

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**CARACTERIZAÇÃO PETROLÓGICA DAS ROCHAS METAMÓRFICAS DA  
REGIÃO DE ITU-CABREÚVA (SP)**

Aluno: Geovane Moreira Roque

Orientadora: Profa. Dra. Lucelene Martins

Coorientadora: MSc. Giovanna Pereira

**MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA  
(TF-2015 / 22)**

São Paulo

2015

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS



**CARACTERIZAÇÃO PETROLÓGICA DAS ROCHAS METAMÓRFICAS DA  
REGIÃO DE ITU-CABREÚVA (SP)**

Aluno: Geovane Moreira Roque

Orientadora: Profa. Dra. Lucelene Martins

Coorientadora: MSc. Giovanna Pereira

**MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA**  
(TF-2015 / 22)

IGc-Instituto de Geociências



Caracterização petrológica das rochas metamórficas da  
região de Itu-Cabreúva(SP). *M26512*

São Paulo

2015



R786  
GM. C

## RESUMO

O presente estudo apresenta uma caracterização petrológica de algumas rochas que ocorrem nas bordas da Província Granítica Itu. A região está inserida no contexto da *Nappe* Socorro-Guaxupé, onde ocorrem rochas polifásicas do Grupo Itapira, principal alvo deste estudo. Essas rochas estão frequentemente afetadas por zonas de cisalhamento de baixo ângulo, tais como a Zona de Cisalhamento Itu-Jundiuvira, que separa os Domínios *Nappe* de Empurrão Socorro-Guaxupé e São Roque.

No entorno do batólito Itu foram reconhecidos seis litotipos principais: protomilonitos de granito, biotita migmatito, sienogranitos deformados, monzogranito equigranular com piroxênio e anfibolitos metatexíticos e paragneisses.

A melhor exposição estudada é o biotita metatexito dobrado com granada e leucossoma granítico acomodado nas charneiras. O monzogranito equigranular pouco deformado com diopsídio e hornblenda, ocorre a poucas dezenas de metros deste afloramento. Esta é uma rocha petrograficamente muito similar à leucossoma produto de fusão parcial de rochas tonalíticas, que ocorre mais a leste, na região de Jundiá.

Os protomilonitos de granito afloram principalmente na borda sul do batólito, inclusive cortando o afloramento de biotita metatexito. As microestruturas indicam que a deformação dessas rochas graníticas ocorreu sob metamorfismo de, pelo menos, médio grau, em temperaturas da ordem de 400 a 500 °C. Intercalados a estas rochas, ocorrem corpos de anfibolito metatexítico, que gera um líquido tonalítico *in source*.

Os sienogranitos deformados que ocorrem na borda noroeste da Província Granítica Itu são geoquimicamente e petrograficamente similares a porções da Intrusão Granítica Itupeva, pertencente a Província Itu. Principalmente nas bordas desta província, é comum ocorrer rochas róseas de composição granítica com variados graus de milonitização. Essas rochas podem estar relacionadas a um cisalhamento pós ou pelo menos contemporâneo à colocação do batólito.

Os paragneisses típicos ocorrem muito alterados, porém foram identificados processos de migmatização, com a geração de leucossoma granítico e melanossoma rico em granada, biotita e sillimanita.

Os migmatitos indicam um metamorfismo sob pelo menos fácies anfibolito superior.

A compilação cartográfica da região estudada, realizada aqui como parte do trabalho, permite abrir discussões sobre a definição e a distribuição das unidades do Grupo Itapira.

**PALAVRAS-CHAVE:** Grupo Itapira, petrografia, Província Granítica Itu, petrologia ígnea, petrologia metamórfica, geoquímica, migmatitos.



## ABSTRACT

This study presents a petrological characterization of some rocks that occur at the edges of the Itu Granitic Province. The region fits into the context of Socorro-Guaxupé Nappe, where occur polyphase rocks from Itapira Group, the main aim of this study. These rocks are often affected by low-angle shear zones, such as Itu-Jundiuvira Shear Zone, separating the domains Socorro-Guaxupé Nappe and São Roque.

Surrounding the Itu batholith were recognized six main rock types: granite protomylonites, biotite migmatite, deformed syenogranites, equigranular monzogranite with pyroxene, metatexite amphibolite and paragneiss.

The best studied outcrop is a folded garnet biotite metatexite with granitic leucosome accommodated in the hinges. A little deformed equigranular monzogranite, with diopside and hornblende, occurs a few meters from this outcrop. This rock is very similar to leucosomes produced by partial melting of tonalitic rocks, occurring further east, in the Jundiá region.

The granite protomylonites outcrops mainly in the south of the batholith edge, including on the biotite metatexite outcrop. The microstructures indicate metagranitic rocks have undergone a non-coaxial deformation, which occurred at least under intermediate metamorphism degree, at temperatures range from 400 ° to 500 ° C. Interspersed with these rocks are metatexite amphibolite bodies, which generates a tonalitic liquid *in source*.

The deformed syenogranites occurring in the northwestern edge of the Itu Granitic Province are geochemically (major and minor elements) and petrographically similar to portions of Itupeva Granitic Intrusion, from the province. Mainly on the edges of this province, it is common occurs rocks of granitic composition with varying degrees of mylonitization. These rocks can be related to a post shear or at least contemporary to the placement of batholith.

Typical paragneiss occur weathered, however migmatization processes were identified, with the generation of granitic leucosome and garnet-, biotite- and sillimanite-rich melanosome.

The migmatites indicate metamorphism under at least upper-amphibolite facies.

The cartographic compilation of the study area, as part of this work, allows discussions about definition and distribution of units of Itapira Group.

**KEYWORDS:** Itapira Group, petrography, Itu Granitic Province, igneous petrology, metamorphic petrology, geochemistry, migmatites.



## Agradecimentos

Acabei de perceber que cinco anos não é pouca coisa.

Em 2011 eu era apenas um rapaz que não imaginava quantas pessoas incríveis iria conhecer em São Paulo. Também não imaginava que o tempo passaria tão rápido, mas que aprenderia e cresceria tanto. Há cinco anos, fiz o *chute* mais certo da minha vida.

Agradeço à minha família, meu refúgio e em especial à minha mãe, minha melhor amiga, por ser minha fonte de força. Sei que com o apoio da senhora, sou capaz de tudo. Ao amor e amparo do meu pai, irmãos e sobrinhos. Sou nada sem vocês.

Sabe, geologia não é apenas uma escolha de profissão, e sim, uma paixão. Sou grato por ter conhecido pessoas tão especiais nesses anos. Estas pessoas que têm o mesmo interesse de desvendar os mistérios fascinantes deste planeta e que compartilham do meu amor pelas pedras. Agradeço aos meus amigos Nine, Rafa e Samba, uma vez aventureiros freestyle, sempre aventureiros freestyle! Gastaria páginas falando de vocês e do quanto eu lhes devo. Vilminha, você é demais! Obrigado por tudo e conte sempre comigo! Cris, Pillow e Marcelha, vocês me fizeram minha graduação ser muito mais feliz!

Agradeço à galera que tanto me ajudou estudando ou simplesmente jogando papo fora: Sueca, Jana, Gorda, Lê, Lud, Exú, Xoelma, Bruna, Cano, Mindi, Anelli, Ju, Ramon, Judeu, Cibele, Crá e Mari. Obrigado, Grega, pelas inúmeras dicas e por compartilhar os momentos tensos. Os meninos da pós, Caio e Pedro, pelas dicas e pelo já tradicional café pós-bandeirão.

Os professores sensacionais sempre dispostos a ajudar: Ranato, Adriana, Gergely, Mário, Gaston, Boggiani, Valdecir, Excelso, Eliane, Lena, Fábio. Sinto que mora em mim um pequeno pedaço desse enorme conhecimento que vocês têm. Pessoas assim são essenciais na geo e no mundo da ciência. Obrigado Gi, Val e Fernando, meus colegas de trabalho. Espero ter contribuído, de alguma forma, no projeto.

Dizem pelos corredores do instituto que eu tenho uma mãe na geologia. Lu, eu diria que você é mais: professora, irmã, amiga, uma pessoa incrível. Obrigado pelas broncas, pelos elogios, pelas conversas, apoio e compreensão. Obrigado por me ajudar a entender, desde o primeiro ano, o que é ser um geólogo.

Agradeço aos funcionários do IGc pela convivência e pela ajuda: José Paulo (Zé Paulo), Henrique, Josefa (Zefinha), Paulo Mori (Paulinho), Romilda, Eduardo (Edu), Sandra, Cida (Cidinha). Samuel (Samuca), muito obrigado por ter me ajudado com as amostras! Agradeço às eficientes equipes da secretaria do GMG, seção de graduação e biblioteca.

Bruno, obrigado pela companhia, paciência e disposição pra me ajudar. Melhor revisor de texto. Acima de tudo, obrigado pelo *chute* do final do ano.

Foram momentos incríveis. Os campos foram demais e o curso fornece experiências únicas. Nas minhas semanas fora, pude ver todo o *Trem das cores* que nunca teria visto em outra profissão. Carregarei a geologia pra qualquer canto que a Rosa dos Ventos me levar.

*“O ouro ainda não bem verde da serra, a prata do trem  
A lua e a estrela, anel de turquesa” (Caê)*



## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	2
2. LOCALIZAÇÃO.....	3
3. JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS.....	3
4. FUNDAMENTAÇÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
4.1. Grupo Itapira.....	6
5. MATERIAIS E MÉTODOS.....	8
5.1. Revisão bibliográfica.....	8
5.2. Atividades de campo.....	8
5.3. Análises petrográficas.....	9
5.4. Análises químicas de rocha total.....	9
6. ATIVIDADE DE CAMPO.....	10
6.1. Afloramentos.....	10
7. DESCRIÇÃO petrográfica.....	19
7.1. Biotita gnaiss migmatítico dobrado.....	19
7.2. Monzogranito equigranular.....	20
7.3. Metagranitoides protomiloníticos e rochas associadas.....	25
7.4. Metabásicas.....	29
7.5. Sienogranitos grossos deformados.....	30
8. CONDIÇÕES DE METAMORFISMO.....	35
8.1. Migmatitos.....	35
9. ANÁLISE GEOQUÍMICA.....	38
10. COMPILAÇÃO CARTOGRÁFICA.....	42
11. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45

ANEXO I: Documentação macroscópica

ANEXO II: Fichas petrográficas

ANEXO III: Tabela de dados geoquímicos

ANEXO IV: Mapa geológico

ANEXO V: CD-ROM



## 1. INTRODUÇÃO

O embasamento do Estado de São Paulo é resultado da interação entre as placas São Franciscana e Paranapanema, esta última um antigo núcleo cratônico encoberto pelos sedimentos da Bacia do Paraná (Campos Neto *et al.*, 2004; e referências ali citadas). A colisão entre essas placas resultou nos orógenos Brasília e Ribeira, que apresentam uma extensa e complexa história deformacional, metamórfica e magmática. A existência de falhamentos transcorrentes e de empurrão neste contexto tornou possível a justaposição de blocos tectonicamente distintos, com históricos deposicionais e metamórficos próprios (*e.g.*, *Nappe* de Empurrão Socorro-Guaxupé; Campos Neto & Caby, 1999).

A geologia dos terrenos pré-cambrianos do estado de São Paulo se insere no contexto de estruturação desses orógenos neoproterozóicos, caracterizados na porção central da Província Mantiqueira (*e.g.*, Heilbron *et al.* 2004). Esta complexidade geológica dificulta a compartimentação dos domínios petro-tectônicos. A literatura revelou na última década uma rápida evolução do conhecimento e tentativas de síntese sobre a geologia da região (*e.g.*, Heilbron *et al.*, 2008; Trouw *et al.*, 2013; Brito Neves *et al.*, 2014).

Esses blocos tectônicos apresentam rochas metamórficas diversas, nem sempre bem contextualizadas, e granitos gerados ainda durante o Neoproterozoico, que estão associados às diferentes etapas do processo orogenético (*e.g.*, Alves *et al.*, 2013).

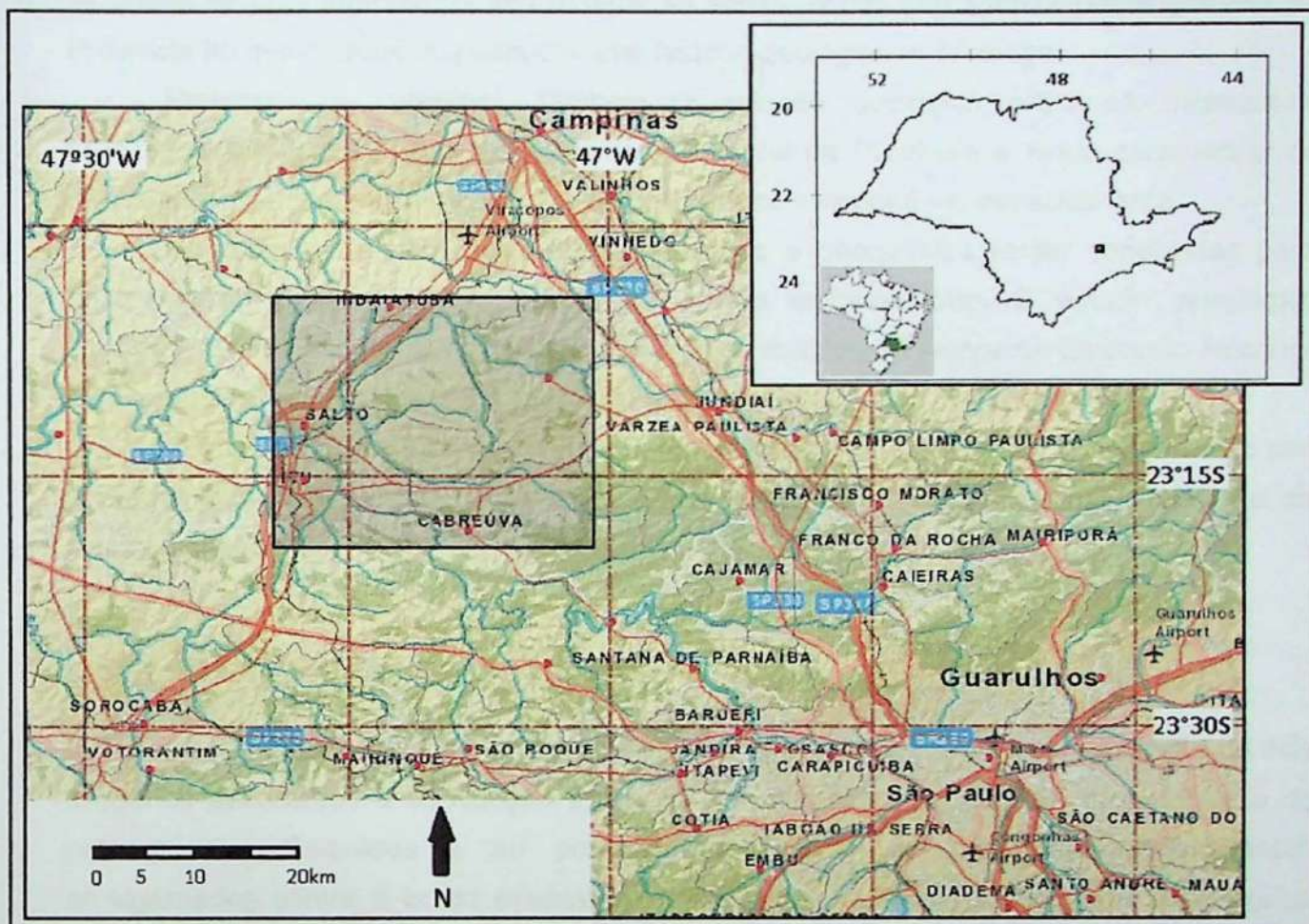
Na região próxima às cidades de Itu, Salto e Cabreúva (SP) afloram granitos pós-orogênicos da Província Granítica Itu (580-590 Ma; Janasi *et al.*, 2009), que tem por embasamento granitos deformados, paragneisses e ortogneisses migmatizados de idade e contextualização tectônica ainda incertas. De acordo com Campos Neto & Caby (1999) essas rochas pertencem à *Nappe* de Empurrão Socorro-Guaxupé (NESG), em sua unidade migmatítica superior; no entanto também são relacionadas com a Faixa de Dobramentos Ribeira (Terreno São Roque; ver discussão em Moraes, 1999).

Neste trabalho foi feita a caracterização geológica, petrográfica e geoquímica das rochas que são intrudidas pelos granitos da Província Itu. Este trabalho é complementar à tese de doutorado de Giovanna Pereira, iniciada em 2013, que estuda os corpos granitoides dessa província.



## 2. LOCALIZAÇÃO

A área de estudo situa-se aproximadamente na região entre as cidades de Itu e Itupeva onde ocorrem diversos afloramentos próximo à cortes de estradas. O acesso, a partir de São Paulo, é feito através da SP-348 (Rodovia dos Bandeirantes) até o “trevo de Jundiaí” que dá acesso a SP-300 (Rodovia Dom Gabriel Paulino Bueno Couto) que liga Jundiaí à região de Itu. Muitos afloramentos são acessados a partir de estradas secundárias que ligam Itu a Cabreúva e Itupeva (Fig. 1).



**Figura1.** Mapa ilustrando a localização aproximada da área estudada e seu principal acesso (partindo de São Paulo) pela Rodovia do Bandeirantes.

## 3. JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS

Na região do sudeste do estado de São Paulo e em regiões adjacentes, ocorre o embasamento constituído por granitoides de idades brasileiras (inclusive deformados), ortognaisses e paragnaisses. Fazer a correlação estratigráfica dessas sequências e obter a relação temporal dos eventos continua sendo uma tarefa em aberto e motivo de controvérsias.



Aliado a isso, ocorre um grande volume de corpos granitoides intrusivos de composições e dimensões variadas, que possuem um zoneamento composicional-espacial ainda não muito claro (alvo do estudo de doutorado de Giovanna Pereira, iniciado em 2013).

A caracterização geológica das rochas do embasamento é um meio de determinar melhor os parâmetros que definem as unidades.

A relação entre os sienogranitos deformados que ocorrem a leste da Província Itu e as zonas de cisalhamento foi investigada: se essas rochas são simplesmente granitos da Província Itu deformados ou possuem uma história geológica mais antiga.

Pretendeu-se investigar, também, a relação geológica entre os migmatitos, processos anatéticos e granitos deformados ao Sul da Província e ainda caracterizar os diversos corpos protomiloníticos, para se possível, correlacioná-los espacialmente.

Etapas de trabalho de campo, petrografia e geoquímica foram conduzidas para contextualizar geologicamente o que é de fato embasamento. O estudo petrológico caracteriza a relação do material estudado com os litotipos da *Nappe* de Empurrão Socorro-Guaxupé previamente descritos na literatura.

O trabalho traz também, com base na petrografia, uma discussão sobre a divisão das unidades litoestratigráficas utilizadas em mapeamentos na região, principalmente o de Hackspacher (1994).

#### 4. FUNDAMENTAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

Os Orógenos Brasília Meridional e Ribeira geram uma zona de superposição de dois orógenos associados à subducção e colisão neoproterozoicos, durante o fechamento do paleo-oceano Goianides e ao posterior fechamento do paleo-oceano Adamastor, amalgamados contra a borda oriental do protocontinente aglutinado do primeiro orógeno (Campos Neto *et al.*, 2004).

O primeiro estágio colisional, com o ápice entre 630-625 Ma, gerou o sistema de *nappes* da borda sul do Orógeno Brasília. O segundo estágio colisional teve o ápice próximo a 580 Ma e resultou no empilhamento de leste para oeste, compartimentando os domínios tectônicos em zonas de cisalhamento oblíquas e empurrões, com mergulhos mais altos (Heilbron *et al.*, 2004; Campos Neto, 2000).

Apesar de ainda ser motivo de debate, o Domínio Socorro-Guaxupé é atualmente interpretado como o ramo meridional da Faixa de Dobramentos Brasília e é dividido em uma Unidade Granulítica Basal, uma Diatexítica Intermediária e uma Metatexítica Superior (Campos Neto *et al.*, 2004). Esta lasca tectônica alóctone ocorre na região como as unidades do Complexo Piracaia (correspondente à Unidade Superior) como migmatitos estromáticos, às vezes peraluminosos, quartzitos e ainda ortognaisses quando próximo à Zona de Cisalhamento (Campos Neto *et al.*, 1983).



O magmatismo brasileiro gerou diversos plútons neste domínio. Ebert (1996) detalha geoquimicamente que a tendência cálcio-alcálica da região foi evoluindo para composições mais alcalinas nos corpos mais tardios. O período pós-orogênico é marcado pela intrusão de corpos rasos de plútons graníticos datados entre 590-580Ma.

A Província Granítica Itu ocorre próxima ao extremo sudoeste da *nappe* (Fig. 2), na borda meridional do cráton Paranapanema, já próximo da Faixa de Dobramentos Ribeira (Campos Neto, 2000). A Província faz parte das dezenas de corpos que se alocaram neste domínio durante o evento brasileiro. Esta reúne quatro intrusões principais: Salto, Cabreúva, Indaiatuba e Itupeva, com algumas dezenas de fácies definidas petrograficamente e geocronologicamente (Galembeck, 1997).

Geralmente, estes são granitos róseos, com assinatura geoquímica de granitos de tipo-A da série aluminosa, e algumas ocorrências de rochas graníticas do tipo rapakivi.

O conjunto de rochas pré-cambrianas no contexto da Faixa Ribeira e *Nappe* de Empurrão Socorro-Guaxupé compõem conjuntos litológicos variados, marcados por evoluções tectono-metamórficas distintas e separadas por distintas zonas de cisalhamento (Morais, 1999).

Segundo Hasui *et al.* (1969), a Zona de Cisalhamento Itu-Jundiuvira (ZCIJ) caracteriza uma descontinuidade limítrofe entre dois blocos tectônicos, ao sul o Bloco São Roque, e ao norte, o Bloco Jundiáí.

Almeida *et al.* (1981) sugerem a separação entre os blocos, usando a mesma sequência de falhas transcorrentes, dos Domínios Socorro-Guaxupé ao norte, onde ocorrem rochas de alto grau metamórfico e o Domínio São Roque ao sul, onde ocorrem sequências vulcanossedimentares com baixo a médio grau de metamorfismo.

Abaixo do Cisalhamento Jundiuvira ocorrem as rochas hoje interpretadas como do Grupo Serra do Itaberaba - São Roque, descritas como sequências metamórficas de baixo a médio grau com a influência de atividade vulcânica submarina além de granitóides nelas intrusivos, limitadas ao sul pela Falha Taxaquara (Juliani, 1993, Juliani & Beljavskis, 1995).

Hackspacher *et al.* (1989) atribuíram a evolução do Grupo São Roque no neoproterozoico, considerando que a sedimentação poderia ter iniciado no final do mesoproterozoico. Bergmann (1988) dividiu o Grupo São Roque na sua unidade basal, Estrada dos Romeiros, com metarritmitos, filitos, metassiltitos e metarenitos; Voturuna, composta por metassiltitos e quartzitos, e Pirapora no topo, representada por metabásicas e metacalcários.

Hackspacher *et al.* (1992) descreveram o Grupo Serra do Itaberaba como composto por metapelitos, metacalcários, metapelitos grafitosos, metapsamitos e metabásicas de médio grau metamórfico.



Tanto o Domínio São Roque quanto o Domínio Socorro-Guaxupé (este incluindo o Complexo Piracaia e a Província Granítica Itu) estão parcialmente recobertos a oeste pelos sedimentos da borda da Bacia do Paraná, sendo comum ocorrer os sedimentos permocarboníferos do Grupo Itararé, arenitos e siltitos de origem glacial (diamictitos).

#### 4.1. Grupo Itapira

O Grupo Itapira é a unidade que imediatamente contorna a Província Granítica Itu e é o principal alvo deste estudo.

Os primeiros estudos sobre o Grupo Itapira foram feitos por Ebert (1968) na região de Amparo, que o definiu como uma faixa de metassedimentos que afloram em sinformais entre os maciços graníticos de Socorro e do Pinhal, podendo ser correlacionadas ao Grupo Andrelândia. Nas antiformais o autor descreveu as rochas do embasamento do Grupo Itapira, metamorfisadas em um grau maior, descritas como Grupo Amparo e relacionáveis ao Grupo Barbacena. A ocorrência destes grupos foi estendida até as regiões de Campinas e Jundiaí (Cavalcante *et al.* 1979 e referências ali citadas).

Wernick (1978) interpretou as rochas de ambos os grupos como polimetamorfisadas e polideformadas. Segundo Artur (1980), os metassedimentos do Grupo Itapira são paleoproterozoicos, com uma história metamórfica neoproterozoica, enquanto os ortognaisses do Grupo Amparo de idades arqueanas.

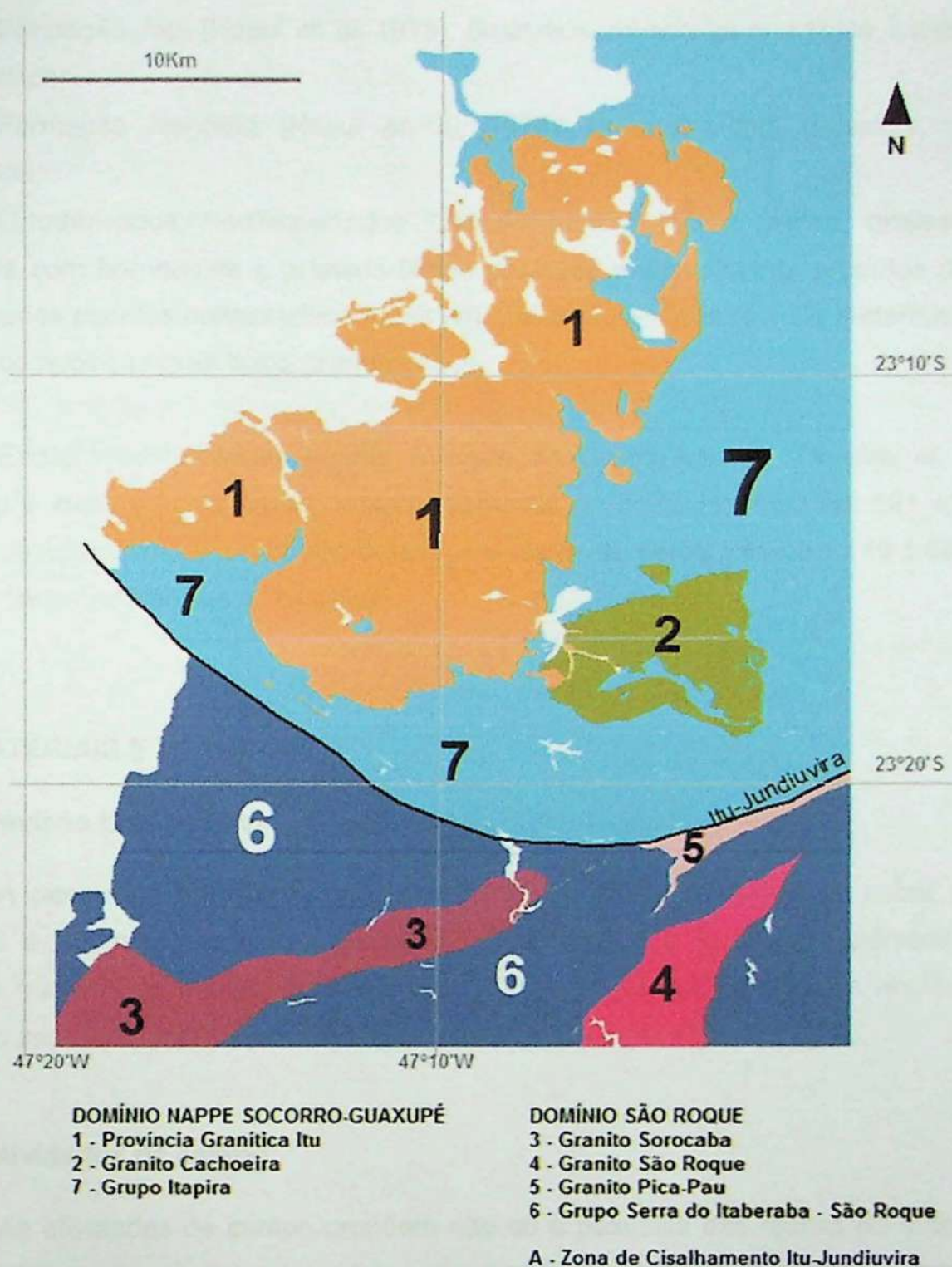
Bistrichi *et al.* (1981), reuniu os Grupos Amparo e Itapira e granitos diversos em Complexo Amparo, enquanto Dantas (1990 e os trabalhos ali citados) chama tais rochas gnáissicas e migmatíticas de Complexo Gnáissico–Migmatítico Pré-São Roque. Campos Neto *et al.* (1983) propuseram denominar esse conjunto de rochas como Complexo Piracaia, nomenclatura usada no trabalho de compilação cartográfica de Moraes (1999).

Dantas (1990) subdividiu o Complexo Gnáissico Migmatítico em duas unidades correlacionáveis aos Grupos Amparo e Itapira: uma formada por migmatitos e ortognaisses e outra por xistos, gnaisses bandados, paragnaisses quartzosos e quartzitos, respectivamente.

Hackspacher (1994) mapeou a região de Cabreúva e reconheceu as Formações Hermida, Japi e Jundiuvira, e ainda migmatitos e gnaisses ortoderivados que ocorrem a norte da ZCIJ. Todo este conjunto foi englobado dentro do Complexo Itapira.

Os metassedimentos que ocorrem na região de Jundiaí são denominados como Formação Japi e considerados como parte do Grupo Itapira. Os migmatitos e gnaisses (incluindo paragnaisses) com sillimanita foram chamados de Formação Hermida (Hasui *et al.* 1978).





**Figura 2.** Mapa geológico da região das cidades de Itu e Cabreúva, com indicação dos corpos graníticos aflorantes, zonas de cisalhamento e compartimentação tectônica (adaptado de Galembeck, 1997; Hackspacher, 1994, Moraes, 1999).

Para este trabalho foram consideradas as seguintes unidades litoestratigráficas do Grupo Itapira (da base para o topo):

- Formação Jundiuvira (Hackspacher *et. al.* 1992): biotita gnaisses e granada-biotita gnaisses muito cisalhados e migmatíticos que ocorrem muito próximos a ZCIJ;



- Formação Japi (Hasui *et. al*, 1978): quartzitos, muscovita-quartzitos, biotita gnaisses e anfibolitos;
- Formação Hermida (Hasui *et. al*, 1978): granada-biotita gnaisses, gonditos e anfibolitos;
- Ortoderivados "indiferenciados" (Hackspacher, 1994): biotita gnaisses, biotita gnaisses com hornblenda e granada-biotita gnaisses provavelmente produtos de anatexia dos próprios pacotes metassedimentares em que estão encaixados. Os materiais anatéticos são de composição granítica a granodiorítica.

Existem controvérsias quanto à idade do Grupo Itapira. Oliveira *et. al.* (2003) calculou a idade mínima para o metamorfismo do anfibolito Hermida em  $591 \pm 19$  (Ar–Ar). Outras datações nestes anfibolitos deram uma idade de metamorfismo  $1.140 \pm 88$  Ma (K–Ar) (Artur, 1980 e referências ali citadas).

## 5. MATERIAIS E MÉTODOS

### 5.1. Revisão bibliográfica

A pesquisa bibliográfica tem o objetivo de reunir os trabalhos sobre a geologia regional e a familiarização das unidades. A definição dos domínios tectônicos na região ainda é questão de debate, portanto, usar a bibliografia pra conciliar os resultados deste trabalho será fundamental para tecer propostas sobre a geologia da região.

### 5.2. Atividades de campo

As atividades de campo propõem não só a pesquisa das rochas do embasamento, mas também uma pesquisa faciológica dos granitos e da relação batólito - embasamento. Dados de outros levantamentos de campo, como do Doutorado de Giovanna Pereira, em andamento, também foram utilizados.

Também foi possível a interação entre os dados de campo deste trabalho com o trabalho de formatura de Fernando Prado Araújo, que ocorre concomitantemente, focando numa área mais a leste. A correlação dos litotipos estudados nos dois trabalhos é uma forma de compreender a evolução geológica num contexto mais amplo.

Uma primeira etapa de atividades de campo foi realizada entre os dias 23 e 26 de janeiro de 2015. Esta primeira etapa focou no reconhecimento introdutório do contexto geológico, assim como na obtenção de amostras para petrografia e análises geoquímicas. A segunda etapa foi realizada no dia 30 de setembro de 2015, a fim de se fazer outra



amostragem, levantamento de dados texturais/estruturais e análises petrográficas, principalmente na porção ao sul da Província Itu.

O foco do trabalho não foi o mapeamento, mas o estudo de detalhe de afloramentos chave, reconhecendo e estabelecendo a relação geológica entre os litotipos, uma vez que a área do projeto é bastante extensa e os trabalhos de campo visavam atender mais dois projetos.

Adicionalmente foram compilados, a partir de mapas originais, os limites das unidades tectônicas e litológicas da área de estudo, utilizando o *softwares* Arcgis e QGis. Uma das metas desse trabalho de formatura também foi a familiarização com essas ferramentas.

### **5.3. Análises petrográficas**

Neste trabalho foi confeccionada pelo menos uma seção delgada de todos os pontos do embasamento em que houve material coletado. A partir das duas etapas de campo, foi possível a confecção de trinta seções delgadas com espessura de 40  $\mu\text{m}$ , elaboradas no Laboratório de Laminação do Instituto de Geociências.

Nas seções delgadas foram caracterizadas a mineralogia e textura das rochas, fazendo uso de microscópio petrográfico Olympus BXP-40, do Laboratório de Petrografia do IGc-USP. A documentação fotomicroscópica foi feita no microscópio modelo Zeiss AXIOImager.Azm associado a uma câmera, instalado na Sala de Óptica, pertencente ao Núcleo de Apoio à Pesquisa (NAP) Geonálítica do IGc-USP. O tratamento das imagens foi executado utilizando o Axiovision, um *software* próprio do equipamento.

### **5.4. Análises químicas de rocha total**

Foram realizadas onze análises de rocha total. O tratamento das amostras (fragmentação, britagem, quarteamento e moagem) foi realizado no Laboratório de tratamento de amostras (LTA) também pertencente ao NAP Geoanalítica.

O processo envolveu a britagem do material, em britador com mandíbulas de ferro, até a fração de seixo-grânulo e o uso do quarteador do tipo *Jones* para homogeneizar as amostras e obter a alíquota total de aproximadamente 50mg. Em um moinho de disco de ágata, foi feita a moagem até a fração de argila, evitando sempre possíveis contaminações. A partir do material moído, foram confeccionadas as pastilhas prensadas e fundidas, que estão nos Laboratórios de Química/ICP-MS e Fluorescência de raios X (FRX) do NAP Geoanalítica. Foram obtidas 11 análises de elementos maiores, menores e alguns traços por Fluorescência de raios X.



