais basal do gráfico, com uma tendência muito leve para composições mais flogopíticas.

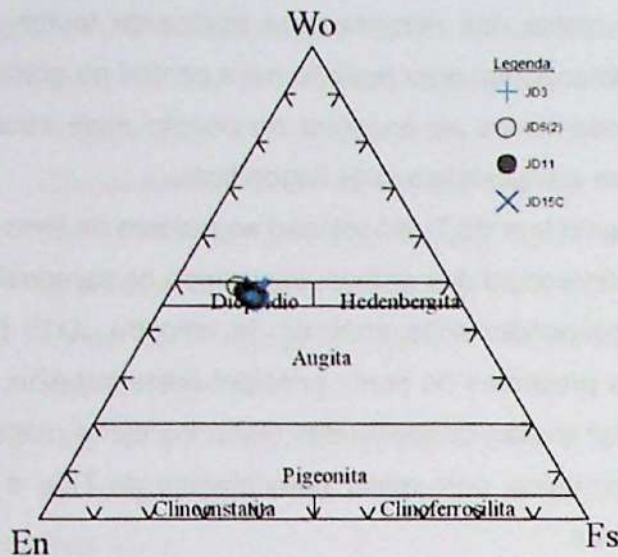
Quando as amostras são comparadas pelo teor de Ti em relação ao número de ferro [ $\#Fe = Fe^{2+}/(Fe^{2+}+Mg)$ ], pode se fazer maior refinamento dos grupos, separando os paragnaisses em duas unidades (**Figura 8**), uma correspondente às análises da amostra JD15 (linha pontilhada lilás) e outra aos paragnaisses presentes no ponto principal deste trabalho, JD1 (linha pontilhada rosa claro), . A biotita das rochas ortoderivadas (linha tracejada magenta) continua se comportando como um grupo único, com maior porcentagem de  $TiO_2$  e com menor número de ferro que as paraderivadas.



**Figura 9:** Classificação dos cristais de clorita analisados.

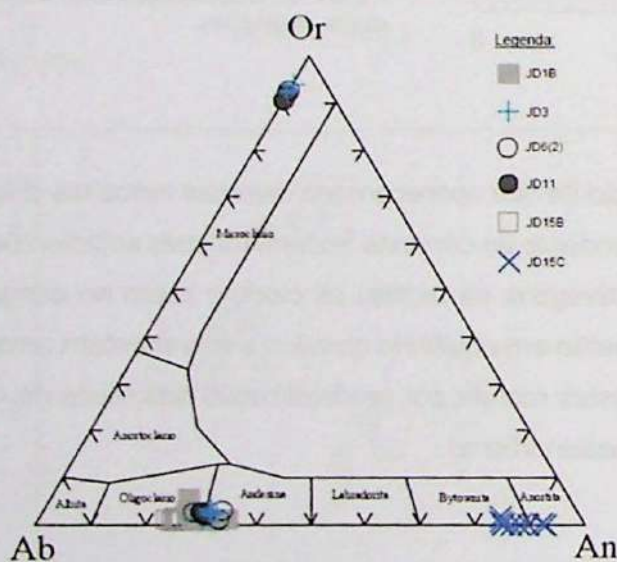
As análises realizadas nos cristais de clorita que aparecem em diversas amostras (**Figura**) mostram que em todas as rochas e independente do contexto textural (cristais subidiomórficos na foliação ou ocorrendo nas bordas e clivagens da biotita) as cloritas caem no campo da chamosita. Isto indica que todos cristais estão em equilíbrio químico e representam uma fase que se formou durante o resfriamento destas rochas por recristalização das fases de maior temperatura (pico metamórfico) no retrometamorfismo.





**Figura 10:** Classificação dos cristais de clinopiroxênio analisados.

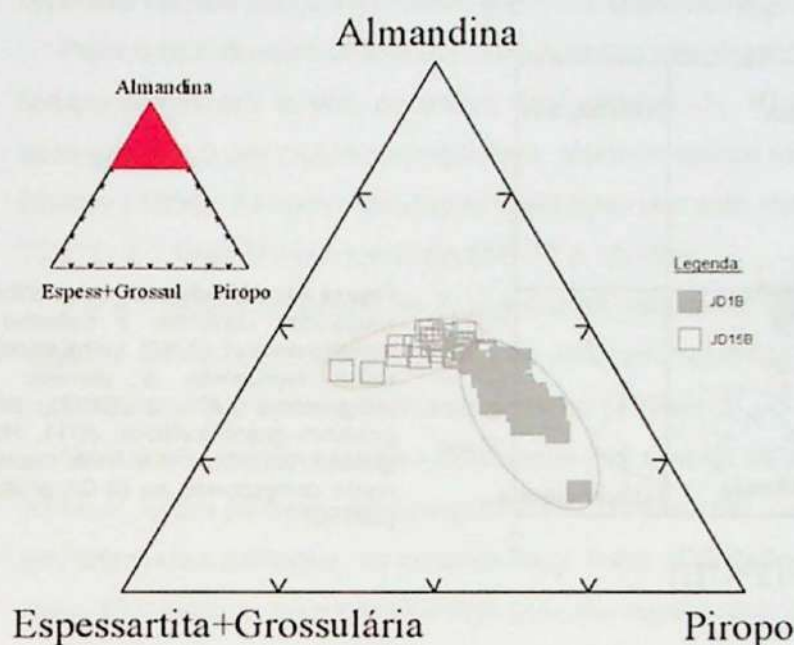
Todas as análises realizadas nos clinopiroxênios, independentemente da rocha ou textura analisada (cristais prismáticos no leucossoma ou esqueléticos no mesossoma), forneceram composições químicas semelhantes. Plotando no campo do diopsídio no diagrama de classificação (**Figura 10**). A isonomia química desta fase também se mantém quando se analisa a composição das fases relacionadas aos anfibólios. Ou seja, quando o piroxênio ocorre envolvendo cristais arredondados de plagioclásio e anfibólio ou como pequenos núcleos irregulares preservados em meio aos cristais de hornblenda, apresenta em ambos os casos a mesma composição química de elementos maiores.



**Figura 11:** Classificação dos cristais de feldspato analisados.



Os feldspatos analisados se separam em três grupos (**Figura 11**): feldspatos potássicos, plagioclásios com baixo teor de anortita (oligoclásio a andesina) e plagioclásios com alto teor de anortita (bytownita a anortita). Como o principal foco das análises foram os plagioclásios, os dados de feldspato alcalino estão subestimados (para confirmação da presença ou não de feldspato alcalino em cada amostra deve se considerar as análises petrográficas), sendo neste caso apenas para confirmação de sua composição química, rica em potássio. Assim, considerando apenas os plagioclásios, fica clara a dispersão composicional, onde os gnaisses (ortoderivados - JD3, JD6(2) e JD11 – e paraderivados – JD1B e JD15B) apresentam os membros de baixo teor de anortita e a amostra de anfibolito (JD15C) possui apenas componentes com alto teor de anortita.

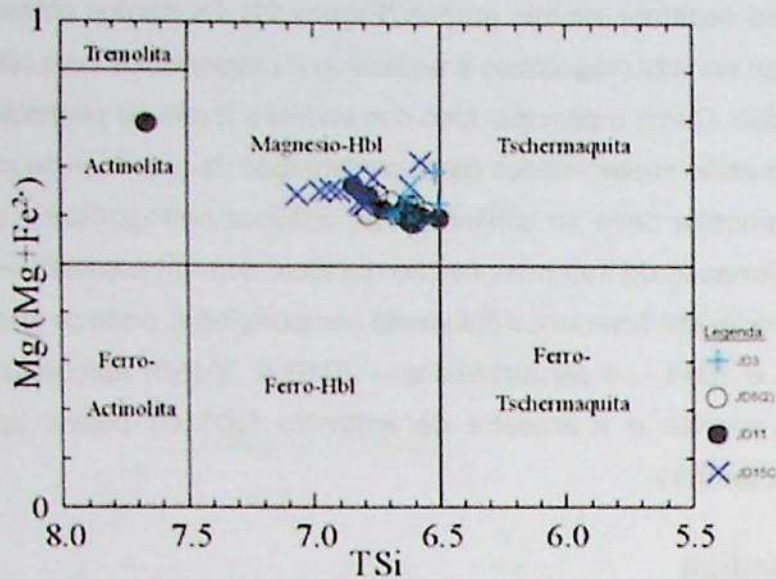


**Figura 12:** Classificação dos cristais de Granada analisados. Detalhe para a localização das análises na porção superior do diagrama (Porção vermelha em zoom). Linha pontilhada rosa claro representa o Sil-Grt-Bt gnaiss do ponto JD15. A linha tracejada lilás delimita o Sil-Grt-Bt gnaiss do ponto JD1.

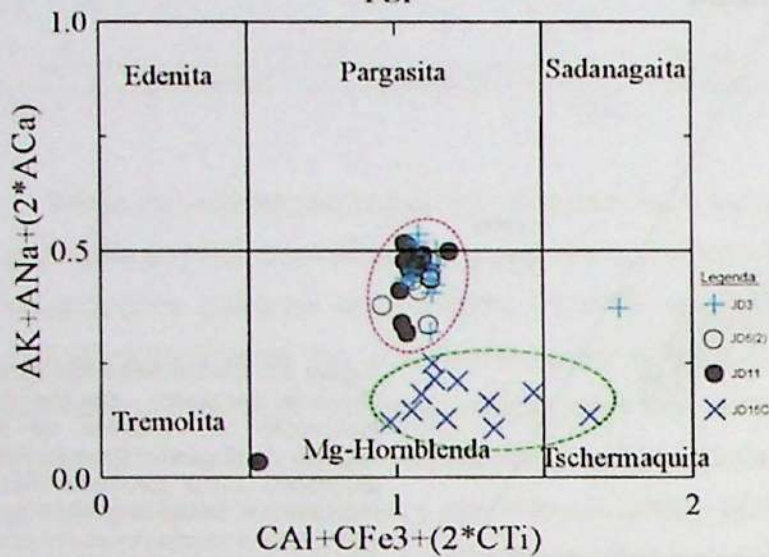
Os teores dos membros finais (Piropo, Almandina e Espessartita+Grossulária) da granada (**Figura 12**) mostram que ambas amostras são bastante enriquecidas em Almandina, onde no Sil-Grt-Bt gnaiss do ponto 1 (JD1B) ocorre leve variação nos valores de  $\text{Fe}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , com teores estáveis de  $\text{Mn}^{2+} + \text{Ca}^{2+}$ . Já na amostra JD15B, os valores de  $\text{Fe}^{2+}$  se mantêm relativamente estáveis, com uma pequena variação nas proporções entre  $\text{Mn}^{2+} + \text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ .

As análises realizadas nos cristais de anfibólio mostram que ocorre pouca variação química entre cristais de uma mesma amostra e também em amostras de um mesmo grupo. A maioria dos anfibólios é classificada como Mg-hornblenda, tendendo a membros mais tschermaquíticos (**Figura 13**), conforme a classificação de Leake *et al.* (1997) ou mais pargasíticos nos ortognaisses e tschermaquíticos no anfibolito (**Figura 14**), conforme classificação de Hawthorne *et al.* (2012). Conforme identificado pela petrografia, leucossoma da amostra JD11 (Hbl-Bt Gnaiss Tonalítico), ocorrem cristais de actinolita, representados pelo círculo preto fora da linha tracejada vinho em ambos gráficos.



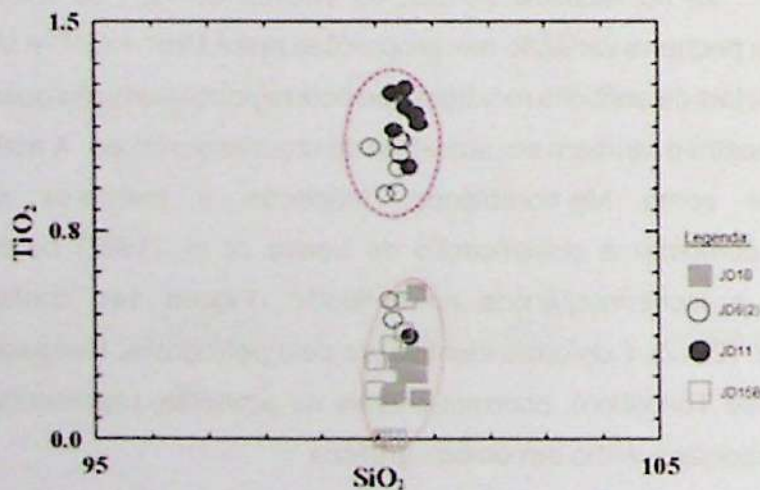


**Figura 13:** Classificação dos anfibólios analisados conforme Leake *et al.* (2007)



**Figura 14:** Classificação dos anfibólios analisados conforme o trabalho de Hawthorne *et al.* (2012). Linha tracejada vinho representa o domínio dos ortognaisses (JD3 e JD6(2), Bt-Hbl gnaisses granodioríticos; JD11, Hbl-Bt gnaisses tonalítico) e a linha tracejada verde corresponde ao Bt-Qz anfibolito (JD15C).

Os teores de Ti em quartzo (**Figura**) das amostras dos ortognaisses (JD6(2) e JD11 – elipse tracejada vinho), concentrados majoritariamente acima da linha de 0.8% de  $\text{TiO}_2$ , são relativamente mais elevados do que nos paragnaisses (JD1B e JD15B – linha pontilhada rosa claro) que ocorrem sempre abaixo da linha de 0.8% de  $\text{TiO}_2$ .



**Figura 15:** Variação dos teores (em porcentagem de massa) de Ti nos cristais de quartzo analisados. A linha tracejada vinho representa os gnaisses ortoderivados e a linha pontilhada rosa claro representa os paraderivados.



### 5.3 Termobarometria

Para o cálculo das condições de temperatura e pressão alcançadas pelas rochas estudadas, foram utilizados os dados coletados nas análises de microsonda eletrônica, principalmente para os minerais titanita (investigando o teor de Zr em sua composição) e par hornblenda-plagioclásio (em equilíbrio) nos ortognaisses, empregando como base os termobarômetros de Hayden *et al.* (2008) e Holland e Blundy (1994), respectivamente. As tabelas com os cálculos e valores encontra-se nos Anexos 3.

As condições encontradas são consistentes com os dados obtidos durante as descrições petrográficas e confirmam que a formação destas rochas se deu na fácies anfibolito superior, porém ocorreram variações mínimas entre cada método e também diferenças internas quando diversas rochas são comparadas na mesma metodologia.

Para o termômetro utilizando o par hornblenda-plagioclásio em equilíbrio foram calculadas temperaturas em quatro pressões fixas ( $P = 1, 5, 10$  e  $15$  kbar) para cada amostra que apresentava o par citado em equilíbrio, além de outros requisitos estabelecidos por Holland e Blundy (1994). As temperaturas encontradas por este método (**Tabela 2**) variam de cerca de  $720\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $1$  kbar até em torno de  $655\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $15$  kbar.

Para o termobarômetro de Zr em titanita, utilizando as mesmas pressões fixadas no outro modelo, foram encontrados os valores variando entre  $652\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $1$  kbar e  $811\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $15$  kbar para as amostras que apresentam este mineral (**Tabela 3**).

Os valores de temperatura calculados por ambos os modelos, sob pressões de  $1, 5, 10$  e  $15$  kbar, foram plotados em um gráfico P-T (**Figura 16**). As curvas formadas por cada amostra, em diferentes métodos, se cruzam (e.g. linha JD3 definida por Zr em titanita se cruza com linha JD3 definida pelo par Hbl-Plg) em uma região delimitada do espaço P-T (região amarela na figura). Esta região representa o local do gráfico onde os valores encontrados nos diferentes métodos se sobrepõem e encontra-se em posição de aproximadamente  $700 \pm 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , com pressão variando entre  $2$  e  $7$  kbar.

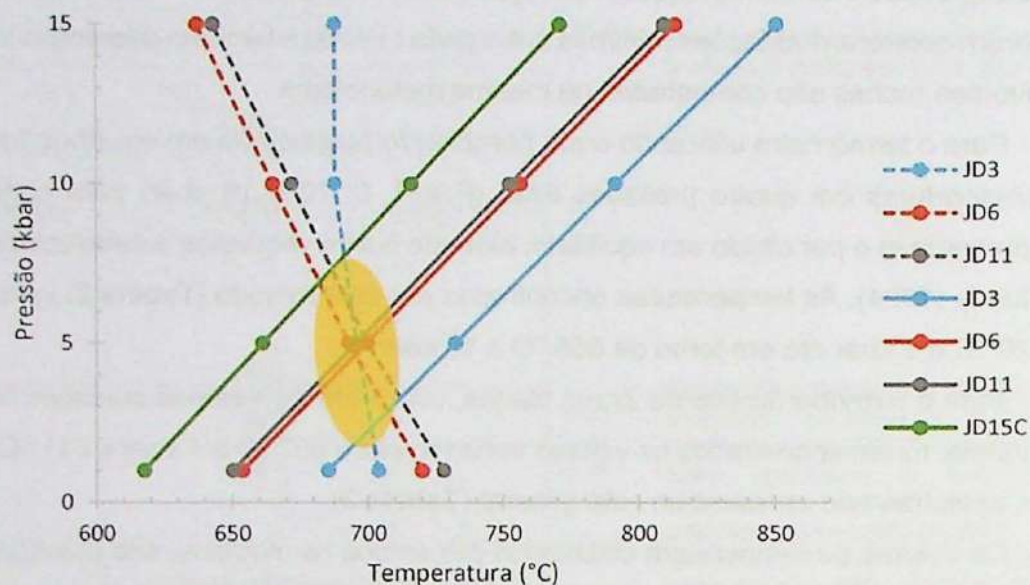
**Tabela 2:** Valores de temperatura calculados a partir de pressões fixas para o par hornblenda-plagioclásio, conforme Holland e Blundy (1994)

Amostra	$P = 1$ kbar	$P = 5$ kbar	$P = 10$ kbar	$P = 15$ kbar
JD3	$704 \pm 45\text{ }^{\circ}\text{C}$	$696 \pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$	$688 \pm 32\text{ }^{\circ}\text{C}$	$688 \pm 32\text{ }^{\circ}\text{C}$
JD6	$720 \pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$	$693 \pm 22\text{ }^{\circ}\text{C}$	$665 \pm 21\text{ }^{\circ}\text{C}$	$637 \pm 20\text{ }^{\circ}\text{C}$
JD11	$728 \pm 18\text{ }^{\circ}\text{C}$	$700 \pm 16\text{ }^{\circ}\text{C}$	$672 \pm 15\text{ }^{\circ}\text{C}$	$643 \pm 15\text{ }^{\circ}\text{C}$



**Tabela 3:** Valores de temperatura calculados a partir de pressões fixas utilizando o teor de Zr em titanita, conforme Hayden *et al.* (2008)

Amostra	P = 1 kbar	P = 5 kbar	P = 10 kbar	P = 15 kbar
JD3	685.5 ± 59 °C	733 ± 62 °C	792 ± 65 °C	851 ± 69 °C
JD6	654 ± 6 °C	699.5 ± 67 °C	756.5 ± 71 °C	813.5 ± 75 °C
JD11	650 ± 39 °C	696 ± 40 °C	753 ± 43 °C	809 ± 45 °C
JD15C	618 ± 7 °C	661.5 ± 8 °C	716 ± 8 °C	771 ± 9 °C

**Figura 16:** Gráfico P-T mostrando a variação nos valores calculados de temperatura para cada amostra, dada uma pressão fixa (P = 1, 5, 10 e 15 kbar). Linhas tracejadas representam o cálculo para o par hornblenda-plagioclásio (Holland e Blundy, 1994) e linhas sólidas para o teor de Zr em titanita (Hayden *et al.*, 2008). A região amarela corresponde à área onde os valores de ambos modelos, para cada amostra, se interceptam.

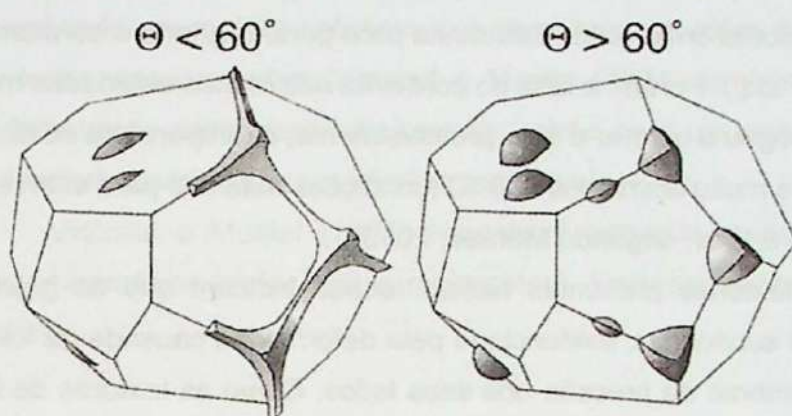
## 6 – INTERPRETAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As texturas e associações mineralógicas presentes nas amostras permitem avaliar que as unidades estudadas apresentam fortes feições de fusão parcial *in situ*, podendo ser classificadas como rochas migmatíticas conforme a definição formal presente na literatura (e.g. Sawyer, 2008). Esta classificação é reforçada pela presença de veios e *patches* leucossomáticos de textura ígnea em meio às rochas de alto grau metamórfico, além de minerais metamórficos (e.g. quartzo, feldspato alcalino, plagioclásio e clinopiroxênio) mimetizando feições texturais pertencentes a fases líquidas (aspecto intersticial e esquelético).



Algumas texturas de fusão *in situ* (e.g. *patches* de leucossoma com melanossoma ao redor) mostram que o fundido não migrou, indicando que a taxa de fusão foi baixa, não atingindo o ponto crítico MET (*melt escape threshold* em aproximadamente 30% - Vigneresse, 2004) ou então que não ocorreu grande deformação associada (Rosenberg e Handy, 2005), favorecendo a permanência desses *pockets* de líquido na posição em que se formaram.

As porções fundidas preservadas no mesossoma, normalmente ocorrem como minerais intersticiais no contato de diversos grãos, com aspecto semelhante a uma “poça” de líquido. Essa textura indica que o fundido quase não migrou, se acumulando nessas posições porque não apresentava uma rede de interconectividade plena. Deste modo, cabe interpretar que os líquidos gerados apresentavam ângulos diedrais maiores que  $60^\circ$  (Figura 17), tendendo a se acumular nos interstícios e contatos de diversos grãos como pequenas “bolhas” ou “poças” nestes locais.



**Figura 17:** Desenho mostrando a diferença morfológica de líquidos para valores de ângulos diedrais ( $\Theta$ ), entre sólido e líquido, menores ou maiores que o valor crítico de  $60^\circ$  para interconectividade do fundido. Retirado de Holness (2008).

A ocorrência de bandas máficas (melanossoma de biotita) nos contatos com alguns leucossomas também é evidência de que os líquidos gerados não migraram, possibilitando reações de volta entre o fundido e o mesossoma (Kriegsman, 2001). Isso também pode indicar que a biotita foi o principal elemento envolvido na fusão, mantendo o contato entre as partes reagentes (fases peritéticas no mesossoma e fase líquida no leucossoma). A reação de fusão  $Bt + Pl + Qz \leftrightarrow Liq. + Hbl \pm Cpx$ , por exemplo, pode ocorrer no sentido inverso, formando as bandas de biotita que definem o melanossoma.

Também foi possível comparar com resultados de análises experimentais (*i.e.* Wolf e Wyllie, 1991; Wyllie e Wolf, 1993; Patiño Douce, 2005; Vielzeuf e Montel, 1994), onde ao relacionar as microtexturas descritas às observadas nos experimentos, em condições controladas de pressão, temperatura e composição inicial, foi possível estabelecer as reações que ocorreram nas rochas estudadas. Os dados de geoquímica fornecidos pelos autores também permitem comparar os protólitos dos experimentos com os das unidades estudadas.

As diferentes feições migmatíticas observadas nos ortognaisses e nos paragneisses respondem às fertilidades características de cada um, podendo também refletir diferenças nas posições estratigráficas e/ou atividade diferenciada de fluidos nestas rochas.

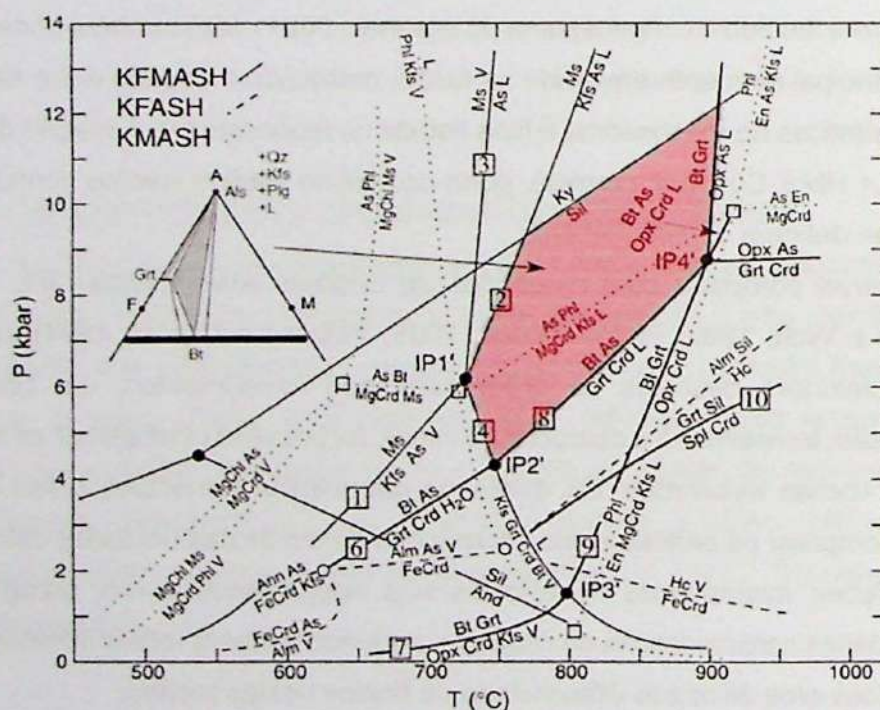


### 6.1 – Gnaisses Paraderivados

Os sillimanita-granada-biotita gnaisses foram interpretados como rochas metapelíticas de alto grau metamórfico ( fácies anfibolito superior), formadas sob condições de pressão entre 4 e 12 kbar e temperaturas na faixa de 700-900 °C (**Figura 18**). Sua paragênese de pico metamórfico é representada por sillimanita + granada + biotita + quartzo + plagioclásio + feldspato alcalino. Superposta a esta ocorre uma associação de menor grau (muscovita + fibrolita + clorita), interpretada como produto de retrometamorfismo, podendo também haver recristalização, por reações de volta, das fases envolvidas na fusão que se mantiveram em contato com o líquido que não migrou.

Deste modo, a falta de muscovita, associada à presença de sillimanita e feldspato alcalino intersticial, indica que ocorreu sua quebra para geração de fundido ( $Ms + Qz \leftrightarrow Sil + Kfs + Liq.$ ) conforme indicado por Moraes (2013). Esta reação seria seguida, com o aumento da temperatura, pela quebra da biotita envolvendo sillimanita para gerar granada e cordierita ( $Bt + Sil + Qz \leftrightarrow Grt + Crd + Kfs + Liq.$ ). Porém, a falta de cordierita nas rochas estudadas mostra que esta última reação não chegou a ocorrer e que, provavelmente, a temperatura do sistema não deve ter alcançado valores muito acima dos 800 °C (condições mínimas para esta reação de 750 °C a 4 kbar e 880 °C a 9 kbar, segundo Moraes, 2013).

Além disso, as relações texturais presentes nestas rochas indicam que as granadas presentes apresentam origem *subsolidus*, evidenciada pela deformação causada na foliação a sua volta e formação de sombras de pressão aos seus lados. Como as texturas de fusão não envolvem granada, conclui-se que não ocorreu a quebra da biotita neste litotipo, restringindo a geração de líquidos apenas pela desidratação da muscovita.



**Figura 18:** Diagrama P-T com as principais reações dos sistemas KFMASH, KFASH e KMASH. Retirado de Spear *et al.* (1999).

O polígono rosado delimita o campo de estabilidade dos Sil-Grt-Bt gnaisses deste trabalho.

O diagrama AFM representa a paragênese em equilíbrio no pico metamórfico.

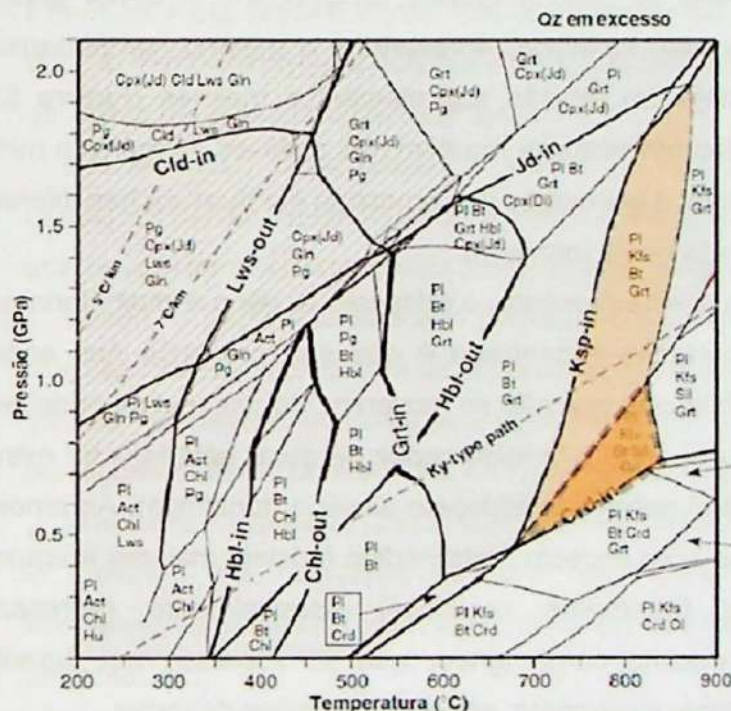


Já as rochas do grupo 2 (Bt gnaisses com granada) podem ser interpretadas como metarcóseos (ou metagrauvacas) devido a seu alto teor de quartzo e feldspatos. Estes se formaram em alto grau metamórfico ( fácies anfibolito superior), sob temperaturas entre 700 e 800 °C e pressões variando de 5 a 20 kbar (conforme os campos de estabilidade apresentados por Bucher e Grapes, 2011 – **Figura 19**) ou, segundo os experimentos de Vielzeuf e Montel (1994) – **Figura 20**, sob condições entre 800 - 850 °C a baixas pressões (4 a 10 kbar) ou 830 - 950 °C sob altas pressões (11 a 18 kbar).

Sua paragênese de pico metamórfico é dada por biotita + quartzo + plagioclásio + feldspato alcalino + granada (em pouco quantidade) ± sillimanita (presente em apenas uma amostra).

As granadas destas rochas, devem ter sido geradas pelo processo de fusão a partir da quebra da biotita (conforme a reação  $Bt + Pl + Qtz \leftrightarrow Grt (+Kfs) + Liq.$  encontrada por Vielzeuf e Montel, 1994), tendo como evidência sua baixa proporção modal nestas rochas e seu acúmulo em regiões próximas aos leucossomas, além de inclusões xenomórficas de biotita dentro das granadas. Vielzeuf e Montel (1994) também demonstram que esta reação é fortemente dependente da pressão, onde com um aumento de P, as granadas geradas tendem a enriquecer no membro grossulária.

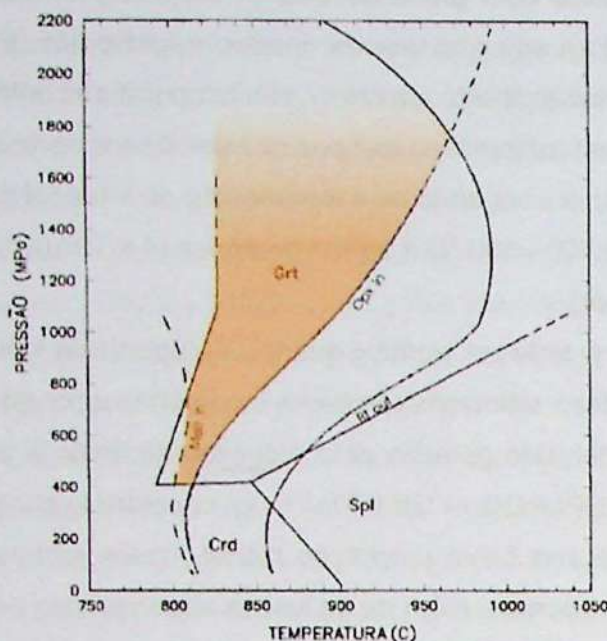
Vielzeuf e Montel (1994) encontram granada presente a partir de 5 kbar e 800 °C (temperaturas iniciais nos experimentos), juntamente com feldspato alcalino a partir de 10 kbar.



**Figura 19:** Assembleia mineral em equilíbrio calculada em espaço P-T para metagreywacke (granodiorítico) de composição ( $SiO_2$  – 73.83%;  $Al_2O_3$  – 13.25%;  $FeO_T$  – 3.37%;  $MgO$  – 1.16%;  $CaO$  – 1.141%;  $Na_2O$  – 3.10%;  $K_2O$  – 2.53%). Isógrads de aparecimento (-in) e desaparecimento (-out) de minerais estão destacadas. Quartzo está presente em todas as assembleias. Área sombreada indica o campo de estabilidade de micas brancas com K (e.g. Ms, Phe, Cel). Área hachurada indica o campo de estabilidade de glaucofânio. Retirado de Bucher e Grapes (2011).

O polígono laranja delimita o campo de estabilidade do Bt gnaiss com Granada. O triângulo de cor mais escura na base, delimita o campo onde esta mesma rocha pode apresentar sillimanita





**Figura 20:** Gráfico P-T mostrando os campos de estabilidade de granada, cordierita e espinélio, além das curvas de aparecimento de fundido e de ortopiroxênio e de desaparecimento de biotita, caracterizados experimentalmente. Modificado de Vielzeuf e Montel (1994).

O campo laranja marca a região onde a paragênese do Bt gnaiss com Grt é estável. O limite superior é gradual devido às incertezas nos experimentos sob altas pressões, seguindo o que foi feito pelos autores do experimento nas isógradadas.

## 6.2 – Gnaisses Ortoderivados

Os ortognaisses foram separados em dois grupos petrográficos diferentes, principalmente pela presença ou não de feldspato alcalino na composição mineral. Porém esta separação não fica tão clara quando os dados de geoquímica são analisados. Nas análises químicas de rocha total, amostras representativas de ambos grupos (JD3 e JD6 – bt-hbl gnaisses granodioríticos e JD11 – hbl-bt gnaiss tonalítico) apresentam o mesmo comportamento, sempre plotando bem próximas, seja em relação aos elementos maiores (**Figura 5**) ou menores (**Figura 6**). A correlação das amostras se mantêm nas análises de química mineral em todas as fases investigadas. Assim, a separação das amostras em duas rochas diferentes não é muito precisa, sendo descartada neste momento.

Como, mesmo nas amostras onde está presente, o feldspato alcalino é majoritariamente xenomórfico e intersticial, a interpretação encontrada é que sua presença nas análises petrográficas representa porções do líquido que não se moveram. Já nas rochas onde este é inexistente, pode significar apenas que todo o fundido capaz de gerar esta fase foi extraído destas porções, deixando um resíduo pobre em feldspato alcalino (tonalítico). As amostras que apresentaram feldspato alcalino com aspecto metamórfico (cristais maiores irregulares, com tendência granoblástica e fortemente periticos) possivelmente representam heterogeneidades dentro de um mesmo corpo ígneo, que se sobressaíram durante o metamorfismo, concentrando esta fase, localmente, em certas porções da rocha.

Assim, estas rochas apresentam protólitos ígneos, variando entre composições granodioríticas e tonalíticas, que sofreram metamorfismo de alto grau, em fácies anfibolito, e consequentemente sofrendo anatexia. A paragênese de pico metamórfico não deve ser muito



distante da própria mineralogia original, inferida como quartzo + plagioclásio + biotita + hornblenda + titanita  $\pm$  feldspato alcalino (apenas nos membros mais granodioríticos).

Como a distinção entre fases primárias e fases apenas metamórficas é difícil, inferir as condições exatas de metamorfismo apenas com as análises petrográficas é um trabalho muito complexo. Para contornar tal problema, se recorreu à utilização de análises de química mineral *in situ*, juntamente com termobarômetros disponíveis na literatura (e.g. Hayden *et al.*, 2008; Holland e Blundy, 1994) para o cálculo das condições de formação destas rochas.

Os resultados obtidos em ambos os métodos foram comparados e cruzados em gráfico P-T (**Figura 16**). A região onde as linhas de uma mesma amostra, calculadas por diferentes métodos, se cruzam foi destacada com uma marcação amarela. Esta representa, então, a área onde ambas análises se sobrepõem no espaço P-T (pressão de 2 a 7 kbar e temperaturas em torno de 700 °C), o que indica ser a região com maior probabilidade destas rochas terem realmente se formado.

Tais condições calculadas, são parcialmente confirmadas pela petrografia, onde os ortognaisses não apresentam granada em sua composição, mostrando que estas rochas não atingiram altas pressões (>10 kbar segundo Wyllie e Wolf, 1993 – **Figura 21**; e Patiño Douce e Beard, 1995).

De acordo com Patiño Douce (2005), uma das reações de fusão, sob pressões mais baixas, que possibilita a formação de clinopiroxênio com granada ausente é dada por:  $Bt + Pl + Qz \leftrightarrow Cpx + Kfs + Liq$ . Outra reação possível seria a fusão por desidratação de hornblenda [ $Hbl + Pl \leftrightarrow Cpx + Liq$  (Wolf e Wyllie, 1991)], porém neste último caso, a reação só ocorre acima de 900 °C, temperatura que possivelmente não foi alcançada pelas rochas estudadas conforme os dados de termobarometria (**Figura 21**).

