

## PETROGRAFIA

São descritos neste capítulo os principais elementos-mineralógicos e texturais das litologias que compõe o Complexo Cambaizinho e dos Granitóides Sanga do Jobim intrusivos nesta unidade. Os meta-sedimentos, encaixantes das associações de rochas máficas e ultramáficas serão abordados primeiramente.

### Sequência Meta-Sedimentar

Nesta seqüência de metamorfitos foram englobados os diversos tipos composicionais derivados de sedimentos clásticos, denominados de: (a) gnaisses quartzo-feldspáticos; (b) anfibolitos bandados; (c) quartzitos. Estes três tipos composicionais a apresentam em geral, contatos gradacionais entre si, sendo em alguns locais difícil a sua individualização na escala 1:25.000.

#### (a) gnaisses quartzo-feldspáticos

A cor da rocha fresca é cinza com variações de tonalildades desde cinza claro até o escuro, em função da percentagem de biotita e, especialmente do tamanho do grão. A alteração produz coloração em tons de amarelo pardacento à amarronado. Estas rochas possuem granulação fina à média com bandamento nítido à imperceptível. Os termos bandados são marcados pela alternância ritmica de finas camadas de composição distintas, ora predominanu

do as micas ora quartzo e feldspatos. Gradações para termos mais enriquecidos em micas geram camadas com espessuras de alguns centímetros até 1,5 metros aproximadamente de mica xistos.

Porfiroblastos de granada são comuns e de ampla distribuição enquanto que a estauroлита é mais rara e restrita à alguns níveis de composição especial. Porfiroblastos de anfibólitos (hornblenda) associados ou não à granada são mais abundantes nas proximidades dos contatos com os anfibolitos bandados.

Composicionalmente estas rochas variam desde biotita gnaisses, hornblenda-biotita gnaisses até biotita xistos.

#### (a.1) biotita gnaisses

Este tipo de rocha apresenta foliação marcada por um bandamento com alternância de finas camadas (0,4cm à 3,0cm), de material quartzo-feldspático de coloração esbranquiçada à rósea intercalados com bandas micáceas de cor cinza médio. A granulação varia de fina à média (figs. 3a, 3b, 11a).

Pontuações róseas bastante comuns denunciam a presença de granada almandina. Em certos locais a rocha apresenta um bandamento quase imperceptível. Veios de quartzo oriundos de segregação de S1 dobradas, são comuns, bem como injeções graníticas de larguras centimétricas (aplitos e pegmatitos) comumente dobrados e/ou boudinados (fig. 11b). Fraturas preenchidas por carbonato, quartzo e pirita são comuns e cortam a foliação em alto ângulo.

A mineralogia destes gnaisses é a base de quartzo, feldspatos, biotita, raro anfibólito e acessórios tais como: zircão, esfeno, apatita e granada. As texturas mais comuns incluem arranjos granoblásticos, lepidoblásticos, porfiroblásticos e poiquiloblásticos. A textura lepidoblástica resulta da orientação planar de lamelas de biotita em meio a arranjos granoblásticos -



(a)



(b)

Fig.11 Gnaisses quartzo-feldspáticos da seqüência meta-sedimentar.

(a) Rocha fresca mostrando bandamento composicional derivado da recristalização do acamadamento original. Foto em planta do afloramento MR-238; (b) rochas desprovidas de bandamento contendo segregações de quartzo que marcam as dobras F2 de eixos inclinados. Foto em planta do afloramento MR-233.

de quartzo e ou feldspatos. A textura porfiroblástica resulta do crescimento de cristais de granada sin a pós-cinemáticos com relação a S1 e mais raramente de grãos de plagioclásio (oligoclásio).

O quartzo é incolor, de hábito hipidiomórfico constituindo intercrescimento em mosaico com os feldspatos. O tamanho de grão varia entre 0,1 e 0,6 mm. Em zonas de alto "strain" sua forma é alongada e a extinção é ondulante, alcançando um comprimento de até 1,2cm aproximadamente.

O feldspatos ocorrem comumente na forma de agregados granoblásticos com diâmetro em torno de 0,6mm. O plagioclásio (An-20 a 28) é o oligoclásio sendo identificado pelas raras vezes que ocorre com a macla polissintética da albita, ou mais comumente pelo seu padrão "sujo" oriundo da alteração que produz sericita, epidoto e carbonato. O feldspato alcalino, de difícil identificação microscópica ocorre raramente com a macla da albita periclino e, sua presença em algumas amostras só foi detectada através de testes colorimétricos.

A biotita em seções laterais é subidiomórfica com tamanho médio de 0,7mm, marcando a foliação principal da rocha. Grãos menores, crescem obliquamente a esta foliação, caracterizando uma recristalização pós-S1. As lamelas apresentam forte pleocroísmo, variando de amarelo amarronado até marrom avermelhado. Inclusões de zircão com halos pleocroícos e apatita são comuns.

A granada em grãos idiomórficos a xenomórficos é incolor à Luz Natural (LN) e isótropa à Luz Polarizada (LP), podendo pertencer a série da almandina. Seu diâmetro não ultrapassa os 2,0mm.

Os anfibólios, mais escassos são subidiomórficos e possuem tamanho médio de 0,7mm. Ocorrem seções prismáticas ou basais com pleocroísmo em tons de verde claro à verde oliva, e com

extinção em torno de  $35^\circ$ , sugerindo pertencerem à série das hornblendas. São comuns, inclusões de esfeno, quartzo e apatita.

Os minerais acessórios mais comuns tratam-se de esfeno, zircão e apatita que tendem a euedria e possuem tamanho de grão que não ultrapassa 0,1mm.

#### (a.2) hornblenda-biotita gnaisses

Representam termos transicionais entre os biotita - gnaisses e os anfibolitos bandados. São rochas de coloração cinza, com bandamento marcado pela alternância de camadas enriquecidas em hornblenda e biotita e camadas a base de feldspatos e quartzo. As bandas em geral não ultrapassam 3cm em espessura e são regulares e contínuas (fig. 11a).

Ao microscópio podem ser observadas texturas: grano blástica, lepidoblástica, decussada, porfiroblástica e poiquiloblástica. O plagioclásio juntamente com o quartzo forma arranjos granoblásticos em meio a agregados lepidoblásticos de biotita, que no conjunto constituem texturas grano-nematoblásticas da matriz. Os porfiroblastos de anfibólio possuem fraca orientação dimensional caracterizando seu crescimento pós-cinemático a S1 constituindo excelentes texturas decussadas.

Estas rochas são constituídas por plagioclásio, anfibólio, quartzo e biotita como essenciais e, granada, opacos e epidoto, carbonato, esfeno, zircão, apatita e clorita como acessórios.

O plagioclásio em grão subidiomórficas com macla polissintética ou albita-carlsbad, muito escassa, apresenta diâmetro máximo de 1,0mm e médio de 0,4mm, ocorrendo em agregados granoblásticos. Alguns grãos de hábito prismático curto apresentam zonação direta. Os contatos com a biotita e o quartzo são em geral lobados. Os grãos sujos estão alterados para epidoto, mica bran

ca e carbonato em graus variáveis.

O anfibólio é a hornblenda verde com pleocroísmo na seção lateral de verde oliva à verde amarelado e na seção basal de verde à amarelo pálido. Inclusões de opacos, quartzo, esfeno, apatita e plagioclásio são comuns já que a maioria dos cristais são pós-tectônicos, e crescem obliquamente à foliação principal. O tamanho médio das seções prismáticas situa-se em torno de 0,8 mm atingindo alguns cristais até cerca de 6,0mm.

O quartzo incolor, com extinção ondulante é intergranular ou mais raramente está incluso nos anfibólios. Neste último caso possui formas arredondadas, produzidas pela corrosão. Em algumas amostras formam agregados granoblásticos, ou apresentam-se alongados com o comprimento maior paralelo à foliação.

A biotita com pleocroísmo amarelo pálido à marrom avermelhado, ocorre em lamelas orientadas definindo texturas lepidoblásticas. Seções basais fracamente pleocróicas são raras e possuem inclusões de zircão. Os contatos com o plagioclásio e os anfibólios são lobados ou retos. Possui diâmetro médio em torno de 0,5mm.

A granada idioblástica a subidioblástica com o diâmetro em torno de 0,6mm, contém inclusões de quartzo, opacos e feldspatos. Os minerais opacos subidioblásticos estão representados principalmente por piritita. Os epidotos estão comumente associados as bandas enriquecidas em plagioclásio ou anfibólio, indicando que são derivados destes pela alteração. O zircão, a apatita, o esfeno e o carbonato são constituintes menores e, com exceção do último tendem a ocorrer com hábitos idiomórficos.

### (a.3) biotita xistos

Estes metamorfitos ocorrem como bandas da ordem de alguns centímetros até cerca de 1,5 metros aproximadamente, inter

calados nos gnaisses quartzo-felspáticos, onde o mineral dominante passa a ser as micas (biotita e muscovita). Possuem uma forte xistosidade que varia de morfologia nos leitos mais enriquecidos em quartzo e feldspatos passando a xistosidade em domínio nestas últimas (fig. 12a).

Os níveis enriquecidos em micas, possuem inúmeros porfiroblastos de granada e em menor quantidade de estauroлита. Em alguns afloramentos é possível ainda observar gradações composicionais inversas com quartzo e feldspatos predominando na base das camadas e porfiroblastos de estauroлита e granada no topo (fig. 12b). Resquícios de So, também estão representados por níveis composicionais enriquecidos em turmalina ou grafite.

A granulação varia de fina à média e a coloração é cinza médio à castanho. As texturas mais comuns são a lepidoblástica, porfiroblástica, granoblástica, poiquiloblástica e "ribbon". O arranjo geral grano-lepidoblástico da matriz é dado pelas micas (biotita e muscovita) e agregados em mosaico de quartzo e plagioclásio. Sobre esta matriz crescem porfiroblastos sin e pós-tectônicos de granada e em menor extensão de estauroлита.

Estas rochas são constituídas a base de quartzo, plagioclásio (oligoclásio), biotita, muscovita, granada, estauroлита e acessórios tais como: opacos, clorita, apatita, grafite, esfero, turmalina, epidoto, carbonato e zircão.

A biotita ocorre com lamelas de seções de 0,6mm, marcando a foliação da rocha. Porfiroblastos, menos comuns alcançam tamanhos de até 1,3mm. Possuem pleocroísmo que varia de amarelo pálido até o marrom avermelhado, sendo comum a quase todos os xistos, denotando o grau metamórfico mais elevado. São comuns inclusões de zircão. Os contatos com feldspatos e quartzo são lobados e/ou retos. Com as granadas parece formar reação por dissolução com liberação de óxido de ferro gerando opacos-magnetita (fig. 13a). Algumas palhetas deste mineral crescem em ângulo com



(a)



(b)

Fig.12 Sequência meta-sedimentar:

(a) Bandamento composicional com leitos enriquecidos em micas (biotita xistos) alternados com níveis quartzo-feldspáticos contendo anfibólios ou estauroлита; (b) resquícios de acamadamento gradacional, onde porfiroblastos de granada e/ou estauroлита (contra-molde) dominam no topo das finas camadas transpostos. Fotos em planta dos afloramentos MR-238A e MR-238, respectivamente ao longo da Sanga do Jobim.

a foliação, possivelmente relacionados a um período de recristalização estática destas rochas. Altera para clorita com liberação de óxido de ferro.

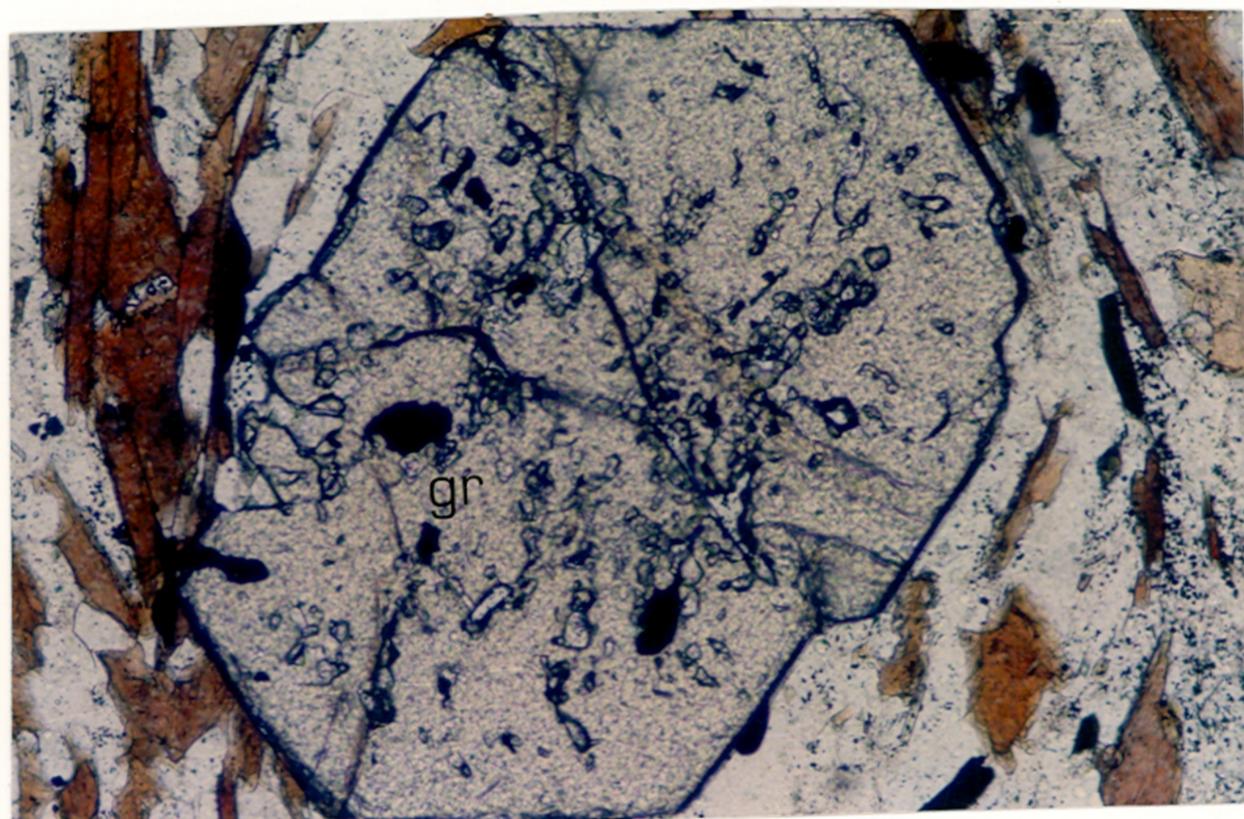
O quartzo é límpido ocorrendo com formas subidiomórficas ou xenomórficas, em agregados granoblásticos granulares juntamente com o plagioclásio. Seu diâmetro médio não ultrapassa à 0,3mm. Alguns grãos maiores parecem constituir pórfiros e alcançam até 1,0mm. Em algumas amostras estes agregados em mosaico encontram-se estirados e alongados segundo a foliação, estando os grãos com extinção ondulante.

O plagioclásio, por vezes porfiroblástico, ocorre na forma de grãos subidiomórficos à xenomórficos granulares em agregados granoblásticos. A macla polisintética da albita embora pouco comum é visível em alguns cristais. O teor de (An-22 à 28) indica a presença de oligoclásio. A argilização dos grãos com a geração de mica branca e epidoto é critério para sua identificação na ausência de maclas. Seu diâmetro médio é de 0,4mm.