## 6. ATIVIDADE DE CAMPO

As etapas de campo foram feitas seguindo a sistemática de amostragem e padrões de nomenclatura da coordenadora do projeto que já havia feito previamente algumas outras atividades de campo na região (Tabela 1). O primeiro campo se dividiu na coleta de amostras de rochas da Província Granítica Itu, para o trabalho de doutorado de Giovanna Pereira, a visita de afloramentos chave para entender o embasamento e o reconhecimento de diferentes litotipos, através das estradas principais.

Na segunda etapa, foram visitados afloramentos na Estrada Vereador José de Moraes, e principalmente, na Estrada dos Romeiros, ao longo do curso do Rio Tietê, que tangencia a borda sul da Província Itu, onde se procurou investigar melhor a distribuição dos litotipos estudados até então. No total, foram visitados catorze afloramentos de embasamento, onde doze puderam ser amostrados (Anexo 1).

Em termos de unidades, a maior parte dos afloramentos visitados pertencem às porções descritas por Hackspacher (1994) como rochas ortoderivadas, exceto pelos pontos CAB-15-55, 56, 70 e 72. Os pontos CAB-15-62, 68 e 69 ficam na borda nordeste da Província Itu, próxima na região descrita como Formação Hermida.

### 6.1. Afloramentos

Ao sudoeste da Província Granítica Itu (ver Fig. 3), numa região descrita como de ortognaisses, está o afloramento CAB-15-48, uma das melhores exposições deste estudo. Trata-se de um corte de estrada onde ocorre principalmente um (granada)-biotita metatexito dobrado (Fig. 4a). O leucossoma granítico sofre uma leve migração mais ou menos paralela à foliação chegando a formar bolsões leucocráticos. O bandamento estromático varia de subcentimétrico a decimétrico. Os pseudomorfos de granada, substituídos por clorita e biotita, chegam a 1cm e ocorrem em apenas algumas porções do afloramento. Ao redor dos resíduos de fusão, quando em contato com o leucossoma, pode haver biotita definindo uma estrutura tipo *selvedge*. Lentes anfibolíticas de espessuras decimétricas também ocorrem intercaladas (Fig. 4b).

Cortando este migmatito, ocorre um granito protomilonítico (Fig. 4c). O migmatito vai se tornando milonítico próximo a uma zona de falha que o corta (Fig. 5a) até este se tornar um ultramilonito com leucossoma bastante estirado.

A algumas dezenas de metros a sul (sentido Itu), está o afloramento do ponto CAB-15-49, um granito cinza equigranular médio sutilmente foliado, com clinopiroxênio, hornblenda, biotita, feldspato e quartzo (Fig. 5b).



Na porção a leste da Província Granítica Itu ocorrem os paragneisses metatexíticos dos pontos CAB-15-55 e 56. Esses paragneisses provavelmente são os típicos granada-biotita gnaisses mapeados como Formação Hermida, que afloram bastante alterados, não sendo foi possível realizar amostragem. Foi possível descrever um leucossoma granítico, em bandas subcentimétricas a decimétricas, usualmente dobrado. O melanossoma é composto por biotita, porfiroblastos de granada idioblástica e sillimanita acicular (Fig. 5c).

Os afloramentos dos pontos CAB-15-46, 47 e 71 estão na unidade dos ortogneisses. São protomilonitos de granito com porfiroclastos de feldspato de granulação média em matriz quartzo-feldspática fina e foliação milonítica mergulhando para N (Fig. 6a). Estes protomilonitos cinzas são relativamente comuns, e mesmo considerando a amostragem concisa, eles ocorrem em diversos locais dentro da área estudada. Tais rochas são frequentemente cortadas por um granito róseo médio, por vezes foliado e com um índice de cor por volta dos 5% (Fig. 6b). Os anfibolitos são corpos métricos, como nos pontos CAB-15-48 e 73. São rochas foliadas intercaladas nos protomilonitos.

No ponto CAB-15-72, em blocos em um morro, ocorre um anfibolito descrito como pertencente à Formação Hermida. Este possui *patches* de quartzo e plagioclásio (leucossoma tonalítico), evidenciando uma fusão parcial *in source* (Fig. 6c).

Na borda leste da Província Granítica Itu ainda ocorrem os sienogranitos deformados dos pontos CAB-15-62, 68 e 69 em afloramentos moderadamente alterados. Possuem uma foliação definida por minerais máficos e uma textura milonítica definida por cristais orientados (estirados, sigmoidais ou, às vezes, subtabulares) de feldspato alcalino em uma matriz média (Fig. 7a). O protólito é provavelmente uma rocha grossa, rica em enclaves máficos. Alguns cristais de feldspato alcalino contêm sobrecrecimento de plagioclásio. A foliação varia de marcante a sutil em escala poucos metros, podendo ocorrer dobramentos, em alguns casos (Fig. 7b).

No ponto CAB-15-70 também um sienogranito levemente foliado que ocorre a poucos quilômetros a norte da Suíte Cachoeira (Fig. 7c), numa região descrita como Formação Hermida.

Próximo ao contato do embasamento com sul da Província Itu, no ponto CAB-15-73, ocorre o protomilonito de granito com corpos de anfibolito intercalados. Em contato com o protomilonito está um ultramilonito róseo que, em escala de poucos metros, migra gradativamente para um protomilonito de granito (Fig. 7d).

Estes sienogranitos com índice de cor por volta dos 6% poderiam ser das províncias graníticas Itu e Cachoeira deformadas por um cisalhamento mais jovem ou rochas antigas do embasamento retrabalhadas durante o brasileiro.



**Tabela 1:** descrição sucinta dos pontos visitados, informações obtidas em campo e o objetivo das amostras

Ponto	Coordenada (23K)	Litotipo(s)	Laminas
CAB-15-46	0267636 x 7426136	Granito milonítico deformado com veios pegmatíticos (predominância de Kfs). Presença de sulfetos	46 (1)
CAB-15-47	0267311 x 7426528	Mesmo granito milonítico foliado do ponto anterior. Presença de sulfetos (como pirita) em planos de fratura	47A (1) e 47B (1)
CAB-15-48	0266529 x 7427060	Da esquerda pra direita (pra esquerda está Itú), afloram: 1. Granito cinza igual do ponto CAB-15-49 2. Gnaiss cinza relativamente homogêneo com bandas mais claras muito finas. 3. ultramilonito (muito recristalizado) e leucossoma estirado. 4. Gnaiss metatexitico dobrado com leucossoma e melanossoma de diversas espessuras (de subcentimétrica a decimétrica), com presença de <i>selvedge</i> (aparentemente só de biotita) em volta dos resíduos de fusão. 5. milonito com presença de feldspato alcalino sigmoidal, provavelmente provenientes do leucossoma. 6. Porção mais homogênea de espessura métrica (2,5m) de um granito intrusivo fino-médio mais ou menos concordante com a foliação. 7. Novamente o metatexitico cinza. 8. Gnaiss mais bandado com pseudomorfos de granada substituída por biotita nas porções mais claras.	48A (3), 48B (2), 48C (1), 48D (1) e 48E (1)
CAB-15-49	0266549 x 7426771	Granito foliado equigranular médio (0,5-2mm, localmente mais grosso), composto essencialmente por anf (20), bt(10), pl (15), qz (20), kfs (25). Ainda possui titanita idiomórfica e epidoto tardio.	49 (1)
CAB-15-55	0293084 x 7438962	Gnaiss metatexitico dobrado, com bandas leucocráticas centimétricas compostas por qtz, pl e kfs. Nas bandas escuras há predominantemente, bt, pseudomorfos de granada (subst. Por bt) , pl e sill. Possivelmente há um quartzito intercalado.	
CAB-15-56	0292788 x 7440103	Gnaiss metatexitico bandado com melanossoma micáceo (+sill + pseudomorfos de grt idioblástica de até 3cm subst. por bt) e leucossoma granítico de diversas espessuras (subcentimétricas a decimétricas). Há também veios centimétricos discordantes (com várias direções) cortando o afloramento todo.	
CAB-15-62	0286559 x 7441077	Granito foliado com cristais tabulares de kfs orientados segundo foliação dada pelos minerais máficos. O protólito é uma rocha granítica grossa com evidências de mistura de magmas e sobrecrecimento de feldspatos (rapakivi e anti rapakivi?).	62A (1) e 62B (1)
CAB-15-68	0285777 x 7441106	Ortognaiss granítico similar ao do ponto CAB-15-62	68A (1), 68B (1) e 68C (1)
CAB-15-69	0285661 x 7441153	Ortognaiss granítico similar ao do ponto CAB-15-62. Há feições de dobramentos justapostos.	
CAB-15-70	0291196 X 7429181	Granito levemente foliado equigranular róseo associado à granito mais fino e félsico.	70 (1)
CAB-15-71	0282111 x 7423017	Ortognaiss com injeções de espessuras centimétricas a submétricas de granito, as vezes mais ou menos foliado. O milonito tem granulação fina-média, lembrando bastante os protomilonitos dos pontos CAB-46 e 47. Intercalações de porções mais máficas. O granito é mais grosso e com 5% de máficos. O tem +- 15%,	71A (1), 71B (2), 72C (2)
CAB-15-72	0280287 x 7421933	Gnaiss migmatítico com <i>patches</i> de material rico em quartzo e plagioclásio e cristais bem desenvolvidos de anfibólio.	72A (1), 72B (1)
CAB-15-73	0270218 x 7424375	Biotita - gnaiss intercalado com rocha anfibolítica. O granito (Cabreúva) ocorre mais a NE, separado por uma zona de cisalhamento que produz uma milonitização.	73A (1), 73B (1), 73C (1), 73D (1)
CAB-15-74	0269708 x 7424898	Biotita - gnaiss com cristais de feldspato de até 1cm	74A(1)



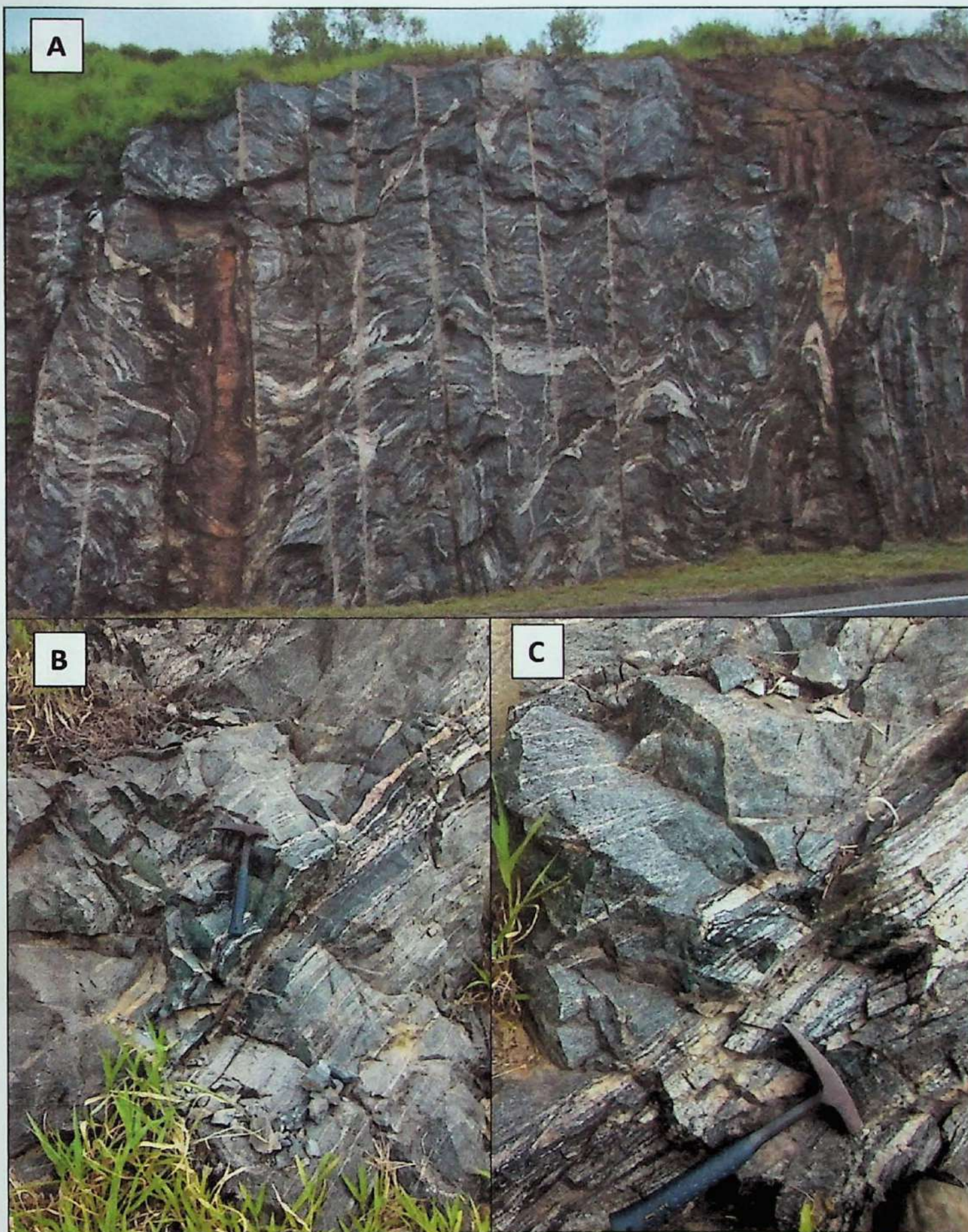
**Tabela 1:** descrição sucinta dos pontos visitados, informações obtidas em campo e o objetivo das amostras (cont.)

Ponto	Coleta	Química total	Acesso	Medidas
CAB-15-46	Uma única amostra grande	X	Afloramento na Rodovia Eng. Herculano de Godoy Passos	Sn: N85W/52NE
CAB-15-47	A - granito deformado B- com fraturas preenchidas		Afloramento na Rodovia Eng. Herculano de Godoy Passos	
CAB-15-48	A – migmatito leuco + melanossoma (3 pedaços) B – "mesossoma" (1 pedaço) C – porção mais máfica pobre em leucossoma (migrou?) (1 pedaço) D – ultramilonito (1 pedaço) E – granito cisalhado (protomilonítico)	48A (X), 48B (X), 48C (X), 48D (X) e 48E (X)	Afloramento na Rodovia Eng. Herculano de Godoy Passos. Paredão com dobras	SM migmatito total (leuco+melanossoma): $0,365 \pm 0,581 \times 10^{-3}$ SM granito intrusivo: $6,010 \pm 0,716 \times 10^{-3}$ SM granito foliado: $0,611 \pm 0,106 \times 10^{-3}$ SM granito foliado máfico: $0,901 \pm 0,714 \times 10^{-3}$ SM ultramilonito: $1,94 \pm 1,08 \times 10^{-3}$
CAB-15-49	Duas amostras grandes		Afloramento próximo ao ponto anterior – sentido Itu	SM = $6,48 \pm 1,25 \times 10^{-3}$ SI
CAB-15-55			Afloramento do aterro na rodovia Akzo Nobel (acesso por Itupeva)	Foliação N315/55SW
CAB-15-56			Afloramento em estrada de terra (acesso à esquerda na Rod. Akzo Nobel), em antiga pedreira	Foliação N318/46SW, N304/57SW
CAB-15-62	A - granito menos deformado B- granito mais deformado	62A (X) e 62B (X)	Afloramento de blocos em plantação de milho beirando estrada de asfalto	SM = $5,07 \pm 1,44 \times 10^{-3}$ SI
CAB-15-68	A – granito gnáissico B- granito gnáissico C- dique aplítico	68A (X), 68B (X) e 68C (X)	Milharal, ao lado da estrada de terra	
CAB-15-69			No morro próximo ao milharal	SM = $8,32 \pm 0,815 \times 10^{-3}$ SI
CAB-15-70	Uma mostra para laminar: A- granito mais grosso B - granito fino		Perto do pedágio, na SP 300. Corte de estrada.	
CAB-15-71	A - ortognaisse (2 pedaços) B - granito no ortognaisse (2 pedaços) C - porções máficas no granito (2 pedaços)		Blocos in situ no Hotel fazenda Casa dos Coqueiros	
CAB-15-72	A - Gnaiss com leucossoma (3 pedaços)		Estrada dos Romeiros	
CAB-15-73	A - Rocha gnáissica B- anfibolito C- milonito (granito) D-granito menos milonitizado		Estrada dos Romeiros	Foliação: N154/20SW Padrão de fraturamento: N162/80NE Lineação: 240/19
CAB-15-74	4 amostras médias		Estrada dos Romeiros	



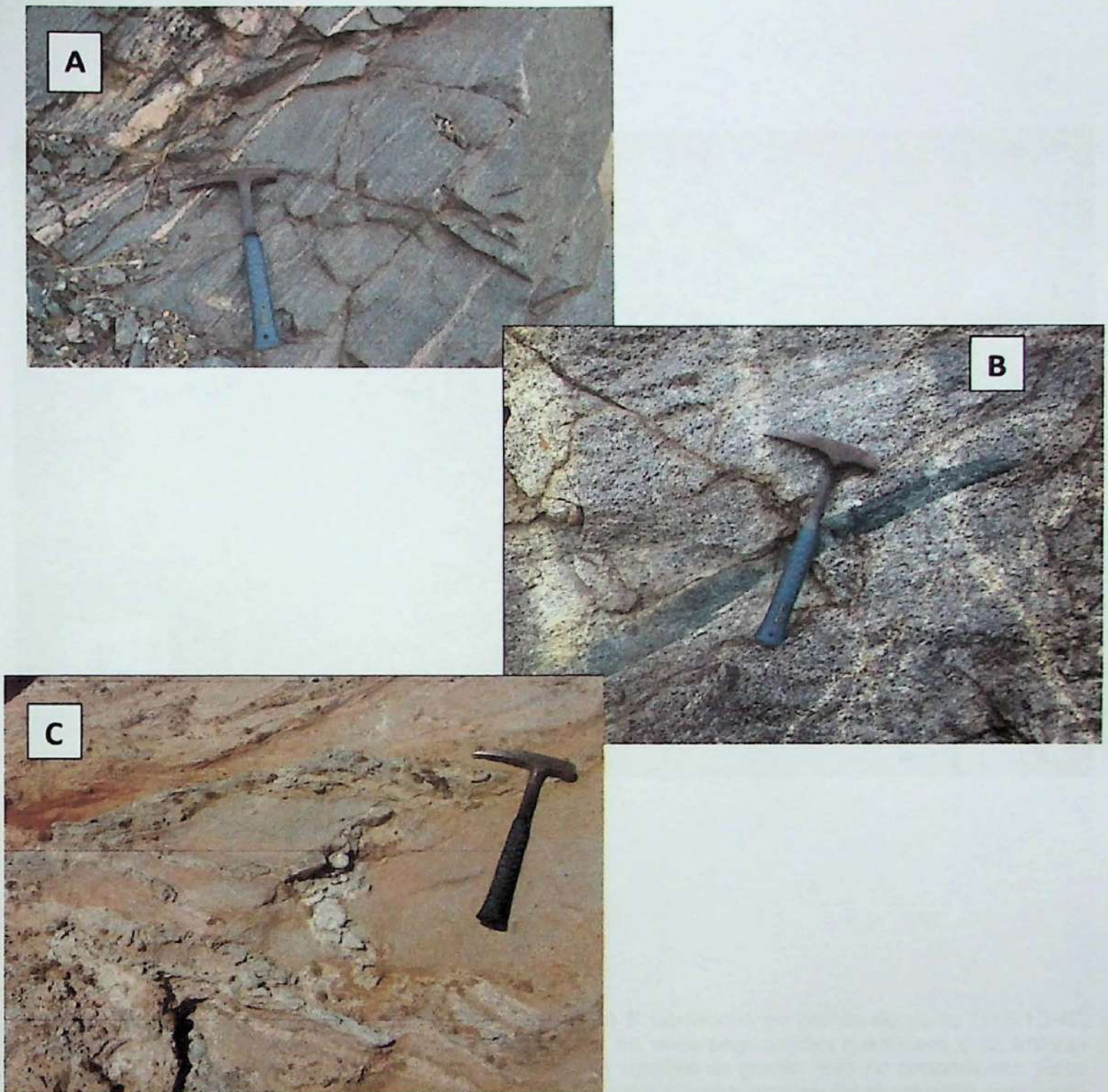






**Figura 4.** Fotografias do migmatito dobrado na direção SW-NE: **a)** vista geral do afloramento (cerca de 6m de altura). os leucossomas aparecem dobradas; **b)** lentes de anfibolito intercaladas (porções mais escuras); **c)** contato entre o granito milonítico (porção superior da foto) e o gnaiss (porção inferior).





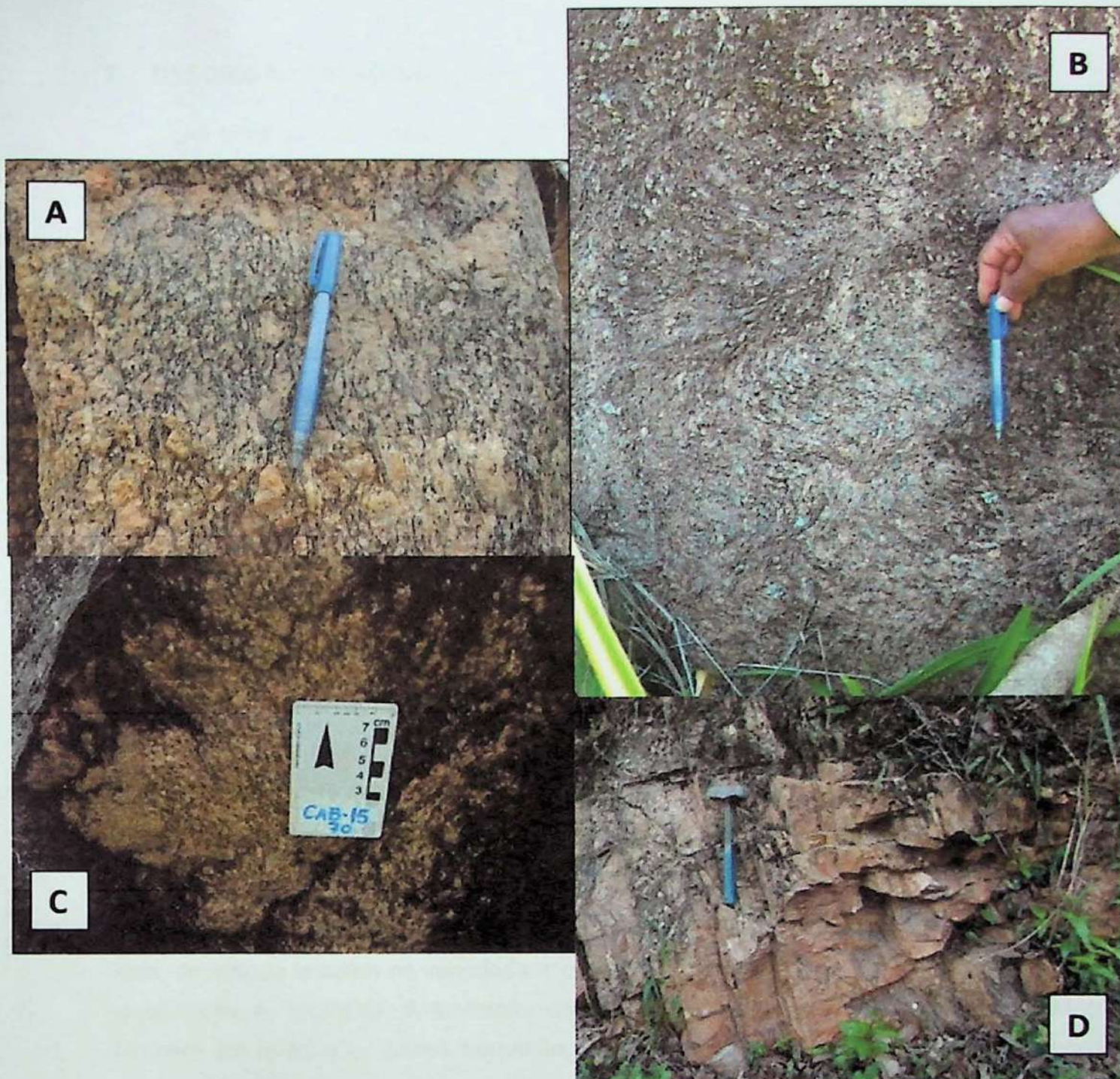
**Figura 5.** a) porção milonitizada do paragnaisse do ponto CAB-15-48 (notar que o leucossoma granítico assume padrões estirados); b) enclave máfico no granito equigranular do ponto CAB-15-49 - apesar de estar a poucos metros de uma zona de cisalhamento e ultramilonitos, esta rocha possui uma foliação sutil; c) paragnaisse metatexítico granatífero do ponto CAB-15-56- apesar da alteração, foi possível identificar o leucossoma quartzo-feldspático proeminente e as granadas centimétricas.





**Figura 6.** Rochas promiloníticas e intercalações. **a)** Protomilonito de granito do ponto CAB-15-47, semelhante ao granito de um ponto anterior (notar os veios pegmatóides quartzosos e as fraturas milimétricas preenchidas por epídoto e sulfetos); **b)** injeções de granito rosa no protomilonito. Esse granito é mais grosso e com um índice de cor menor que a rocha encaixante; **c)** anfibolito com fusão *in situ* e *in source*. O líquido que corta as estruturas da rocha é provavelmente proveniente da fusão parcial do próprio anfibolito. Não ocorrem estruturas de injeção de líquido externo ou uma rede de coleta deste material tonalítico gerado.





**Figura 7.** Sienogranitos com diferentes intensidades de deformação. **a)** rocha do ponto CAB-15-62, com cristais centimétricos de feldspato alcalino estirados segundo a foliação. O quartzo recrystalizado da matriz assume uma cor cinza; **b)** afloramento do ponto CAB-15-69 com dobras centimétricas justapostas; **c)** granito levemente foliado do ponto CAB-15-70, ao norte da Província Cachoeira; **d)** milonito de granito cortado por um sistema de fraturas subverticais.



## 7. DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

As trinta seções delgadas confeccionadas a partir das amostras foram descritas em fichas petrográficas (Anexo 2).

### 7.1. Biotita gnaiss migmatítico dobrado

Os migmatitos do ponto CAB-15-48 são biotita gnaisses metatexíticos com leucossoma sienogranítico. O leucossoma ocorre paralelo à foliação ou se acumula em bolsões próximos às charneiras das dobras.

As bandas de leucossoma têm espessuras centimétricas e são compostas essencialmente por quartzo, feldspato e às vezes granada. A textura é predominantemente inequigranular xenomórfica de fina a média, localmente granular, com grãos imbricados em contatos côncavo-convexos, produtos da cristalização do fundido (Figs. 8a e 8b). Em algumas porções a textura tende a ser granoblástica indicando um processo de recristalização estática (Fig. 8c).

O quartzo é anédrico, de tamanhos variáveis. Como é relativamente menos resistente que outros minerais (*e. g.* feldspato alcalino), o quartzo expressa a deformação com a formação de micromosaicos através de recristalização por rotação de subgrãos (Fig. 8d) e frequente extinção ondulante (Fig. 8e).

Ocorre o predomínio de feldspato alcalino, anédrico, de tamanhos variáveis, com até 3mm, ocorrendo também na variedade microclínio e micropertítico (Fig. 8f). O processo de sericitização é frequente. A formação de padrões em sigmoides em feldspato alcalino (também em quartzo e, menos frequente, em plagioclásio) sugere uma deformação não-coaxial contemporânea ou posterior à anatexia.

O plagioclásio é anédrico, raramente subédrico, ligeiramente mais fino que o feldspato alcalino. A geminação da lei da albita está frequentemente flexurada o que dificulta o cálculo do teor de anortita (Fig. 9a). As texturas que provavelmente se relacionam com as modificações no *subsolidus* entre os líquidos finais do leucossoma são expressas na forma quartzo goticular na interface plagioclásio-feldspato alcalino (mirmequita, Fig. 9b) e como exsoluções de feldspato alcalino em plagioclásio (antipertita, Fig. 9c).

As bandas escuras são subcentimétricas, com tons esverdeados devido à presença de clorita. A textura lepidoblástica é definida por cristais de biotita. Localmente ocorrem porfiroblastos subcentimétricos de pseudomorfos de granada substituída por biotita e clorita.



A biotita ocorre principalmente no melanossoma e em dois padrões: o primeiro sub a idioblástico, de formas tabulares e chegando a dimensões de 2mm com forte pleocroísmo de verde – caramelo – castanho-escuro. O segundo, xenoblástico, mais fino, castanho-escuro e pleocroísmo sutil. Isso sugere uma diferença composicional, provavelmente pelo teor de Ti. Por ser um mineral relativamente menos competente, está frequentemente flexurada, dobrada ou em padrões tipo *fish*, registrando o cisalhamento simples (Fig. 9d).

Em ambas as bandas, a biotita é fortemente substituída por clorita e muscovita (Fig. 9e e 9f), especialmente ao longo de fraturas que cortam a rocha paralelamente à foliação. Essa substituição é possível devido principalmente à mobilização de Fe e Mg durante os eventos tardios.

Embora possa chegar a 1cm no leucossoma, a granada que ocorre no melanossoma é subidioblástica, em média de 2mm, intensamente fraturada. A relação de cinemática/blastese é obliterada pelas fraturas e substituições (Fig. 10a), porém a granada é pelo menos pré-cinemática ao bandamento gnáissico (possivelmente sin-). O processo de substituição por clorita e biotita é avançado, chegando a gerar pseudomorfos (Fig. 9b). Ao longo das fraturas também é comum ocorrer sericita (Figs. 10c e 10d).

As fases acessórias principais são: opacos, apatita, ilmenita, zircão, monazita (Figs. 10e e 10f), e são mais comuns nas bandas de melanossoma. Os opacos são sempre anédricos, de diversos tamanhos e associados à biotita. O zircão ocorre principalmente como inclusões na biotita idioblástica, gerando halos pleocróicos.

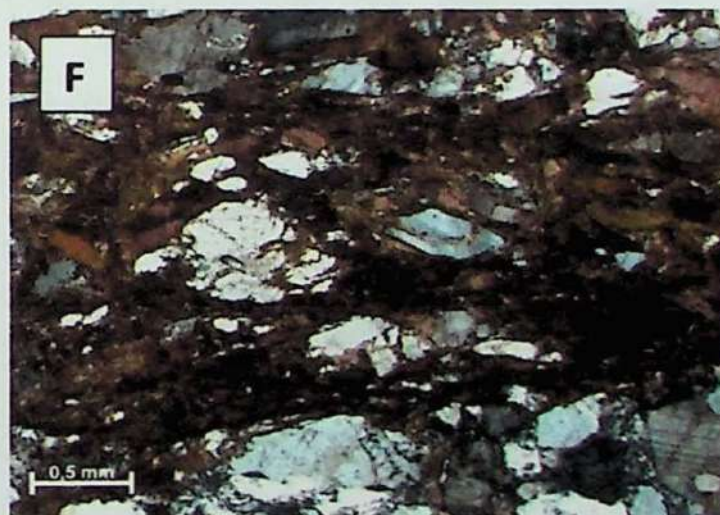
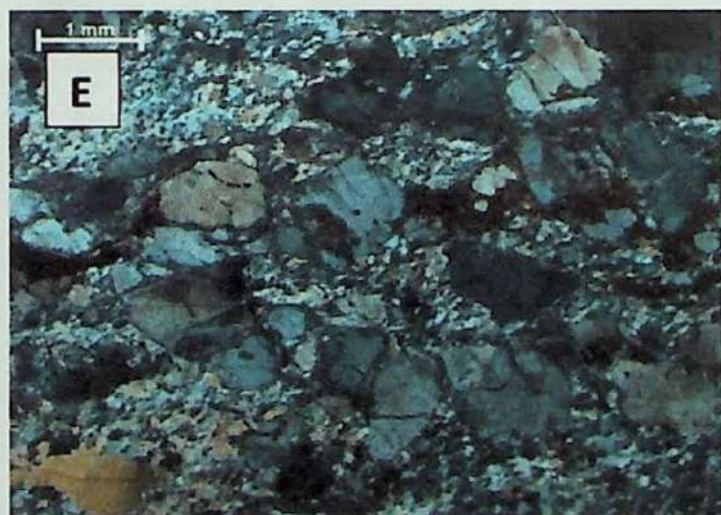
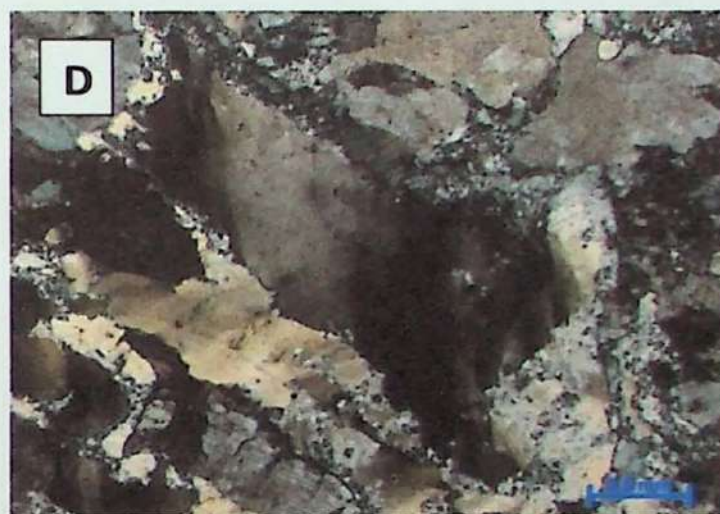
## **7.2. Monzogranito equigranular**

Este monzogranito ocorre no ponto CAB-15-49. Trata-se de um granito sutilmente deformado, equigranular médio (cerca de 2mm). A textura é xenomórfica, com cristais imbricados (Figs. 11a e 11b). A biotita e os inossilicatos, hornblenda e clinopiroxênio, estão sutilmente orientados e o quartzo pode estar estirado ou com extinção ondulante, refletindo a deformação.

O feldspato alcalino é subédrico e ocorre também como microclínio. A albita é subédrica e contém lamelas de exsolução (antipertita).

