

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Introdução

Neste capítulo são apresentadas as unidades litofaciológicas individualizadas durante o desenvolvimento das etapas de campo e através das análises petrográficas, denominadas de Unidade Ortognaisse Granulítico e Unidade Ortognaisse Migmatizado.

Além disso, será mostrado os resultados analíticos da determinação de razões isotópicas U-Pb e Lu-Hf LA-ICP-MS obtidas nas populações de grãos de zircões provenientes de quatorze amostras do Complexo Caparaó.

### 4.2 Aspectos de Campo e Petrografia

No presente trabalho, no Complexo Caparaó, foram adotadas as mesmas unidades cartografadas por Novo et al (2011) e Novo (2013). Estas unidades também são adotadas no mapa de Viera et al (2014).

Novo et al (2011) e Novo (2013) dividem o Complexo Caparaó em duas unidades., a saber: uma associada a ortognaisses e a outra a rochas migmatíticas.

Nos levantamentos realizados foram individualizadas duas unidades do Complexo Caparaó: ortognaisses granulíticos e ortognaisses migmatíticos. A seguir são apresentadas estas unidades.

#### 4.2.1 Unidade Ortognaisse Granulítico

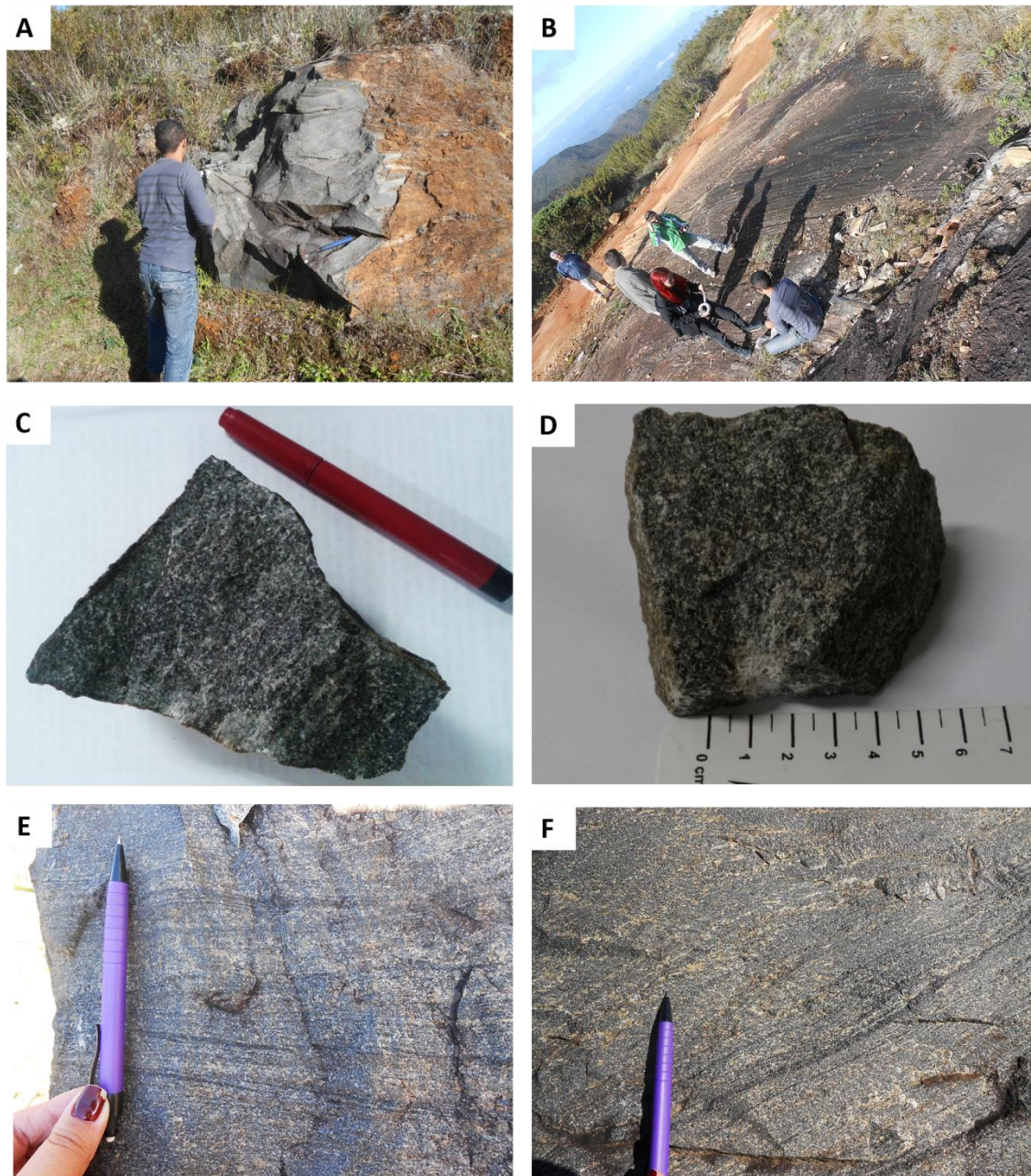
A unidade Ortognaisse Granulítico é representada por um ortopiroxênio gnaisse de composição félsica a intermediária que é a litologia predominante na área de trabalho, podendo ainda ocorrer com variações com clinopiroxênio e anfibólio e termos de composição máfica (ortopiroxênio gnaisse máfico). Ocorrem nas bordas escarpadas da Serra do Caparaó, ao longo dos lajedos encontrados no caminhamento e como blocos nas margens das vicinais que levam até o Pico da Bandeira (Figura 4.2.1-1 A e B). O contato dessa unidade com a unidade ortognaisses migmatizados não é visto de maneira abrupta, ocorre na maioria das