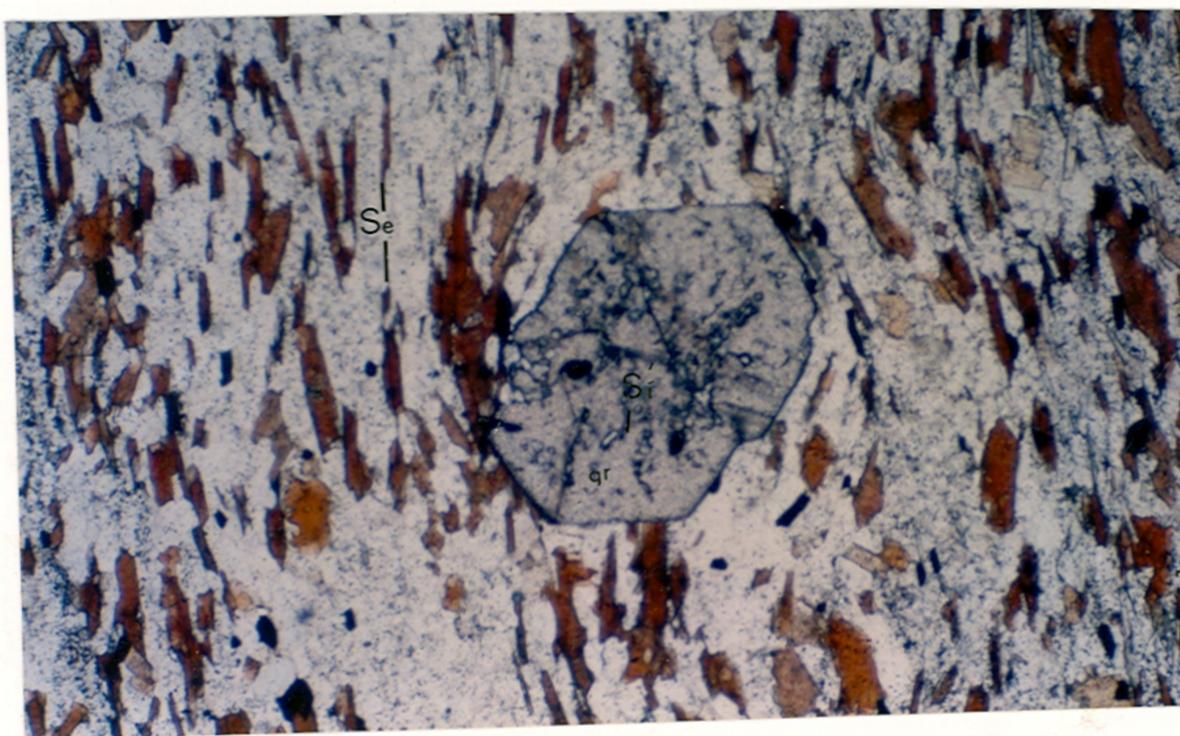
A granada ocorre como grãos idiomórficos ou subidiomórficos em geral porfiroblásticos com diâmetro máximo de até 3,0mm. São incolores à LN e isótropas à LP, sendo identificadas como almandina. Possuem trilhas de inclusões de quartzo, opacos e feldspatos da matriz (Si). Esta xistosidade interna (Si) mostra dois tipos de relações com a xistosidade externa (Se): (a) a Si é oblíqua à Se, e mantém um certo paralelismo de porfiroblastos para porfiroblasto. A Se envolve o porfiroblasto e é truncada por ele (fig. 13c); (b) a Si é aproximadamente paralela à Se, porém não é contínua de um lado a outro do porfiroblasto (figs. 13a e 13b).

A estaurolita ocorre como porfiroblastos com diâmetro de até 2,5mm com pleocroísmo de incolor à amarelo pálido (fig. 14). Possui inclusões da matriz (quartzo, biotita e feldspato) e em lâmina delgada identificou-se uma reação com os restos de mus

(a)



(b)



(c)

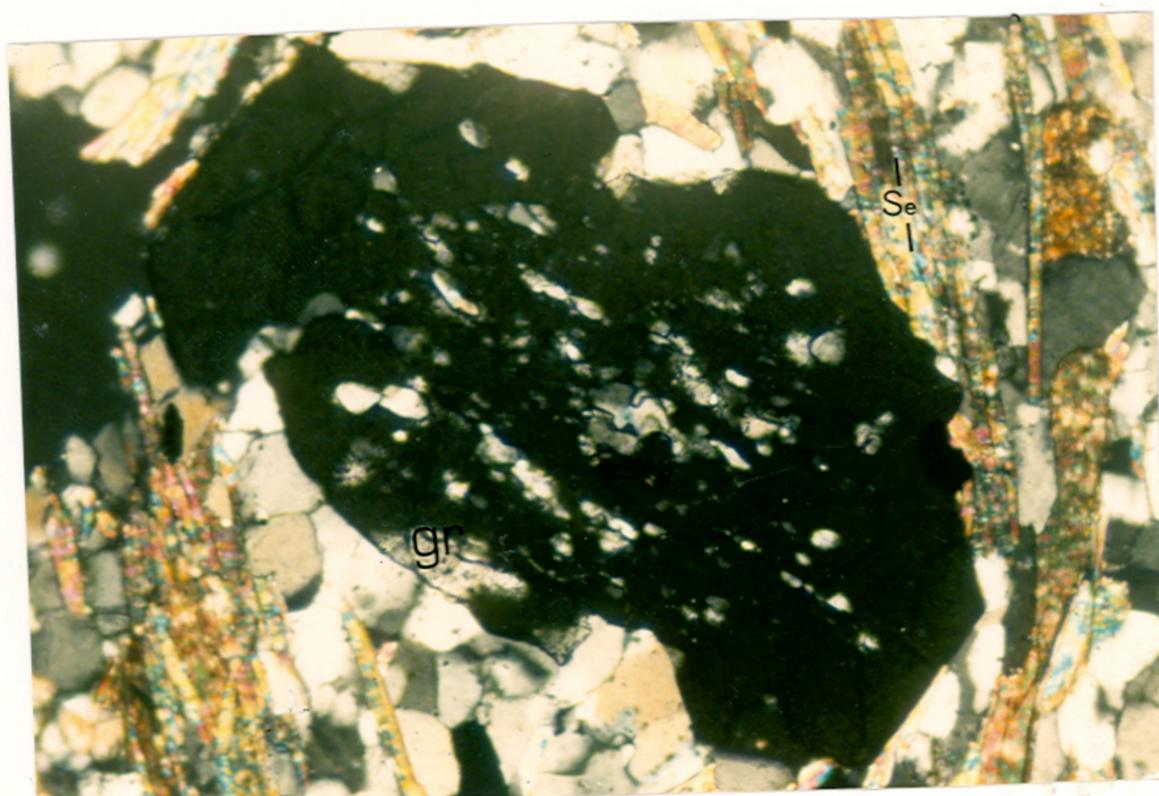
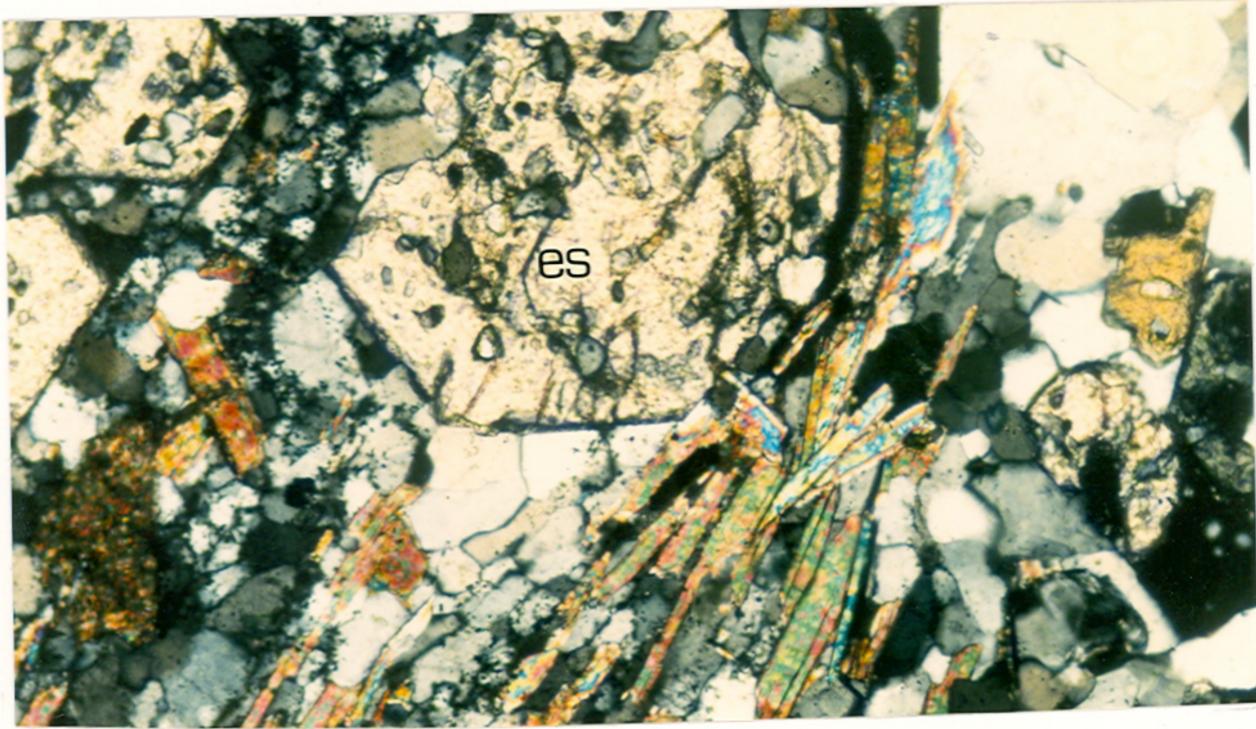
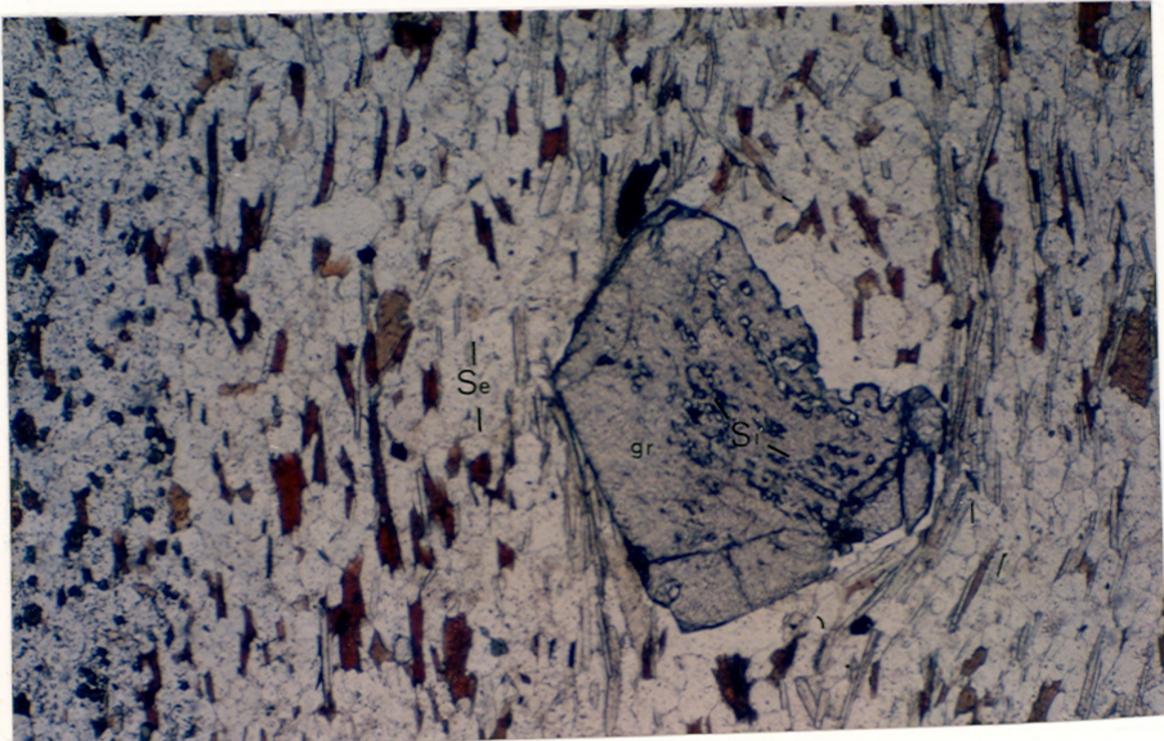


Fig.13



(a)



(b)



(c)

Fig.14

**Fig.13** Fotomicrografia de mica xisto;

(a) Porfiroblasto de granada (gr) em contato reativo com palhetas de micas. A dissolução da biotita libera óxido de ferro e gera opacos. Amostra MR-238A. LN 60x;

(b) Porfiroblasto de granada (gr) com xistosidade interna (Si) curvada e concordante com a xistosidade da matriz (Se) e bordos enédricos de crescimento pós-tectônico, MPS1, mesma amostra anterior, LN 25x;

(c) Porfiroblasto de granada (gr) com xistosidade interna (Si) retilínea e discordante da xistosidade externa (Se). As margens enédricas cresceram em regime estático (MPS1). Amostra MR-238\* , LN 60x.

**Fig.14 (a)** Fotomicrografia de estaurolita-muscovita-biotita xisto (MR-238A). Porfiroblastos e grãos menores de estaurolita (es) com textura poiquiloblástica de crescimento pós-tectônico (MPS1) LP 60x;

(b) Fotomicrografia de granada-biotita-muscovita xisto (MR-238\*) Porfiroblastos de granada com xistosidade interna (Si) oblíqua à xistosidade externa (Se). O núcleo do grão cresceu sin-tectonicamente à S1 e o bordo apresenta evidências de crescimento pós-S1. A matriz contém níveis composicionais a base de turmalina , opacos e grafite representando estruturas reliquiares de So (esquerda da foto). Amostra MR-238\* , LN 25x;

(c) Fotomicrografia de anfibólito bandado (MR-172). Anfibólios (af) com textura poiquiloblástica e decussada de crescimento pós-tectônico (MPS1) em matriz à base de plagioclásio, opacos e pouco quartzo, LN 25x.

covita e lamelas não identificadas inclusas e parcialmente digeridas pela estaurolita. Prismas com diâmetro em torno de 0,4mm são comuns na matriz. A ocorrência deste mineral parece estar restrita a alguns níveis de composição especial. Observa-se ainda o crescimento de mica branca (muscovita) nas fraturas da estaurolita.

A muscovita aparece como finas palhetas incolores, intercrescidas com biotita (epitáxico), marcando a foliação principal da rocha e gerando uma textura lepidoblástica juntamente com a mica pleocróica. Seu tamanho médio é de 0,4mm, ocorrendo em algumas amostras, porfiroblastos pós-tectônicos com até 2,0mm de diâmetro. Palhetas menores em algumas ocasiões também crescem obliquamente formando ângulo com a xistosidade principal (figs. - 13b e 14b). A clorita ocorre como produto de alteração (M2) das biotitas formando em geral intercrescimentos com a mesma. Possui pleocroísmo em tons esverdeados e as cores de interferência em tons de verde azulados.