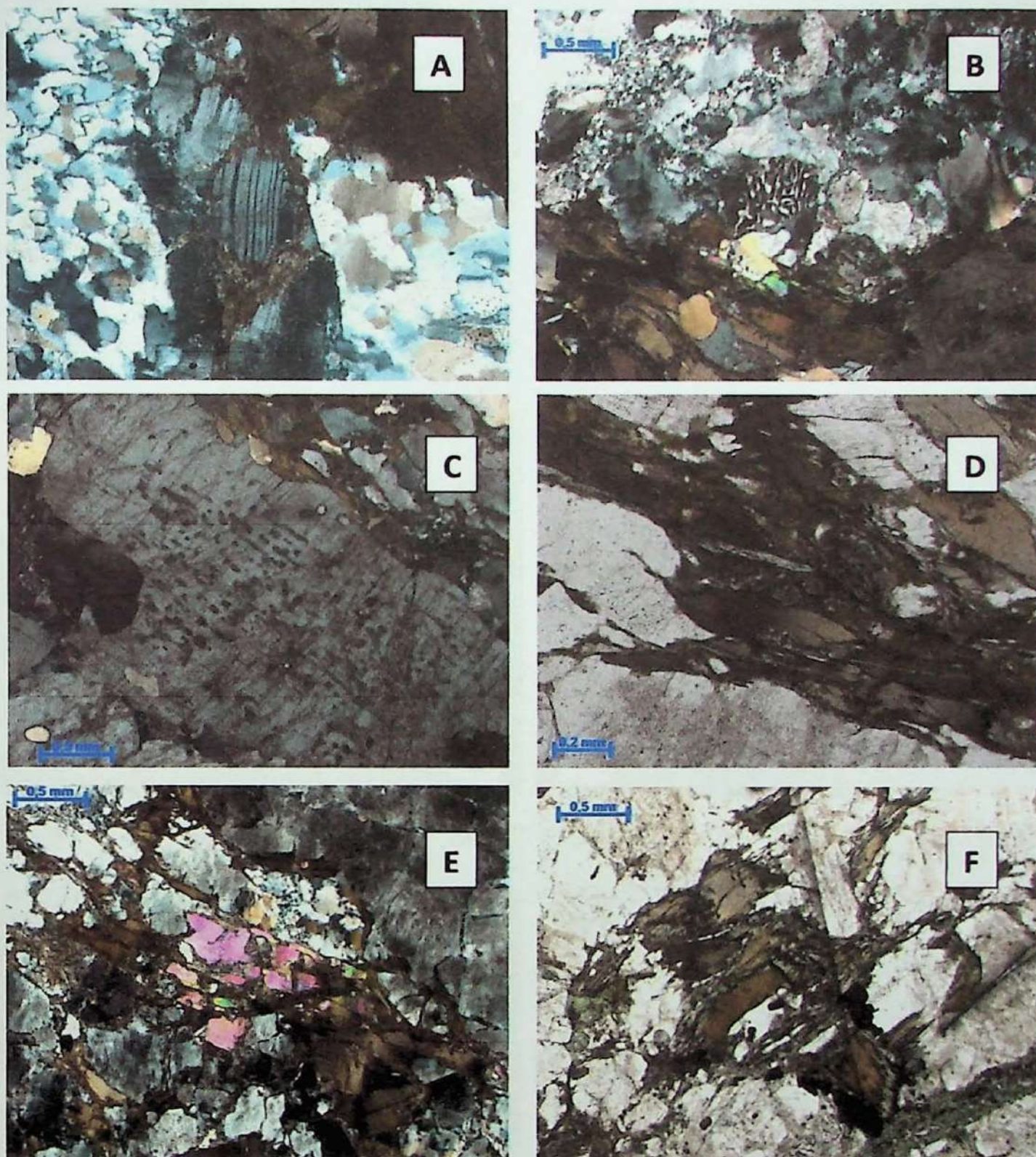
Esta rocha contém clinopiroxênio anédrico (Fig. 11c), provavelmente diopsídio, parcialmente substituído por hornblenda (Fig. 11d). A biotita pode ocorrer anédrica a euédrica, de tons caramelos a castanho-escuro, com as bordas cloritizadas (Figs. 11e e 11f). Como acessórios, ocorrem os opacos anédricos associados ao clinopiroxênio, apatita e raros cristais de zircão.





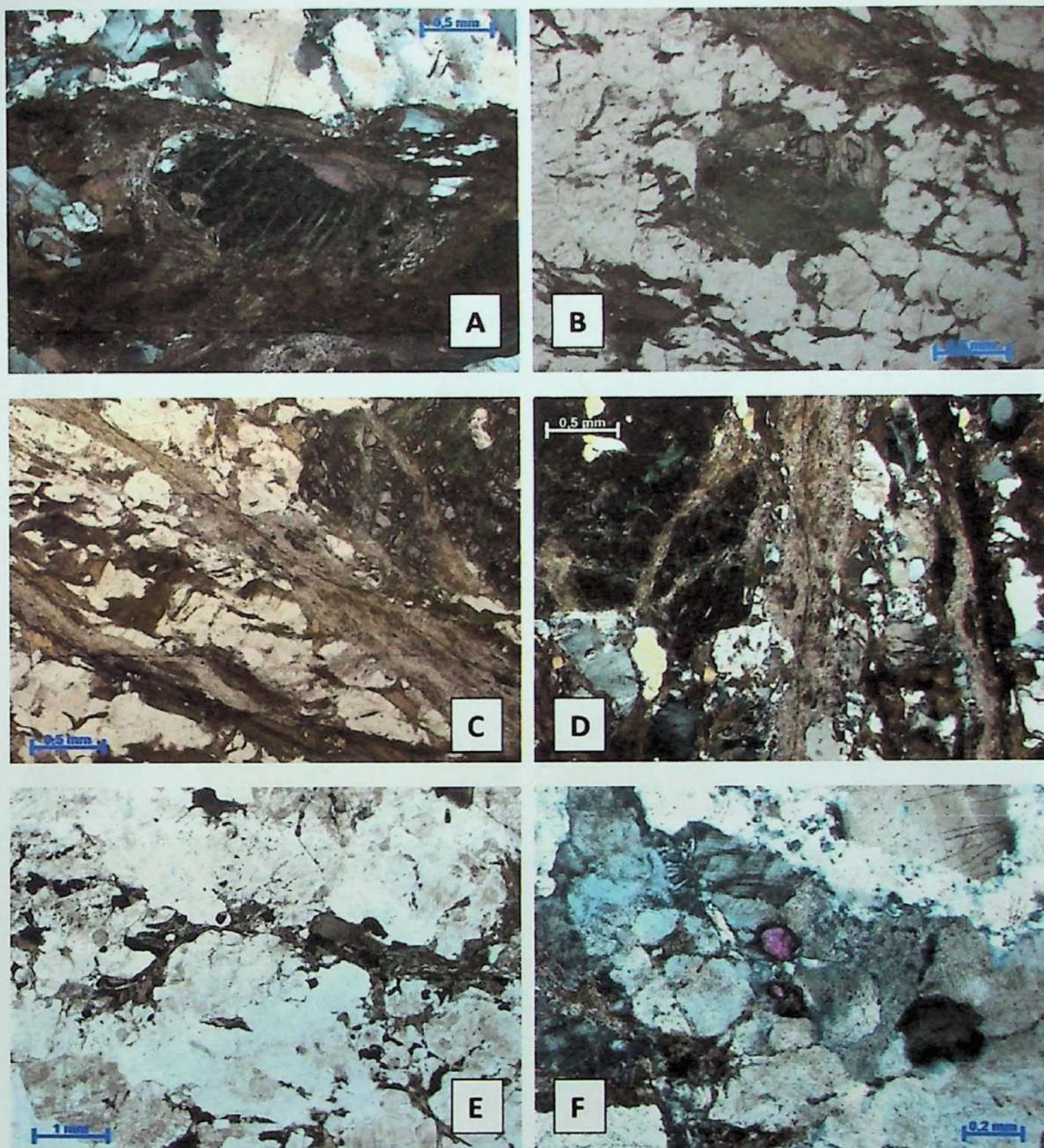
**Figura 8.** Fotomicrografias dos paragneisses do ponto CAB-15-48: a) e b) textura xenomórfica inequigranular, com imbricamento intercristalino na porção leucossomática (polarizadores cruzados); c) porção granoblástica no leucossoma, indicando localmente uma recrystalização com um maior equilíbrio textural (polarizadores cruzados); d) extinção ondulante em quartzo e formação tipo bulge (notar as bordas cominuídas do cristal; polarizadores cruzados); e) micromosaicos policristalinos (predominância de quartzo) - o quartzo é recrystalizado em grãos finos por meio de rotação de subgrãos, diferentemente do feldspato (polarizadores cruzados); f) feldspato alcalino sigmoidal.





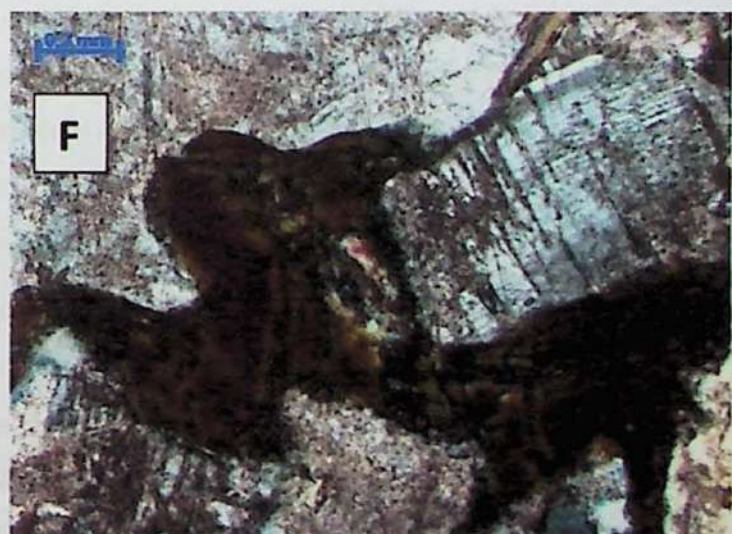
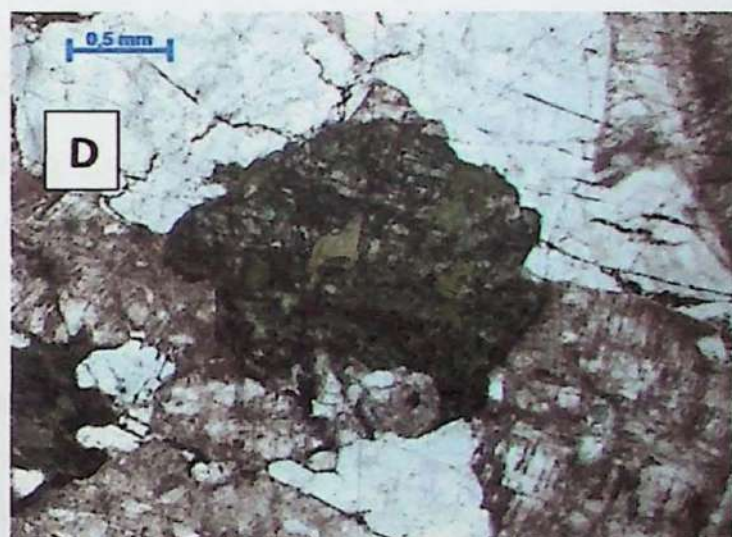
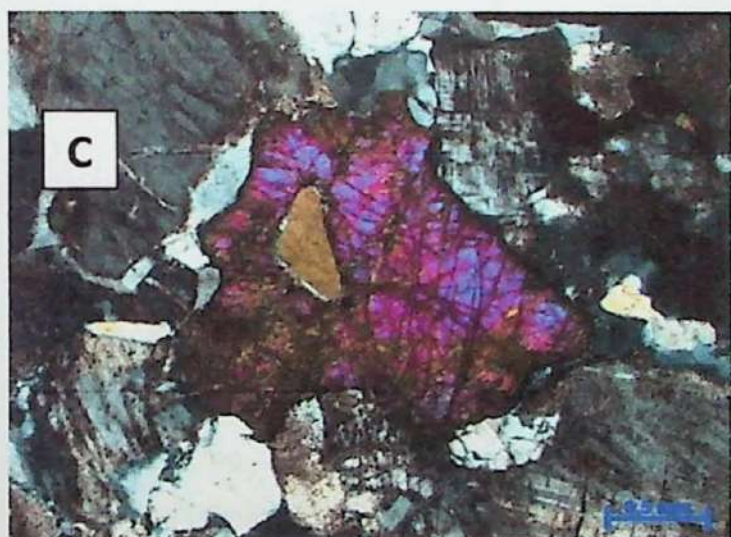
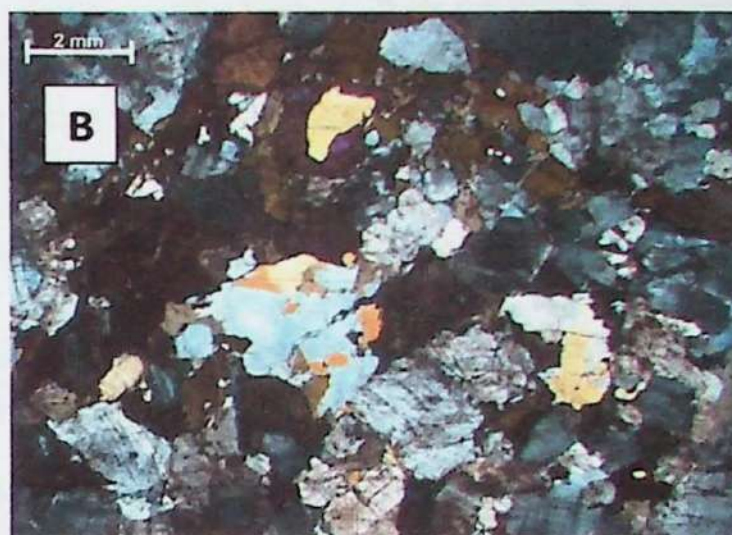
**Figura 9.** Fotomicrografias dos paragnaisses do ponto CAB-15-48: **a)** geminação (lei da albita) flexurada em plagioclásio (polarizadores cruzados); **b)** mirmequita (polarizadores cruzados); **c)** plagioclásio antipertítico (polarizadores paralelos); **d)** biotita flexurada por cisalhamento não coaxial (polarizadores cruzados); **e)** substituição parcial de biotita por muscovita (polarizadores cruzados); **f)** substituição das bordas de biotita por clorita (polarizadores paralelos).





**Figura 10.** Fotomicrografias dos paragnaisses do ponto CAB-15-48: **a)** granada pré-cinemática em relação ao bandamento, com formato em sigmóide e bastante fraturada (polarizadores paralelos); **b)** granada quase totalmente substituída por clorita e biotita (polarizadores paralelos); **c)** fraturas onde ocorrem um processo de seritização mais intenso (polarizadores paralelos); **d)** processo de seritização (polarizadores cruzados); **e)** opacos anédricos associados à biotita (polarizadores paralelos); **f)** monazita, um acessório relativamente comum (polarizadores cruzados).





**Figura 11.** Fotomicrografias do monzogranito do ponto CAB-15-49: **a)** textura xenomórfica equigranular. Notar a alteração do plagioclásio (polarizadores paralelos) e; **b)** com os polarizadores cruzados; **c)** piroxênio anédrico (polarizadores cruzados); **d)** clinopiroxênio parcialmente substituído por hornblenda (polarizadores paralelos); **e)** hornblenda (seção basal) com bordas substituídas por biotita (polarizadores cruzados); **f)** biotita acastanhada anédrica com bordas substituídas por clorita (polarizadores paralelos).



### 7.3. Metagranitoides protomiloníticos e rochas associadas

São milonitos ortoderivados dos pontos CAB-15-46 a CAB-15-48. A textura protomilonítica é definida por porfiroclastos de feldspato alcalino, plagioclásio, quartzo e minerais tipicamente acessórios (*e.g.* allanita) de 1mm, em média (Fig. 12a).

A orientação da rocha é definida por agregados muito finos em formas de fitas, compostos por quartzo e feldspato recristalizados, biotita orientada e opacos. Estes agregados envolvem os porfiroclastos (Figs. 12b a 12d). O contato entre os grãos é predominantemente em padrões serrilhados ou côncavo-convexos, indicando um baixo equilíbrio textural decorrente do cisalhamento não-coaxial.

O quartzo sofreu uma recristalização mais intensa e ocorre principalmente na forma de grãos de, em média, 0,1mm, que geram micromosaicos estirados paralelos à foliação formados através de recristalização por rotação de subgrãos. Os raros porfiroclastos de quartzo possuem formais anedrais e extinção ondulante.

O feldspato alcalino, diferentemente do quartzo, ocorre preferencialmente na forma de porfiroclastos, algumas vezes na forma de sigmóides, sempre anédrico e com as bordas arredondadas (Figs. 12e e 12f) e com alguma recristalização por processo de *bulging* (BGL-recrystallisation). A geminação da lei de Carlsbad pode ser observada em alguns grãos.

O plagioclásio é anédrico, arredondado, ligeiramente mais fino que o feldspato alcalino. A geminação da lei da albita pode ocorrer flexurada. Também ocorre a formação de antipertita. O processo de saussuritização é mais intenso próximo às fraturas.

A biotita geralmente ocorre muito fina a fina, como cristais subédricos orientados segundo a foliação. Possui um pleocroísmo sutil em tons castanho escuro e esverdeado (Fig. 13a). A biotita está intimamente associada aos opacos finos que também ocorrem na matriz. A substituição de biotita por clorita também é comum e é mais intensa próxima às fraturas.

As fases opacas podem ser divididas em duas famílias: a primeira são de opacos anédricos, de tamanhos variáveis (muito fino a fino), que ocorrem nos aglomerados da matriz, associado à biotita. Esses cristais provavelmente são de origem ígnea e foram recristalizados em grãos menores. Alguns grãos ultrapassam 1mm e estão estirados paralelamente à foliação. A segunda geração é tardia e associada à alteração hidrotermal e ao fraturamento. São cristais geralmente maiores, euédricos, com hábito cúbico ou tabular (provavelmente sulfetos). Estes cristais são mais comuns próximos a zonas de fraturas e estão, muitas vezes, associados ao epidoto.



As fases acessórias principais são: titanita, hornblenda, allanita, apatita e zircão. Estas fases tendem a ocorrer nas fitas de biotita, com diferentes níveis de recristalização.

A titanita é comum nestas rochas e ocorre principalmente como cristais euédricos a subédricos, com formas losangulares, de 0,7mm, em média. Estes cristais estão alongados segundo a foliação. A titanita também ocorre anédrica substituindo parcialmente alguns opacos, como cristais isolados arredondados de aspecto cominuído ou ainda na forma de sigmóides (Figs. 13b e 13c).

A hornblenda é subédrica, de em média 0,5mm, alongada segundo a foliação. A allanita ocorre como cristais anédricos, estirados paralelamente à foliação e associados à titanita e opacos. Alguns cristais ultrapassam 1mm (Fig. 13d).

A apatita pode ocorrer tanto como cristais euédricos quanto anédricos. Os cristais anédricos têm as bordas recristalizadas (Fig. 13e), ou ainda ocorrem na forma de sigmóides. O zircão ocorre geralmente euédrico (Fig. 13f).

A forma de ocorrência das fases acessórias é resultado de um conjunto de fatores: a competência destes minerais sob deformação, as condições físico-químicas de recristalização durante o metamorfismo e a porção da rocha em que estas fases estão (*e.g.* apatita e titanita tendem a ser anédricos quando estão nas esteiras de biotita, onde o cisalhamento tende a ser maior).

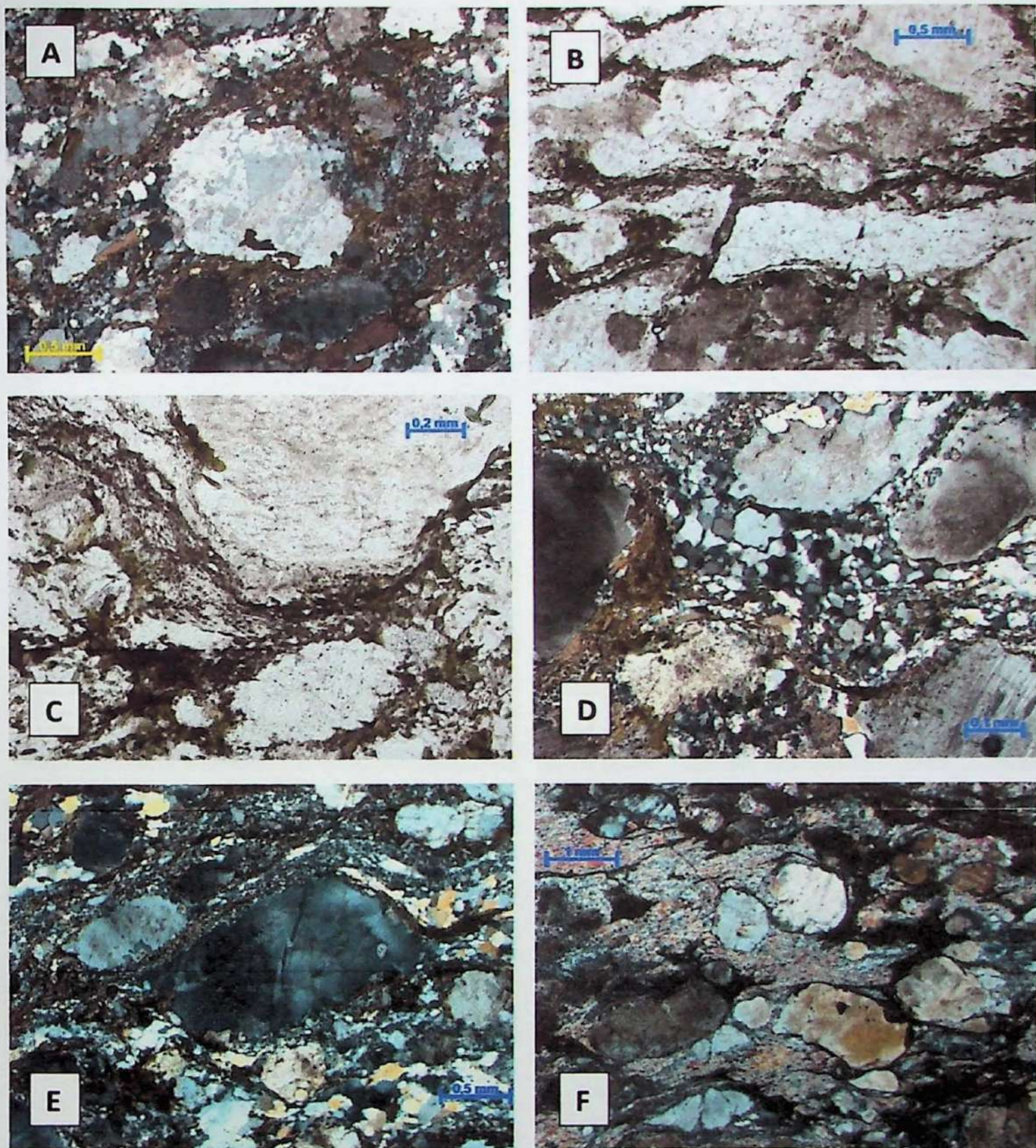
A origem magmática ou metamórfica dos minerais acessórios ainda é uma questão em aberto, mas sem dúvida a presença de minerais como allanita e hornblenda refletem uma tendência metaluminosa do protolito.

Associados aos protomilonitos ocorrem injeções monzograníticas. Esse granito é maciço ou possui uma foliação sutil paralela aos veios de injeção. A textura é protomilonítica, localmente granular xenomórfica, inequigranular, de fina a média, composta basicamente por quartzo, feldspato alcalino, plagioclásio, biotita, opacos e clorita (Figs. 14a e 14b). O índice de cor é de 5%.

Os cristais estão num arranjo de contatos serrilhados indicando recristalização dinâmica por processo de *bulging*, levando a formação de micromosaicos muito finos de quartzo e feldspato intersticiais aos grãos maiores.

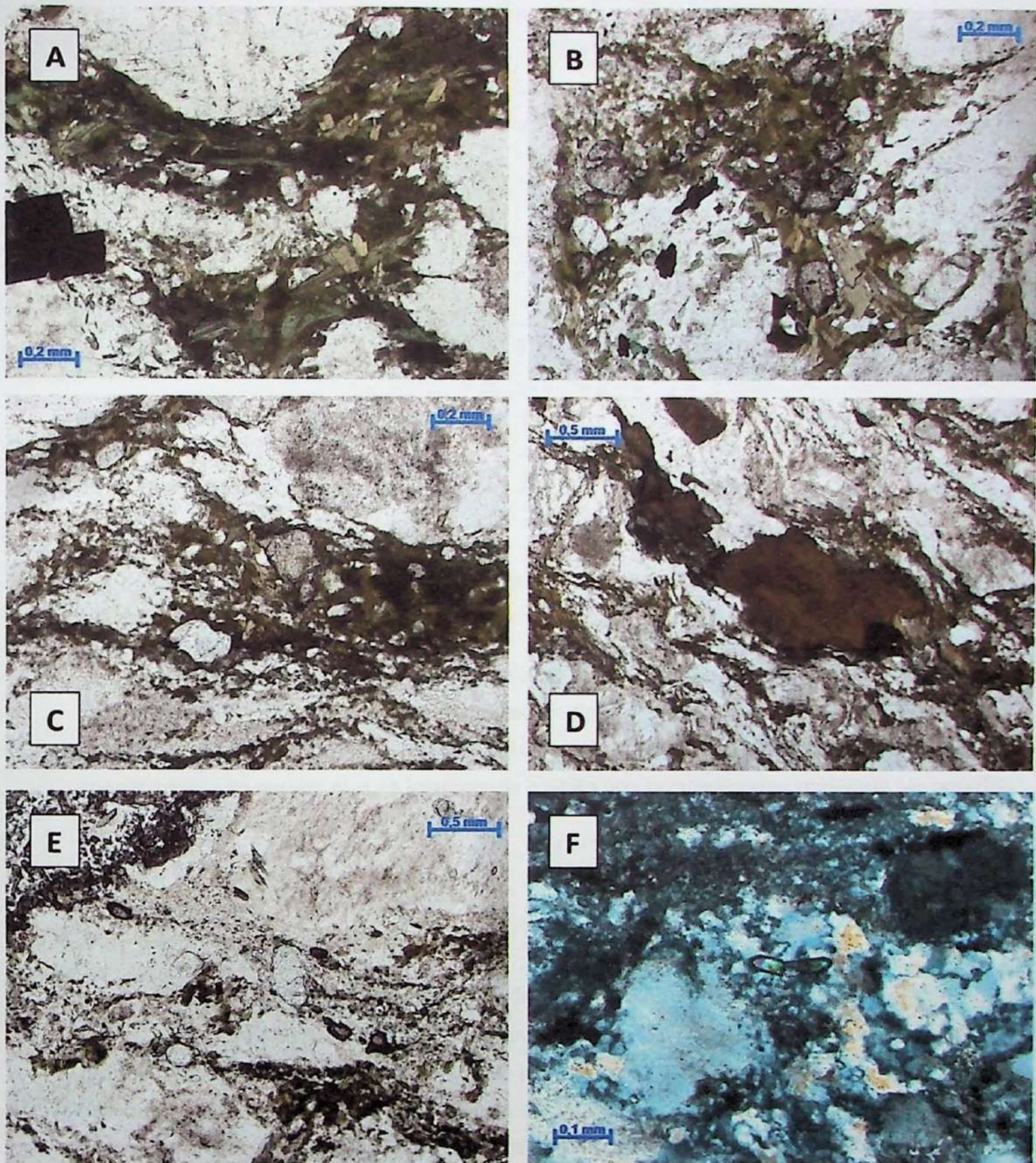
O quartzo é anédrico, de muito fino a médio e ocorre como micromosaicos monocristalinos formados por recristalização por rotação de subgrãos. O feldspato é anédrico, com média de 2mm, chegando a 4mm. O plagioclásio é subédrico, chegando a 3mm e ocorre bastante saussuritizado.





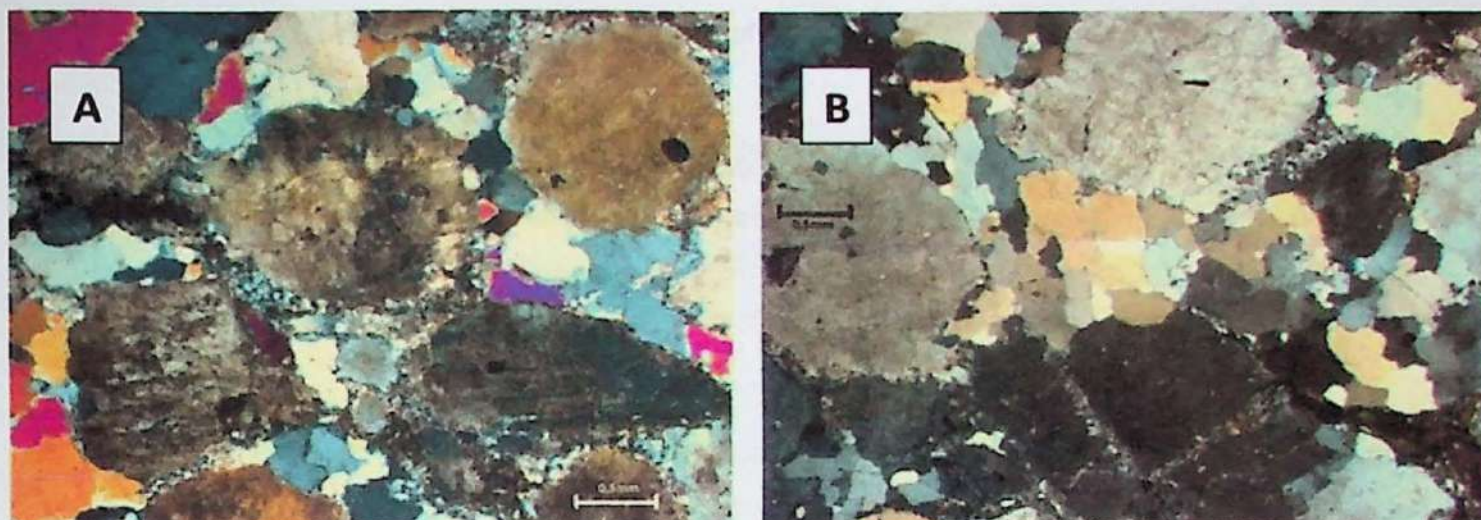
**Figura 12.** Fotomicrografias dos protomilonitos dos pontos CAB-15-46 e 47 e 71: **a)** porfiroclasto de plagioclásio antipertítico com as bordas serrilhadas (polarizadores cruzados) e recrystalização dinâmica por rotação de subgrão; **b)** e **c)** aglomerados de biotita e opacos finos que definem a foliação da rocha - estes aglomerados contornam os *ribbons* de quartzo e os porfiroclastos (polarizadores paralelos); **d)** micromosaicos que ocorrem na matriz, formados por recrystalização dinâmica por rotação de subgrãos. (polarizadores cruzados); **e)** e **f)** sigmóides de plagioclásio e feldspato alcalino - o quartzo tende a ser recrystalizado e formar agregados finos na matriz (a cor alaranjada ocorre devido à espessura maior da lâmina, polarizadores cruzados).





**Figura 13.** Fotomicrografias dos paragnaisses do ponto CAB-15-47 e 71: a) cristais finos de biotita; b) granada quase totalmente substituída por clorita e biotita (polarizadores paralelos); c) fraturas onde ocorrem um processo de seritização mais intenso (polarizadores paralelos); d) fraturas onde ocorrem um processo de seritização mais intenso (polarizadores cruzados); e) opacos anédricos associados à biotita (polarizadores paralelos); f) monazita, um acessório relativamente comum (polarizadores cruzados).





**Figura 14.** Fotomicrografias da textura geral dos granitos injetados nos protomilonitos do ponto CAB-15-71. **a)** e **b)** Cristais ovalados de feldspato alcalino em uma matriz predominantemente quartzosa. Notar a cominuição das bordas destes cristais, indicando cisalhamento após a cristalização magmática (polarizadores cruzados).

A biotita tem em média 0,2 mm, subédrica. Alguns opacos anédricos chegam a 1,5mm e ocorrem associados à apatita euédrica, de em média 0,2mm.

Apesar de este material monzogranítico injetado ter experimentado a deformação por cisalhamento, evidenciado pela recristalização dinâmica dos seus cristais constituintes, é notável que a intensidade da deformação nestas rochas seja menor que nas rochas encaixantes. Isto sugere que as injeções de granito nos protomilonitos poderiam ter ocorrido concomitantemente com o cisalhamento.

#### 7.4. Metabásicas

São anfibolitos cinza-esverdeados de granulação média e textura neatoblástica dos pontos CAB-15-72 e 73. A foliação pode ser marcada por leve bandamento composicional (bandas mais e menos ricas em anfibólio), ou pode ser sutil, definida por cristais orientados de hornblenda. Estes cristais são idioblásticos, de em média 1,5mm, com pleocroísmo entre pardo e castanho e estão parcialmente (principalmente nas bordas) ou totalmente substituídos por agregados de actinolita e cummingtonita ripiformes (Figs. 15a e 15b).

A actinolita e cummingtonita possuem hábito fibroso e ocorrem como cristais de em média 0,05mm. Enquanto a actinolita possui pleocroísmo entre tons de verde claro, a cummingtonita é incolor (Fig. 15c e 15d).



A andesina é de xenoblástica a subidioblástica, com formas subtabulares e possui em média 0,8mm.

Os opacos ocorrem como grãos subidiomórficos de, em média, 0,4mm associados às fraturas, sendo provavelmente sulfetos secundários, ou como cristais xenoblásticos menores de 0,05mm médios que ocorrem principalmente nos agregados de anfibólitos ripiformes. Este último opaco poderia ser inclusões em antigos cristais de hornblenda e/ou piroxênio.

No ponto CAB-15-72, o anfibolito fundiu parcialmente, gerando um líquido tonalítico. Esse tonalito possui granulação média-grossa, textura idiomórfica, com plagioclásio de tabular a subtabular de, em média, 4mm (Fig. 15e), em contatos retos com cristais de anfibólito que chegam a 1cm. A hornblenda é mais substituída por actinolita quando ocorre no leucossoma. Santoro (1984) descreveu núcleos de clinopiroxênio envoltos de hornblenda nestas rochas, o que não pôde ser evidenciado neste estudo.

Em geral, esses anfibolitos sofrem um intenso processo de alteração, sendo bastante volumosos os minerais secundários, inclusive no leucossoma. O carbonato substitui intensamente os cristais de plagioclásio, mais raramente a hornblenda, gerando agregados finos ou, às vezes, cristais que chegam a 0,4mm. O epídoto está associado às zonas de fraturas e ocorre subidioblástico de 0,1-0,3mm. A escapolita também substitui parcialmente ou totalmente os cristais de plagioclásio e chega a formar cristais subtabulares de 0,3mm médios (Fig 15f).

## 7.5. Sienogranitos grossos deformados

São granitos róseos grossos milonitizados dos pontos CAB-15-62, CAB-15-68 e CAB-15-69. A textura milonítica é definida por porfiroclastos grossos de feldspato alcalino (1cm, em média, Fig. 16a) e às vezes de quartzo em uma matriz média. A foliação é definida pela orientação dos cristais de feldspato e pela biotita da matriz, além de *ribbons* de quartzo (Fig. 16b). O índice de cor está entre 5 e 6%.

Os dobramentos observados em campo refletem também em escala microscópica. Os *ribbons* de quartzo estão dobrados assimetricamente, com o crescimento de biotita plano-axial (Fig. 16c).