Brown (2007) cita a reação  $Bt + Pl + Qz \leftrightarrow Hbl + Cpx + Kfs + L$ , porém delimita suas condições para a transição entre a fácies anfibolito superior e granulito, em temperaturas das que devem ter sido alcançadas pelas rochas estudadas.

Assim, a partir das análises petrográficas, ainda persiste um problema em relação às reações citadas, a presença de hornblenda e clinopiroxênio com textura esquelética (aspecto intersticial, mimetizando uma fase líquida – Anexo 1, Prancha 7) em temperaturas abaixo das condições onde a curva *solidus* foi determinada experimentalmente (**Figura 21**).

Weinberg e Hasalová (2015) fazem uma extensa revisão sobre fusão em presença de água e mostram que diversos estudos encontram rochas metagranitoides fundindo em temperaturas abaixo da *solidus*, em condições semelhantes às inferidas para os ortognaisses deste estudo.

Muito deste material disponível na literatura traz hornblenda ocorrendo como fase peritética de fusão em presença de água (e.g. Beard e Lofgren, 1991; Slagstad *et al.*, 2005; Brown, 2007; Sawyer, 2010). Onde esta se formaria, principalmente, a partir da reação de quartzo + plagioclásio + biotita com presença de 3 a 5.5% de água, a temperaturas entre 700 e 720 °C



(Slagstad *et al.*, 2005), podendo também apresentar clinopiroxênio como fase peritética desta reação sob menor disponibilidade de água (<3% - Sawyer, 2010).

Sawyer (2010) também fornece a reação  $\text{plagioclásio}^1 + \text{quartzo} + \text{biotita} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{Líq.} + \text{anfíbólio} + \text{plagioclásio}^2 \pm \text{titanita}$ , que explica a presença dos cristais de titanita intimamente associados à hornblenda e com biotita (Anexo 1, prancha 9-B) nas bordas encontrados na petrografia.

Deste modo, conforme o observado na petrografia dos ortognaisses, o processo de anatexia está claramente presente, porém as fases hidratadas da rocha (biotita e hornblenda) ocorrem em uma quantidade razoável, indicando que não foram totalmente consumidas nas reações de fusão por desidratação, além de as temperaturas encontradas nos cálculos termobarométricos estarem muito abaixo das condições necessárias para fusão por desidratação. Portanto, é possível a interpretação de que ocorreu fusão em presença de água livre no sistema, provavelmente conforme a reação descrita por Sawyer (2010) citada acima.

A presença de carbonatos associados aos leucossomas dos ortognaisses juntamente com cristais de aspecto intersticial no mesossoma, favorece a hipótese de influxo de fluidos externos no sistema durante o pico metamórfico, que justifica as temperaturas de fusão menores que as esperadas para as reações de desidratação de biotita ou anfíbólio.

A isonomia química dos clinopiroxênios indica que, apesar destes exibirem texturas diferentes (esquelético ou prismático, presentes no mesossoma e leucossoma, respectivamente), estes minerais se formaram através do mesmo processo, que pode ser pela mesma reação de formação da hornblenda peritética, mas em um momento final, onde a água disponível para reagir era menor, possibilitando a formação desta fase anidra.

Outra hipótese para a ocorrência de clinopiroxênio é a partir da reação de desidratação da hornblenda em *subsolidus*, encontrada por Wolf e Wyllie (1991) em seus experimentos com temperaturas menores que 900 °C.

Como são encontradas inclusões arredondadas de hornblenda dentro dos cristais de clinopiroxênio (Anexo 1, Prancha 7-E), há maior probabilidade de o seu processo formador deste ser pela reação descrita por Sawyer (2010) sob baixa atividade de água.

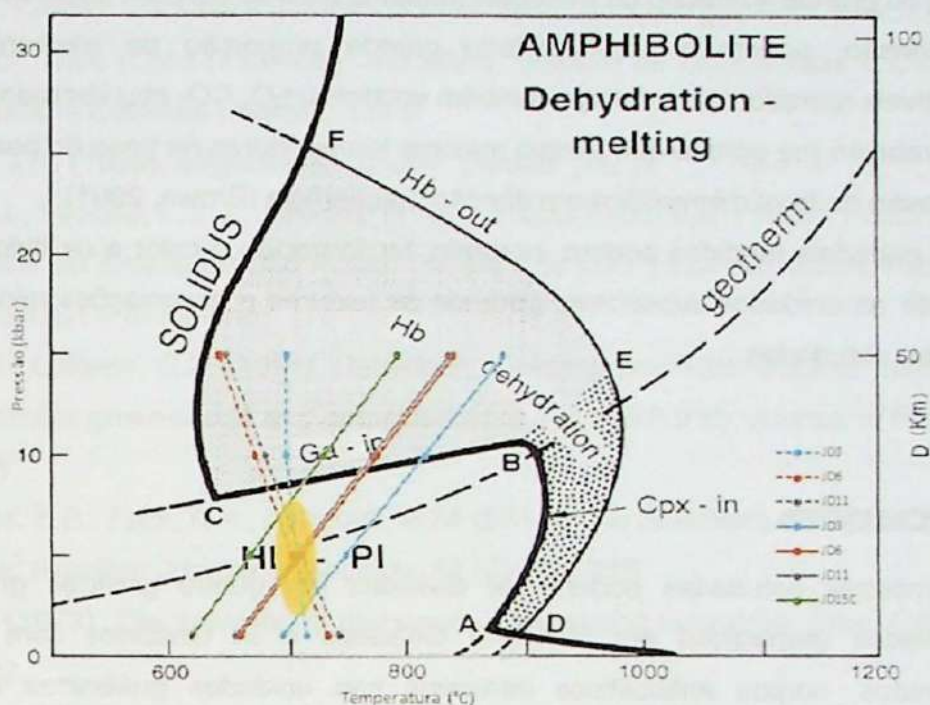


### 6.3 – Condições Gerais de Metamorfismo e Fusão

Sill-Grt-Bt Gnaisses: 4-12 kbar e 700-900 °C.

Bt gnaisses: 5-20 kbar e 700-800 °C (Bucher e Grapes, 2011) ou 4-10 kbar e 800-850 °C (Vielzeuf e Montel, 1994).

Hbl-Bt gnaisses tonalíticos e Bt-Hbl gnaisses granodioríticos ou Gnaisses ortoderivados: 2-7 kbar e 700 °C.



**Figura 21:** Gráfico P-T mostrando a curva *solidus* para reação de fusão por desidratação de anfibólios e também a isógrada de desaparecimento (-out) da hornblenda. A linha A-B representa o aparecimento de Cpx e a linha B-C de Grt, ambas relacionadas com a desidratação da Hbl. O campo sombreado delimita a região de estabilidade da associação Hbl+Grt e a área pontilhada de Hbl+Cpx. Retirado de Wyllie e Wolf (1993).

As curvas de termobarometria da Figura 16 foram plotadas sobrepostas para comparação das condições calculadas com a posição da curva *solidus* calculada experimentalmente para a desidratação de anfibólios.

As condições de fusão encontradas a partir das análises realizadas neste estudo mostram que esta ocorreu sob fácies anfibolito, a partir da quebra de muscovita para os paragneisses que apresentavam este mineral, com subordinada quebra de biotita nas rochas paraderivadas que não apresentavam muscovita para tamponar a temperatura do sistema.

Já para os ortogneisses, as temperaturas são relativamente baixas para causar extensiva quebra da biotita e, principalmente, da hornblenda. Estas evidências, juntamente com a presença de hornblenda como parte da fase peritética em alguns casos, indica que ocorreu influxo de fluidos externos, baixando o ponto de fusão das rochas e causando a anatexia observada. A presença de água causando a fusão e, conseqüentemente, sendo incorporada pelo fundido também ajuda a explicar a baixa mobilidade destes líquidos anatéticos gerados, que rapidamente se resfriam, liberando água, que reage com os minerais peritéticos ocasionando a formação de bandas máficas hidratadas (melanossoma), por reações de volta, nas bordas dos veios leucossomáticos.



Deste modo as condições encontradas de temperatura e pressão estão de acordo com o modelo tectônico sugerido para a região, onde as rochas estudadas fazem parte da porção superior da Nappe Socorro-Guaxupé (NSG), que experimentaram temperaturas médias a altas com pressões relativamente mais baixas, condizentes com camadas de topo estratigráfico de pacotes em cavalgamento.

Além disto, a presença de granulitos nas unidades inferiores da NSG são indicativos de que ocorreu grande liberação de materiais fundidos para as porções superiores, que durante sua ascensão, podem ter transportado grande proporção de elementos radioativos incompatíveis (geradores de calor) e também voláteis ( $H_2O$ ,  $CO_2$  etc) liberados pelas reações de desidratação (na porção que atingiu maiores temperaturas na base do pacote), causando a progressão do *front* migmatítico em direção à superfície (Brown, 2001).

Estes materiais fundidos podem, portanto, ter fornecido o calor e os fluidos necessários para fundir as unidades superiores, gerando as texturas e associações minerais presentes nas rochas estudadas.

## 7 – CONCLUSÕES

As amostras estudadas podem ser divididas em quatro grandes grupos: gnaisses paraderivados (separadas em Sil-Grt-Bt Gnaisses e Bt Gnaisses com Grt), gnaisses ortoderivados, corpos anfibolíticos intrusivos nas unidades gnáissicas e sienogranitos leucocráticos anatéticos associados. Os dois primeiros grupos compõem o foco principal deste trabalho e concentraram as discussões.

Os gnaisses estudados (para- e ortoderivados) fazem parte da Unidade Migmatítica Superior da Nappe Socorro-Guaxupé (Campos-Neto e Caby, 2000).

Os sienogranitos (grupo 7 da petrografia) presentes na área são pequenos corpos anatéticos relacionados com a fusão parcial da própria rocha encaixante, ou de pacotes rochosos associados (presentes mais abaixo na pilha estratigráfica).

As condições regionais de metamorfismo e fusão estão na faixa de 2-10 kbar com temperaturas entre 700 e 850 °C (concentrando-se, principalmente, em 5-7 kbar e 700 °C)

Ocorreu certa quebra de minerais hidratados (principalmente muscovita, onde esta estava presente), mas grande parte das reações de fusão cruzadas pelas rochas, principalmente para os ortognaisses, envolvem a presença de fluidos externos.

Houve influxo de voláteis externos (possivelmente  $H_2O$  e  $CO_2$ ) nas rochas, auxiliando nos momentos iniciais de fusão e gerando líquidos graníticos que não se moveram para fora do sistema, mantendo-se *in situ* ou *in source*.



## 8 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, F.F.M. de, Hasui, Y., Brito Neves, B.B. (1976). The Upper Precambrian of South America. *Boletim do Instituto de Geociências, USP*, 7, 45-80.
- Artur, A.C. (1988). *Evolução policíclica da infra-estrutura arqueana na porção sul do Estado de Minas Gerais e regiões adjacentes do Estado de São Paulo*. Tese (Doutorado). São Paulo: Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 230 p.
- Artur, A.C. (2003). *Complexo Granitóide Pluriserial Socorro: geologia, petrologia e recursos minerais*. Tese (Livre-Docência). Rio Claro: Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 139 p.
- Ashworth, J.R. (1985). *Migmatites*. London: Blackie. 302 p.
- Batista, J.J., Simões, L.S.A., Oliveira, M.A.F., Souza Filho, E.E. (1986). *Folha Jundiaí. Carta Geológica do Estado de São Paulo*. Escala 1:50.000. Nota explicativa. Rio Claro: IGCE-Unesp-SICCT-Pró-Minério.
- Beard, J.S., Lofgren, G.E. (1991). Dehydration melting and water-saturated melting of basaltic and andesitic greenstones and amphibolites at 1, 3 and 6.9 kb. *Journal of Petrology*, 32 (2), 365-401.
- Brito Neves, B.B., Fuck, R.A., Pimentel, M.M. (2014). The Brasiliano collage in South America: a review. *Brazilian Journal of Geology*, 44 (3), 493-518.
- Brown, M. (1973). The definition of metatexis, diatexis and migmatite. *Proc. Geol. Assoc.*, 84, 371-382.
- Brown, M. (2001). Orogeny, migmatites and leucogranites. *Proc. Indian Academy of Sciences (Earth and Planetary Sciences)*, 110 (4), 313-336.
- Brown, M. (2007). Crustal melting and melt extraction, ascent and emplacement in orogens: mechanisms and consequences. *Journal of the Geological Society Bicentennial Review*, 164, 709-730.
- Bucher, K., Grapes, R. (2011). *Petrogenesis of Metamorphic Rocks*. Berlin Heidelberg: Springer.
- Campos Neto, M.C., Basei, M.A.S., Artur, A.C., Silva, M.E. da, Machado, R., Dia Neto, C. de M., Fragoso-Cesár, A.R., Souza, A.F. (1983). *Geologia das folhas de Igaratá e Piracéia*, Escala 1:50.000. Nota explicativa. São Paulo: SICCT/USP.
- Campos Neto, M.C., Caby, R. (2000). Terrane accretion and upward extrusion of high-pressure granulites in the Neoproterozoic nappes of southeast Brazil: Petrologic and structural constraints. *Tectonics*, 19 (4), 669-687.
- Campos Neto, M.C., Basei, M.A.S., Vlach, S.R.F., Caby, R., Szabó, G.A.J., Vasconcelos, P. (2004). Migração de Orogênes e Superposição de Orogêneses: Um Esboço da Colagem Brasileira no Sul do Cráton do São Francisco, SE – Brasil. *Geologia USP Série Científica*, 4 (1), 13-40.



- Ebert, H. (1971). Os Paraíbides entre São João del Rei (MG) e Itapira (SP) e a bifurcação entre os Paraíbides e Araxaídes. XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, v. 1, 177-178. São Paulo: SBG.
- Freitas, F. C., Juliani, C., Bustamante, A. (2012). Evolução P-T de rochas metamórficas de alto grau da região de Socorro: implicações na geração de terrenos granulíticos de alta pressão no Sudeste do Brasil. *Comunicações Geológicas*, 99 (2), 61-69.
- Gengo, R. M. (2014). *Petrologia de ortognaisses e granitoides do Domínio Socorro, Nappe Socorro-Guaxupé, seção Extrema-Camanducaia*. Dissertação (Mestrado). São Paulo: Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 96 p.
- Hasui, Y., Sadowski, M. (1972). Geocronologia do Grupo São Roque pelo método Potássio-Argônio. *Revista Brasileira de Geociências*, 2 (1), 18-24.
- Hasui, Y., Tognon, A.A., Soares, L., Csordas, S. M. (1978). Geologia e Tectônica da Serra do Japi. *Boletim do Instituto de Geociências, USP*, 9, 17-24.
- Hasui, Y. (2010). A Grande Colisão Pré-Cambriana do Sudeste Brasileiro e a Estruturação Regional. *Revista Geociências, UNESP*, 29 (2), 141-169.
- Hayden, L.A., Watson, E.B., Wark, D.A. (2008). A thermobarometer for sphene (titanite). *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 155, 529-540.
- Hawthorne, F.C., Oberti, R., Harlow, G.E., Maresch, W.V., Martin, R.F., Schumacher, J.C., Welch, M.D. (2012). Nomenclature of the amphibole supergroup. *American Mineralogist*, 97, 2031-2048.
- Heilbron, M., Pedrosa-Soares, A.C., Campos Neto, M.C., Silva, L.C., Trouw, R.A.J., Janasi, V.A. (2008a). Província Mantiqueira. In: V. Mantesso Neto, A. Bartorelli, C.D.R. Carneiro, B.B. Brito Neves (Eds.), *A Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida* (v.1, 203-234). São Paulo: Becca.
- Heilbron, M., Valeriano, C.M., Tassinari, C.C.G., Almeida, J., Tupinambá, M., Siga Jr, O., Trouw, R. (2008b). Correlation of Neoproterozoic terranes between the Ribeira Belt, SE Brazil and its African counterpart: comparative tectonic evolution and open questions. In: R.J. Pankhurst, R.A.J. Trouw, B.B. Brito Neves, M.J De Wit (Eds.), *West Gondwana: Pre-Cenozoic Correlations Across the South Atlantic Region* (v.294, 211-237). London: Geological Society.
- Holland, T., Blundy, J. (1994). Non-ideal interactions in calcic amphiboles and their bearing on amphibole-plagioclase thermometry. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 116, 433-447.
- Holness, M.B. (2008). Decoding migmatite microstructures. In: E.W. Sawyer, M. Brown (Eds.), *Working with Migmatites: Short Course* (v.38, 57-76). Québec: Mineralogical Association of Canada



- Janasi, V.A. (1999). *Petrogênese de granitos crustais na Nappe de Empurrão Socorro-Guaxupé (SP-MG): uma contribuição da geoquímica elemental e isotópica*. Tese (Livre-Docência). São Paulo: Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 304 p.
- Juliani, C., Monteiro, L.V.S., Fernandes, C.M.D., Aguilar, A.P. (2006). *Carta Geológica da Folha Atibaia (SF. 23-Y-C-III)*. Escala 1:100.000. Nota explicativa. Programa Geologia do Brasil. São Paulo: IGC-USP-CPRM.
- Kriegsman, L.M. (2001). Partial melting, partial melt extraction and partial back reaction in anatectic migmatites. *Lithos*, 56, 75-96.
- Leake, B.E., Woolley, A.R., Arps, C.E.S., Birch, W.D., Gilbert, M. C., Hawthorne, F.C., Kato, A., Kisch, H.J., Krivovichev, V.G., Linthout, K., Laird, J., Mandarino, J. A., Maresch, W.V., Nickel, E.H., Rock, N.M.S., Schumacher, J.C., Smith, D.C., Stephenson, N.C.N., Ungaretti, L., Whittaker, E.J.W., Youzhi, G. (1997). Nomenclature of Amphiboles: report of the subcommittee on amphiboles of the International Mineralogical Association, commission on new minerals and mineral names. *The Canadian Mineralogist*, 35, 219-246.
- Martins, L. (2005). *Geração e Migração de Magmas Graníticos na Crosta Continental: Estudos de Detalhe em Granitos e Migmatitos da Região de Nazaré Paulista (SP)*. Tese (Doutorado). São Paulo: Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 240 p.
- McDonough, W.F., Sun, S. (1995). The composition of the Earth. *Chemical Geology*, 120, 223-253.
- Mehnert, K.R. (1968). *Migmatites and the origin of the granitic rocks*. Amsterdam: Elsevier Publishing Company, 393 p.
- Moraes, R. (2013). *Estudo sobre a geração e evolução de granulitos e migmatitos, usando como exemplos as rochas da Faixa Araçuaí, BA, e do Complexo Anápolis-Itauçu, GO*. Tese (Livre Docência). São Paulo: Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 126 p.
- Morais, S.M., Delher, N.M., Rodrigues, J.B., Sachs, L.L.B. (1999). *Integração geológica da folha Guaratinguetá (SF.23-Y-C)*. Escala 1:250.000 - Estados de São Paulo e Minas Gerais. Nota explicativa. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. São Paulo: CPRM. 28 p.
- Patiño Douce, A.E., Beard, J.S. (1995). Dehydration-melting of Biotite Gneiss and Quartz Amphibolite from 3 to 15 kbar. *Journal of Petrology*, 36 (3), 707-738.
- Patiño Douce, A.E. (2005). Vapor-absent melting of tonalite at 15-32 kbar. *Journal of Petrology*, 46 (2), 275-290.
- Penalva, F., Wernick, E. (1973). Compartimentação tectônica em parte do pré-cambriano paulista. *Soc. Bras. Geol.(Núcleo Bahia). Bol. Esp*, 1, 128-129.
- Richard, L. (1995) MINPET – Mineralogical and petrological data processing system. Minpet for Windows, version 2.02.



- Sachs, L.L.B., Morais, S.M. (1999). *Integração geológica da folha São Paulo (SF.23-Y-C)*. Escala 1:250.000 - Estado de São Paulo. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. São Paulo: CPRM.
- Sawyer, E.W. (2008). *Atlas of Migmatites*. Special Publications of The Canadian Mineralogist, v.9, 386 p.
- Sawyer, E.W., Brown, M. (2008). *Working with Migmatites*. Mineralogical Association of Canada, Short Course Series, v.38, 158 p.
- Sawyer, E.W. (2010). Migmatites formed by water-fluxed partial melting of a leucogranodiorite protolith: Microstructures in the residual rocks and source of the fluid. *Lithos*, 116, 273-286.
- Slagstad, T., Jamieson, R.A., Culshaw, N.G. (2005). Formation, Crystallization and Migration of Melt in the Mid-orogenic Crust: Muskoka Doman Migmatites, Grenville Province, Ontario. *Journal of Petrology*, 46 (5), 893-919.
- Spear, F.S., Kohn, M.J., Cheney, J.T. (1999). P-T paths from anatectic pelites. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 134, 17-32.
- Trouw, R.A.J., Peternel, R., Ribeiro, A., Heilbron, M., Vinagre, R., Duffles, P., Trouw, C.C., Fontainha, M., Kussama, H.H. (2013). A New Interpretation for the Interference Zone Between the Southern Brasília Belt and the Central Ribeira Belt, SE Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 48, 43-57.
- Vielzeuf, D., Montel, J.M. (1994). Partial melting of metagreywackes. Part I. Fluid-absent experiments and phase relations. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 117, 375-393.
- Vigneresse, J. L. (2004). A new paradigm for granite generation. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences*, 95, 11-22.
- Weinberg, R.F., Hasalová, P. (2015). Water-fluxed melting of the continental crust: A review. *Lithos*, 212, 158-188.
- Wernick, E., Oliveira, M.A.F. de, Kawashita, K., Cordani U.G., Delhal, J. (1976). Estudo geocronológico pelo método Rb/Sr em rochas do Bloco Jundiá e regiões adjacentes. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia. *Revista Brasileira de Geociências*, 6, 125-135.
- Wernick, E., Artur, A.C. (1983). Regenerações sucessivas de terrenos arqueanos no leste do estado de São Paulo e sul de Minas Gerais. SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, v.4, 17-31. São Paulo: SBG.
- Whitney, D.L., Evans, B.W. (2010). Abbreviations for names of rock-forming minerals. *American Mineralogist*, 95, 185-187.
- Wolf, M.B., Wyllie, P.J. (1991). Dehydration-melting of solid amphibolite at 10 kbar: textural development, liquid interconnectivity and applications to the segregation of magmas. *Mineralogy and Petrology*, 44, 151-179.
- Wyllie, P.J., Wolf, M.B. (1993). Amphibolite dehydration-melting: sorting out the solidus. *Geological Society of London, Special Publications*, 76, 405-416.



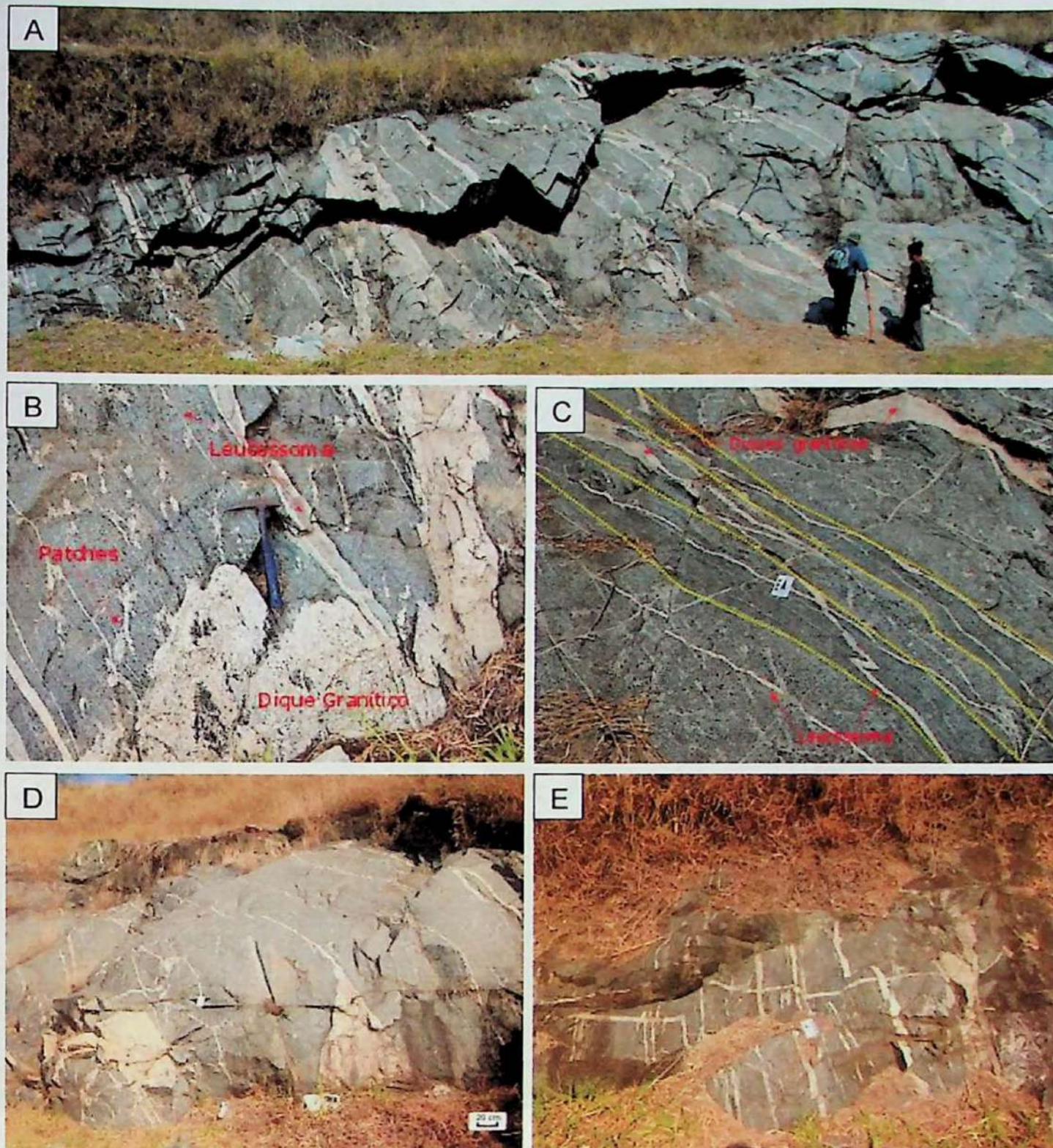
## ANEXO 1

### PRANCHAS DE FOTOGRAFIAS E FOTOMICROGRAFIAS DAS AMOSTRAS ESTUDADAS



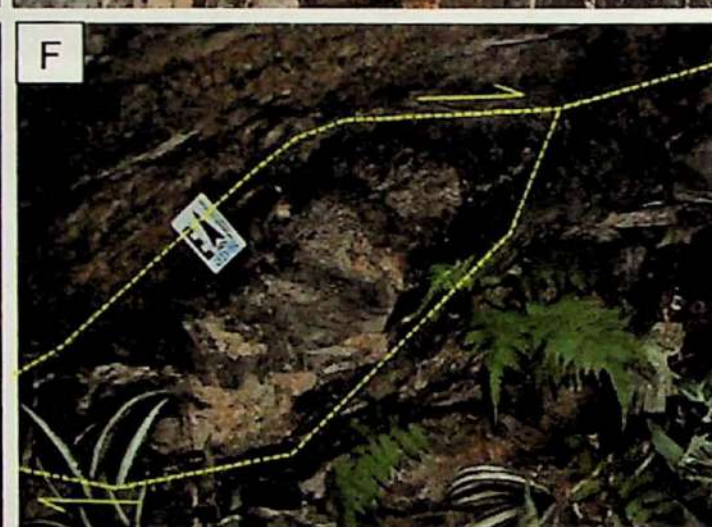
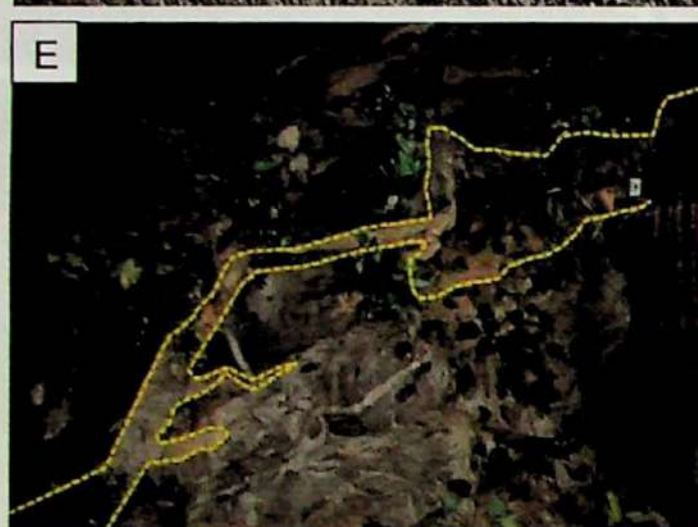
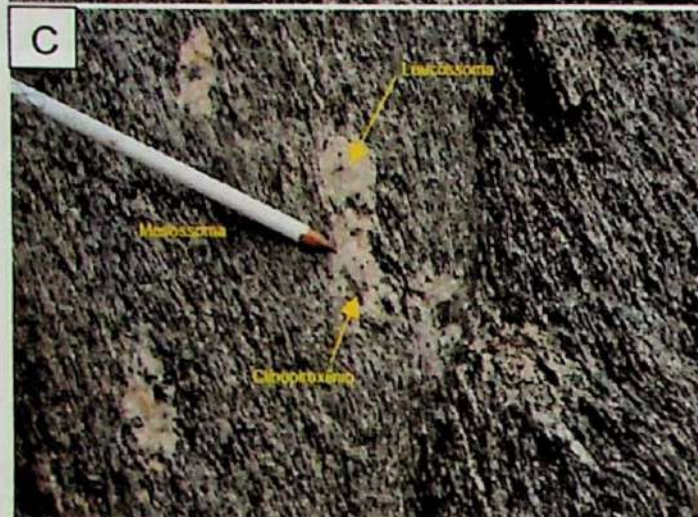






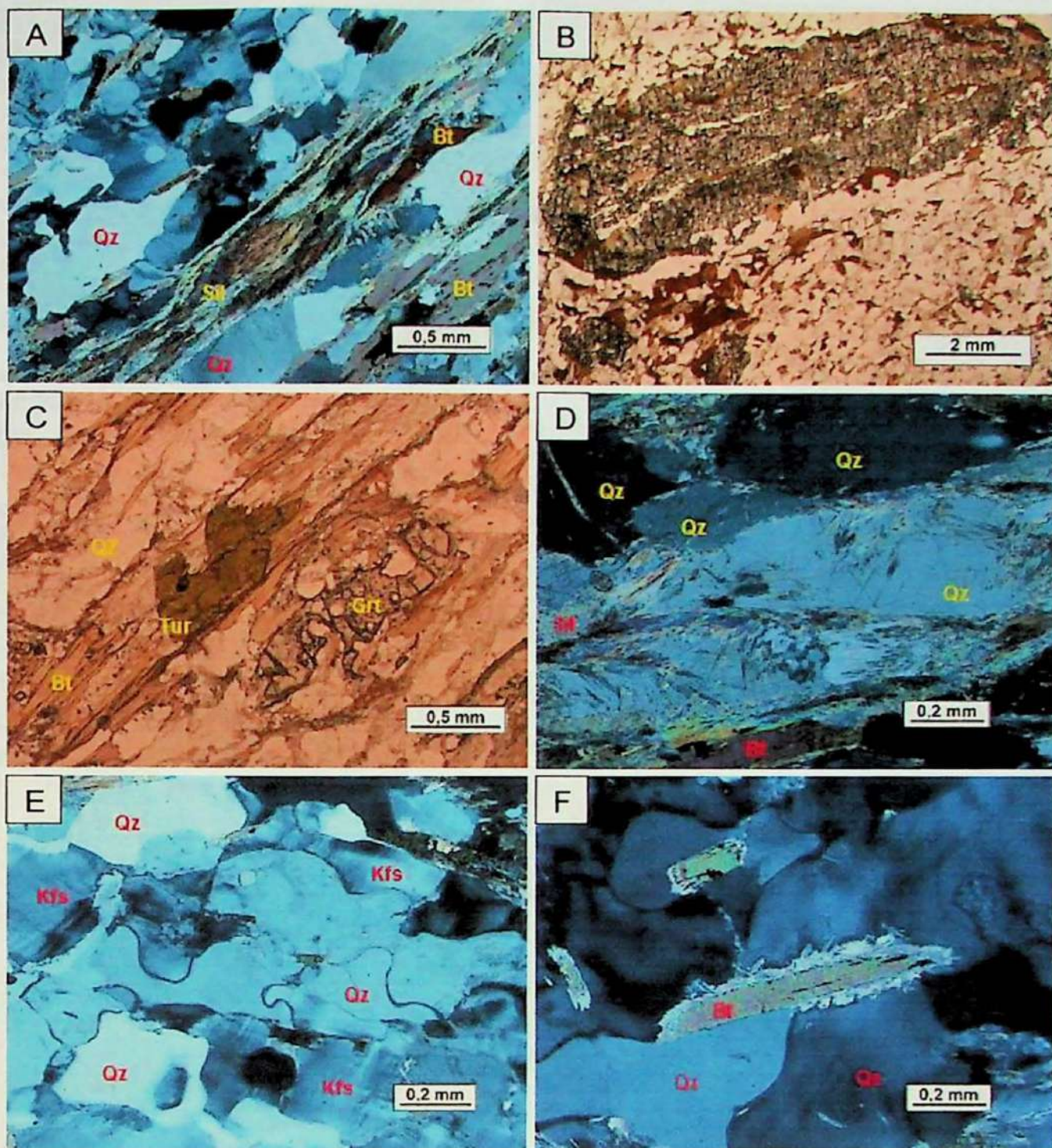
**Prancha 1:** (A) Aspecto geral do afloramento principal deste estudo, localizado em um trevo no km 70 da rodovia SP-300 entre as cidades de Jundiá e Cabreúva. A imagem mostra a alta densidade de veios leucocráticos, de variadas espessuras, que cortam a rocha em diversas direções. (B) Foto de detalhe do afloramento JD1 mostrando as diversas morfologias das porções leucocráticas, ocorrendo como *patches* em meio ao mesossoma, como veios concordantes à foliação ou na forma de diques sienograníticos irregulares. (C) Leucossomas presentes em diversas orientações no afloramento JD1. As linhas pontilhadas amarelas definem um leve bandamento, paralelo à foliação, entre porções mais claras e mais escuras. (D) Imagem mostrando um bolsão granítico à esquerda e outro à direita, convergindo para um veio paralelo à foliação no afloramento JD1. (E) Veios concordantes e discordantes da foliação correlacionados, com conexões entre eles e um tornando-se no outro.





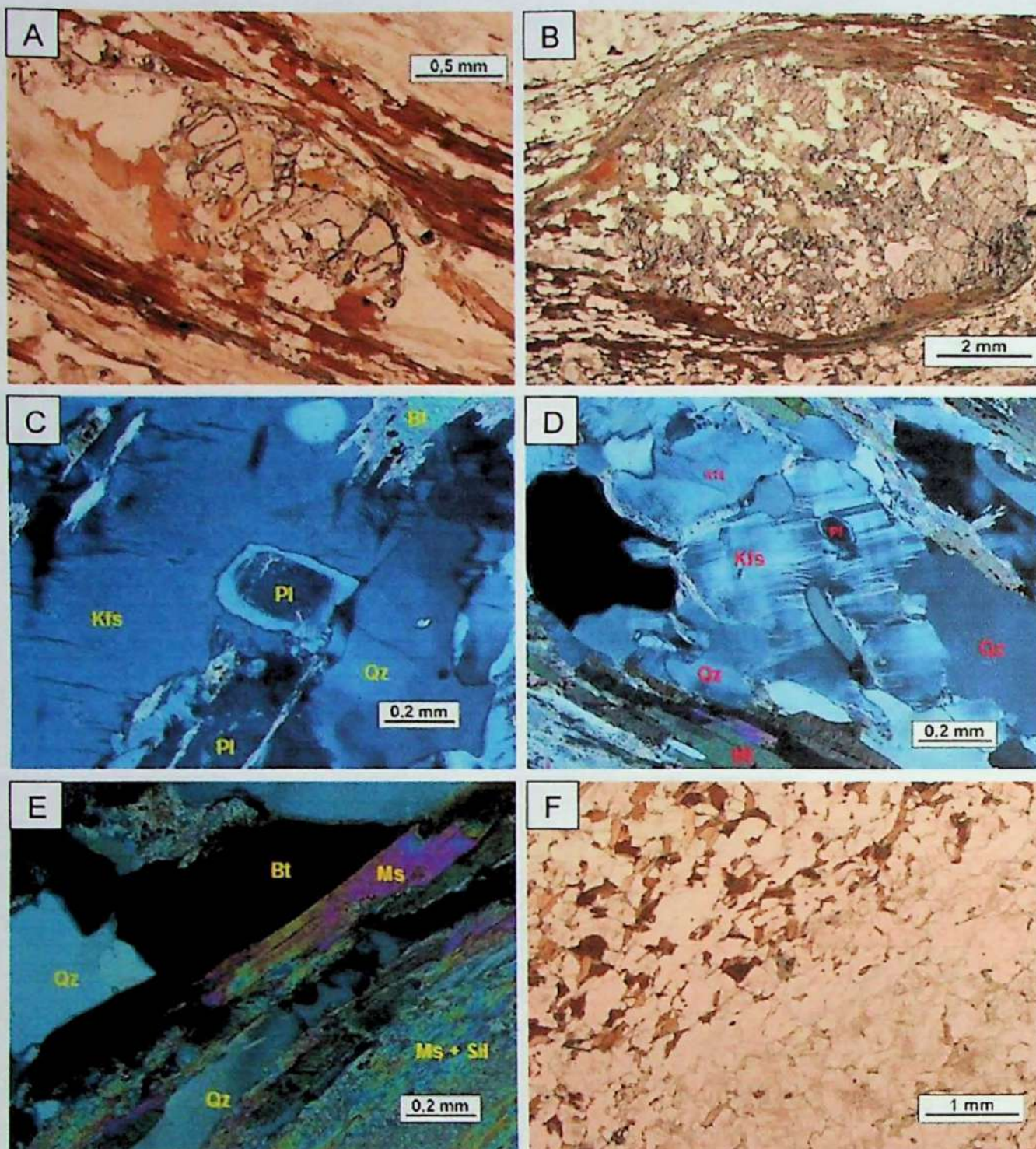
**Prancha 2:** (A) Bolsões leucocráticos rompendo a foliação da rocha, intimamente associados com porções máficas (melanossoma) no afloramento JD1. (B) Outro bolsão leucocrático com bordas melanocráticas rompendo a estrutura da rocha, também relacionados com veios paralelos à foliação no afloramento JD1. (C) Patch de leucossoma com bordas graduais para o mesossoma e com cristal grosso de clinopiroxênio no meio. (D) Veios leucocráticos paralelos à foliação associados a veios discordantes que sofreram encurtamento, formando dobras ptigmáticas no afloramento JD1. (E) Dique granítico com bolsões pegmatíticos associados, cortando a estrutura da rocha no ponto JD15. (F) Sigmoide de material granítico preservado em meio à foliação do gnaiss no afloramento JD15, indicando movimento de topo para NE.