vezes uma graduação de uma para a outra. Essa graduação também é de difícil visualização em campo, levando-se em consideração o caminhamento realizado nas etapas de campo.

O ortopiroxênio gnaisse quando apresenta composição félsica a intermediária (charno-enderbítica), ocorre com coloração cinza a cinza escuro ou variando para acinzentada quando apresenta certo grau de intemperismo (Figura 4.2.1-1 C e D). O bandamento composicional é de grande continuidade lateral em escala de afloramento, ocorrendo por vezes dobrado. A espessura varia de milimétrica a centimétrica, marcada pela segregação mineral em bandas félsicas, com quartzo, plagioclásio e algumas vezes feldspato potássico; e em bandas máficas, com piroxênio, biotita e granadas como minerais acessórios (Figura 4.2.1-1 E e F).

No geral, as bandas félsicas, apresentam quartzo e o plagioclásio que ocorrem com textura granoblástica e possuem granulação fina a média, enquanto o feldspato potássico ocorre como porfiroclastos de até dois centímetros. Por vezes ocorrem cristais de anfibólio nas bandas félsicas, sob a forma de porfiroclastos de até um centímetro. Nas bandas máficas o piroxênio ocorre com textura nematoblástica de granulação fina a média. A granada ocorre principalmente nas bandas félsicas como cristais de até um centímetro.

Figura 4.2.1-1 - Aspectos petrográficos e de ocorrência do Ortognaisse Granulítico



Legenda: (A) Aspecto de ocorrência em campo como blocos (ponto CPR 37); (B) Aspecto de ocorrência em campo como lajedos (ponto CPR 36); (C) Amostra petrográfica de mão com pouca alteração intempérica; (D) Amostra petrográfica de mão levemente intemperizada; (E) Bandamento composicional milimétrico a subcentimétrico e (F) Bandamento composicional milimétrico a subcentimétrico do ponto CPR 37.