O contato entre os grãos da matriz é predominantemente serrilhado ou côncavo-convexo, com imbricamento entre grãos definindo uma textura granular. Localmente ocorre a textura granoblástica (Fig. 16d).



O quartzo ocorre anédrico, com formas ocelares, sigmoidais ou *ribbons* de até poucos centímetros de comprimento. É comum a recristalização dos grãos em micromosaicos monocristalinos e a extinção ondulante nos cristais maiores (Fig. 16e).

Estes granitos podem ser derivados deformados de algumas fácies da Intrusão Itupeva que ocorrem mais a leste. A associação sienogranítica porfiróide da Intrusão Itupeva (ver Galembeck, 1997) ocorre nas proximidades, e apesar das similaridades petrográficas (moda e forma de ocorrência dos feldspatos, principais fases acessórias, texturas magmáticas e de deformação), esta intrusão normalmente apresenta quase o dobro de fases máficas, em volume.

A fácies monzogranítica inequigranular da Intrusão Itupeva possui um índice de cor por volta dos 5%, embora seja um pouco mais rico em plagioclásio que estes granitos deformados.

O feldspato alcalino ocorre anédrico a subédrico, preferencialmente como porfiroclastos sigmoidais, subtabulares ou ocelares (média de 1cm, mas chegando a 3cm em campo), mas também como cristais cominuídos na matriz. As bordas dos cristais maiores são serrilhadas e cercadas de cristais finos produtos da recristalização do próprio grão. A geminação da lei de Carlsbad ocorre em alguns cristais (Fig. 16f), assim como as microperititas que podem estar preservadas (Fig. 17a). A variedade microclínio ocorre preferencialmente na matriz. É comum o processo de sericitização e alteração supérgena.

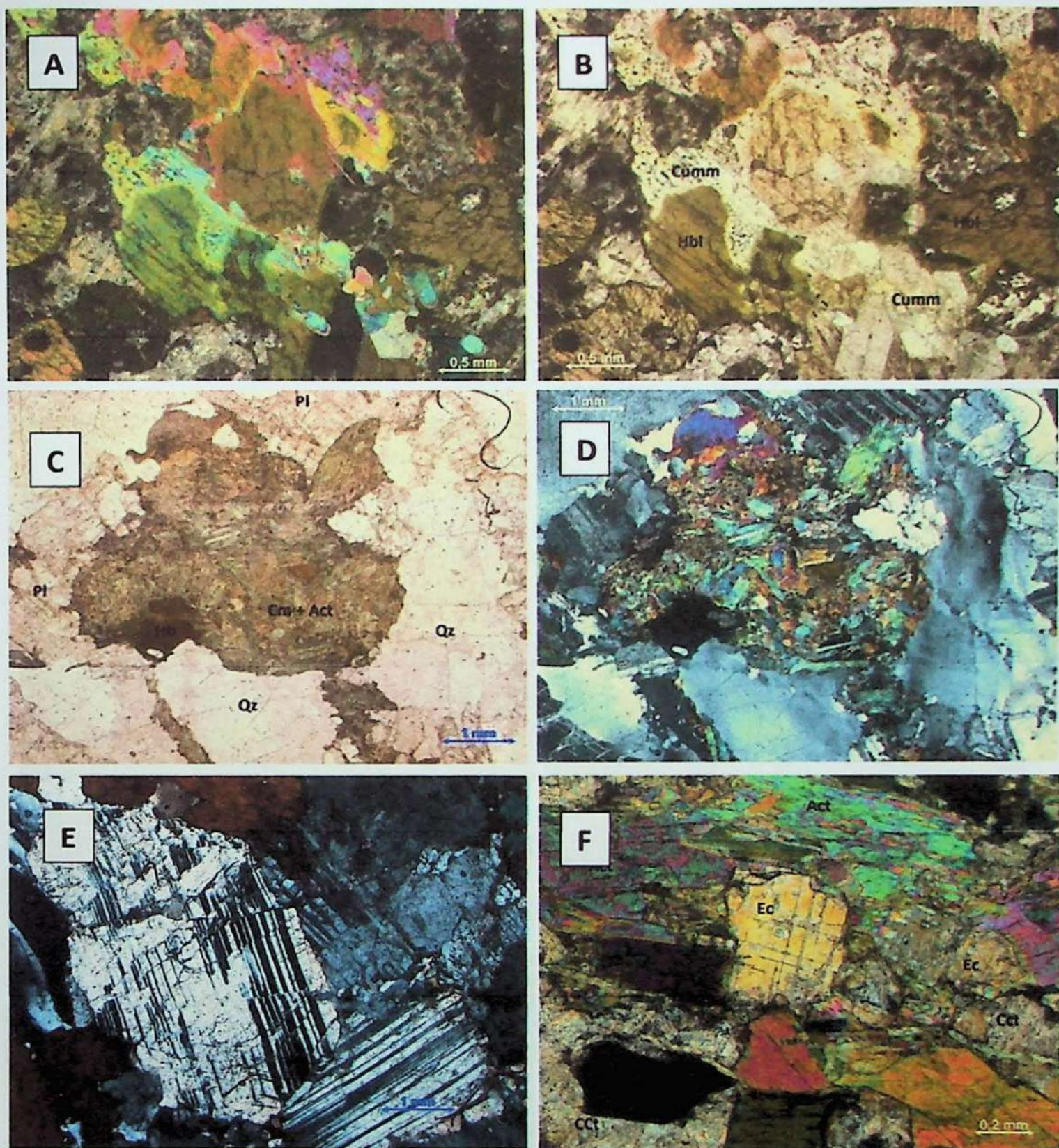
O plagioclásio é subédrico, de diversos tamanhos, com a geminação da lei da albita frequentemente flexurada (Fig. 17b). Quando em contato com o feldspato alcalino, ocorre o crescimento de quartzo goticular (mirmequita).

A biotita tem em média 2mm, é de subédrica a anédrica e orientada segundo a foliação, envolvendo os cristais maiores. Possui um pleocroísmo forte entre castanho escuro, castanho claro e esverdeado. A substituição de biotita por clorita também é comum (Fig. 17c).

Os opacos são anédricos, de até 1mm e ocorrem associados à biotita. Muitas vezes ocorre o crescimento de titanita e/ou allanita anédricas nas bordas. Assim como a allanita, a titanita ocorre principalmente como cristais euédricos a subédricos, com formas losangulares, de 0,3mm, em média (Figs. 17d e 17e). A titanita também ocorre anédrica substituindo parcialmente alguns opacos.

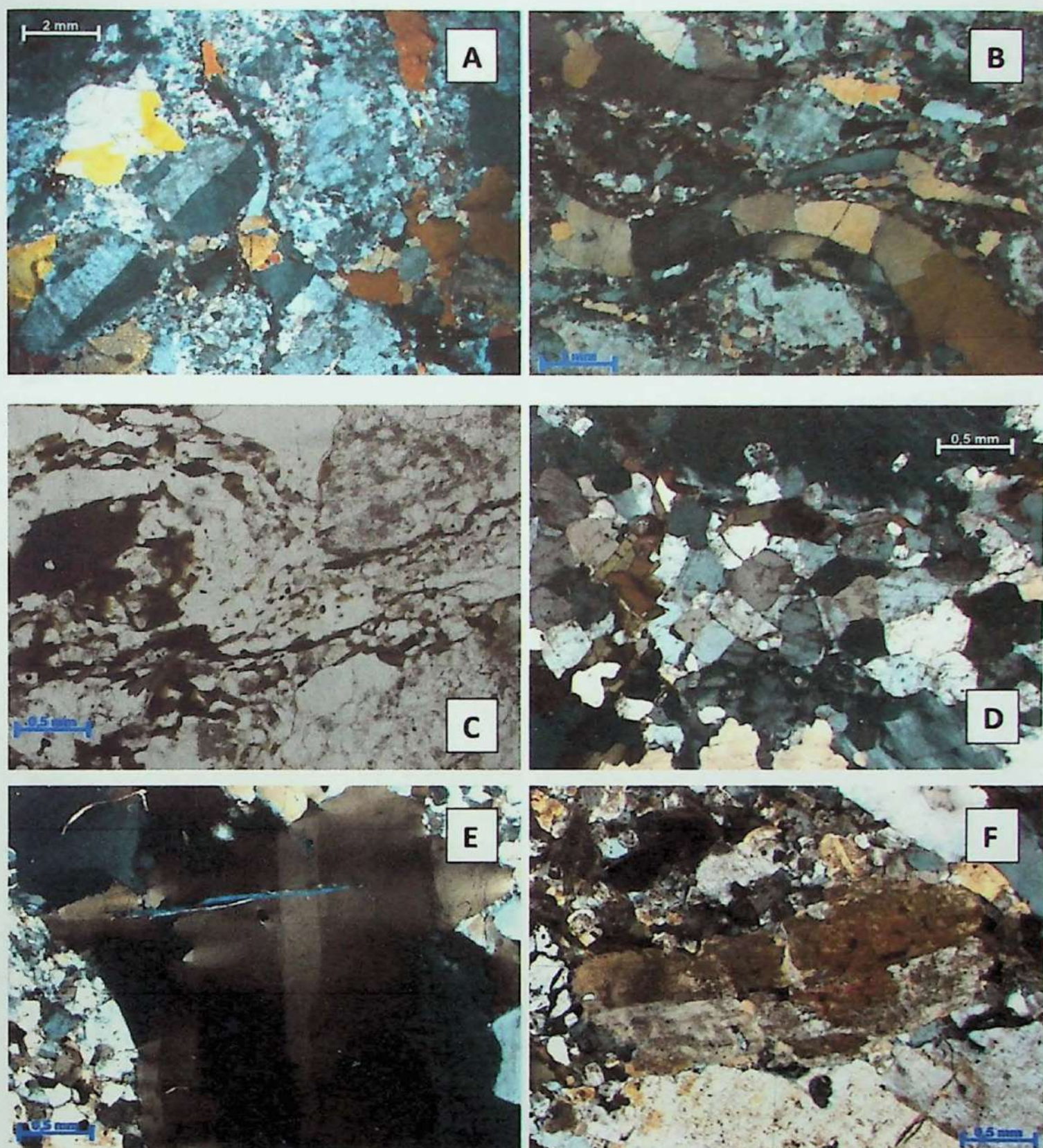
Apatita e zircão são outras fases acessórias que ocorrem geralmente como cristais euédricos e orientados (Fig. 17f).





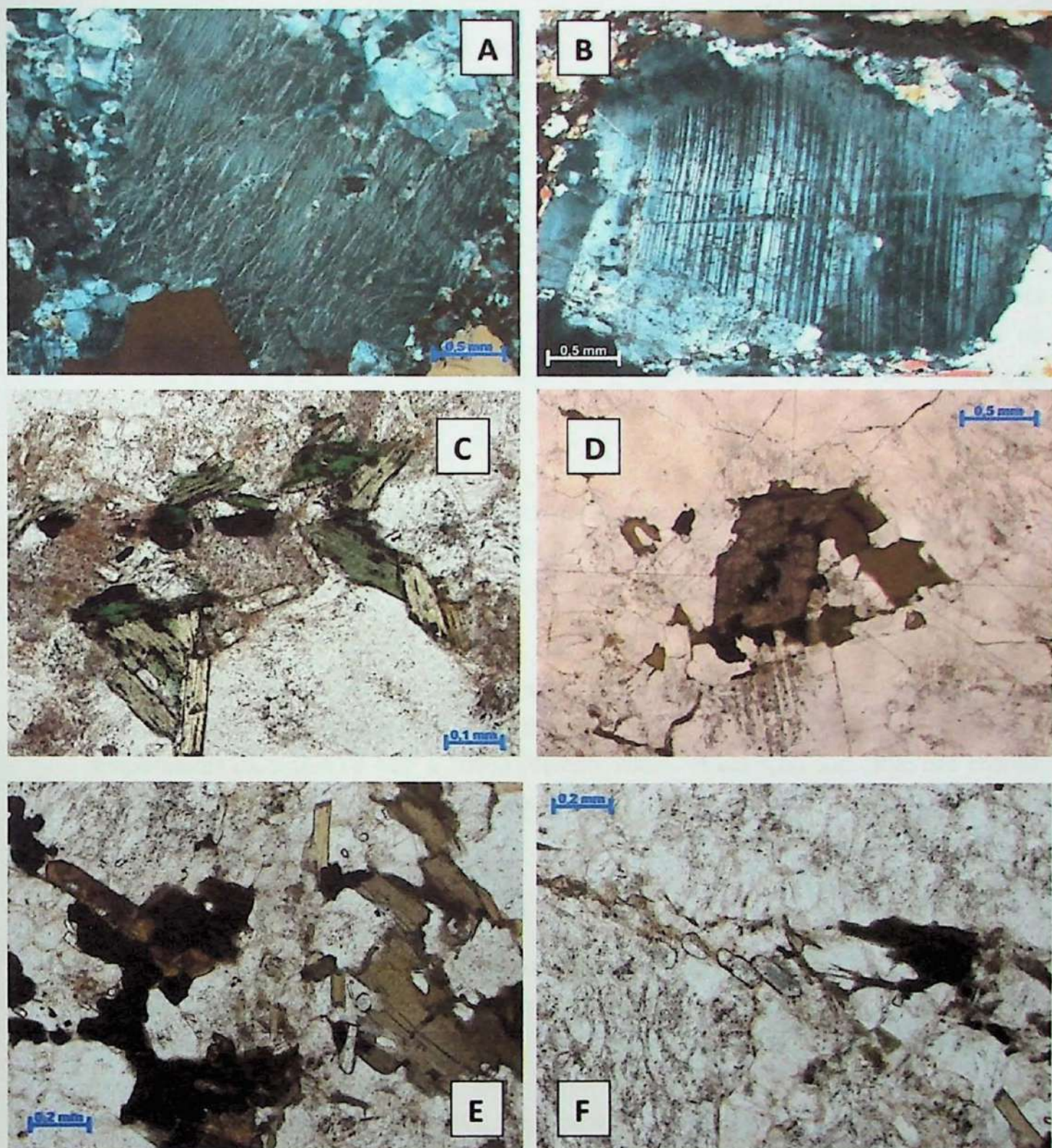
**Figura 15.** Fotomicrografias dos anfibolitos dos pontos CAB-15-72 e 73: **a)** substituição das bordas de hornblenda por cummingtonita (nicóis cruzados); **b)** com os nicóis paralelos; **c)** Cristal de hornblenda quase totalmente substituído por um agregado fino de actinolita e cummingtonita (polarizadores paralelos); **d)** com os polarizadores cruzados; **e)** cristais de plagioclásio cortados por uma série de microfalhas que deslocam a geminação lei da albita- registra um momento mais rúptil da deformação **f)** principais substituições do plagioclásio – e escapolita e calcita provavelmente se formaram durante um processo tardio de saussuritização. (polarizadores cruzados).





**Figura 16.** Fotomicrografias dos sienogranitos deformados dos pontos CAB-15-62, 68 e 69: **a)** textura geral da rocha, com porfiroclastos centimétricos em uma matriz média (polarizadores cruzados); **b)** *ribbons* de quartzo dobrados (polarizadores cruzados); **c)** dobra assimétrica com o crescimento de biotita plano-axial (polarizadores paralelos); **d)** textura granoblástica (localmente) (polarizadores cruzados); **e)** extinção ondulante em quartzo (polarizadores cruzados); **f)** feldspato alcalino com geminação (lei de carlsbad) flexurada - o grão sofre uma intensa alteração supérgena (polarizadores cruzados).





**Figura 17.** Fotomicrografias dos sienogranitos deformados dos pontos CAB-15-62, 68 e 69: a) feldspato pertítico (polarizadores cruzados); b) plagioclásio com a geminação flexurada (polarizadores cruzados); c) biotita com sinais de cloritização (polarizadores paralelos); d) titanita subédrica associada a opacos (polarizadores paralelos); e) allanita e apatita euédricas (a esquerda e direita da foto, respectivamente)(polarizadores paralelos); f) apatitas orientas segundo a foliação da rocha (polarizadores paralelos).



## 8. CONDIÇÕES DE METAMORFISMO

Para estipular as condições de metamorfismo das unidades estudadas, foram usadas as informações das descrições das estruturas e texturas macro e microscópicas. A maioria das rochas estudadas na região possui um sistema químico monótono em termos de registro metamórfico. São granitos deformados, milonitizados, sem nenhum mineral índice ou textura de substituição que possa evidenciar petrograficamente o caminho P-T-t.

No ponto de vista reológico, o cisalhamento coeso torna possível inferir que tais granitos foram deformados sob condições de metamorfismo que atravessa a barreira da catáclase (alguns autores falam de pelo menos 300°C). O arqueamento intracristalino do plagioclásio nos protomilonitos e granitos deformados são evidências de deformação elástica, uma vez que não é comum a ruptura do cristal.

As estruturas de recristalização dinâmica por processo de *bulging*, em quartzo e feldspato dos protomilonitos, biotita metatextito e sienogranitos deformados, permitem inferir uma temperatura de cisalhamento entre 280 – 400°C, onde já se torna possível a nucleação de domínios com baixa densidade de deslocamento cristalino próximo às bordas de grãos maiores (Passchier & Trouw, 2005)

As estruturas geradas por mecanismo de rotação de subgrãos (*SGR-recrystallisation*) indicam que a deformação dessas rochas graníticas ocorreu em temperaturas da ordem de 400° a 500°C (Vernon, 2005). A extinção ondulante nos cristais ocorre entre 250 a 400 °C (Passchier e Trouw, 2005).

### 8.1. Migmatitos

As reações anatéticas são controlada por uma série de fatores físico-químicos: o sistema químico do protólito, as condições de temperatura e pressão (*path P-T-t*), a energia disponível para ocorrerem as reações de desidratação (fusão de mineral hidratado) e a pressão de fluido (Sawyer *et. al.*, 2011).

Associado a esses processos, há uma série de estruturas, começando com um migmatito de fusão *in situ*, passando pra uma fusão *in source*, finos veios, até bolsões (máficos e félsicos), venulações, até chegarmos a corpos quilométricos (*e.g.*, Sawyer, 2008 e referências ali citadas).

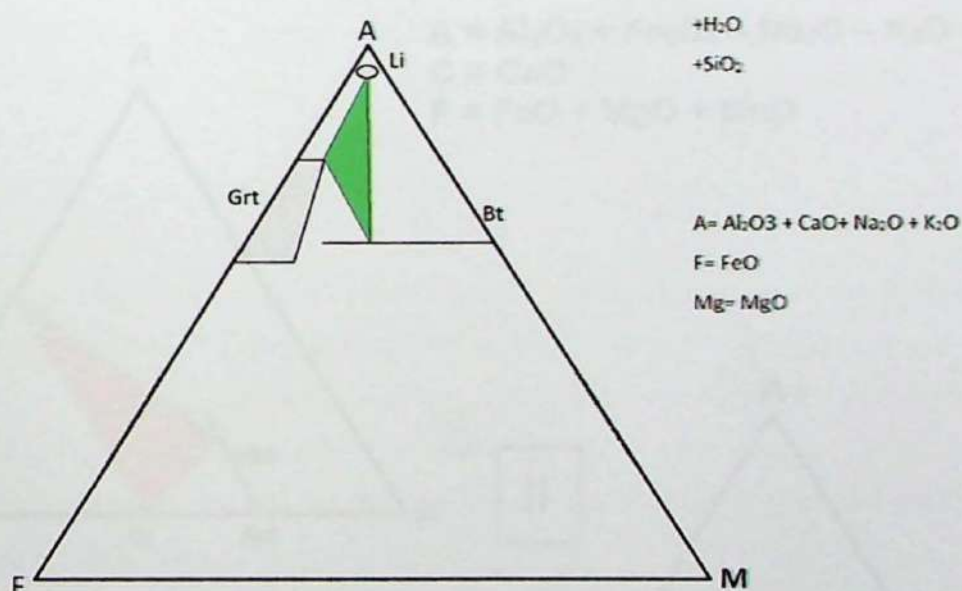
Os metatextitos são migmatitos com uma taxa de fusão relativamente baixa (menores que 25%), onde o paleossoma predomina sobre neossoma, preservando as estruturas metamórficas (*eg.* bandamento gnáissico). As melhores exposições de metatextitos neste estudo ocorrem no paredão do ponto CAB-15-48 e nos anfibolitos do ponto CAB-15-72 e 73.



O metatexito dobrado do ponto CAB-15-48 tem uma associação mineral dada por quartzo + feldspato alcalino + plagioclásio + biotita + granada  $\pm$  muscovita  $\pm$  hornblenda. A ausência de fases fortemente aluminosas (eg. sillimanita) não permite justificar imediatamente um sistema pelítico.

Para esquematizar a paragênese, optou-se por um sistema NCKFMASH, onde é possível adaptar graficamente as fases minerais primordiais, inclusive o líquido granítico (ver discussões em Ashworth & Brown, 1988) (Fig. 18).

Os processos de anatexia são controlados até mesmo pela reologia das rochas envolvidas na migração dos líquidos gerados, até a capacidade tectônica de bombeá-los. A estrutura da rocha imprime a colocação do material fundido em espaços concordantes com o próprio bandamento metamórfico ou em zonas de charneira. A não expulsão deste material por injeções discordantes da foliação pode indicar um processo extensional associado à migmatização.



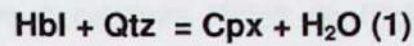
**Figura 18.** Diagrama esquemático AFM de compatibilidade para um sistema NCKFMASH. Considerando um sistema com água e sílica em excesso, é possível representar todos os feldspatos no vértice A. Desta forma, o fundido, podendo conter algum FeO e MgO, é representado também muito próximo a esse vértice. Li: fundido; Grt: granada; Bt: biotita.

O volume de água livre na rocha, assim como a ocorrência de fases hidratadas é um fator crucial nos processos anatéticos, controlando a temperatura mínima necessária para disparar as reações de fusão.

A percolação de fluídos em um protólito ortoderivado pobre em água (e.g. basalto) é necessária para a ocorrência das transformações metamórficas, substituindo fases anidras (e.g. piroxênio) por fases hidratadas (e.g. anfibólio e biotita) (Philpotts & Argue, 2009).

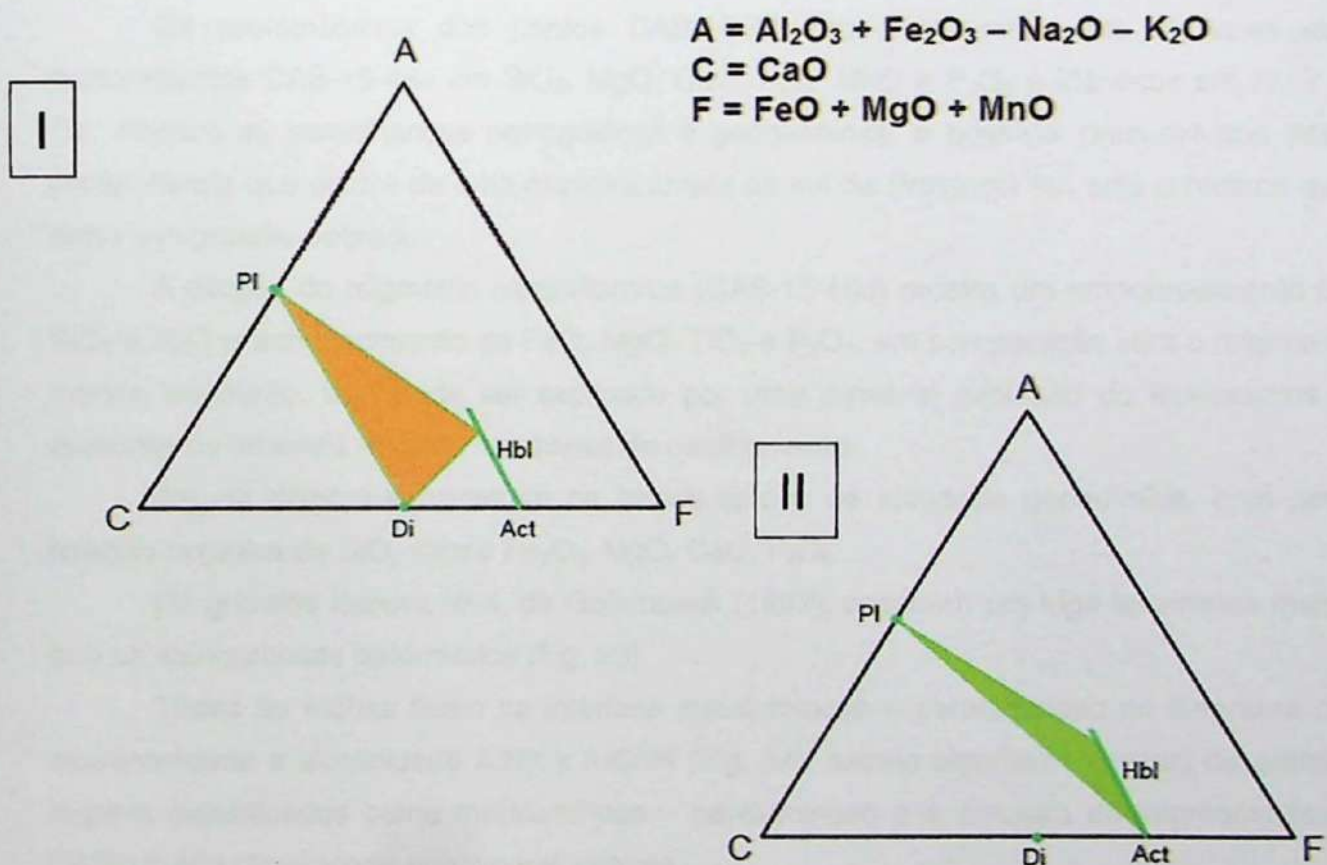


As rochas metabásicas aqui estudadas têm uma associação mineral dada por hornblenda + andesina + actinolita + cumingtonita + quartzo. A presença de núcleos de diopsídio com bordas de hornblenda sugere uma reação retrometamórfica de substituição de piroxênio metamórfico. O diopsídio peritético pode ser formado segundo a reação (1) de quebra da hornblenda:



A substituição da hornblenda por actinolita é controlada por reações descontínuas e contínuas que ocorrem durante o retrometamorfismo, durante a transição fácies anfibolito inferior – xisto verde. A hornblenda é instável em fácies xisto verde e se transforma em actinolita por meio de uma solução sólida, perdendo alumínio e álcalis (Fig. 19).

As curva de quebra da biotita geralmente antecipa a da hornblenda na maior parte das rochas intermediárias e máficas (Pattison, 2003). A ausência de feldspato potássico no leucossoma sugere que a hornblenda tenha sido a única fase hidratada envolvida nas reações de fusão.



**Figura 19.** Representações quimiográficas esquemáticas dos campos de estabilidade das rochas metabásicas. Em I, a paragênese em fácies anfibolito superior verificado por Santoro (1984). Em fácies xisto verde, ocorre a substituição parcial da hornblenda para actinolita principalmente em presença de quartzo, imprimindo a paragênese representada em II.



## 9. ANÁLISE GEOQUÍMICA

As análises geoquímicas visaram comparar as variações composicionais dentro do afloramento principal de migmatito dobrado (CAB-15-48) e verificar afinidades químicas entre os sienogranitos deformados e algumas fácies da Província Itu usando os dados geoquímicos de Galembeck (1997).

Inicialmente, os principais óxidos foram plotados em diagramas binários tipo Harker de variação composicional de elementos maiores e menores *versus* SiO<sub>2</sub> (Fig. 20) e ainda alguns traços (Fig. 21) obtidos por Fluorescência de raios X (Anexo 3).

Os sienogranitos deformados são rochas mais ácidas do que os protomilonitos e as porções do migmatito. Em termos de elementos maiores e menores, são similares aos granitos inequigranulares médio-grossos da fácies IP-4 da Intrusão Itupeva mapeados mais a leste (Fig. 22a e 22b).

Os protomilonitos de granito são relativamente mais ricos em Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, CaO e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> que os sienogranitos, refletindo na moda com um volume maior de máficos, plagioclásio e apatita.

Os protomilonitos dos pontos CAB-15-46 são geoquimicamente similares aos protomilonitos CAB-15-48e em SiO<sub>2</sub>, MgO, CaO, K<sub>2</sub>O, MnO e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e idênticos em Zr, Y e Rb. Aliando as semelhanças petrográficas e geoquímicas, é possível presumir que esse protomilonito que ocorre de uma maneira ampla ao sul da Província Itu, seja o mesmo que corta o migmatito dobrado.

A porção do migmatito ultramilonítica (CAB-15-48d) mostra um empobrecimento de SiO<sub>2</sub> e K<sub>2</sub>O e enriquecimento de FeO, MgO, TiO<sub>2</sub> e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, em comparação com o migmatito menos cisalhado. Isso pode ser explicado por uma provável expulsão do leucossoma e aumento de minerais máficos nas zonas de cisalhamento.

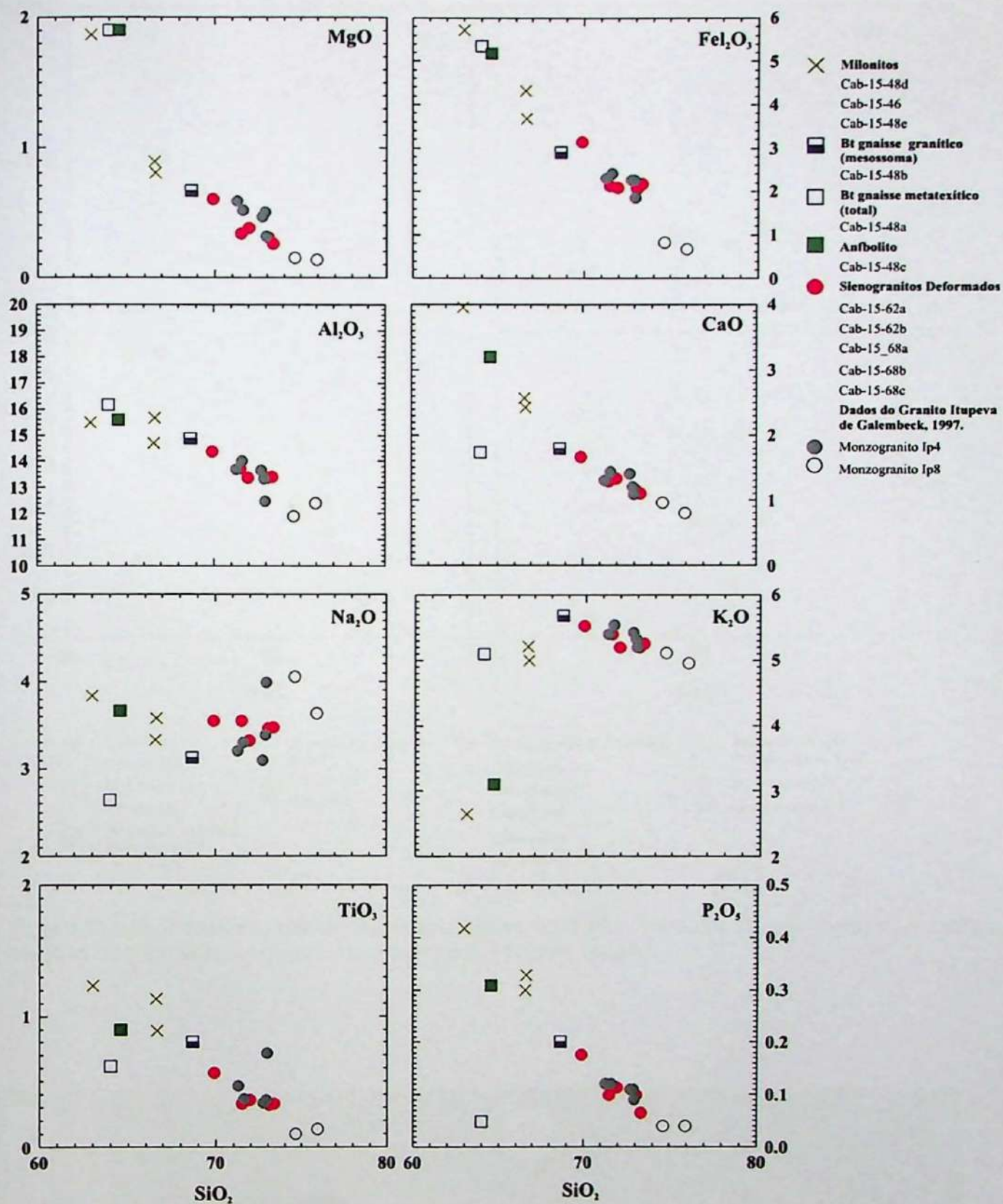
Alguns diagramas mostram os *trends* típicos de afinidade geoquímica, com uma relação negativa da SiO<sub>2</sub> com o Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, CaO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Os granitos Itupeva IP-4, de Galembeck (1997), possuem um Mg# levemente maior que os sienogranitos deformados (Fig. 23).

Todas as rochas ficam na interface metaluminoso – peraluminoso no diagrama de aluminosidade e alcalinidade A/NK x A/CNK (Fig. 24), exceto algumas amostras de granito Itupeva classificados como metaluminoso – peraluminoso e a amostra do migmatito total CAB-15-48a classificada como peraluminosa.