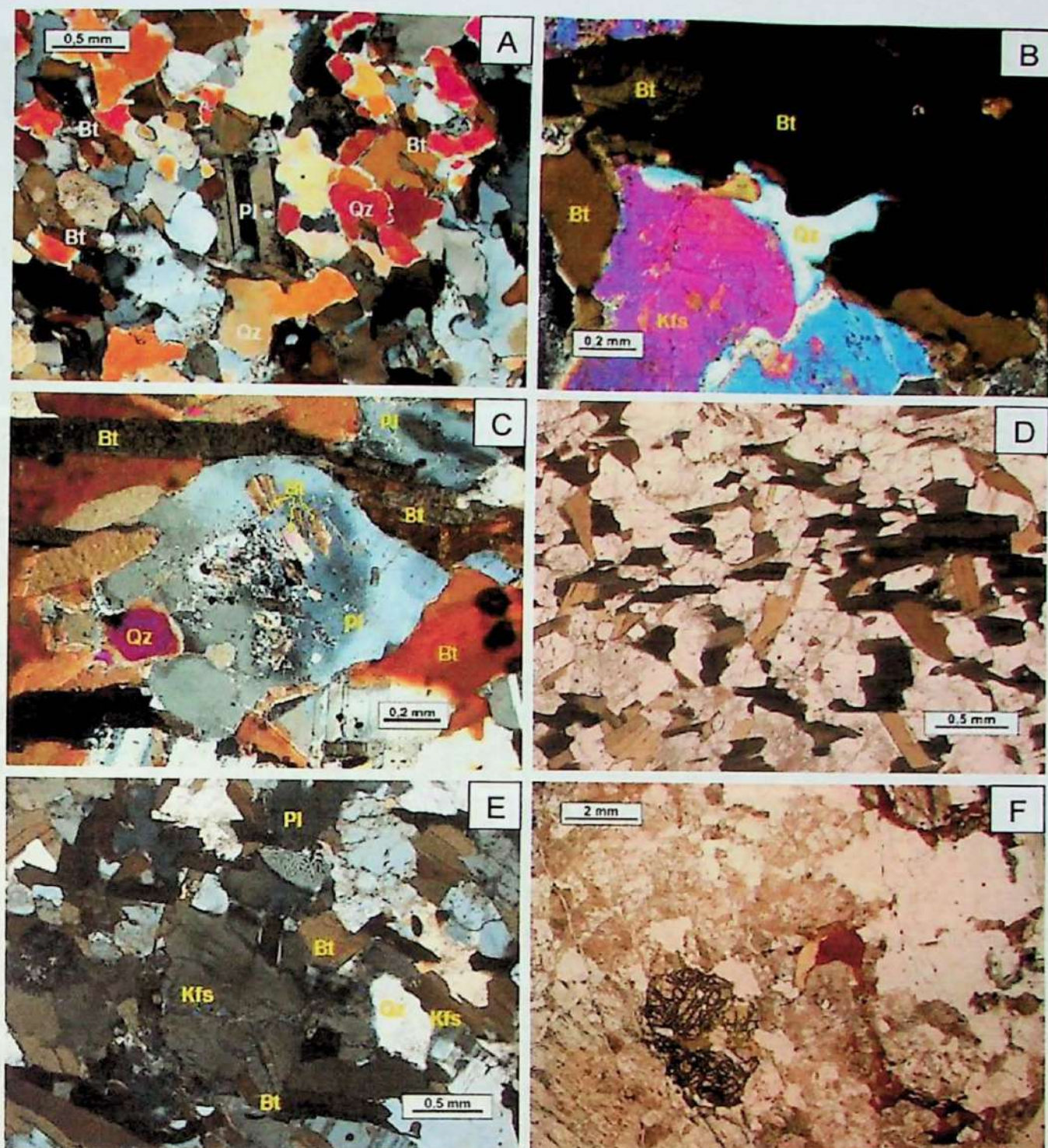
**Prancha 3:** (A) Banda de sillimanita fibrosa associada a muscovita e biotita na foliação, ao lado de banda quartzosa com textura granoblástica irregular – amostra JD15 A, polarizadores cruzados. (B) Porfiroblasto de granada com inclusões de biotita e quartzo concordantes à foliação – amostra JD1 C, pol. paralelos. (C) Cristal subidiomórfico de turmalina na foliação do Sil-Grt-Bt Gnaiss – amostra JD15 B, pol. //. (D) Cristais de quartzo com sillimanita em suas bordas e inclusões aciculares – amostra JD15 A, pol. X. (E) Cristais de quartzo e feldspato potássico xenomórficos com contato lobado no mesossoma – amostra JD1, pol. X. (F) Biotita orientada na foliação com alteração para mineral fibroso em suas bordas. Detalhe para quase xenomórfico aos lados – amostra JD15 A, pol. X.





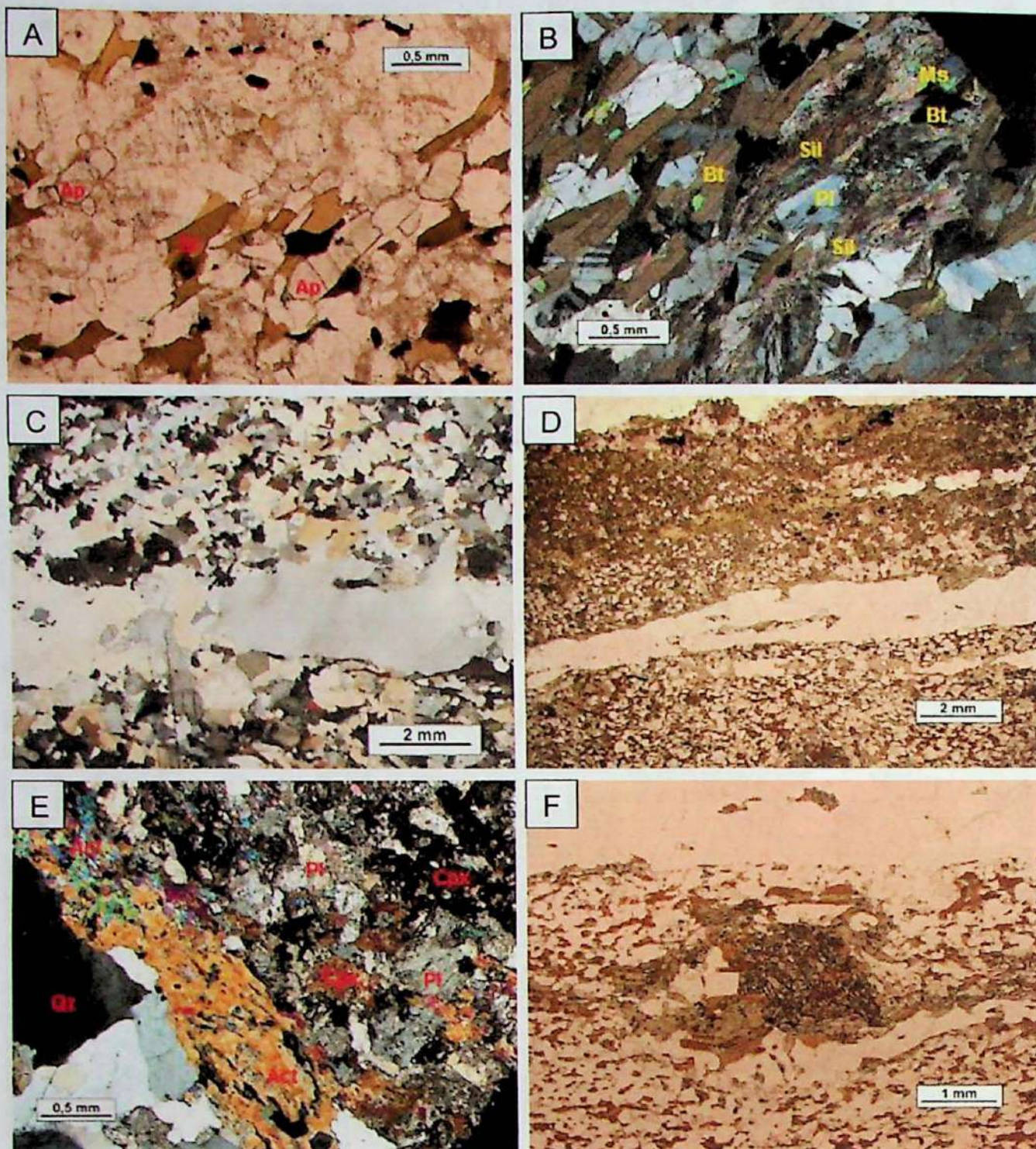
**Prancha 4:** (A) Cristal de granada xenomórfica (poiquilobástica a esquelética) com inclusões de biotita e quartzo – amostra JD15 B, pol. //. (B) Porfiroblasto de granada com diversas inclusões de quartzo, plagioclásio e biotita, deformando a foliação a sua volta e gerando sombras de pressão ao seu lado – amostra JD1 B, pol. //. (C) Cristal de plagioclásio fortemente zonado com borda albítica, incluso em feldspato alcalino levemente pertítico – JD15 A, pol. X. (D) Cristal xenomórfico de feldspato alcalino pertítico associado a quartzo e plagioclásio também xenomórficos – amostra JD15 A, pol. X. (E) Cristais subidiomórficos de biotita e também de sillimanita fibrosa sendo alterados para muscovita – amostra JD15 B, pol. //. (F) Contato entre o mesossoma foliado e rico em biotita com o leucossoma, maciço e quartzo-feldspático.





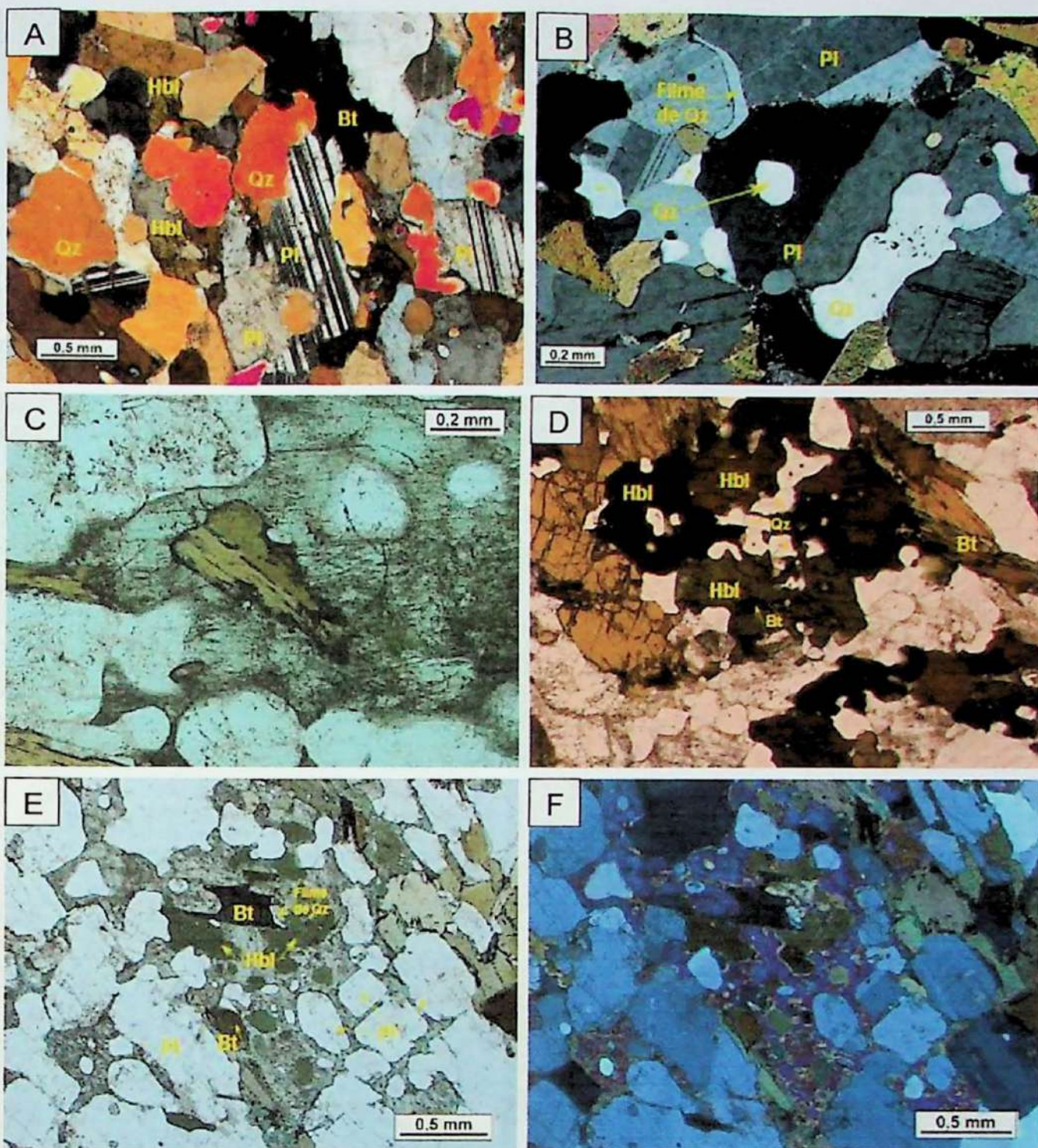
**Prancha 5:** (A) Textura lepidogranoblástica com cristais de biotita orientados em meio a quartzo e feldspato com contatos irregulares a localmente polygonizados – amostra JD15 F, pol. X. (B) Quartzo intersticial em meio a biotitas e feldspatos – amostra JD20 B (II), pol. X. (C) Cristal xenomórfico de plagioclásio, zonado e com diversas inclusões de biotita subidiomórfica – amostra JD22 B, pol. X. (D) Biotita subidiomórfica orientada na foliação (eixo maior da imagem), mas também se formando discordante desta – amostra JD20 A, pol. //. (E) Cristal xenomórfico de feldspato alcalino pertítico (com geminação em grade na sua borda direita e textura de intercrescimento em seu contato superior com plagioclásio – amostra JD20 A, pol. X. (F) Granada subidiomórfica, ocorrendo no leucossoma com diversas inclusões de quartzo e com clorita em suas bordas – amostra JD15 F, pol. //.





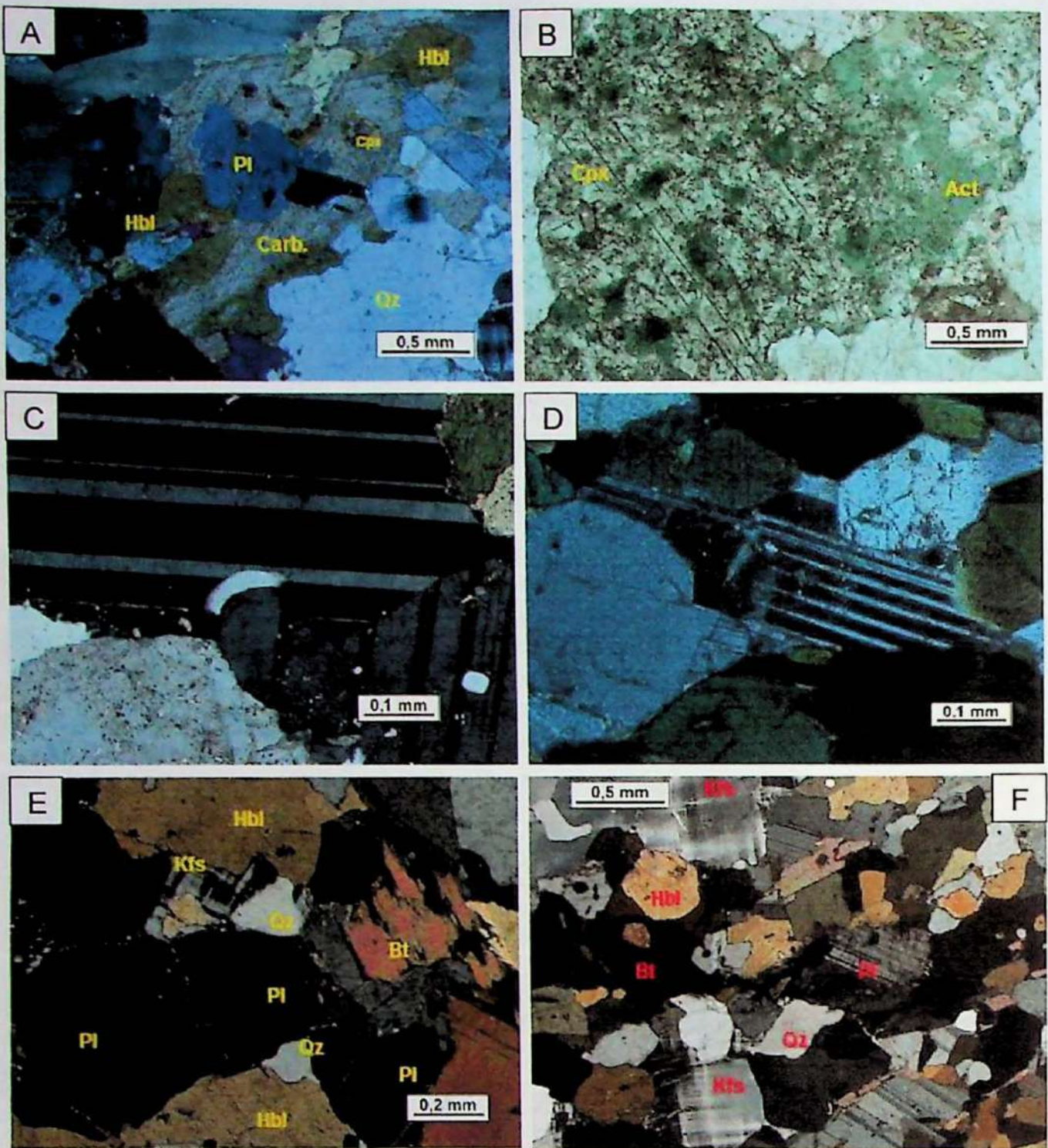
**Prancha 6:** (A) Cristais subidiomórficos de apatita orientados conforme a foliação da rocha, definida por biotita subidiomórfica (na direção diagonal da imagem, "NE-SW" – amostra JD20 B (I), pol. //, (B) Cristais de sillimanita com hábito fibroso formando aglomerados com aspecto de "ninhos de aves" concordantes à foliação definida pela biotita ao lado. Muscovita ocorre nas bordas destes aglomerados e também sobre a biotita – amostra JD20 A, pol. X. (C) Veio quartzo-feldspático subparalelo à foliação. Detalhe para o hábito xenomórfico do quartzo, com cristal idiomórfico de plagioclásio associado – amostra JD15 D, pol. X. (D) Estrutura bandada do Grt-Ep-Cpx-Act-Bt Gnaiss mostrando a banda esverdeada na porção superior e a banda micácea na inferior, com veio de quartzo ao meio – amostra JD22 E, pol. //. (E) Porfiroblasto de actinolita no contato entre a banda esverdeada (Cpx + Act + Pl) e o veio de quartzo. Detalhe para a textura esquelética do Porfiroblasto, envolvendo todas as fases que ocorrem ao seu lado – amostra JD22 E, pol. X. (F) Porfiroblasto de granada levemente rotacionado e sendo contornado pela foliação. Também estão presentes sombras de pressão em seus lados – amostra JD22 E, pol. //.





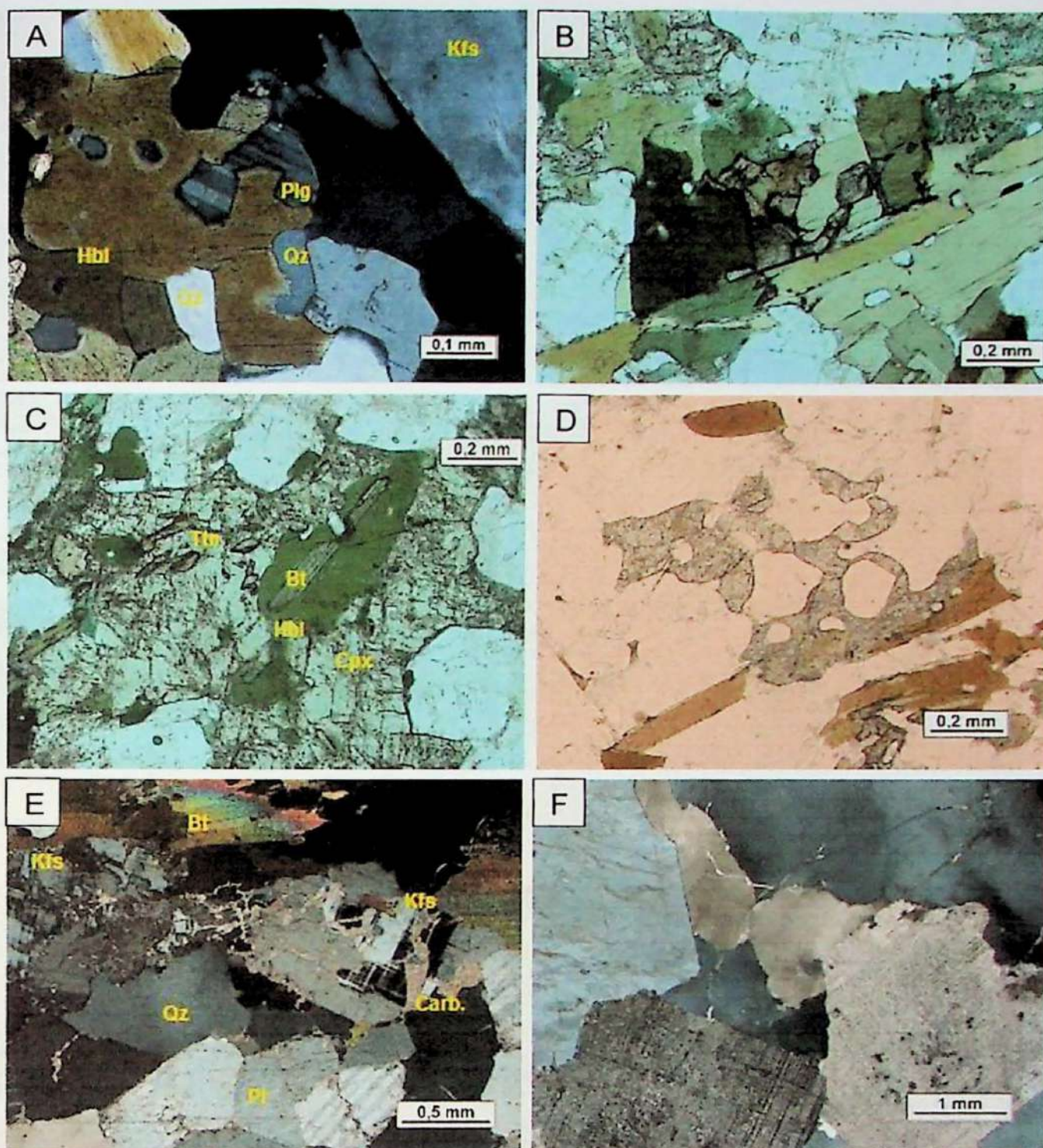
**Prancha 7:** (A) Plagioclásio xenomórfico de contatos lobados com cristais de quartzo e biotita. Detalhe para os grãos de hornblenda xenomórficos e com aspecto levemente intersticial no mesossoma – amostra JD13, pol. X. (B) Cristais xenomórficos de quartzo, formando pequenos filmes e “poças” nos contatos de plagioclásio e biotita – amostra JD10, pol. X. (C) Cristal xenomórfico de biotita incluído em clinopiroxênio esquelético – amostra JD11, pol. // (D) Cristais xenomórficos de hornblenda com leve tendência esquelética e inclusões xenomórficas de quartzo e biotita – amostra JD13, pol. //. (E) Cristal esquelético e intersticial de clinopiroxênio com diversas inclusões de hornblenda, biotita, plagioclásio e filmes de quartzo – amostra JD11, pol. //. (F) Cristal esquelético e intersticial de clinopiroxênio com diversas inclusões de hornblenda, biotita, plagioclásio e filmes de quartzo – amostra JD11, pol. X.





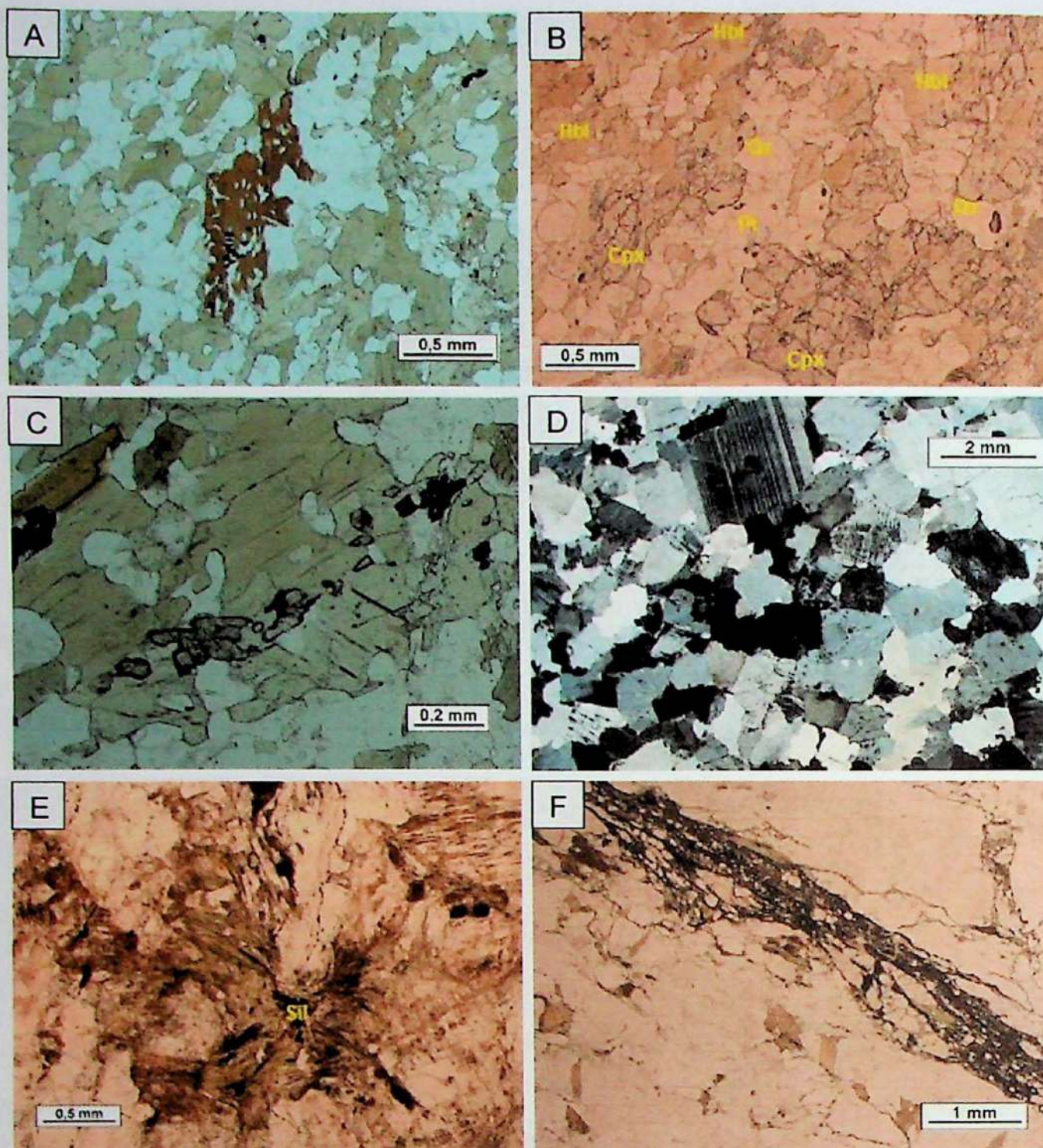
**Prancha 8:** (A) Carbonatos xenomórficos associados a hornblenda e plagioclásio em pseudomorfos de clinopiroxênio, alguns raros núcleos deste ainda preservados – amostra JD11, pol. X. (B) Grande cristal de clinopiroxênio xenomórfico no leucossoma, sendo alterado para actinolita – amostra JD11, pol. // . (C) Filme de quartzo no contato entre dois cristais de plagioclásio no mesossoma – amostra JD6 (2), pol. X. (D) Cristal xenomórfico de plagioclásio intersticial e com contato lobado com hornblenda, biotita e outro plagioclásio – amostra JD3, pol. X. (E) Cristais xenomórficos e intersticiais de feldspato alcalino (com geminação em grade) e quartzo em meio a plagioclásio, biotita e hornblenda – amostra JD3, pol. X. (F) Cristais xenomórficos de feldspato alcalino perítico com tendências granoblástica no mesossoma, em meio a quartzo intersticial, hornblenda, plagioclásio e biotita – amostra JD8, pol. X.





**Prancha 9:** (A) Cristal xenomórfico de hornblenda com contato lobado com plagioclásio e quartzo – amostra JD8, pol. X. (B) Titanita xenomórfica em meio a cristais de biotita e hornblenda – amostra JD6(2), pol. // . (C) Cristal xenomórfico de clinopiroxênio com diversas inclusões de hornblenda, plagioclásio, biotita e titanita no mesossoma – amostra JD3, pol. // . (D) Cristal esquelético de clinopiroxênio com formando-se biotita em sua borda como produto de alteração – amostra JD6 (1), pol. // . (E) Carbonatos associados a feldspatos xenomórficos no mesossoma – amostra JD6 (1), pol. X. (F) Textura no leucossoma com plagioclásio subidiomórfico a idiomórfico e quartzo xenomórfico intersticial – amostra JD4, pol. X.





**Prancha 10:** (A) Cristal xenomórfico de biotita altamente esquelético com inclusões de plagioclásio, quartzo e opacos, ocorre sempre discordante da foliação definida pela hornblenda – amostra JD15 C, pol. //. (B) Cristais xenomórficos de clinopiroxênio associadas a hornblenda – amostra JD15 C, pol. //. (C) Cristais xenomórficos de titanita associadas à hornblenda e opacos, próximo ocorrem cristais de quartzo xenomórficos – amostra JD15 C, pol. //. (D) Textura geral dos sienogranitos leucocráticos mostrando os feldspatos subidiomórficos com quartzo fortemente intersticial – amostra JD7, pol. X. (E) Sillimanita com hábito fibroso formando aglomerados com aspecto de “ninhos de aves” nos sienogranitos – amostra JD22 D, pol. //. (F) Veio hidrotermal cortando o sienogranito e causando a formação de mineralogia secundária (epidoto, clorita e carbonatos) nas suas proximidades – amostra JD7, pol. //.



## ANEXOS 2

(Análises Geoquímicas –  
Rocha Total e Química Mineral)



**Tabela 1: Resultados das análises químicas de rocha total por FRX e ICP-MS.**

	JD1-A <sup>(1)</sup>	JD1-B <sup>(1)</sup>	JD-03 <sup>(5)</sup>	JD-06 <sup>(5)</sup>	JD-07 <sup>(7)</sup>	JD-11 <sup>(4)</sup>	JD15-B <sup>(1)</sup>	JD15-C <sup>(6)</sup>	JD15-D <sup>(2)</sup>
SiO <sub>2</sub>	62.36	63.17	55.10	57.99	72.99	58.75	60.09	48.06	81.12
TiO <sub>2</sub>	0.684	0.543	1.252	1.105	0.100	1.065	0.765	0.988	0.33
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.59	15.39	15.60	14.99	14.34	14.98	18.40	14.57	8.77
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.82	7.73	7.58	6.70	0.62	6.58	7.39	11.56	2.65
MnO	0.130	0.172	0.099	0.095	0.005	0.093	0.086	0.193	0.04
MgO	2.99	2.53	4.79	4.36	0.25	4.30	2.48	8.53	0.89
CaO	1.09	4.67	7.12	6.21	1.68	5.96	0.99	11.93	1.26
Na <sub>2</sub> O	1.30	1.71	3.57	3.45	3.03	3.51	1.54	0.78	1.78
K <sub>2</sub> O	2.95	1.69	2.11	2.59	5.76	2.69	4.70	0.75	1.78
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.054	0.133	0.377	0.338	0.082	0.326	0.066	0.073	0.06
Loi	1.71	1.18	1.28	0.98	0.48	0.86	2.28	1.20	0.74
Total	98.68	98.92	98.88	98.81	99.34	99.11	98.79	98.63	99.41
Ba	428	320	526	673	1977	672	949	48	351.00
Ce	72	89	85	77	< 35	61	76	< 35	42.40
Co	24	22	30	27	< 6	26	19	47	7.35
Cr	119	91	199	231	23	202	108	357	55.80
Cu	29	28	125	50	< 5	25	13	32	7.85
Ga	23	21	18	18	11	15	26	15	10.40
La	42	39	36	34	< 28	34	43	< 28	< 28
Nb	13	12	13	11	< 9	11	15	< 9	< 9
Nd	33	31	45	36	< 14	41	24	8	15.45
Ni	55	44	92	91	7	82	49	134	15.90
Pb	< 4	10	4	4	5	< 4	19	21	< 4
Rb	170	88	56	75	76	72	213	20	70.45
Sc	< 14	14	16	15	< 14	15	14	45	< 14
Sr	97	243	796	814	749	773	158	172	153.60
Th	17	17	< 7	< 7	< 7	< 7	21	10	8.20
U	9	11	< 3	< 3	< 3	< 3	10	12	6.80
V	80	81	150	132	11	154	90	306	33.40
Y	32	26	17	15	2	14	28	19	14.20
Zn	99	97	98	86	11	82	101	85	37.90
Zr	181	165	185	169	54	167	175	58	297.35
F	962	432	162	228	< 50	221	795	819	350.70
Cl	< 500	< 500	1002	1054	< 500	783	< 500	< 500	< 500
S	< 550	< 550	< 550	< 550	< 550	< 550	< 550	< 550	< 500
Rb	-	-	47.1	61.4	65.2	57.772	-	-	-
Sr	-	-	731	707	703	662.25	-	-	-
Y	-	-	12.7	10.8	0.91	10.65	-	-	-
Zr	-	-	155	186	40.6	166.52	-	-	-
Nb	-	-	14.2	12.3	1.39	12.223	-	-	-
Cs	-	-	2.44	2.60	1.73	1.7945	-	-	-
Ba	-	-	510	652	2027	630.62	-	-	-
La	-	-	33.5	35.8	6.01	31.407	-	-	-
Ce	-	-	71.3	72.0	11.5	65.46	-	-	-
Pr	-	-	8.78	8.48	1.11	7.8926	-	-	-
Nd	-	-	34.9	32.5	3.79	30.749	-	-	-
Sm	-	-	6.33	5.61	0.55	5.3872	-	-	-
Eu	-	-	1.89	1.68	0.41	1.538	-	-	-
Gd	-	-	4.52	3.95	0.38	3.8402	-	-	-
Tb	-	-	0.55	0.48	0.04	0.4694	-	-	-
Dy	-	-	2.86	2.53	0.21	2.4608	-	-	-
Ho	-	-	0.52	0.46	0.04	0.4559	-	-	-
Er	-	-	1.16	1.05	0.08	1.0513	-	-	-
Tm	-	-	0.16	0.15	0.01	0.1464	-	-	-
Yb	-	-	0.99	0.93	0.08	0.9258	-	-	-
Lu	-	-	0.14	0.14	0.01	0.1358	-	-	-
Hf	-	-	3.80	4.88	1.23	4.3226	-	-	-
Pb	-	-	9.29	9.24	21.7	8.8879	-	-	-
Th	-	-	3.49	4.77	1.92	3.2651	-	-	-
U	-	-	0.92	0.82	0.53	0.5754	-	-	-

**Legenda das amostras:** <sup>(1)</sup> Sil-Grt-Bt Gnaisses; <sup>(2)</sup> Bt Gnaisses com Grt; <sup>(3)</sup> Hbl-Bt Gnaisses tonalíticos; <sup>(4)</sup> Bt-Hbl Gnaisses granodioríticos; <sup>(6)</sup> Bt-Qz Anfibolito; <sup>(7)</sup> Sienogranitos