A turmalina ocorre como prismas ou seções basais hexagonais com tamanho médio de 0,05mm e, juntamente com o grafite ou minerais opacos de grão muito fino formam níveis composicionais com até 0,3cm de largura e marcam a superfície  $S_0$  (fig.14b) Possui pleocroísmo em tons de esverdeado.

A apatita é comumente inclusa na biotita ou muscovita em seções basais aproximadamente hexagonais. É incolor com índice de refração elevado e birrefringência cinza. Os outros acessórios tais como: zircão, esfeno, epidoto e carbonato ocorrem como grãos de tamanho menor que 0,1mm e tendem a euedria.

#### (b) anfibolitos bandados

São rochas de granulação média à grosseira de coloração cinza e verde escuro com alternância de bandas de composição

e/ou granulação distintas. A alternância de bandas máficas e félsicas ocorrem de duas maneiras: (a) constituindo rochas com bandamento regular, onde bandas máficas se alternam com as bandas félsicas (fig. 4a). Estas bandas apresentam espessuras da ordem de 0,5 à 2,5cm e podem ser consideradas como verdadeiros anfibólitos listrados ("striped amphibolites"); (b) constituindo anfibólitos com bandamento menos regular, onde a variação de espessura das bandas é maior, desde alguns mm até cerca de 4,0 metros (fig. 4b).

As rochas do primeiro grupo, possuem uma estrutura planar bem desenvolvida, onde as bandas máficas com alinhamento dimensional de anfibólito (que também cresce em rosetas no plano da foliação) e as bandas félsicas com o plagioclásio granoblástico se alternam regularmente. Nas rochas do segundo grupo a foliação é menos desenvolvida, especialmente nas camadas (bandas) mais espessas. Percebe-se também que as rochas do primeiro grupo gradam em certos locais, para a seqüência de hornblenda-biotita gnaisses, com a diminuição da quantidade de anfibólitos e aumento das micas (biotitas). As do segundo grupo possuem contatos nítidos e bruscos com os gnaisses quartzo-feldspáticos, constituindo verdadeiras camadas de anfibólitos (ígneos) no interior destes gnaisses.

Ao microscópio são comuns as texturas nematoblástica, granoblástica, porfiroblástica e poiquiloblástica. Seus constituintes essenciais são: hornblenda e plagioclásio, ocorrendo alguns termos com quartzo, epidoto e diopsídio em quantidades apreciáveis. Os acessórios são esfeno, apatita, opacos e zircão. O carbonato, biotita, granada e clorita são mais raros.

A hornblenda apresenta pleocroísmo acentuado com  $ng'$  = verde escuro,  $nm'$  = verde oliva e  $np'$  = amarelo à castanho. O ângulo de extinção varia de 25 à 32 graus. Os grãos são subdiomórficos à xenomórficos, as vezes com hábito prismático comprido e

com tamanho médio em torno de 1,0mm. Porfiroblastos com inúmeras inclusões da matriz podem atingir até cerca de 4,0mm de tamanho, (fig. 14c). A textura nematoblástica é comum em alguns domínios, os quais, são substituídos pelo crescimento pós-tectônico destes prismas. Grãos com hábito prismático longo crescem obliquamente (e/ou desorientados) com relação à foliação enquanto que os prismas curtos comumente aparecem com seções basais e laterais.

O plagioclásio constitui grãos subidiomórficos à xenomórficos ocorrendo como agregados granoblásticos, em lentes elípticas ou associados com seções basais de anfibólios. Alguns cristais exibem a macla da albita e mostram teor de (An-25 à 46) (oligoclásio - andesina). Grãos com zonação são mais raros e aparecem com núcleos sujos. Cristais transformados parcialmente ou totalmente para epidoto, carbonato e mica branca não são comuns. Algumas amostras, parecem conter albita na forma de grãos límpidos com baixo relevo e sem maclas. O clinopiroxênio mais raro é subidiomórfico à xenomórfico com tamanho em torno de 0,7mm. Possui pleocroísmo muito fraco de incolor à verde pálido. O epidoto ocorre como cristais xenomórficos, e mais raramente como prismas curtos e diminutos. O tamanho dos grãos varia de 0,05 mm até 0,6 mm. Possuem relevos elevados, são incolores e raramente com cores de absorção anômalas. Nas seções prismáticas o ângulo de extinção é oblíquo, tratando-se provavelmente da clinozoisita. É comumente associado ao plagioclásio, esfeno e carbonato, e mais raramente a hornblenda e diopsídio.

O quartzo ocorre em quantidades, desde ausente, até aproximadamente 10% em volume. É xenomórfico com tamanhos da ordem de 0,05mm, ocorrendo em agregados granoblásticos com o plagioclásio e com extinção ondulante. É de difícil identificação microscópica devido a semelhança com o plagioclásio e albita desprovidas de macla.

O esfeno é de ampla distribuição nestas rochas, ocor

rendo com quantidades que variam desde traços até cerca de 1,5%. Possui forma xenomórfica à subidiomórfica, está frequentemente incluso na hornblenda ou associada a epidoto, carbonato e opacos.

Intercalações da ordem de alguns centímetros de camada contendo abundante carbonato, flogopita e apatita nestes anfibolitos reforçam a sua origem a partir da transformação metamórfica de sedimentos de composição apropriadas (ricos em cálcio).

#### (c) quartzitos

Possuem granulação fina à média de coloração cinza esbranquiçada à rósea com foliação nitidamente desenvolvida nos termos mais enriquecidos em micas. As texturas mais comuns são: lepidoblástica, granoblástica, "ribbon", poiquiloblástica e porfiroblástica. Seus constituintes principais consistem de quartzo, feldspatos, muscovita, biotita e acessórios como granada, zircão opacos e turmalina.

O quartzo ocorre como grãos límpidos xenomórficos ou na forma granular originando agregados granoblásticos e com textura "ribbon" em zonas de alto strain. O tamanho médio é de 0,3 mm. Possui extinção ondulante com contatos retos ou lobados entre si ou com outros silicatos.

Os feldspatos são subidiomórficos à xenomórficos e ocorrem com contatos à 120°. O plagioclásio menos comum, é identificado pelo aspecto alterado enquanto que o feldspato alcalino é de mais difícil distinção tanto do quartzo como do plagioclásio. O tamanho de grão médio é de 0,4mm e ocorrem como cristais mais ou menos equidimensionais em contatos granoblásticos.

A muscovita é a mica dominante ocorrendo como palhetas incolores de diâmetro em torno de 0,5 à 2,5mm marcando uma

xistosidade em domínios. A clorita é mais rara e a granada aparece como raros grãos de diâmetro em torno de 0,1mm, com hábito idiomórfico.

### Sequência Máfica-Ultramáfica

#### Serpentinitos e olivina-talco ultramafitos

A rocha fresca possui coloração variável entre o cinza escuro à preto ou verde escuro com pontuações claras (talco ou carbonato), gerando em alguns locais um aspecto mosqueado ao serpentinito. A cor da rocha é função principalmente da forma e quantidade das ocorrências de minerais opacos e talco. A alteração intempérica produz cores cinza à verde pálido ou amarronado. São rochas predominantemente isótropas com porções foliadas subordinadas (fig. 6b) marcadas pelo alinhamento de opacos e clinocloro principalmente.

A granulação destas litologias é de difícil observação devido ao desaparecimento dos limites dos grãos pelos processos de serpentinição progressiva. Em locais mais ou menos preservados da alteração verifica-se que a granulação é média à grosseira com resquícios texturais, onde, prismas de olivina se inter cruzam formando espaços triangulares, preenchidos por talco e clorita caracterizando arranjos do tipo "jack-straw" (Snoke & Calk, 1978).

Em base as associações de campo é possível individualizar dois tipos de ocorrências principais: (a) corpos alongados mais extensos em geral bordejados por xistos magnesianos e/ou olivina-talco ultramafitos; (b) camadas e/ou lentes menores intercaladas nos meta-sedimentos.

As ocorrências de olivina metamórfica em paragênese com o talco, em geral formando arranjos do tipo "jack-straw" são

pobremente preservadas nos corpos da primeira associação. Este tipo textural encontra-se bem preservado no maciço ultramáfico de Serrinha (Vieira, 1981) que ocorre imediatamente a sul da área de trabalho. O grau de serpentinização destes corpos é intenso e variável com aproximadamente 50 a 100% da mineralogia original transformada em serpentinitos.

Xistos magnesianos monominerálicos do tipo tremolíticos e clorititos ocorrem associados aos xistos ultramáficos variados, encaixantes destes serpentinitos. No contato entre estes dois tipos litológicos ocorrem olivina-talco ultramafitos de ocorrência localizada, não sendo observadas estas litologias em todos os corpos trabalhados. A determinação de uma zonação de contato à partir de modificações texturais e mineralógicas em seções transversais aos limites destes litótipos só foi possível - estabelecer em raros casos. É provável que os limites originais tenham sido modificados em função do metamorfismo e deformação superimpostos. Pela extensão e forma de ocorrência sugere-se que estes corpos sejam intrusivos na seqüência.

A mineralogia dos corpos de ultramafitos (olivina-talco ultramafitos) de bordo consistem de talco, olivina, carbonato clinocloro, opacos, anfibólios (antofilita, tremolita) e serpentina.

A olivina é subidiomórfica em cristais prismáticos com até 3,5mm de diâmetro maior. Apresenta textura de intercrescimento com tremolita, talco e clinocloro. A serpentinização é incipiente com liberação de óxido de ferro ao longo das fraturas e bordas dos cristais. O carbonato (magnesita) é xenomórfico à hipidiomórfico com tamanho de grão, em torno de 0,3mm. A composição modal estimada de três amostras de olivina-talco ultramafitos encontram-se listados na tabela I.

A associação de campo (b) consiste de camadas e/ou lentes finas de serpentinitos com largura de ordem de 30 cm à

TABELA I

COMPLEXO CAMBAIZINHO - Composição modal estimada e classificação dos Serpentinitos e Olivina-talco ultramafitos da Sequência Máfica-ultramáfica.

AMOSTRAS:	SERPENTINITOS							OLIVINA-TALCO ULTRAMAFITOS			
	MR-27D	MR-73	MR-74E	MR-99E	MR-99K	MR-99N	MR-134	MR-25	MR-990	MR-101	MR-104H
SERPENTINA	53	80	70	93	65	69	58	52	5	12	6
OLIVINA	15	3	Tr	Tr	Tr	Tr	4	5	20	17	30
TALCO	2	2	20	1	30	20	25	3	50	47	52
TREMOLITA	20	3	2	Tr	Tr	1	-	-	5	13	-
ANTOFILITA	-	-	-	-	-	-	4	-	10	-	8
CLORITA	5	5	2	2	2	3	3	10	5	3	2
CARBONATO	Tr	2	1	Tr	-	2	3	Tr	3	6	1
OPACOS	5	5	5	4	3	5	3	5	2	2	1
MG-CUMINGTONITA-	-	-	-	-	-	-	-	25	-	-	-

2,0 metros, intercalados nos meta-sedimentos ou associados com xistos magnesianos variados. Estes corpos em geral preservam a mineralogia metamórfica original como por exemplo a olivina, tremolita e talco. Devido a pequena expressão não formam necessariamente relevos positivos e nem possuem zonação de contato. O grau de serpentinização é pequeno e varia em torno de 5% à 60% aproximadamente. Devido a sua pequena extensão e, a associação com xistos magnesianos, estes corpos representam provavelmente cumula - dos de derrames.

Ao microscópio observa-se que a matriz dos serpentinitos são o resultado de diferentes feições texturais de minerais de alteração, constituídos basicamente de serpentina e talco. As texturas mais frequentes são em rede "mesh" e subordinadamente - fitada "ribbon". Em rochas com olivina e talco ou carbonato aparece a textura "jack-straw" como resquícios da serpentinização onde a olivina permanece como núcleos arredondados preservados e seus limites originais prismáticos são marcados por trilhas de opacos (magnetita). O talco, mais resistente a serpentinização as vezes aparece como bastitas.

A mineralogia essencial é a base de serpentina, olivina, tremolita, clinocloro, opacos e talco; o carbonato e a antofilita são de ocorrência restrita.

Na classificação petrográfica destas rochas considerou-se que os termos que possuem mais de 50% de serpentina sejam denominados de serpentinitos, àqueles que contém entre 10 e 50% de serpentina são denominados de ultramafitos acrescidos do prefixo do mineral mais abundantes.

A serpentina forma agregados xenomórficos em quantidades variáveis e que podem substituir até 100% da mineralogia original. Ocorrem como pseudomorfos sobre a olivina ou em veios milimétricos que cortam a rocha na forma de crisotilo e/ou lizardita. Mais raramente ocorrem lamelas sub-milimétricas não pseudo -

mórficas, identificadas como antigorita. Da mesma forma, as bas  
titas geradas pela substituição pseudomórfica de talco, anfibi  
lio e o clinocloro são pouco abundantes.

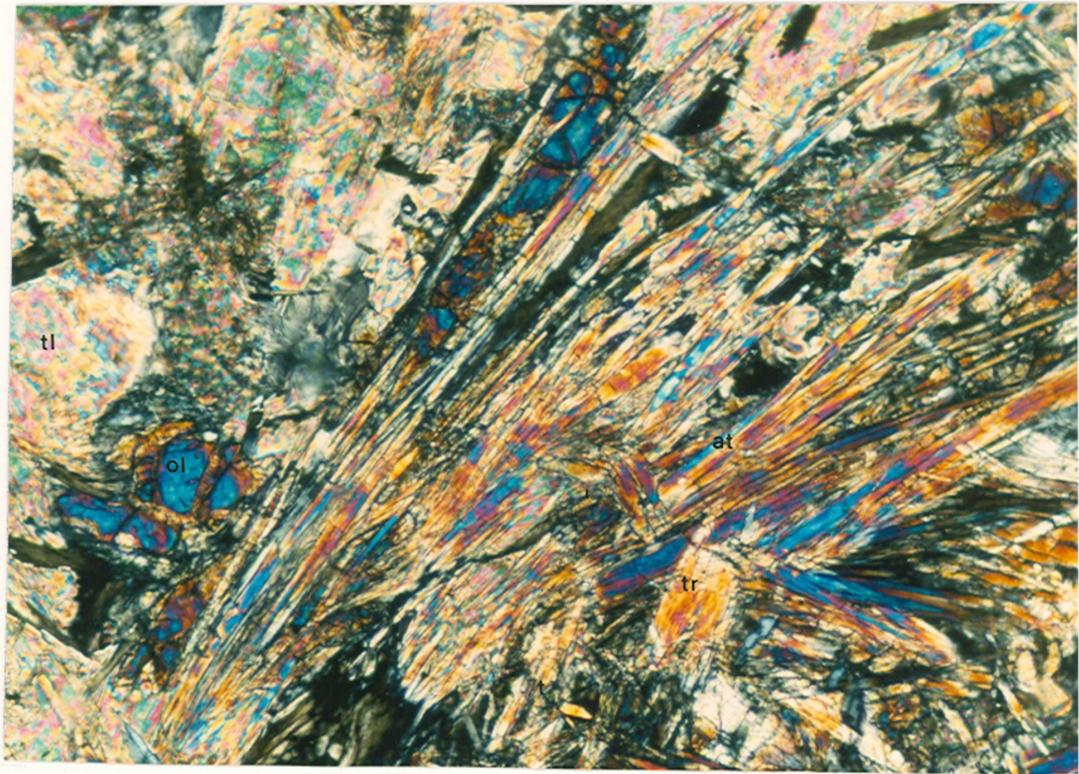
Foram identificadas quatro maneiras de ocorrências  
de serpentina: (a) pseudomórficas da olivina consistindo de tex  
turas "mesh" que gradam para "hour-glass" e podem ser transforma  
dos em "ribbon" pela deformação. Os núcleos das texturas em rede  
possuem larguras entre 0,01mm e 0,1mm e comprimento que varia de  
0,1 à 1,5mm, os cordões possuem largura de 0,02 à 0,2mm e compr  
imento entre 0,2 e 1,2mm aproximadamente. Minerais opacos finíssi  
mos de modo geral concentram-se ao longo dos cordões bipartidos  
e raramente encontram-se nos núcleos das texturas em rede. As es  
pécies de serpentina identificadas oticamente são a lizardita e  
ou crisotilo. As texturas pseudomórficas apresentam recristaliza  
ção progressiva, sendo obliteradas, dando lugar a serpentinas -  
não-pseudomórficas; (b) consistem de serpentinas não-pseudomórfi  
cas, originadas da transformação das texturas pseudomórficas. O  
correm como lamelas individuais finas (0,1mm) crescendo sobre as  
texturas em rede ou como agregados de lamelas em texturas inter  
penetrativas, sendo identificadas oticamente como antigorita; '  
(c) caracterizam as bastitas, originadas da substituição pseudo-  
mórfica de talco, anfibólio e clinocloro pela serpentina. Dentre  
os minerais citados, o clinocloro é o mais resistente a serpenti  
nização com a birrefringência azulada característica em lamelas  
alteradas; (d) crisotilo-lizardita na forma de veios com largura  
entre 0,1mm até 1,0cm sub-paralelos ou se entrecruzando com for  
mas anastomosadas. São incolores e possuem extinção ondulante.