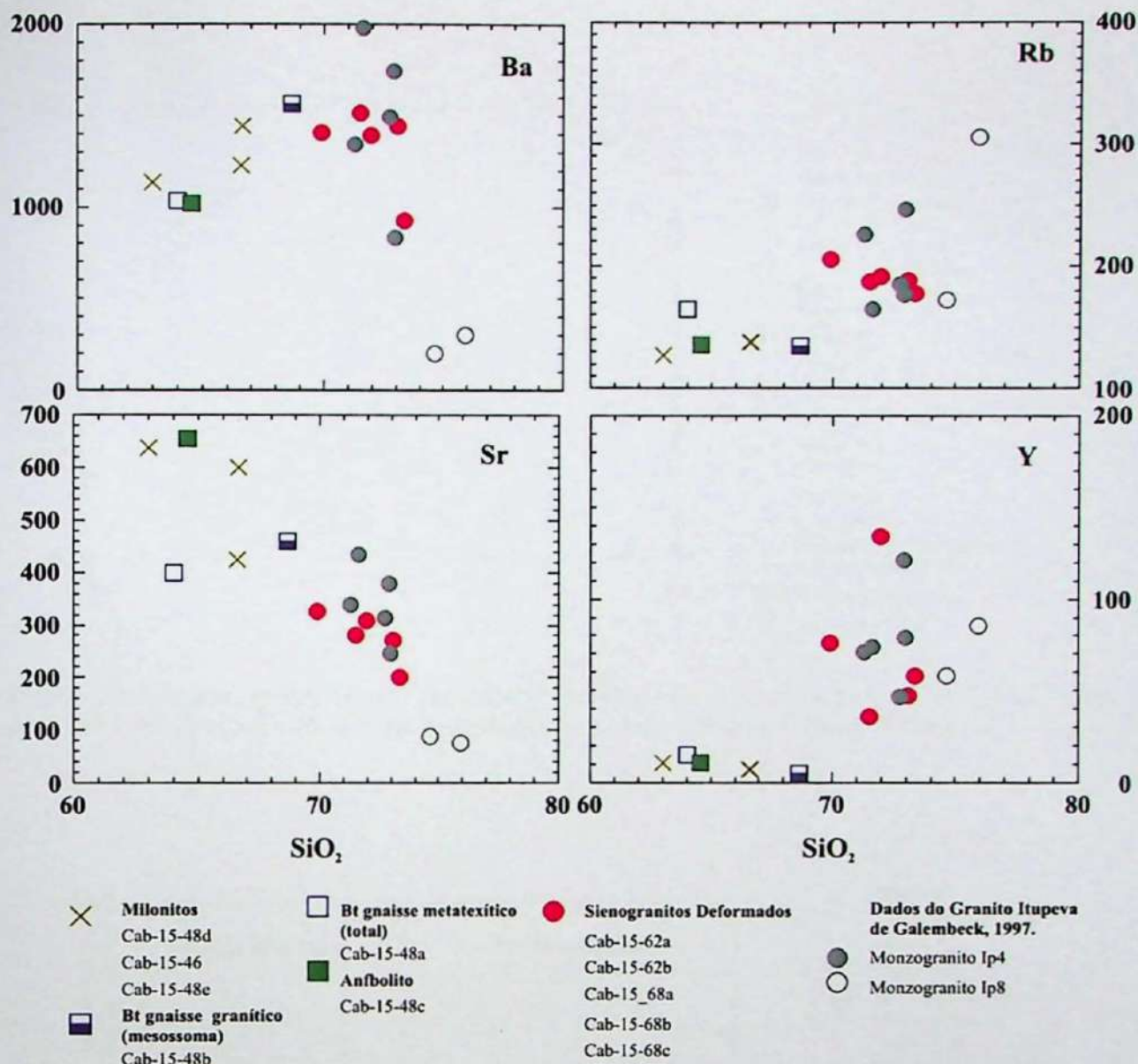
No diagrama de discriminação tipo Pearce *et. al.* (1984), para interpretação tectônica de rochas graníticas (Fig. 25), todos os sienogranitos grossos deformados e granitos Itupeva plotam próximos ao campo de granitos intraplaca, enquanto as amostras de migmatitos e protomilonitos de granito ficam no campo de granitos sin-colisionais.



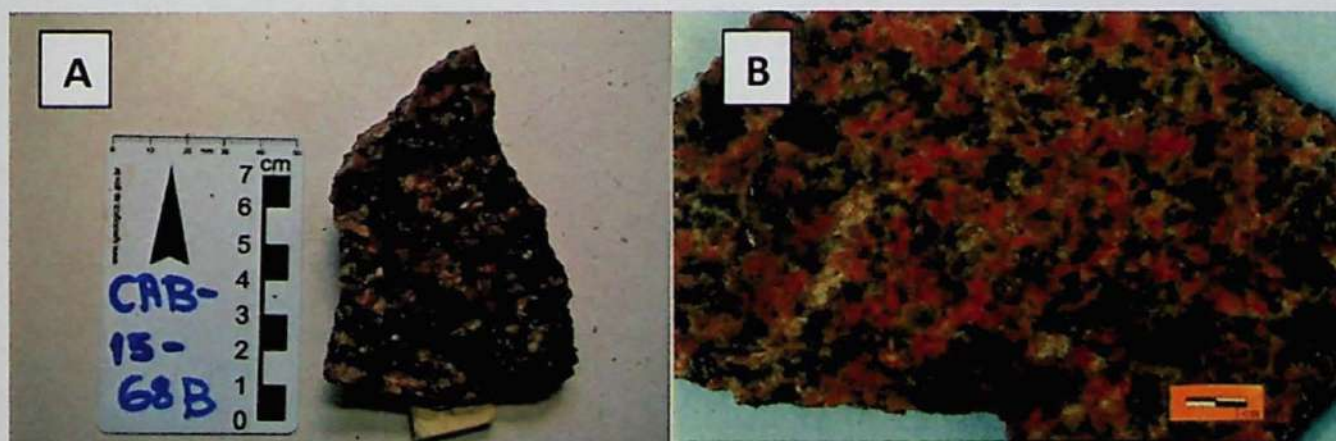


**Figura 20.** Diagramas tipo Harker de variação composicional de elementos maiores e menores (% em peso) de milonitos, porções do migmatito, sienogranitos deformados e Granito Itupeva.



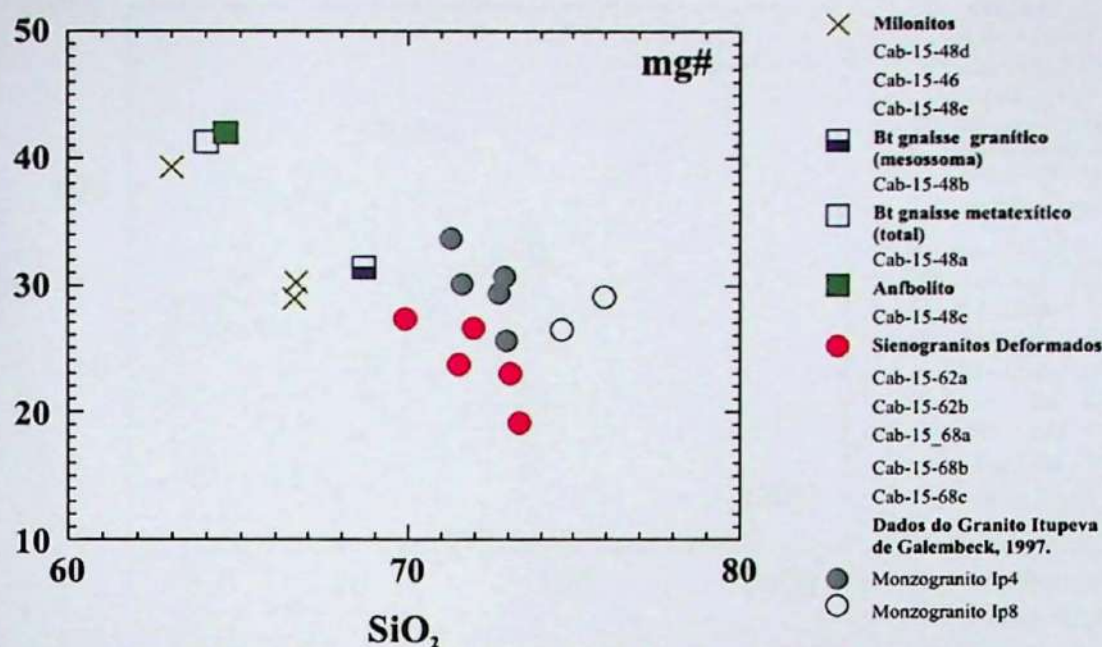


**Figura 21.** Diagramas tipo Harker de variação composicional de elementos traços (ppm) de milonitos, porções do migmatito, sienogranitos deformados e Granito Itupeva.

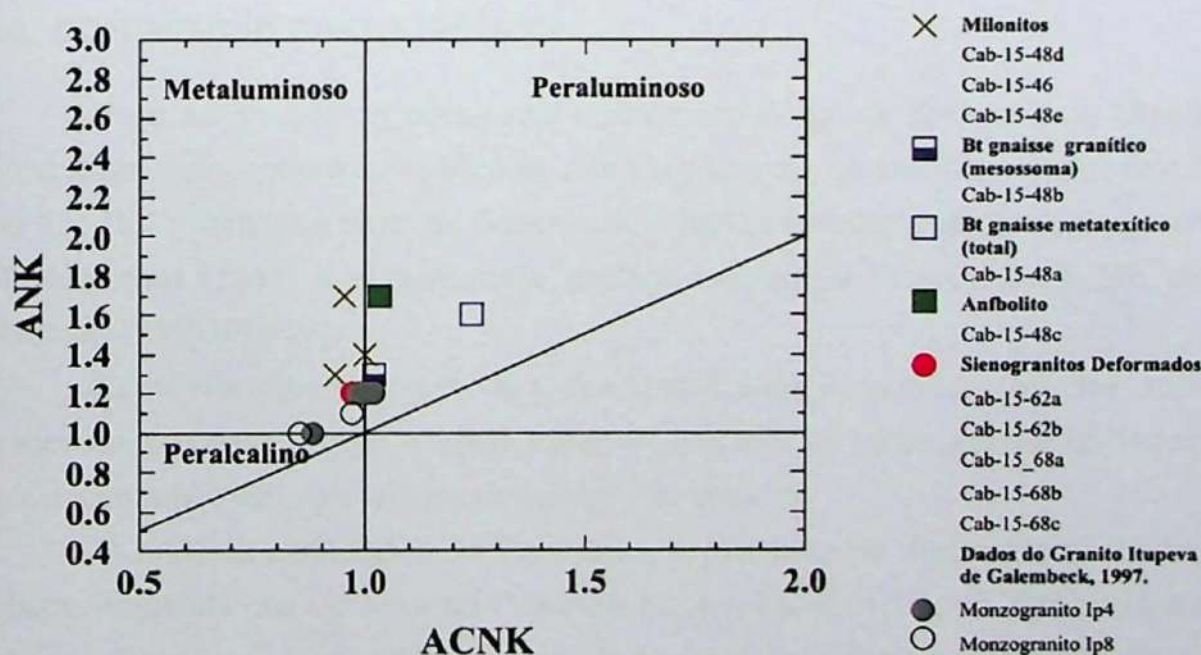


**Figura 22.** a) granito deformado que ocorre nordeste do batólito é correlacionável a b) granito da fácies IP-4 da intrusão Itupeva (retirado de Galembeck, 1997).



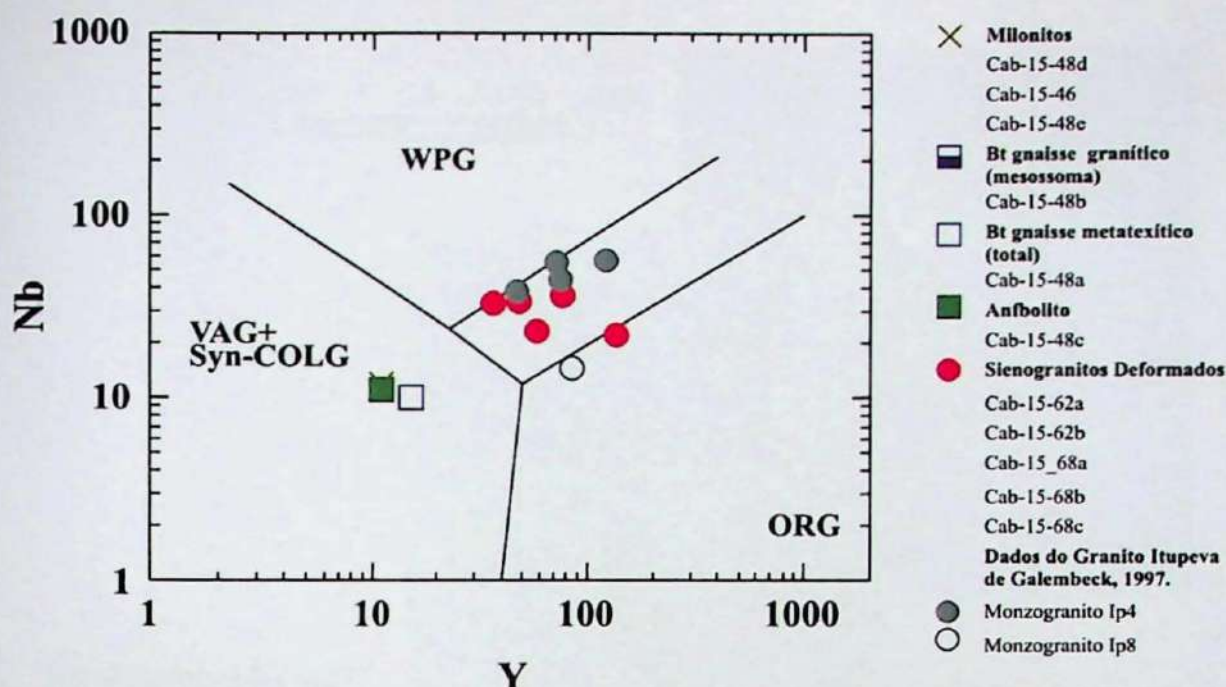


**Figura 23.** Diagramas tipo Harker de variação composicional de  $\text{SiO}_2$  versus  $\text{Mg\#}$  ( $\text{MgO}/\text{MgO}+\text{FeO}$ ) para milonitos, porções do migmatito, sienogranitos deformados e Granito Itupeva.



**Figura 24.** Diagrama A/CNK versus A/NK (Maniar & Piccoli, 1989) mostrando o caráter metaluminoso-peraluminoso para milonitos, porções do migmatito, sienogranitos deformados e Granito Itupeva. Algumas amostras do Granito Itupeva plotam mais próximo do campo peralcalino.





**Figura 25.** Diagrama de discriminação tipo Pearce *et. al.* (1984) para interpretação tectônica de rochas graníticas milonitos, porções do migmatito, sienogranitos deformados e Granito Itupeva.

## 10. COMPILAÇÃO CARTOGRÁFICA

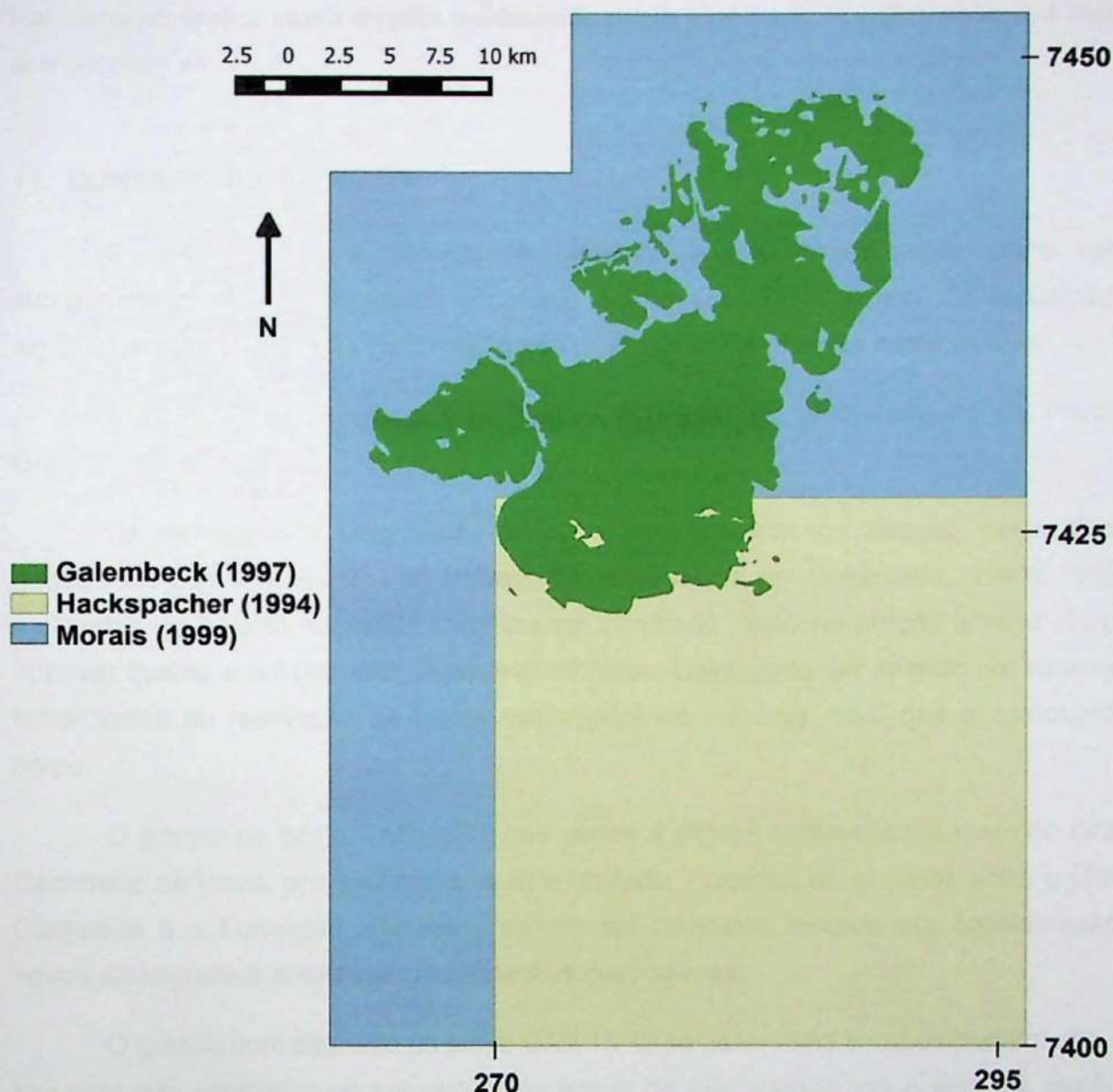
Para construção do documento cartográfico integrado do Província Granítica Itu e suas áreas adjacentes foram utilizados três trabalhos disponíveis na mapoteca da biblioteca do IGc-USP: o mapeamento de Galembeck (1997), o mapeamento geológico-estrutural de Hackspacher (1994) e a compilação geológica-metalogenética da folha Rio de Janeiro (Morais, 1999) (Fig. 26).

Estes matérias cartográficos foram digitalizados e, fazendo uso dos *softwares* de geoprocessamento (ArcGIS e QGis), foram recuperados os contornos das unidades e salvos em documentos vetoriais que acompanham este volume.

O material cartográfico de Galembeck é resultado do mapeamento faciológico das quatro intrusões que ocorrem na Província Itu, em escala 1:25.000. Este material já vem sendo utilizado no trabalho de doutorado da coorientadora deste projeto. Embora este mapa faciológico contenha bastante detalhamento da Província Granítica, que é o alvo de trabalho da autora, ele traz poucas informações sobre as rochas adjacentes, tanto do embasamento cristalino, quanto da cobertura sedimentar a oeste.

O trabalho de Peter é uma compilação dos dados geológico-estruturais em escala 1:50000 da folha Cabreúva, principalmente a partir de Hackspacher *et. al.* (1989, 1992).





**Figura 26.** Área digitalizada e fontes cartográficas utilizados na compilação. O trabalho de Galembeck foi usado para traçar o contorno da Província Itu. Os contornos das unidades do embasamento foram traçados preferencialmente segundo o mapa de Hackspacher.

Este mapa traz bastante detalhe da região ao sul da Província Itu, assim como informações exatamente iguais. Optou-se aqui por utilizar os contatos do mapeamento de maior detalhe, adaptando alguns contornos das unidades do embasamento, seguindo a estruturação regional.

A compilação da Folha Rio de Janeiro em escala 1:250.000 também foi utilizada para finalizar os contornos da área de interesse, não mapeadas nos dois trabalhos anteriores.

A leste da Província Itu está a folha Indaiatuba, que não apresenta mapeamento geológico de detalhe.



A disponibilização da compilação (Anexos 4 e 5) final visa contribuir para demais trabalhos na área e assim ampliar a discussão sobre a definição e delimitação dos litotipos que ocorrem ali.

## 11. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Grupo Itapira é descrito na literatura quase unanimemente como rochas supracrustais metassedimentares de médio a alto grau metamórfico. A disposição de algumas unidades descritas na literatura não puderam ser conferidas neste estudo.

Foi possível caracterizar seis litotipos principais do embasamento da Província Granítica Itu.

Os sienogranitos deformados possuem uma semelhança textural, petrográfica e geoquímica com a fácies IP-4 da intrusão Itupeva descrita por Galembeck (1997). Próximo às bordas do batólito, o granito pode ocorrer cisalhado, tanto na porção a leste (intrusão Itupeva) quanto a sul (intrusão Cabreúva) do corpo. Logo, pode ser inferido um sistema de falhamentos ou reativação de falhas contemporâneo ou mais novo que a colocação do corpo.

O granito do ponto CAB-15-70 que ocorre a alguns quilômetros a norte do Granito Cachoeira pertence, provavelmente, a esta unidade. Portanto, os contatos entre o Granito Cachoeira e a Formação Hermida precisam ser revisados levando em consideração os novos afloramentos abertos por modificações nas rodovias.

O granito com diopsídio do ponto CAB-15-49 se assemelha composicionalmente com leucossomas estudados no trabalho de formatura de Fernando Prado Araújo, na região de Jundiá, ali definidos como produtos de fusão parcial de rochas tonalíticas.

Embora não ocorra uma relação clara de contato entre as rochas dos afloramentos CAB-15-48 e 49, é muito provável que o monzogranito seja intrusivo nos migmatitos.

Os paragnaisses típicos da Formação Hermida ocorrem muito alterados. São metatexitos com melanossoma composto por biotita, granada, sillimanita e leucossoma granítico.

Os metagranitoides protomiloníticos são o litotipo mais comum ao sul da província Itu e são correlatos à unidade de ortoderivados descrita por Hackspacher (1994). São gnaisses graníticos a granodioríticos gerados a partir da anatexia dos metassedimentos que ocorrem próximos da ZCIJ. Considerando que esses protólitos possuem uma natureza híbrida (ver o migmatito com forte caráter aluminoso do ponto CAB-15-48 e os anfibolitos que ali ocorrem),



a unidade dos ortognaisses não possui ainda uma descrição adequada, com parâmetros que justifiquem a distinção desta unidade das unidades a que estão associadas.

Estes metagranitoides estão inseridos num contexto de zonas de cisalhamento muito abrangente, que perfazem uma faixa quilométrica ao sul do batólito granítico. As injeções de granitos róseos, que cortam os metagranitoides, podem estar ligadas às intrusões da Província Itu. É pouco provável que estes metagranitoides sejam porções da Província Itu deformadas, uma vez que não há correlação petrográfica ou geoquímica.

O metamorfismo nas rochas estudadas é de médio a alto grau. Os migmatitos indicam fácies anfibolito superior, com anatexia associada. As rochas miloníticas sofreram deformação não coaxial sob metamorfismo de médio grau, por volta de 400-500°C.

O embasamento da Província Granítica Itu foi reconhecido nos metagranitoides protomiloníticos que necessitam de uma caracterização petrológica mais detalhada, que permita contextualizar estas rochas dentro da evolução geológica dos migmatitos orto e paraderivados.

## 12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, F. F. M. 1981. O Cráton do Paramirim e suas relações com o Cráton São Francisco. In: Simpósio Brasileiro do Cráton São Francisco e suas faixas marginais. / *Simpósio Brasileiro de Geologia*, 1, 1-10. Salvador: SBG.

Alves, A., Janasi, V. A., Campos Neto, M. D. C., Heaman, L., Simonetti, A. 2013. U-Pb geochronology of the granite magmatism in the Embu Terrane: Implications for the evolution of the Central Ribeira Belt, SE Brazil. *Precambrian Research*, 230, 1-12.

Artur, A.C. 1980. *Rochas metamórficas dos arredores de Itapira-SP*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 193p.

Ashworth, J. R.; Brown, M. 1988. *High-temperature metamorphism and crustal anatexis*. London, Boston, 407p.

Bergmann, M. 1988. *Caracterização estratigráfica e estrutural da sequência vulcano-sedimentar do Grupo São Roque na região de Pirapora do Bom Jesus, Estado de São Paulo*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 155p.

Bistrichi, C.A.; Carneiro, C.D.R.; Dantas, A.S.L.; Ponçano, W.L.; Campanha, G.A. da C.; Nagata, N.; Almeida, M.A.; Stein, D.P.; Melo, M.S. de; Cremonini, O.A. - 1981 - *Mapa Geológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000*. São Paulo, IPT/PRÓ-MINÉRIO.



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.

Campos Neto, M. C. 2000. Orogenic Systems from Southwestern Gondwana, an approach to Brasiliano-Pan African Cycle and Orogenic Collage in Southeastern Brazil. XXXI/ *International Geological Congress*, 335-365. Rio de Janeiro.

Campos Neto, M. C. & Caby, R. 1999. Neoproterozoic high-pressure metamorphism and tectonic constraint from the nappe system south of the São Francisco Craton, southeast Brazil. *Precambrian Research*, 97: 3-26.

Campos Neto, M. C., Basei, M. A. S., Arthur, A. C., Silva, M. E., Machado, R., Dias Neto, C. M., Fragoso-César, A. R., Souza, A. F. 1983. Geologia das folhas de Igaratá e Piracaia. *Jornada sobre a carta geológica do estado de São Paulo*, escala 1:50000, 55-79. São Paulo: SICCT/Pró-Minério.

Campos Neto, M. C., Basei, M. A. S., Vlach S. R. F., Caby, R., Szabó, G. A., J., Vasconcelos, P. 2004. Migração de orógenos 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.

Cavalcante, J. C.; Cunha, L.C.; Chierigati, C.A.; Yamamoto, K.; Drumond, J.B.V.; Rocha, J.M.; Coutinho, M.G.M. 1979. Projeto Sapucaí: relatório final. Escala 1:250.000. São Paulo: DNPM/CPRM,

Dantas, A.S.L. 1990. *Geologia da faixa São Roque e intrusivas associadas na região entre São Paulo e Mairiporã, Norte de São Paulo - SP*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 199p.

Ebert, H. D. 1968. Ocorrências da fácies granulítica no sul de Minas Gerais e em áreas adjacentes, em dependência da estrutura orogênica: hipóteses sobre sua origem. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 40:215-229.

Ebert, H. D.; Chemale Jr, F.; Babinski, M.; Artur, A. C.; Van Schmus, W.R. 1996. Tectonic setting and U/Pb zircon dating of the Plutonic Socorro Complex in the transpressive, Rio Paraíba do Sul shear belt, SE - Brazil. *Tectonics*, 15 (3), 688-699.

Galembeck, T. M. B. (1997). *O complexo múltiplo, centrado, plurisserial Itu- SP*. Tese (doutorado). Rio Claro: Instituto de Geociências e Ciências Exatas- Unesp, 374p.

Hackspacher, P. C. 1994. *Tectônica transtensiva / transpressiva e alojamento de rochas plutônicas, a exemplo da Folha Cabreúva (SP) 1: 50.000*. Tese (Livre Docência). Rio Claro, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 203p.

Hackspacher, P. C., Godoy, A. M., Oliveira, M. A. F. 1989. A geologia dos grupos Itapira e São Roque na região de Cabreúva: *uma revisão*. I Simpósio de Geologia do Sudeste, 93-94, Rio de Janeiro.



Hackspacher, P. C., Oliveira, M. A. F., Godoy, A. M. 1992. Geologia dos Grupos Serra do Itaberaba/São Roque na Folha Cabreúva – SP. 1:50000. In: *XXXVII Congresso Brasileiro de Geologia*, São Paulo, 124-125.

Hasui, Y., Penalva, F., Hennies, W. T. 1969. Geologia do Grupo São Roque. *XIII Congresso Brasileiro de Geologia*, 101-134. Salvador

Hasui, Y.; Tognon, A. A.; Soares, L.; Csordas, S.M. 1978. Geologia e tectônica da Serra do Japi. São Paulo, USP, *Boletim IG*, 9: 17-24.

Heilbron, M., Pedrosa-Soares, A. C., Silva, L. C., Campos Neto, M. C., Trouw, R. A. J. 2004. Província Mantiqueira. In: Mantesso-Neto, V., Bertorelli, A., Carneiro, C. D. R., Brito Neves, B. B. *Geologia do continente sulamericano: evolução da obra de Fernando Fábio marques de Almeida*. São Paulo: Beca.

Heilbron, M., Valeriano, C. M., Tassinari, C. C. G., Almeida, J., Tupinambá, M., Siga, O., Trouw, R. 2008. Correlation of Neoproterozoic terranes between the Ribeira Belt, SE Brazil and its African counterpart: comparative tectonic evolution and open questions. *Geological Society*, London, Special Publications, 294(1), 211-237.

Janasi, V. A., Vlach, S. R. F., Campos Neto, M. D. C., Ulbrich, H. H. 2009. Associated A-type subalkaline and high-K calc-alkaline granites in the Itu granite province, southeastern Brazil: petrological and tectonic significance. *The Canadian Mineralogist*, 47(6), 1505-1526.

Juliani, C. 1993. *Geologia, petrogênese e aspectos metalogenéticos dos grupos Serra do Itaberaba e São Roque na região das serras do Itaberaba e da Pedra Branca, NE da cidade de São Paulo, SP*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 803 p.

Juliani, C. & Beljavskis, P. 1995. Revisão da litoestratigrafia da Faixa São Roque/Serra do Itaberaba (SP). *Revista do Instituto Geológico*, 16: 33-58.

Juliani, C., Beljavskis, P., Schrorscher, H. D. 1986. Petrogênese do vulcanismo e aspectos metalogenéticos associados: Grupo Serra do Itaberaba na região do São Roque SP. *XXXIV Congresso brasileiro de Geologia*, 2, 730-743. Goiânia: SBG.

Maniar, P. D. & Piccoli, P. M. 1989. Tectonic discriminations of granitoids. *Geological Society of America Bulletin*, 101: 635-643.

Morais, S. M. 1999. *Integração Geológica, da Folha São Paulo – SF.23-Y-C*. Escala 1:250.000. São Paulo: CPRM

Oliveira, M. A. F.; Souza, S. C. A.; Teixeira, W.; Vasconcelos, P.M. 2003.  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  ages of the Alumínio (Serra do Itaberaba Group) and Hermida (Itapira Group) amphibolite, central portion of the Ribeira Belt, Brazil: preliminary inferences. *South American Symposium on Isotope Geology*, 4: 233-236. Salvador, BA.

Passchier, C. W., Trouw, A. J. 1996. *Microtectonics*. Berlim: Springer, 289p.

Pattison, D. R. M., Chacko, T., Farquhar, J., McFarlane, C. R. M. (2003). Temperatures of granulite-facies metamorphism: Constrains from experimental phase



equilibria and thermobarometry corrected for retrograde exchange. *Journal of petrology*, 44, 867-900.

Passchier, C. W., Trouw, A. J. 1996. *Microtectonics*. Berlim: Springer, 289p.

Pearce, J. A., Harris, N. B. W., Tindle, A. C. 1984. Trace elements discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of petrology*, 25: 956-983.

Philpotts, A. R., Ague, J. J. 2009. *Principles of igneous and metamorphic petrology*. 2ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 667 p.

Santoro, E. 1984. *Geologia da folha de Cabreúva, SP*. Dissertação de mestrado. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 114p.

Sawyer, E.W. 2008. *Atlas of Migmatites*. The Canadian Mineralogist, Special Publication 9. NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canada. 371 p.

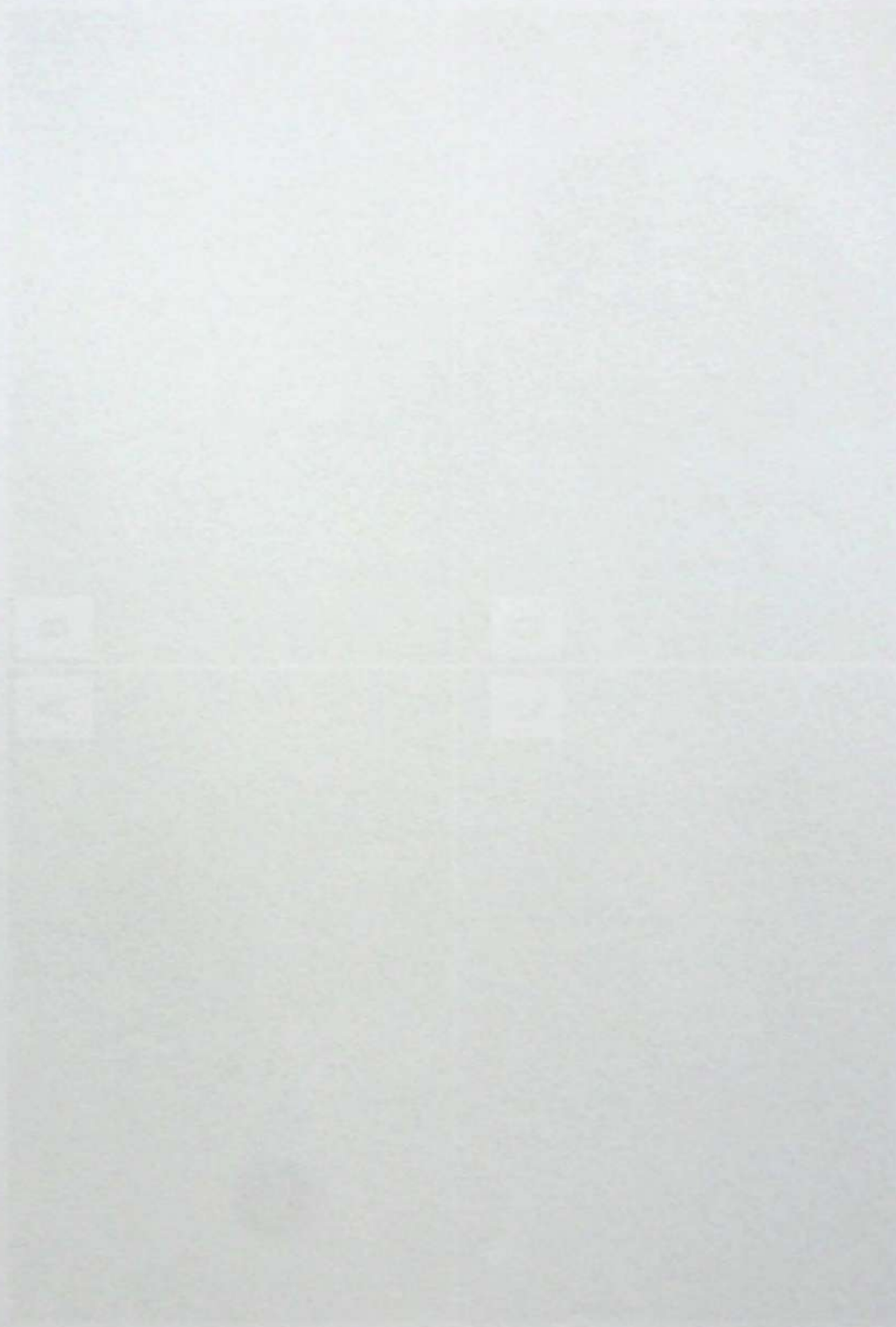
Sawyer, E. W., Cesare, B., Brown, M. 2011. When the continental crust melts. *Elements*, 7 (4): 229-234.

Trouw, R. A., Peternel, R., Ribeiro, A., Heilbron, M., Vinagre, R., Duffles, P., 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.

Vernon, R. H. 2004. *A practical guide to rock microstructure*. New York: Cambridge University Press, 578p.

Wernick, E. 1978. Contribuição à estratigrafia do Pré-Cambriano no leste do Estado de São Paulo e áreas vizinhas. *Revista Brasileira Geociências*, 8(3): 206-216.