Amostra	Análise	Posição	Mineral	SiO2	TiO2	Total:
JD1B	1	1	qtz	100.31	0.1638	100.47
JD1B	1	2	qtz	100.51	0.2246	100.73
JD1B	2	1	qtz	100.72	0.2957	101.01
JD1B	3	1	qtz	100.68	0.3003	100.98
JD1B	3	2	qtz	100.75	0.1444	100.9
JD1B	4	1	qtz	100.37	0.2861	100.65
JD1B	5	1	qtz	100.69	0.2293	100.92
JD1B	6	1	qtz	100.23	0.1494	100.38
JD1B	7	1	qtz	100.29	0.1669	100.46
JD1B	8	1	qtz	100.71	0.5276	101.24
JD6(2)	1	1	qtz	99.90	1.0433	100.94
JD6(2)	1	2	qtz	100.37	0.8793	101.25
JD6(2)	2	1	qtz	100.27	0.4288	100.70
JD6(2)	2	2	qtz	100.38	0.9682	101.34
JD6(2)	3	1	qtz	100.16	0.8786	101.04
JD6(2)	4	1	qtz	100.42	1.0151	101.44
JD6(2)	4	2	qtz	100.21	0.4998	100.71
JD6(2)	Qtz_emHbl4	1	qtz	100.44	1.0644	101.51
JD6(2)	Qtz_emCpx2	1	qtz	100.41	1.0802	101.49
JD6(2)	Qtz_emCpx4	1	qtz	100.40	1.0677	101.47
JD11	1	1	qtz	100.28	1.2405	101.52
JD11	1	2	qtz	100.59	0.3727	100.96
JD11	3	1	qtz	100.7	1.1679	101.87
JD11	3	2	qtz	100.58	0.9723	101.56
JD11	4	1	qtz	100.76	1.1279	101.89
JD11	4	2	qtz	100.3	1.11	101.41
JD11	5	1	qtz	100.54	1.1937	101.74
JD11	5	2	qtz	100.53	1.2567	101.79
JD15B	1	1	qtz	99.93	0.1741	100.1
JD15B	1	2	qtz	100.54	0.4986	101.04
JD15B	2	1	qtz	100.47	0.3862	100.86
JD15B	2	2	qtz	100.51	0.2437	100.76
JD15B	3	1	qtz	100.07	0	100.07
JD15B	3	2	qtz	100.21	0	100.21
JD15B	4	1	qtz	99.96	0.286	100.25
JD15B	4	2	qtz	100.42	0.2805	100.7
JD15B	5	1	qtz	100.24	0.3381	100.58
JD15B	5	2	qtz	100.32	0	100.32

Amostra	Análise	Posição	Mineral	SiO2	Al2O3	FeO	MnO	CaO	TiO2	Cr2O3	MgO	Total:
JD1B	1	1	grt	37.43	21.45	33.02	1.57	1.336	0	0.0017	4.91	99.72
JD1B	1	2	grt	37.12	21.24	33.05	1.42	1.3188	0.0281	0.0629	5	99.24
JD1B	1	3	grt	37.14	21.2	34.16	1.88	1.2056	0	0.0017	4.13	99.71
JD1B	1	4	grt	37.19	21.49	33.86	1.43	1.1123	0.0257	0.0495	4.96	100.12
JD1B	1	5	grt	37.81	21.61	33.42	1.6	1.3853	0.0434	0.0083	4.75	100.62
JD1B	1	6	grt	37.68	21.53	33.33	1.32	1.57	0.0139	0.0149	5.04	100.5



JD1B	1	7	grt	37.42	21.49	33.31	1.54	1.57	0	0	4.75	100.08
JD1B	1	8	grt	38.52	21.93	35.08	1.51	1.2072	0	0.0363	3.94	102.22
JD1B	2	1	grt	10.68	8.32	18.62	0.8974	1.0539	0.0031	0.0526	3.22	42.84
JD1B	2	2	grt	11.89	9.2	19.82	0.7139	1.2549	0	0	4.19	47.06
JD1B	2	3	grt	37.43	21.47	33.16	1.35	1.42	0.0212	0.0199	5.03	99.9
JD1B	2	4	grt	37.49	21.64	33.79	1.72	1.45	0.0048	0	4.44	100.55
JD1B	2	5	grt	37.33	21.38	33.39	1.92	1.74	0.0184	0.0347	4.19	99.99
JD1B	3	1	grt	37.1	21.37	34.76	2.09	1.51	0	0.0247	3.44	100.3
JD1B	3	2	grt	37.43	21.29	33.33	1.3	1.3587	0.0198	0.0628	5.06	99.86
JD1B	3	3	grt	37.6	21.59	33.3	1.42	1.48	0	0.0579	4.85	100.29
JD1B	3	4	grt	33.39	20.43	30.26	1.89	0.9272	0.0254	0	6.44	93.37
JD1B	3B	1	grt	37.03	21.19	34.79	2.04	1.46	0.0239	0.0115	3.54	100.08
JD1B	3B	2	grt	37.6	21.26	34.26	1.54	1.2373	0.0108	0.0181	4.35	100.27
JD1B	3B	3	grt	37.36	21.37	34.96	1.99	1.2211	0.0863	0.0049	3.98	100.96
JD1B	3B	4	grt	37.62	21.46	34.17	1.56	1.61	0.0506	0.0314	4.62	101.12
JD1B	4	1	grt	37.6	21.38	34.43	1.94	1.55	0	0.0099	3.86	100.77
JD1B	4	2	grt	37.5	21.6	33.12	1.2256	1.2002	0.0479	0.0017	5.68	100.38
JD1B	4	3	grt	37.54	21.33	34.35	1.7	1.45	0	0.0116	4.24	100.63
JD1B	4	4	grt	37.45	21.22	33.57	1.43	1.0487	0	0.0149	4.79	99.51
JD1B	4	5	grt	37.83	21.57	35.02	1.67	1.0532	0.011	0.0197	4.16	101.34
JD1B	4	6	grt	37.49	21.19	34.16	1.42	1.46	0.052	0.0248	4.55	100.36
JD1B	5	1	grt	37.67	21.34	33.7	1.78	1.2582	0.0267	0	4.56	100.33
JD1B	5	2	grt	37.4	21.51	33.34	1.34	1.3005	0.0106	0.086	5.04	100.04
JD1B	5	3	grt	37.53	21.44	33.48	1.2607	1.2969	0.0336	0.0315	5.45	100.53
JD1B	5	4	grt	37.41	21.25	35.37	1.31	1.065	0	0	4.29	100.7
JD1B	5	5	grt	37.36	21.69	34.46	1.37	1.3205	0.0603	0.0247	4.69	100.98
JD1B	5	6	grt	37.38	21.53	33.91	1.2701	1.214	0.0082	0.0544	4.94	100.31
JD1B	5	7	grt	37.23	21.5	33.2	1.32	1.7	0.004	0	4.83	99.78
JD1B	5	8	grt	37.35	21.48	33.87	1.0089	1.1969	0.0387	0.005	5.3	100.25
JD1B	5	9	grt	37.4	21.61	33.39	1.035	1.217	0.0026	0.0298	5.37	100.05
JD1B	5	10	grt	37.53	21.47	34.03	1.6	1.68	0.0207	0.0132	4.38	100.72
JD1B	5	11	grt	37.79	21.73	33.41	1.48	1.318	0.0418	0	4.8	100.57
JD1B	5	12	grt	37.22	21.39	34.4	1.66	1.3707	0.0038	0.0148	4.13	100.19
JD1B	5	13	grt	37.5	21.32	34.26	1.76	1.71	0.0266	0.0182	4.01	100.6
JD1B	5	14	grt	37.54	21.54	34.11	1.33	1.2116	0.0302	0.0561	5.12	100.93
JD1B	5	15	grt	37.09	21.14	34.61	1.99	1.3458	0	0	3.83	100
JD1B	5	16	grt	37.39	21.45	33.76	1.33	1.2489	0.0259	0.0529	5.2	100.45
JD1B	5	17	grt	37.39	21.56	34.29	1.4	1.2555	0	0	4.53	100.42
JD1B	5	18	grt	37.72	21.69	33.52	1.45	1.73	0	0.0166	5.02	101.14
JD15B	1	1	grt	36.79	21.09	35.29	3.34	0.9564	0	0	2.49	99.95
JD15B	1	2	grt	37.17	21.53	35.28	2.53	0.9265	0.009	0.023	3.69	101.14
JD15B	1	3	grt	37.06	21.17	35.5	2.55	0.8863	0.0089	0	3.06	100.23
JD15B	1	4	grt	37.01	21.35	34.96	3.38	1.0597	0.0397	0	2.68	100.47
JD15B	2	1	grt	36.69	21.21	35.62	3.27	1.1228	0.0124	0.0164	2.46	100.39
JD15B	2	2	grt	37.2	21.17	34.82	2.25	1.0228	0.0268	0.051	3.53	100.06
JD15B	2	3	grt	37.16	21.37	35.07	2.95	1.0276	0.0238	0.0213	2.73	100.35
JD15B	2	4	grt	37.06	21.06	35.42	2.8	0.8938	0.0502	0	3.12	100.4
JD15B	3	1	grt	36.72	21.03	34.6	4.3	1.0666	0.0152	0.0098	2.12	99.86
JD15B	3	2	grt	37.22	21.3	35.13	2.2	1.0064	0.0114	0.0017	3.58	100.44



JD15B	3	3	grt	37.02	21.2	35.12	2.82	0.8462	0.0257	0.0033	3.15	100.18
JD15B	3	4		31.66	18.03	31.41	6.06	0.8713	0	0.0636	1.3136	89.41
JD15B	3	5	grt	36.87	21.04	34.57	4.67	0.9266	0.0104	0.0082	2.18	100.27
JD15B	3	6		53.65	19.5	0.352	0.0433	2.81	0.0366	0	0.9881	77.38
JD15B	4	1	grt	35.57	20.26	34.07	3.35	0.9347	0.0205	0	2.82	97.02
JD15B	4	2	grt	36.67	21.19	34.46	4.13	0.973	0	0.021	2.55	99.99
JD15B	4	3	grt	36.74	20.94	35.07	4.05	0.9405	0	0.0491	2.4	100.19
JD15B	4	4	grt	36.92	21.1	35.22	3.39	0.9971	0	0.0557	2.6	100.28
JD15B	4	5	grt	36.77	21.2	35.47	3.41	1.0283	0	0	2.61	100.49
JD15B	4	6	grt	36.95	21.19	35.36	3.38	0.928	0.0121	0.041	2.68	100.54
JD15B	4	7	grt	35.83	20.43	31.29	2.84	0.8437	0.0098	0.0099	2.85	94.1
JD15B	4	8	grt	36.95	21.22	35.3	2.84	0.9883	0	0	3.12	100.43
JD15B	4	9	grt	36.88	20.97	33.46	5.53	0.98	0	0	1.91	99.74
JD15B	Grt_comBtmatriz	1	grt	36.97	21.28	34.86	2.77	1.2391	0.0085	0.0263	3.12	100.27
JD15B	Grt_comBtmatriz	2	grt	37.16	21.11	34.99	2.59	1.015	0	0.0263	3.26	100.15

Amostra	Análise	Posição	Mineral	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	Cr2O3	Total
JD3	Cpx_Hbl4	1	px	52.05	0.1105	1.1829	9.71	0.398	12.71	22.25	0.5187	0.0058	0.0482	98.99
JD3	Cpx_Hbl4	2	px	52.81	0.0897	1.0708	9.5	0.3914	12.76	22.34	0.5092	0.0061	0.0482	99.53
JD3	1	1	px	52.37	0.1546	1.3246	9.81	0.4261	12.72	21.9	0.529	0	0.0593	99.3
JD3	1	2	px	52.54	0.1983	0.9049	9.46	0.4233	12.96	22.15	0.5426	0.016	0.039	99.24
JD3	2	1	px	52.33	0.0737	1.1752	8.93	0.3923	12.81	22.75	0.5443	0	0.0483	99.06
JD3	2	2	px	52.2	0.1525	1.2821	9.49	0.4145	12.47	22.67	0.5504	0	0.0334	99.26
JD3	2	3	px	52.55	0.1044	1.084	9.57	0.4336	12.67	22.14	0.5625	0.0013	0.039	99.16
JD3	3	1	px	52.45	0.1334	1.3818	9.49	0.3979	12.52	22.34	0.5647	0	0.0297	99.3
JD3	3	2	px	52.5	0.1421	1.2885	9.67	0.4109	12.71	22.08	0.5851	0	0.0185	99.41
JD3	3	3	px	51.62	0.2265	1.3124	9.62	0.3575	12.12	22.04	0.5743	0.0405	0	97.92
JD3	4	1	px	52.31	0.2091	1.5391	9.5	0.3949	12.57	22.04	0.5814	0	0.0612	99.2
JD3	4	2	px	52.58	0.1378	1.2583	9.51	0.3668	12.63	22.23	0.583	0.0079	0.0297	99.33
JD3	4	3	px	52.12	0.1878	1.6029	9.84	0.3742	12.56	22.22	0.5918	0	0.0778	99.57
JD6(2)	1	1	px	52.61	0.1469	1.6246	9.22	0.4197	12.79	21.96	0.6078	0.0123	0.0037	99.40
JD6(2)	1	2	px	52.51	0.1433	1.584	9.14	0.3857	12.84	21.98	0.6232	0.00	0.00	99.20
JD6(2)	1	3	px	52.89	0.1030	0.9408	8.53	0.3991	13.08	22.86	0.4077	0.0077	0.0726	99.30
JD6(2)	1	4	px	52.61	0.1449	1.5915	9.05	0.4118	12.97	22.01	0.5980	0.0152	0.0260	99.44
JD6(2)	2	1	px	53.34	0.0197	0.5854	8.07	0.4320	13.46	23.47	0.3028	0.00	0.0131	99.68
JD6(2)	2	2	px	53.01	0.0258	0.6095	8.60	0.4412	12.98	23.20	0.3495	0.0114	0.0409	99.26
JD6(2)	2	3	px	54.03	0.00	0.4823	7.10	0.4393	13.81	24.05	0.3045	0.0086	0.0506	100.27
JD6(2)	3	1	px	52.49	0.1606	1.5686	9.31	0.4289	12.87	21.99	0.6912	0.00	0.0668	99.58
JD6(2)	3	2	px	52.30	0.1772	1.3388	9.34	0.4227	12.72	22.29	0.5674	0.0086	0.0539	99.22
JD6(2)	3	3	px	52.17	0.1302	1.3937	9.17	0.4459	12.76	22.53	0.5473	0.00	0.0501	99.19
JD6(2)	4	1	px	52.39	0.1334	1.4435	8.82	0.4393	12.88	22.43	0.5176	0.0068	0.00	99.06
JD6(2)	4	2	px	52.00	0.1075	1.2532	9.38	0.4193	12.50	22.10	0.5414	0.0141	0.0112	98.32
JD6(2)	4	3	px	52.21	0.1817	1.5474	9.12	0.4331	12.74	22.38	0.5611	0.00	0.0613	99.23
JD6(2)	4	4	px	53.20	0.1412	1.0788	8.50	0.4239	13.15	23.00	0.4442	0.00	0.0298	99.96
JD11	1	1	px	52.46	0.1906	1.62	9.31	0.4462	12.77	22.35	0.5772	0.0441	0.0019	99.76
JD11	1	2	px	52.25	0.078	1.1998	9.77	0.4246	12.39	22.14	0.7981	0	0.0165	99.05
JD11	2	1	px	53.1	0.0587	0.693	8.86	0.4264	13.44	22.91	0.3667	0	0.0388	99.9
JD11	2	2	px	53.57	0.0735	0.696	8.82	0.469	13.05	23.11	0.3542	0.0164	0.0093	100.16
JD11	3	1	px	53.08	0.0625	0.9093	9.23	0.4418	13.09	23	0.43	0.0091	0.0074	100.25



JD11	3	2	px	53.6	0	0.5294	8.34	0.4453	13.25	23.24	0.3817	0.0027	0.0111	99.8
JD11	4	1	px	52.88	0.1339	1.1205	9.28	0.4222	13.09	22.56	0.4805	0.0054	0.0221	100
JD11	4	2	px	52.67	0.1735	1.5915	9.62	0.4189	12.79	22.07	0.6097	0	0.0571	100
JD11	Cpx_Bt3	1	px	52.21	0.1895	1.5831	9.47	0.4159	12.83	22.11	0.6495	0.007	0	99.47
JD11	Cpx_Hbl3	1	px	52.57	0.1883	1.3512	9.19	0.4412	12.71	22.53	0.5491	0	0.0404	99.56
JD15C	1	1	px	53.46	0.1535	0.5478	9.87	0.3842	12.85	23.24	0.0974	0.0265	0.0353	100.66
JD15C	1	2	px	53.27	0.0533	0.3549	9.66	0.3956	12.57	23.81	0.0868	0.0139	0.0576	100.27
JD15C	1	3	px	53.24	0.0175	0.3118	9.53	0.3798	12.71	23.77	0.0801	0.0137	0.0594	100.12
JD15C	1	4	px	53.84	0.0007	0.2740	9.16	0.4001	12.72	23.77	0.0661	0.00	0.00	100.23
JD15C	1	5	px	53.52	0.00	0.3672	9.72	0.3962	12.66	23.75	0.0850	0.00	0.00	100.5
JD15C	1	6	px	53.16	0.0977	0.4261	9.91	0.4106	12.68	23.76	0.1145	0.0362	0.00	100.60
JD15C	1	7	px	53.66	0.00	0.2673	9.38	0.3819	12.58	24.07	0.0784	0.00	0.0558	100.48



Amostra	Análise	Posição	Mineral	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	Cl	F	ZnO	Total
JD3	1	1	hbl	44.78	1.2247	10.17	15.19	0.2386	11.7	11.83	1.2029	1.26	0.1061	0.0122	0.0158	97.73
JD3	1	2	hbl	43.98	1.5656	10.55	15.68	0.241	11.38	11.71	1.3065	1.42	0.103	0	0.0092	97.95
JD3	2	1	hbl	44.12	1.5569	10.31	15.83	0.2458	11.15	11.63	1.39	1.39	0.1046	0	0.0062	97.73
JD3	3	1	hbl	43.93	1.6401	10.39	16.06	0.2442	11.06	11.71	1.36	1.47	0.1013	0.0078	0.0512	98.02
JD3	3	2	hbl	44.14	1.3456	11.92	15.31	0.2523	10.58	9.85	0.8142	1.98	0.0555	0	0	96.26
JD3	4	1	hbl	43.99	1.3819	9.98	17.08	0.2366	10.62	11.43	1.3129	1.35	0.0885	0	0.0513	97.53
JD3	4	2	hbl	44.12	1.4926	9.66	16.54	0.2375	10.96	11.45	1.2383	1.37	0.0774	0	0.0165	97.18
JD3	5	1	hbl	44.62	1.4484	9.82	16.32	0.2584	11	11.47	1.2345	1.35	0.0664	0	0	97.59
JD3	5	2	hbl	44.93	1.6629	9.67	16.07	0.2458	11.37	11.51	1.2836	1.27	0.0618	0	0.033	98.11
JD3	5	3	hbl	44.66	1.4011	9.69	16.32	0.2392	11.03	11.51	1.1779	1.22	0.0997	0.0077	0.0386	97.39
JD3	6	1	hbl	44.25	1.6211	9.96	16.34	0.2502	10.62	11.29	1.3351	1.39	0.0791	0.005	0.026	97.17
JD3	6	2	hbl	44.68	1.3985	9.67	16.11	0.236	11.21	11.7	1.1696	1.26	0.057	0	0.0223	97.52
JD3	6	3	hbl	45.21	1.4291	9.64	16.35	0.218	10.93	11.77	0.8282	1.1351	0.0745	0	0.0201	97.61
JD3	7	1	hbl	44.9	1.5692	9.53	15.75	0.253	11.29	11.7	1.1584	1.27	0.103	0	0	97.52
JD3	7	2	hbl	45.23	1.5046	9.56	16.08	0.2468	11.47	11.83	1.1606	1.24	0.0539	0.0095	0.0205	98.39
JD3	Hbl_emCpx4	1	hbl	43.99	1.72	9.88	16.65	0.249	10.73	11.51	1.36	1.36	0.125	0	0.0328	97.62
JD6(2)	1	1	hbl	44.26	1.5124	9.77	16.19	0.2741	11.04	11.49	1.2946	1.39	0.1486	0.00	0.0384	97.40
JD6(2)	1	2	hbl	44.08	1.4686	9.78	16.31	0.2932	10.90	11.58	1.2323	1.30	0.1169	0.0083	0.00	97.06
JD6(2)	1	3	hbl	44.29	1.2183	9.54	16.28	0.2778	11.16	11.38	1.2809	1.27	0.0932	0.00	0.0444	96.83
JD6(2)	2	1	hbl	45.26	1.4358	8.89	15.34	0.2520	11.65	11.32	1.0953	1.1095	0.1249	0.00	0.0159	96.50
JD6(2)	2	2	hbl	45.11	1.139	8.87	15.77	0.2587	11.16	11.72	0.9645	1.0788	0.0996	0.00	0.0387	96.20
JD6(2)	2	3	hbl	45.08	1.3091	9.12	15.88	0.2685	11.53	11.41	1.2969	1.26	0.1267	0.00	0.0466	97.30
JD6(2)	4	1	hbl	44.07	1.5612	10.02	16.29	0.2531	10.75	11.43	1.3232	1.39	0.0917	0.00	0.0037	97.19
JD6(2)	4	2	hbl	43.99	1.5299	9.99	16.19	0.2873	11.02	11.52	1.2993	1.34	0.1249	0.0072	0.0301	97.33
JD6(2)	4	3	hbl	44.81	1.3232	9.58	16.41	0.2684	10.97	11.57	1.1265	1.27	0.1107	0.00	0.0150	97.45
JD6(2)	Hbl_emCpx2	1	hbl	47.89	0.7177	7.53	14.60	0.2862	13.03	11.78	0.8872	0.8026	0.0859	0.0060	0.0468	97.67
JD6(2)	Hbl_emCpx3	1	hbl	44.28	1.4792	9.85	16.55	0.2707	10.77	11.41	1.2721	1.34	0.1169	0.00	0.0731	97.42
JD6(2)	Hbl_emQtz4	1	hbl	44.41	1.3623	9.57	16.49	0.2691	11.25	11.58	1.256	1.21	0.0790	0.0114	0.0078	97.49
JD11	1	1	hbl	46.72	1.0632	8.18	15.61	0.3098	12.26	11.46	1.2218	0.9135	0.0918	0	0.0645	97.89
JD11	1	2	hbl	54.13	0.1318	3.09	10.7	0.3224	16.63	12.15	0.3432	0.1882	0.0272	0	0	97.71
JD11	2	1	hbl	44.45	1.5989	9.98	16.23	0.2642	10.78	11.47	1.41	1.4	0.1183	0.0048	0.0092	97.71
JD11	2	2	hbl	44.58	1.84	9.84	16.53	0.2881	10.84	11.7	1.2818	1.33	0.1121	0	0.0478	98.39
JD11	2	3	hbl	44.8	1.5237	9.61	15.93	0.2737	11.34	11.7	1.2628	1.22	0.1057	0.0184	0.0083	97.8
JD11	3	1	hbl	44.04	2.01	10.42	16.69	0.2784	10.81	11.56	1.37	1.46	0.1357	0.0058	0	98.78
JD11	3	2	hbl	44.55	1.5136	10.2	16.49	0.2823	10.86	11.75	1.321	1.4	0.1169	0	0.0173	98.49



JD11	3	3	hbl	46.11	0.9325	8.82	15.83	0.2415	11.87	11.77	1.0462	0.9673	0.0744	0	0.0158	97.66
JD11	4	1	hbl	44.61	1.6294	9.81	16.54	0.2587	10.83	11.58	1.3206	1.28	0.1343	0.0062	0.0352	98.03
JD11	4	2	hbl	45.44	1.5576	9.21	15.67	0.2546	11.48	11.69	1.1814	1.152	0.1375	0.0107	0.014	97.8
JD11	4	3	hbl	43.62	1.68	9.93	16.3	0.2779	10.82	11.84	1.205	1.33	0.1278	0.0037	0.005	97.15
JD11	Hbl_emCpx4	1	hbl	44.78	1.5112	9.64	16.05	0.2955	11.18	11.64	1.2905	1.32	0.09	0	0.0212	97.82
JD11	Hbl_emCpx4	2	hbl	44.41	1.6597	9.94	16.44	0.2564	11.02	11.61	1.3343	1.38	0.0933	0.0099	0.0483	98.2
JD15C	1	1	hbl	46.43	1.0973	10.57	14.74	0.2336	11.17	11.42	0.8786	0.9316	0.0159	0.00	0.0233	97.50
JD15C	1	2	hbl	46.07	0.13188	11.11	14.61	0.2442	10.92	11.50	0.8841	0.9312	0.0587	0.0115	0.00	97.66
JD15C	1	3	hbl	47.99	0.9966	9.30	14.75	0.2480	11.92	11.52	0.7269	0.7077	0.0508	0.0050	0.00	98.22
JD15C	2	1	hbl	45.11	1.1746	11.06	15.62	0.2302	11.33	10.91	0.7890	0.7387	0.0175	0.00	0.0183	96.99
JD15C	2	2	hbl	48.65	1.046	7.99	14.59	0.2858	12.20	11.79	0.6117	0.6102	0.0318	0.0002	0.0161	97.82
JD15C	3	1	hbl	47.87	1.0714	8.66	14.39	0.2450	12.15	11.70	0.7043	0.6642	0.0684	0.00	0.0325	97.55
JD15C	3	2	hbl	46.78	1.2185	10.19	14.42	0.2162	11.56	11.76	0.8382	0.7582	0.0032	0.00	0.00	97.75
JD15C	3	3	hbl	47.66	1.2559	9.28	14.34	0.2588	12.13	11.82	0.8290	0.6506	0.0365	0.0208	0.0263	98.31
JD15C	4	1	hbl	46.45	0.9803	10.50	14.25	0.2686	11.77	11.23	0.9945	0.7137	0.0143	0.00	0.0046	97.18
JD15C	4	2	hbl	47.31	0.9424	10.29	14.23	0.2155	11.86	11.18	0.9350	0.5776	0.00	0.0327	0.0015	97.57
JD15C	4	3	hbl	45.53	1.3551	11.57	14.83	0.2467	11.20	11.14	0.9958	0.9277	0.0207	0.0040	0.0078	97.82

Amostra	Análise	Posição	Mineral	SiO2	TiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	CaO	SiO	BaO	Na2O	K2O	Total
JD1B	1	1	plg	59.61	0.00	25.31	0.0076	0.00	0.0436	5.02	0.1075	0.0305	7.61	0.9265	98.67
JD1B	1	2	plg	59.43	0.0136	25.46	0.0913	0.00	0.00	6.72	0.0893	0.0541	7.58	0.1373	99.57
JD1B	2	1	plg	59.12	0.00	25.46	0.0165	0.00	0.00	6.73	0.0779	0.0150	7.45	0.1650	99.04
JD1B	2	2	plg	60.56	0.00	24.59	0.0927	0.00	0.00	5.73	0.0570	0.0694	7.99	0.1885	99.27
JD1B	2B	1	plg	59.17	0.00	25.68	0.0139	0.00	0.00	6.97	0.0484	0.0471	7.33	0.1797	99.43
JD1B	3	1	plg	59.62	0.00	25.37	0.1042	0.00	0.00	6.59	0.0751	0.0306	7.49	0.1251	99.40
JD1B	3	2	plg	60.54	0.00	25.04	0.1690	0.00	0.00	5.94	0.0943	0.0650	8.02	0.0677	99.93
JD1B	4	1	plg	60.39	0.0237	24.58	0.0178	0.00	0.0130	5.48	0.0682	0.0697	7.94	0.3417	98.92
JD1B	4	2	plg	60.33	0.0257	24.97	0.2259	0.0029	0.0007	5.31	0.0620	0.0081	8.01	0.4174	99.36
JD1B	4	3	plg	60.26	0.0121	24.84	0.0102	0.0127	0.00	5.91	0.0624	0.0295	7.86	0.2120	99.21
JD1B	5	2	plg	59.13	0.0841	25.59	0.00	0.00	0.00	6.92	0.0896	0.0329	7.22	0.1602	99.23
JD1B	5	3	plg	60.17	0.0013	24.96	0.1676	0.0018	0.00	6.04	0.0852	0.00	7.93	0.0775	99.41
JD1B	Plg_matriz	1	plg	60.09	0.00	25.17	0.0025	0.0098	0.00	6.30	0.0801	0.0663	7.81	0.1276	99.66
JD1B	Plg_matriz	2	plg	59.93	0.00	25.30	0.0139	0.0047	0.00	6.40	0.0535	0.0035	7.66	0.1757	99.54
JD3	1	1	plg	60.20	0.00	24.79	0.1161	0.00	0.0088	6.05	0.2593	0.0283	7.87	0.1588	99.47
JD3	2	1	plg	59.52	0.00	25.35	0.1669	0.00	0.00	6.14	0.2205	0.0021	7.41	0.5339	99.34
JD3	3	1	plg	59.17	0.0096	25.18	0.1522	0.00	0.0200	6.57	0.2988	0.0020	7.50	0.4479	99.34



JD3	4	1	plg	60.45	0.0014	24.45	0.1760	0.00	0.0121	6.06	0.2354	0.00	7.62	0.4133	99.42
JD3	4	2	plg	64.06	0.00	18.55	0.0232	0.00	0.0101	0.0265	0.2317	0.7788	0.6427	16.16	100.48
JD3	5	1	plg	60.00	0.0213	24.80	0.1332	0.0017	0.0129	6.08	0.2607	0.00	7.60	0.3513	99.26
JD3	5	2	plg	59.99	0.00	25.08	0.1022	0.0161	0.0094	6.24	0.2375	0.0165	7.50	0.4196	99.61
JD3	5	3	plg	60.41	0.0125	24.57	0.1098	0.00	0.00	5.99	0.2149	0.00	7.74	0.3001	99.35
JD3	6	1	plg	60.04	0.00	25.26	0.1411	0.00	0.0018	6.41	0.2210	0.0358	7.57	0.3489	100.03
JD3	6	2	plg	60.28	0.0100	24.89	0.1295	0.00	0.00	6.21	0.2040	0.00	7.57	0.5341	99.83
JD3	Plg_emQzt1	1	plg	60.58	0.00	24.83	0.1230	0.0062	0.00	5.86	0.1972	0.0462	8.01	0.1829	99.84
JD3	Kfs_emQzt1	1	kfs	63.78	0.00	18.90	0.0463	0.00	0.00	0.0051	0.1924	0.7490	0.8749	15.96	100.50
JD6(2)	Kfs_emPlg1	1	kfs	63.79	0.0241	18.61	0.0682	0.0011	0.0073	0.0457	0.3067	0.6926	0.8342	15.95	100.33
JD6(2)	1	1	plg	59.49	0.00	25.08	0.1549	0.00	0.0052	6.56	0.2393	0.0310	7.16	0.4806	99.20
JD6(2)	1	2	plg	59.07	0.00	25.09	0.1072	0.00	0.0078	6.56	0.1727	0.00	7.38	0.1888	98.57
JD6(2)	2	1	plg	60.05	0.0269	24.22	0.1047	0.00	0.0049	5.56	0.3046	0.0366	7.78	0.3900	98.49
JD6(2)	3	1	plg	60.33	0.00	24.53	0.1473	0.00	0.0170	6.07	0.2425	0.0165	7.76	0.3407	99.45
JD6(2)	3	2	plg	60.51	0.00	24.56	0.1137	0.00	0.0115	5.95	0.2244	0.0709	7.71	0.4419	99.59
JD6(2)	4	1	plg	60.88	0.0092	24.44	0.1358	0.00	0.0036	5.98	0.1985	0.0671	7.88	0.4443	100.05
JD6(2)	4	2	plg	60.18	0.0268	24.66	0.1640	0.0069	0.0045	6.03	0.2383	0.0285	7.83	0.4029	99.57
JD11	1	1	plg	60.53	0.0516	24.68	0.0974	0	0	6.04	0.2168	0	7.79	0.3914	99.79
JD11	1	2	plg	64.23	0.0148	18.88	0.0306	0.0017	0	0.0287	0.304	0.664	0.928	15.64	100.73
JD11	2	1	plg	60.61	0	24.76	0.1385	0.0112	0.0046	5.89	0.1823	0	7.86	0.363	99.82
JD11	2	2	plg	60.63	0	24.85	0.1231	0	0	6.17	0.237	0.0087	7.81	0.311	100.14
JD11	3	1	plg	60.24	0	24.66	0.0973	0.0112	0	6.03	0.2032	0.0658	7.74	0.3367	99.39
JD11	3	2	plg	60.67	0.0203	24.75	0.1205	0.0128	0	5.85	0.2013	0	7.96	0.3855	99.98
JD11	Plg_emCpx4	1	plg	60.59	0	24.7	0.0628	0.0046	0.0057	5.9	0.1864	0	7.91	0.173	99.53
JD11	Kfs_emPlg1	1	kfs	64.08	0.0706	18.94	0.0421	0	0	0.0444	0.2602	0.774	1.0482	15.68	100.94
JD15B	1	1	plg	61.21	0.0178	23.9	0.0165	0.004	0.0078	5.16	0.0988	0	8.26	0.2506	98.92
JD15B	1	2	plg	61.32	0	24.11	0.0648	0	0.0092	5.15	0.0956	0.0032	8.44	0.1238	99.31
JD15B	2	1	plg	61.23	0.0338	24.04	0.1247	0.0022	0	5.16	0.0942	0	8.43	0.1468	99.27
JD15B	2	3	plg	61.13	0	24.02	0.0038	0.0004	0	5.1	0.0787	0	8.4	0.2837	99.02
JD15B	3	1	plg	61.27	0	24.17	0.0597	0.0131	0	5.26	0.1069	0.0303	8.35	0.2519	99.51
JD15B	3	2	plg	61.08	0	24.06	0.0242	0.0049	0	5.18	0.1111	0.0443	8.27	0.0879	98.86
JD15B	4	1	plg	60.75	0.0063	24.31	0.1372	0.0037	0	5.42	0.1316	0.0476	8.31	0.1599	99.28
JD15B	4	2	plg	61.19	0.0014	23.95	0.0877	0.0116	0	5.03	0.0541	0	8.62	0.1305	99.07
JD15B	Plg_matriz	1	plg	61.69	0	24.16	0.0483	0.0086	0	5	0.0541	0.0305	8.33	0.1555	99.47
JD15B	Plg_matriz	2	plg	61.33	0.0068	24.25	0.0267	0.0059	0	5.2	0.0957	0	8.29	0.2542	99.45
JD15B	Plg_matriz2	1	plg	61.1	0.0428	24.03	0.0597	0	0	5.14	0.1308	0.0151	8.33	0.2503	99.1



JD15B	Pig_emGrt1	1	plg	61.77	0.0013	23.82	0.0762	0.0022	0	4.74	0.0958	0.0289	8.62	0.1686	99.32
JD15C	1	1	plg	44.78	0.00	36.05	0.0582	0.00	0.00	18.64	0.0627	0.00	0.8183	0.00	100.41
JD15C	2	1	plg	44.97	0.0255	35.72	0.0349	0.00	0.00	18.36	0.1379	0.00	0.8411	0.0257	100.12
JD15C	3	1	plg	45.77	0.0424	35.32	0.0245	0.00	0.00	17.88	0.0755	0.0310	1.163	0.0032	100.32
JD15C	3	2	plg	46.40	0.00	34.65	0.0857	0.00	0.00	17.12	0.0775	0.00	1.63	0.0220	99.97
JD15C	4	1	plg	46.67	0.00	34.32	0.1510	0.0168	0.0531	16.62	0.1112	0.0173	1.66	0.0916	99.71
JD15C	4	2	plg	46.61	0.00	34.52	0.0696	0.0092	0.0060	16.86	0.1072	0.0199	1.66	0.0140	99.87
JD15C	4	3	plg	45.84	0.0649	34.80	0.1406	0.0022	0.0035	17.65	0.0923	0.00	1.3046	0.0073	99.90
JD15C	Pig_emHbl1	1	plg	47.71	0.00	34.19	0.0491	0.00	0.00	16.40	0.0836	0.0128	2.10	0.0289	100.58
JD15C	Pig_emHbl3	1	plg	45.29	0.0565	35.55	0.1548	0.00	0.00	18.29	0.0869	0.00	0.9847	0.0143	100.43
JD15C	Pig_emHbl3	2	plg	46.53	0.0483	34.25	0.1034	0.00	0.00	16.84	0.0931	0.0415	1.60	0.2855	99.79
JD15C	Pig_emHbl4	1	plg	46.40	0.00	34.84	0.0723	0.0046	0.0003	17.38	0.0984	0.0165	1.49	0.00	100.31

Amostra	Análise	Posição	Mineral	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	ZnO	CaO	BaO	Na2O	K2O	Cr2O3	Cl	F	Total
JD1B	1	1	bt	34.49	1.0659	19.22	19.42	0.0869	11.01	0.0583	0.0348	0.1051	0.1368	9.19	0.0573	0.0062	0.014	94.89
JD1B	1	2	bt	35.51	1.84	19.38	18.66	0.0594	9.92	0.033	0.0533	0.1217	0.2523	9.57	0.054	0.0341	0.0199	95.5
JD1B	1	3	bt	35.22	0.3868	19.21	17.96	0.0352	11.36	0.0594	0.0615	0.0871	0.2749	9.7	0.0401	0.0218	0.0127	94.43
JD1B	2	1	bt	25.65	0.1738	19.65	28.78	0.1341	11.54	0.0392	0.1136	0.0578	0.0333	0.0862	0.0196	0.0187	0	86.29
JD1B	2	2	bt	32.58	1.3888	18.95	22.9	0.066	9.16	0.0119	0.0676	0.1114	0.1704	7.8	0.0514	0.0279	0	93.29
JD1B	2	3	bt	34.67	2.04	18.78	19.19	0.0325	9.72	0.0451	0.0419	0.0718	0.2265	9.68	0.0313	0.0511	0	94.57
JD1B	2	4	bt	32.49	0.9369	18	23.61	0.1833	10.66	0.0342	0.0975	0	0.0915	6.54	0	0.0186	0	92.66
JD1B	3	1	bt	34.46	1.5455	18.89	19.2	0.0425	9.67	0.0325	0.0561	0.1342	0.3149	9.46	0.0798	0.0433	0	93.94
JD1B	3	2	bt	35.16	2.2	19.41	17.55	0.024	10.74	0.0325	0.0244	0.1489	0.2847	9.63	0.0787	0.0155	0.007	95.3
JD1B	3B	1	bt	35.11	1.96	19.64	18.73	0.0249	9.75	0.0143	0.0394	0.1111	0.281	9.76	0.0575	0.0341	0	95.51
JD1B	3B	2	bt	34.76	1.76	19.04	18.92	0.0461	9.94	0.031	0	0.1284	0.2118	9.6	0.0556	0.0387	0	94.53
JD1B	4	1	bt	34.62	1.3029	19.65	18.76	0.0361	10.33	0.0866	0.0179	0.1201	0.3468	9.05	0.0714	0.0218	0.002	94.41
JD1B	4	2	bt	34.89	1.4781	19.15	18.54	0.0336	10.33	0.0666	0.0069	0.1348	0.2746	9.73	0.0226	0.0232	0.0067	94.69
JD1B	4B	1	bt	35.2	2.06	19.37	18.89	0.0614	9.6	0.0299	0.0191	0.107	0.2638	9.67	0.0313	0.0232	0.0054	95.35
JD1B	4B	2	bt	35.24	1.79	19.28	19.22	0.051	10.06	0.0333	0.0157	0.163	0.2736	9.82	0.0626	0.0527	0	96.06
JD1B	5	1	bt	25.87	0.0584	19.75	28.23	0.1342	12.38	0.0675	0.0874	0.0037	0.0113	0	0.0098	0.0125	0	86.61
JD1B	5	2	bt	25.85	0.0483	19.37	28.07	0.1797	12.62	0.0427	0.0332	0.0069	0	0.0174	0	0.0218	0	86.27
JD1B	5	3	bt	25.91	0.111	18.62	32.44	0.1593	10.81	0.0515	0.0346	0	0.0167	0.0091	0.0468	0.0031	0.0066	88.23
JD1B	5	4	bt	34.96	1.89	19.39	19.18	0.0288	9.9	0.0288	0.0049	0.1365	0.2264	9.83	0.0661	0.0108	0.0023	95.65
JD1B	5	5	bt	50.97	0.0055	24.92	13.1	1.1387	0.7673	0	3.54	0	4	1.79	0.0017	0	0	100.24
JD3	1	1	bt	37.01	2.82	14.92	16.99	0.1582	12.75	0.046	0.0495	0.2511	0.0999	10.09	0.0532	0.1191	0	95.36
JD3	2	1	bt	36.82	2.92	15.13	16.96	0.1425	13.06	0.0396	0.0156	0.2837	0.1367	10.2	0.0426	0.124	0.0037	96.02



