

5.2.2 Unidade de Gnaisses Quartzo-Feldspáticos

Esta unidade representa os flancos do sinformal que caracteriza a área de estudo e é a unidade encaixante da formação ferrífera de Serrote do Breu e do Alto das Pedras. É tipicamente caracterizada por um gnaisse quartzo-feldspático de cor rosa a rosa avermelhado, foliado a bandado, com a presença frequente de titanita metamíctica (Figura 22) e, mais restritamente, compreende um outro tipo de gnaisse quartzo-feldspático, de cor creme, finamente bandado a maciço, com porfiroblastos de granada, com clorita e magnetita nas bordas (Figura 23). Este último só foi observado nos furos de sondagem localizados próximos ao contato sul do Serrote do Breu e, talvez, no ponto geológico CG-SB-MCT-0362.

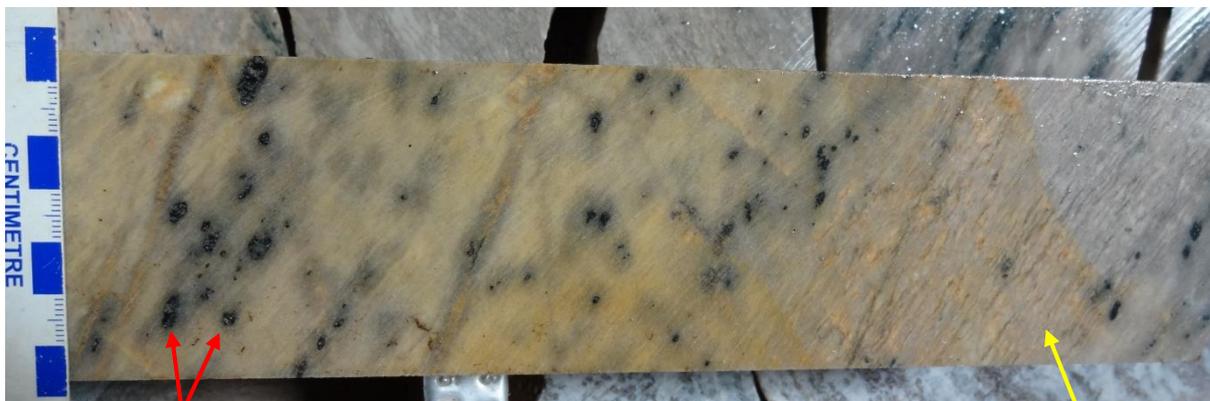
Figura 22 - Gnaisse quartzo-feldspático exibindo foliação definida por níveis ricos em minerais máficos



Legenda: Foliação definida por níveis ricos em minerais máficos (biotita e anfibólio), indicados por setas amarelas. Titanita metamíctica está indicada pela seta em vermelho (amostra petrográfica ME-25A).

Fonte: O autor, 2015.

Figura 23 - Gnaisse quartzo-feldspático, maciço a finamente bandado, com porfiroblastos de granada



Legenda: Gnaisse quartzo-feldspático, de cor creme, maciço (à esquerda) a finamente bandado (lâminas ricas em quartzo, setas amarelas), com porfiroblastos de granada, com clorita e magnetita nas bordas (setas vermelhas; furo CG-SB-DDH-0001, profundidade 42,25 m). O diâmetro do testemunho é 63,5 mm.

Fonte: O autor, 2015.

Macroscopicamente, os gnaisses quartzo-feldspáticos são constituídos essencialmente por quartzo, plagioclásio e k-feldspato, e os principais minerais máficos observados são biotita e titanita, no caso do primeiro sub-tipo, e granada, clorita e magnetita, no caso do segundo sub-tipo.

Em termos de estrutura, os gnaisses quartzo-feldspáticos podem ser maciços, foliados ou bandados. A foliação é definida pela orientação planar dos minerais máficos e, dependendo da abundância destes e do grau de deformação, podem formar bandas milimétricas a centimétricas no gnaisse quartzo-feldspático com titanita. O gnaisse porfiroblástico apresenta laminação dada por lâminas sub-milimétricas a milimétricas ricas em quartzo intercaladas em meio a uma matriz feldspática (Figura 23).