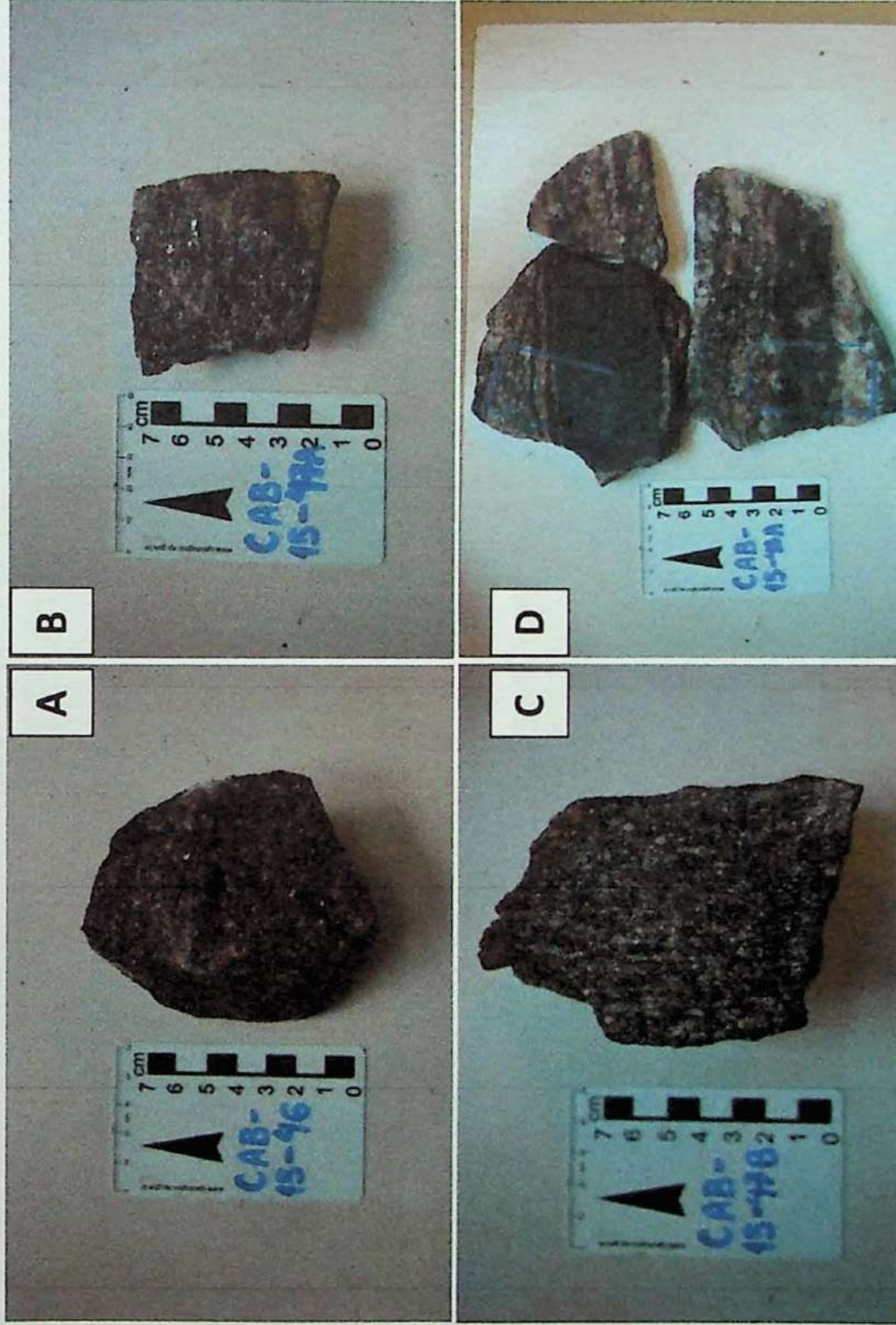






## ANEXO 1

### DOCUMENTAÇÃO MACROSCÓPICA DAS ROCHAS DO EMBASAMENTO



A) CAB-15-46 granito potomilonítico B) CAB-15-47A: granito protomilonítico com fraturas C) CAB-15-47B: granito protomilonítico fraturado D) CAB-15-48A: gniisse metatexitico





E) CAB-15-48B granito ptotomilonítico F) CAB-15-48C: gnaiss e lente anfibolítica G) CAB-15-48D: gnaiss milonítico H) CAB-15-48E: granito porfiroclástico





I



J



K



L

I) CAB-15-49: granito equigranular J) CAB-15-62A: sienogranito deformado K) CAB-15-62B: sienogranito deformado (alterado) L) CAB-15-68A: granito deformado





M) CAB-15-68B: granito deformado N) CAB-15-68C: granito deformado O) CAB-15-68C: granito deformado com dique aplitico





O



P



Q



R

O) CAB-15-71A granito protomilonítico P) CAB-15-71B: granito protomilonítico com porções máficas e injeções graníticas Q) CAB-15-71C: granito protomilonítico com porções graníticas R) CAB-15-72A: anfibolito metatexítico





S



T



U



V

S) CAB-15-72B: amphibolite metatextitic with patches of leucosome tonalitic T) CAB-15-73A: biotite gneiss U) CAB-15-73B: amphibolite intercalated with gneiss V) CAB-15-73C and D: granitoid ultramylonitic and mylonitic





X) CAB-15-75: milonito de granito







**ANEXO II**  
**DESCRIÇÕES PETROGRÁFICAS**

**FICHA DE DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA – TF 15/22**

**Lâmina:** CAB-15-46

**Aluno:** Geovane Moreira Roque

**Descrição macroscópica**

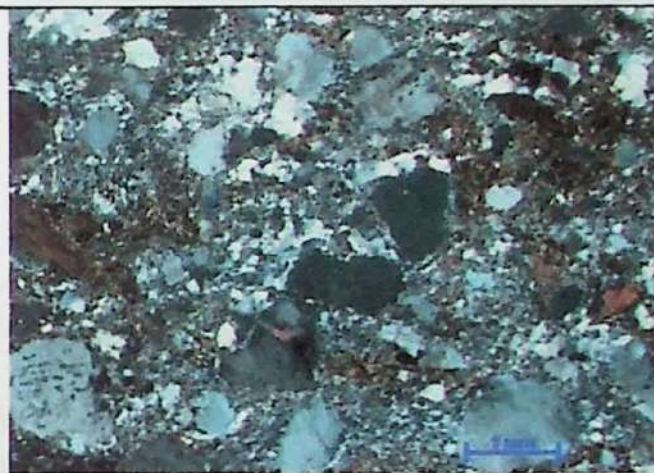
Granito cinza deformado de textura milonítica, com cristais de feldspato alcalino e plagioclásio de até 2mm. A foliação é sutil em amostra de mão e demarcada por máficos da matriz.

**Descrição Microscópica**

**Textura:** protomilonítica, com porfiroclastos de feldspato alcalino, quartzo e plagioclásio de até 2mm (média de 1mm) com bordas recrystalizadas dinamicamente e em contatos serrilhados. Ocorrem também porfiroclastos de titanita e hornblenda de em média 0,8mm, concordantes com a foliação. Os opacos ocorrem como grãos estirados e recrystalizados em grãos finos num padrão paralelo à foliação e associado à biotita orientada. Poucas biotitas chegam a 0,5mm. Na matriz ainda ocorrem micromosaicos de quartzo e feldspato gerados por recrystalização dinâmica. **IC=19%**



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis paralelos)



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis cruzados)

**Mineralogia**

Quartzo (30)	Cristais arredondados, porfiroclásticos, mas principalmente na matriz gerando micromosaicos. Contatos serrilhados. Os cristais maiores possuem frequente extinção ondulante.
K-Feldspato (30)	Cristais anédricos, geralmente na forma de porfiroclastos. Alguns cristais possuem geminação da lei de Carlsbad. Ocorre também como cristais finos na matriz. Sofre processo de sericitização.
Plagioclásio (21)	Porfiroclastos geralmente menores que os de kfs. Cristais anédrico, arredondados. A geminação da lei da albita ocorre muitas vezes flexurada.
Biotita (7,5)	Muito fina 0,02mm, em média) e associada à opacos também finos na matriz. Alguns cristais subédricos chegam a 0,5mm. O pleocroísmo varia de verde-escuro, caramelo e castanho escuro.
Hornblenda (1)	Cristais euédricos a subédricos de até 0,3mm. Ocorrem estirados paralelos à foliação.
Opacos (3,2)	Anédrico, como cristais estirados. Ocorre muito fino na matriz, provavelmente recrystalizado dinamicamente. Ocorre também euédrico, com formas cúbicas (cristais tardios).
Titanita (5,5)	Cristais euédricos a subédricos de até 1mm, com formatos losangulares. Ocorrem alongados paralelos à foliação. Alguns cristais subédricos ou anédricos substituem parcialmente os opacos
Clorita (1)	Tardia, anédrica, substitui a biotita. Média de 0,05mm
Muscovita (0,2)	Raros cristais anédricos de até 0,2mm substituindo O feldspato alcalino. Geralmente na forma de sericita
Apatita (0,5)	Cristais de no máximo 0,1mm, euédricos. Ocorre mais frequentemente em porções com titanita
Zircão (0,1)	Cristais euédricos, com 0,02mm, em média

**Sequência de cristalização**

Mineral	Pré-Sn	Sn	Pós-Sn
Quartzo	-----	-----	
Feldspato alcalino	-----	---	
Plagioclásio	-----	--	
Biotita	-----	-----	
Hornblenda	-----	-----	
Titanita	-----	-----	
Opacos	-----	--	-----
Apatita	-----	-----	
Zircão	-----		
Clorita			-----
Muscovita			-----

**Nome da rocha:** Protomilonito de granito



# FICHA DE DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA – TF 15/22

Lâmina: CAB-15-47A

Aluno: Geovane Moreira Roque

## Descrição macroscópica

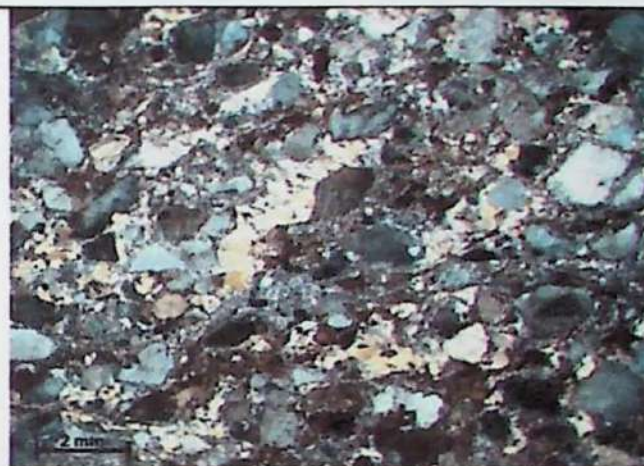
Granito cinza deformado de textura milonítica, com cristais de feldspato alcalino e plagioclásio de até 3mm. A foliação é sutil em amostra de mão e demarcada por biotita da matriz.

## Descrição Microscópica

**Textura:** protomilonítica, com porfiroclastos de feldspato alcalino, quartzo e plagioclásio de até 3mm (média de 1mm) com bordas recrystalizadas dinamicamente, com formas oclares ou em sigmoides e em contatos serrilhados. Ocorrem também porfiroclastos de titanita de em média 1mm, concordantes com a foliação. A matriz é gerada por agregados fitados de biotita fina e opacos finos que envolvem os grãos maiores. Na matriz ainda ocorrem micromosaicos de quartzo e feldspato gerados por recrystalização dinâmica. IC=18%



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis paralelos)



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis cruzados)

## Mineralogia

Quartzo (30)	Cristais arredondados, porfiroclásticos, mas principalmente na matriz gerando micromosaicos. Contatos serrilhados. Os cristais maiores possuem frequente extinção ondulante.
K-Feldspato (33)	Cristais anédricos, geralmente na forma de porfiroclastos. Alguns cristais possuem geminação da lei de Carlsbad. Ocorre também como cristais finos na matriz. Sofre processo de sericitização.
Plagioclásio (19)	Porfiroclastos geralmente menores que os de kfs. Cristais anédrico, arredondados. A geminação da lei da albita ocorre muitas vezes flexurada.
Biotita (7)	Muito fina (0,02mm, em média) e associada a opacos, também finos na matriz. O pleocroísmo varia de verde-escuro, caramelo e castanho escuro.
Epídoto (1,3)	Preenche as fraturas na forma de cristais finos, subédricos a euédricos, de em média 0,05mm. Mas também ocorre anédrico associado a opacos e titanita.
Opacos (3,6)	Anédrico, como cristais estirados associados à titanita. Ocorre muito fino na matriz, provavelmente recrystalizado dinamicamente. Ocorre também euédrico, ultrapassado 1mm, com formas cúbicas (cristais tardios).
Titanita (5)	Cristais euédricos a subédricos de até 1mm, com formatos losangulares. Ocorrem alongados paralelos à foliação. Alguns cristais subédricos ou anédricos substituem parcialmente os opacos
Clorita (0,2)	Tardia, anédrica, substitui a biotita. Média de 0,05mm. Pleocroísmo em tons de verde claro e escuro.
Apatita (0,8)	Cristais de no máximo 0,1mm, euédricos. Ocorre mais frequentemente em porções com titanita
Zircão (0,1)	Cristais euédricos, com 0,02mm, em média

## Sequência de cristalização

Mineral	Pré-Sn	Sn	Pós-Sn
Quartzo	-----	-----	
Feldspato alcalino	-----	---	
Plagioclásio	-----	---	
Biotita	-----	-----	
Titanita	-----	-----	
Opacos	-----	---	-----
Apatita	-----	-----	
Zircão	-----		
Clorita			-----
Epídoto			-----

**Observações:** Presença de fraturas de 1-2mm de espessura preenchidas por epídoto e sulfetos

**Nome da rocha:** Protomilonito de granito



**FICHA DE DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA – TF 15/22**

**Lâmina:** CAB-15-48a1

**Aluno:** Geovane Moreira Roque

**Descrição macroscópica**

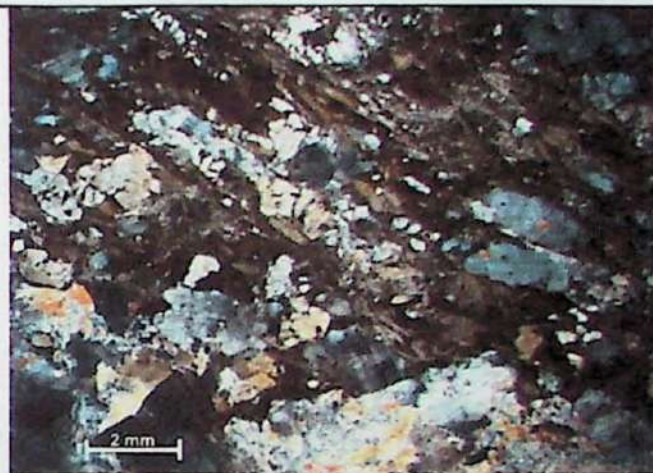
Gnaiss migmatítico com bandamento composicional. As bandas claras variam de 0,5-3cm de espessura. S escuras de 1-10mm. As bandas claras são quartzo-feldspáticas e as escuras são levemente esverdeadas, compostas por biotita e clorita. Fraturas milimétricas contendo sulfeto cortam a rocha.

**Descrição Microscópica**

**Textura:** Bandas félsicas: textura granular, com grãos de qz e kfs em contatos curvos. Alguns grãos podem estar cominuídos. Em algumas porções os feldspatos estão mais euédricos. Em outras, completamente recrystalizado. Bandas máficas: textura lepidoblástica, com biotita definido a foliação. Ocorrem cristais de granada parcialmente substituída por clorita e biotita, principalmente ao logo das fraturas.



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis paralelos)



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis cruzados)

**Mineralogia**

Quartzo (30)	De tamanhos variados (0,1-2,5mm), as vezes recrystalizado. Sempre anédrico e pode ter extinção ondulante
K-Feldspato (30)	Cristais anédricos a subédricos com bordas cominuídas. Ocorre também como microclínio (10)
Plagioclásio (21)	Pode ser cristais subédricos de até 4mm, mas em média possui 1mm.
Biotita (7,5)	Desde muito fina anédrica a grãos de 2,5mm euédrica. Substituída parcialmente por muscovita.
Granada (4)	Cristais euédricos a subédricos de até 0,3mm. Ocorrem estirados paralelos à foliação.
Opacos (2,5)	Anédricos, de 0,2-0,5mm.
Clorita (2,5)	Tardia, anédrica, substitui a biotita e granada. Média de 0,05mm
Muscovita (2)	Raros cristais anédricos de até 0,2mm substituindo a biotita ou o feldspato alcalino. Geralmente na forma de sericita
Apatita (0,3)	Cristais de no máximo 0,2mm, euédricos
Zircão (0,2)	Cristais euédricos, com 0,02mm, em média

**Sequência de cristalização**

Mineral	Pré-Sn	Sn	Pós-Sn
Quartzo	-----	-----	
Feldspato alcalino	-----	----	
Plagioclásio	-----	--	
Biotita	-----	-----	
Granada	-----	-----	
Opacos	-----	--	-----
Apatita	-----	-----	
Zircão	-----		
Clorita			-----
Muscovita			-----

**Observações:** A lâmina representa uma porção relativamente mais homogênea do gnaiss. Melanossoma e leucossoma não estão tipicamente segregados.

**Nome da rocha:** biotita gnaiss metatexítico com granada



# FICHA DE DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA – TF 15/22

Lâmina: CAB-15-48a2

Aluno: Geovane Moreira Roque

## Descrição macroscópica

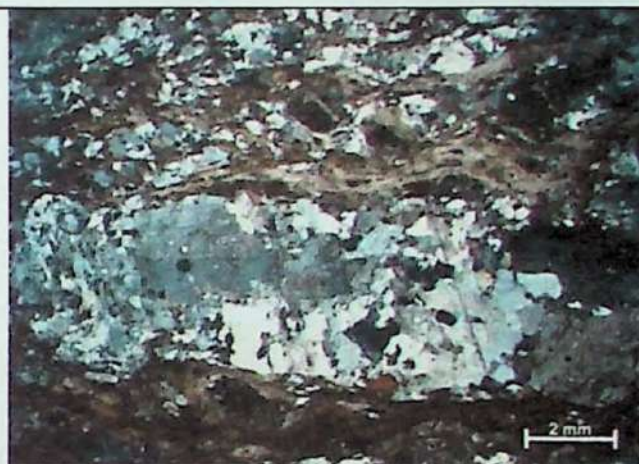
Gnaiss migmatítico com bandamento composicional. As bandas claras variam de 0,5-3cm de espessura. S escuras de 1-10mm. As bandas claras são quartzo-feldspáticas e as escuras são levemente esverdeadas, compostas por biotita e clorita. Fraturas milimétricas contendo sulfeto cortam a rocha.

## Descrição Microscópica

**Textura:** Bandas félsicas: textura granular, com grãos de qz e kfs em contatos curvos. Alguns grãos podem estar cominuídos. Em algumas porções os feldspatos estão mais euédricos. Em outras, completamente recristalizado. Bandas máficas: textura porfiroblástica, com porfiroblastos de granada de até 3,5mm. A matriz é fina e lepidoblástica, com biotita definido a foliação. Ocorrem cristais de granada parcialmente substituída por clorita e biotita, principalmente ao logo das fraturas.



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis paralelos)



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis cruzados)

## Mineralogia

Quartzo (30)	De tamanhos variados (0,1-2,5mm), as vezes recristalizado. Sempre anédrico e pode ter extinção ondulante
K-Feldspato (30)	Cristais anédricos a subédricos com bordas cominuídas. Ocorre também como microclínio (10)
Plagioclásio (15)	Pode ser cristais subédricos de até 4mm, mas em média possui 1mm.
Biotita (11)	Desde muito fina anédrica a grãos de 0,8mm euédrica. Substituída parcialmente por muscovita.
Granada (3,5)	Cristais euédricos a subédricos de até 3,5mm. Bastante fraturada e pré-cinemática. Muito substituída por chl
Opacos (0,5)	Anédricos, de 0,2-0,3mm.
Clorita (3,8)	Tardia, anédrica, substitui a biotita e granada.
Muscovita (6)	Raros cristais anédricos de até 0,2mm substituindo a biotita ou o feldspato alcalino. Geralmente na forma de sericita preenchendo as fraturas.
Apatita (0,2)	Cristais de no máximo 0,2mm, euédricos
Zircão (0,1)	Cristais euédricos, com 0,02mm, em média

## Sequência de cristalização

Mineral	Pré-Sn	Sn	Pós-Sn
Quartzo	-----	-----	
Feldspato alcalino	-----	---	
Plagioclásio	-----	--	
Biotita	-----	-----	
Granada	-----	-----	
Opacos	-----	--	-----
Apatita	-----	-----	
Zircão	-----		
Clorita			-----
Muscovita			-----

**Observações:** A lâmina representa uma porção mais típica do gnaiss, com uma boa diferenciação de leucossoma e melanossoma

**Nome da rocha:** biotita gnaiss metatexitico com granada



## FICHA DE DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA – TF 15/22

Lâmina: CAB-15-48a3

Aluno: Geovane Moreira Roque

## Descrição macroscópica

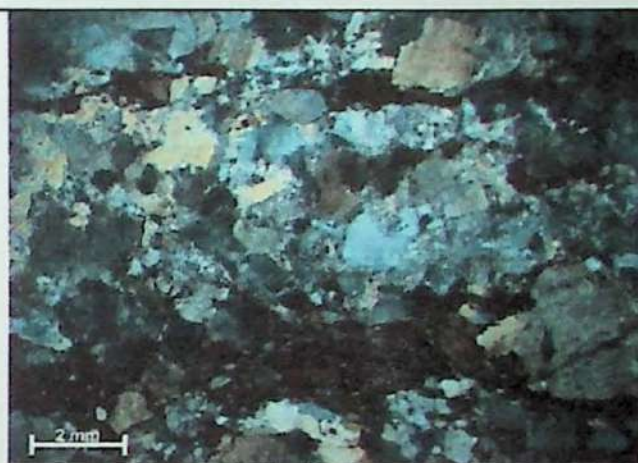
Granito cinza deformado de textura milonítica, com cristais de feldspato alcalino e plagioclásio de até 2mm. A foliação é sutil em amostra de mão e demarcada por máficos da matriz.

## Descrição Microscópica

**Textura:** protomilonítica, com porfiroclastos de feldspato alcalino, quartzo e plagioclásio de até 2mm (média de 1mm) com bordas recrystalizadas dinamicamente e em contatos serrilhados. Ocorrem também porfiroclastos de titanita e hornblenda de em média 0,8mm, concordantes com a foliação. Os opacos ocorrem como grãos estirados e recrystalizados em grãos finos num padrão paralelo à foliação e associado à biotita orientada. Poucas biotitas chegam a 0,5mm. Na matriz ainda ocorrem micromosaicos de quartzo e feldspato gerados por recrystalização dinâmica. IC=19%



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis paralelos)



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis cruzados)

## Mineralogia

Quartzo (30)	Cristais arredondados, porfiroclásticos, mas principalmente na matriz gerando micromosaicos. Contatos serrilhados. Os cristais maiores possuem frequente extinção ondulante.
K-Feldspato (30)	Cristais anédricos, geralmente na forma de porfiroclastos. Alguns cristais possuem geminação da lei de Carlsbad. Ocorre também como cristais finos na matriz. Sofre processo de sericitização.
Plagioclásio (21)	Porfiroclastos geralmente menores que os de kfs. Cristais anédrico, arredondados. A geminação da lei da albita ocorre muitas vezes flexurada.
Biotita (7,5)	Muito fina 0,02mm, em média) e associada à opacos também finos na matriz. Alguns cristais subédricos chegam a 0,5mm. O pleocroísmo varia de verde-escuro, caramelo e castanho escuro.
Hornblenda (1)	Cristais euédricos a subédricos de até 0,3mm. Ocorrem estirados paralelos à foliação.
Opacos (3,2)	Anédrico, como cristais estirados. Ocorre muito fino na matriz, provavelmente recrystalizado dinamicamente. Ocorre também euédrico, com formas cúbicas (cristais tardios).
Titanita (5,5)	Cristais euédricos a subédricos de até 1mm, com formatos losangulares. Ocorrem alongados paralelos à foliação. Alguns cristais subédricos ou anédricos substituem parcialmente os opacos
Clorita (1)	Tardia, anédrica, substitui a biotita. Média de 0,05mm
Muscovita (0,2)	Raros cristais anédricos de até 0,2mm substituindo a biotita ou o feldspato alcalino. Geralmente na forma de sericita
Apatita (0,5)	Cristais de no máximo 0,1mm, euédricos. Ocorre mais frequentemente em porções com titanita
Zircão (0,1)	Cristais euédricos, com 0,02mm, em média

## Sequência de cristalização

Mineral	Pré-Sn	Sn	Pós-Sn
Quartzo	-----	-----	
Feldspato alcalino	-----	---	
Plagioclásio	-----	--	
Biotita	-----	-----	
Hornblenda	-----	-----	
Titanita	-----	-----	
Opacos	-----	--	-----
Apatita	-----	-----	
Zircão	-----		
Clorita			-----
Muscovita			-----

## Observações:

Nome da rocha: Protomilonito de granito



## FICHA DE DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA – TF 15/22

Lâmina: CAB-15-48b1

Aluno: Geovane Moreira Roque

## Descrição macroscópica

Granito rosa deformado de textura milonítica, com cristais de feldspato alcalino e plagioclásio de até 2mm. A foliação é demarcada por máficos da matriz fina.

## Descrição Microscópica

**Textura:** protomilonítica, com porfiroclastos de feldspato alcalino, quartzo e plagioclásio de até 1,5mm (média de 0,8mm) com bordas recrystalizadas dinamicamente, com formas oclares ou em sigmoides e em contatos serrilhados. A matriz é gerada por agregados fitados de biotita e opacos finos que envolvem os grãos maiores. Na matriz ainda ocorrem micromosaicos de quartzo e feldspato gerados por recrystalização dinâmica. IC=13%



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis paralelos)



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis cruzados)

## Mineralogia

Quartzo (35)	Cristais arredondados, porfiroclásticos, mas principalmente na matriz gerando micromosaicos. Contatos serrilhados. Os cristais maiores possuem frequente extinção ondulante.
K-Feldspato (36)	Cristais anédricos, geralmente na forma de porfiroclastos, muitas vezes em sigmoides. Alguns cristais possuem geminação da lei de Carlsbad. Ocorre também na variedade microclínio (10). Também como cristais finos na matriz. Sofre processo de sericitização.
Plagioclásio (16)	Porfiroclastos geralmente menores que os de kfs. Cristais anédrico, arredondados. A geminação da lei da albita ocorre muitas vezes flexurada.
Biotita (3)	Muito fina (0,02mm, em média) e associada à opacos também finos na matriz. Alguns cristais subédricos chegam a 0,5mm. O pleocroísmo varia de verde-escuro, caramelo e castanho escuro.
Epídoto (3)	Ocorre principalmente ao longo das fraturas. Subédrico a euédrico e associado a opacos.
Opacos (3,8)	Anédrico, como cristais estirados. Ocorre muito fino na matriz, provavelmente recrystalizado dinamicamente. Ocorre também euédrico, com formas cúbicas (cristais tardios).
Clorita (2,)	Tardia, anédrica e substitui a biotita. Média de 0,08mm
Muscovita (0,4)	Raros cristais anédricos de até 0,3mm substituindo a biotita ou o feldspato alcalino. Geralmente na forma de sericita
Apatita (0,2)	Cristais de no máximo 0,3mm, euédricos. Ocorre mais frequentemente em porções com titanita
Zircão (0,1)	Cristais euédricos, com 0,02mm, em média

## Sequência de cristalização

Mineral	Pré-Sn	Sn	Pós-Sn
Quartzo	-----	-----	
Feldspato alcalino	-----	-----	
Plagioclásio	-----	-----	
Biotita	-----	-----	
Opacos	-----	-----	-----
Apatita	-----	-----	
Zircão	-----		
Clorita			-----
Muscovita			-----
Epídoto			-----

## Observações:

Nome da rocha: Protomilonito de sienogranito



## FICHA DE DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA – TF 15/22

Lâmina: CAB-15-48b2

Aluno: Geovane Moreira Roque

## Descrição macroscópica

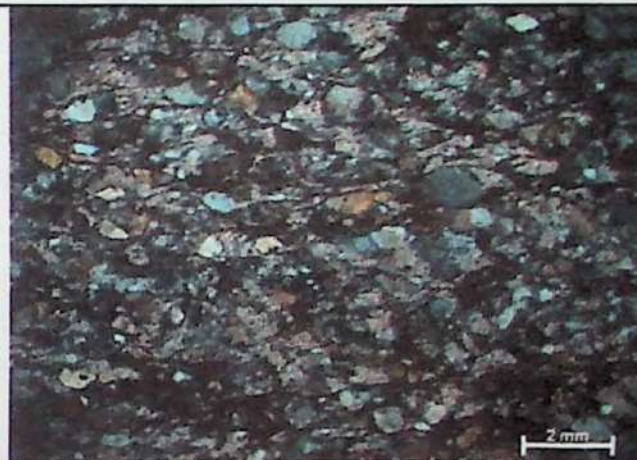
Granito rosa deformado de textura milonítica, com cristais de feldspato alcalino e plagioclásio de até 2mm. A foliação é demarcada por máficos da matriz fina.

## Descrição Microscópica

**Textura:** protomilonítica, com porfiroclastos de feldspato alcalino, quartzo e plagioclásio de até 2mm (média de 1mm) com bordas recrystalizadas dinamicamente, com formas oclares ou em sigmoides e em contatos serrilhados. A matriz é gerada por agregados fitados de biotita e opacos finos que envolvem os grãos maiores. Na matriz ainda ocorrem micromosaicos de quartzo e feldspato gerados por recrystalização dinâmica. IC=16%



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis paralelos)



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis cruzados)

## Mineralogia

Quartzo (35)	Cristais arredondados, porfiroclásticos, mas principalmente na matriz gerando micromosaicos. Contatos serrilhados. Os cristais maiores possuem frequente extinção ondulante.
K-Feldspato (35)	Cristais anédricos, geralmente na forma de porfiroclastos, muitas vezes em sigmoides. Alguns cristais possuem geminação da lei de Carlsbad. Ocorre também na variedade microclínio (10). Também como cristais finos na matriz. Sofre processo de sericitização.
Plagioclásio (14)	Porfiroclastos geralmente menores que os de kfs. Cristais anédrico, arredondados. A geminação da lei da albita ocorre muitas vezes flexurada.
Biotita (7,5)	Muito fina (0,02mm, em média) e associada à opacos também finos na matriz. Alguns cristais subédricos chegam a 0,5mm. O pleocroísmo varia de verde-escuro, caramelo e castanho escuro.
Epídoto (0,3)	Ocorre principalmente ao longo das fraturas. Subédrico a euédrico e associado a opacos (sulfetos).
Opacos (6,5)	Anédrico, como cristais estirados. Ocorre muito fino na matriz, provavelmente recrystalizado dinamicamente. Ocorre também euédrico, com formas cúbicas (cristais tardios).
Clorita (1,4)	Tardia, anédrica e substitui a biotita. Média de 0,1mm
Muscovita (0,2)	Geralmente na forma de sericita. Raros cristais anédricos de até 0,3mm substituindo a biotita ou o feldspato alcalino.
Apatita (0,3)	Cristais de no máximo 0,3mm, euédricos. Ocorre mais frequentemente em porções com titanita
Zircão (0,1)	Cristais euédricos, com 0,02mm, em média

## Sequência de cristalização

Mineral	Pré-Sn	Sn	Pós-Sn
Quartzo	-----	-----	
Feldspato alcalino	-----	---	
Plagioclásio	-----	--	
Biotita	-----	-----	
Opacos	-----	--	-----
Apatita	-----	-----	
Zircão	-----		
Clorita			-----
Muscovita			-----
Epídoto			-----

## Observações:

Nome da rocha: Protomilonito de sienogranito



## FICHA DE DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA – TF 15/22

Lâmina: CAB-15-48c

Aluno: Geovane Moreira Roque

## Descrição macroscópica

Gnaiss migmatítico com bandamento composicional. As bandas claras variam de 0,5-3cm de espessura. S escuras de 1-10mm. As bandas claras são quartzo-feldspáticas e as escuras são levemente esverdeadas, compostas por biotita e clorita. Fraturas milimétricas contendo sulfeto cortam a rocha.

## Descrição Microscópica

**Textura:** Bandas félsicas: textura granular, com grãos de qz e kfs em contatos curvos. Alguns grãos podem estar cominuídos. Em algumas porções os feldspatos estão mais euédricos. Em outras, completamente recrystalizado. Bandas máficas: textura porfiroblástica, com porfiroblastos de granada de até 3,5mm. A matriz é fina e lepidoblástica, com biotita definido a foliação. Ocorrem cristais de granada parcialmente substituída por clorita e biotita, principalmente ao logo das fraturas.