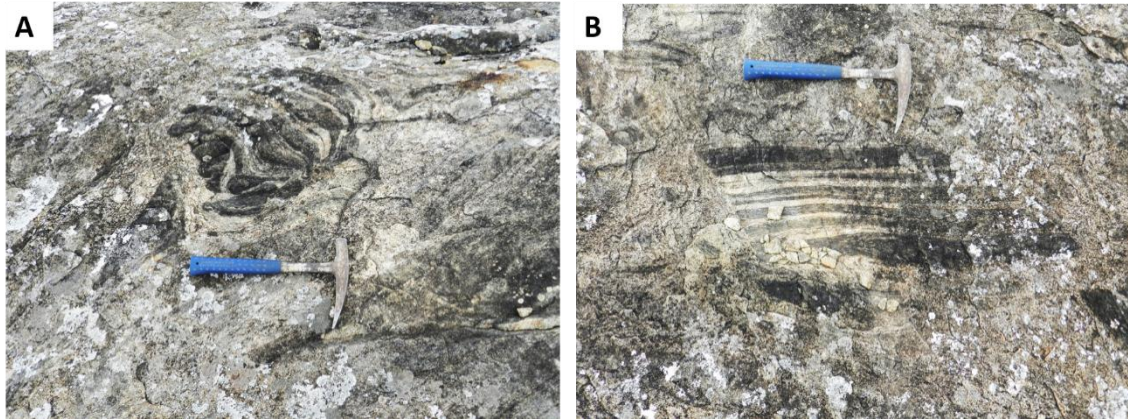
Fonte: A autora, 2016.

As variações do ortopiroxênio gnaissé mencionadas anteriormente são vistas em alguns casos específicos, microscopicamente em lâminas delgadas dos pontos 04, 14, 16, 37.

O ortopiroxênio gnaissé máfico aflora principalmente nas cotas de maior altitude do Complexo Caparaó, como enclaves em meio a Unidade ortognaisses migmatizados (Figura

4.2.1-2 A e B). Apresenta cor escura e composição máfica, com ou sem bandamento milimétrico.

Figura 4.2.1-2 - Enclaves do ortopiroxênio gnaisse máfico na Unidade ortognaisses migmatizado



Fonte: A autora, 2016.

Em análise petrográfica, as amostras da unidade do Gnaiss Granulítico possuem granulação que varia de fina a grossa e a maior parte dos cristais subidiomórficos. As texturas das rochas podem variar ao longo do corpo, principalmente quando tal fácies apresenta maior conteúdo de quartzo, onde pode ser evidenciada a maior deformação. Assim, são observadas texturas granolepidoblástica e granoblástica (Figura 4.2.1-3 A, B, C e D).

A assembléia mineral principal, relacionada ao ortopiroxênio gnaisse que predomina na unidade do Gnaiss Granulítico, inclui plagioclásio (30 a 35%), ortopiroxênio (20 a 25%), quartzo (12 a 13%), feldspato potássico (7 a 10%), biotita (8 a 11 %), e minerais acessórios (2%). Dentro da unidade há também algumas amostras com variações de clinopiroxênio (8 a 12%) e hornblenda (9 a 10%).

O plagioclásio ocorre sob a forma xenoblástica a hipidioblástica, com granulação que varia de fina a média (0,5 mm a 2,50 mm). Os contatos entre os grãos podem variar de interlobados a serrilhados. Possui maclas polissintéticas, por vezes evanescentes ou recurvadas como consequência da intensa deformação (Passchier & Trouw, 2005) e com extinção ondulante (Figura 4.2.1-3 E). Apresenta inclusões de apatita, zircão, biotita, além de estarem parcialmente substituídos por sericita em suas bordas em poucos casos.

O ortopiroxênio ocorre com forma idioblástica a hipidioblástica, pleocroísmo em tons de rosa claro a médio e granulação fina (0,25 a 0,9 mm). Podem ocorrer orientados segundo a foliação ou sem nenhuma direção preferencial (Figura 4.2.1-3 A, B, C e D). Ocorrem em associação com plagioclásio, clinopiroxênio e hornblendas. O ortopiroxênio também é visto

como grãos poiquiloblástico com inclusões de opacos e quartzo. Frequentemente está parcial a totalmente substituído por hornblenda, em uma associação com opacos e biotita.