5.2.2.1 Gnaisse Quartzo-Feldspático Rosa com Titanita

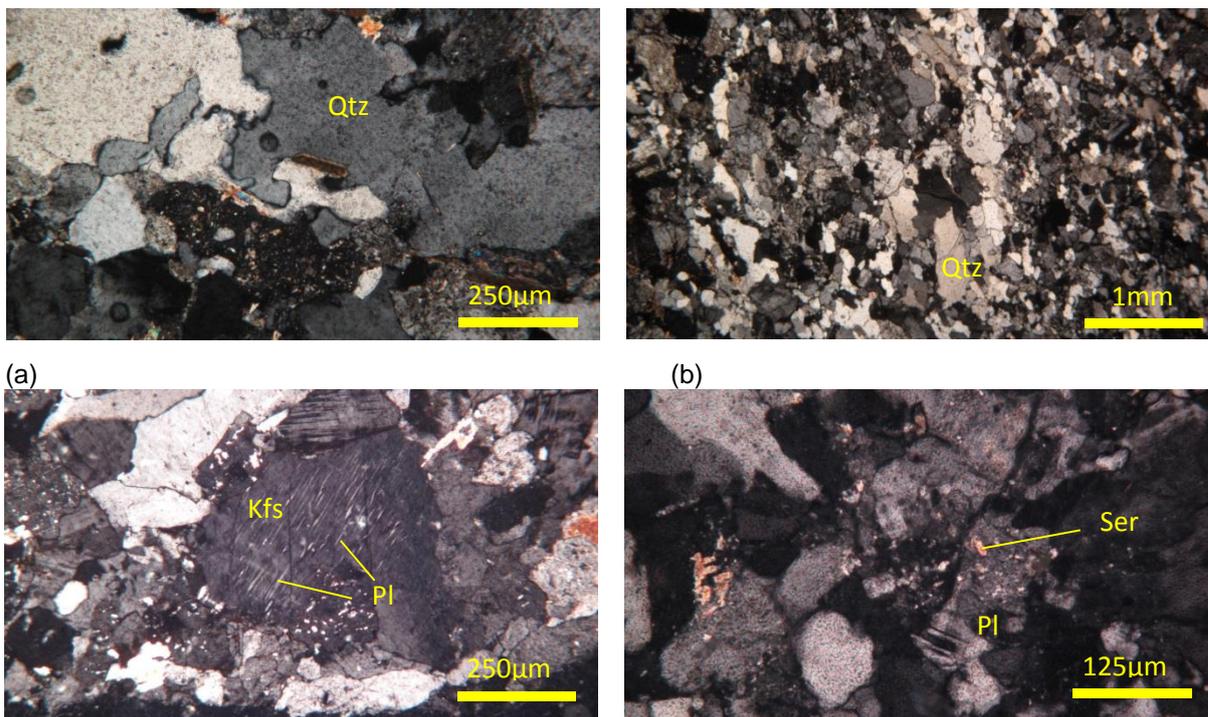
As texturas mais frequentes nas lâminas são granoblástica, lepidoblástica e poiquiloblástica com a orientação preferencial dos minerais máficos, principalmente da biotita. As amostras são em geral equigranulares e a granulação é média, com os grãos variando de 0,1 a 1,0 mm. A mineralogia essencial das amostras é constituída

por quartzo, k-feldspato, plagioclásio e biotita, e os minerais acessórios são muscovita, anfibólio, minerais opacos, titanita, piroxênio (?) e epidoto.

Quartzo é, em média, o mineral mais abundante, variando de 30% a 50%, exibindo texturas granoblástica e irregular, indicando possivelmente a presença de silicificação. Apresenta formas anedrais, ora intersticial, ora estirado segundo bandas de estiramento, indicando a ação de um processo de milonitização incipiente. Extinção ondulante é ubíqua. Feldspato potássico varia de 25% a 35% e exibe formas anedrais a subedrais, subordinadamente. Apresenta, por vezes, agulhas de pertita (lâminas ME-131A e B e ME-490) e encontra-se sericitizado nas lâminas ME-25A e ME-490. Plagioclásio varia entre 4% e 25% e encontra-se fortemente sericitizado. Apresenta formas anedrais e textura irregular (lâmina ME-131B; Figura 24).

Biotita é o principal mineral máfico, variando de 4% a 12%, estando levemente orientada, definindo assim uma foliação. As formas são euedrais a anedrais, e parecem haver mais de uma geração de formação. Em uma lâmina (ME-131B) parte da biotita está associada a fraturas tardias. Muscovita está presente em quantidades acessórias, menores que 5%, e ocorre disseminada, em pequenos agregados, e mais comumente substituindo grãos de k-feldspato e plagioclásio ou como inclusões finas nestes minerais, indicando a ação de um processo de sericitização moderada. O anfibólio observado nestas amostras é verde intenso a incolor, e ocorre geralmente em agregados de cristais anedrais a euedrais aciculares, localmente reagindo para biotita e intimamente associados a opacos, titanita e piroxênio (?). Ocorre também de forma disseminada, orientada. Minerais opacos foram observados, porém não foram identificados devido ao tipo de lâmina. Apresentam formas anedrais a subedrais e ocorrem mais frequentemente intercrescidos com grãos de anfibólio, e também disseminados, em contato com grãos de k-feldspato, quartzo e biotita. Titanita é geralmente anedral, mas também subedral a euedral, com bordas curvas comuns, localmente corroídas (ME-25A) e extensivamente fraturado. Ocorre geralmente associado a grãos de anfibólio, k-feldspato, biotita (poiquiloblástica) e mais comumente bordejando grãos de minerais opacos, alguns provavelmente titaníferos (ilmenita?). Piroxênio foi observado apenas em uma lâmina (ME-25A) e é incolor, anedral, corroído e comumente truncando cristais de anfibólio. Epidoto é comumente anedral, associado com grãos finos de minerais opacos poiquiloblásticos (Figura 25).