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis paralelos)



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis cruzados)

## Mineralogia

Quartzo (30)	De tamanhos variados (0,1-2mm), as vezes recrystalizado. Sempre anédrico e pode ter extinção ondulante
K-Feldspato (30)	Cristais anédricos a subédrico com bordas cominuídas. Ocorre também como microclínio (8)
Plagioclásio (23)	Pode ser cristais subédricos de até 4mm, mas em média possui 1mm.
Biotita (5,5)	Desde muito fina anédrica a grãos de 0,8mm euédrica. Substituída parcialmente por muscovita.
Granada (1,5)	Cristais euédricos a subédricos de até 3,5mm. Bastante fraturada e pré-cinemática. Muito substituída por chl
Opacos (1,5)	Anédricos, de 0,2-0,3mm.
Clorita (6,5)	Tardia, anédrica, substitui a biotita e granada.
Muscovita (1,7)	Raros cristais anédricos de até 0,2mm substituindo a biotita ou o feldspato alcalino. Geralmente na forma de sericita preenchendo as fraturas.
Apatita (0,2)	Cristais de no máximo 0,2mm, euédricos
Zircão (0,1)	Cristais euédricos, com 0,02mm, em média

## Sequência de cristalização

Mineral	Pré-Sn	Sn	Pós-Sn
Quartzo	-----	-----	-----
Feldspato alcalino	-----	-----	-----
Plagioclásio	-----	-----	-----
Biotita	-----	-----	-----
Opacos	-----	-----	-----
Apatita	-----	-----	-----
Zircão	-----	-----	-----
Clorita	-----	-----	-----
Muscovita	-----	-----	-----
Epídoto	-----	-----	-----

## Observações:

Nome da rocha: biotita gnaiss metatexitico



## FICHA DE DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA – TF 15/22

Lâmina: CAB-15-48d

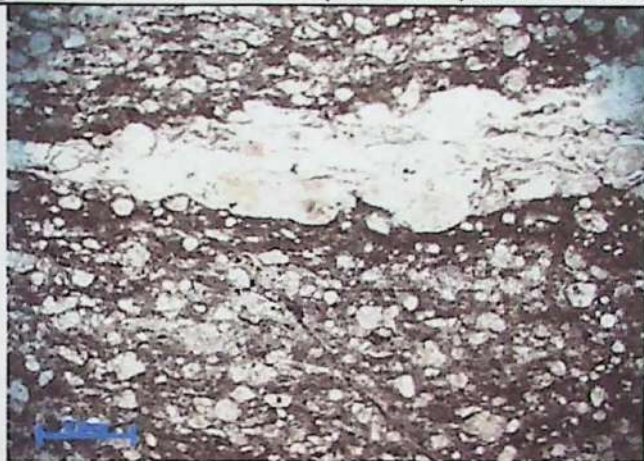
Aluno: Geovane Moreira Roque

## Descrição macroscópica

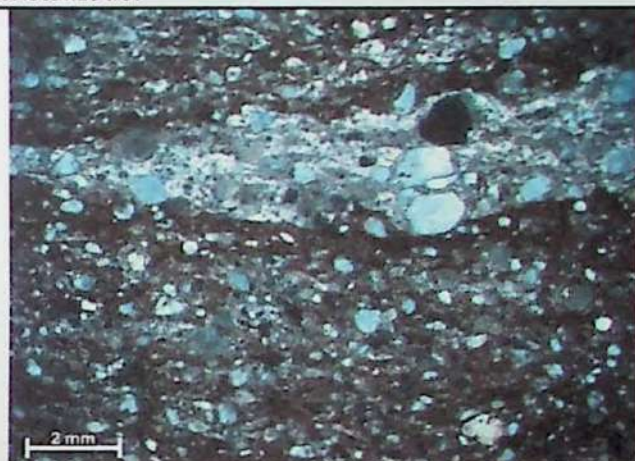
Rocha com estrutura milonítica, fina, de cor cinza escura. As porções quartzo-feldspáticas centimétricas (1-3cm) ocorrem bastante estiradas, segundo a foliação. Essas porções perfazem 20% da rocha e eventualmente representa o leucossoma, ocorrendo cristais de kfs de até 4mm. A foliação é dada por biotita na porção mais escura.

## Descrição Microscópica

**Textura:** milonítica, tanto nas porções claras quanto nas escuras. Os porfiroclastos anédricos (ovulados, sugmoidais) de feldspato alcalino, quartzo e plagioclásio ao maiores nas porções claras, chegando a ter 4mm nestas (média de 1,5mm) com bordas recrystalizadas dinamicamente e em contatos serrilhados. Nas bandas escuras a média é de 1mm. A foliação é definida por agregados fitados de biotita e opacos finos, além de fitas de quartzo recrystalizado.



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis paralelos)



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis cruzados)

## Mineralogia

Quartzo (24)	Cristais arredondados, porfiroclásticos (média de 0,7mm), mas principalmente na matriz gerando micromosaicos. Contatos serrilhados. Os cristais maiores possuem frequente extinção ondulante.
K-Feldspato (21)	Cristais anédricos, geralmente na forma de porfiroclastos. Alguns cristais possuem geminação da lei de Carlsbad. Ocorre como microclínio (8). Ocorre também como cristais finos na matriz.
Plagioclásio (22)	Porfiroclastos geralmente menores que os de kfs. Cristais anédrico, arredondados ou em sigmóides de em média 0,5mm. A geminação da lei da albita ocorre muitas vezes flexurada.
Biotita (18)	Muito fina (0,02mm, em média) e associada à opacos também finos na matriz. Alguns cristais subédricos chegam a 0,5mm. O pleocroísmo varia de verde-escuro, caramelo e castanho escuro.
Opacos (8,5)	Anédrico, como cristais estirados. Ocorre muito fino na matriz, provavelmente recrystalizado dinamicamente. Ocorre também euédrico, com formas cúbicas (cristais tardios), próximo ou preenchendo as fraturas.
Titanita (2,5)	Cristais euédricos a subédricos de até 0,3mm, com formatos losangulares. Ocorrem alongados paralelos à foliação. Alguns cristais subédricos ou anédricos substituem parcialmente os opacos. Possui geminação.
Clorita (1,7)	Tardia, anédrica, substitui a biotita. Média de 0,05mm
Apatita (0,2)	Cristais de no máximo 0,2mm, subédricos.
Zircão (0,1)	Cristais euédricos, com 0,02mm, em média

## Sequência de cristalização

Mineral	Pré-Sn	Sn	Pós-Sn
Quartzo	-----	-----	
Feldspato alcalino	-----	---	
Plagioclásio	-----	--	
Biotita	-----	-----	
Titanita	-----	-----	
Opacos	-----	--	-----
Apatita	-----	-----	
Zircão	-----		
Clorita			-----

## Observações:

Nome da rocha: Biotita gnisse milonítico



**FICHA DE DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA – TF 15/22**

**Lâmina:** CAB-15-48e

**Aluno:** Geovane Moreira Roque

**Descrição macroscópica**

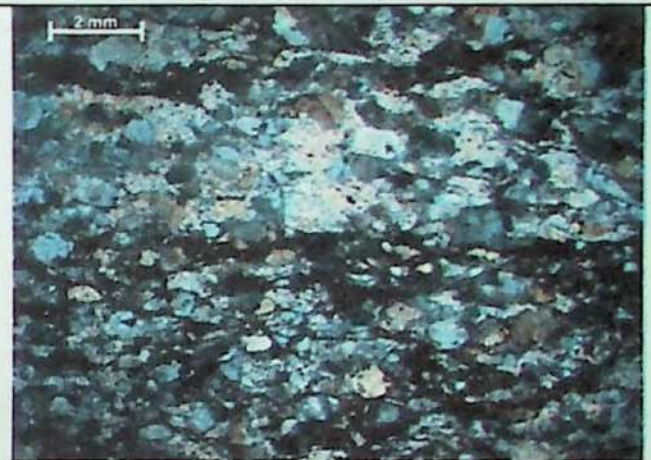
Granito gnáisseico cinza escuro. Possui um sutil bandamento, com bandas mais ricas em máficos (3-5mm de espessura) com bandas menos ricas em quartzo (centimétricas).

**Descrição Microscópica**

**Textura:** protomilonítica, com porfiroclastos de feldspato alcalino, quartzo e plagioclásio de até 2,5mm (média de 1mm) com bordas recrystalizadas dinamicamente e em contatos serrilhados. A foliação é definida por agregados fitados de biotita e opacos que compõem a matriz, além de agregados estirados de quartzo e feldspato recrystalizados.



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis paralelos)



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis cruzados)

**Mineralogia**

Quartzo (30)	Cristais arredondados, porfiroclásticos, mas principalmente na matriz gerando micromosaicos. Contatos serrilhados. Os cristais maiores possuem frequente extinção ondulante.
K-Feldspato (30)	Cristais anédricos, geralmente na forma de porfiroclastos. Alguns cristais possuem geminação da lei de Carlsbad. Ocorre também como cristais finos na matriz. Sofre processo de sericitização.
Plagioclásio (21)	Porfiroclastos geralmente menores que os de kfs. Cristais anédrico, arredondados. A geminação da lei da albita ocorre muitas vezes flexurada.
Biotita (7,5)	Muito fina (0,02mm, em média) e associada à opacos também finos na matriz. Alguns cristais subédricos chegam a 0,5mm. O pleocroísmo varia de verde-escuro, caramelo e castanho escuro.
Opacos (3,2)	Anédrico, como cristais estirados. Ocorre muito fino na matriz, provavelmente recrystalizado dinamicamente. Ocorre também euédrico, com formas cúbicas (cristais tardios).
Clorita (1)	Tardia, anédrica, substitui a biotita. Média de 0,05mm
Apatita (0,5)	Cristais de no máximo 0,1mm, euédricos.
Zircão (0,1)	Cristais euédricos, com 0,02mm, em média

**Sequência de cristalização**

Mineral	Pré-Sn	Sn	Pós-Sn
Quartzo	-----	-----	
Feldspato alcalino	-----	-----	
Plagioclásio	-----	---	
Biotita	-----	-----	
Hornblenda	-----	-----	
Titanita	-----	-----	
Opacos	-----	---	-----
Apatita	-----	-----	
Zircão	-----		
Clorita			-----
Muscovita			-----

**Observações:**

**Nome da rocha:** Protomilonito de granito



**FICHA DE DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA – TF 15/22**

**Lâmina:** CAB-15-49

**Aluno:** Geovane Moreira Roque

**Descrição macroscópica**

Granito cinza equigranular médio claro levemente deformado, com a foliação marcada por biotita e hornblenda.

**Descrição Microscópica**

**Textura:** xenomórfica, equigranular média, com articulação irregular e grãos imbricados. Os cristais têm em média 2mm. A biotita e hornblenda estão levemente orientadas. O quartzo pode estar levemente cominuído. **IC=23%**



*Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis paralelos)*



*Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis cruzados)*

**Mineralogia**

Quartzo (22)	Anédrico, contato serrilhado, extinção ondulante
K-Feldspato (20)	Cristais anédricos, imbricados. Sofre processo de sericitização.
Albita (37)	Subédrica, antipertítica
Biotita (11)	De anédrica a euédrica. Substitui parcialmente a hornblenda.
Hornblenda (3)	Cristais anédricos a subédricos de até 0,3mm.
Opacos (0,5)	Anédrico, 0,2mm, em média. Associado ao cpx
Clinopiroxênio (6)	Cristais anédricos parcialmente substituídos por hbl. Média de 1,5mm.
Clorita (2)	Tardia, anédrica, substitui a biotita.
Muscovita (0,1)	Raros cristais anédricos de até 0,2mm substituindo a biotita ou o feldspato alcalino. Geralmente na forma de sericita
Apatita (0,3)	Cristais de no máximo 0,2mm, euédricos.
Zircão (0,1)	Cristais euédricos, com 0,02mm, em média

**Sequência de cristalização**

Mineral	Magmático	Sn	Tardio
Quartzo	-----	-----	
Feldspato alcalino	-----	----	
Plagioclásio	-----	--	
Biotita	-----	-----	
Hornblenda	-----	-----	
Clinopiroxênio	-----	-----	
Opacos	-----	--	-----
Apatita	-----	-----	
Zircão	-----		
Clorita			-----
Muscovita			-----

**Observações:**

**Nome da rocha:** granodiorito



## FICHA DE DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA – TF 15/22

Lâmina: CAB-15-62a

Aluno: Geovane Moreira Roque

## Descrição macroscópica

Granito rosa deformado com cristais de feldspato alcalino orientados segundo a foliação dada por mineirais máficos. O protólito é uma rocha porfírica grossa, composta essencialmente por kfs, pl, qz e bt. Em amostra de mão, o quartzo é acinzentado.

## Descrição Microscópica

**Textura:** protomilonítica, com porfiroclastos de feldspato alcalino de até 1cm em uma matriz inequigranular seriada. A matriz é produto de recristalização dinâmica e possui biotita orientada. Ocorre lentes de quartzo recristalizado. Localmente a textura é granoblastica. IC=6%



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis paralelos)



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis cruzados)

## Mineralogia

Quartzo (36)	Cristais arredondados, porfiroclásticos, mas principalmente na matriz gerando micromosaicos. Contatos serilhados. Os cristais maiores possuem frequente extinção ondulante.
K-Feldspato (40)	Cristais anédricos, geralmente na forma de porfiroclastos. Alguns cristais possuem geminação da lei de Carlsbad. Ocorre também como cristais finos na matriz. Sofre processo de sericitização.
Plagioclásio (18)	Cristais anédrico, arredondados, com bordas cominuídas, a cristais euédricos. A geminação da lei da albita ocorre muitas vezes flexurada.
Biotita (4)	Euédrica, com 0,5mm, em média. O pleocroísmo varia de verde-escuro, caramelo e castanho escuro.
Opacos (0,6)	Anédrico, como cristais estirados. Ocorre muito fino na matriz, provavelmente recristalizado dinamicamente.
Titanita (1,3)	Cristais euédricos a subédricos de até 1,5mm, com formatos losangulares. Ocorrem alongados paralelos à foliação. Alguns cristais subédricos ou anédricos substituem parcialmente os opacos
Zircão (0,1)	Cristais euédricos, com 0,02mm, em média

## Sequência de cristalização

Mineral	Pré-Sn	Sn
Quartzo	-----	-----
Feldspato alcalino	-----	-----
Plagioclásio	-----	-----
Biotita	-----	-----
Titanita	-----	-----
Opacos	-----	-----
Zircão	-----	-----

## Observações:

Nome da rocha: Sienogranito deformado



**FICHA DE DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA – TF 15/22**

**Lâmina:** CAB-15-62b

**Aluno:** Geovane Moreira Roque

**Descrição macroscópica**

Granito rosa deformado com cristais de feldspato alcalino orientados segundo a foliação dada por mineirais máficos. O protólito é uma rocha porfiritica grossa, composta essencialmente por kfs, pl, qz e bt. Em amostra de mão, o quartzo é acinzentado.

**Descrição Microscópica**

**Textura:** protomilonítica, com porfiroclastos de feldspato alcalino de até 1cm em uma matriz inequigranular seriada. A matriz é produto de recristalização dinâmica e possui biotita orientada. Ocorre lentes de quartzo recristalizado. Localmente a textura é granoblastica. IC=7%



*Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis paralelos)*



*Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis cruzados)*

**Mineralogia**

Quartzo (36)	Cristais arredondados, porfiroclásticos, mas principalmente na matriz gerando micromosaicos. Contatos serilhados. Os cristais maiores possuem frequente extinção ondulante.
K-Feldspato (40)	Cristais anédricos, geralmente na forma de porfiroclastos. Alguns cristais possuem geminação da lei de Carlsbad. Ocorre também como cristais finos na matriz. Sofre processo de sericitização.
Plagioclásio (18)	Cristais anédrico, arredondados, com bordas cominuídas, a cristais euédricos. A geminação da lei da albíta ocorre muitas vezes flexurada.
Biotita (4)	Euédrica, com 0,5mm, em média. O pleocroísmo varia de verde-escuro, caramelo e castanho escuro.
Opacos (0,6)	Anédrico, como cristais estirados. Ocorre muito fino na matriz, provavelmente recristalizado dinamicamente.
Titanita (1,3)	Cristais euédricos a subédricos de até 1,5mm, com formatos losangulares. Ocorrem alongados paralelos à foliação. Alguns cristais subédricos ou anédricos substituem parcialmente os opacos
Zircão (0,1)	Cristais euédricos, com 0,02mm, em média

**Sequência de cristalização**

Mineral	Pré-Sn	Sn
Quartzo	-----	-----
Feldspato alcalino	-----	---
Plagioclásio	-----	---
Biotita	-----	-----
Titanita	-----	-----
Opacos	-----	---
Zircão	-----	-----

**Observações:**

**Nome da rocha:** Sienogranito deformado



# FICHA DE DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA – TF 15/22

Lâmina: CAB-15-68a

Aluno: Geovane Moreira Roque

## Descrição macroscópica

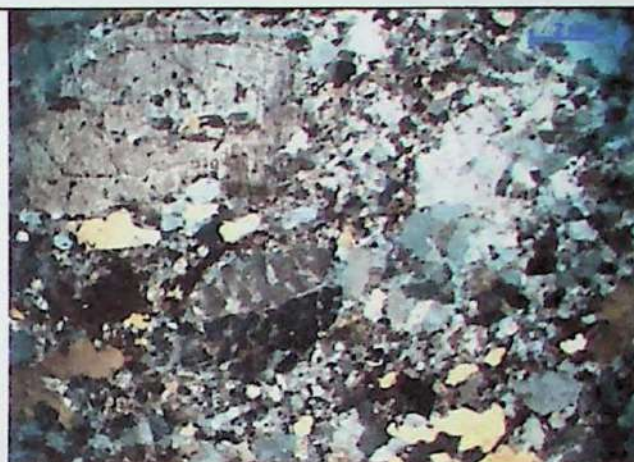
Granito rosa deformado com cristais de feldspato alcalino orientados segundo a foliação dada por mineirais máficos. O protólito é uma rocha porfírica grossa, composta essencialmente por kfs, pl, qz e bt. Em amostra de mão, o quartzo é acinzentado.

## Descrição Microscópica

**Textura:** protomilonítica, com porfiroclastos de feldspato alcalino de até 1cm em uma matriz inequigranular seriada. A matriz é produto de recrystalização dinâmica e possui biotita orientada. Ocorre lentes de quartzo recrystalizado. Localmente a textura é granoblastica. IC=5%



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis paralelos)



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis cruzados)

## Mineralogia

Quartzo (39)	Cristais arredondados, porfiroclásticos, mas principalmente na matriz gerando micromosaicos. Contatos serilhados. Os cristais maiores possuem frequente extinção ondulante.
K-Feldspato (40)	Cristais anédricos, geralmente na forma de porfiroclastos. Alguns cristais possuem geminação da lei de Carlsbad. Ocorre também como cristais finos na matriz. Sofre processo de sericitização.
Plagioclásio (16)	Cristais anédrico, arredondados, com bordas cominuídas, a cristais euédricos. A geminação da lei da albita ocorre muitas vezes flexurada.
Biotita (3,6)	Euédrica, com 0,5mm, em média. O pleocroísmo varia de verde-escuro, caramelo e castanho escuro.
Opacos (0,8)	Anédrico, como cristais estirados. Ocorre muito fino na matriz, provavelmente recrystalizado dinamicamente.
Titanita (0,5)	Cristais euédricos a subédricos de até 1,5mm, com formatos losangulares. Ocorrem alongados paralelos à foliação. Alguns cristais subédricos ou anédricos substituem parcialmente os opacos
Zircão (0,1)	Cristais euédricos, com 0,02mm, em média

## Sequência de cristalização

Mineral	Pré-Sn	Sn
Quartzo	-----	-----
Feldspato alcalino	-----	---
Plagioclásio	-----	--
Biotita	-----	-----
Titanita	-----	-----
Opacos	-----	--
Zircão	-----	-----

## Observações:

Nome da rocha: Sienogranito deformado



## FICHA DE DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA – TF 15/22

Lâmina: CAB-15-68b

Aluno: Geovane Moreira Roque

## Descrição macroscópica

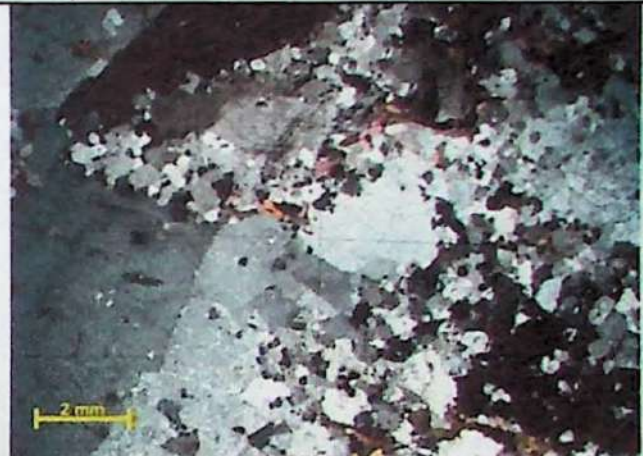
Granito rosa deformado com cristais de feldspato alcalino orientados segundo a foliação dada por mineirais máficos. O protólito é uma rocha porfirítica grossa, composta essencialmente por kfs, Pl, qz e bt. Em amostra de mão, o quartzo é acinzentado.

## Descrição Microscópica

**Textura:** protomilonítica, com porfiroclastos de feldspato alcalino de até 1cm em uma matriz inequigranular seriada. A matriz é produto de recristalização dinâmica e possui biotita orientada. Ocorre lentes de quartzo recristalizado. Localmente a textura é granoblastica. Ocorre ribbons de quartzo dobrados com formação de biotita plano-axial. IC=6%



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis paralelos)



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis cruzados)

## Mineralogia

Quartzo (35)	Cristais arredondados, porfiroclásticos, mas principalmente na matriz gerando micromosaicos. Contatos serilhados. Os cristais maiores possuem frequente extinção ondulante.
K-Feldspato (35)	Cristais anédricos, geralmente na forma de porfiroclastos. Alguns cristais possuem geminação da lei de Carlsbad. Ocorre também como cristais finos na matriz. Sofre processo de sericitização.
Plagioclásio (24)	Cristais anédrico, arredondados, com bordas cominuídas, a cristais euédricos. A geminação da lei da albita ocorre muitas vezes flexurada.
Biotita (4)	Euédrica, com 0,5mm, em média. O pleocroísmo varia de verde-escuro, caramelo e castanho escuro.
Opacos (0,6)	Anédrico, como cristais estirados. Ocorre muito fino na matriz, provavelmente recristalizado dinamicamente.
Titanita (1,3)	Cristais euédricos a subédricos de até 1,5mm, com formatos losangulares. Ocorrem alongados paralelos à foliação. Alguns cristais subédricos ou anédricos substituem parcialmente os opacos
Zircão (0,1)	Cristais euédricos, com 0,02mm, em média

## Sequência de cristalização

Mineral	Pré-Sn	Sn	Sn+1
Quartzo	-----	-----	
Feldspato alcalino	-----	---	
Plagioclásio	-----	---	
Biotita	-----	-----	-----
Titanita	-----	-----	
Opacos	-----	--	
Zircão	-----		
Mineral	Pré-Sn	Sn	
Quartzo	-----	-----	
Feldspato alcalino	-----	---	
Plagioclásio	-----	---	

## Observações:

Nome da rocha: Sienogranito deformado



# FICHA DE DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA – TF 15/22

Lâmina: CAB-15-68c

Aluno: Geovane Moreira Roque

## Descrição macroscópica

Granito rosa deformado com cristais de feldspato alcalino orientados segundo a foliação dada por mineirais máficos. O protólito é uma rocha porfirítica grossa, composta essencialmente por kfs, Pl, qz e bt. Em amostra de mão, o quartzo é acinzentado.

## Descrição Microscópica

**Textura:** protomilonítica, com porfiroclastos de feldspato alcalino de até 1cm em uma matriz inequigranular seriada. A matriz é produto de recristalização dinâmica e possui biotita orientada. Ocorre lentes de quartzo recristalizado. Localmente a textura é granoblastica. IC=7%



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis paralelos)



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis cruzados)

## Mineralogia

Quartzo (37)	Cristais arredondados, porfiroclásticos, mas principalmente na matriz gerando micromosaicos. Contatos serilhados. Os cristais maiores possuem frequente extinção ondulante.
K-Feldspato (36)	Cristais anédricos, geralmente na forma de porfiroclastos. Alguns cristais possuem geminação da lei de Carlsbad. Ocorre também como cristais finos na matriz. Sofre processo de sericitização.
Plagioclásio (21)	Cristais anédrico, arredondados, com bordas cominuídas, a cristais euédricos. A geminação da lei da albita ocorre muitas vezes flexurada.
Biotita (4)	Euédrica, com 0,5mm, em média. O pleocroísmo varia de verde-escuro, caramelo e castanho escuro.
Opacos (0,5)	Anédrico, como cristais estirados. Ocorre muito fino na matriz, provavelmente recristalizado dinamicamente.
Titanita (1,4)	Cristais euédricos a subédricos de até 1,5mm, com formatos losangulares. Ocorrem alongados paralelos à foliação. Alguns cristais subédricos ou anédricos substituem parcialmente os opacos
Zircão (0,1)	Cristais euédricos, com 0,02mm, em média

## Sequência de cristalização

Mineral	Pré-Sn	Sn
Quartzo	-----	-----
Feldspato alcalino	-----	---
Plagioclásio	-----	--
Biotita	-----	-----
Titanita	-----	-----
Opacos	-----	---
Zircão	-----	-----

## Observações:

Nome da rocha: Sienogranito deformado



# FICHA DE DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA – TF 15/22

Lâmina: CAB-15-70

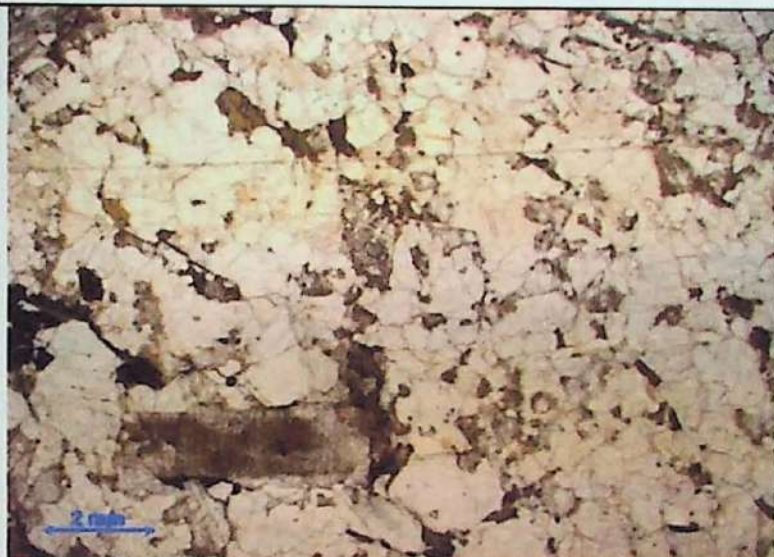
Aluno: Geovane Moreira Roque

## Descrição macroscópica

Granito róseo levemente foliado, médio-grosso equigranilar. É rico em K-feldspato, quartzo, plagioclásio e biotita. Os cristais de KSF estão orientados segundo a foliação dada pelos máficos. Ocorre um bolsão de material granítico mais fino. A porção mais fina também ocorre deformada, com cristais de em média 1mm. O contato entre os dois domínios não é abrupto.

## Descrição Microscópica

**Textura:** equigranular subidiomórfica média no granito mais grosso e equigranular fina no bolsão. Em ambos os domínios os minerais são em geral anédricos, caracterizando uma textura xenomórfica; ICgr: 6%; ICfino: 5%.



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis paralelos)



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis cruzados)

## Mineralogia

Quartzo (35)	Ocorre anédrico, em contatos irregulares, variando de 0,5 a 5mm.
Feldspato alcalino (35)	Cristais anédricos com contatos predominantemente lobado. Cerca de 20% da rocha é constituída por microclínio que ocorrem bastante intemperizado. Varia de 0,5-2,5mm.
Plagioclásio (24)	Cristais subédricos a euédricos tabulares de 0,2-4mm. Geminação lei da albita e Carlsbad não flexuradas. Predomina contatos retilíneos. Ocorre antipertítico e bastante alterado. Ocorre qz intersticial quando em contato com kfs (mirmequita) Variedade oligoclásio
Biotita (5,5)	Euédrica, com 0,5mm médios, chegando a 1,5mm. O pleocroísmo varia de verde escuro, caramelo e castanho escuro. O contato é retilíneo.
Opacos (0,3)	Anédricos, associados à bt, variando de 0,1-0,8mm
Apatita (0,1)	Euédrica, com em média 0,1mm
Zircão (0,1)	Euédrico, com 0,03mm médios, gera halos na bt
Composição da porção fina	Félsicos: quartzo (0,2-1,5mm, 33%), feldspato alcalino (0,3-1,4mm, 50%), oligoclásio (0,4-1,2mm, 12%)

## Sequência de cristalização

	Magmáticos	Sn
Feldspato alcalino	-----	-----
Plagioclásio	-----	-----
Biotita	-----	-----
Opacos	-----	-----
Apatita	-----	-----
Zircão	-----	-----

Observações:

Nome da rocha: sienogranito levemente deformado



# FICHA DE DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA – TF 15/22

Lâmina: CAB-15-72B (1)

Aluno: Geovane Moreira Roque

## Descrição macroscópica

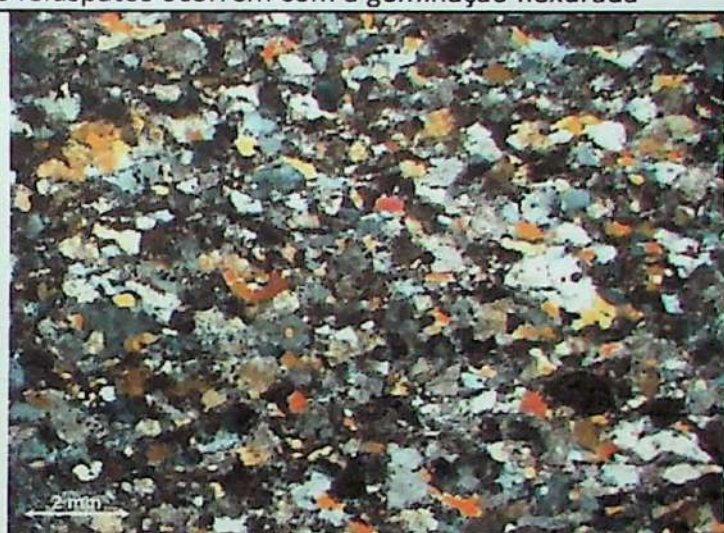
Gnaiss cinza protomilonítico com injeções graníticas concordantes com a foliação. O gnaiss possui cristais de quartzo e feldspato de em média 1mm, em uma matriz mais fina. Os minerais máficos definem a foliação. O granito rosado é mais grosso que o gnaiss. As injeções variam de 1-5cm de espessura.

## Descrição Microscópica

**Textura:** gnaiss com textura protomilonítica, com porfiroclastos de quartzo, feldspato, plagioclásio e opacos de 1mm médios, em uma matriz fina composta por micromosaicos de qz e kfs recristalizados dinamicamente e biotita fina orientada. As bordas dos porfiroclastos possuem contatos serrilhados; IC=16%. O granito injetado tem um IC menor, 5%, e com a granulação média de 2mm (mais grosso que o gnaiss). O granito também experimentou deformação, porém menos. Tem diminuição dos grãos perto dos contatos. A textura granular pode ser preservada. Granulação média. Possui contatos serrilhados por *bulging* e feldspatos ocorrem com a geminação flexurada



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis paralelos)



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis cruzados)

## Mineralogia

Quartzo (22)	Cristais arredondados, porfiroclásticos, mas principalmente na matriz gerando micromosaicos. Contatos serrilhados. Os cristais maiores possuem frequente extinção ondulante.
K-feldspato (30)	Cristais anédricos, geralmente na forma de porfiroclastos. Alguns cristais possuem geminação da lei de Carlsbad. Ocorre também como cristais finos na matriz. Sofre processo de sericitização.
Plagioclásio (30)	Porfiroclastos geralmente menores que os de kfs. Cristais anédrico, arredondados. A geminação da lei da albita ocorre muitas vezes flexurada.
Opacos (7)	Anédrica, como cristais estirados associados à titanita. Ocorre muito fino na matriz, provavelmente recristalizado dinamicamente. Ocorre também euédrico, ultrapassado 0,4mm, com formas cúbicas (cristais tardios).
Biotita (8,5)	Muito fina (0,02mm, em média) e associada a opacos, também finos na matriz. O pleocroísmo varia de verde-escuro, caramelo e castanho escuro.
Apatita (1,7)	Cristais de no máximo 0,1mm, euédricos. Ocorre mais frequentemente em porções com titanita
Clorita (0,8)	Subédrica a euédrica, média de 0,2mm

## Sequência de cristalização

	Magmático	Sn	Pós-Sn
Quartzo	-----	-----	
K-feldspato	-----	-----	
Plagioclásio	-----	-----	
Opacos	-----	-----	
Biotita	-----	-----	
Apatita	-----	-----	
Clorita			-----

## Observações:

Nome da rocha: Protomilonito com injeção granítica



# FICHA DE DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA – TF 15/22

Lâmina: CAB-15-72B (1)

Aluno: Geovane Moreira Roque

## Descrição macroscópica

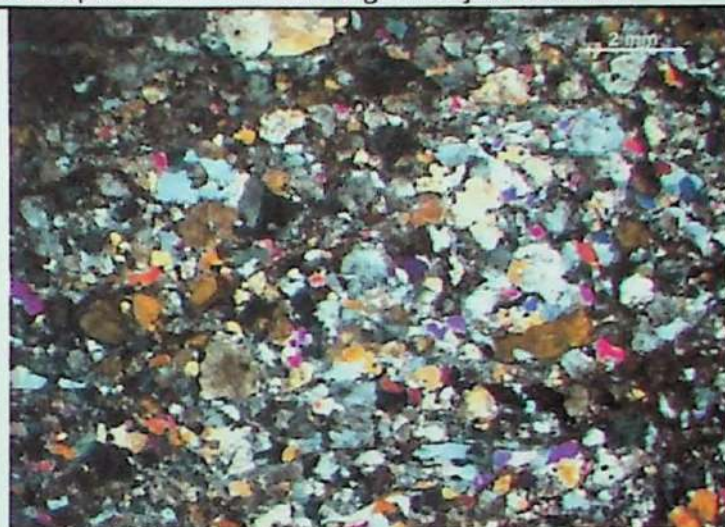
Gnaiss cinza protomilonítico com injeções graníticas concordantes com a foliação. O gnaiss possui cristais de quartzo e feldspato de em média 1mm, em uma matriz mais fina. Os minerais máficos definem a foliação. O granito rosado é mais grosso que o gnaiss. As injeções variam de 1-5cm de espessura.