Os cristais de quartzo ocorrem com cerca de 0,20 mm e formam mosaicos granoblásticos; em algumas lâminas observa-se que o quartzo ocorre como fitas (*ribbons*) marcando a foliação, com largura de até 0,25mm (Figura 4.2.1-3 F). O contato entre os grãos é interlobado, comumente apresentam extinção ondulante e formação de novos grãos por rotação de subgrãos.

O K-feldspato apresenta forma hipidioblástica e granulação variando de fina a média (0,25 a 1,10 mm). Ocorre associado a todos os minerais essenciais presentes. Frequentemente é observado o processo de triclinização que acontece de maneira acentuada. Nota-se também o desenvolvimento de mirmequita tanto nas porções centrais como nas bordas dos cristais de K-feldspato (Figura 4.2.1-3 G). Os grãos poiquilíticos apresentam inclusões de biotitas, sericita, zircões e minerais opacos (Figura 4.2.1-3 H).

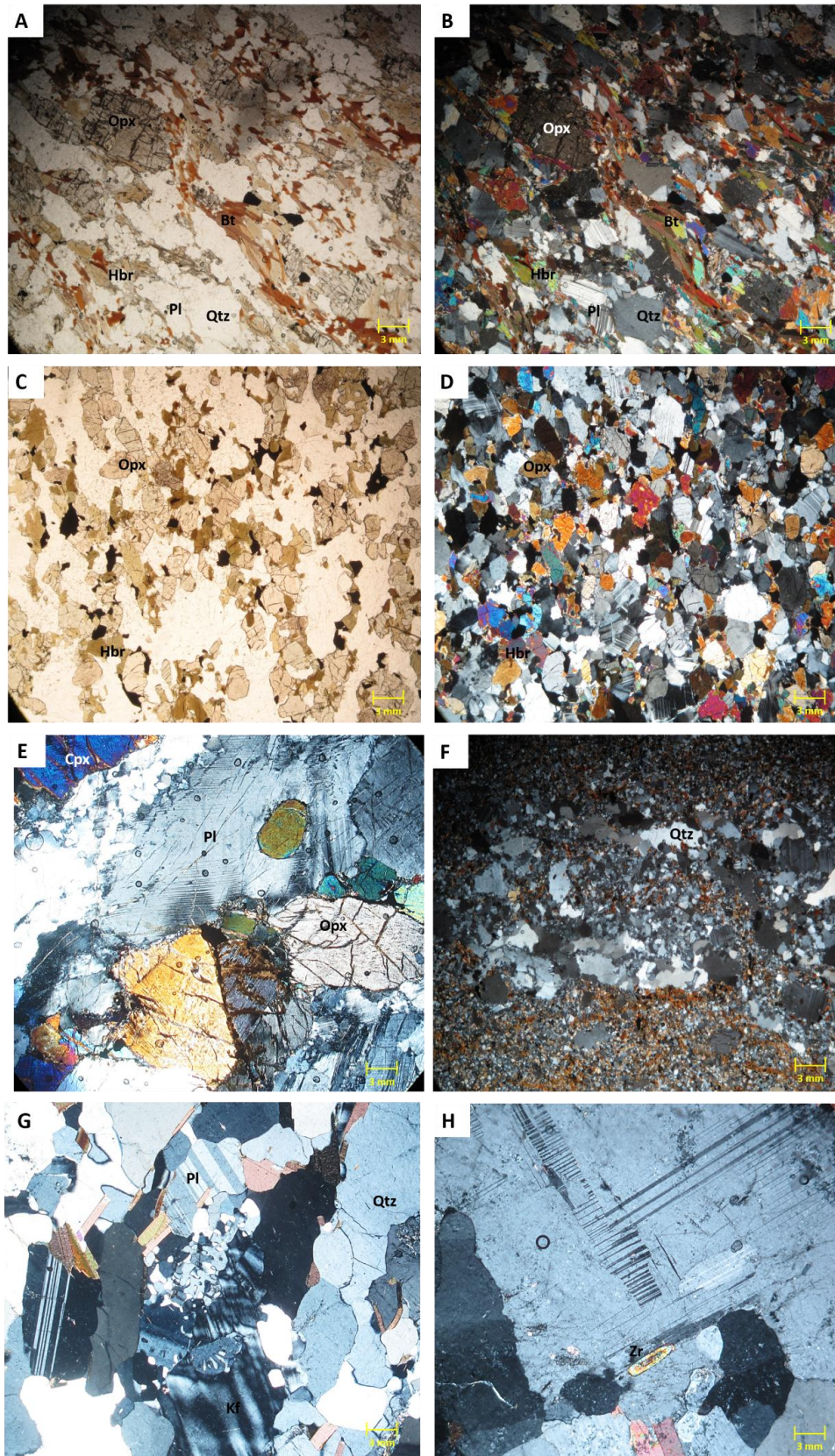
A biotita ocorre como palhetas tabulares de pleocroísmo em matizes de castanho-avermelhado a amarelo-pálido e granulação variando de fina a média (0,24 a 1,45 mm). Apresenta orientação preferencial, mas também pode ocorrer com textura decussada. Comumente está em contato com ortopiroxênio, opacos e a hornblenda. Parece ser resultante da substituição de hornblenda e piroxênio. Possui inclusões de zircão, quartzo, plagioclásio e os demais minerais da rocha.