As olivinas ocorrem em amostras mais preservadas da  
serpentinização como prismas longos de até 5,0mm de comprimento.  
São incolores com sinal de alongação negativo identificadas pela  
microsonda como forsterita e crisolita (tab. VI e VIII). Os  
prismas estão em geral muito fraturados, com o início da serpen

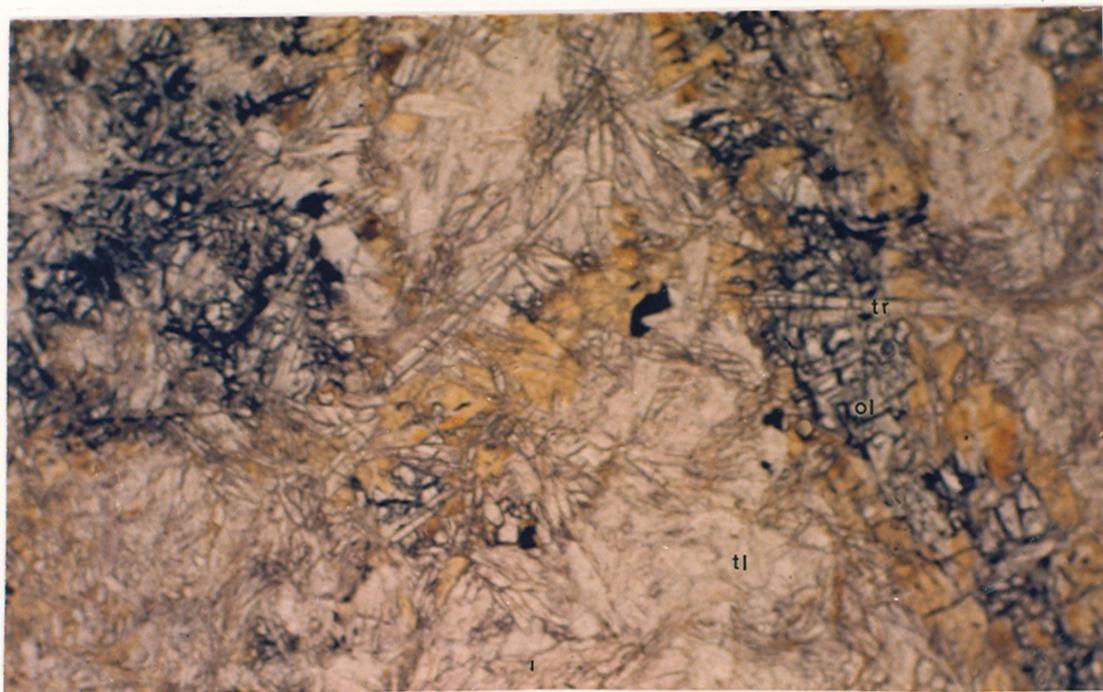
tinização e a concentração de opacos, nestas fraturas. Texturas de sobrecrecimento "overgrown" de tremolita e/ou antofilita, talco e clinocloro são comuns (fig. 15a) nos olivina-talco ultrafitos. Os prismas em algumas ocasiões se inter cruzam em arranjos triangulares ou sub-paralelos. Os espaços intergrão estão preenchidos por talco, clinocloro e carbonato (magnesita), o que caracteriza a textura "jack-straw" (figs. 15b e 15c). Nas amostras mais serpentinizadas os contornos dos prismas estão delimitados pelo alinhamento de opacos (magnetita) que concentram-se nas bordas dos grãos. Os cristais de olivina, nestes casos, encontram-se quase totalmente substituídos por serpentina pseudomórfica do tipo crisotilo-lizardita na forma de texturas em rede ou "hour-glass". Com a recristalização e/ou deformação destas texturas, as serpentinas pseudomórficas dão lugar a lamelas de antigorita, ou texturas fitadas "ribbon", desaparecendo em algumas ocasiões os limites dos grãos de olivina.

Os anfibólios, são incolores, com hábitos prismáticos ou aciculares e com diâmetro de até 4,0mm e média de 1,0mm. Ocorrem três tipos de anfibólios: (a) tremolita que é incolor e apresenta extinção em torno de  $20^\circ$  e sinal ótico biaxial negativo. Possui hábito prismático subidiomórfico, raramente maclada, com até 4,0mm de diâmetro máximo, intercrescida com a olivina ou na matriz em forma de prismas curtos em contatos retos com o clinocloro e o talco. Comumente é substituído pelo talco de 2<sup>a</sup> geração; (b) a antofilita, com extinção paralela e sinal ótico biaxial positivo, é a mais rara e ocorre na forma de agulhas com até 3,5mm de comprimento máximo que interpenetram os cristais de olivina (fig. 16a). Estes anfibólios apresentam-se alterados para bastita ou talcificados, desaparecendo em algumas amostras quaisquer vestígios de sua presença; (c) a magnésio-cumingtonita incolor com extinção oblíqua de baixo ângulo e sinal ótico biaxial positivo, é rara e ocorre intercrescida com a olivina, poden

(a)



(b)



(c)

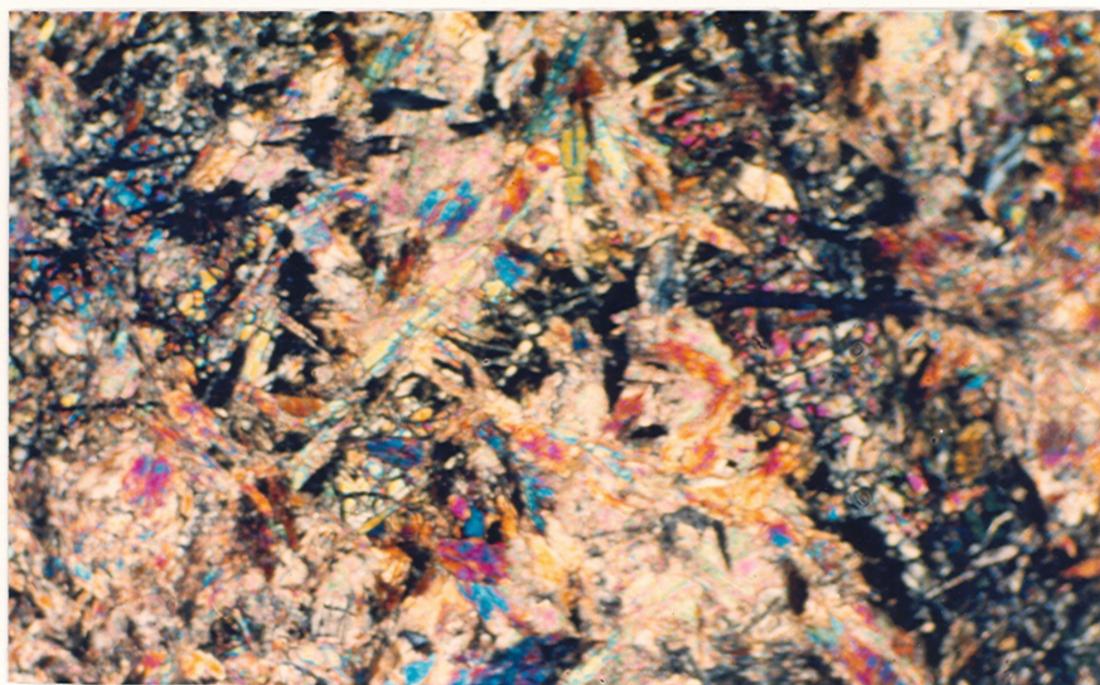
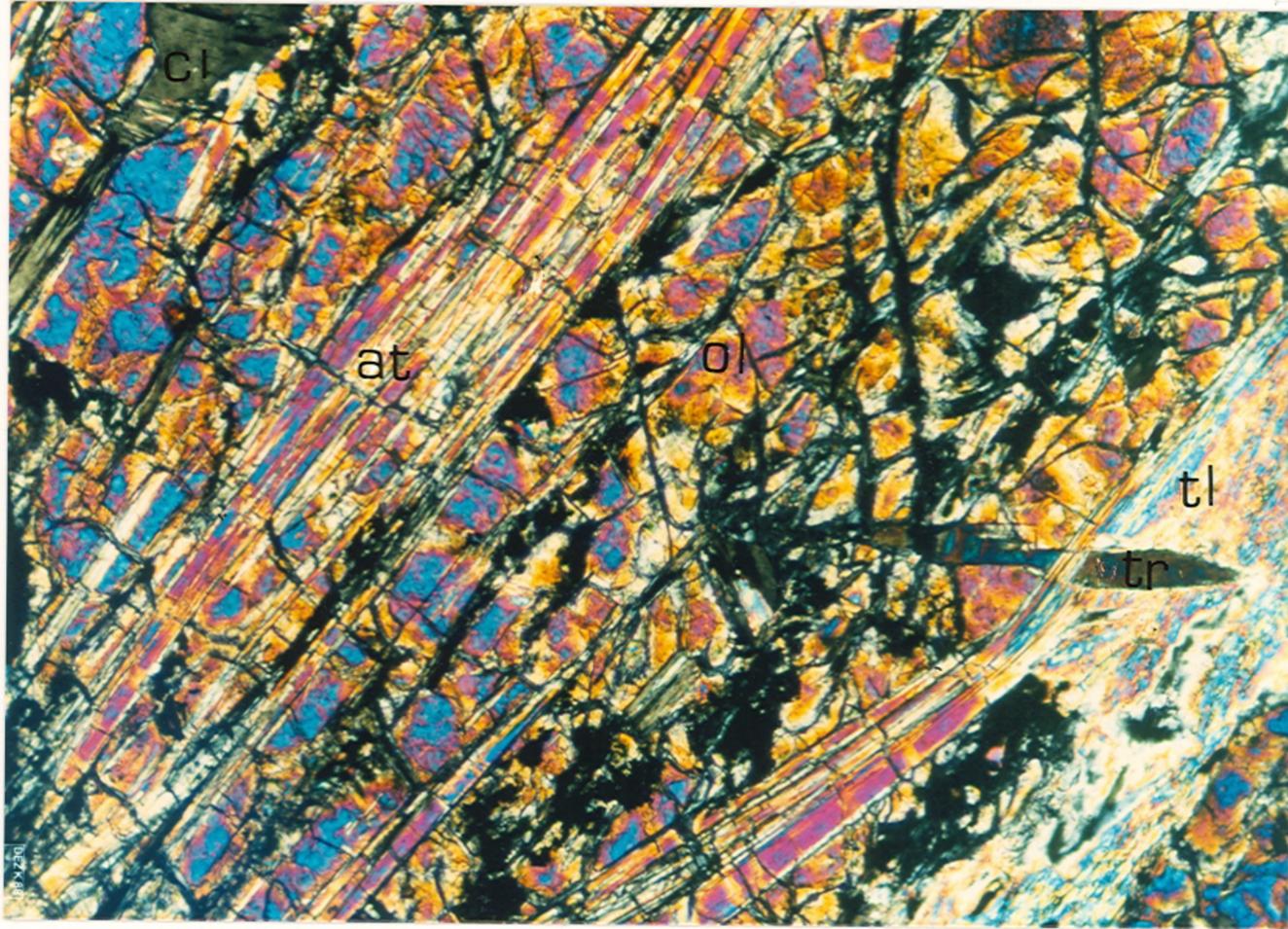
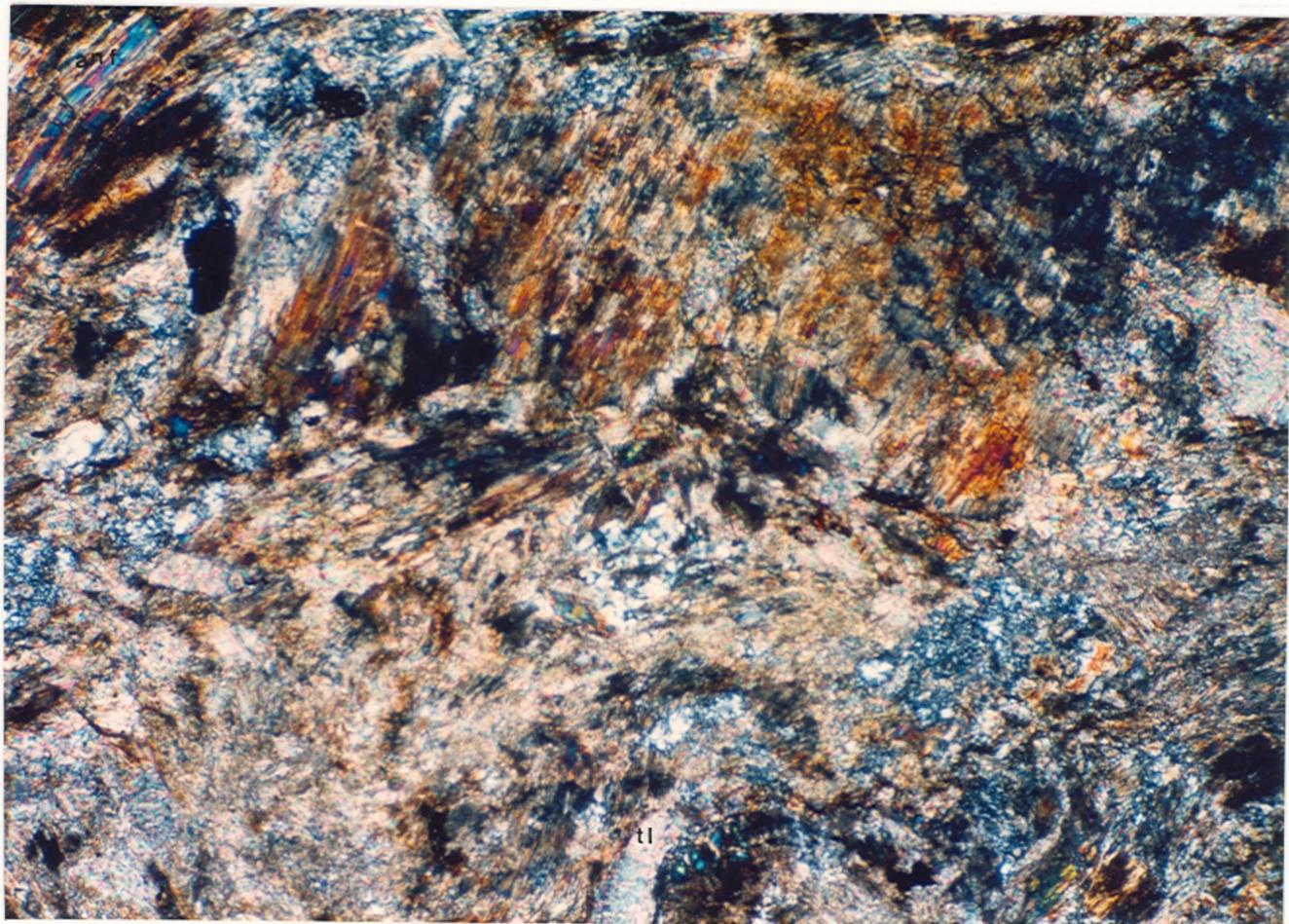


Fig.15



(a)



(b)

Fig.16

Fig.15 Fotomicrografias de olivina-talco ultramafitos:

(a) Associação mineral (M1) contendo olivina (ol) em equilíbrio com tremolita (tr), antofilita (at) e talco (tl). Amostra MR-990, LP 25x;

(b) textura "jack-straw" formada por prismas de olivina (ol) serpentizados com espaços intergranulares preenchidos por talco (tl), tremolita (tr) e opacos. Observam-se ainda texturas de sobrecrecimento de tremolita em olivinas. Amostra MR-101, LN 25x;

(c) a mesma anterior, LP 25x.