JD3	2	2	bt	37.15	2.84	15.07	17.32	0.1697	13	0.0135	0.0335	0.1633	0.0891	10.06	0.0657	0.0957	0	96.07
JD3	3	1	bt	36.8	2.5	15.19	17.11	0.1693	13.21	0.026	0.034	0.1999	0.1018	10.13	0.0568	0.0706	0	95.59
JD3	1	1	chl	26.93	0.0546	19.14	21.92	0.2569	18.05	0.1093	0.0651	0.0116	0	0.0009	0.0443	0	0.0124	86.6
JD3	4	1	bt	36.78	4.08	14.52	18.92	0.1562	11.16	0.0205	0.0226	0.1799	0.0712	10.14	0.0582	0.0858	0	96.18
JD3	5	1	bt	36.84	3.28	14.56	18.26	0.1851	12.04	0.0055	0.0166	0.1569	0.131	10.23	0.0531	0.097	0.0059	95.86
JD3	5	2	bt	36.78	3.55	14.51	18.54	0.1595	11.95	0.0418	0	0.2036	0.0946	10.16	0.0919	0.0969	0.0078	96.19
JD3	6	1	bt	36.64	3.89	14.24	17.83	0.1813	12.4	0.0382	0.0479	0.1674	0.0959	9.98	0.0779	0.1094	0	95.7
JD3	Bt_emHbI4	1	bt	36.29	2.91	14.59	18.78	0.1331	12.79	0.0236	0.054	0.1758	0.1058	9.27	0.1252	0.0972	0.0001	95.34
JD3	Bt_emHbI4	2	bt	27.67	0.0662	17.98	23.6	0.2318	17.14	0.0347	0.0396	0	0	0.1675	0.0085	0.008	0	86.94
JD6(2)	1	1	bt	36.14	2.84	14.76	16.93	0.1592	12.33	0.0207	0.0172	0.1893	0.0917	10.04	0.0851	0.1206	0.00	93.71
JD6(2)	1	2	bt	36.65	2.59	15.36	16.80	0.1659	12.52	0.0634	0.0369	0.1733	0.1082	9.76	0.1989	0.1555	0.00	94.57
JD6(2)	1	3	bt	36.98	2.34	14.94	16.65	0.1720	13.24	0.0282	0.00	0.0557	0.1026	10.09	0.1154	0.1412	0.00	94.86
JD6(2)	2	1	bt	36.46	3.12	14.94	17.13	0.1728	12.19	0.0319	0.0725	0.1658	0.0675	9.70	0.1224	0.1067	0.00	94.29
JD6(2)	2	2	bt	36.46	3.09	14.71	18.34	0.1870	11.95	0.0262	0.0139	0.1717	0.1152	9.85	0.1521	0.1254	0.00	95.19
JD6(2)	2	3	bt	36.49	3.65	14.49	18.34	0.1974	11.93	0.00	0.0110	0.0696	0.0787	10.16	0.1327	0.1001	0.0035	95.67
JD6(2)	3	1	bt	37.21	1.96	14.64	16.35	0.1821	13.89	0.00	0.0412	0.0300	0.1096	9.96	0.0338	0.1260	0.0017	94.55
JD6(2)	3	2	bt	37.51	2.34	15.61	14.99	0.1651	13.53	0.0039	0.0228	0.0304	0.1174	10.04	0.0161	0.1856	0.00	94.57
JD6(2)	4	1	bt	36.76	3.09	14.74	18.08	0.1871	12.61	0.0181	0.00	0.1762	0.0986	10.18	0.1364	0.1535	0.0031	96.23
JD6(2)	Bt_emHbI3	1	bt	36.88	1.0779	15.51	17.27	0.1949	13.66	0.0501	0.0026	0.0321	0.0734	10.02	0.1029	0.1322	0.0004	95.01
JD6(2)	Bt_emHbI3	2	bt	46.67	0.8915	7.76	14.98	0.2796	12.45	0.0310	11.51	0.0080	1.1953	0.7940	0.1206	0.0476	0.00	96.73
JD11	1	1	bt	37.01	3.22	14.69	17.15	0.1769	12.95	0.037	0.0361	0.152	0.1281	9.95	0.0762	0.155	0	95.72
JD11	1	2	bt	37.13	2.88	15.12	17.07	0.1856	12.65	0	0.0118	0.1731	0.1002	10.08	0.1579	0.1285	0.0009	95.69
JD11	1	3	bt	37.17	2.94	14.66	17.35	0.188	12.85	0.033	0.0267	0.1603	0.1267	10.12	0.1064	0.1082	0	95.84
JD11	2	1	bt	37.13	3.21	14.34	18.07	0.1846	12.44	0.0217	0.0071	0.0619	0.1051	10.38	0.0867	0.1345	0.015	96.2
JD11	2	2	bt	36.39	2.97	14.3	17.5	0.1618	12.81	0.0159	0.0532	0.0843	0.0935	9.78	0.0976	0.1476	0	94.4
JD11	3	1	bt	37.22	2.5	14.88	18.28	0.1819	12.76	0.048	0.043	0.1309	0.125	9.74	0.1097	0.1115	0	96.12
JD11	3	2	bt	37.31	4.02	14.84	18.62	0.1552	11.56	0.0249	0.0256	0.17	0.1073	10.11	0.0832	0.1581	0	97.18
JD11	4	1	bt	37.13	3.26	14.72	17.72	0.1561	12.53	0.0225	0.0034	0.1567	0.1294	10.25	0.0763	0.1286	0	96.28
JD11	4	2	bt	36.84	3.97	14.59	17.73	0.1598	11.92	0.0297	0	0.1215	0.1007	9.95	0.0657	0.1519	0.0058	95.64
JD11	4	3	bt	37.19	3.05	15.49	16.63	0.1601	12.83	0.0083	0.0385	0.24	0.1077	10.09	0.1086	0.1193	0	96.07
JD15B	1	1	bt	34.85	1.88	19.76	20.58	0.1425	8.34	0.0306	0.0199	0.0738	0.1836	9.73	0.0367	0.0453	0.0011	95.67
JD15B	1	2	bt	29.16	0.1302	22.33	26.61	0.2523	8.39	0.0175	0.3183	0	0.0631	1.0983	0.0134	0.1484	0	88.53
JD15B	1	3	bt	34.5	0.022	20.64	19.73	0.1056	9.2	0.0552	0.0912	0.046	0.1472	8.41	0	0.1288	0	93.07
JD15B	2	1	bt	34.47	2.35	18.7	21.1	0.143	8.32	0.0425	0.023	0.1006	0.1881	9.79	0.021	0.089	0	95.33
JD15B	2	2	bt	34.84	2.2	19.03	21.89	0.1232	7.94	0.0568	0	0.048	0.1667	9.72	0.0523	0.1107	0.0001	96.18
JD15B	2	3	bt	26.56	0.0274	20.76	28.48	0.1899	9.31	0.0359	0.3589	0.0176	0.0731	0.3505	0	0.1813	0.0077	86.35



JD15B	3	1	bt	34.51	1.2947	19.91	21.64	0.1293	8.17	0.0287	0.045	0.0295	0.1534	9.66	0.0348	0.1719	0	95.78
JD15B	3	2	bt	34.85	1.5886	19.76	20.45	0.119	8.4	0.0382	0.0782	0.0815	0.1688	9.43	0.0542	0.1424	0	95.16
JD15B	3	3	bt	34.9	1.83	19.72	21.01	0.1246	8.63	0.0191	0.011	0.0833	0.1577	9.61	0	0.103	0.011	96.2
JD15B	4	1	bt	34.49	1.93	19.19	21.21	0.1263	8.52	0.0419	0.0388	0.0416	0.1579	9.23	0.0332	0.1454	0.0017	95.15
JD15B	4	2	bt	33.56	0.9508	19.79	21.01	0.1325	9.05	0.0766	0.0879	0.0323	0.1227	8.71	0.0087	0.1628	0.0051	93.7
JD15B	4	3	bt	34.66	1.92	19.17	20.73	0.1491	8.47	0.0062	0.0268	0.022	0.1555	9.81	0.0646	0.0952	0	95.29
JD15B	Bt_emMus2	1	bt	35.06	1.3002	20.14	20.49	0.1281	8.28	0.0333	0	0.0777	0.1832	9.7	0.0157	0.1126	0.0062	95.53
JD15B	Bt_emMus3	1	bt	34.85	2.42	18.64	20.66	0.1098	8.2	0.0596	0.0121	0.1066	0.1696	9.74	0.0384	0.1123	0	95.11
JD15B	Bt_matriz	1	bt	34.73	2.34	19.13	20.75	0.1386	8.21	0.0302	0.16	0.1473	0.235	8.23	0.0035	0.0813	0.0002	94.18
JD15B	Bt_matriz	2	bt	35.59	1.96	20.63	18.79	0.1043	8.01	0.0231	0.0334	0.0659	0.1342	9.98	0.0423	0.0643	0	95.43
JD15B	Bt_matriz2	1	bt	34.88	2.03	19.58	20.96	0.1618	8.09	0.0602	0.0276	0.0814	0.1578	9.8	0.0489	0.0859	0.0108	95.97
JD15B	1	1	mus	44.94	1.1428	36.3	0.7381	0	0.3936	0.0061	0.0277	0.513	0.5084	9.95	0.0206	0.0064	0	94.55
JD15B	2	1	mus	45.28	0.0232	35.77	1.51	0	0.7154	0.0319	0.0015	1.1156	0.4685	10.64	0	0	0.0146	95.57
JD15B	2	2	mus	46.06	0.0252	35	1.53	0.0032	0.9044	0.0146	0.0049	0.5243	0.4541	10.64	0	0.0193	0.0086	95.19
JD15B	3	1	mus	46.07	0.6367	35.62	1.1255	0	0.6672	0.025	0.0037	0.1919	0.4966	10.99	0.0653	0.0144	0	95.9
JD15B	4	1	mus	33.55	1.2888	19.22	20.06	0.0953	8.62	0.0481	0.1571	0.0282	0.1491	9.03	0.0402	0.0985	0	92.39
JD15C	1	1	bt	36.48	2.15	16.09	17.87	0.0931	12.58	0.0310	0.0449	0.0578	0.0776	10.14	0.1275	0.1177	0.0096	95.87
JD15C	2	1	bt	36.84	2.21	15.62	16.37	0.0646	13.00	0.0144	0.1247	0.0065	0.1574	9.44	0.0373	0.0676	0.00	93.95
JD15C	2	2	bt	37.08	2.93	15.55	17.62	0.0865	12.58	0.0232	0.0009	0.0672	0.2220	9.42	0.1029	0.0629	0.0063	95.76
JD15C	3	1	bt	37.09	2.80	15.74	16.36	0.0841	12.88	0.0098	0.0102	0.00	0.2559	9.33	0.0784	0.0819	0.00	94.72
JD15C	3	2	bt	37.54	3.10	15.60	16.82	0.0689	12.52	0.0294	0.00	0.0952	0.2654	9.38	0.0942	0.0629	0.00	95.60
JD15C	3	3	bt	37.21	2.87	15.76	16.87	0.0996	12.83	0.0471	0.0294	0.00	0.2186	9.32	0.0533	0.0692	0.0041	95.38
JD15C	4	1	bt	37.64	2.56	16.06	16.33	0.0915	13.32	0.0278	0.0078	0.0586	0.2435	9.43	0.0712	0.0677	0.0110	95.92
JD15C	4	2	bt	37.05	2.32	15.76	16.75	0.0725	13.60	0.00	0.0249	0.0467	0.1967	9.37	0.1084	0.0488	0.00	95.34
JD15C	4	3	bt	37.56	2.70	15.74	16.64	0.1026	12.92	0.0195	0.0522	0.0498	0.2165	9.70	0.0924	0.0503	0.00	95.84
JD15C	Bt_emHbl4	1	bt	37.43	2.24	15.93	17.13	0.1063	13.00	0.0375	0.0440	0.0625	0.2117	9.73	0.0782	0.0929	0.0064	96.11

Amostra	Análise	Posição	Mineral	SiO2	Al2O3	YO2	FeO	MnO	La	CaO	K2O	ZrO2	Nb	TiO2	Ce	Nd	BaO	F	Na2O	MgO
JD3	1	1	tit	30.19	1.137	0.0323	0.8353	0.0598	0.0860	26.88	0.00	0.00	0.0158	36.87	0.4929	0.2513	0.00	0.00	0.0284	0.00
JD3	1	2	tit	30.22	1.1181	0.0181	0.7940	0.0784	0.1014	27.11	0.0035	0.00	0.0071	36.62	0.3581	0.2132	0.00	0.0370	0.00	0.00
JD3	2	1	tit	30.32	1.2315	0.0637	0.7430	0.0814	0.1454	27.26	0.00	0.0619	0.0340	36.81	0.7190	0.3489	0.00	0.0098	0.0243	0.00
JD3	2	2	tit	30.62	0.9308	0.00	0.7163	0.0456	0.0994	27.88	0.0152	0.00	0.00	37.40	0.1961	0.0902	0.00	0.00	0.0132	0.00
JD3	3	1	tit	30.19	1.8459	0.0757	1.0443	0.0700	0.1516	26.99	0.0122	0.2051	0.0050	34.60	1.0148	0.6562	0.00	0.00	0.0261	0.0056
JD3	3	2	tit	30.57	1.0462	0.00	0.6878	0.0698	0.0861	27.57	0.0039	0.0577	0.00	37.04	0.2843	0.0902	0.00	0.0296	0.00	0.00



JD3	4	1	tit	29.94	1.1603	0.0595	0.8597	0.0820	0.0955	27.24	0.00	0.0056	0.0578	35.90	0.5719	0.2594	0.00	0.0188	0.0524	0.00
JD3	4	2	tit	29.80	1.2877	0.0922	0.8892	0.0620	0.1535	26.93	0.00	0.0296	0.0606	36.40	0.7627	0.4480	0.00	0.0158	0.0236	0.00
JD3	5	1	tit	30.11	1.5587	0.0515	0.7287	0.0766	0.1057	27.54	0.00	0.0677	0.0127	36.42	0.3590	0.1788	0.00	0.0275	0.0188	0.00
JD3	5	2	tit	30.30	1.37	0.1131	0.6716	0.0584	0.0924	27.16	0.00	0.00	0.00	36.43	0.4199	0.2162	0.00	0.0324	0.00	0.00
JD3	6	1	tit	30.44	1.2541	0.0214	0.5728	0.0658	0.0473	27.32	0.0090	0.00	0.00	36.27	0.2980	0.1881	0.00	0.0070	0.0199	0.00
JD3	6	2	tit	30.11	1.3106	0.0654	0.8110	0.0817	0.0710	27.64	0.00	0.00	0.0087	35.82	0.3219	0.2171	0.00	0.0014	0.0110	0.00
JD6(2)	1	1	tit	30.05	0.8980	0.00	0.6844	0.0457	0.00	28.07	0.00	0.0028	0.0434	36.98	0.00	0.00	0.00	0.0175	0.00	0.00
JD6(2)	1	2	tit	29.87	1.3004	0.0028	1.1954	0.0687	0.0923	26.80	0.0034	0.00	0.0141	35.78	0.4332	0.2688	0.00	0.0331	0.0124	0.1330
JD6(2)	2	1	tit	29.78	1.198	0.0853	0.8802	0.0695	0.0565	26.77	0.0019	0.00	0.00	36.42	0.4332	0.3583	0.00	0.0148	0.00	0.00
JD6(2)	2	2	tit	30.14	0.9090	0.0104	0.7144	0.0571	0.0319	27.61	0.00	0.00	0.0163	36.80	0.1831	0.0998	0.00	0.00	0.0083	0.00
JD6(2)	3	1	tit	30.00	1.4491	0.0670	1.1792	0.0708	0.0903	27.02	0.0016	0.0564	0.0120	34.90	0.4048	0.2263	0.00	0.0210	0.0166	0.0069
JD6(2)	3	2	tit	30.52	2.05	0.00	2.00	0.0638	0.0452	26.32	0.3648	0.0355	0.0134	33.61	0.0983	0.0782	0.00	0.00	0.0198	0.7047
JD6(2)	4	1	tit	30.42	1.4053	0.00	0.9998	0.0565	0.0391	27.68	0.0120	0.00	0.0015	35.73	0.0255	0.0222	0.00	0.00	0.0387	0.00
JD6(2)	Tit_ema8t4	1	tit	30.34	1.98	0.00	2.05	0.0512	0.00	26.58	0.1433	0.00	0.0144	35.49	0.00	0.0476	0.00	0.00	0.0253	0.8929
JD6(2)	Tit_ema8t4	2	tit	30.04	1.4776	0.2809	0.9841	0.0935	0.1005	26.86	0.00	0.0453	0.0224	35.83	0.7354	0.6584	0.00	0.00	0.0172	0.00
JD11	1	1	tit	30.12	1.1255	0.1992	1.0252	0.0672	0.1383	26.32	0	0.0393	0.0387	35.99	0.9667	0.7239	0	0.0312	0.0059	0.0014
JD11	1	3	tit	29.87	0.9665	0.0841	0.6597	0.0643	0.0542	27.35	0.0117	0	0	36.93	0.2309	0.1839	0	0.0164	0.0201	0
JD11	1	4	tit	29.88	1.1624	0.2143	0.9139	0.0654	0.1682	26.66	0.0172	0.0225	0.0212	36.69	0.8725	0.6197	0	0.014	0	0
JD11	1	5	tit	30.45	1.0564	0.021	0.9775	0.0446	0.1452	27.47	0.0039	0.0323	0.0492	36.73	0.5208	0.244	0	0.0128	0.0231	0
JD11	2	1	tit	30.11	0.7218	0	0.6115	0.0626	0.0348	27.75	0.0113	0	0.0226	38.13	0.1501	0.0085	0	0	0	0
JD11	2	2	tit	30.54	1.36	0.1369	0.7459	0.0841	0.0777	27.29	0.0098	0.0098	0.0044	36.39	0.4452	0.34	0	0	0.013	0
JD11	3	1	tit	30.72	1.0601	0.171	0.7423	0.0664	0.1073	27.59	0	0.0225	0	37.3	0.4604	0.2893	0	0.0125	0.0114	0
JD11	3	3	tit	29.99	1.231	0.2734	1.0092	0.08	0.1897	26.57	0.0129	0.0971	0.022	35.29	0.9586	0.6776	0	0	0	0
JD11	3	4	tit	29.82	1.0438	0.0279	0.7618	0.0596	0.086	27.43	0.0001	0.014	0.0105	37.26	0.4573	0.2182	0	0.0027	0.0137	0
JD11	3	5	tit	30.05	2.29	0.1262	0.6836	0.0542	0.1062	27.06	0.0041	0.0084	0.0299	36.43	0.6166	0.3184	0	0.0128	0.0226	0
JD11	4	1	tit	30.21	1.2421	0.1769	0.759	0.066	0.0409	27.11	0.0092	0	0.0083	36.38	0.513	0.3903	0	0.0015	0.0333	0
JD15C	1	1	tit	31.11	3.42	0.0829	1.385	0.0623	0.00205	25.12	0.02275	0.0106	0.0177	33.205	0.0539	0.05035	0	0	0.1103	0.62275
JD15C	1	2	tit	30.67	1.463	0	0.2717	0.0602	0.01225	27.86	0.0016	0	0.01425	37.575	0.00505	0.04535	0	0.01655	0.01835	0
JD15C	2	1	tit	30.54	1.35405	0	0.25305	0.0724	0.00515	27.98	0	0	0	37.82	0.00505	0	0	0.00195	0.02055	0
JD15C	3	1	tit	30.335	1.40975	0.07935	0.429	0.05905	0	27.64	0.0039	0.0147	0	37.355	0.13555	0.04745	0	0	0.00575	0
JD15C	3	2	tit	30.595	1.352	0	0.2298	0.0778	0	27.92	0.00425	0.0105	0.02815	37.86	0.01855	0	0	0.0139	0.0027	0
JD15C	4	1	tit	30.73	1.6359	0.0761	0.50715	0.06575	0.0327	27.725	0.0035	0.0105	0.0316	37.14	0.0834	0.08135	0	0.02105	0.00135	0
JD15C	4	2	tit	30.43	1.45295	0.08295	0.17135	0.05335	0.01225	27.745	0.0034	0	0.0078	37.105	0.07005	0.04835	0	0.0114	0	0



ANEXOS 3  
(Tabelas de Termobarometria)



**Tabela 7:** Valores de temperatura calculadas a partir de pressões fixas, conforme a metodologia de Holland e Blundy (1994)

Amostra	Análise	P (kbar)	1	5	10	15
JD3	1.1	T (°C)	656	684	711	739
JD3	1.2	T (°C)	684	709	734	759
JD3	2.1	T (°C)	696	722	748	774
JD3	3.1	T (°C)	703	727	752	777
JD3	3.2	T (°C)	568	624	681	737
JD3	4.1	T (°C)	741	713	685	657
JD3	4.2	T (°C)	742	711	680	649
JD3	5.1	T (°C)	715	690	666	641
JD3	5.2	T (°C)	733	704	674	645
JD3	5.3	T (°C)	716	691	667	642
JD3	6.1	T (°C)	711	689	667	646
JD3	6.2	T (°C)	728	701	674	647
JD3	6.3	T (°C)	670	651	633	614
JD3	7.1	T (°C)	719	693	666	640
JD3	7.2	T (°C)	733	703	674	645
JD3	emCpx4	T (°C)	755	724	692	661
JD6(2)	1.1	T (°C)	732	704	675	647
JD6(2)	1.2	T (°C)	735	707	679	650
JD6(2)	1.3	T (°C)	734	705	675	646
JD6(2)	2.1	T (°C)	700	674	647	620
JD6(2)	2.2	T (°C)	693	670	647	624
JD6(2)	2.3	T (°C)	732	701	670	639
JD6(2)	4.1	T (°C)	722	697	673	649
JD6(2)	4.2	T (°C)	742	713	685	656
JD6(2)	4.3	T (°C)	705	681	657	633
JD6(2)	emCpx2	T (°C)	666	638	611	584
JD6(2)	emCpx3	T (°C)	721	696	670	645
JD6(2)	emQtz4	T (°C)	754	720	686	652
JD11	1.1	T (°C)	712	679	647	615
JD11	2.1	T (°C)	717	694	671	647
JD11	2.2	T (°C)	739	709	679	649
JD11	2.3	T (°C)	734	705	676	647
JD11	3.1	T (°C)	757	726	695	663
JD11	3.2	T (°C)	727	702	678	654
JD11	3.3	T (°C)	701	674	648	622
JD11	emCpx1	T (°C)	729	702	675	648
JD11	emCpx2	T (°C)	708	681	654	627
JD11	emCpx3	T (°C)	756	723	690	657
JD11	emCpx4.1	T (°C)	723	695	667	640
JD11	emCpx4.2	T (°C)	739	709	679	649

P (kbar)	1	5	10	15
Tmédia (°C)	704.4	696.0	687.8	679.6
s	45.2	26.7	32.6	55.8

Tmédia (°C)	719.7	692.2	664.6	637.1
s	24.5	22.8	21.3	20.1

Tmédia (°C)	728.5	699.9	671.6	643.2
s	17.7	16.3	15.3	14.6



Amostra	Análise	Zr (ppm)	P (kbar)	1	5	10	15
JD3	2.1	619	T (°C)	720.7	769.6	830.7	891.9
JD3	3.1	2051	T (°C)	791.2	843.6	909.1	974.5
JD3	3.2	577	T (°C)	716.9	765.6	826.5	887.4
JD3	4.1	56	T (°C)	604.2	647.3	701.3	755.2
JD3	4.2	296	T (°C)	681.8	728.8	787.5	846.2
JD3	5.1	677	T (°C)	725.7	774.8	836.2	897.7
JD6(2)	1.1	28	T (°C)	575.5	617.2	669.4	721.6
JD6(2)	3.1	664	T (°C)	724.6	773.7	835.0	896.4
JD6(2)	3.2	355	T (°C)	691.1	738.5	797.8	857.1
JD6(2)	Tit_ emBt4	453	T (°C)	703.9	751.9	812.0	872.1
JD11	1.1	393	T (°C)	696.4	744.1	803.7	863.3
JD11	1.2	225	T (°C)	668.1	714.4	772.2	830.1
JD11	1.3	323	T (°C)	686.2	733.4	792.4	851.4
JD11	2.1	98	T (°C)	628.8	673.2	728.7	784.1
JD11	3.1	225	T (°C)	668.1	714.4	772.2	830.1
JD11	3.2	971	T (°C)	746.1	796.2	858.9	921.6
JD11	3.3	140	T (°C)	645.2	690.4	746.9	803.4
JD11	3.4	84	T (°C)	621.9	665.9	721.0	776.0
JD15C	1.1	106	T (°C)	632.4	676.9	732.6	788.3
JD15C	3.1	147	T (°C)	647.5	692.8	749.5	806.1
JD15C	3.2	105	T (°C)	631.9	676.5	732.1	787.8
JD15C	4.1	105	T (°C)	631.9	676.5	732.1	787.8

P (kbar)	1	5	10	15
Tmédia (°C)	706.7	755.0	815	875.5
s	61.5	64.6	68.4	72.1

Tmédia (°C)	673.8	720.3	778.6	836.8
s	67.0	70.3	74.4	78.5

Tmédia (°C)	670.1	716.5	774.5	832.5
s	40.3	42.3	44.8	47.3

Tmédia (°C)	636.0	680.7	736.6	792.5
s	7.7	8.1	8.6	9.1











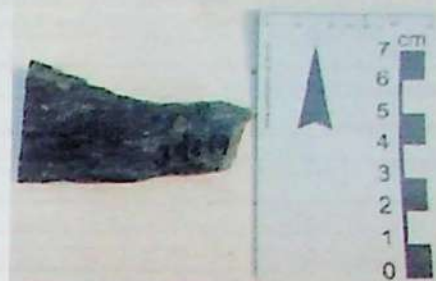
# FICHA PARA DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

I. AMOSTRA: JD1 (1)

II. GRAU DE ALTERAÇÃO: MÉDIO

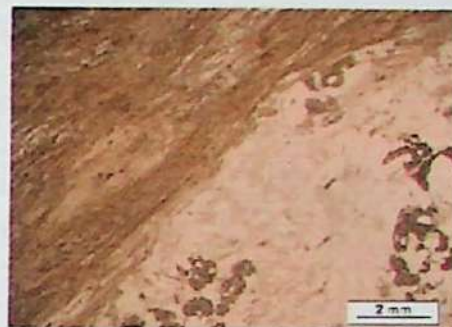
## III. DESCRIÇÃO

1. Cor/I.C.: CINZA ESVERDEADO COM BANDAS ESBRANQUIÇADAS
2. Estruturas/Heterogeneidades: BANDADA, COM UMA DAS BANDAS LEUCOCRÁTICA MACIÇA, E OUTRA MÁFICA FOLIADA  
Leucossoma: 15 % QUARTZO-FELDSP. C/ TRAÇOS DE BT E GRT.  
Mesossoma: 85 % ESCURO
3. Textura: NEMATOLEPIDOBLÁSTICA (DEFINIDA POR SIL E BT) E GRANBLÁSTICA (LENTES QUARTZO-FELSPÁTICAS DE CONTATO IRREGULAR, LOCALMENTE POLIGONIZADO).
4. Observações:



## IV. MINERALOGIA e ESTIMATIVA MODAL

- QUARTZO (30) ANÉDRICOS, ÀS VEZES ARREDONDADOS, COM EXTINÇÃO ONDULANTE
- BIOTITA (15) AVERMELHADA, CRISTAIS BEM DESENVOLVIDOS, DEFININDO A FOLIAÇÃO E CONTORNANDO GRT
- GRANADA (15) GRANDES CRISTAIS, USUALMENTE ANÉDRICOS E BASTANTE RIQUILÍTICOS
- PLAGIOCLÁSIO (15) ANÉDRICO, ÀS VEZES ARREDONDADO, BASTANTE ALTERADO. PODE ESTAR ZONADOS/L/GEMIN. ROUSSINT.
- K-FELSPATO (5) ANÉDRICOS, MUITO ALTERADOS
- SILLIMANITA (10) GERALMENTE ASSOCIADOS COM CHL (NO MESMO CRISTAL) OCORRE ASSOCIADA AOS CRISTAIS DE SIL, PRODUTO
- CLORITA (5) DE ALTERAÇÃO (?)
- MUSCOVITA (5) LIAÇÃO
- ( )
- ( )
- ( )
- ( )
- ( )



## V. SÍNTESE TEXTURAL

O protólito era uma rocha pelítica, que passou por metamorfismo progressivo gerando principalmente biotita e muscovita. No pico biotita + granada + sillimanita ocorre fusão com quebra de muscovita gerando sillimanita. Durante o resfriamento, há formação de fases de menor temperatura.

## VI. SEQUÊNCIA DE CRISTALIZAÇÃO E EVENTOS

Estágio Mineral	Pré - Metamórfico	Metamórfico		Fusão	Retro-Metamórfico
	1	Progressivo	Pico	1	1
QUARTZO					
BIOTITA					
PLAGIOCLÁSIO					
SILLIMANITA					
GRANADA					
K-FELSPATO					

## VII. CONDIÇÕES ESTIMADAS DE FORMAÇÃO

FÁCIES ANFIBOLITO SUPERIOR, ZONA DA GRANADA

## VIII. NOME DA ROCHA: SILLIMANITA-GRANADA-BIOTITA GNAISSE



I. AMOSTRA: JD 3

II. GRAU DE ALTERAÇÃO: fracamente alterada

## III. DESCRIÇÃO

1. Cor/I.C.: CINZA ESCURO ESVERDEADO ESCURVIDO

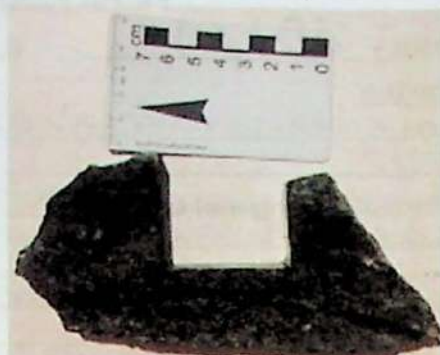
2. Estruturas/Heterogeneidades: LEVEMENTE FOLIADA, CONTATO ENTRE DUAS PORÇÕES (GRANULAÇÕES FINA/MÉDIA) APARENTEMENTE DA MESMA ROCHA

Leucossoma: %

Mesossoma: %

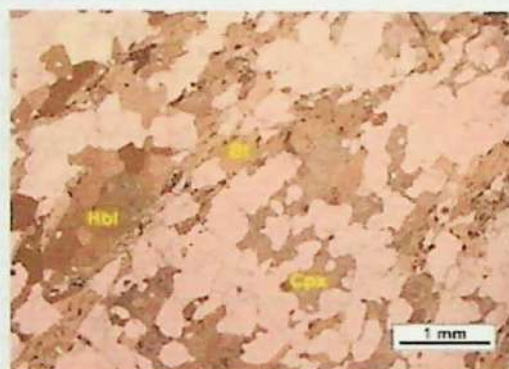
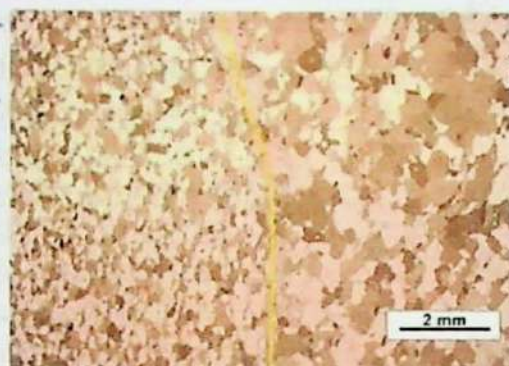
3. Textura: LEPIDONEMATOPLÁSTICA, EQUIGRANULAR FINA A MÉDIA

4. Observações:



## IV. MINERALOGIA e ESTIMATIVA MODAL

- HORNBLENDÁ (30) XENOMÓRFICA A SUBIDOMÓRFICA, COLORAÇÃO ESVERDEADA. INCLUSÕES DE QTZ E TIT.
- PLAGIOCLÁSIO (20) XENOMÓRFICO, BASTANTE ALTERADO. PODE APRESENTAR GEMINAÇÃO DO ZONAMENTO.
- BIOTITA (18) SEM FORMADA, DE MARROM, CONCORDANTE COM A FOLIAÇÃO. ÀS VÉZES COM CHL EM SUAS BORDAS.
- QUARTZO (13) XENOMÓRFICO, PODEMOS APRESENTAR EXTINÇÃO ONDULANTE
- PIROXÊNIO (8) BAIXA BIREFRINGÊNCIA, INCOLOR, EXTINÇÃO INCLINADA (~30°), XENOMÓRFICA.
- K-FELDSPATO (6) XENOMÓRFICO, BASTANTE ALTERADO. PODE APRESENTAR GEMINAÇÃO SIMPLES.
- TITANITA (5) PEQUENOS CRISTAIS SUB A IDIOMÓRFICOS
- ( )
- ( )
- ( )
- ( )
- ( )
- ( )



## V. SÍNTESE TEXTURAL

Evolution de fusão parcial devido a formação de líquidos graníticos com resíduo sólido (fases peritéticas) de textura esquelética (hornblenda + clinopiroxênio). Durante o resfriamento parte da paragénesis do pico metamórfico é substituída por fases de mais baixa temperatura. O metamorfismo foi de alto grau sobre um protólito granitoide, gerando orientações preferencial de minerais primários (hornblenda) e plagioclásio (biotita).

## VI. SEQUÊNCIA DE CRISTALIZAÇÃO E EVENTOS

Estágio Mineral	Pré - Metamórfico	Metamórfico		Fusão	Retro-Metamórfico
	1	Progressivo	Pico	1	1
Hornblenda	-----	-----	-----	-----	
Plagioclásio	-----	-----	-----	-----	
Biotita	-----	-----	-----	-----	-----
Quartzo	-----	-----	-----	-----	
Clinopiroxênio	-----	-----	-----	-----	
K-feldspato	-----	-----	-----	-----	

## VII. CONDIÇÕES ESTIMADAS DE FORMAÇÃO

FACIES ANFIBOLITO

VIII. NOME DA ROCHA: TITANITA - PIROXÊNIO - BIOTITA - HORNBLENDÁ GNAISSE TONALÍTICO



# FICHA PARA DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

I. AMOSTRA: JD1 (2)

II. GRAU DE ALTERAÇÃO: MÉDIO-ALTO

## III. DESCRIÇÃO

1. Cor/I.C.: CINZA ESVERDEADO COM BRANCO

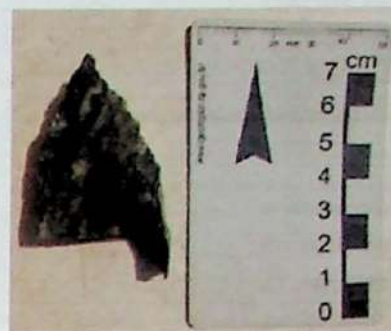
2. Estruturas/Heterogeneidades: BANDADA, COM UMA DAS BANDAS LEUCOCRÁTICA MACIÇA, E OUTRA MÁFICA FOLIADA

Leucossoma: 20 % QUARTZO-FELDSP. C/ TRAÇOS DE BT E GRT.

Mesossoma: 80 % ESCURO

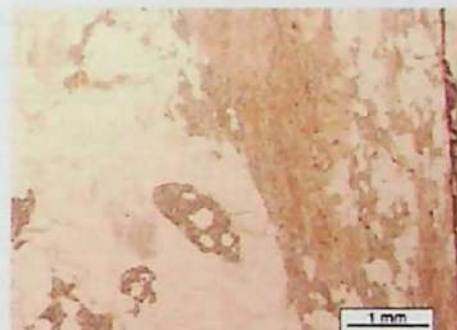
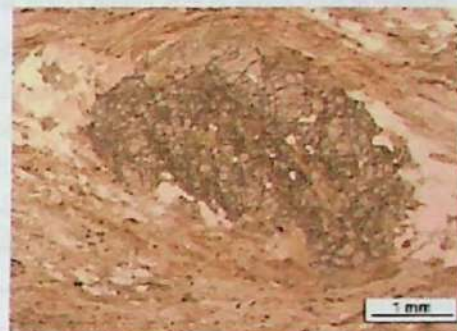
3. Textura: NEMATOLEPIDOBLÁSTICA (SIL E BT) E GRANOBLÁSTICA E GRANOBLÁSTICA (LENTES QUARTZO-FELDSPÁTICAS DE CONTATO IRREGULAR, LOCALMENTE POLIGONIZADO).