Os minerais acessórios titanita, apatita, zircão e opacos, em ordem crescente de abundância, e no geral apresentam granulação fina a média (0,125 a 0,5 mm). Podem ocorrer como inclusões na maioria dos minerais da rocha ou em associação com estes na matriz.

O clinopiroxênio é observado com forma hipidioblástico, coloração castanho a verde e granulação variando de fina a média (0,25 a 2,5 mm). Possui relação de contato principalmente com hornblenda e minerais opacos (Figura 4.2.1-4 A e B). Comumente observa-se que a hornblenda ocorre substituindo as bordas do clinopiroxênio.

A hornblenda ocorre com forma hipidioblástica, coloração variando de verde-claro, castanho-claro a verde-oliva e granulação fina (0,5 a 0,9 mm) (C e D). Associados a biotita, minerais opacos e piroxênios. Frequentemente esta é observada com parte de aglomerados mineralícos juntamente com biotita, minerais opacos, clinopiroxênio e ortopiroxênio. Por vezes é vista fraturada e preenchida com biotita, podendo estar presente também nas bordas de hornblenda.

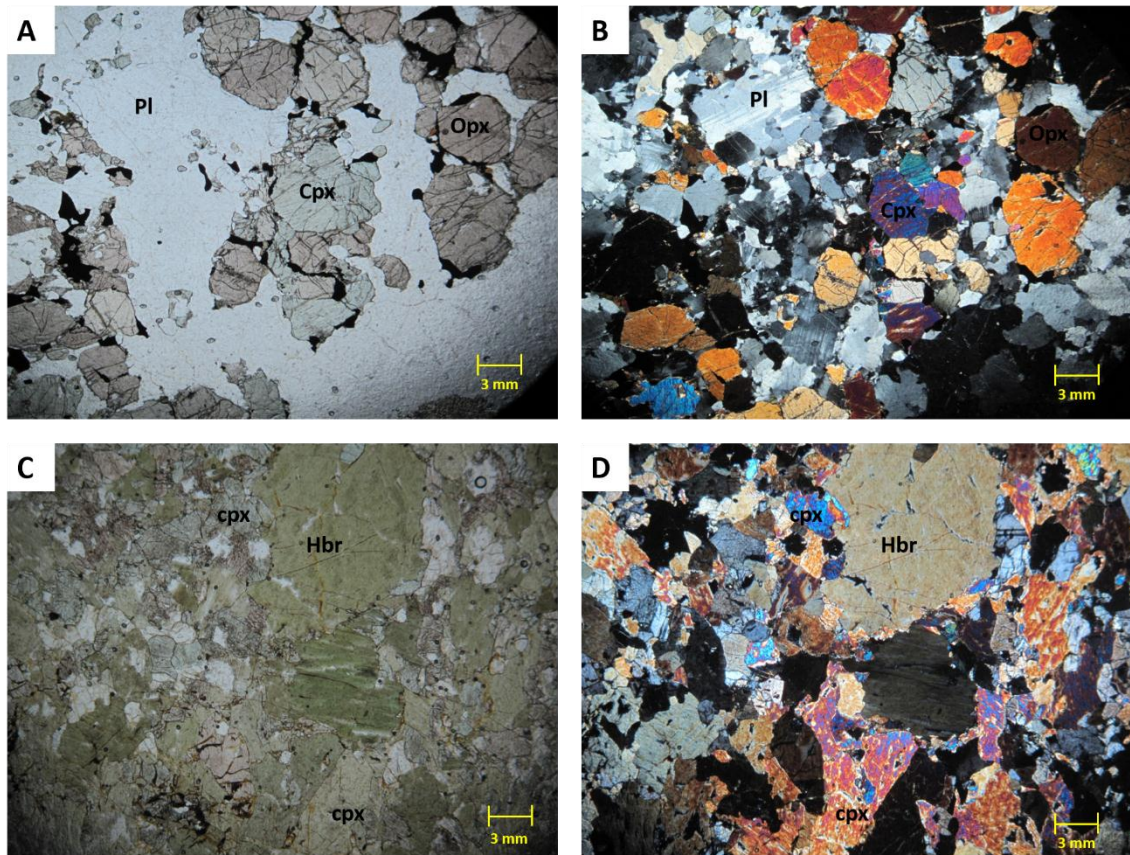
Figura 4.2.1-3 - Fotomicrografias das rochas da unidade Ortognaisse Granulítico



Legenda: (A) e (B) Aspecto geral da Lâmina em luz natural e com nicóis cruzados, mostrando a textura granolepidoblástica (CPR 15). (C) e (D) Variação da textura da rocha, que passa a ser inequigranular granoblástica (CPR 16). (F) cristais de quartzo formam mosaicos granoblásticos e ao mesmo tempo ocorrem deformados, formando “fitas” (*ribbons*) na rocha. (E) Plagioclásio evidenciando maclas polissintéticas

evanescentes ou recurvada. (G) Textura mimerquítica na borda dos grãos de K-feldspato (CPR 17). (H) Grãos poiquiloblásticos de K-feldspato, com inclusão de zircão. (Legenda Minerais: Opx – ortopiroxênio; Hbr – hornblenda, bt – biotita, Pl – plagioclásio, Kf – k-feldspato, Qtz – quartzo, Zr – zircão).  
Fonte: A autora, 2016.