Fig.16 (a) Paragênese mineralógica de M1 contendo olivina (ol) , com texturas de equilíbrio ("overgrown") com antofilita (at) e clinocloro (cl) parcialmente serpentizados. Prismas de tremolita (tr) apresentam crescimento tardio. Amostra MR-990, LP 60x. ;

(b) cristais de anfibólio (anf) e talco (tl) de xisto magnésiano substituídos por sílica microgranular em zonas de alteração hidrotermal. Amostra MR-173B, LP 25x.

do representar produtos de inversão da antofilita durante o resfriamento (Winkler, 1977).

O talco ocorre como lamelas individuais com o tamanho de até 2,0mm ou em agregado de lamelas com até 5,0mm de diâmetro maior. As palhetas de 1<sup>a</sup> geração apresentam equilíbrio com a olivina nos interstícios das junções triangulares. O talco da 2<sup>a</sup> geração constitui lamelas individuais ou agregados de palhetas finas radiadas em desequilíbrio com a olivina e/ou substituindo os anfíbios. A serpentinização das lamelas geram talco-bastitas.

O clinocloro é incolor com birrefringência cinza de 2<sup>a</sup> ordem. Ocorrem como lamelas individuais até 1,5mm, inclusas na olivina e, em agregados de grãos na matriz associados a opacos. Apresenta raras inclusões de anfíbio e intercrescimento de opacos ao longo das clivagens. Quando serpentinizados as palhetas apresentam birrefringência azulada, transformando-se progressivamente em bastitas. Menos comumente formam trilhas juntamente com os opacos na matriz, marcando a foliação S1. Raras são as inclusões no interior de lamelas de talco.

O carbonato (magnesita (?)) ocorre na forma de grãos xenoblásticos e subidioblásticos com até 2,0 mm de diâmetro em equilíbrio com a tremolita ou na forma de veios com até 1,5 mm de largura cortando a matriz da rocha. Os opacos em geral estão representados pela magnetita, sendo a cromita de ocorrência subordinada. Aparecem de quatro formas distintas: (a) na forma de grãos individuais subidioblásticos com tamanhos entre 1,0 e 0,5 mm, tratando-se da cromita (b) concentram-se nas bordas das texturas "mesh" ou nas porções centrais dos cordões em forma de barras e lentes demarcando a textura em "rede"; (c) ocorrem associadas as clivagens do clinocloro e talco; (d) como grãos finíssimos pulverulentos disseminados na matriz da rocha.

As bastitas ocorrem sob a forma de placas ou fibras com birrefringência baixa ou isótropas. Em geral os opacos apare

cem ao longo das clivagens ou nos bordos dos grãos. É possível identificar clinocloro-bastita, talco-bastita e anfibólio-bastita como remanescentes da serpentinização pseudomórfica.

A composição modal estimada de oito amostras de serpentinitos selecionados para estudos geoquímicos podem ser observados na tabela I.

### Xistos Magnesianos

São rochas de coloração verde à cinza com tonalidade subordinadas variadas entre estes dois extremos com tons róseos subordinados. A alteração produz cores de amarelo à amarronado. Possuem ' estrutura planar e/ou linear com morfologia variável entre uma xistosidade fina até um bandamento composicional com termos macios de ocorrência subordinada. Esta foliação denominada de S1, - em diversas ocasiões encontra-se dobrada, definindo minidobras fechadas à isoclinais com uma foliação plano axial S2. Nestes últimos tectonitos aparecem duas xistosidade que se cortam em ângulos diversos.

Em zonas de alteração hidrotermal, mais ou menos ex tensas, estas rochas apresentam-se substituídas por quartzo e/ou carbonato passando a termos completamente silicificados (silixi tos), (figs. 6a, 16b). Neste caso a estrutura orientada da rocha desaparece dando lugar a uma fábrica isótropa com um rendilhado de veios milimétricos de quartzo hidrotermal. Xistos magnesianos contendo turmalinas euedricas de granulação grosseira, são bem mais raros e estão restritos a ocorrências próximas aos contatos com o Complexo Cambaí. Estes processos de alteração hidrotermal, e/ou substituição (silicificação, carbonatação, turmalização) e são espacialmente associados a zonas de falha, reflexo da atua - ção de cisalhamento semi-dúctil (D2) sobre as seqüências do Com plexo Cambaizinho.

As associações de campo destas rochas permitem subdividí-las para efeito de descrição petrográfica em três tipos de ocorrências principais: (a) camadas homogêneas (mineralogia e texturas) intercaladas nos meta-sedimentos; (b) camadas e/ou lentes associadas a anfibólitos, metacherts e intercaladas nos meta-sedimentos. Possuem heterogeneidade textural e mineralógica, evidenciado pela presença de bandamento composicional em algumas variedades; (c) camadas e/ou massas associadas espacialmente aos serpentinitos (monominerálicas).

A associação (a) consiste de camadas homogêneas de larguras da ordem de 0,5 à 5,0 metros aproximadamente e comprimento de centenas de metros, contínuas e intercaladas na seqüência meta-sedimentar (fig. 17a).

A mineralogia e as texturas apresentam poucas variações ao longo dos horizontes individuais. Composicionalmente estas camadas consistem de anfibólio-clorita xistos, clorita-anfibólio xistos e anfibólio-talco xistos. A granulação é média com termos finos subordinados. A coloração é verde oliva quando predomina a clorita, passando a esverdeado claro com o aumento de tremolita e amarelo pardo nos termos enriquecidos em talco.

Quando estão ausentes as dobras F2, constituem tectonitos S/L com uma xistosidade e lineação bem desenvolvidas. A orientação planar sub-paralela de prismas de anfibólio confere à rocha uma textura nematoblástica. Agregados minerais constituídos a base de cloritas e pouco anfibólio definem a textura nodular. Em cortes paralelos à lineação e perpendiculares a foliação estes agregados apresentam-se alongados com comprimento de até 5 cm e largura de no máximo 0,5 cm. A matriz possui forte orientação dimensional de seus constituintes-anfibólio e clorita. Em seções perpendiculares à foliação e lineação, os nódulos possuem formas aproximadamente arredondadas ou elípticas. Neste caso a matriz possui orientação fraca de seus constituintes.



(a)



(c)



(b)

Fig. 17 (a) Camada de xisto magnésiano da associação (a) contendo um sistema de fraturas (S4) sub-paralelas relacionadas à D4. Foto E para W do afloramento MR-12; (b) intercalações de meta-chert (esquerda) com clorita xistos bandados (centro) e tremolite xistos (direita), da associação de xistos magnésianos do tipo (b). Foto N para S em perfil, do afloramento MR-63; (c) xistos magnésianos bandados com níveis segmentados pertencentes a associação (b). Foto NW para SE do mesmo afloramento anterior.

A associação (b) consiste de horizontes que variam desde camadas métricas até bandas centimétricas interrelacionadas com anfibolitos, metacherts e intercaldos na seqüência meta-sedimentar.

A estrutura xistosa é comum, porém esta associação destaca-se pela ocorrência de um bandamento composicional no interior das camadas individuais e pela alternância de finas camadas (bandas com 5 à 15 cm) de composições distintas intercaladas entre si ou com os anfibolitos e metacherts (fig. 17b). Estas camadas centimétricas possuem composições e/ou granulação distintas com termos variáveis entre clorita-anfibólio xistos, anfibólio-clorita xistos, talco-anfibólio xistos, anfibólio-talco xistos com extremos enriquecidos em tremolita, clorita ou talco de ocorrência subordinada. Nas camadas individuais, o bandamento é caracterizado pela alternância de bandas finas (0,5mm até 2,0cm) de composição e/ou granulação distintas. São comuns, bandas enriquecidas em clorita com cores verdes escuras, alternadas com bandas a tremolita com cores esverdeadas claras. O talco é subordinado e raramente forma bandas. Horizontes milimétricos contínuos ou descontínuos de grafite e chert são raramente encontradas. É comum no entanto encontrarem-se bandas adelgadas e segmentadas (fig. 17c). Nos tectonitos com F2 estas bandas rompidas invariavelmente aparecem dobradas, dificultando em algumas ocasiões o reconhecimento do próprio bandamento.

Ocorrências de clastos ("pods") de coloração em geral mais claras do que a matriz são comuns. Estes clastos possuem formas alongadas com contornos arredondados, elípticos ou angulosos e retangulares. O comprimento maior alcança até 4,0 cm. Clastos equigranulares com formas aproximadamente arredondadas constituindo corpos esféricos são menos comuns.

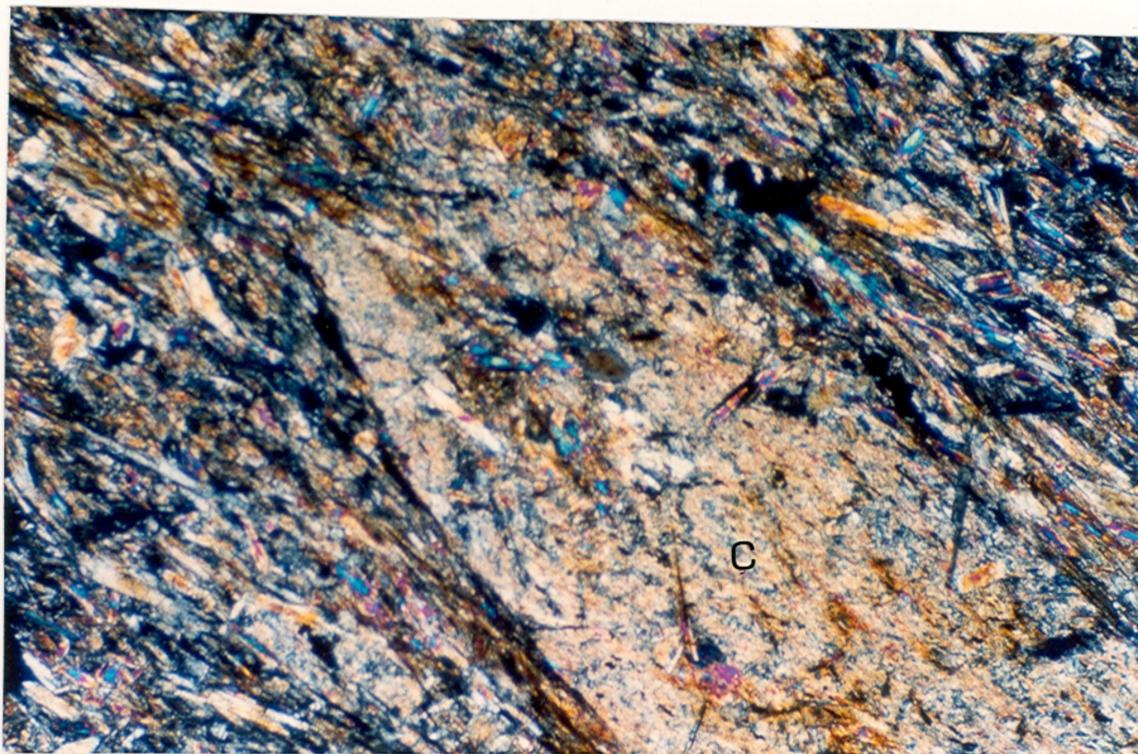
Os contatos com a matriz em geral são nítidos e muitas vezes os limites são marcados pelo alinhamento de opacos e

esfeno de grão fino. A granulação no interior dos clastos é muito fina, as vezes sub-microscópica formado por agregados ou microlitos finíssimos de anfibólio incolor (fig. 18a). Clastos com granulação fina à média possuem contatos arredondados e transitivos com a matriz (fig. 18b). Sua composição mineralógica é muito similar à da matriz. As observações petrográficas indicam que estes clastos poderiam ser originados a partir de: (I) derivados do rompimento de bandas de composição distintas; (II) representam litoclastos oriundos de fragmentos de rochas vulcânicas (por exemplo "flow breccias"); (III) representam fragmentos devitrificados, de tufos e/ou hialoclastitos ultramafitos.

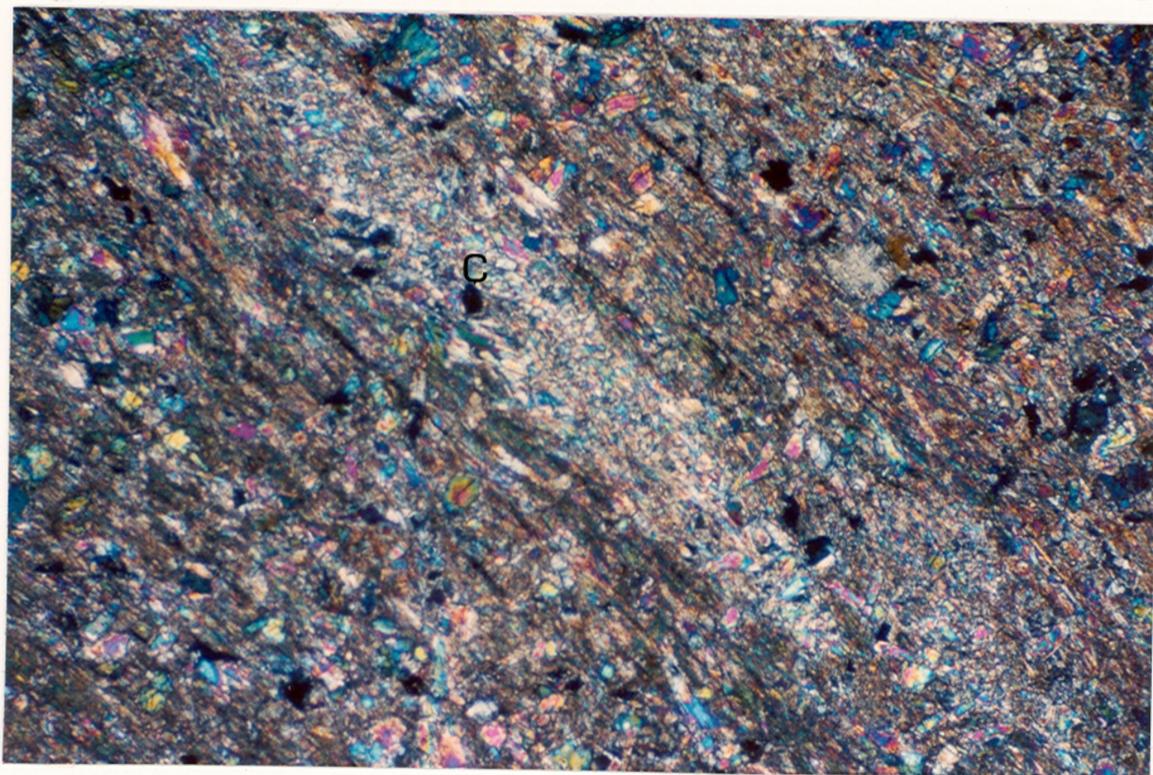
A maioria dos clastos observados, são derivados do rompimento e segmentação de bandas com competências contrastantes. Análises químicas efetuadas para elementos traços em clastos e matriz de uma amostra não revelaram diferenças composicionais significativas. Entretanto, alguns clastos que possuem texturas e granulação muito distintas da matriz não podem ter sido gerados por este mecanismo. Embora não tenham sido coletados dados mais elucidadores, julga-se que suas origens estejam relacionadas às hipóteses (I) e (II).