4. Observações:



## IV. MINERALOGIA e ESTIMATIVA MODAL

- QUARTZO (30) ANÉDRICO, ÀS VEZES ARREDONDADOS, COM EXT. OND.
- BIOTITA (5) AVERMELHADA, CRISTAIS BEM DESENVOLVIDOS, DEFININDO A FOLIAÇÃO E CONTORNANDO GRT.
- GRANADA (10) ANÉDRICO, ÀS VEZES ARREDONDADO, CRISTAIS GRANDES E POLICLÍTICOS
- PLAGIOCLÁSIO (15) ANÉDRICO, BASTANTE ALTERADO, ZONADOS OU COM GEMINAÇÃO MÚLTIPLA.
- K-FELDSPATO (5) ANÉDRICO, MUITO ALTERADO
- SILLIMANITA (15) PEQUENOS CRISTAIS CONCORDANTES À FOLIAÇÃO, GERALMENTE ASSOCIADOS COM CHL
- CLORITA (10) ASSOCIADA À SIL, PRODUTO DE ALTERAÇÃO(?)
- MUSCOVITA (10) A FOLIAÇÃO.
- ( )
- ( )
- ( )
- ( )
- ( )



## V. SÍNTESE TEXTURAL

O protólito era uma rocha pelítica, que passou por metamorfismo progressivo gerando principalmente biotita e muscovita. No pico biotita + granada + sillimanita ocorre fusão com quebra de muscovita gerando sillimanita. Durante o resfriamento, há formação de fases de menor temperatura.

## VI. SEQUÊNCIA DE CRISTALIZAÇÃO E EVENTOS

Estágio Mineral	Pré - Metamórfico	Metamórfico		Fusão	Retro-Metamórfico
	1	Progressivo	Pico	1	1
QUARTZO					
BIOTITA					
PLAGIOCLÁSIO	---		---		
SILLIMANITA				---	
GRANADA					
K-FELDSPATO					

## VII. CONDIÇÕES ESTIMADAS DE FORMAÇÃO

FÁCIES ANFIBOLITO SUPERIOR, ZONA DA GRANADA

VIII. NOME DA ROCHA: BIOTITA-GRANADA-SILLIMANITA GNAISSE



## FICHA PARA DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

I. AMOSTRA: JD18

II. GRAU DE ALTERAÇÃO: moderadamente alterada

## III. DESCRIÇÃO

1. Cor/I.C.: CINZA ESCURO COM LENTES ESBANQUIÇADAS E PONTOS VERMELHOS

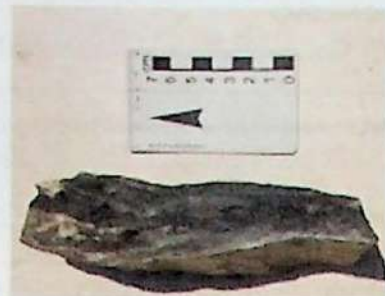
2. Estruturas/Heterogeneidades: LEVEMENTE BANDADA A FOLIADA

Leucossoma: %

Mesossoma: %

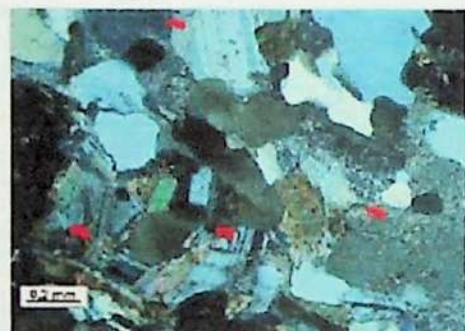
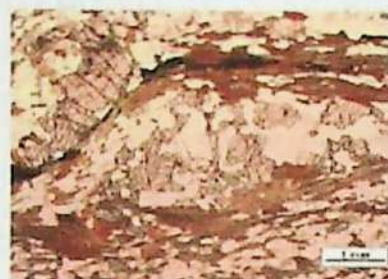
3. Textura: PORFIROBLÁSTICA (GRT) NEMATOLEPIDOBLÁSTICA (SIL, CHL, BT) E GRANOBÁSTICA

4. Observações:



## IV. MINERALOGIA e ESTIMATIVA MODAL

- QUARTZO (28%) ANÉDRICOS, ÀS VEZES ARREDONDADOS, COM EXTINÇÃO ONDULANTE
- BIOTITA (22%) AVERMELHADA, CRISTAIS BEM DESENVOLVIDOS, DEFININDO FOLIAÇÃO E CONTORNANDO GRT
- PLAGIOCLÁSIO (12%) ANÉDRICO, ÀS VEZES ARREDONDADOS, BASTANTE ALTERADOS. PODEM ESTAR ZONADOS/SEMINADOS (PLUSSINTÉTICA)
- K-FELDSPATO (8%) ANÉDRICOS, MUITO ALTERADOS
- SILLIMANITA (8%) PEQUENOS CRISTAIS CONCORDANTES C/A FOLIAÇÃO, GERALMENTE ASSOCIADOS COM CHL (NO MESMO CRISTAL)
- CLORITA (3%) OCORRE ASSOCIADA AOS CRISTAIS DE SIL, PRODUTO DE ALTERAÇÃO (?)
- MUSCOVITA (2%) PEQUENOS CRISTAIS CONCORDANTES COM A FOLIAÇÃO
- PIRITA (1%) SUBÉDRICA A ANÉDRICA, SE CONCENTRA EM CADEIAS CONCORDANTES À FOLIAÇÃO
- CALCOPIRITA (T) ANÉDRICA, ASSOCIADA À PIRITA NAS CADEIAS ESTIRADAS
- GRANADA (20%) GRANDES CRISTAIS, USUALMENTE ANÉDRICOS
- ( ) E BASTANTE PIQUILÍTICOS
- ( )
- ( )



## V. SÍNTESE TEXTURAL

O protólito era uma rocha pelítica que passou por metamorfismo progressivo gerando principalmente biotita e muscovita. No pico biotita + granada + sillimanita ocorre fusão com quebra de muscovita gerando sillimanita. Durante o resfriamento, há formação de fases de menor temperatura.

## VI. SEQUÊNCIA DE CRISTALIZAÇÃO E EVENTOS

Estágio Mineral	Pré - Metamórfico	Metamórfico		Fusão	Retro-Metamórfico
	1	Progressivo	Pico	1	1
QUARTZO					
BIOTITA					
PLAGIOCLÁSIO	-----		-----		
SILLIMANITA				-----	
GRANADA					
K-FELDSPATO					

## VII. CONDIÇÕES ESTIMADAS DE FORMAÇÃO

FÁCIES ANFIBOLITO SUPERIOR, ZONA DA GRANADA

## VIII. NOME DA ROCHA: SIL - GRT - BT GNAISSE



# FOLHA PARA DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

I. AMOSTRA: JD 1C

II. GRAU DE ALTERAÇÃO: moderadamente alterada

## III. DESCRIÇÃO

1. Cor/I.C.: CINZA ESCURO ESVERDEADO c/ BANDAS ESBRANQUIÇADAS

2. Estruturas/Heterogeneidades: DECUSSADA A LEVEMENTE ORIENTADA

Leucossoma: 15 %

Mesossoma: 85 %

3. Textura: GRANOBLÁSTICA (KFS? - PLG - QTZ) E LEPIDOBLASTICA (BT) FINA A MÉDIA

4. Observações:



## IV. MINERALOGIA e ESTIMATIVA MODAL

- QUARTZO (30) ANÉDRICO, c/ FORTE EXTINÇÃO ONDULANTE

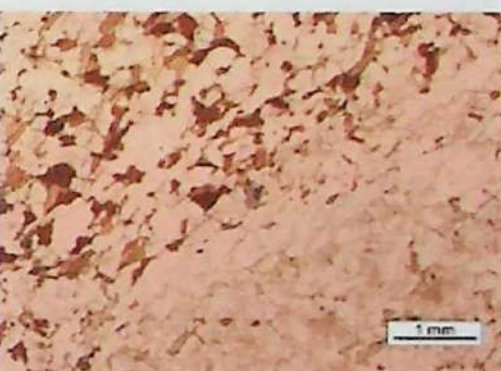
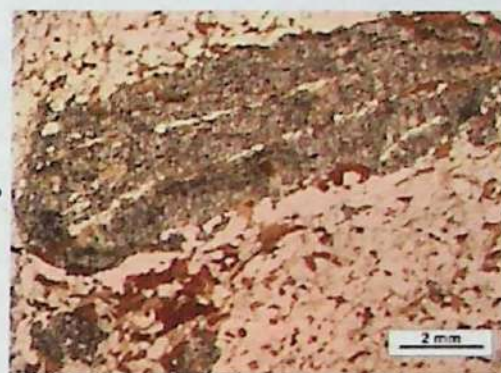
- PLAGIOCLÁSIO (30) ANÉDRICO, RAZOAVELMENTE ALTERADO. PODE TER GEMINAÇÃO POLISSINTÉTICA E/ou ZONAMENTO. An=30%

- BIOTITA (18) (OLIGOCLÁSIO E ANDESINA)

- GRANADA (12) AVERMELHADA, BEM DESENVOLVIDA, DERNANDO POLAÇÃO SUBÉDRICA, BASTANTE PORFIRIÁTICA, COM CHL EM SUAS BORDAS (ALTERAÇÃO)

- K-FELDSPATO (6) PEQUENOS CRISTAIS, BASTANTE ALTERADOS, COM GEMINAÇÃO SIMPLAS

- CLORITA (4) BEM FORMADOS, ACODEJANDO A BT E PRINCIPALMENTE A GRT



## V. SÍNTESE TEXTURAL

O protólito era uma rocha sedimentar, que passou por metamorfismo progressivo gerando principalmente granada.

## VI. SEQUÊNCIA DE CRISTALIZAÇÃO E EVENTOS

Estágio Mineral	Pré - Metamórfico	Metamórfico		Fusão	Retro-Metamórfico
	1	Progressivo	Pico	1	1
QUARTZO					
PLAGIOCLÁSIO					
BIOTITA					
GRANADA					
K-FELDSPATO					
CLORITA					

## VII. CONDIÇÕES ESTIMADAS DE FORMAÇÃO

FACIES ANFIBOLITO SUPERIOR - ZONA DA GRANADA

## VIII. NOME DA ROCHA: GRT-BT GNAISSE COM ILMENITA



## FICHA PARA DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

I. AMOSTRA: JD2

II. GRAU DE ALTERAÇÃO: moderadamente alterada

## III. DESCRIÇÃO

1. Cor/I.C.: LINHA ESCURO ESVERDEADO COM LENTES ESBRANQUIÇADAS E PONTOS PRETOS

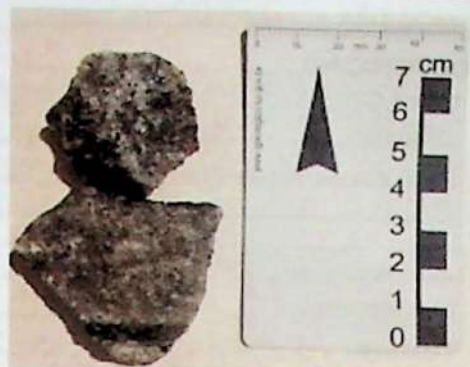
2. Estruturas/Heterogeneidades: CONTATO ENTRE UMA PORÇÃO DECUSSADAMENTE OUTRA FORTEMENTE FOLIADA. A PRIMEIRA POSSUI ORIENTAÇÃO LEVE.

Leucossoma: %

Mesossoma: %

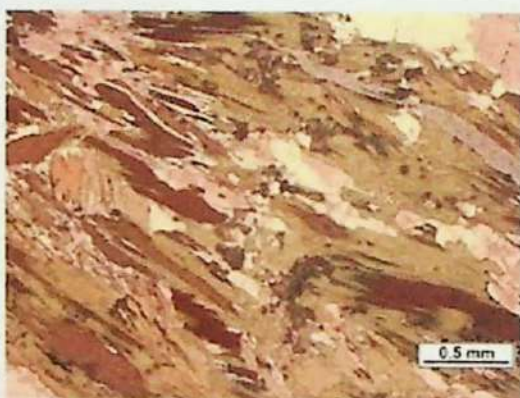
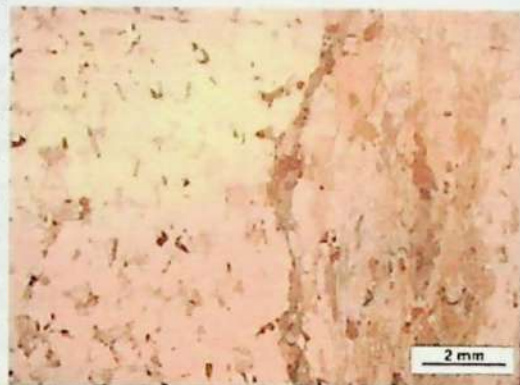
3. Textura: (1) GRANULAR, INEQUIGRANULAR SERIADA MÉDIA A PORFIRÍTICA (FENOCRISTAS DE QTZ), (2) ALGUMAS BT ORIENTADAS. (3) GRANULOPIDOLÍTICA (BT ORIENTADA ASSOCIADA A LENTES DE QTZ-FK), INEQUIGRANULAR SERIADA MÉDIA.

4. Observações: DESCRIÇÃO REFERENTE AO MESOSSOMA (2). O LEUCOSSOMA (1) É UM MS-BT GRANODIORITO c/HSL.



## IV. MINERALOGIA e ESTIMATIVA MODAL

- BIOTITA (30) COR MARROM, CRISTAIS GRANDES E BEM-FORMADOS
- QUARTZO (18) CRISTAIS GRANDES E XENOMÓRFICOS FORMANDO LENTES PARALELAS À FOLIÇÃO
- CLORITA (18) GRANDES CRISTAIS BEM FORMADOS BORDETANDO OS CRISTAIS DE BT
- PLAGIOCLÁSIO (12) CRISTAIS MÉDIOS, XENOMÓRFICOS/ESTIRADOS. PODEM APRESENTAR GEMINAÇÃO POLISINTÉTICA OU ZONAMENTO.
- GRANADA (8) CRISTAIS BASTANTE ESTIRADOS, CONCENTRADOS NO CONTATO COM A PORÇÃO (1).
- MUSCOVITA (4) PEQUENOS CRISTAIS ASSOCIADOS À BT E PLAG, CONCORDANTES COM A FOLIÇÃO
- ZIRCÃO (T) PEQUENOS CRISTAIS, FORMA HALOS REOCROÍCOS NA BT
- ( )
- ( )
- ( )
- ( )
- ( )
- ( )



## V. SÍNTESE TEXTURAL

O protolito era uma rocha sedimentar, que passou por metamorfismo progressivo gerando principalmente granada. Houve intenso retrorretro-metamorfismo gerando clorita.

## VI. SEQUÊNCIA DE CRISTALIZAÇÃO E EVENTOS

Estágio Mineral	Pré - Metamórfico	Metamórfico		Fusão	Retro-Metamórfico
	1	Progressivo	Pico	1	1
BIOTITA					
QUARTZO					
PLAGIOCLÁSIO					
GRANADA					
MUSCOVITA					
CLORITA					

## VII. CONDIÇÕES ESTIMADAS DE FORMAÇÃO

FÁCIES ANFIBOLITO - ZONA DA GRANADA

## VIII. NOME DA ROCHA: GRANADA-CLORITA-BIOTITA GNAISSE TONALÍTICO COM MUSCOVITA



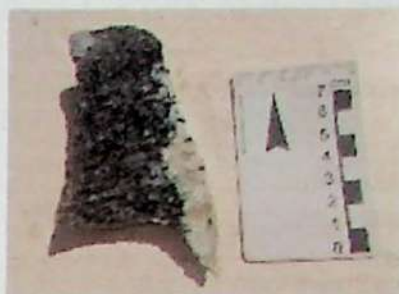
## FICHA PARA DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

I. AMOSTRA: JD3-C

II. GRAU DE ALTERAÇÃO: MODERADAMENTE ALTERADA

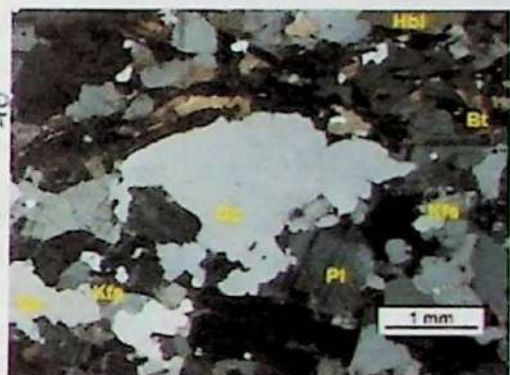
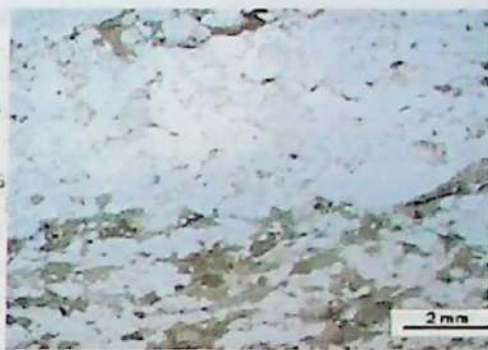
## III. DESCRIÇÃO

1. Cor/I.C.: CINZA ESCURO ESVERDEADO / ESBRANQUIÇADO.  
(BANDAS CENTIMÉTRICAS), C/ LEVE FOLIAÇÃO NAS BANDAS ESCURAS
2. Estruturas/Heterogeneidades: BANDAMENTO COMPOSICIONAL, GROSSO
- Leucossoma: \_\_\_\_ %
- Mesossoma: \_\_\_\_ %
3. Textura: BANDAS CLARAS (PREDOM. QTZ + FELDSP.) COM TEXTURA GRANULÁSTICA INEQUIGRANULAR MÉDIA (1). BANDAS ESCURAS (↑ HBL + BT, ↓ QTZ + FK), COM TEXTURA NEMATOLÉPTOBLÁSTICA, INEQUIGRANULAR FINA A MÉDIA.
4. Observações:



## IV. MINERALOGIA e ESTIMATIVA MODAL

- QUARTZO (22) PEQUENOS A GRANDES CRISTAIS XENOMÓRFICOS, COM EXTIÇÃO ONDULANTE INEXISTENTE A FORTE, RESPECTIV.
- PLAGIOCLÁSIO (18) OLIGOCLSIO (An 27), CRISTAIS MÉDIOS XENOMÓRFICOS A SUBIDOMÓRFICOS, ALTERADOS, GEMINAÇÃO MUITO PERTITAS
- K-FELDSPATO (17) CRISTAIS MÉDIOS, XENOMÓRFICOS A SUBIDOMÓRFICOS, USUALMENTE C/ GEMINAÇÃO EM GRADE - MICROCLÍNIO.
- HORNBLENDA (15) PLEOCRISMO FORTE ESVERDEADO, CRISTAIS XENOMÓRFICOS A SUBIDOMÓRFICOS, COM MUITAS INCLUSÕES DE QTZ E FK, CONCORD.
- BIOTITA (15) PLEOCRISMO MARRON BEM FORTE, CRISTAIS XENO-A SUBIDOMÓRFICOS CONCORD. A FOLIAÇÃO. CRISTAIS IDIOMORF DISCORDANTES À FOLIAÇÃO.
- TITANITA (5) PEQUENOS CRISTAIS XENOMÓRFICOS ASSOCIADOS À HBL, PRINC. NO CONTATO ENTRE VÁRIOS GRÃOS.
- EPIDOTO (4) PEQUENOS CRISTAIS XENOMÓRFICOS ASSOCIADOS AOS CRISTAIS DE BT E HBL. PLEOCR. ESVERDEADO LEVE. INCLUSO
- CLORITA (4) PLEOCR. ESVERDEADO LEVE, EXTIÇÃO ANÔMALA. OCORRE NAS BORDAS PENETRANDO CLIVAGENS DA BT
- APATITA (T) PEQUENOS CRISTAIS IDIOMÓRFICOS ASSOC. À QTZ (INCLUSOS).



## V. SÍNTESE TEXTURAL

Protólito (gneis) passou por metamorfismo de alto grau gerando orientação da hornblenda e biotita. A temperatura foi alta o suficiente para gerar fusão das rochas. Durante o resfriamento houve formação de minerais de menor temperatura.

## VI. SEQUÊNCIA DE CRISTALIZAÇÃO E EVENTOS

Estágio Mineral	Pré - Metamórfico	Metamórfico		Fusão	Retro-Metamórfico
	1	Progressivo	Pico	1	1
QUARTZO					
PLAGIOCLÁSIO					
K-FELDSPATO					
HORNBLENDA					
BIOTITA					
TITANITA					

## VII. CONDIÇÕES ESTIMADAS DE FORMAÇÃO

PACIES ANFIBOLITO

## VIII. NOME DA ROCHA: HORNBLENDA-BIOTITA GNAISSE COM TITANITA E EPIDOTO



## FICHA PARA DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

I. AMOSTRA: JD 4

II. GRAU DE ALTERAÇÃO: MODERADAMENTE ALTERADA

## III. DESCRIÇÃO

1. Cor/I.C.: CINZA MUITO ESCURO COM BANDAS BRANCAS

2. Estruturas/Heterogeneidades: CONTATO BRUSCO ENTRE PORÇÃO QZ-FELDSPÁTICA GROSSA E MACIÇA (VEM) (1) COM PORÇÃO GNAISSICA FOLIADA (2)

Leucossoma: %

Mesossoma: %

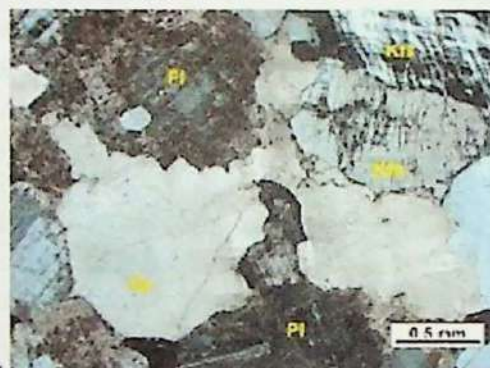
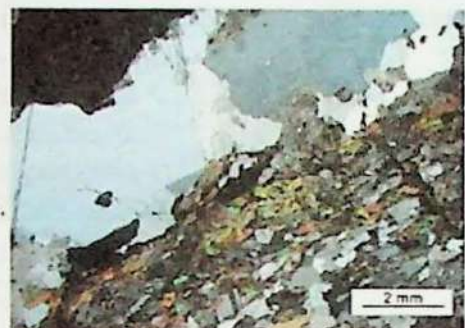
3. Textura: (1) FANERÍTICA INEQUIGRANULAR MÉDIA A GROSSA, (2) BANDAS CLARAS (QZ-FN) GRANULÁSTICAS INEQUIGRANULARES FINA A MÉDIA E BANDAS NEMATOLEPIDOLÁSTICAS INEQUIGRAN. FINA A MÉDIA ESCURAS

4. Observações:



## IV. MINERALOGIA e ESTIMATIVA MODAL

- QUARTZO (38) CRISTAIS MÉDIOS A GRANDES XENOMÓRFICOS COM EXTINÇÃO ONDULANTE - INTERSTICIAL
- K-FELDSPATO (37) GRANDES CRISTAIS, XENO A SUBIDIOMÓRFICOS E ALTA DENSIDADE DE PERLITAS. GEMINACÃO EM GRAD. COMUM
- PLAGIOCLÁSIO (25) CRISTAIS MÉDIOS A GRANDES, XENOMÓRFICOS A SUBIDIOMÓRFICOS E ALTAMENTE ALTERADOS. GEMINACÃO MULT. PAR.
- BIOTITA (T) PEQUENOS CRISTAIS XENOMÓRFICOS c/ PLEOCROISMO MARROM FORT. E
- CLORITA (T) PEQUENOS CRISTAIS XENOMÓRFICOS c/ PLEOCROISMO ESVERDEADO LEVE E AIRREFRINGÊNCIA ANÔMALA BAIXA.
- MUSCOVITA (T) CRISTAIS MUITO PEQUENOS NAS BORDAS OU INCLUSOS NO PLAG (POSSÍVEL ALTERAÇÃO)
- BIOTITA (20) CRISTAIS PEQUENOS A MÉDIOS c/ PLEOCR. FORTE AMAR. RONZADO, ORIENTADAS DEFININDO FOLIAÇÃO. ALTERADA c/ OUTRA MICA
- HORNBLENDA (20) CRISTAIS MÉDIOS A GRANDES, XENOMÓRFICOS A SUBIDIA. MUITAS INCLUSÕES DE QZ E PLAG.
- EPIDOTO (14) PEQUENOS, XENOMORF A SUBIDIA, PLEOCR. VERDE LEVE.
- QUARTZO (17) CRISTAIS PEQUENOS A MÉDIOS, XENOMORF. c/ EXT. ONDUL.
- PLAGIOCLÁSIO (15) CRISTAIS PEQ. A MED. XENOMORF. e ALTERADOS, GEM. MULT. PAR.
- K-FELDSPATO (8) CRISTAIS MÉDIOS, BASTANTE ALTERADOS, XENOMÓRFICOS
- CLORITA (6) PLEOCR. LEVE VERDE, EXT. ANÔMALA ↓. OCORRE NAS BORDAS E PENETRANDO CRISTAIS DE BT.



## V. SÍNTESE TEXTURAL

Protólito ígneo passou por metamorfismo de alto grau gerando orientação da hornblenda e biotita. A temperatura foi alta o suficiente para gerar fusão das rochas. Durante o resfriamento houve formação de minerais de menor temperatura.

## VI. SEQUÊNCIA DE CRISTALIZAÇÃO E EVENTOS

Estágio Mineral	Pré - Metamórfico	Metamórfico		Fusão	Retro-Metamórfico
	1	Progressivo	Pico	1	1
BIOTITA					
HORNBLENDA					
QUARTZO					
PLAGIOCLÁSIO					
K-FELDSPATO					
EPIDOTO					

## VII. CONDIÇÕES ESTIMADAS DE FORMAÇÃO

FÁCIES ANFIBOLITO

## VIII. NOME DA ROCHA: EPIDOTO-HORNBLENDA-BIOTITA GNAISSE GRANODIORÍTICO



## FICHA PARA DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

I. AMOSTRA: JD5.1

II. GRAU DE ALTERAÇÃO: FRACAMENTE ALTERADA

## III. DESCRIÇÃO

1. Cor/I.C.: CINZA ESCURO ESVERDEANDO COM BRANCO

2. Estruturas/Heterogeneidades: LEVEMENTE BANDADA E FOLIADA

Leucossoma: %

Mesossoma: %

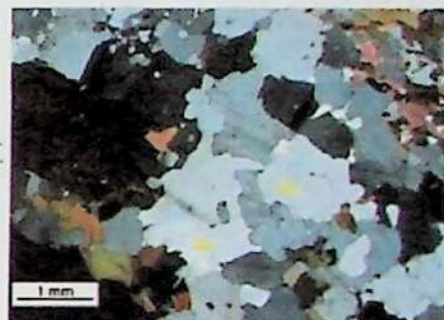
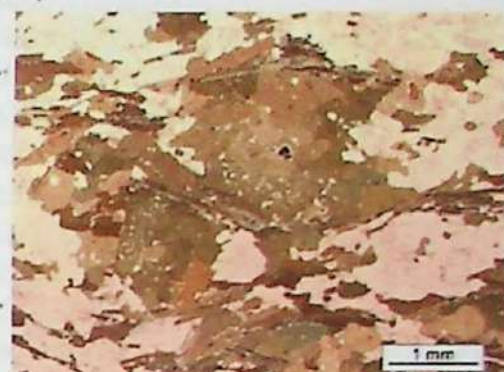
3. Textura: GRANULÁSTICA INEQUIGRANULAR MÉDIA NAS LENTES  
ANFIBOL. FELDSP. NEMATOLEPIDOBLÁSTICA INEQUIGRANULAR FINA  
A MÉDIA NAS PORÇÕES MÁFICAS.

4. Observações:



## IV. MINERALOGIA e ESTIMATIVA MODAL

- BIOTITA (22) CRISTAIS IDIOMÓRFICOS DEFININDO A FOLIACÃO, PLEOCROÍSMO MARROM. MUITAS INCLUSÕES DE QTZ, AP E MIN. RADIAT.
- QUARTZO (22) CRISTAIS XENOMÓRFICOS COM EXTINÇÃO ONDULANTE. PODE APRESENTAR INCLUSÕES ARREDONDADAS DE HPL.
- PLAGIOLÁSIO (22) CRISTAIS XENOMÓRFICOS MODERADAMENTE ALTERADOS, COM GEMINACÃO MÚLTIPLA.  $Ad = 40 =$  ANDESINA.
- HORNBLENDA (15) CRISTAIS XENOMÓRFICOS COM MUITAS INCLUSÕES ARREDONDADAS DE QUARTZO. ASSOCIADA COM A TITANITA.
- ALBITA (15) CRISTAIS XENOMÓRFICOS COM MUITAS INCLUSÕES ARREDONDADAS DE QTZ; C/ GEMINACÃO SIMPLES OU SEM.
- APATITA (4) PEQUENOS CRISTAIS IDIOMÓRFICOS. USUALMENTE INCLUSA EM QTZ, PLAG E BT.
- TITANITA (4) PEQUENOS CRISTAIS SUBIDIOMÓRFICOS C/ EXTINÇÃO ANÔMALA. ASSOCIADA À HPL.
- CLINOPIROXÊNIO? (4) CRISTAIS MÉDIOS COM FORMA DE PRISMAS ARREDONDADOS, BIRREF. BAIXA-MÉDIA. COR CASTANHA.
- ALLANITA? (1) TRIANGULARES A XENOMORF, COR MARROM ALARANTADO, HALOS NA BT.
- MONAZITA (1) PEQUENOS CRISTAIS PRISMÁTICOS ARREDONDADOS, HALOS NA BT.
- ZIRCÃO (1) MESMO ACIMA, INCOLORES, C/ BIRREF. ALTA.
- EPIDOTO (1) PEQUENOS CRISTAIS XENOMORF. ASSOCIADOS COM OPACOS.
- ( ) NA BORDA DA BT.



## V. SÍNTESE TEXTURAL

A rocha apresenta protólito ígneo (granítico) com metamorfismo de alto grau superposto, gerando uma orientação dos minerais prismáticos (hornblende) e planares (biotite). A temperatura atingida foi alta e suficiente para causar fusão destes rochas, gerando líquidos graníticos junto com resíduos sólidos (fases peritéticas) de textura esquelética (hornblende + clinopiroxênio). Durante o resfriamento parte da paragenese de pico acaba sendo substituída por fases de menor temperatura.

## VI. SEQUÊNCIA DE CRISTALIZAÇÃO E EVENTOS

Estágio Mineral	Pré - Metamórfico	Metamórfico		Fusão	Retro-Metamórfico
	1	Progressivo	Pico	1	1
BIOTITA					
QTZ + PL					
HORNBLENDA					
CLINOPIROXÊNIO					
ALBITA					
EPIDOTO					

## VII. CONDIÇÕES ESTIMADAS DE FORMAÇÃO

FACIES ANFIBOLITO

VIII. NOME DA ROCHA: HORNBLENDA-BIOTITA GNAISSE GRANODIORÍTICO COM TITANITA, APATITA E ALLANITA.



## FICHA PARA DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

I. AMOSTRA: JD5(2)

II. GRAU DE ALTERAÇÃO: FRACAMENTE ALTERADA

## III. DESCRIÇÃO

1. Cor/I.C.: CINZA ESCURO COM BRANCO

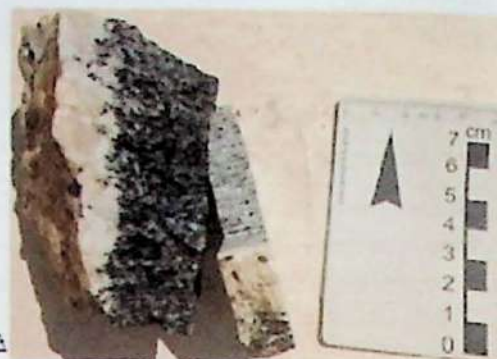
2. Estruturas/Heterogeneidades: CONTATO ENTRE UMA PORÇÃO FOLIADA, COM BÂNDAS MÁFICAS E LENTES FÉLICAS (1) COM UMA PORÇÃO LEUCOCRÁTICA (2) DISCORDANTE À FOLIAÇÃO DA PRIMEIRA. CONTATO BRUSCO/IRREGULAR

Leucossoma: %

Mesossoma: %

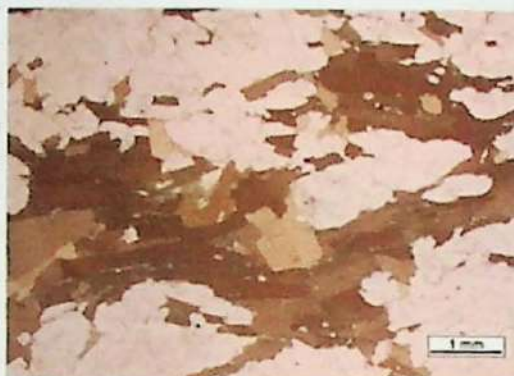
3. Textura: INTERGRANULAR FINA/MÉDIA, GRANOBLÁSTICA NAS LENTES BT-FELDS E LEPIDOBLÁSTICA NA PORÇÃO MÁFICA (2) INTERGRANULAR GROSSA, SUB-PARFÉLICA (CRISTAIS DE FK RELATIVAMENTE MAIORES QUE OS OUTROS), MIRMÉQUITICA

4. Observações: 2 = SIENOGNITO LEUCOCRÁTICO.



## IV. MINERALOGIA e ESTIMATIVA MODAL

- BIOTITA (38) CRISTAIS SUBIDIOMÓRFICOS A XENOMÓRFICOS NA FOLIAÇÃO, MAS TAMBÉM DISCORDANTE COR MARROM.
- PLAGIOCLÁSIO (35) TEXTURA MIRMÉQUITICA, GEMINAÇÃO MÚLTIPLO, XENOMÓRFICO (LIGADO A INTERSTICIAL). INCLUSÕES DE QTZ E KFS
- QUARTZO (27) INTERSTICIAL, EM FILMES, MUITO PRESENTES COMO "POÇAS" NOS CONTATOS ENTRE GRÃOS
- APATITA (T) PEQUENOS CRISTAIS IDIOMÓRFICOS, USUALMENTE INCLUSAS EM QTZ, PLAG E BT.
- CLORITA (T) OCORRE NAS BORDAS E PENETRANDO AS CLIVAGENS DA BT.
- TITANITA (T) RAROS CRISTAIS XENOMÓRFICOS ASSOCIADOS A UM CRISTAL DE BT SUBSTITUÍDO POR CHL.
- K-FELDSPATO (T) INCLUSÕES XENOMÓRFICAS, COM GEMINAÇÃO EM GRADE, DENTRO DO PLAG.
- ( )
- ( )
- ( )
- ( )
- ( )
- ( )



## V. SÍNTESE TEXTURAL

O protólito era uma rocha ígnea que passou por metamorfismo de alto grau (progressivo), gerando ointastio da biotita e a estrutura bandada.

## VI. SEQUÊNCIA DE CRISTALIZAÇÃO E EVENTOS

Estágio Mineral	Pré - Metamórfico	Metamórfico		Fusão	Retro-Metamórfico
	1	Progressivo	Pico	1	1
BIOTITA					
QUARTZO					
PLAGIOCLÁSIO					
APATITA					
K-FELDSPATO					
TITANITA					

## VII. CONDIÇÕES ESTIMADAS DE FORMAÇÃO

FACIES AMPHIBOLITO INFERIOR

## VIII. NOME DA ROCHA: BIOTITA GNAISSE GRANOBLÁSTICO.



## FICHA PARA DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

I. AMOSTRA: JD6(1)

II. GRAU DE ALTERAÇÃO: Baixo

## III. DESCRIÇÃO

1. Cor/I.C.: Cinza enverdeado com preto e branco, e bandas apenas brancas
2. Estruturas/Heterogeneidades: Fortemente foliada. Há uma região dominada por quartzo e feldspatos cf granulação média-grossa.
- Leucossoma: 10 %
- Mesossoma: 90 %
3. Textura: Inequigranular fina a média com porções granoblasticas e remite a epidolíticas.
4. Observações:



## IV. MINERALOGIA e ESTIMATIVA MODAL

- Quartzo (20) Cristais pequenos/médios, xenomórficos e com extinção ondulante
- Plagioclásio (20) Pequenos a médios, xeno a subidiomórficos, aparentemente alterados,  $\nabla$  Ker An, geminação mult,  $\nabla$  zonamento.
- Albita (10) Xenomorf, geminação simples, às vezes grada p/ microclinos.
- Hornblenda (18) Sub a idiomórficos, verde, pleoc. forte. Pode ter geminação simples.
- Biotita (18) Subidiomorf, marrom pleoc. forte. Define a foliação junto c/ Hbl
- Clinopiraxênio ( ) Diapiróide xenomórfico, bastante alterado, cristais de Hbl crescendo nas suas bordas.
- TITANITA (G) Xenomórficos a subidiomorf pequenos, associados à bt e hbl.
- Epidoto (T) Pequenos cristais xenomorf. associados à bt.
- Muscovita (T) Pequenos cristais associados apenas à porção qtz-feldspática mais grossa
- ( )
- ( )
- ( )
- ( )



## V. SÍNTESE TEXTURAL

Evidências de fusão parcial dando a formação de líquidos graníticos com resíduos sólidos (fases peritéticas) de textura esquelética (hornblenda + clinopiraxênio). Durante o resfriamento parte da paragénesis do pico metamórfico é substituída por fases de mais baixa temperatura. O metamorfismo foi de alto grau sobre um protólito granitoide, gerando orientação preferencial de minerais prismáticos (hornblenda) e planares (biotita).