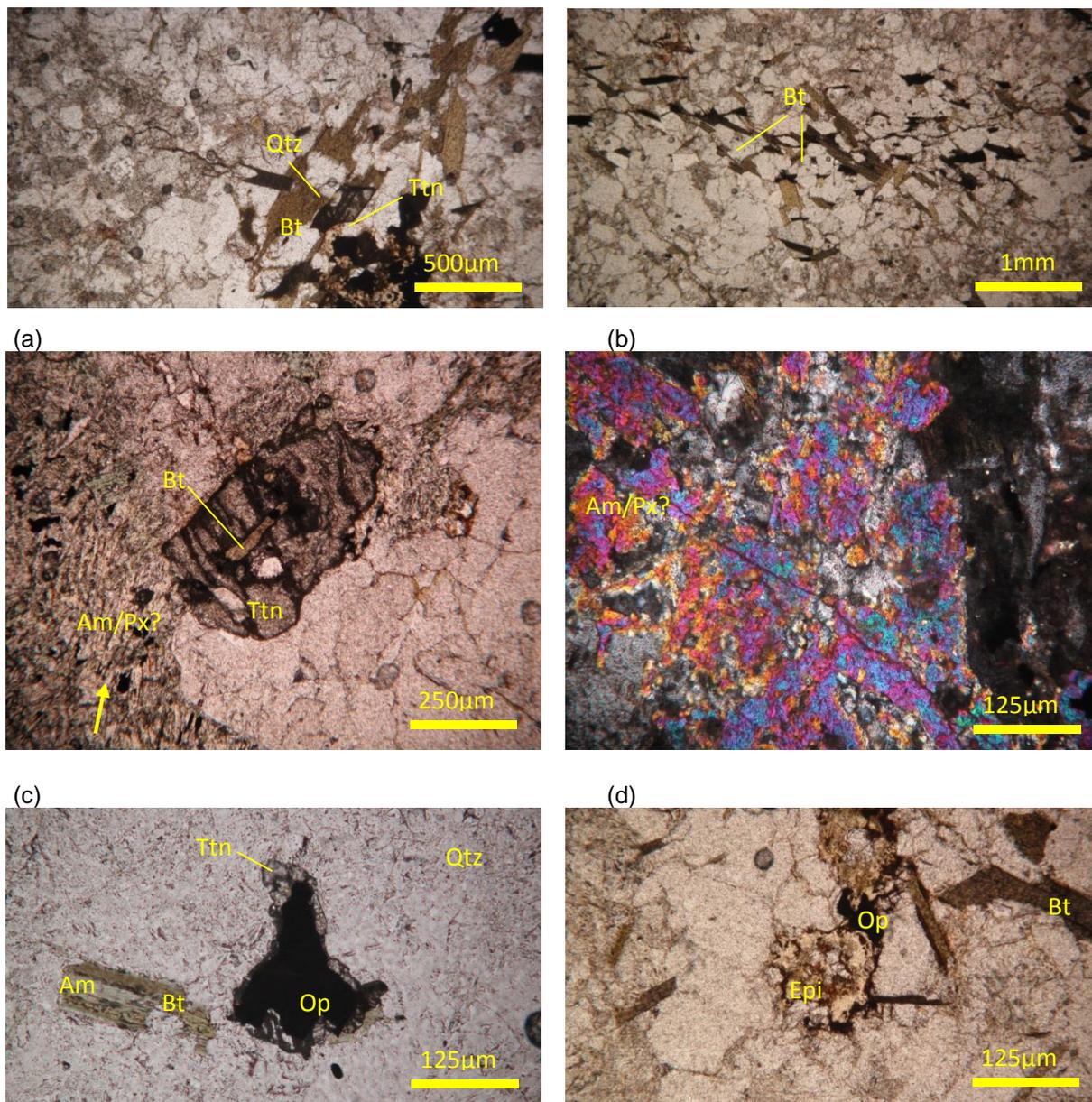
Figura 24 – Fotomicrografias de gnaiss quartzo-feldspático com titanita



(a) grãos anedrais de quartzo com contatos embaiados e bordas curvas. 10X. Lâmina ME-490; (b) - agregados de grãos mais grossos, estirados e orientados, de quartzo. 2.5X. Lâminas ME-131A; (c) – agulhas de pertita em k-feldspato e sericitização em grãos de plagioclásio ao redor. 10X. Lâmina ME-131A; (d) - inclusões de sericita em grãos de plagioclásio (sericitização). 20X. Lâmina ME-131B. Todas as fotomicrografias em luz transmitida e nicóis cruzados.