(c) As camadas e/ou massas de xistos magnesianos associados espacialmente aos serpentinitos mais extensos, correspondem a rochas composicionalmente similares as que ocorrem nas associações (a) e (b) descritas acima. Adicionalmente é comum a ocorrência de olivina-talco xistos nos contatos entre os serpentinitos e os xistos magnesianos e de camadas monominerálicas (tremolitos, esteatitos e clorititos) entremeados aos xistos magnesianos variados como produtos da alteração metassomática.

Os xistos magnesianos possuem como texturas mais comuns a nematoblástica, lepidoblástica, porfiroblástica, poiquiloblástica, nodular e radiada. Mineralogicamente são constituídos à base de anfibólios (tremolita, hornblenda, antofilita e actino



(a)



(b)

Fig.18 Fotomicrografias de xistos magnesianos.

(a) Clorita-tremolita xisto com clastos (C) à granulação finíssima contendo prismas aciculares e micrólitos de tremolita pós-tectônica. O clasto possui coloração clara e contatos nítidos, marcados pelo alinhamento de opacos e esfeno, com a matriz. Amostra MR-238B, LP 25x; (b) clastos (C) a granulação fina/média com contatos transicionais para a matriz de tremolita xisto. Amostra MR-63M, LP 25x.

lita), cloritas (clinocloro e corindofilita) e talco como constituintes principais e, olivina, carbonato, esfero, apatita, grafita, opacos (cromita e pirita) ilmenita, rutilo e flogopita como acessórios. O plagioclásio é um mineral bem mais raro. Em função da quantidade e tipo de minerais presentes, estas litologias classificam-se como: (I) xistos magnesianos à talco (tremolita - talco xistos, clorita-antofilita-talco xistos, talco-tremolita xistos e clorita-talco-tremolita xisto), (II) clorita e anfíbólio xistos (clorita-tremolita xistos, clorita-actinolita xisto, clorita-antofilita xisto, tremolita-clorita xisto, clorititos e tremolititos), (III) clorita-hornblenda xistos.

A composição modal estimada das amostras de xistos magnesianos estão listadas nas tabelas II, III e IV. Os minerais formadores destas rochas são descritos abaixo:

O anfíbólio possui hábitos prismáticos ou aciculares em geral hipidiomórficos. Suas dimensões variam de mais de 0,1mm até cerca de 5,0mm, com média de 0,7mm. Possuem ângulo de extinção entre 0° à 24°. Em geral, exibem contatos retos ou lobados entre si e com a clorita. À Luz Natural é comum observar três tipos de anfíbólios: a tremolita incolor com extinção oblíqua; hornblenda com pleocroísmo variável de incolor à esverdeado pálido e a antofilita incolor e com extinção paralela. A actinolita identificada com o auxílio da microsonda exibe características óticas transicionais entre a tremolita e a hornblenda. A tremolita é o anfíbólio mais comum e ocorre de quatro maneiras: (a) como cristais prismáticos sub-paralelos formando a textura nematoblástica, em rochas contendo anfíbólios e clorita como constituintes principais; (b) na forma de cristais prismáticos compridos com fraturas transversais ao alongamento, de crescimento pós-tectônico e que cortam a foliação S1 e S2 ou como agregados radiados de cristais aciculares em rochas com a matriz a base de talco ou em tremolititos; (c) como porfiroblastos pré-tectônicos de formas

TABELA II

COMPLEXO CAMBAIZINHO - Composição modal estimada e classificação dos Xistos Magnesianos à Talco da Sequência Máfica-ultra máfica.

AMOSTRAS:	CLORITA- TALCO- TREMOLITA XISTO	TREMOLITA- TALCO XISTO	CLORITA- ANTOFILITA- TALCO XISTO	TALCO- TREMOLITA XISTO	TREMOLITA- TALCO XISTO	CLORITA- TALCO- TREMOLITA XISTO	CLORITA- TALCO- ACTINOLITA XISTO	CLORITA- TALCO- TREMOLITA XISTO
	MR-60	MR-22	MR-84F	MR-105	MR-106	MR-102	MR-104E	MR-104J
TALCO	25	76	80	20	65	17	10	10
TREMOLITA	67	18	-	75	30	66	-	80
ANTOFILITA	-	-	10	-	-	-	-	-
ACTINOLITA	-	-	-	-	-	-	80	-
CLORITA	8	5	9	3	5	16	8	9
OPACOS	Tr	1	1	1	Tr	1	1	1
ESFENO	-	-	-	1	-	-	1	Tr

TABELA III

COMPLEXO CAMBAIZINHO - Composição modal estimada e classificação dos Clorita e Anfibólio Xistos da Sequência Máfica-ultramáfica.

AMOSTRAS:	MR-145	MR-147	MR-148+	MR-149	MR-62B	MR-63I	MR-63J+	MR-63K+	MR-63N+	MR-63O	MR-62H+	MR-62J+	MR-63H	MR-125A
TREMOLITA	65	70	90	85	-	84	35	40	82	-	-	-	-	-
ANTOFILITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64	-	43	-
HORNBLENDA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62	-	-
ACTINOLITA	-	-	-	-	67	-	-	-	-	78	-	-	-	-
CLORITA	30	26	8	13	32	12	60	56	12	19	30	34	8	95
TALCO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
ESFENO	2	2	1	1	-	-	3	3	2	1	4	Tr	1,5	-
OPACOS	3	2	1	1	1	4	-	1	2	2	2	4	0,5	5
GRAFITE	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	0,5	-
APATITA	-	-	Tr	Tr	-	-	-	-	-	-	-	-	Tr	-
BIOTITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-
PLAGIOCLÁSIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45	-
	CLORITA- TREMOLITA XISTO	CLORITA- TREMOLITA XISTO	CLORITA- TREMOLITA XISTO	CLORITA- TREMOLITA XISTO	CLORITA- ACTINOLITA XISTO	CLORITA- TREMOLITA XISTO	TREMOLITA- CLORITA XISTO	TREMOLITA- CLORITA XISTO	CLORITA- TREMOLITA XISTO	CLORITA- ACTINOLITA XISTO	CLORITA- ANTOFILITA XISTO	CLORITA- HORNBLENDA XISTO	ANTOFILITA- PLAGIOCLÁSIO XISTO	CLORITITO

(+ ) Amostras com matriz de granulação muito fina dificultando a identificação ótica dos minerais.

TABELA IV

COMPLEXO CAMBAIZINHO - Composição modal estimada e classificação dos Clorita-hornblenda xistos, Anfibolitos e Metagabros - da Sequência Máfica-ultramáfica.

AMOSTRAS:	MR-155	MR-156	MR-157	MR-158	MR-62K	MR-82	MR-62E	MR-111	MR-79A	MR-151	MR-83C	MR-89	MR-83A
Hornblenda	75	70	76	70	90	75	68	60	70	75	44	60	50
Clorita	20	25	20	26	7	22	-	-	-	-	1	5	4
Plagioclásio	-	-	-	-	-	-	28	35	25	20	50	34	40
Esfeno	Tr	Tr	-	Tr	-	-	1,0	Tr	3	1	Tr	Tr	01
Epidoto	-	-	-	-	-	-	-	Tr	1	1	-	-	-
Granada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Tr	-	-	-
Clinopiroxênio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	Tr	-	Tr
Opacos	5	5	4	4	3	3	3,0	4	1	2	2	1	02
Apatita	-	Tr	-	Tr	-	-	Tr	Tr	Tr	Tr	-	Tr	Tr
Biotita	-	-	-	-	-	-	Tr	-	-	-	3	-	03
Quartzo	-	-	-	-	-	-	-	1,0	Tr	-	-	-	-
Zircão	-	-	-	-	-	-	-	Tr	Tr	Tr	-	-	Tr
Muscovita	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Tr	-	-	-
	C L O R I T A - H O R N B L E N D A X I S T O S						A N F I B O L I T O S				M E T A G A B R O S		

arredondadas com diâmetro de até 2,5mm e com extinção ondulante; (d) constituindo agregados de grãos finíssimos em bandas composicionais milimétricas, intercaladas com minerais de diâmetros maiores ou como agregados de cristais muito finos no interior de clastos. Em algumas amostras (MR-236B), a tremolita ocorre com inclusões de manchas pulverulentas de opacos, ou intercrescida como o esfeno, indicando a existência de resquícios de piroxênio (clinopiroxênio?). A antofilita ocorre como cristais prismáticos compridos ou aciculares com fraturas transversais ao alongamento maior e com tamanho de grãos entre 0,3 e 3,5mm. A extinção paralela, sinal ótico biaxial positivo e o ângulo 2V identificam este anfibólio. É de ocorrência mais rara, em geral associada aos olivina-talco ultramafitos.

As cloritas identificadas com o auxílio da microsonda são da variedade clinocloro ou corindofilita devido ao seu caráter incolor, apresentando pleocroísmo de incolor à esverdeado pálido em lamelas de seções mais espessas. Ocorrem como lamelas xenomórficas e subiomórficas com tamanho entre 0,1 e 2,4mm e diâmetro médio de 0,3mm. As cloritas podem ocorrer em três maneiras distintas: (a) como palhetas sin-S1 de diâmetro em torno de 0,2 mm, dobrados com kinks e extinção ondulante; (b) na forma de finas lamelas alinhadas e sub-paralelas formando texturas lepidoblásticas e definindo uma xistosidade fina (S2) em domínios; (c) formando lentes e/ou finas bandas contínuas ou em agregados monominerálicos aproximadamente esféricos de finas lamelas constituindo muitas vezes texturas do tipo "clorite stacks" (Spry, 1969) e atuando como bons marcadores (S1) das minidobras F2. Em geral as palhetas possuem extinção ondulante. Raras ocorrências deste mineral estão associados à sombras de pressão de anfibólios sintectônicos. Crescimento tardio de palhetas são raros e em geral se associam com o anfibólio. São ainda comuns, inclusões de opacos no interior das lamelas ou relações de intercrescimento com

minerais opacos.

O talco ocorre como lamelas, hipidioblásticas à xeno blásticas com tamanho entre 0,1 à 1,2mm, ou em agregados de lamelas com diâmetro máximo de 3,0mm. Os grãos maiores, bem cristalizados relacionados a 1<sup>a</sup> geração ocorrem em equilíbrio com tremolita e olivina. Massas disformes ou grãos xenomórficos de 2<sup>a</sup> geração ocorrem substituindo os anfibólios ou talcificando outros minerais essenciais destas litologias. Em alguns cristais bem formados é comum a presença de opacos ao longo das clivagens. Quando o talco é o mineral predominante da matriz, os outros minerais (tremolita, antofilita ou olivina) aparecem bem formados.

O esfeno ocorre como grãos xenomórficos com diâmetro em torno de 0,1mm e muitas vezes formam trilhas definindo a xistosidade S1. A flogopita é um mineral raro e ocorre apenas numa amostra associada ao plagioclásio. Este último mineral é incolor de hábito granoblástico e grão fino ocorrendo na matriz da rocha juntamente com a antofilita. Os grãos são límpidos e raramente possuem manchas, tendo sido possível determinar o seu teor de An(=29) na amostra MR-63H, (tabela XIX). A apatita ocorre como inclusões no plagioclásio e possui diâmetro menor que 0,01mm. Os opacos são subidiomórficos e aparecem intercrescidos com as cloritas ou como grãos muito finos formando trilhas juntamente com o esfeno na matriz da rocha (S1). As espécies mais comuns são piritita, rutilo, ilmenita e espinélio (cromita).

### Anfibolitos

São rochas de coloração verde escuro quando frescas e amarelo amarronadas quando alteradas. A granulação é fina à média com termos muito finos subordinados. Possuem foliação definida pela orientação planar e/ou linear de anfibólios e demais

constituintes da rocha. Esta xistosidade por vezes grada para um bandamento milimétrico caracterizado pela alternância de finas bandas de plagioclásio intercalados com níveis enriquecidos em anfibólio. Os níveis de plagioclásio invariavelmente encontram-se rompidos, gerando em alguns locais uma foliação lenticular - em consequência da formação D1. A foliação, observada em afloramentos, com variações morfológicas entre xistosidade e bandamento, pode por vezes ficar quase imperceptível, quando examinamos porções com recristalização intensa de anfibólios pós-tectônicos.

Texturas microscópicas reliquiares diagnósticas da seqüência original são muito raras e estão representadas pela ocorrência de microfenocristais de plagioclásio zonado e quartzo com embaiamentos em matriz com heterogeneidade no tamanho do grão sugerindo uma derivação a partir de derrames ou tufo**s** básicos.

Estas rochas apresentam adicionalmente texturas grablástica, nematoblástica, poiquiloblástica e porfiroblástica. Os minerais constituintes principais são o anfibólio e o plagioclásio e como acessórios aparecem a biotita, esfeno, opacos, quartzo, zircão e apatita. A composição modal estimada para estas rochas são apresentadas na tabela IV.

O anfibólio ocorre como prismas curtos com tamanho entre 0,5 e 2,5mm. Apresenta pleocroísmo desde incolor até esverdeado pálido em seções prismáticas e de incolor a verde amarelado nas seções basais. O ângulo de extinção varia entre 16 e 23° sendo identificado como hornblenda (tabela XIV). Os arranjos subparalelos dos prismas definem a textura nematoblástica e, a lineação mineralógica (Lm1). Os grãos possuem contatos retos ou lobados entre si e com o plagioclásio. A ocorrência de seções basais ao lado de seções prismáticas e, de prismas com orientação oblíqua à foliação, indicam crescimento pós-tectônico para alguns anfibólios.