## VI. SEQUÊNCIA DE CRISTALIZAÇÃO E EVENTOS

Estágio	Pré - Metamórfico	Metamórfico		Fusão	Retro-Metamórfico
Mineral	1	Progressivo	Pico	1	1
QTZ + PLG					
K - FELDSPATO					
BIOTITA					
HORNBLENDA					
CLINOPIRAXÊNIO					
TITANITA					

## VII. CONDIÇÕES ESTIMADAS DE FORMAÇÃO

Facies amphibolito

## VIII. NOME DA ROCHA: Titanita - Clinopiraxênio - Hornblenda Gnaiss



## FICHA PARA DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

I. AMOSTRA: 306 (2) II. GRAU DE ALTERAÇÃO: Baixo a médio

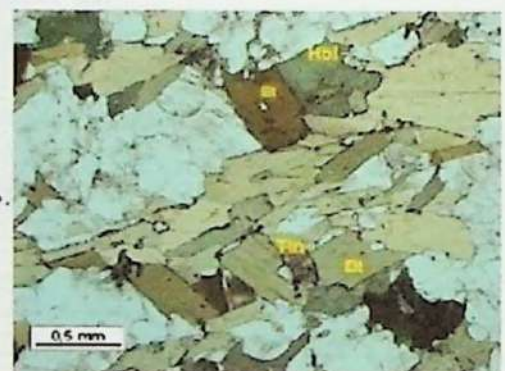
## III. DESCRIÇÃO

1. Cor/I.C.: cinza escura esverdeado com preto e patches brancos
2. Estruturas/Heterogeneidades: Bandada (bandas máficas foliadas associadas a lentes qtz-felds. e bandas filíticas para-folias à foliação máfica ou cortando esta. São centimétricas  
Leucossoma: 10 %  
Mesossoma: 90 %
3. Textura: Banda máfica + lentes qtz-felds: inequigranular média, nemidiotáxica e granoblastica. Banda filítica: inequigranular média a grossa (leucossoma).
4. Observações: Similar à 306 (1)



## IV. MINERALOGIA e ESTIMATIVA MODAL

- Quartzo (20) Crístais pequenos a médios, xenomórficos, extinção ondulante, altamente intersticial.
- Plagioclásio (20) Oligoclásio, pequenos a médios, xeno a subidiomórfico, ± alterados, geminação múltipla, pouco geminados.
- K-feldspato (10) Microclínio. Crístais xenomórficos, c/ geminação em grade.
- Biotita (18) Idiomórficos, maiores c/ plecos. forte. Define a foliação junto c/ Hbl.
- Hornblenda (18) Sub a idiomórficos, verde c/ plecos. forte. Rolo tem geminação simples.
- Clinoproxênio (8) Equidimensional, xenomórficos, bastante alterados, c/ cristais de Hbl crescendo em suas bordas.
- Titanita (6) Xeno a subidiomórficos pequenos, associadas à bt e Hbl.
- Epídoto (1) Pequenos cristais xenomórficos associados à bt.
- Muscovita (1) " " associadas à porção + grossoporos.
- ( )
- ( )
- ( )
- ( )



## V. SÍNTESE TEXTURAL

O protólito ígneo (granitoide) passou por metamorfismo de alto grau gerando orientação da hornblenda e biotita. A temperatura atingida foi alta o suficiente para gerar fusão dessas rochas, gerando líquidos graníticos junto com resíduos sólidos (fases peritéticas) de textura esqueletal (hornblenda + clinoproxênio). Durante o resfriamento, parte da paragénese do pico é substituída por fases de menor temperatura.

## VI. SEQUÊNCIA DE CRISTALIZAÇÃO E EVENTOS

Estágio Mineral	Pré - Metamórfico	Metamórfico		Fusão	Retro-Metamórfico
	1	Progressivo	Pico	1	1
QTZ + PLG					
K-FELDSPATO					
BIOTITA					
HORNBLENDA					
CLINOPROXÊNIO					
TITANITA					

## VII. CONDIÇÕES ESTIMADAS DE FORMAÇÃO

Facies anfibolito.

VIII. NOME DA ROCHA: Titanita-clinoproxênio-Hornblenda-Biotita maisse.



I. AMOSTRA: 307

II. GRAU DE ALTERAÇÃO: Baixa

## III. DESCRIÇÃO

1. Cor/I.C.: Bege com pontos brancos e pretos

2. Estruturas/Heterogeneidades: maciça

Leucossoma: %

Mesossoma: %

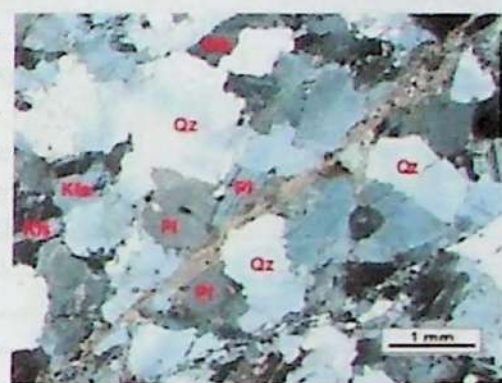
3. Textura: Inequigranular média a grossa

4. Observações:



## IV. MINERALOGIA e ESTIMATIVA MODAL

- Quartzo (40) Xenomorf. com extinção ondulante, totalmente intersticiais, contato lobado.
- Plagioclásio (25) Xenomorf. subidiomórficos com geminação múltipla - oligoclásio.
- K-feldspato (30) Xenomorf. subidiomórfico com geminação em grade (microclino), quando peritita e raramente mesoperitita.
- Biotita (3) Xenomorf. entre os minerais félsicos e incluídos em qtz.
- Clorita (1) Nas bordas e preenchendo clivagens da bt.
- Apatita (2) Pequenas cristais xenomorf. arredondados a subidiomórficos incluídos no qtz e feldspatos.
- ( )
- ( )
- ( )
- ( )
- ( )
- ( )
- ( )
- ( )



## V. SÍNTESE TEXTURAL

O protólito era uma rocha ígnea (granítica), que passou por metamorfismo progressivo gerando principalmente quartzo (recristalização + novos grãos). Houve leve retro-metamorfismo gerando clorita. Essa porção da rocha fundiu totalmente, gerando o líquido granítico que cristalizou formando essa rocha ígnea derivada da migmatização.

## VI. SEQUÊNCIA DE CRISTALIZAÇÃO E EVENTOS

Estágio Mineral	Pré - Metamórfico	Metamórfico		Fusão	Retro-Metamórfico
	1	Progressivo	Pico	1	1
QUARTZO					
PLAGIOCLÁSIO					
K-FELDSPATO					
BIOTITA					
CLORITA					
APATITA					

## VII. CONDIÇÕES ESTIMADAS DE FORMAÇÃO

VIII. NOME DA ROCHA: Sienogranito leucocrático.



## FICHA PARA DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

I. AMOSTRA: 5D8

II. GRAU DE ALTERAÇÃO: Médio

## III. DESCRIÇÃO

1. Cor/I.C.: Cinza com preto e branco

2. Estruturas/Heterogeneidades: Fracamente foliada a decussada.

Leucossoma: 5 %

Mesossoma: 95 %

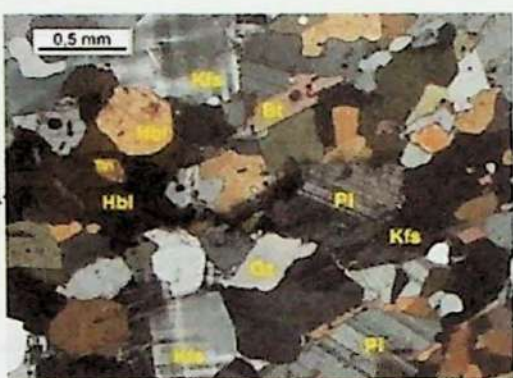
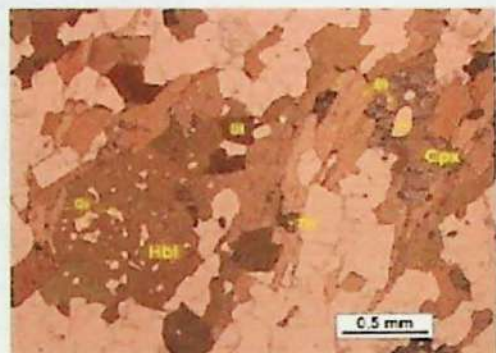
3. Textura: Granoblástica em certas partes a levemente nematolepidoblastica com alguns cristais de hbl e bt orientados. Textura mista ígnea e metamórfica

4. Observações:



## IV. MINERALOGIA e ESTIMATIVA MODAL

- Quartzo (25) Xenomorf. (arredondado intersticial) c/ ext. ondulante. Contato lobado c/ hbl e plg.
- Plagioclásio (23) Subidiomorf; geminação múlt., alguns cristais fraturados. Contato ondulante c/ qtz. Incluso em hbl.
- Biotita (10) Subidiomorf/idiomorf. com pleocr. macrom. inclusões de titanita, zircão e monazita; mto pequenos, forma hbl.
- Hornblenda (18) Sub a xenomorf. c/ muitas inclusões de qtz, plg e titanita.
- Titanita (8) Pequenos cristais xenomorf. sempre associados à hbl.
- Clinopirixênio (3) Núcleos xenomorf. preservados dentro dos anfíbo-litos.
- Apatita (1) Pequenos cristais subidiomorf. inclusos em hbl e bt.
- K-feldspato (12) Pequenos cristais xenomorf. disseminados, ou cristais maiores idiomorficos na região periférica no centro de limon.
- Epidoto (T) Pequenos cristais subidiomorficos a xenomorficos
- ( ) associados à hbl e bt.
- ( )
- ( )
- ( )



## V. SÍNTESE TEXTURAL

Evidências de fusão parcial dando a formação de líquidos graníticos com resí-duos sólidos (fases peritéticas) de textura esquelética (hornblenda + clinopirixênio). Durante o resfriamento parte da paragénesis do pico metamórfico é substituída por fases de mais baixa temperatura. O metamorfismo foi de alto grau sobre um protólito granitoide, gerando orientação preferencial de minerais primários (hornblenda) e plagioclásio (biotita).

## VI. SEQUÊNCIA DE CRISTALIZAÇÃO E EVENTOS

Estágio Mineral	Pré - Metamórfico	Metamórfico		Fusão	Retro-Metamórfico
	1	Progressivo	Pico	1	1
QUARTZO+PLG					
BIOTITA					
HORNBLENDA					
CLINOPIRIXÊNIO					
K-FELDSPATO					
APATITA					

## VII. CONDIÇÕES ESTIMADAS DE FORMAÇÃO

Facies anfibolito inferior

VIII. NOME DA ROCHA: Titanita-biotita-hornblenda gnaiss nigmatítico granodiorítico.



## FICHA PARA DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

I. AMOSTRA: 509

II. GRAU DE ALTERAÇÃO: Baixo

## III. DESCRIÇÃO

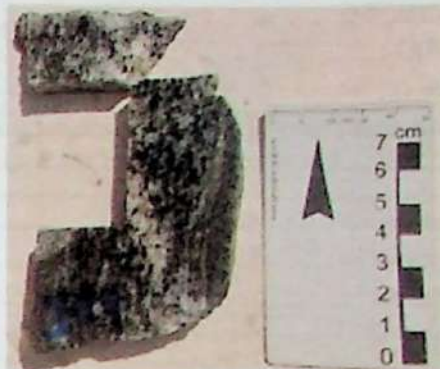
1. Cor/I.C.: Cinza enverdeado com patches brancos e manchas pretas
2. Estruturas/Heterogeneidades: Porções de foliação bem formada (1) em contato c/ porção maciça e fracamente foliada (2)

Leucossoma: 15 %

Mesossoma: 35 %

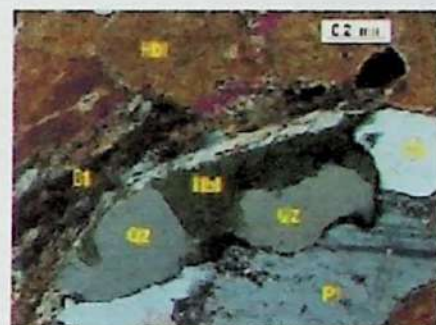
3. Textura: (1) Remotolitoideológica de granulação fina  
(2) Inequigranular média a grossa (porfírica, P).

4. Observações:



## IV. MINERALOGIA e ESTIMATIVA MODAL

- Quartzo (20) Presente mais na porção maciça, xenomórfica (contatos lobados) e com leve extinção ondulante.
- Plagioclásio (18) Em ambas as porções. Subidiomórfico, bastante alterado (ferrugem). Pode ter geminação múltipla.
- Biotita (17) Sub a idiomórfica, define a foliação no "mesossoma". Grandes cristais desorientados no "leucossoma".
- Hornblenda (13) Grandes cristais xenomórficos, presentes apenas no "leucossoma". Muitas inclusões de qtz.
- Clorita (7) Presença frutífera e divergente da bt. Também ocorre um veio discordante, microgranular, subparalelo ao contato.
- Titanita (5) Princ. no "mesossoma", subidiomórfica a xenomórfica. Ocorre sempre associada à bt.
- Epidoto (3) Princip. como um veio subparalelo ao contato entre as porções.
- Carbonato (3) Princip. no veio paralelo ao contato, e alguns raras cristais grandes desorientados no "leucossoma".
- Opacos (2) Xenomórf. associados à bt. obt. ou cristais eólicos.
- ( ) associados aos veios no contato.
- K-feldspato (12) Semente no leucossoma, xenomórfica (aparentemente intacta).
- ( ) (local) com geminação em grade.
- ( )



## V. SÍNTESE TEXTURAL

Protolito ígneo que passou por metamorfismo de alto grau (progressivo), gerando orientação preferencial da biotita e da hornblenda, o que dá origem à foliação.

## VI. SEQUÊNCIA DE CRISTALIZAÇÃO E EVENTOS

Estágio Mineral	Pré - Metamórfico	Metamórfico		Fusão	Retro-Metamórfico
	1	Progressivo	Pico	1	1
Qtz + Plag					
K-feldspato					
Biotita					
Hornblenda					
Clorita					
Titanita					

## VII. CONDIÇÕES ESTIMADAS DE FORMAÇÃO

Facies anfibolito



## FICHA PARA DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

I. AMOSTRA: JD10

II. GRAU DE ALTERAÇÃO: Baixo

## III. DESCRIÇÃO

1. Cor/I.C.: Cinza com preto. Banda rosada com branco na borda

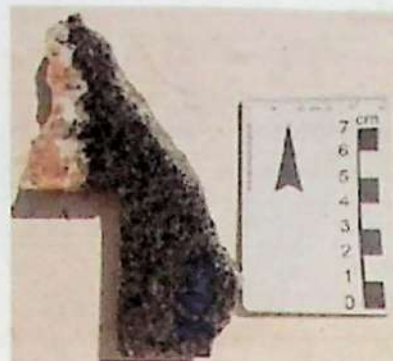
2. Estruturas/Heterogeneidades: Contato entre uma porção (1) foliada (K=40%) e uma porção (2) maciça (K=1%)

Leucossoma: 15 %

Mesossoma: 85 %

3. Textura: (1) Pematolipidoblástica de granulação fina a média com lentes qtz-feldsp. granoblasticas. (2) Inequigranular média a grossa e hipidiomórfica.

4. Observações:



## IV. MINERALOGIA e ESTIMATIVA MODAL

- Quartzo (30) Xenomórfico intersticial (filmes e peças)
- Plagioclásio (35) An30 inclusões de qtz e bt, geminação múltipla, xenomórfica a subidiomórfica.
- Biotita (20) Máximo subidiomórfica a idiomórfica, com inclusões de plagioclásio.
- Hornblenda (12) Diversas inclusões de qtz, subidiomórficas.
- Titanita (3) Subidiomórf. a xenomórf. associada à bt.
- Clorita (T) Preenche fraturas e clivagens da bt.
- K-feldspato (T) Xenomórfico intersticial, com geminação em grade.
- Apatita (T) Pequenos cristais subidiomórficos incluídos em qtz, bt e hbl.
- Allamita (T) castanho alaranjado, xenomórf., gran. fina.
- ( )
- ( )
- ( )
- ( )



## V. SÍNTESE TEXTURAL

O protólito era uma rocha ígnea que passou por metamorfismo de alto grau (progressivo), gerando orientação preferencial da biotita e da hornblenda, que define a foliação da porção pematoblástica.

## VI. SEQUÊNCIA DE CRISTALIZAÇÃO E EVENTOS

Estágio Mineral	Pré - Metamórfico	Metamórfico		Fusão	Retro-Metamórfico
	1	Progressivo	Pico	1	1
QTZ + PLAG					
BIOTITA					
HORNBLENDA					
TITANITA					
CLORITA					
K-FELDSPATO					

## VII. CONDIÇÕES ESTIMADAS DE FORMAÇÃO

Fácies anfibolito

## VIII. NOME DA ROCHA: Hornblenda-biotita gnaixe fonalítico



## FICHA PARA DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

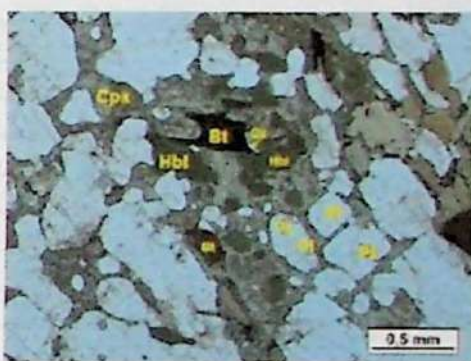
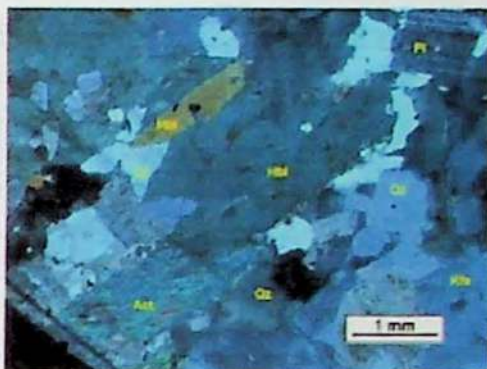
I. AMOSTRA: JD 11II. GRAU DE ALTERAÇÃO: moderado-alto

## III. DESCRIÇÃO

1. Cor/I.C.: Cinza muito escuro com branco2. Estruturas/Heterogeneidades: Pegmatos com foliação bem definida (meso- e macro-escala) cortados por pegmatos leucocráticos (qtz, feldspáticos) de estrutura maciça (leucossoma?).Leucossoma: 20 % patches de contato difusoMesossoma: 80 % cinza/pasta envolvendo o leucossoma3. Textura: 1) Bação foliada - textura lepidomematoblástica média com granoblástica fina/média associada nas lentes quartzo-feldspáticas. 2) Bação maciça, inequigranular média a grossa.4. Observações: No centro há uma faixa rica em actinolita, carbonato e apatita.

## IV. MINERALOGIA e ESTIMATIVA MODAL

- Quartzo (22) cristais xenomórficos com extinção ondulante. Alguns inclusões de plag e muito inclusos em hbl.
- Plagioclásio (22) cristais xenomórficos com geminação múltipla no zomamento. Bastante inclusos em cpx e um pouco em qtz.
- Hornblenda (20) cristais subidiomórficos raramente geminados. Muitas inclusões de quartzo. Ocasos nas bordas e inclusos no cpx.
- Biotita (17) cristais idiomórficos de coloração marrom, usualmente associados à titanita, epidoto e opacos.
- Clinopirênio (10) cristais completamente xenomórficos com inclusões de plag, hbl e mais discretamente de tit e op. é diopside.
- Titanita (7) pequenos cristais subidiomórficos a idiomórficos, associados à tit e opacos.
- Epidoto (2) pequenos cristais arredondados associados à tit e opacos nas bordas com cpx e hbl.
- Zircão (+) Forma traços pleocroicos na tit.
- ( )
- ( )
- ( )
- ( )
- ( )



## V. SÍNTESE TEXTURAL

Evidências de fusão parcial devido a formação de líquidos graníticos com resíduos sólidos (fases peritéticas) de textura esquelética (hornblenda + clinopirênio). Durante o resfriamento parte da paragenese do pico metamórfico é substituída por fases de mais baixa temperatura. O metamorfismo foi de alto grau sobre um protólito granitoide, gerando orientação preferencial de minerais primitivos (hornblenda) e planares (biotita).

## VI. SEQUÊNCIA DE CRISTALIZAÇÃO E EVENTOS

Estágio Mineral	Pré - Metamórfico	Metamórfico		Fusão	Retro-Metamórfico
	1	Progressivo	Pico	1	1
QUARTZO					
PLAGIOCLÁSIO					
HORNBLENDA					
BIOTITA					
CPX					
TITANITA					

## VII. CONDIÇÕES ESTIMADAS DE FORMAÇÃO

Facies anfibolito.

VIII. NOME DA ROCHA: Titanita - Clinopirênio - Biotita gnaiss tonalítico com epidoto.



## FICHA PARA DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

I. AMOSTRA: 3D12

II. GRAU DE ALTERAÇÃO: Baixo

## III. DESCRIÇÃO

1. Cor/I.C.: Coração claro enverdeado com bandas pretas.

2. Estruturas/Heterogeneidades: Levemente foliada

Leucossoma: 10 %

Mesossoma: 90 %

3. Textura: Folhada epidonemitooblástica

4. Observações:



## IV. MINERALOGIA e ESTIMATIVA MODAL

- Quartzo (25) médio a grosso, forma subglobose finos. É xenomórfico.
- Plagioclásio (30) Cristais subidiomórficos a xenomórficos, geminação múltipla. An30.
- Hornblenda (7) Xenomórfica, apenas associada aos porfírios.
- Biotita (20) Enverdeada manom, cloritizada, definindo a foliação, mas também discordante.
- Clinoproxênio (15) Enverdeado, biref. alta, inclusões de qtz, opx e plag.; xenomórfico alterando pl/bt e hbl.
- Epidoto (3) Pequenos cristais xenomórficos associados à bt e cpx.
- ( )
- ( )
- ( )
- ( )
- ( )
- ( )
- ( )



## V. SÍNTESE TEXTURAL

Evidências de fusão parcial dando a formação de líquidos graníticos com resíduos sólidos (fases peritéticas) de textura esquelética (hornblenda + clinoproxênio). Durante o resfriamento parte da paragénesis do pico metamórfico é substituída por fases de mais baixa temperatura. O metamorfismo foi de alto grau sobre um protólito granitoide, gerando migração preferencial de minerais primários (hornblenda) e planares (biotita).

## VI. SEQUÊNCIA DE CRISTALIZAÇÃO E EVENTOS

Estágio Mineral	Pré - Metamórfico	Metamórfico		Fusão	Retro-Metamórfico
	1	Progressivo	Pico	1	1
Qtz + Plg					
Biotita					
Hornblenda					
Clinoproxênio					
Epidoto					

## VII. CONDIÇÕES ESTIMADAS DE FORMAÇÃO

Facies anfibolito

## VIII. NOME DA ROCHA:



## FICHA PARA DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

I. AMOSTRA: JD 13

II. GRAU DE ALTERAÇÃO: MODERADAMENTE ALTERADA

## III. DESCRIÇÃO

1. Cor/I.C.: LINZA ESCURO ESVERDEADO COM BRANCO

2. Estruturas/Heterogeneidades: CONTATO ENTRE UMA PORÇÃO FOLIADA (1) COM UMA LEUCOCRÍTICA MACIÇA (2)

Leucossoma: %

Mesossoma: %

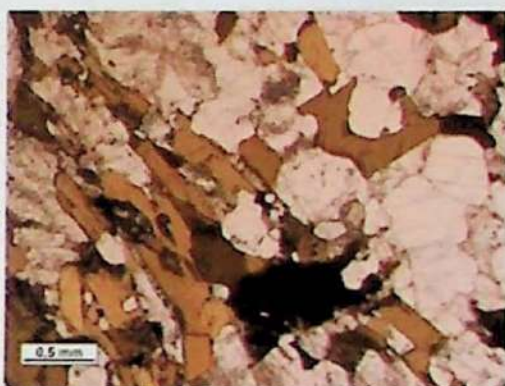
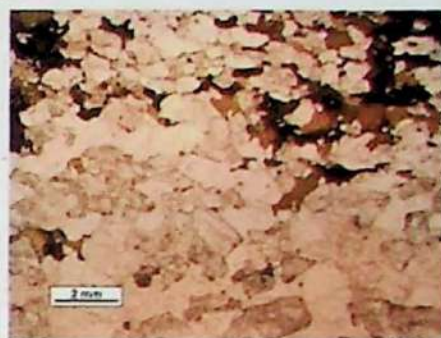
3. Textura: (1) GRANDIPLICOLÁSTICA (BT DEFININDO A FOLIÇÃO EM MEIO A QTZ-FELDSP. COM CONTATOS IRREGULARES A LOBADOS). FINA A MÉDIA.  
(2) INEQUIGRANULAR FINA A GROSSA E HÍDROMÓRFICA.

4. Observações:



## IV. MINERALOGIA e ESTIMATIVA MODAL

- PLAGIOCLÁSIO (33) SUBIDIMÓRFICA A XENOMÓRFICA, ALTERAÇÃO FORTE A MÉDIA, GEMINAÇÃO MÚLTIPLO (An 30-35). INCL. DE QTZ, BT E HBL.
- QUARTZO (25) XENOMÓRFICA (CONTATOS IRREGULARES A LOBADO/INTERSTICIAL), EXTINÇÃO ONDULANTE MUITO LEVE A AUSENTE.
- BIOTITA (20) SUBIDIMÓRFICA, CRESCENDO NA FOLIÇÃO OU DISCORDANTE. COR MARROM. INCLUSÕES DE QUARTZO.
- HORNBLENDA (15) XENOMÓRFICA ± ESQUELÉTICA, SEM ORIENTAÇÃO, GEMINAÇÃO RARA. INCLUSÕES DE QTZ PL. SUBSTITUÍDA POR BT.
- ( ) EP E OPAÇOS
- TITANITA (5) XENOMÓRFICA A SUBIDIMÓRFICA, ASSOCIADA À BT (EM SUAS BORDAS) E COM INCLUSÃO DE OPAÇOS.
- EPIDOTO (2) PEQUENOS CRISTAIS XENOMÓRFICOS A SUBIDIMÓRFICOS. INCOLORS A LEVEMENTE VERDES. CRESCENDO SOBRE
- ( ) BT E HBL
- APATITA (T) PEQUENOS CRISTAIS SUBIDIMÓRFICOS, INCLUSOS EM
- ( ) QTZ E PLAG.
- ( )
- ( )
- ( )



## V. SÍNTESE TEXTURAL

Protólito ígneo que passou por metamorfismo de alto grau (progressivo), ganhando orientação preferencial da biotita e da hornblenda, dando origem à foliação.

## VI. SEQUÊNCIA DE CRISTALIZAÇÃO E EVENTOS

Estágio	Pré - Metamórfico	Metamórfico		Fusão	Retro-Metamórfico
Mineral	1	Progressivo	Pico	1	1
PLAGIOCLÁSIO					
QUARTZO					
BIOTITA					
HORNBLENDA					
TITANITA					
EPIDOTO					

## VII. CONDIÇÕES ESTIMADAS DE FORMAÇÃO

FACIES ANFIBOLITO

## VIII. NOME DA ROCHA: HORNBLENDA-BIOTITA GNAÍSSO TONALÍTICO COM TITANITA



# FICHA PARA DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

I. AMOSTRA: JD 14

II. GRAU DE ALTERAÇÃO: FRACAMENTE ALTERADA

## III. DESCRIÇÃO

1. Cor/I.C.: CINZA ESCURO ESVERDEADO COM BRANCO.

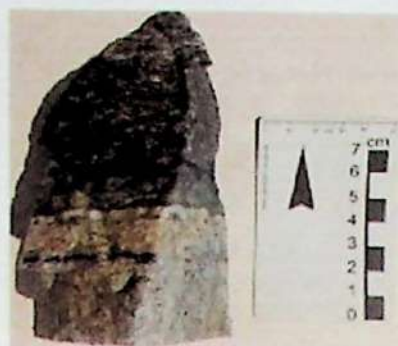
2. Estruturas/Heterogeneidades: CONTATO ENTRE UMA FOLIAÇÃO FOLIADA (1) COM UMA LEUCOCRÁTICA MACIÇA (2). NO CONTATO OCORRE UM VEIO ESVERDEADO.

Leucossoma:      %

Mesossoma:      %

3. Textura: (1) GRANULOPIDOLIÁSCICA FINA A MÉDIA, BT ORIENTADA EM VEIO A QZ-FELDSP. DE CONTATO IRREGULAR LORADO A LEVEMENTE POLIGONIZADO. (2) INDIVIDUALIZADA MÉDIA A GROSSA XENOMORFICA

4. Observações:     



## IV. MINERALOGIA e ESTIMATIVA MODAL

- QUARTZO (33) XENOMORFICO (LOBADO E INTERSTICIAL), RARAMENTE C/ EXT. DIOCLASITICO - FINO A MÉDIO.

- PLAGIOCLÁSIO (37) XENOMORF, CONTATOS LORADOS, LEVE A ALTAMENTE SERKITIZADOS. C/ GEMINAÇÃO MULT. OU SEM (KFS?), ZONADOS,

-      ( ) INCLUSÕES DE QZ. An25-35.

- BIOTITA (20) SUBIDIMORFICA XENOMORF, COR MARROM ESCURO, ORIENTADOS NA FOLIAÇÃO OU DISCORDANTES. ASPECTO ALTERADO, C/

-      ( ) SOCROGREGIMENTO DE CRISTAIS.

- HORNBLENDA (3) XENOMORF, ASSOCIADOS A LENTES DE BT NA FOLIAÇÃO. ALGUMAS PEQUENAS INCLUSÕES DE QZ.

- CLORITA (7) OCORRE MANTENDO CRISTAIS DE BT E PREENCHENDO SUAS CLIVAGENS. RARAMENTE SUBIDIMORF. (PSEUDOMORF

-      ( ) EDS DE BT.

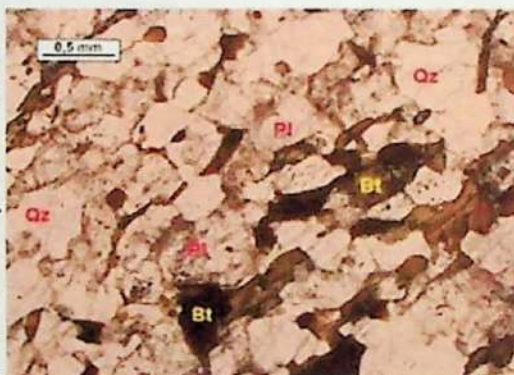
- TITANITA (T) RAROS CRISTAIS EM CONTATO COM BT. XENOMORF.

-      ( )     

-      ( )     

-      ( )     

-      ( )     



## V. SÍNTESE TEXTURAL

Protolito ígneo que passou por metamorfismo de alto grau (progressivo), gerando orientação preferencial da biotita e da hornblenda, o que dá origem à foliação.

## VI. SEQUÊNCIA DE CRISTALIZAÇÃO E EVENTOS

Estágio Mineral	Pré - Metamórfico	Metamórfico		Fusão	Retro-Metamórfico
	1	Progressivo	Pico	1	1
QUARTZO		---	---		
PLAGIOCLÁSIO		---	---		
BIOTITA			---		
HORNBLENDA	---	---		---	
TITANITA	---	---			
CLORITA					

## VII. CONDIÇÕES ESTIMADAS DE FORMAÇÃO

FÁCIES ANFIBOLITO

VIII. NOME DA ROCHA: BIOTITA GNAISSE TONALÍTICO COM HORNBLENDA.



# FICHA PARA DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

I. AMOSTRA: JD 15A

II. GRAU DE ALTERAÇÃO: Baixo

## III. DESCRIÇÃO

1. Cor/I.C.: Corza esverdeado com bronzeo

2. Estruturas/Heterogeneidades: Banded (bandas máficas e fêlicas) com foliação bem marcada

Leucossoma: 10 % Quartzó-feldspático

Mesosoma: 90 % Intercalação de bandas escuras e claras

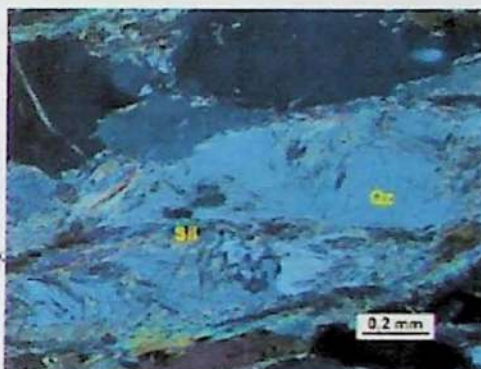
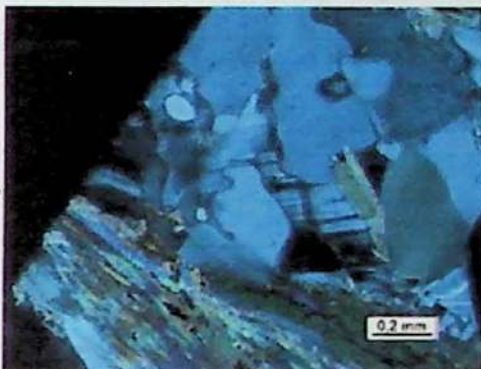
3. Textura: Sepiolítica nas bandas máficas e granoblastica de contatos irregulares na porção fêlica, com granulação fina a média (0,1 a 1mm).

4. Observações:



## IV. MINERALOGIA e ESTIMATIVA MODAL

- Quartzo (35) Xenomórfico com leve extinção ondulante. Muitas inclusões aciculares (vz?). Textura microquítica.
- K-feldspato (10) Xenomórfico, com extinção em quadrantes e levemente peritético. Geminação em grade (microclínio)
- Plagioclásio (5) Xenomórfico, levemente alterado, com geminação múltipla ou fortemente zonado (bandas albiticas).
- Biotita (27) Idiomórfica, define a foliação, em máximos - aserrilhada. Zonas alterada nas bordas.
- Muscovita (5) Subidiomórfica, define a foliação. Zonas assasada à bt, entre cristais ou na borda.
- Granada (t) Um único cristal subidiomórfico com micas verde preenchendo fraturas perpendiculares à foliação e
- bt e qtz paralelos à foliação.
- Sillimanita (15) Subidiomórfica a idiomórfica, hábito acicular, geralmente concordante à foliação mas também
- livremente. Pode apresentar-se turva.
- Opacos (3) Xenomórficos quando inclusos ou na borda da
- bt. lenticular quando maiores concordantes à foliação
- Zircão (t) Pequenos cristais prismáticos arredondados. Quando
- inclusos na bt formam halos pleurônicos.



## V. SÍNTESE TEXTURAL

O protólito era uma rocha pelítica, que passou por metamorfismo progressivo gerando principalmente biotita e muscovita. No pico biotita + granada + sillimanita ocorre fusão com quebra de muscovita gerando sillimanita. Durante o resfriamento, há formação de fases de menor temperatura.

## VI. SEQUÊNCIA DE CRISTALIZAÇÃO E EVENTOS

Estágio Mineral	Pré - Metamórfico	Metamórfico		Fusão	Retro-Metamórfico
	1	Progressivo	Pico	1	1
QTZ + FLAG		---	---		
K-FELDSPATO			---		
BIOTITA					
SILLIMANITA				---	
GRANADA					
MUSCOVITA					

## VII. CONDIÇÕES ESTIMADAS DE FORMAÇÃO

Fases anli biotita. Temperaturas acima da quebra da muscovita da biotita.

e abaixo

VIII. NOME DA ROCHA: Sillimanita-biotita gnaiss com muscovita e biotita

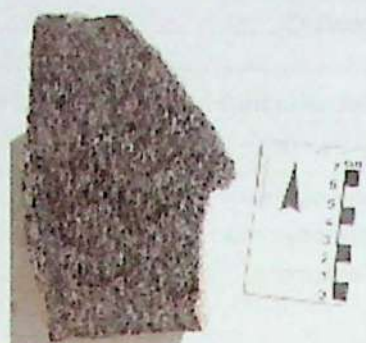


# FICHA PARA DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

I. AMOSTRA: DD15 B II. GRAU DE ALTERAÇÃO: Baixo

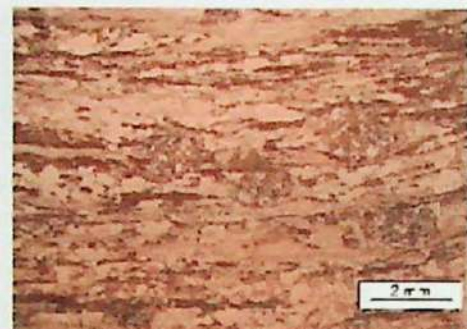
## III. DESCRIÇÃO

1. Cor/I.C.: Cinza escuro esverdeado com branco.
2. Estruturas/Heterogeneidades: Bandamento fino (bandas máficas com 1mm e banda fílica 2mm) com forte foliação paralela
- Leucossoma: 5 % quartzo feldopático
- Mesossoma: 95 % muito foliado
3. Textura: lepidoblástica nas bandas máficas e granoblástica de contatos irregulares nas porções fílicas.
4. Observações: \_\_\_\_\_



## IV. MINERALOGIA e ESTIMATIVA MODAL

- Quartzo (24) Xenomórfico, clivagem ondulante, inclusões de muscovita e cristais aciculares de sillimanita (?)
- Plagioclásio (15) Pequenos cristais xenomórficos, levemente alterados, clivagem múltipla e às vezes prominentemente foliada de bt
- Biotita (30) Idiomórfica, define a foliação. Ao redor das granadas separam um pequeno deslocamento, contendo os cristais
- Muscovita (20) Subidiomórfica a idiomórfica, ocorre como grandes cristais definindo a foliação as bandas fílicas concorrentes
- Granada (10) Subidiomórfica, bastante fraturada e mais verde ocorrendo nas fraturas perpendiculares à foliação, poiquiloblástica
- Inclusões de qtz, plg, bt e ms. A foliação continua levemente os cristais.
- Tumalina (+) Um cristal único subidiomórfico de cor verde musgo, clivagem verde médio. Associado com bt e ms.
- Carbonato (1) Cristais subidiomórficos tardios formados em uma recristalização paralela à foliação.
- Zircão (T) Pequenos cristais prismáticos arredondados formando botões.
- Sillimanita (T) Linhas finas de hábito fibroso concorrentes à foliação
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_



## V. SÍNTESE TEXTURAL

O protólito era uma rocha pelítica, que passou por metamorfismo progressivo gerando principalmente biotita e muscovita. No pico biotita + granada + sillimanita ocorre fusão com quebra de muscovita gerando sillimanita. Durante o resfriamento, há formação de fases de menor temperatura.