Fonte: O autor, 2015.

Figura 25 – Fotomicrografias de gnaisses quartzo-feldspáticos



(e) (f)

Legenda: (a) - grãos de biotita intimamente associados a minerais opacos, parcialmente substituídos por quartzo. Observar cristal romboedral de titanita cortando biotita e agregados de piroxênio/anfibólio à esquerda. 5X.; (b) - grãos eudrais a subedrais de biotita, moderadamente orientados, ao longo e ao redor de fratura com mesma direção, aproximadamente. 2.5X.; (c) - titanita poiquiloblástica com inclusão de biotita, ao lado de agregado de anfibólio/piroxênio e opacos (indicado pela seta), intimamente associados. 10X. (d) - cristal de piroxênio/anfibólio profundamente corroído e substituído por quartzo (silicificação). 20X.; (e) - Titanita bordejando grão de mineral opaco (ilmenita?), ao lado de biotita associada com anfibólio. 20X.; (f) – Epidoto (?) associado com minerais opacos e biotita. 20X. (a), (b) e (f) – lâmina ME-307; (c) e (d) – lâmina ME-25A; (e) - Lâmina ME-490. Todas as fotomicrografias em luz transmitida e nicóis paralelos, exceto (d), nicóis cruzados.

Fonte: O autor, 2015.

5.2.3 Unidade Metassedimentar

Esta unidade ocorre no núcleo do sinformal do Serrote do Breu e do Alto das Pedras e é caracterizada pela associação de vários litotipos de origem sedimentar. Amorim (1995) definiu uma associação metassedimentar, integrante do Complexo Nicolau-Campo Grande, e mapeou seu contato com uma associação metavulcânica próximo à cidade de Campo Grande, passando a alguns quilômetros a sul do Serrote do Breu e de Alto das Pedra. Correlaciona-se neste trabalho a primeira associação com a unidade metassedimentar mapeada. Os principais litotipos desta unidade são biotita gnaisse, quartzitos e gnaisses quartzo-feldspáticos.

O biotita gnaisse é bastante comum em bandas centimétricas até camadas métricas ao longo de toda a área da Sequência, quase sempre intercalados com gnaisses quartzo-feldspáticos com biotita e/ou muscovita. Associados a estes dois litotipos ocorrem ainda quartzitos, puros e micáceos (com biotita e/ou muscovita), que só foram observados na porção centro-sul e oeste da área mapeada. Tanto os quartzitos micáceos, quanto o biotita gnaisse, exibem um bandamento composicional de origem provavelmente metamórfica. O biotita gnaisse exibe cor cinza escuro a amarronzado, é em geral fino, fortemente foliado e constituído macroscopicamente por biotita, quartzo e feldspato branco, provavelmente plagioclásio. Granada pode ocorrer como porfiroblastos, localmente, e vênulas milimétricas de quartzo são observadas em geral concordantes com a foliação (Figura 26).

Os quartzitos estão concentrados a sul do Serrote do Breu, próximos ao eixo do sinformal, geralmente associados a biotita gnaisses e gnaisses quartzo-feldspáticos. Podem ser puros, com estrutura maciça, ou micáceos, onde há a presença de biotita e/ou muscovita, os quais sempre mostram-se fortemente foliados, e até mesmo bandados, onde os minerais micáceos crescem em abundância a ponto de formarem bandas composicionais. Em algumas ocorrências observou-se a presença de *augens* de k-feldspato de cor laranja achatados e orientados paralelos à foliação, em meio a uma matriz rica em quartzo (Figura 27).

Figura 26 – Biotita gnaisse bandado e fortemente foliado



Legenda: Ponto CG-SB-MCT-0005.
Fonte: O autor, 2015.

Figura 27 - Blocos in-situ de quartzito micáceo branco



Legenda: Quartzito micáceo branco, com clastos alaranjados de k-feldspato. Ponto CG-SB-MCT-0003.
Fonte: O autor, 2015.

Os gnaisses quartzo-feldspáticos desta unidade são mais variados que aqueles da unidade de gnaisses quartzo-feldspáticos e possuem coloração creme, cinza esbranquiçado e laranja claro; são em geral finos, mas também de granulação média e podem ser maciços, bandados, ou mais comumente, foliados, de acordo

com a abundância e grau de orientação da biotita e muscovita. Os gnaisses bandados estão intercalados com bandas milimétricas a decimétricas mais ricas em biotita e/ou anfibólio.