## Descrição Microscópica

**Textura:** gnaiss com textura protomilonítica, com porfiroclastos de quartzo, feldspato, plagioclásio e opacos de 1mm médios, em uma matriz fina composta por micromosaicos de qz e kfs recristalizados dinamicamente e biotita fina orientada. As bordas dos porfiroclastos possuem contatos serrilhados; IC=16%. O granito injetado tem um IC menor, 5%, e com a granulação média de 2mm (mais grosso que o gnaiss). O granito também experimentou deformação, porém menos. Tem diminuição dos grãos perto dos contatos. A textura granular pode ser preservada. Granulação média. Possui contatos serrilhados por bulging e feldspatos ocorrem com a geminação flexurada



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis paralelos)



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis cruzados)

## Mineralogia

Quartzo (22)	Cristais arredondados, porfiroclásticos, mas principalmente na matriz gerando micromosaicos. Contatos serrilhados. Os cristais maiores possuem frequente extinção ondulante.
K-feldspato (30)	Cristais anédricos, geralmente na forma de porfiroclastos. Alguns cristais possuem geminação da lei de Carlsbad. Ocorre também como cristais finos na matriz. Sofre processo de sericitização.
Plagioclásio (30)	Porfiroclastos geralmente menores que os de kfs. Cristais anédrico, arredondados. A geminação da lei da albita ocorre muitas vezes flexurada.
Opacos (7)	Anédrica, como cristais estirados associados à titanita. Ocorre muito fino na matriz, provavelmente recristalizado dinamicamente. Ocorre também euédrico, ultrapassado 0,4mm, com formas cúbicas (cristais tardios).
Biotita (8,5)	Muito fina (0,02mm, em média) e associada a opacos, também finos na matriz. O pleocroísmo varia de verde-escuro, caramelo e castanho escuro.
Apatita (1,7)	Cristais de no máximo 0,1mm, euédricos. Ocorre mais frequentemente em porções com titanita
Clorita (0,8)	Subédrica a euédrica, média de 0,2mm

## Sequência de cristalização

	Magmático	Sn	Pós-Sn
Quartzo	-----	-----	
K-feldspato	-----	-----	
Plagioclásio	-----	-----	
Opacos	-----	-----	
Biotita	-----	-----	
Apatita	-----	-----	
Clorita			-----

## Observações:

Nome da rocha: Protomilonito com injeção granítica



## FICHA DE DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA – TF 15/22

Lâmina: CAB-15-72B (2)

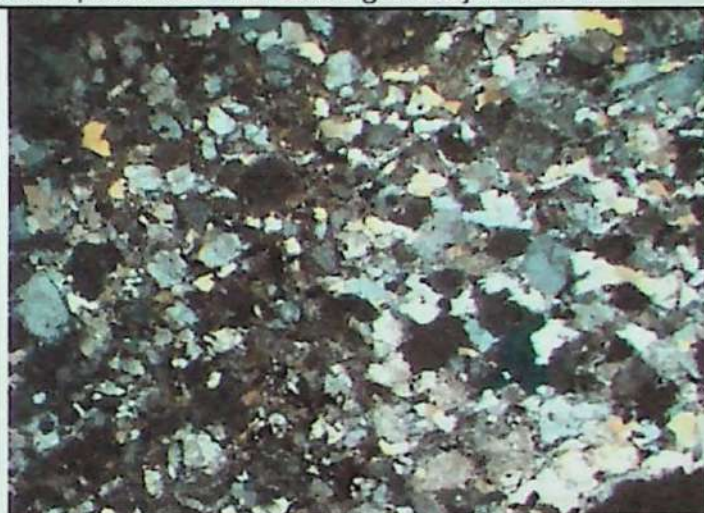
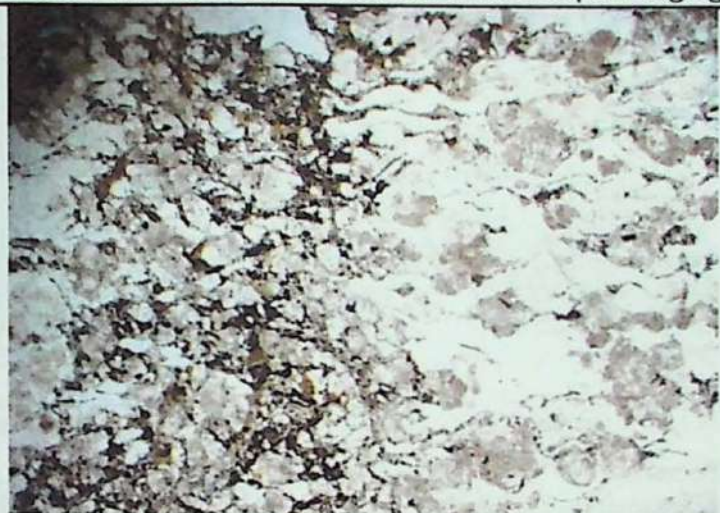
Aluno: Geovane Moreira Roque

## Descrição macroscópica

Gnaiss cinza protomilonítico com injeções graníticas concordantes com a foliação. O gnaiss possui cristais de quartzo e feldspato de em média 1mm, em uma matriz mais fina. Os minerais máficos definem a foliação. O granito rosado é mais grosso que o gnaiss. As injeções variam de 1-5cm de espessura.

## Descrição Microscópica

**Textura:** gnaiss com textura protomilonítica, com porfiroclastos de quartzo, feldspato, plagioclásio e opacos de 1mm médios, em uma matriz fina composta por micromosaicos de qz e kfs recristalizados dinamicamente e biotita fina orientada. As bordas dos porfiroclastos possuem contatos serrilhados; IC=16%. O granito injetado tem um IC menor, 5%, e com a granulação média de 2mm (mais grosso que o gnaiss). O granito também experimentou deformação, porém menos. Tem diminuição dos grãos perto dos contatos. A textura granular pode ser preservada. Granulação média. Possui contatos serrilhados por bulging e feldspatos ocorrem com a geminação flexurada



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis paralelos)

Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis cruzados)

## Mineralogia

Quartzo (22)	Cristais arredondados, porfiroclásticos, mas principalmente na matriz gerando micromosaicos. Contatos serrilhados. Os cristais maiores possuem frequente extinção ondulante.
K-feldspato (33)	Cristais anédricos, geralmente na forma de porfiroclastos. Alguns cristais possuem geminação da lei de Carlsbad. Ocorre também como cristais finos na matriz. Sofre processo de sericitização.
Plagioclásio (29)	Porfiroclastos geralmente menores que os de kfs. Cristais anédrico, arredondados. A geminação da lei da albita ocorre muitas vezes flexurada.
Opacos (6,5)	Anédrica, como cristais estirados associados à titanita. Ocorre muito fino na matriz, provavelmente recristalizado dinamicamente. Ocorre também euédrico, ultrapassado 0,4mm, com formas cúbicas (cristais tardios).
Biotita (9)	Muito fina (0,02mm, em média) e associada a opacos, também finos na matriz. O pleocroísmo varia de verde-escuro, caramelo e castanho escuro.
Apatita (0,8)	Cristais de no máximo 0,1mm, euédricos. Ocorre mais frequentemente em porções com titanita
Clorita (0,8)	Subédrica a euédrica, média de 0,2mm

## Sequência de cristalização

Quartzo	Magmático	Sn	Pós Sn
K-feldspato	-----	-----	
Plagioclásio	-----	-----	
Opacos	-----		-----
Biotita	-----	-----	--
Apatita	-----	-----	
Clorita			-----

Observações:

Nome da rocha: Protomilonito com injeção granítica



**Descrição macroscópica**

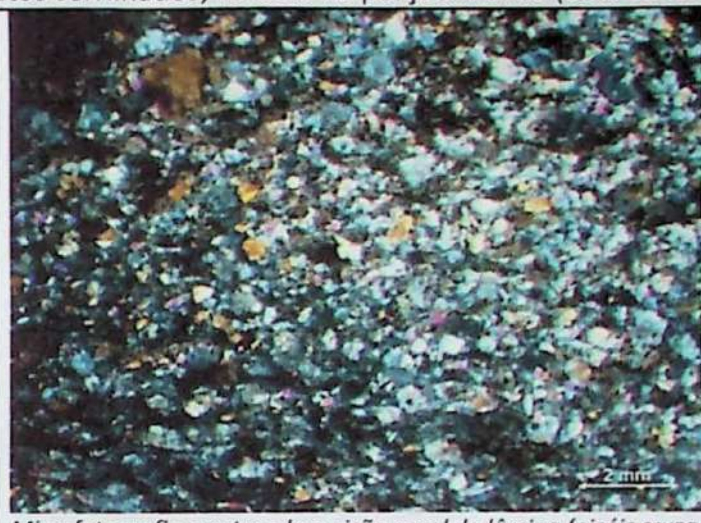
Gnaiss cinza protomilonítico com porções mais máficas. O gnaiss possui cristais de quartzo e feldspato de em média 1mm, em uma matriz mais fina. Os minerais máficos definem a foliação.

**Descrição Microscópica**

**Textura:** gnaiss com textura protomilonítica, com porfiroclastos de quartzo, feldspato, plagioclásio e opacos de 1mm médios, em uma matriz fina composta por micromosaicos de qz e kfs recristalizados dinamicamente e biotita fina orientada. As bordas dos porfiroclastos possuem contatos serrilhados; IC=35% na porção máfica (65% da lâmina).



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis paralelos)



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis cruzados)

**Mineralogia**

Quartzo (22)	Cristais arredondados, porfiroclásticos, mas principalmente na matriz gerando micromosaicos. Contatos serrilhados. Os cristais maiores possuem frequente extinção ondulante.
K-feldspato (20)	Cristais anédricos, geralmente na forma de porfiroclastos. Alguns cristais possuem geminação da lei de Carlsbad. Ocorre também como cristais finos na matriz. Sofre processo de sericitização.
Plagioclásio (23)	Porfiroclastos geralmente menores que os de kfs. Cristais anédrico, arredondados. A geminação da lei da albita ocorre muitas vezes flexurada.
Opacos (5,5)	Anédrica, como cristais estirados associados à titanita. Ocorre muito fino na matriz, provavelmente recristalizado dinamicamente. Ocorre também euédrico, ultrapassado 0,4mm, com formas cúbicas (cristais tardios).
Biotita (20)	Muito fina (0,02mm, em média) e associada a opacos, também finos na matriz. O pleocroísmo varia de verde-escuro, caramelo e castanho escuro.
Clorita (8)	Cristais anédricos a subédricos de até 1mm; substitui a bt. Chega a compor 30% da rocha nas regiões de fratura.
Apatita (0,5)	Cristais de no máximo 0,1mm, euédricos. Ocorre mais frequentemente em porções com titanita
Epídoto (1)	Cristais anédricos, com 0,3mm, em média

**Sequência de cristalização**

	Magmático	Sn	Pós-Sn
Quartzo	-----	-----	
K-feldspato	-----	-----	
Plagioclásio	-----	-----	
Opacos	-----	-----	
Biotita	-----	-----	
Clorita			-----
Clorita / Epídoto			-----

**Observações:**

Nome da rocha: Protomilonito com porção máfica



# FICHA DE DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA – TF 15/22

Lâmina: CAB-15-CAB-15-71C(2)

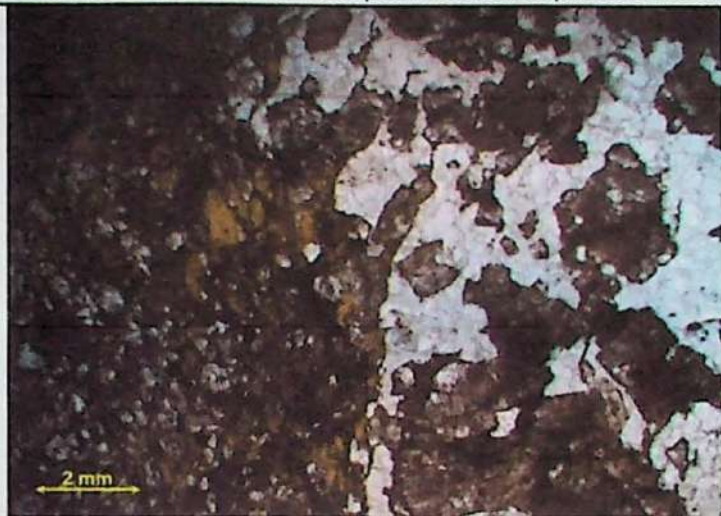
Aluno: Geovane Moreira Roque

## Descrição macroscópica

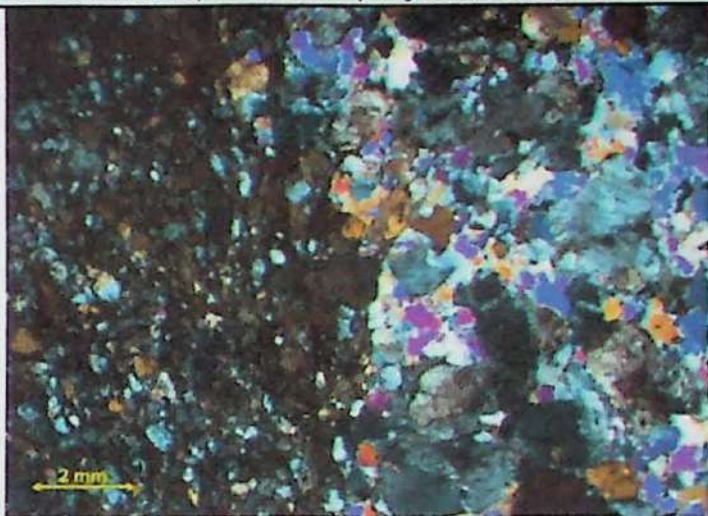
Gnaiss cinza protomilonítico com porções mais máficas. O gnaiss possui cristais de quartzo e feldspato de em média 1mm, em uma matriz mais fina. Os minerais máficos definem a foliação.

## Descrição Microscópica

**Textura:** gnaiss com textura protomilonítica, com porfiroclastos de quartzo, feldspato, plagioclásio e opacos de 1mm médios, em uma matriz fina composta por micromosaicos de qz e kfs recristalizados dinamicamente e biotita fina orientada. As bordas dos porfiroclastos possuem contatos serrilhados; IC=35% na porção máfica (55% da lâmina).



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis paralelos)



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis cruzados)

## Mineralogia

Quartzo (20)	Cristais arredondados, porfiroclásticos, mas principalmente na matriz gerando micromosaicos. Contatos serrilhados. Os cristais maiores possuem frequente extinção ondulante.
K-feldspato (22)	Cristais anédricos, geralmente na forma de porfiroclastos. Alguns cristais possuem geminação da lei de Carlsbad. Ocorre também como cristais finos na matriz. Sofre processo de sericitização.
Plagioclásio (22)	Porfiroclastos geralmente menores que os de kfs. Cristais anédrico, arredondados. A geminação da lei da albita ocorre muitas vezes flexurada.
Opacos (8,5)	Anédrica, como cristais estirados associados à titanita. Ocorre muito fino na matriz, provavelmente recristalizado dinamicamente. Ocorre também euédrico, ultrapassado 0,4mm, com formas cúbicas (cristais tardios).
Biotita (25)	Muito fina (0,02mm, em média) e associada a opacos, também finos na matriz. O pleocroísmo varia de verde-escuro, caramelo e castanho escuro.
Clorita (0,3)	Cristais anédricos a subédricos de até 1mm; substitui a bt. Chega a compor 30% da rocha nas regiões de fratura.
Apatita (0,9)	Cristais de no máximo 0,1mm, euédricos. Ocorre mais frequentemente em porções com titanita
Epídoto (1)	Cristais anédricos, com 0,3mm, em média

## Sequência de cristalização

	Magmático	Sn	Pós-Sn
Quartzo	-----	-----	
K-feldspato	-----	-----	
Plagioclásio	-----	-----	
Opacos	-----	-----	
Biotita	-----	-----	
Apatita	-----	-----	
Clorita / epídoto			-----

## Observações:

Nome da rocha: Protomilonito com porção máfica



## FICHA DE DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA – TF 15/22

Lâmina: CAB-15-72A

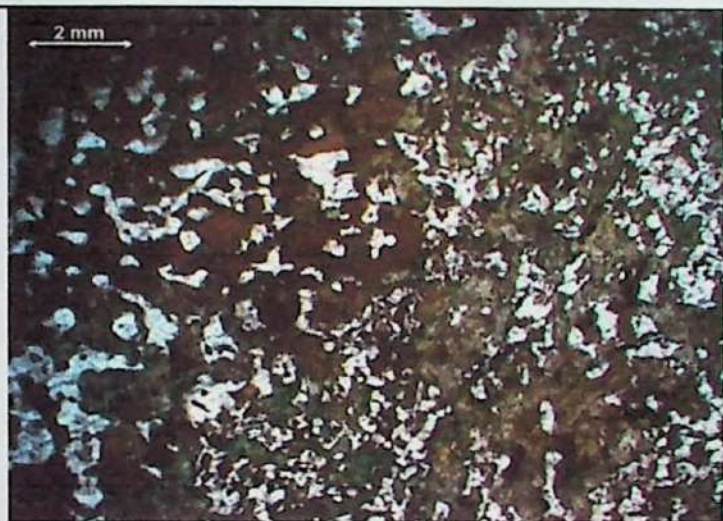
Aluno: Geovane Moreira Roque

## Descrição macroscópica

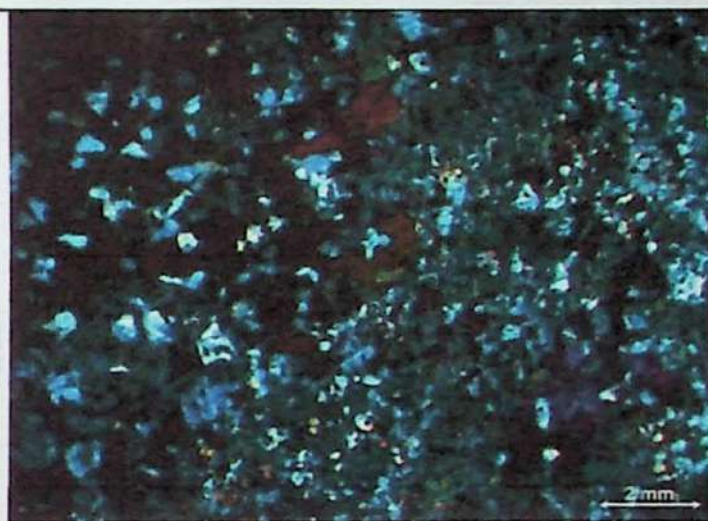
**Anfibolito médio foliado com textura nematoblástica marcada por cristais de Hbl de 1-2mm. Presença de carbonato. A pirita ocorre nas zonas de fraturas. A rocha apresenta patches de material fundido.**

## Descrição Microscópica

**Textura:** A lâmina é a porção mais homogênea do anfibolito. Textura nematoblástica marcada por Hbl. Ocorrem pseudomorfos de Hbl substituídas por actinolita e cummingtonita ripiformes.



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis cruzados)



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis cruzados)

## Mineralogia

Plagioclásio (30)	A maioria dos cristais possuem lei da albita, mas não é possível medir o teor de anortita. Os cristais variam de subidioblásticos a xenoblásticos. Os contatos são curvos a reto. Os grãos variam de 0,15-1,25mm. Processo avançado de saussuretização.
Hornblenda (15)	Possui uma cor acastanhada, por vezes com pleocroísmo em tons de caramelo. É subédrica a euédrica, de 0,2-2,3mm, apesar dos pseudomorfos de até 3,2mm.
Actinolita (26)	Substitui a hornblenda formando pseudomorfos. Possui hábito fibroso e em média com 0,05mm. Possui um leve pleocroísmo em tons esverdeados.
Epídoto (0,5)	Subédrico e associado às fraturas. Gera grãos de 0,1-0,3mm
Opacos (2,5)	Xenoblásticos, de 0,02mm-0,7mm, às vezes associado às fraturas (grãos maiores) ou como inclusões na Hbl
Carbonato (8)	Anédrico a subédrico, provavelmente substitui o plagioclásio durante um evento hidrotermal posterior. Pode chegar a 0,4mm, mas geralmente gera agregados muito finos.
Escapolita (8)	Anédrico a subédrico, provavelmente substitui o plagioclásio. Pode chegar a 1mm.

## Sequência de cristalização

	Sn	Pós-Sn	Alteração
Plagioclásio	-----		
Hornblenda	-----		
Actinolita		-----	
Epídoto		-----	
Opacos	-----		-----
Carbonato			-----
Escapolita			-----

## Observações:

Nome da rocha: Anfibolito metatexitico



Lâmina: CAB-15-72B

Aluno: Geovane Moreira Roque

**Descrição macroscópica**

Anfibolito cinza esverdeado médio foliado com textura nematoblástica marcada por cristais de Hbl de 1-2mm. Presença de carbonato. A pirita ocorre nas zonas de fraturas. A rocha representa os *patches* de alguns centímetros a poucos decímetros e não evidenciam a migração do leucossoma de material fundido. Perto do leucossoma, o anfibólio é mais desenvolvido.

**Descrição Microscópica**

**Textura:** O líquido tonalítico tem textura idiomórfica, com cristais de pl e hbl bem desenvolvidos, de 1mm médios. Os contatos são predominantemente curvos ou retos.



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis paralelos)



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis cruzados)

**Mineralogia**

<b>Hornblenda (5)</b>	Pseudomorfos de até 1 cm. 2mm médios. Idiomórfica, bastante substituída.
<b>Actinolita (22)</b>	Cristais ripiformes, chegando a 0,6mm. Substitui a Hbl
<b>Andesina (36)</b>	0,7mm médios, chegando a 5mm. Bastante deformado por microfalhas
<b>Quartzo (19)</b>	Anédrico, com extinção ondulante. Varia de 0,35 – 11mm
<b>Carbonato (4,8)</b>	Aédrico, substituindo o pl e a hbl. De muito fino a 0,15mm
<b>Opacos (2)</b>	Como inclusões em anfibólio ou maior, chegando a 2,5mm. Xenoblástico, 0,2mm médios
<b>Epídoto (0,3)</b>	Chega a 0,5mm. Raros cristais subédricos
<b>Cummingtonita (2)</b>	Cristais ripiformes, chegando a 0,4mm. Substitui a Hbl

**Sequência de cristalização**

	Sn (metamórfico)	Produto de fusão parcial	Pós Sn	Alteração
Hornblenda	-----			
Actinolita			-----	
Andesina	-----	-----		
Quartzo		-----		
Carbonato				-----
Cummingtonita			-----	
Opacos	-----	-----	-----	

**Observações:****Nome da rocha:** Anfibolito com leucossoma tonalítico



# FICHA DE DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA – TF 15/22

Lâmina: CAB-15-73A

Aluno: Geovane Moreira Roque

## Descrição macroscópica

Gnaiss cinza protomilonítico bandamento composicional. As bandas claras são quartzo-feldspáticas e de poucos mm de espessura. As escuras são da mesma espessura e ricas em bt. O gnaiss possui cristais de quartzo e feldspato de em média 1mm, chegando a indicadores cinemáticos sigmoidais de 5mm, em uma matriz mais fina. Os minerais máficos definem a foliação.

## Descrição Microscópica

**Textura:** gnaiss com textura protomilonítica, com porfiroclastos de quartzo, feldspato, plagioclásio e opacos de 1mm médios, em uma matriz lepidoblástica definida por biotita fina. As bordas dos porfiroclastos possuem contatos serrilhados.



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis cruzados)



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis cruzados)

## Mineralogia

Quartzo (45)	Cristais arredondados, porfiroclásticos, mas principalmente na matriz gerando micromosaicos. Contatos serrilhados. Os cristais maiores possuem frequente extinção ondulante.
K-feldspato (29)	Cristais anédricos, geralmente na forma de porfiroclastos. Alguns cristais possuem geminação da lei de Carlsbad. Ocorre também como cristais finos na matriz. Sofre processo de sericitização.
Plagioclásio (30)	Porfiroclastos geralmente menores que os de kfs. Cristais anédrico, arredondados. A geminação da lei da albita ocorre muitas vezes flexurada.
Opacos (3,2)	Anédricos, como cristais estirados associados à titanita. Ocorre muito fino na matriz, provavelmente recristalizado dinamicamente.
Biotita (8,5)	Muito fina (0,02mm, em média) e associada a opacos, também finos na matriz. O pleocroísmo varia de verde-escuro, caramelo e castanho escuro.
Muscovita (2)	Cristais subédricos substituindo a bt. Chegam a 0,4mm
Epídoto (0,2)	Anédrico a subédrico, associado às fraturas

## Sequência de cristalização

	Sn (bandamento)	Cisalhamento simples	Pós Sn
Quartzo	-----	-----	
K-feldspato	-----	-----	
Plagioclásio	-----	-----	
Opacos	-----	-----	-----
Biotita	-----	-----	
Apatita	-----		
Clorita / epídoto			-----

## Observações:

Nome da rocha: Biotita gnaiss



# FICHA DE DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA – TF 15/22

Lâmina: CAB-15-73C

Aluno: Geovane Moreira Roque

## Descrição macroscópica

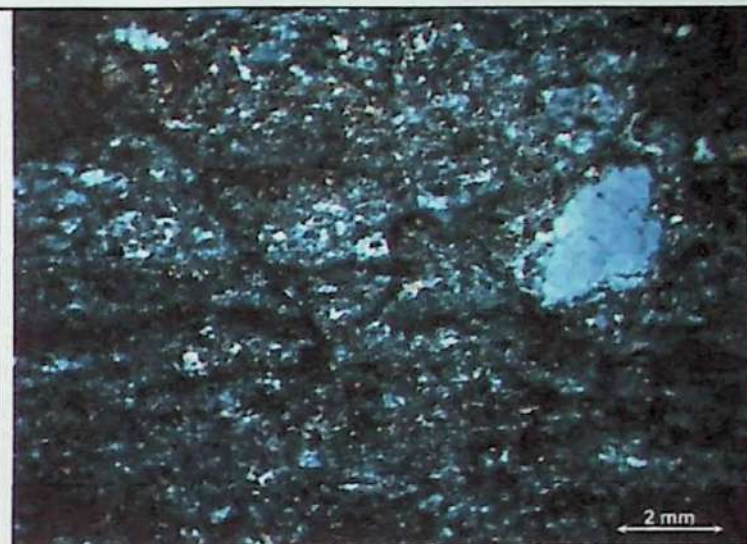
Granito róseo com foliação milonítica. A textura é ultramilonítica com a cominuição intensa dos cristais. A poucos metros reconhece-se o mesmo granito menos deformado. Ocorre muscovita tardia. Ocorre também porfiroclastos submilimétricos de quartzo e feldspato numa matriz muito fina.

## Descrição Microscópica

**Textura:** Textura ultramilonítica com porfiroclastos de kfs de até 3mm em uma matriz fina (média de 0,1mm) composta por quartzo, feldspato alcalino e plagioclásio.



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis cruzados)



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis cruzados)

## Mineralogia

Quartzo (39)	Ocorre anédrico, em contatos irregulares, variando de 0,05 a 3mm (porfiroclasto)
Feldspato alcalino (32)	Cristais anédricos com contatos predominantemente serrilhados. Cerca de 18% da rocha é constituída por microclínio que ocorrem bastante intemperizado. Varia de 0,05-2,5mm.
Plagioclásio (21)	Anédrico, raros grãos ainda preservam a geminação sempre flexurada. De 0,2-0,3mm
Biotita (3,5)	Euédrica, com 0,5mm médios, chegando a 1,5mm. O pleocroísmo varia de verde escuro, caramelo e castanho escuro. O contato é retilíneo.
Opacos (0,5)	Anédricos ou cúbicos, associados às fraturas, variando de 0,04-0,7mm
Sericita (2)	Cristais euédricos de até 1mm, tardios

## Sequência de cristalização

	Primários	Sn	Pós - Sn
Quartzo	-----	-----	
Feldspato alcalino	-----	-----	
Plagioclásio	-----	-----	
Biotita	-----	-----	
Opacos	-----	-----	-----
Sericita			-----

Observações:

Nome da rocha: ultramilonito de granito



## FICHA DE DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA – TF 15/22

Lâmina: CAB-15- 73D

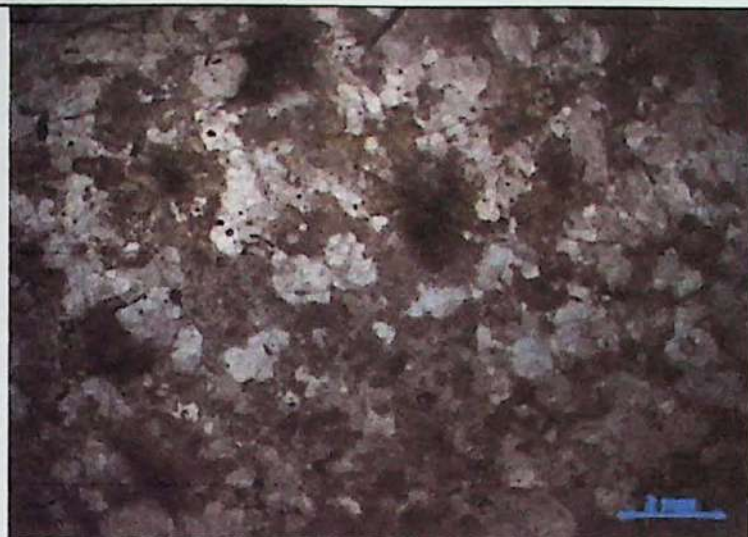
Aluno: Geovane Moreira Roque

## Descrição macroscópica

Granito róseo com foliação milonítica. A textura é milonítica com a diminuição intensa dos cristais primários. A granulação é mais grossa do que do ponto anterior, o que permite reconhecer melhor a mineralogia. Ocorre muscovita tardia. A matriz tem em média 0,5mm.

## Descrição Microscópica

Textura: milonítica Textura ultramilonítica com porfiroclastos de kfs de até 6mm em uma matriz fina (média de 0,5mm) composta por quartzo, feldspato alcalino e plagioclásio.



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis paralelos)



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis cruzados)

## Mineralogia

Quartzo (37)	Ocorre anédrico, em contatos irregulares, variando de 0,05 a 3mm (porfiroclasto)
Feldspato alcalino (35)	Cristais anédricos com contatos predominantemente serrilhados. Cerca de 18% da rocha é constituída por microclínio que ocorrem bastante intemperizado. Varia de 0,05-2,5mm.
Plagioclásio (22)	Anédrico, raros grãos ainda preservam a geminação sempre flexurada. De 0,2-0,3mm
Biotita (3)	Euédrica, com 0,5mm médios, chegando a 1,5mm. O pleocroísmo varia de verde escuro, caramelo e castanho escuro. O contato é retilíneo.
Opacos (0,5)	Anédricos ou cúbicos, associados às fraturas, variando de 0,04-0,7mm
Sericita (2,5)	Cristais euédricos de até 1mm, tardios

## Sequência de cristalização

	Primários	Sn	Pós-Sn
Quartzo	-----	-----	
Feldspato alcalino	-----	-----	
Plagioclásio	-----	-----	
Biotita	-----	-----	
Opacos	-----	-----	
Sericita			-----

Observações:

Nome da rocha: milonito de granito



## FICHA DE DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA – TF 15/22

Lâmina: CAB-15-74

Aluno: Geovane Moreira Roque

## Descrição macroscópica

Gnaiss com bandamento composicional. As bandas claras têm, em média, 3mm e é composta principalmente por kfs, pl e qz. As bandas escuras têm 5-10mm de espessura e são compostas principalmente por bt. Alguns cristais de até 1 cm de pl possuem bordas cominuídas e formas oclares.

## Descrição Microscópica

Textura: milonítica, com porfiroclastos de até 1 cm de pl em matriz bandada. As baldas claras são granoblásticas e as escuras são lepidoblásticas.



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis cruzados)



Microfotografia mostrando a visão geral da lâmina (nicóis cruzados)

## Mineralogia

Quartzo (33)	Cristais arredondados, porfiroclásticos, mas principalmente na matriz gerando micromosaicos. Contatos serilhados. Os cristais maiores possuem frequente extinção ondulante
Plagioclásio (30)	Porfiroclastos geralmente de até 1cm. Cristais anédrico, arredondados. A geminação da lei da albita ocorre muitas vezes flexurada.
Feldspato alcalino (20)	Cristais anédricos, geralmente na forma de porfiroclastos menores que os de pl. Alguns cristais possuem geminação da lei de Carlsbad. Ocorre também como cristais finos na matriz. Sofre processo de sericitização.
Biotita (13)	Muito fina (0,02mm, em média) e associada à opacos também finos na matriz. Alguns cristais subédricos chegam a 0,7mm. O pleocroísmo varia de verde-escuro, caramelo e castanho escuro.
Opacos (3)	Anédrico, como cristais estirados. Ocorre muito fino na matriz, provavelmente recristalizado dinamicamente. Ocorre também euédrico, com formas cúbicas (cristais tardios).
Apatita (0,8)	Cristais de no máximo 0,1mm, euédricos. Ocorre mais frequentemente em porções com bt
Zircão (0,2)	Cristais euédricos, com 0,02mm, em média

## Sequência de cristalização

	Primários	Sn
Quartzo	-----	-----
Plagioclásio	-----	-----
K-feldspato	-----	-----
Biotita	-----	-----
Opacos	-----	-----
Apatita	-----	-----
Zircão	-----	-----

## Observações:

Nome da rocha: Protomilonito de granito







# Dados geoquímicos obtidos por FRX

Amostras	Cab-15-46	Cab-15-48a	Cab-15-48b	Cab-15-48c	Cab-15-48d	Cab-15-48e	Cab-15-62a	Cab-15-62b	Cab-15-68a	Cab-15-68b	Cab-15-68c
SiO2	66,58	63,99	68,68	64,58	63,01	66,65	69,90	71,94	73,08	71,51	73,37
TiO2	1,13	0,62	0,81	0,90	1,24	0,89	0,57	0,36	0,33	0,33	0,33
Al2O3	14,69	16,17	14,89	15,59	15,49	15,65	14,38	13,36	13,37	13,74	13,40
Fe2O3	4,33	5,36	2,90	5,19	5,71	3,67	3,14	2,08	2,06	2,13	2,17
MnO	0,04	0,08	0,02	0,05	0,07	0,03	0,08	0,04	0,05	0,05	0,05
MgO	0,89	1,90	0,67	1,90	1,87	0,80	0,60	0,38	0,31	0,34	0,26
CaO	2,57	1,74	1,79	3,19	3,96	2,42	1,67	1,34	1,17	1,29	1,10
Na2O	3,33	2,65	3,13	3,67	3,84	3,58	3,55	3,32	3,46	3,55	3,47
K2O	5,21	5,09	5,68	3,11	2,65	5,00	5,53	5,20	5,20	5,40	5,26
P2O5	0,30	0,05	0,20	0,31	0,42	0,33	0,18	0,11	0,10	0,10	0,06
Loi	0,74	1,33	0,77	0,90	0,83	0,60	0,46	0,40	0,36	0,43	0,42
FeO	3,90	4,82	2,61	4,67	5,14	3,30	2,83	1,87	1,85	1,92	1,95
Total	99,81	98,97	99,54	99,39	99,07	99,62	100,05	98,53	99,48	98,85	99,89
Ba	1224	1031	1561	1015	1130	1443	1406	1389	1438	1512	927
Rb	138	165	135	136	127	138	206	192	188	187	178
Y	7	15	5	11	11	7	76	134	48	36	58
Zr	400	209	531	235	247	399	292	207	228	231	231
Nb	<9	10	<9	11	12	<9	36	22	34	33	23
V	43	69	53	88	92	50	33	24	23	20	20
Cr	<13	73	24	37	32	<13	20	24	30	29	16
Co	<6	14	<6	12	12	<6	<6	<6	<6	<6	<6
Ni	<5	30	5	15	9	<5	6	5	<5	<5	<5
Cu	19	35	7	34	38	13	6	5	<5	5	<5
Zn	80	79	97	105	107	71	60	42	43	40	39
Ga	19	23	24	24	23	23	18	17	17	17	18
Sr	425	399	460	655	636	600	326	310	270	280	200
Sc	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14
La	108	31	146	64	78	92	159	196	132	103	106
Ce	180	56	269	125	147	180	243	144	181	178	177
Nd	50	21	86	46	54	62	85	96	63	56	51
Pb	18	22	26	6	4	19	24	24	19	17	26
Th	23	<7	22	9	9	9	45	27	33	30	41
U	<3	<3	<3	<3	<3	<3	4	3	3	<3	8
Mg#	28,91	41,26	31,39	42,03	39,27	30,17	27,42	26,59	23	23,72	19,2
ANK	1,3	1,6	1,3	1,7	1,7	1,4	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
ACNK	0,93	1,24	1,02	1,03	0,95	1	0,97	0,99	0,99	0,98	1



DOAÇÃO \_\_\_\_\_  
IGC/USP  
Data: 07/11/2016