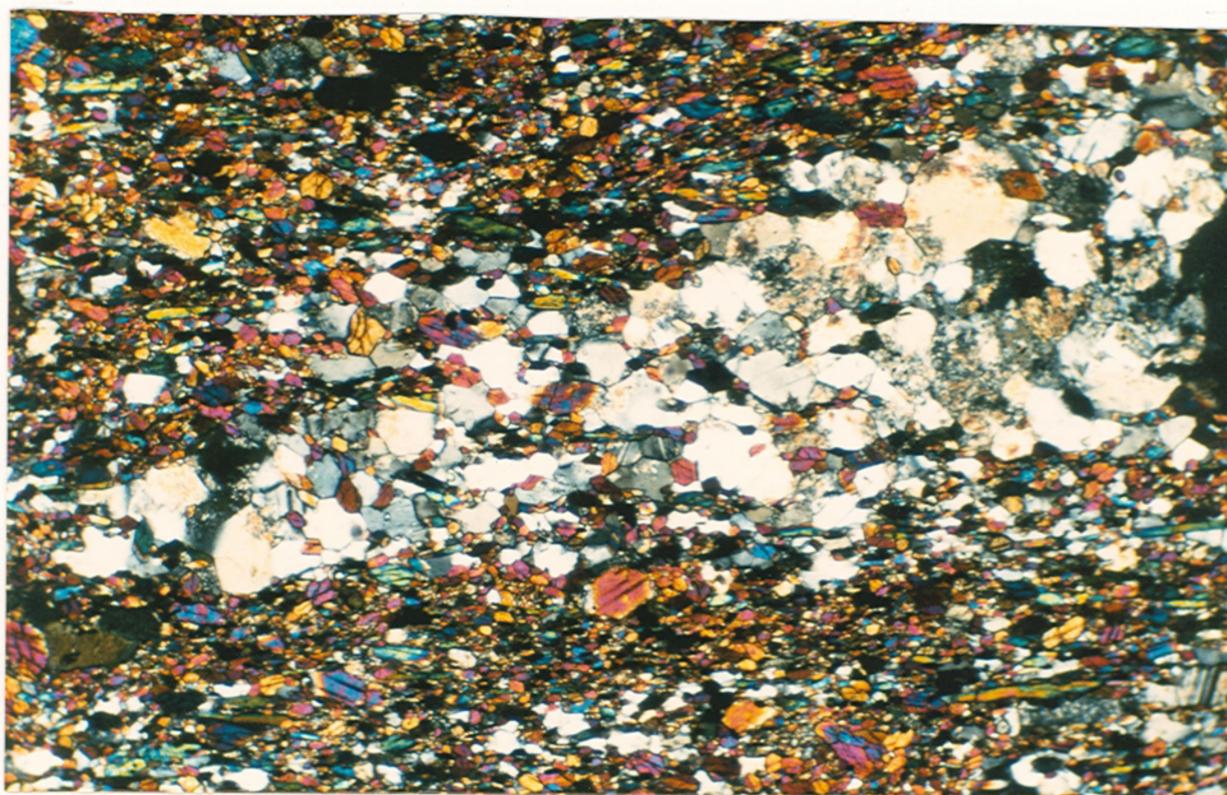
O plagioclásio é subidiomórfico de granulação fina com tamanho entre 0,2 e 1,5mm, ocorrendo em agregados de grãos com contatos a  $120^\circ$  definindo a textura granoblástica. As maclas são raras, sendo a maioria dos grãos identificados pela alteração que produz argilas e epidoto. Alguns cristais aparecem zonados e com a macla da albita e carlsbad, comumente como microfeno-critais. O teor de anortita medido em alguns grãos indicou a ocorrência de oligoclásio-andesina (An=24-27) e (An=38-44) respectivamente (tabela XIX). Por vezes o plagioclásio ocorre em agregados granoblásticos lenticulares ou elípticos, originados da segmentação das bandas milimétricas durante a deformação D1, (fig. 19a).

A biotita ocorre como raras palhetas de pleocroísmo entre o amarelo pálido até o marrom avermelhado. Os grãos são subidiomórficos com contatos lobados com o plagioclásio e anfibólio. O quartzo ocorre como inclusões no anfibólio ou em grãos muito finos na matriz granoblástica. Raros grãos maiores com embaiamentos e aspecto de microfeno-cristais ocorrem nestas rochas. O esfero ocorre como grãos xenomórficos intergranulares ou inclusos no anfibólio e mais raramente como "coronas", envolvendo opacos.

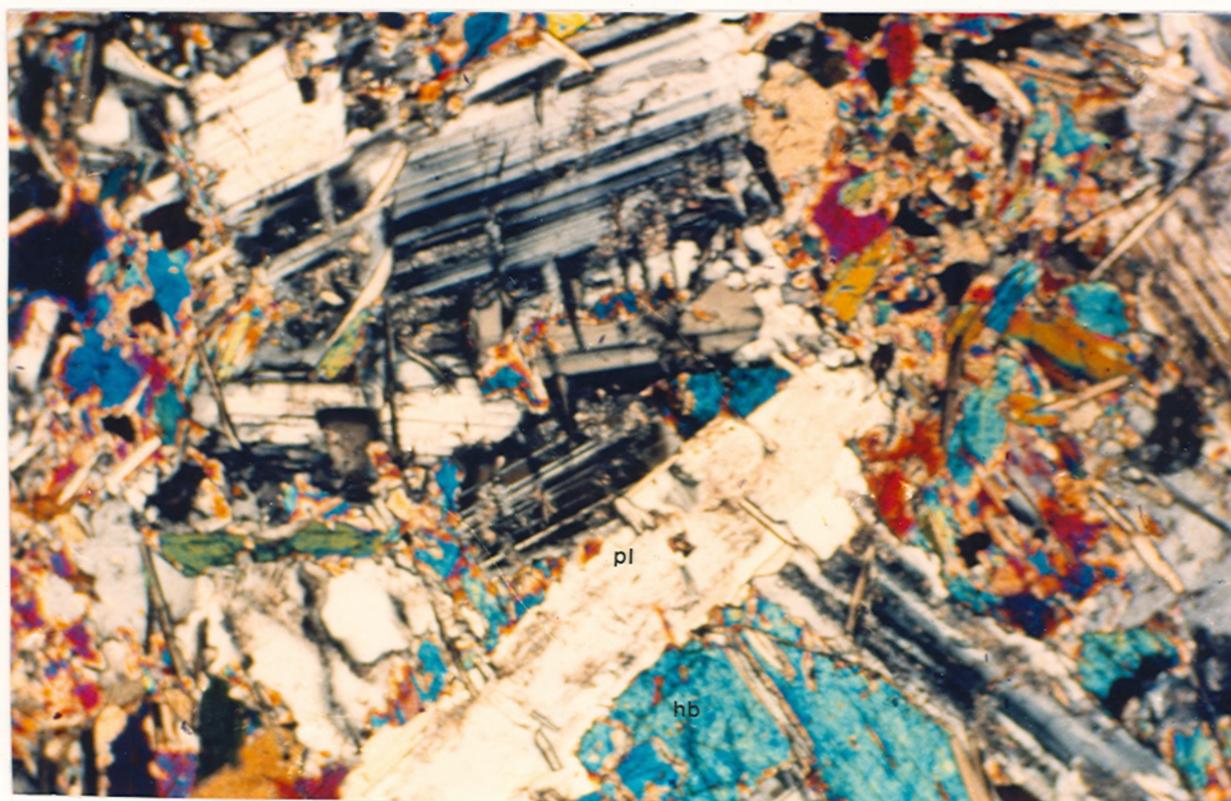
Os minerais opacos ocorrem de duas formas distintas : (a) como grãos xenomórficos muito finos, incluídos no plagioclásio ou anfibólio e; (b) na forma de grãos prismáticos subidiomórficos que crescem paralelamente ou obliquamente à foliação, sendo identificados como ilmenita (tabela XXII). O zircão e a apatita tendem ao hipidiomorfismo e ocorrem inclusos em plagioclásio, e anfibólios.

### Metagabros

São rochas de coloração cinza escura à preta de granulação média à grosseira. Estruturalmente são isotrópicas com o de



(a)



(b)

Fig.19 Fotomicrografia de meta-basitos.

(a) Textura grano-nematoblástica definida pelo crescimento sin-  
-tectônico de anfibólios e plagioclásio. Níveis lenticulares a  
base de plagioclásio representam bandas rompidas. Amostra MR: -  
235\*, LP 25x; (b) remanescentes de textura ofítica e sub-ofítica  
formada por plagioclásio (pl) e hornblenda (hb) em metagabro. A  
mostra MR-89B, LP 25x.

envolvimento de foliação do tipo xistosidade em domínios ao longo de zonas estreitas (centimétricas) de distribuição heterogênea. As texturas nos termos isotropos são equigranulares a inequigranulares, a última formada por fenocristais de plagioclásio e anfibólio em matriz de mesma composição. Nas zonas deformadas as porções orientadas definem texturas nematoblásticas e granoblásticas. Arranjos ígneos do tipo ofítico, sub-ofítico e cumuláticos são comumente preservados (fig. 19b).

A mineralogia essencial consiste de anfibólio e plagioclásio, como acessórios e secundários ocorrem: clorita, biotita opacos, quartzo, esfeno, epidoto e zircão. A composição modal estimada para estas rochas são apresentadas na tabela IV.

Os anfibólios ocorrem como prismas curtos xenomórficos e subidiomórficos com diâmetro entre 0,1 e 4,0mm. O pleocroísmo varia de amarelo pálido à esverdeado nas seções laterais e amarelo esverdeado à marrom nas seções prismáticas. O ângulo de extinção varia entre 18 e 21°, sendo identificado como hornblenda. Algumas amostras apresentam seções prismáticas com pleocroísmo em tons de marrom avermelhado, tratando-se provavelmente da pargasita (?). Podem ser distinguidas duas formas principais de ocorrência: (a) grãos prismáticos maiores com até 4,0mm de diâmetro representando fases minerais cumuláticas de antigos piroxênios, ou como inclusões parciais no plagioclásio como remanescentes de texturas sub-ofíticas. Inclusões menores no plagioclásio não são incomuns. Em alguns cristais maiores observam-se maclas definidas por agregados de opacos granulares finamente divididos indicando ex-solução de ferro de antigos piroxênios; (b) ocorrem como grãos subidiomórficos com 0,1 a 1,0mm de diâmetro intercrecidos com o plagioclásio ou como grãos individuais na matriz. Estes cristais menores podem ser interpretados como sendo originados de fases intercumulus ou ad cumulus. Inclusões de opacos, quartzo, esfeno e apatita são comuns nos cristais maiores. A clo

rita ocorre intercrescida ou como inclusões parciais nos dois tipos de anfibólitos.

O plagioclásio ocorre na forma de prismas subidiomórficos com até 4,5mm de diâmetro maior ou como cristais menores na matriz, definindo em algumas amostras uma textura blastoporfirítica. Podem ser distinguidas duas maneiras principais de ocorrências de plagioclásio: (a) como fenocristais de até 4,5mm de diâmetro com macla polisintética da albita bem desenvolvida e mais raramente zonados. O teor de anortita (An=41-44) identificou, plagioclásio do tipo andesina (tabela XIX). Possuem contornos de grãos retos ou irregulares, indicando neste último caso, recristalização marginal para albita. Representam pela forma e dimensões, fases cumuláticas, apresentando intercrescimentos ofíticos e sub-ofíticos com os anfibólitos (fig. 19b). As inclusões são de opacos, clinocloro e apatita, localmente aparecem saussuritizados produzindo epidoto e carbonato como minerais de alteração e; (b) ocorrem como cristais intergranulares com tamanho máximo de 1,5 mm em agregados granoblásticos na matriz. Em geral são desprovidos de maclas impedindo a medida do teor de anortita. Representam fases intercumulus ou ad cumulus recristalizados.

A clorita ocorre como finas lamelas incolores sem pleocroísmo, e com birrefringência cinza de 2<sup>a</sup> ordem, não ultrapassando a 1,5mm de tamanho. Está comumente incluído no plagioclásio e no anfibólito. A biotita apresenta-se em palhetas finas com pleocroísmo incolor à marrom avermelhado com birrefringência de 2<sup>a</sup> ordem, crescendo na matriz ou incluída no plagioclásio e anfibólito.

O esfeno ocorre como grãos xenomórficos, envolvendo os minerais opacos ou como cristais subidiomórficos finos intergranulares ou inclusos no anfibólito.

Os opacos ocorrem de duas maneiras distintas: (a) como grãos finos prismáticos subidiomórficos, incluídos nos anfibólitos.

lios ou intergranulares e em geral envoltos pelo esfeno. Esta última relação textural indica que trata-se de ilmenita; (b) como agregados de grãos finos pulverulentos, formando manchas no anfibólio, representando a oxidação do ferro liberado da reação com o piroxênio original.

A apatita ocorre em grãos muito finos inclusos no plagioclásio e no anfibólio. O quartzo ocorre como inclusões em alguns grãos de anfibólio e o epidoto é produto da alteração do plagioclásio.

### Sedimentos Químicos

Os metacherts de maior extensão possuem coloração cinza clara à esbranquiçada nas amostras frescas e amareladas ou rósea avermelhada, quando alteradas. A estrutura é comumente bandada ou ligeiramente maciça. A granulação é fina à média com diâmetro máximo de 4,0mm. São constituídos à base de quartzo em agregados granoblásticos e opacos, principalmente magnetita, com ocorrência de pirita e calco-pirita subordinados.

Os níveis finos de metachert de menor extensão possuem granulação fina à média e coloração cinza a esbranquiçada. A composição consiste de quartzo em agregados granoblásticos, anbólitos (antofilita ou grunerita?) e minerais opacos. Podem gradacionar imperceptivelmente para os xistos magnesianos, representando possivelmente finos derrames ou tufos sub-aquosos silicificados (fig. 9a e 9b).

As formações ferríferas possuem estrutura bandada e constituída pela alternância de níveis milimétricos de quartzo granoblásticos, alternados com níveis de opacos, representados pela hematita e magnetita. Possuem granulação fina à média com diâmetro menor de 3,0mm.

Nos turmalina grafite xistos a coloração varia de cin

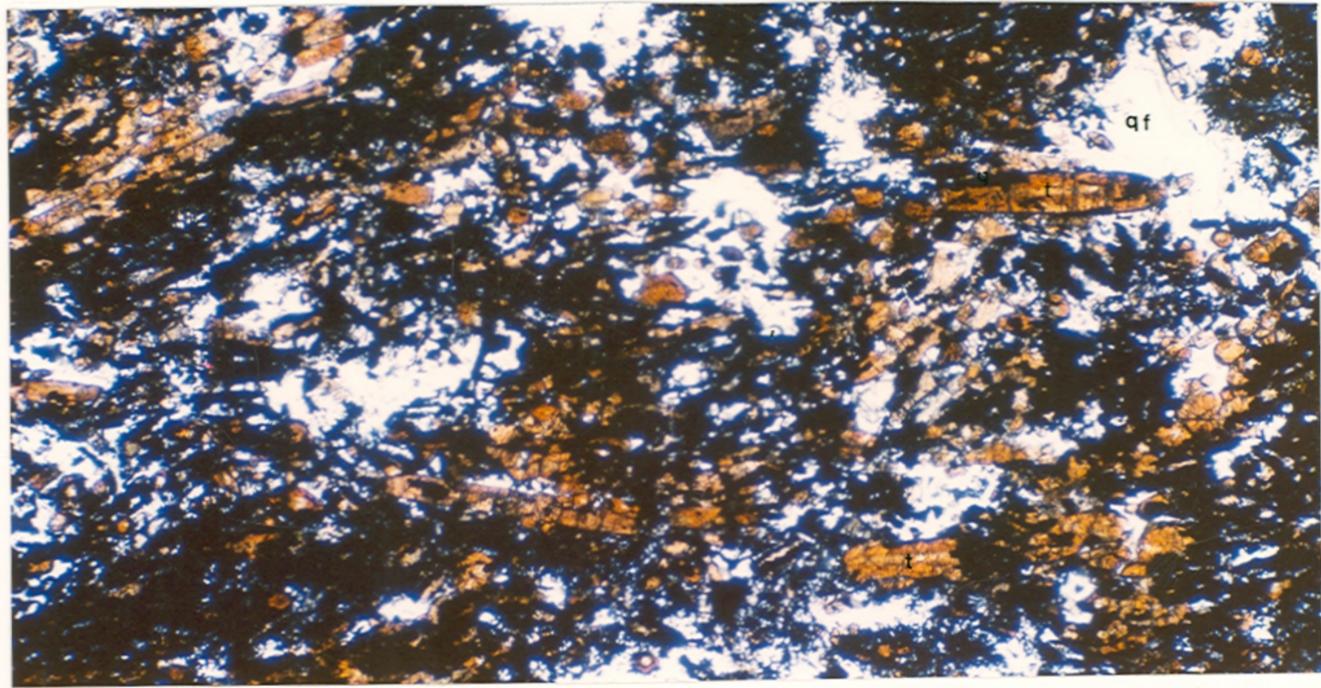
za à preto sujando os dedos ao tato, devido ao grafite. Possuem estrutura bandada ou xistosa, caracterizada pela alternância de níveis milimétricos de quartzo e feldspato, alternados com bandas de turmalina e grafite (fig. 20a). A mineralogia é a base de quartzo, plagioclásio, turmalina grafite e opaco (principalmente pirita). Níveis de grafite milimétricos intercalam-se com bandas composicionais de xistos magnesianos, gerando em poucos locais um bandamento e um aspecto gnáissico à rocha.