Macroscopicamente os gnaisses quartzo-feldspáticos desta unidade são constituídos essencialmente por quartzo, plagioclásio e k-feldspato, em proporções variadas e, acessoriamente, porém ubíquos, ocorrem biotita e muscovita, sempre fortemente orientados, definindo uma foliação metamórfica. Localmente estes podem se tornar minerais essenciais.

5.2.4 Suíte Intrusiva Máfica-Ultramáfica

Foram observadas em campo, no domínio da unidade de gnaisses quartzo-feldspáticos e da unidade metassedimentar, a ocorrência de rochas metamáficas e metaultramáficas que foram aqui agrupadas sob a denominação suíte intrusiva máfica-ultramáfica (Figura 28). Não foi possível estudar os contatos desses litotipos com aqueles das unidades supracitadas, porém propõe-se aqui que sejam intrusivos em relação à elas (Figura 12).

As rochas metamáficas possuem composição anfibolítica e ocorrem em diversas camadas centimétricas até métricas, em geral concordantes ao bandamento dos gnaisses. Em campo, elas são mais comuns na unidade metassedimentar do que na unidade de gnaisses quartzo-feldspáticos e se concentram na extremidade leste da área estudada, onde suas ocorrências também tornam-se mais espessas.

Nos furos de sondagem, anfibolitos são comumente observados, separando gnaisses quartzo-feldspáticos da formação ferrífera e, mais comumente, encaixada nos primeiros (APÊNDICE C). Eles possuem cor cinza escuro, esverdeado, granulação fina a média, e são maciços a levemente foliados, não-magnéticos (Figura 29).

Figura 28 – Afloramento de anfibolito em Alto das Pedras



Legenda: Não foi possível observar as rochas encaixantes. Ponto CG-AP-MCT-0099.

Fonte: O autor, 2015.

Figura 29 – Rocha metamáfica bandada



Legenda: Bandas mais ou menos ricas em plagioclásio (furo CG-SB-DDH-0001, profundidade 15,05 m). Diâmetro do testemunho é de 63,5 mm.

Fonte: O autor, 2015.

No domínio da unidade de gnaisses quartzo-feldspáticos, foram observados blocos de rocha metaultramáfica de cor cinza esverdeado, muito escuro, com estrutura maciça e constituída quase exclusivamente por hornblenda (Figura 30) e na unidade metassedimentar foi observado um afloramento de rocha metaultramáfica alterada, também formada exclusivamente por anfibólio, encaixada concordantemente em um muscovita gnaisse branco, de granulação grossa, também alterado (Figura 31).

As rochas metamáficas e metaultramáficas são em geral maciças, mas, menos frequentemente, exibem foliação dada por leve orientação do anfibólio, e até mesmo bandamento, definido por bandas mais ou menos ricas em plagioclásio (Figura 29).

Figura 30 – Rocha metaultramáfica com estrutura maciça e formada quase exclusivamente por anfibólio



Legenda: Amostra petrográfica ME-133.
Fonte: O autor, 2015.