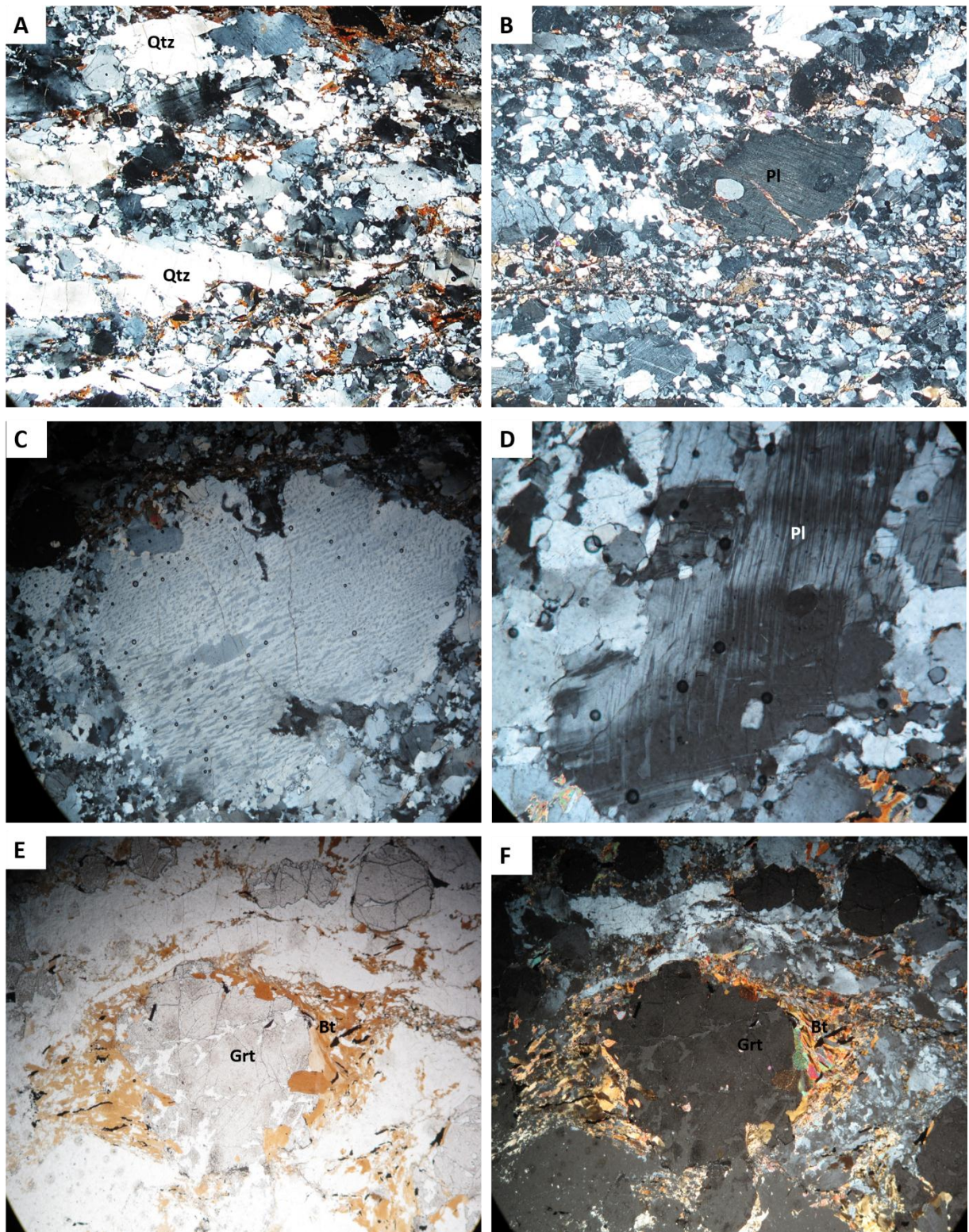
Figura 4.2.1-4 - Fotomicrografias de alguns pontos onde a variação opx-cpx-hbr gnaiss



Legenda: variação opx-cpx-hbr gnaiss predomina na Unidade ortognaiss granulítico. (A) e (B) arranjos granoblásticos de cpx, opx, plagioclásio (CPR 04). (C) e (D) Clinopiroxênios associados a hornblendas (CPR 33). (Legendas Minerais: Opx – ortopiroxênio; Hbr – hornblenda, Pl – plagioclásio).  
Fonte: A autora, 2016.