### Granitóides Sanga do Jobim

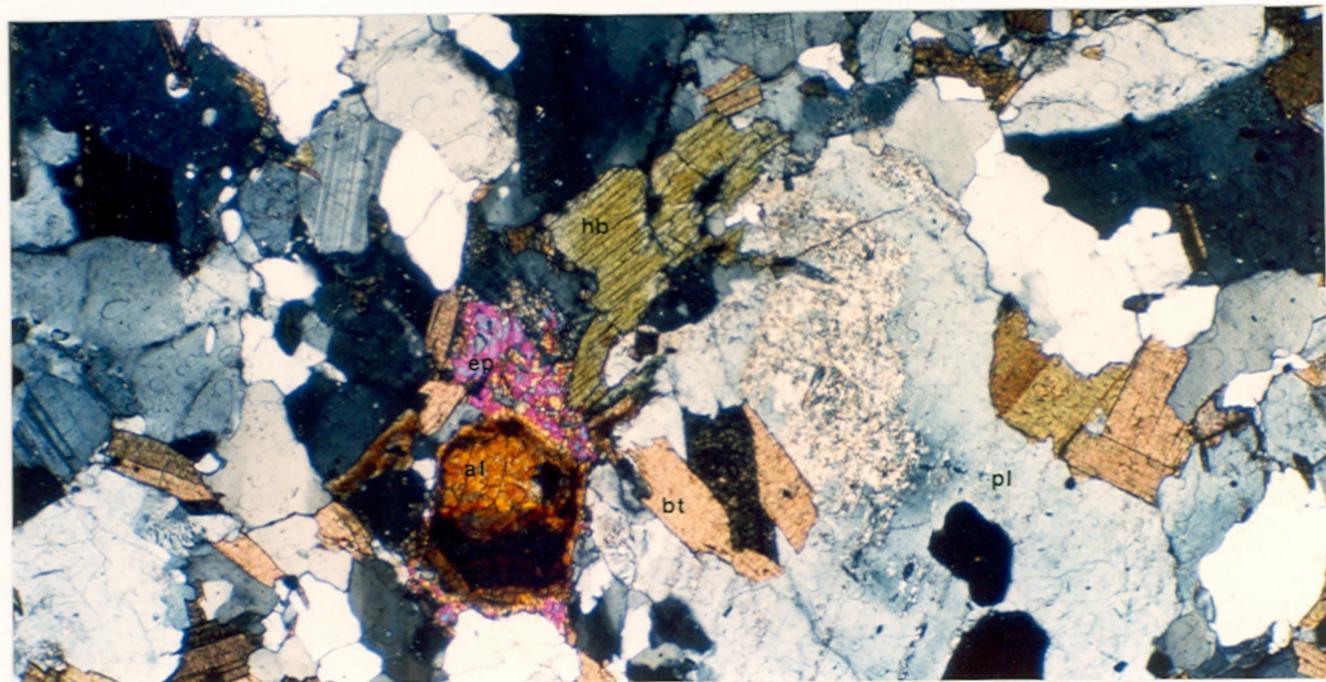
Apresentam uma foliação e/ou lineação mineralógica, mais pronunciadas nos bordos dos corpos e nas porções de grão mais fino. Esta foliação é definida pela orientação dimensional dos constituintes principais (quartzo, feldspatos e biotita) bem evidenciada nos corpos hipabissais e quase imperceptível nos plutonitos de grão mais grosseiro. A lineação é bem marcada, e definida pela orientação dimensional de feldspatos, biotita e pelo achatamento-estiramento do quartzo. Um bandamento composicional aparece localizadamente, ligado provavelmente à injeções de veios quartzo-feldspáticos mais tardios.

São rochas de coloração cinza à rósea de granulação 'média à grosseira com termos finos subordinados. A fábrica é comumente orientada com arranjos ígneos remanescentes do tipo granular hipidiomórfico e porfirítico bem preservados. Petrograficamente estas rochas variam de granodioritos à monzogranitos conforme a classificação de Streckeisen (1976), (fig. 52a). Termos composicionais sienograníticos ocorrem subordinadamente.

Os minerais essenciais são: quarzo, plagioclásio e o feldspato alcalino e como constituintes menores ocorrem: a biotita e raramente o anfibólio. Como minerais acessórios aparecem a apatita, esfeno, zircão, alanita e opacos. A granada e a biotita



(a)



(b)

Fig.20 (a)Fotomicrografia de xisto constituído por turmalina (t) quartzo-feldspatos (qf), opacos e grafite associada aos sedimentos químicos. Amostra MR-29, LP 25x; (b) fotomicrografia de granodiorito da unidade Granitóide Sanga do Jobim. Textura granular hipidiomórfica contendo hornblenda (hb), plagioclásio zonado (pl) com inclusão de biotita (bt). A alanita (al) é rara e aparece com bordos rodeados por epidoto (ep).

vermelha são constituintes de termos leucocráticos de grão fino mais tardios. Minerais secundários oriundos de alteração e/ou metamorfismo, são a clorita, muscovita, o epidoto, e carbonato e o esfeno. A composição modal estimada para estas rochas são apresentadas na tabela V.

As texturas ígneas mais comuns constituem a granular hipidiomórfica, porfirítica, poiquilítica e glomeroporfirítica e a nível de grãos individuais, a zonação ígnea do plagioclásio e a ocorrência de pertitas nos feldspatos alcalinos.

Algumas características de metamorfismo e deformação dúctil (substituição, recristalização e "annealing") são reconhecidas nestas rochas: (a) substituição da biotita pela clorita e muscovita; (b) substituição parcial de ilmenita por esfeno; (c) substituição parcial do plagioclásio por epidoto, carbonato e sericita; (d) recristalização marginal de feldspatos; (e) recristalização de quartzo na forma fitada "ribbon" ou em agregados com contatos serrilhados e extinção ondulante; (f) mais raramente recristalização de quartzo nas sombras de pressão dos feldspatos potássicos.

O quartzo é límpido, anédrico e com tamanho de grão entre 0,1 e 0,7mm e média de 2,0mm. A maioria dos grãos possuem extinção ondulante. Podem ser distinguidos três maneiras de ocorrências principais nos termos equigranulares: (a) como grãos anédricos intergranulares com formas alongadas constituindo por vezes, texturas fitadas "ribbon"; (b) em agregados policristalinos constituindo grãos maiores recuperados ou sub-grãos; (c) na forma de inclusões finas globulares no plagioclásio. Em rochas inequigranulares, o quartzo ocorre como fenocristais de até 0,7 cm de diâmetro com formas subédricas ou arredondadas com feições de embaianhamento. O quartzo da matriz fina, é anédrico e possui contatos irregulares com o feldspato. Os contatos entre os grãos de quartzo são serrilhados nos agregados policristalinos ou lo

TABELA V

GRANITÓIDES SANGA DO JOBIM - Composição modal estimada e classificação dos granitóides Sanga do Jobim.

Nº de Campo	MR- 04A	MR- 04B	MR- 05	MR- 13A	MR- 15	MR- 20A	MR- 20C	MR- 55	MR- 88A	MR- 88C	MR- 88D	MR- 88E	MR- 93	MR- 97	MR- 98	MR- 119	MR- 131	MR- 143
Minerais																		
QUARTZO	26	27	20	28	20	29	29	26	29	28	26	22	30	31	26	28	23	25
PLAGIOCLÁSIO	37	40	48	33	52	41	38	34	38	38	40	45	38	35	46	38	47	42
F-ALCALINO	26	23	22	26	14	20	19	29	20	24	22	20	20	27	20	25	22	24
BIOTITA	6,0	7,0	7,5	8,0	7,5	6,0	8,0	5,0	6,0	6,0	7,0	6,5	6,0	5,0	5,5	4,0	4,0	5,0
ANFIBÓLIO	-	-	-	-	3,0	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-
ESFENO	1,5	1,0	0,3	Tr	1,0	1,5	1,8	1,3	1,5	1,0	1,5	2,0	1,3	0,1	1,0	0,8	0,5	0,4
ZIRCÃO	0,5	0,7	0,4	-	0,3	0,5	0,8	0,5	1,0	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	0,3	0,5	0,3	0,4
APATITA	0,5	0,5	0,4	0,5	0,3	0,2	0,3	0,1	0,5	0,3	0,5	0,8	0,8	0,3	0,2	0,4	0,5	0,3
ALANITA	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-
EPIDOTO	Tr	Tr	0,3	1,0	0,2	0,2	0,4	Tr	2,0	Tr	0,2	0,3	Tr	0,1	-	0,8	0,3	Tr
GRANADA	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CARBONATO	Tr	Tr	0,2	-	0,8	0,1	0,3	0,5	0,3	0,2	0,3	0,4	0,5	0,1	0,5	Tr	0,3	0,5
CLORITA	1,0	0,5	0,6	-	0,3	0,4	0,5	2,0	1,0	1,5	1,0	1,1	1,0	0,1	0,5	1,0	0,7	0,8
MUSCOVITA	0,5	Tr	0,2	1,5	0,3	1,0	1,4	0,8	Tr	Tr	0,5	0,2	1,0	0,3	Tr	0,7	0,8	0,9
SERICITA	1,0	0,3	Tr	0,8	Tr	Tr	0,3	0,2	0,7	0,5	Tr	0,2	0,3	Tr	Tr	0,8	0,5	0,7
OPACOS	-	-	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,6	Tr	Tr	Tr	-	Tr	-	-	-	0,1	-
	MONZOGRA- NITO	MONZOGRA- NITO	GRANODIORI- TO	MONZOGRA- NITO	GRANODIORI- TO	GRANODIORI- TO	GRANODIORI- TO	MONZOGRA- NITO	GRANODIORI- TO	MONZOGRA- NITO	GRANODIORI- TO	GRANODIORI- TO	GRANODIORI- TO	MONZOGRA- NITO	GRANODIORI- TO	MONZOGRA- NITO	GRANODIORI- TO	GRANODIORI- TO

OBS: Tr = Traços

bados nos cristais intergranulares.

O plagioclásio ocorre como prismas subédricos à anédricos com tamanho médio de 2,5 e variações entre 0,2 e 4,0mm. Raramente forma fenocristais, atingindo nestes casos até 1,0 cm de diâmetro. Possuem macla polisintética da albita e albita-carlsbad. Os grãos apresentam zonação direta com núcleos mais cálcicos, em geral saussuritizados. O teor de anortita varia entre 22 e 24, indicando a presença de oligoclásio. As inclusões são de quartzo globular, biotita e raro anfibólio. Encontra-se por sua vez, incluso no microclínio. Os contatos são reativos com o feldspato alcalino, produzindo texturas mirmequíticas ou irregulares e lobadas com biotita e o quartzo. Mais raramente formam agregados de grãos em texturas glomeroporfiriticas e/ou contatos interpenetrativos com feições de "synneusis". A alteração é mais intensa no núcleo dos grãos, produzindo agregados de epidoto, mica branca finamente dividida e carbonato.

O feldspato alcalino é o microclínio, podendo ocorrer embora raro, o ortoclásio. São grãos límpidos subédricos à anédricos com tamanhos que variam entre 0,2mm até 2,0 cm com média de 3,5mm. Possuem macla da albita-periclínio em geral pertitizados e com extinção ondulante. Ocorrem como megacristais com inclusões de quartzo-plagioclásio, biotita, zircão e apatita, ou como grãos menores intergranulares na forma de agregados granoblásticos. Os megacristais apresentam sombras de pressão simétricas com recristalização de quartzo localizadamente. Os contatos com o plagioclásio são em geral reativos com liberação de sílica para o interior deste mineral e a geração de mirmequitos.

A biotita ocorre como palhetas orientadas marcando a lineação da rocha, ou em agregados "clots" com até 5cm, constituindo autólitos. O pleocroísmo varia de amarelo palha à marrom amarelado e raramente marrom avermelhado. Inclusões de quartzo, apatita, esfeno, opacos e zircão são comuns, o último desenvolvem

do halos pleocróicos no hospedeiro. Os contatos com o feldspato alcalino e o quartzo em geral são corroídos e com o plagioclásio são retos ou lobados. Palhetas finas ocorrem como inclusões no plagioclásio. A clorita e/ou muscovita ocorrem intercrescidas como produto da alteração e/ou metamorfismo da biotita. Os grãos individuais possuem tamanho entre 0,1 e 2,5mm com média de 1,0 mm.

O anfibólio é raro e ocorre como prismas subédricos com tamanho médio de 1,0mm e pleocroismo acentuado  $np'$ =amarelo a marronado,  $nm'$ =amarelo esverdeado e  $ng'$ =verde oliva com sinal de alongação positivo e com figuras "flash" nas seções basais. Sendo identificados na microsonda como hornblenda (tabelas XVI e XVII). Possui inclusões de quartzo, esfeno e zircão.

A alanita é rara e ocorre como grãos euédricos com até 0,5mm de tamanho. Os cristais são zonados e rodeados por uma coroa de epidoto (fig. 20b). O zircão, a apatita, e o esfeno tendem a euedria e ocorrem como inclusões nos minerais máficos, plagioclásio e feldspato alcalino. A granada é a almandina, incolor subédrica e ocorre como grãos finos, menores que 0,3mm, associada a biotita com pleocroismo marrom avermelhado nos fácies petrográficos mais finos. Os minerais opacos, pouco abundantes ocorrem na forma de prismas subédricos, as vezes rodeados por mantos finos de esfeno, indicando a presença de ilmenita.

A clorita com pleocroismo esverdeado e cor de interferência azulada é identificada como a penina e ocorre em substituição às palhetas de biotita. A muscovita ocorre intercrescida com a biotita ou em substituição à cristais de plagioclásio. O epidoto, carbonato são oriundos da alteração do plagioclásio e raramente ocorrem como finos veios cortando a estrutura da rocha.