Figura 31 – Rocha metaultramáfica formada exclusivamente por anfibólio

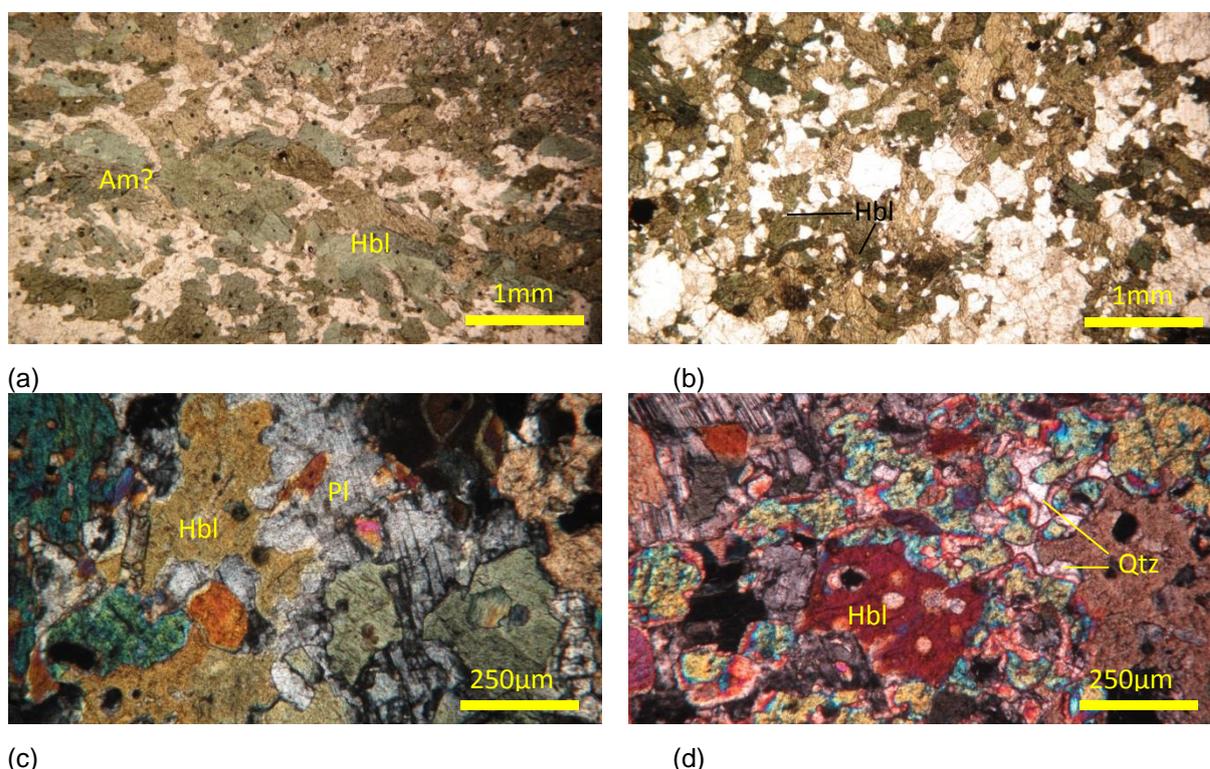


Legenda: Rocha bastante intemperizada. Amostra petrográfica ME-156.
Fonte: O autor, 2015.

5.2.4.1 Anfibolitos

Os anfibolitos da unidade metassedimentar são equigranulares (ME-543) e inequigranulares (ME-295) e possuem granulação média, entre 0,2 e 0,8 mm, com a média dos grãos de aproximadamente 0,5 mm. As texturas mais comuns são granoblástica, nematoblástica e poiquiloblástica (plagioclásio). Quartzo e plagioclásio apresentam textura flagelada, indicando a ação de processos hidrotermais tardios. Os minerais essenciais são hornblenda (35% e 45%), plagioclásio (25% e 39%), quartzo (10% e 15%) e outro anfibólio, não identificado (5% e 35%). Os minerais acessórios são sericita e minerais opacos, não identificados, ambos em quantidades traço. Os cristais de hornblenda são subedrais a euedrais, e mais raramente anedrais e possuem formas romboédricas e tabulares. Apresentam-se frequentemente zonados e com clivagens perfeitas na lâmina ME-543. Os cristais de plagioclásio são em geral anedrais e, subordinadamente, subedrais, tabulares. Apresentam-se muito alterado para sericita na lâmina ME-543 e poiquiloblástico na lâmina ME-295, englobando grãos de anfibólio. Quartzo é sempre anedral, intersticial e exibe localmente contatos embaiados, representado pela textura flagelada, e extinção ondulante. Outro anfibólio, diferente de hornblenda se apresenta subedral, tabular, a anedral, subordinadamente. Sericita ocorre como microinclusões finas, alongadas, em grãos de plagioclásio na lâmina ME-543, sendo provavelmente produto de processo hidrotermal tardio, e os minerais opacos exibem formas anedrais, ocorrendo de maneira intersticial, com bordas curvas, ou como finas inclusões em grãos de anfibólio e hornblenda (lâmina ME-543; Figura 32).

Figura 32 – Fotomicrografias de anfibolitos compreendidos dentro da unidade metassedimentar



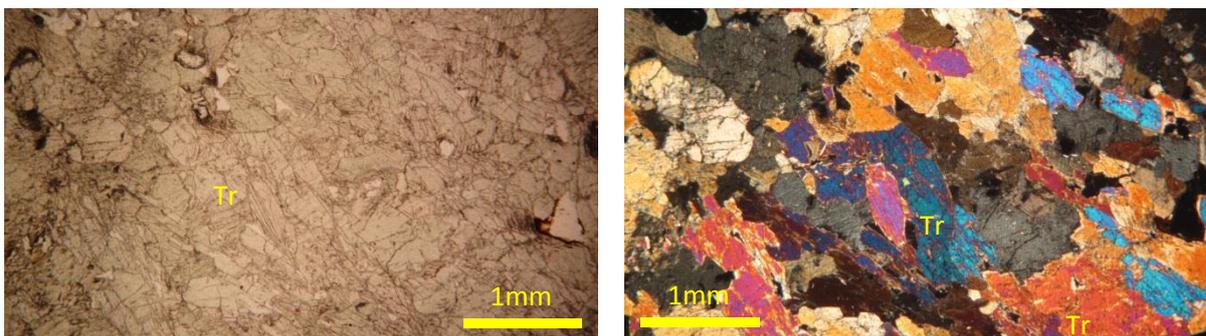
Legenda: (a) - textura inequigranular hipidioblástica, com grãos subedrais de anfibólio, tabulares, ± hornblenda, levemente orientados. Nicóis paralelos. 2.5X; (b) - grãos subedrais de hornblenda compondo textura equigranular hipidioblástica. Nicóis paralelos. 2.5X; (c) - grão poiquiloblástico de plagioclásio, anedral, com textura flagelada. Nicóis cruzados. 10X; (d) - grãos anedrais de quartzo intersticial, exibindo textura flagelada, substituindo anfibólio e plagioclásio. Nicóis cruzados. 10X. (a), (c) e (d) – lâmina ME-295; (b) - lâmina ME-543. Todas as fotomicrografias em luz transmitida.