## VI. SEQUÊNCIA DE CRISTALIZAÇÃO E EVENTOS

Estágio Mineral	Pré - Metamórfico	Metamórfico		Fusão	Retro-Metamórfico
	1	Progressivo	Pico	1	1
QTZ + PLG					
BIOTITA					
MUSCOVITA					
GRANADA					
SILLIMANITA					
CARBONATO					

## VII. CONDIÇÕES ESTIMADAS DE FORMAÇÃO

Fácies anfibolito

## VIII. NOME DA ROCHA: Granada-muscovita-biotita gnaisse



## FICHA PARA DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

I. AMOSTRA: 3D5C

II. GRAU DE ALTERAÇÃO: alto

## III. DESCRIÇÃO

1. Cor/I.C.: Preto com patches brancos/enverdeados.

2. Estruturas/Heterogeneidades: levemente foliada

Leucossoma: 10 %

Mesossoma: 90 %

3. Textura: Nemafolástica a decussada e porções granoblasticas.

4. Observações:

## IV. MINERALOGIA e ESTIMATIVA MODAL

- Quartzo (14) Xenomorf., cl. ext. ord. e mosqueada.

- Plagioclásio (26) Xenomorfico, com geminação múltipla frss. Labradorita

- Hornblenda (50) Sub a xenomorf definindo a foliação ou em outra direção (ord.). Inclusões de qz e pl

- Biotita (7) Bastante porquilitica (inclusões de qz e pl), xen. ou subidomorf. nas bordas da Hbl. Discordante da foliação.

- Titanita (1) Xenomorf. ocorre nos contatos de alguns grãos de Hbl. As vezes associada a opacos.

- Opacos (1) Xenomorf. associados a Hbl e bt, sempre discordantes da foliação.

- Epidoto (T) Pequenos cristais xenomorf. associados à bt.

- Carbonato (T) Raros cristais grandes disseminados no leucossoma.

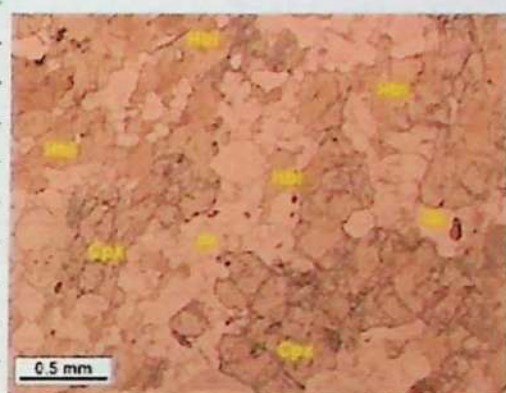
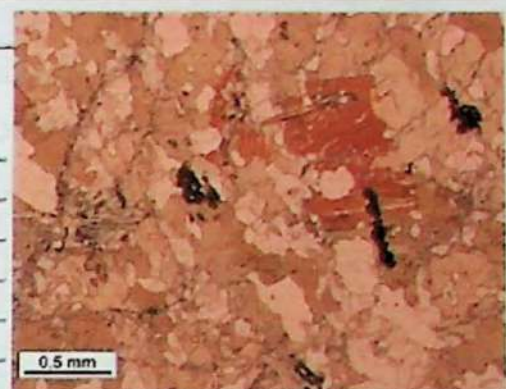
- ( )

- ( )

- ( )

- ( )

- ( )



## V. SÍNTESE TEXTURAL

Protolito ígneo que passou por metamorfismo de alto grau (progressivo), girando orientação preferencial da biotita e da hornblenda (mas não sempre), dando origem à leve foliação.

## VI. SEQUÊNCIA DE CRISTALIZAÇÃO E EVENTOS

Estágio Mineral	Pré - Metamórfico	Metamórfico		Fusão	Retro-Metamórfico
	1	Progressivo	Pico	1	1
QTZ + PLAG					
BIOTITA					
HORNBLENDA					
TITANITA					

## VII. CONDIÇÕES ESTIMADAS DE FORMAÇÃO

Fácies anfibolito inferior

## VIII. NOME DA ROCHA: Biotita-quartzo Anfibolito.



## FICHA PARA DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

I. AMOSTRA: JD 15 D

II. GRAU DE ALTERAÇÃO: fracamente alterada

## III. DESCRIÇÃO

1. Cor/I.C.: CINZA COM BANDAS CINZA CLARO E BANDAS CINZA ESCURO COM PONTOS PRETOS. 10% 10%.

2. Estruturas/Heterogeneidades: LEVEMENTE FOLIADA

Leucossoma: %

Mesossoma: %

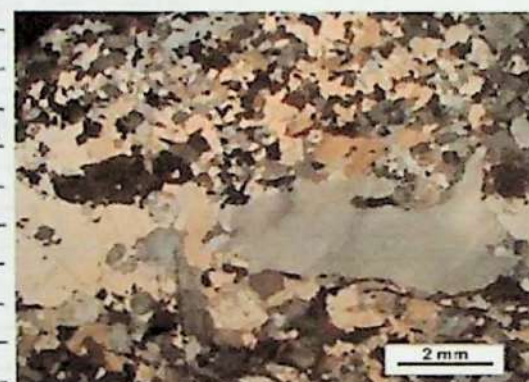
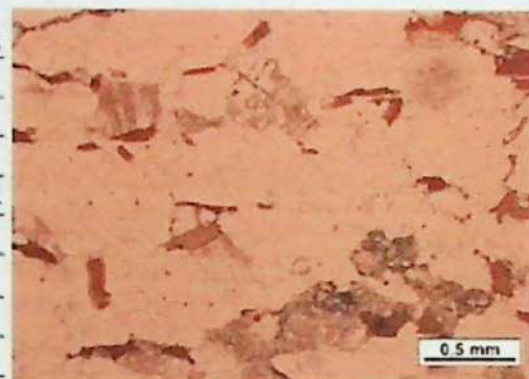
3. Textura: LEPIDOLÁSTICA E GRANULÁSTICA IRREGULAR A POLIGONIZADA. GRANULOMETRIA 0,1 a 18mm.

4. Observações: UM VERO DE QRTZ / UM POUCO DE FELDSPATO CORTA A ROCHA. É SUBPARALELO À FOLIAÇÃO.



## IV. MINERALOGIA e ESTIMATIVA MODAL

- QUARTZO (50) XENOMÓRFICO, COM FORTE RECRISTALIZAÇÃO EM PEQUENOS GRÃOS NOS CONTATOS E GRÃOS MAIORES / FORTE EXT. ORN.
- PLAGIOCLÁSIO (39) XENOMÓRFICO, BASTANTE ALTERADO PARA SERÍCITA / NÚCLEOS IRREG. PRESERVADOS. GEMINAÇÃO MÚLTIPLA / ZONAMENTO
- BIOTITA (10) SUBIDIOMÓRFICA, COR MARROM AVERMELHADA, DEFINE FOLIAÇÃO INCIDENTE, MAS OCORRE TAMBÉM DISCORDANTE.
- MUSCOVITA (1) CRISTAIS SUBIDIOMÓRFICOS CONCORDANTES OU NÃO COM A FOLIAÇÃO. COMUM OCORRER NAS BORDAS DA BT E GRT.
- GRANADA (T) RAROS CRISTAIS PEQUENOS (0,4mm) EM UMA PORÇÃO NEGRITA. CRISTAIS XENOMÓRFICOS BASTANTE FRATURADOS / MUS NAS BORDAS
- CARBONATO? (T) UM RARO AGLOMERADO DE CRISTAIS FINOS NA MATRIZ
- EPIDOTO (T) RAROS PEQUENOS CRISTAIS XENOMÓRFICOS NA MATRIZ
- ZIRCÃO (T) PEQUENOS CRISTAIS ARREDONDADOS. QUANDO INCLUSOS EM BT FORMA HALOS PLEOCRÓICOS.
- APATITA ( ) RAROS CRISTAIS SUBIDIOMÓRFICOS
- ( )
- ( )
- ( )
- ( )



## V. SÍNTESE TEXTURAL

Protólito de fonte sedimentar que foi submetido ao metamorfismo progressivo de alto grau, gerando a montagem da biotita e da muscovita. Granada ocorre raramente em locais determinados.

## VI. SEQUÊNCIA DE CRISTALIZAÇÃO E EVENTOS

Estágio Mineral	Pré - Metamórfico	Metamórfico		Fusão	Retro-Metamórfico
	1	Progressivo	Pico	1	1
QUARTZO	---	---	---	---	---
PLAGIOCLÁSIO	---	---	---	---	---
BIOTITA	---	---	---	---	---
GRANADA	---	---	---	---	---
MUSCOVITA	---	---	---	---	---
EPIDOTO	---	---	---	---	---

## VII. CONDIÇÕES ESTIMADAS DE FORMAÇÃO

FACIES ANFIBOLITO - ZONA DA GRANADA

## VIII. NOME DA ROCHA: BIOTITA GNAISSE COM MUSCOVITA E GRANADA.



## FICHA PARA DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

I. AMOSTRA: JD 15F

II. GRAU DE ALTERAÇÃO: FRACAMENTE ALTERADA

## III. DESCRIÇÃO

1. Cor/I.C.: CINZA ESVERDEADO COM PORÇÕES BRANCAS. IC = 10%.

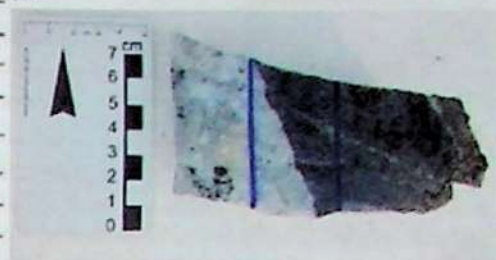
2. Estruturas/Heterogeneidades: CONTATO ENTRE UMA PORÇÃO ESCURA FOLIADA (1) COM OUTRA LEUCOCRÁTICA E MACIÇA (2) → VEIO MACIÇO.

Leucossoma: %

Mesossoma: %

3. Textura: (1) LEPTOGRANULÁSTICA FINA A MÉDIA (BT NA FOLIAÇÃO EM MEIO A CRISTAIS DE QZ E PLAG DE CONTATO IRREGULAR)  
(2) INEQUIGRANULAR FINA A GROSSA, HIPIDIOMÓRFICA

4. Observações:



## IV. MINERALOGIA e ESTIMATIVA MODAL

- QUARTZO (60) CRISTAIS XENOMÓRFICOS (CONTATO LONGO A INTERSTICIAL) / DIVERSOS TAMANHOS. PODE TER EXT. ORN. - INCLUSÕES DE QZ E BT
- PLAGIOCLÁSIO (25) CRISTAIS XENOMÓRFICOS A SUBIDOMÓRFICOS (PARCIALMENTE INTERSTICIAL, NORMAL CONTATO LONGO), BASTANTE ALTERADOS, C/ GE.
- ( ) MINERAÇÃO MÚLTIPLO OU ZONADOS (ANIS). INCLUSÕES DE QZ E BT.
- BIOTITA (13) CRISTAIS IDIOMÓRFICOS A SUBIDOMÓRFICOS, MARCA MELHADA. DEFINEM A FOLIAÇÃO, MAS TAMBÉM OCORREM SEM
- ( ) ORIENTAÇÃO. APRESENTA HALOS PLEOCRÓICOS.
- GRANADA (1) PEQUENOS CRISTAIS, BASTANTE ARREDONDADOS, C/ INCLUSÕES DE QZ E PLAG, QUE TAMBÉM OCORREM EM SUAS BORDAS E SOBRE A QZ.
- MUSCOVITA (1) PEQUENOS CRISTAIS SUBIDOMÓRFICOS, ASSOCIADOS À BT E ORIENTADOS NA FOLIAÇÃO. QUANTO LONGE DA BT, NÃO TEM ORIENTAÇÃO.
- K-FELDSPATO (7) GRANOS CRISTALIS, ALTAMENTE XENOMÓRFICOS (CONTATO LONGO) E C/ COMINAÇÃO EM GRADE. OCORREM EM PSEUDOMORFOS DE QZ
- ( ) E COMO INCLUSÕES DE QZ E PLAG.
- ( )
- ( )
- ( )
- ( )



## V. SÍNTESE TEXTURAL

Protólito de fonte sedimentar que foi submetido a metamorfismo de alto grau, gerando a orientação preferencial da biotita e muscovita. Granada ocorre raramente em determinados locais.

## VI. SEQUÊNCIA DE CRISTALIZAÇÃO E EVENTOS

Estágio Mineral	Pré - Metamórfico		Metamórfico		Fusão	Retro-Metamórfico
	1		Progressivo	Pico	1	1
QUARTZO						
PLAGIOCLÁSIO						
BIOTITA						
GRANADA						
K-FELDSPATO						
MUSCOVITA						

## VII. CONDIÇÕES ESTIMADAS DE FORMAÇÃO

FACIES ANFIBOLITO - ZONA DA GRANADA

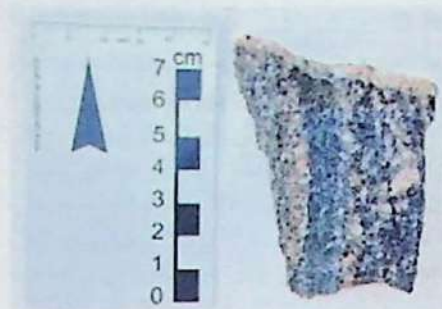
VIII. NOME DA ROCHA: BIOTITA GNAISSE COM MUSCOVITA E GRANADA.



## FICHA PARA DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

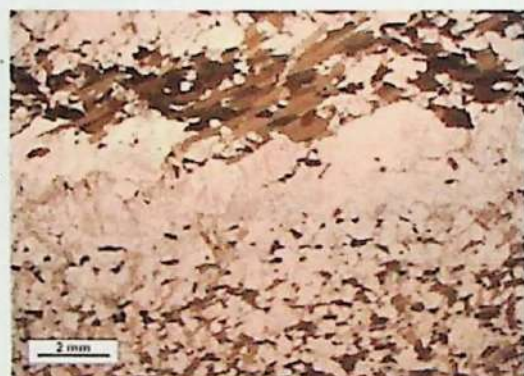
I. AMOSTRA: 3D20AII. GRAU DE ALTERAÇÃO: Buco alterada a fresca

## III. DESCRIÇÃO

1. Cor/I.C.: Anza com pontos pretos, brancos, e lentes vermelhas.2. Estruturas/Heterogeneidades: Fundamento composicional mltos (bandas micas e qtz-feldsp. centimétricas alternadas)Leucossoma: 20 %Mesossoma: 75 %3. Textura: Anomoloxenoblástica - cristais de bt definindo a foliação granulada fina a média (0,1-1mm) e lentes qtz-feldsp. de contatos irregulares e levemente poligonizados. Superposta à textura metamórfica ocorrem bandos.4. Observações: 5% melanossoma / fílicas (±0,5mm) e textura escura e granulada grossa. Acúmulos de bt nas bordas do leuco.

## IV. MINERALOGIA e ESTIMATIVA MODAL

- Biotita (35) Doce como cristais idiomórficos definindo a foliação, mas também em outras direções. Menos evidente a mesma, dando quando perpendicular à foliação (região basal).
- Quartzo (15) Doce para o leucossoma, xenomórf, ext ond direita. Formamente no mesossoma com contatos lobados, gran. fins, s/xtand.
- Plagioclásio (30) Principal componente do mesossoma, el bt. Xenomórf, geminação mult. (An 20-30), levemente zonado e sericitizado.
- K-feldspato (15) Apenas no leucossoma, cristais grossos, xenomórf, geminação em grade, peritético. levemente alterado/fragmentado. Microquartz.
- Muscovita (3) Idiomórf, crescendo sobre bt (na divergência e bordas) e sobre os nichos de biotita.
- Sillimanita (1) Forma "arroz" de cristais aciculares (fibrolita) no mesossoma. Xenomórf, e turva, aparentemente em desequilíbrio.
- Apatita (T) Cristais subidiomórf a xenomórf. Associados aos fílicas nas bordas + grossas. Também como cristais pequenos no meso.
- Zircão (T) Forma halo pleocroico na bt.
- Opacos (T) Cristais xenomórf a levemente prismáticos orientados na foliação. Associados à bt.
- ( )
- ( )



## V. SÍNTESE TEXTURAL

O protólito era uma rocha pelítica, que passou por metamorfismo progressivo gerando principalmente biotita e muscovita. No pico biotita + granada + sillimanita ocorre fusão com quebra de muscovita gerando sillimanita. Durante o resfriamento, há formação de fases de menor temperatura.

## VI. SEQUÊNCIA DE CRISTALIZAÇÃO E EVENTOS

Estágio Mineral	Pré - Metamórfico	Metamórfico		Fusão	Retro-Metamórfico
	1	Progressivo	Pico	1	1
QTZ+PLAG					
K-FELSPATO					
BIOTITA					
MUSCOVITA					
SILLIMANITA					
APATITA					

## VII. CONDIÇÕES ESTIMADAS DE FORMAÇÃO

Facies amphibolito.VIII. NOME DA ROCHA: Biotita granosa migmatítica com sillimanita (paragneiss)



## FICHA PARA DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

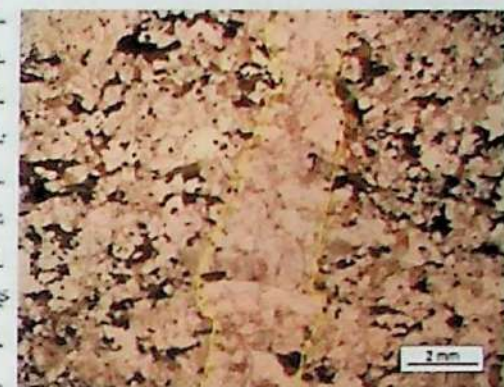
I. AMOSTRA: JD208(I)II. GRAU DE ALTERAÇÃO: Médio-baixo

## III. DESCRIÇÃO

1. Cor/I.C.: Amarelo esverdeado com preto e branco. Veios  
ruídos2. Estruturas/Heterogeneidades: Bondamento composicional médio (lam-  
das muscovita e qtz-feldsp. alternadas).Leucossoma: 20 %Mesossoma: 75 %3. Textura: Granuloblasticidade - cristais de bt definindo a foliação  
(granulação média a fina) com lentes qtz-feldsp. de contato irregular a  
levemente poligonal. Supraquartz com lentes fibrosas (0,5mm) textura serra4. Observações: 5% de melanossoma. e granulação grossa. Acúmulos de bt nos bordos do leucossoma

## IV. MINERALOGIA e ESTIMATIVA MODAL

- Quartzo (15) Quase r no leucossoma, xenomórfico, cl ext. ond desvrt, grosso,  
facilmente no mesossoma com contatos lentes, fino, sem ext ond.
- Biotita (35) Idiomórfica, definindo foliação, mas também em outras di-  
reções. Menor esverdeado a vermelha quando lt à foliação.
- Plagioclásio (30) Principal componente do mesossoma com a bt. Xenomórfico,  
com geminação múltipla (Anio-30) a levemente zonado/serra.
- K-feldspato (15) Apenas no leucossoma, grosso, xenomórfico, cl geminação em  
grade e perito. Levemente alterado/fatigado. Há minerais
- Muscovita (3) Idiomórfica, crescendo sobre a bt (em divergência e bordos) e  
sobre os nódulos de biotita.
- Sillimanita (1) Forma ninhos de cristais aciculares (fibrolita) no mesossoma.  
Xenomórfica e hura, aparentemente em desequilíbrio.
- Apatita (T) Subidiomórfica xenomórfica (arredondados). Associado a biotita  
nos bordos + grossas. Também presente como pequenos
- ( ) cristais arredondados no mesossoma.
- Zircão (T) Forma halos plerocícos na biotita
- Opacos (T) Xenomórficos a levemente miméticos ventais na  
foliação. Associados à bt.
- ( )
- ( )



## V. SÍNTESE TEXTURAL

O protólito sedimentar passou por metamorfismo progressivo gerando princi-  
palmente biotita. Sillimanita ocorre como raras ninhos associados à  
foliação.

## VI. SEQUÊNCIA DE CRISTALIZAÇÃO E EVENTOS

Estágio Mineral	Pré - Metamórfico	Metamórfico		Fusão	Retro-Metamórfico
	1	Progressivo	Pico	1	1
QTZ + PLAG					
K-FELDSPATO					
BIOTITA					
MUSCOVITA					
SILLIMANITA					
APATITA					

## VII. CONDIÇÕES ESTIMADAS DE FORMAÇÃO

Faíses anfibolito.

VIII. NOME DA ROCHA: Biotita gnaiss metamórfico com sillimanita (paragneiss).



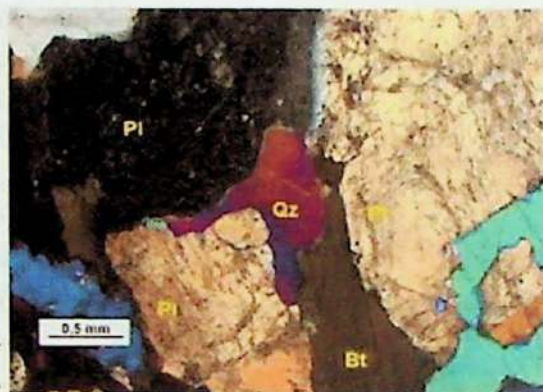
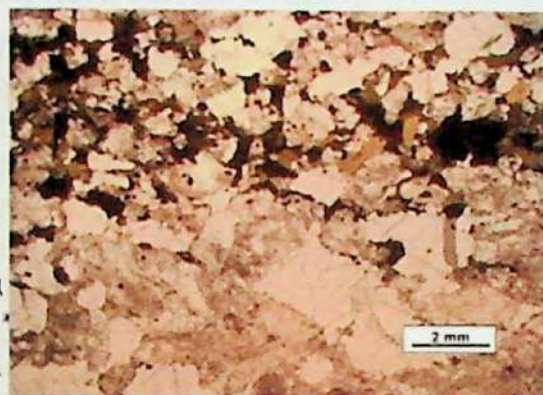
I. AMOSTRA: JD 20 B (II) II. GRAU DE ALTERAÇÃO: Médio

## III. DESCRIÇÃO

1. Cor/I.C.: LIMPA CLARO COM BRANCO E PRETO2. Estruturas/Heterogeneidades: foliada a levemente bandada (banda com 1-3cm micáceas alternadas com qtz-feldsp). Zônias foliadas e zônias leucossômicas variadas subparalelas a disordnadas da foliação (>1cm).Leucossoma: 70 %Mesossoma: 30 %3. Textura: lepidogramblástica grossa a média no mesossoma (bt na foliação em meio a cristais qtz-feldsp. de contatos irregulares a microlabados. Inequigranular grossa a média no leucossoma.4. Observações: leucossoma monogranítico.

## IV. MINERALOGIA e ESTIMATIVA MODAL

- Biotita (15) Xenomórfica, verde escuro a preto definindo a foliação
- Quartzo (40) grandes cristais xenomórficos (intersticiais)/contatos labados e leve ext. ond.
- Plagioclásio (35) Cristais xenomórficos com geminação múltipla. Altamente resicibizados (constantemente furados)
- K-feldspato (5) Grandes cristais xenomórficos / geminação <sup>normal</sup> em grau. Altamente resicibizados e fraturados. Reticulado.
- Opacos (5) Cristais xenomórficos no mesossoma, normalmente associados à bt e a cristais muito alterados de plag.
- Apatita (1) Pequenos cristais subidiomórficos e arredondados.
- ( )
- ( )
- ( )
- ( )
- ( )
- ( )
- ( )
- ( )



## V. SÍNTESE TEXTURAL

O protólito sedimentar foi submetido a metamorfismo progressivo gerando principalmente biotita e quartzo. A biotita define a foliação da rocha.

## VI. SEQUÊNCIA DE CRISTALIZAÇÃO E EVENTOS

Estágio Mineral	Pré - Metamórfico	Metamórfico		Fusão	Retro-Metamórfico
	1	Progressivo	Pico	1	1
QTZ + PLAG					
K-FELDSPATO					
BIOTITA					
APATITA					

## VII. CONDIÇÕES ESTIMADAS DE FORMAÇÃO

Fácies amphibolitomíflora.

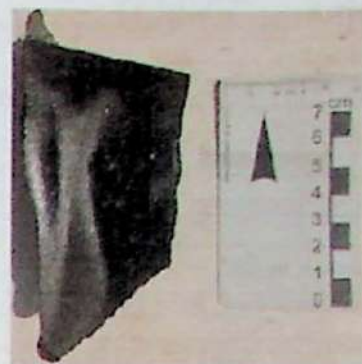
VIII. NOME DA ROCHA: Biotita granito metamórfico (paragneixe).



## FICHA PARA DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

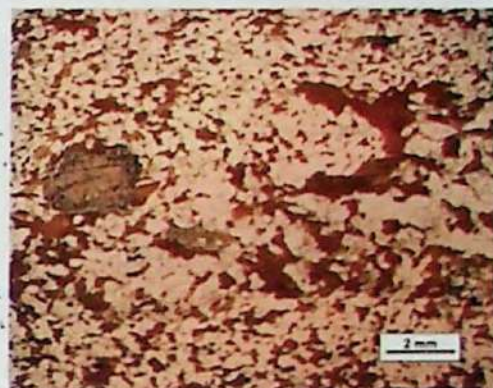
I. AMOSTRA: 3D22BII. GRAU DE ALTERAÇÃO: Baixo

## III. DESCRIÇÃO

1. Cor/I.C.: Puro2. Estruturas/Heterogeneidades: Folhado a levemente bandado (alternância de bandas de granulação grossa e fina (irregularmente) com espessuras de 1 a 3 cm; e aparentemente a mesma composição.Leucossoma: 5 %Mesossoma: 95 %3. Textura: Granuloblasticidade fina a média no mesossoma (bt delimita a foliação em meio a gtz-feldsp. / contatos irregulares). Na porção mais grossa (leucossoma?) ocorrem porfiroblastos de granada em4. Observações: matriz de bt + gtz + plg média a grossa.

## IV. MINERALOGIA e ESTIMATIVA MODAL

- Biotita (40) Idiomórfica a subidiomórfica de cor avermelhada, orientados na foliação, mas também discordantes.
- Plagioclásio (22) Cristais xenomórficos pouco recheados, clivagens múltiplas, raramente zonados. Inclusões de gtz, bt, quartz etc.
- Quartzo (30) Limpido, xenomórfico (contatos arredondados a levemente lobados), sem ext ond. Inclusões de bt e xenomórfico plg.
- Granada (7) Grandes cristais xenomórficos a subidiomórficos, bordas irregulares, fraturados. Inclusões irregulares de bt, gtz.
- Opaes (1) Pequenos cristais xenomórficos a levemente prismáticos, orientados na foliação. Associados a gtz e bt. Raramente inclusos em plag.



- Zircão/Monétita (T) Forma holo pleocrisis na bt. Muito pequenos p/ serem identificados.
- Turmalina (T) Pequenos cristais subidiomórficos (prismas arredondados) com forte pleocrisis averdeada.
- ( )
- ( )
- ( )
- ( )
- ( )



## V. SÍNTESE TEXTURAL

Protólito sedimentar passou por metamorfismo progressivo gerando principalmente biotita e granada. A biotita avermelhada indica altas temperaturas, e sua orientação define a foliação.

## VI. SEQUÊNCIA DE CRISTALIZAÇÃO E EVENTOS

Estágio Mineral	Pré - Metamórfico	Metamórfico		Fusão	Retro-Metamórfico
	1	Progressivo	Pico	1	1
QTZ + PLG					
BIOTITA					
GRANADA					
TURMALINA					

## VII. CONDIÇÕES ESTIMADAS DE FORMAÇÃO

Facies anfibolito

VIII. NOME DA ROCHA: Granada - biotita anaisse (paragneisse) migmatítico?



# FICHA PARA DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

I. AMOSTRA: JD22D

II. GRAU DE ALTERAÇÃO: Baixo-médio

## III. DESCRIÇÃO

1. Cor/I.C.: Amarelo muito claro esverdeado, com branco e preto.

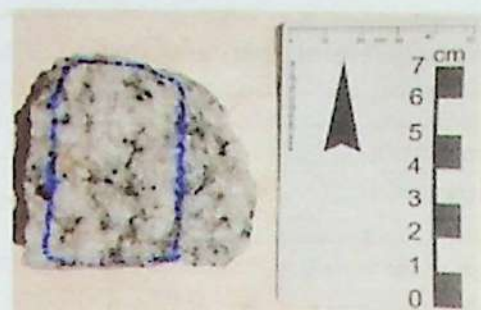
2. Estruturas/Heterogeneidades: Maciça a facamente orientada (decussata). Aspecto bastante fraturado e "turvo".

Leucossoma: 102 %

Mesossoma: 0 %

3. Textura: Inequigranular fina a grossa a porfirítica (fenocrístais 1-2 mm de Kfs e matriz fina a média).

4. Observações:



## IV. MINERALOGIA e ESTIMATIVA MODAL

- Quartzo (32) Cristais xenomórficos de diversos tamanhos. Pode apresentar leve extinção ondulante. Forma pequenos glóbulos de contato irregulares dos qtz do interior e contatos arredondados e/ou de fora. Inclusões aciculares.
- K-feldspato (33) Grandes cristais xenomórficos, fraturados e alterados (sericitizados). Zonas, às vezes, com geminação em grade.
- Muscovita (6) Inclusões aciculares.
- Sillimanita (4) Pequenos, xenomórficos, arredondados e crescendo sobre fibrolita. Forma nódulos em aglomerados de fibrolita. Bastante alterados e turvos. Zone nos bordos dos fenocrístais e preenchendo clivagens com muscovita.
- Clorita (T) Xenomórfica, plaxocrítica (esverdeada), finíssima, laranja amarelada. Associada à sil e mus.
- Apatita (T) Pequenos cristais xenomórficos levemente fraturados.



## V. SÍNTESE TEXTURAL

O protólito era uma rocha pelítica, que passou por metamorfismo progressivo gerando principalmente biotita e muscovita. No pico biotita + granada + sillimanita ocorre fusão com quebra de muscovita gerando sillimanita. Durante o resfriamento, há formação de fases de menor temperatura.

## VI. SEQUÊNCIA DE CRISTALIZAÇÃO E EVENTOS

Estágio Mineral	Pré - Metamórfico	Metamórfico		Fusão	Retro-Metamórfico
	1	Progressivo	Pico	1	1
QUARTZO					
K-FELDSPATO					
MUSCOVITA					
SILLIMANITA					
CLORITA					

## VII. CONDIÇÕES ESTIMADAS DE FORMAÇÃO

Faixa anfibolito.

VIII. NOME DA ROCHA: Sillimanita (tipo 5) anatética.



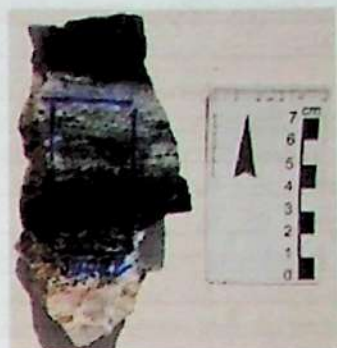
## FICHA PARA DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

I. AMOSTRA: JD226II. GRAU DE ALTERAÇÃO: Baixo.

## III. DESCRIÇÃO

1. Cor/I.C.: Bandas pretas, cinza esverdeadas e brancas2. Estruturas/Heterogeneidades: Pancamento composicional fino (bandas claras e escuras, de 1 a 8 mm, alternadas regularmente. Parte ser dividida em segmentos, e/ou uma banda heterogênea no meio a mais //.Leucossoma: 20 % reio qtz - foliados.Mesossoma: 80 % 2 fases heterogêneas.3. Textura: Granuloblasticidade fina a média (bt e chl na foliação e qtz-plg em cristais irregulares a levemente polygonizados). Parte foliada (grandes cristais xenomórficos de qtz e raramente anf na banda verde).

4. Observações:



## IV. MINERALOGIA e ESTIMATIVA MODAL

- Quartzo (20) Pequenos cristais xenomórficos principalmente na porção micácea. Leve ext. ont. Inclusiones de bt, qtz e cpx.
- Plagioclásio (22) Cristais xenomórf. a subidiomorf, levemente alterados, geminação múltipla, às vezes zonados. Anis. Inclusiones de biotita, qtz e act.
- Biotita (20) Pequenos cristais subidiomorf. arredondados, definindo foliação. Inclusiones de qtz e plg. Ocorre sem orientação nas bandas e dentro das zonas de qtz, como cristais grandes.
- Clinopirroxênio (7) Xenomorf. (arredondados, irregulares ou esqueléticos), incolores. ↑ biotite. Diapírido, bastonete fraturado. Normalmente ocorre como núcleos irregulares preservados em meio à act. Inclusiones de qtz e plg.
- Anfibólio (10) Grandes cristais xenomórf. Actinolita, pleocroísmo verde leve a intenso. ↑ biotite. Envolve todos os outros minerais.
- Granada (6) Xenomorf. (esqueléticos) e fraturados. Leve sombra de pressão. Inclusiones de bt e plg, epíoto = chl nos bordos, subidiomorf.
- Epidoto (7) Sub a idiomorf. (prismático - Ep a acicular - diáporita). Principalmente no topo da lâmina. Forma nenhos (pseudomorfos) em meio à porção micácea.
- Titanita (1) Rara, xenomorf. associada a opacos e actinolita.
- Clorita (8) Cristais subidiomorf. na foliação ou nas bandas de bt, substituindo opacos.
- Opacos (2) Pequenos, xenomorf. disseminados. Associados à act. cox, act e en.



## V. SÍNTESE TEXTURAL

Evidências de fusão parcial dando a formação de líquidos graníticos com resíduos sólidos (fases peritéticas) de textura esquelética (hornblenda + clinopirroxênio). Durante o resfriamento parte da paragénese do pico metamórfico é substituída por fases de mais baixa temperatura. O metamorfismo foi de alto grau sobre um protólito granitoide, gerando orientação preferencial de minerais primários (hornblenda) e planares (biotita).

## VI. SEQUÊNCIA DE CRISTALIZAÇÃO E EVENTOS

Estágio Mineral	Pré - Metamórfico		Metamórfico		Fusão	Retro-Metamórfico
	1		Progressivo	Pico	1	1
QUARTZO + PLG						
BIOTITA						
CLINOPIROXÊNIO						
ANFIBÓLIO						
GRANADA						
EPIDOTO						

## VII. CONDIÇÕES ESTIMADAS DE FORMAÇÃO

Faixas anfibolitoVIII. NOME DA ROCHA: Granada-epidoto-actinolita-biotita granosa.

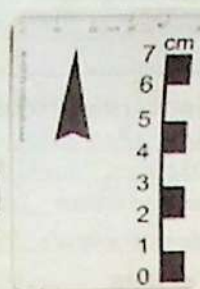


## FICHA PARA DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

I. AMOSTRA: DD22 F II. GRAU DE ALTERAÇÃO: Baixo

## III. DESCRIÇÃO

1. Cor/I.C.: Amarelo claro averdeado, el. branco e preto
2. Estruturas/Heterogeneidades: Bandamento composicional médio delgado (bandas claras e escuras centimétricas alternadas). Bandas claras = micaxas, físcas. Bandas escuras = micaux/folados.  
 Leucossoma: 15 %  
 Mesossoma: 85 %
3. Textura: Bandas claras = aspecto físcico, megacrômico fino a grosso e físcico amoníscico. Bandas escuras = aspecto metamórfico, textura físcico-lípidica fino a grosso (biotita orientada c/o bandamento).
4. Observações: \_\_\_\_\_



## IV. MINERALOGIA e ESTIMATIVA MODAL

- Quartzo (30) Xenomorf. (contato lobado a intersticial). Ext. ondulante ou nãu. Ocorre como filamentos entre cristais. Inclusões de plg e bt.
- Plagioclásio (35) Xenomorfo a xenomorf. Moderadamente alterados. Alguns apresentam geminação múltipla/paralela. Pode ser intersticial. Inclusões de qz e bt.
- Biotita (20) Cristais xenomorf. a subidiom. Castanho avermelhados. Levemente orientada ou aleatória. Halos plagioclásio nas bordas.
- Muscovita (10) Paras inclusões de qz.
- Epidoto (T) Pequenos = xenomórficos em meio às bandas micaxas.
- Clorita (5) Ocorre nas bordas preenchendo divergências da bt, raramente como pseudomorfos desta em meio a cristais físcicos.
- \_\_\_\_\_ ( ) \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_ ( ) \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_ ( ) \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_ ( ) \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_ ( ) \_\_\_\_\_



## V. SÍNTESE TEXTURAL

O protólito sedimentar foi submetido a metamorfismo progressivo gerando principalmente biotita e muscovita, que definem a foliação da rocha.

## VI. SEQUÊNCIA DE CRISTALIZAÇÃO E EVENTOS

Estágio Mineral	Pré - Metamórfico	Metamórfico		Fusão	Retro-Metamórfico
	1	Progressivo	Pico	1	1
QTZ + PLAG					
BIOTITA					
MUSCOVITA					
EPIDOTO					
CLORITA					

## VII. CONDIÇÕES ESTIMADAS DE FORMAÇÃO

Pouco amphibolito.

VIII. NOME DA ROCHA: Biotita granulosa migmatítica (paragneisse).