Fonte: O autor, 2015.

5.2.4.2 Rochas metaultramáficas

A única amostra coletada na unidade metassedimentar, ME-156, possui estrutura maciça e exibe texturas equigranular, blastoporfirítica e granonematoblástica. A granulação é em geral grossa, de 0,4 a 2,0mm, com média de aproximadamente 1,2 mm. A rocha foi classificada como um tremolitito e a mineralogia essencial é composta de tremolita (97%), e os minerais acessórios são um outro anfibólio (3%) e minerais opacos (traço), ambos não-identificados até o momento (Figura 33).

Figura 33 – Fotomicrografias de rocha metaultramáfica (amostra ME-156)



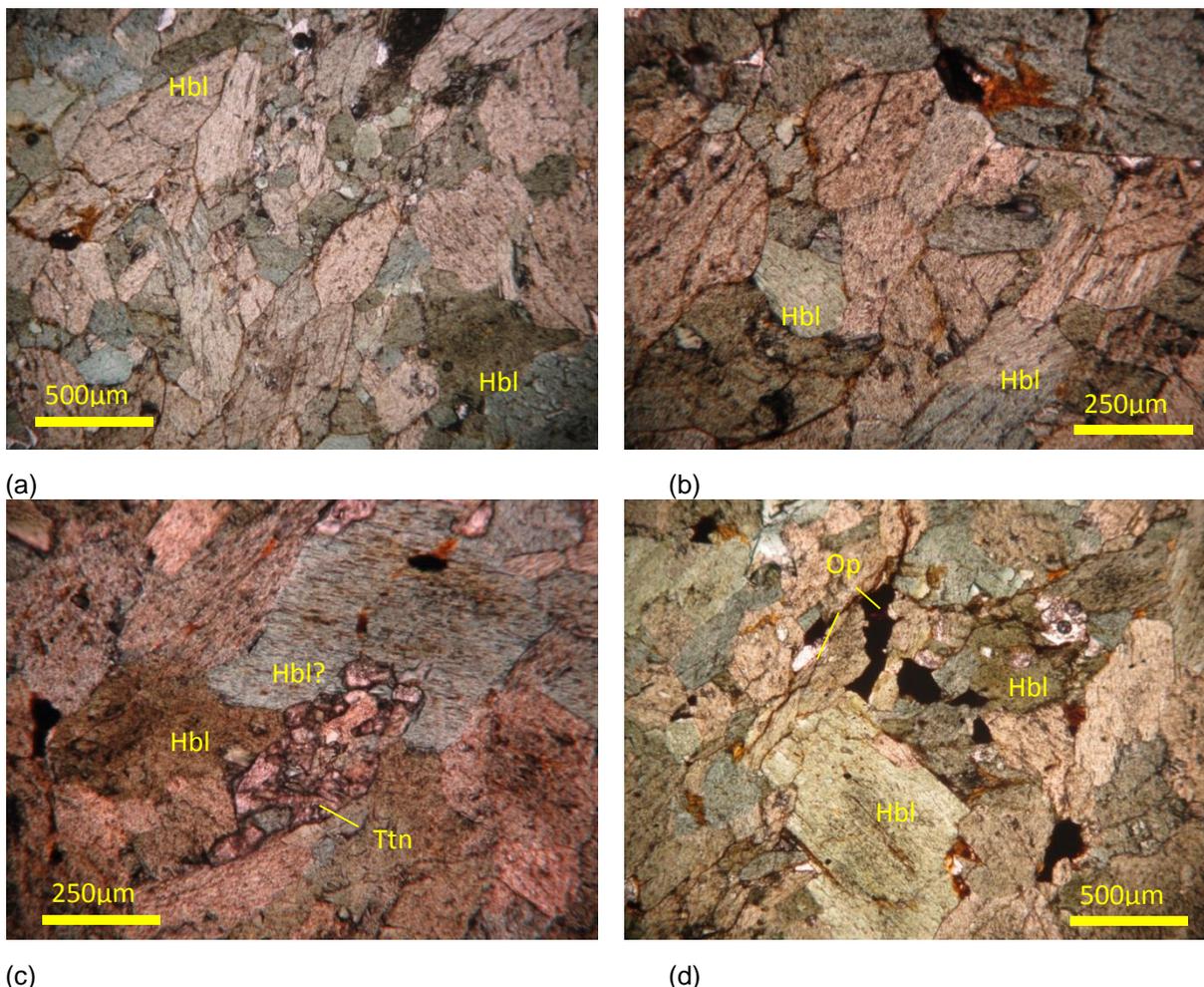
(a) (b)
 Legenda: Rocha metaultramáfica encaixada concordantemente em muscovita gnaisse da unidade metassedimentar, a sul do Serrote do Breu: (a) e (b) - massa de tremolita exibindo textura equigranular hipidioblástica. Luz transmitida. Nicóis paralelos e cruzados, respectivamente. 2.5X.

Fonte: O autor, 2015.

A tremolita exhibe textura granoblástica, hábito subedral a eudral, tabular, sem orientação preferencial definida, e com duas direções de clivagem perfeitas, formando ângulos de aproximadamente 56°. O anfibólio não identificado é incolor, com relevo baixo, cores de interferência de baixa ordem (laranja e rosa) e não apresenta clivagem visível. Seu hábito é tabular, blastoporfírico, sendo interpretado como provavelmente tardio. Os minerais opacos são em geral anedrais, preenchendo fraturas tardias que são a única evidência de deformação nesta rocha. Interpreta-se para esta amostra que seu provável protólito deve ter sido uma rocha ultramáfica, metamorfizada em condições p-T da fácies xisto-verde, com base na predominância de tremolita-actinolita, ao invés de hornblenda, porém não se pode determinar se trata-se de um derrame devido a não terem sido observadas suas relações de campo com o muscovita gnaisse encaixante.

A única amostra coletada no domínio da unidade de gnaisses quartzo-feldspáticos, ME-133, possui estrutura maciça, e exhibe textura granoblástica. É equigranular e sua granulação é em geral média, variando entre 0,4 e 0,8 mm, com média de aproximadamente 0,6 mm. A rocha foi classificada como um hornblendito e a mineralogia essencial é composta de hornblenda (98%), e os minerais acessórios são minerais opacos (2%), não identificados em virtude do tipo de lâmina e titanita (traço; Figura 34).

Figura 34 – Fotomicrografias de rocha metaultramáfica (amostra ME-133)



Legenda: Rocha metaultramáfica compreendida dentro do domínio da unidade de gnaisses quartzofeldspáticos, a oeste do Serrote do Breu: (a) - textura granoblástica, com contatos retos. Observar grão de anfibólio ao centro com duas direções de clivagem perfeita formando ângulos de aproximadamente 56° . Nicóis paralelos. 5X; (b) - grãos de anfibólio com contatos retos formando textura granoblástica e pontos-tríplices com ângulos de aproximadamente 120° . Nicóis paralelos. 10X; (c) - grãos anedrais de titanita, intersticiais. Nicóis paralelos. 10X; (d) - grãos anedrais de minerais opacos, intersticiais. Nicóis paralelos. 5X.

Fonte: O autor, 2015.

A hornblenda é granoblástica, com formato subedral a eudral, tabular, subordinadamente, e raramente anedral. Não possui orientação preferencial definida e apresenta duas direções de clivagem perfeitas, formando ângulos de aproximadamente 56° . Os minerais opacos são em geral anedrais quando ocorrem geralmente como microinclusões em cristais de hornblenda e subedrais quando intersticiais. Mais raramente podem ser eudrais, com hábito romboedral ou tabular. Titanita exhibe formas anedrais, ameboides, e ocorrem geralmente de maneira intersticial, mas também sobrecrescendo grãos de hornblenda.

5.2.5 Unidade de Pegmatitos

Pegmatitos foram observados cortando rochas da unidade metassedimentar. Eles ocorrem como veios centimétricos cortando biotita gnaisses ou em blocos isolados, sem relação clara com as rochas encaixantes. Apresentam via de regra coloração creme amarelado a branca, e pórfiros arredondados de quartzo anedral, turmalina euedral e, localmente, muscovita e berilo em matriz fina a grossa constituída por plagioclásio \pm k-feldspato (Figura 35).

Figura 35 – Pegmatito com fenocristais de quartzo



Legenda: Pegmatito com fenocristais de quartzo arredondados em meio a matriz quartzo-feldspática fina, com turmalina preta. Não foram observadas as rochas encaixantes. Ponto CG-AP-MCT-0049.

Fonte: O autor, 2015.