Nos pontos CPR 12, 13, 18, 20, 22, realizados mais próximos as bordas do Complexo, apresentam variações texturais do Ortognaiss Granulítico. Nessa região formam-se milonitos/protomilonitos que evidenciam as zonas de cisalhamento reversas que limitam a Serra do Caparaó. A matriz da rocha passa a ser fortemente foliada, com redução da granulometria em decorrência de uma recristalização dinâmica dos minerais que ocorreu provavelmente devido à proximidade as zonas de cisalhamento (Figura 4.2.1-5 A e B). Os minerais guardam as evidências desse evento, como por exemplo, quartzo estirado, contatos dos grãos serrilhados, maclas de plagioclásio deformadas (*microkinks*, Figura 4.2.1-5 D). Outra característica observada é em relação a composição do ortopiroxênio gnaiss passa a ser mais félsica.

Figura 4.2.1-5 - Fotomicrografias da variação da unidade gnaiss granulítico



Legenda: (A) e (B) Aspecto geral da lâmina em Luz Natural e com nicóis cruzados, mostrando a textura milonítica (CPR 12). (C) Porfiroclasto de K-feldspato sofrendo exsolução. (D) Macla polissintética deformada (*microkinks*) no plagioclásio, indica deformação. (E) e (F) porfiroblasto de granada em luz natural e com nicóis cruzados (CPR 20). (Legenda Minerais: Biotita, Pl – plagioclásio, Kf – k-feldspato, Qtz – quartzo, Grt – granada).

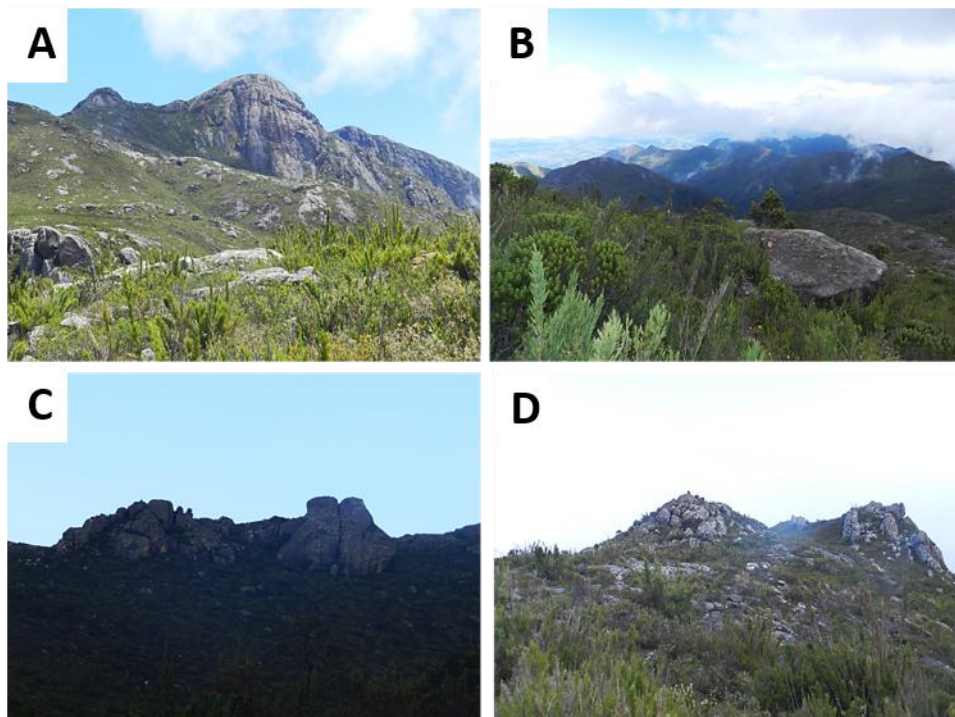
Fonte: A autora, 2016.



#### 4.2.2 Unidade Ortognaisse Migmatizado

A unidade em questão predomina no núcleo da estrutura antiforme da Serra do Caparaó como descrito por Novo *et al.* (2011), aflorando em topos aguçados de vertentes íngremes (Figura 4.2.2-1).

Figura 4.2.2-1 - Aspectos morfológicos dos Ortognaises Migmatizados do Complexo Caparaó



Legenda: Em A, B, C e D é possível observar topografias onde os mesmos afloram.  
Fonte: A autora, 2016.

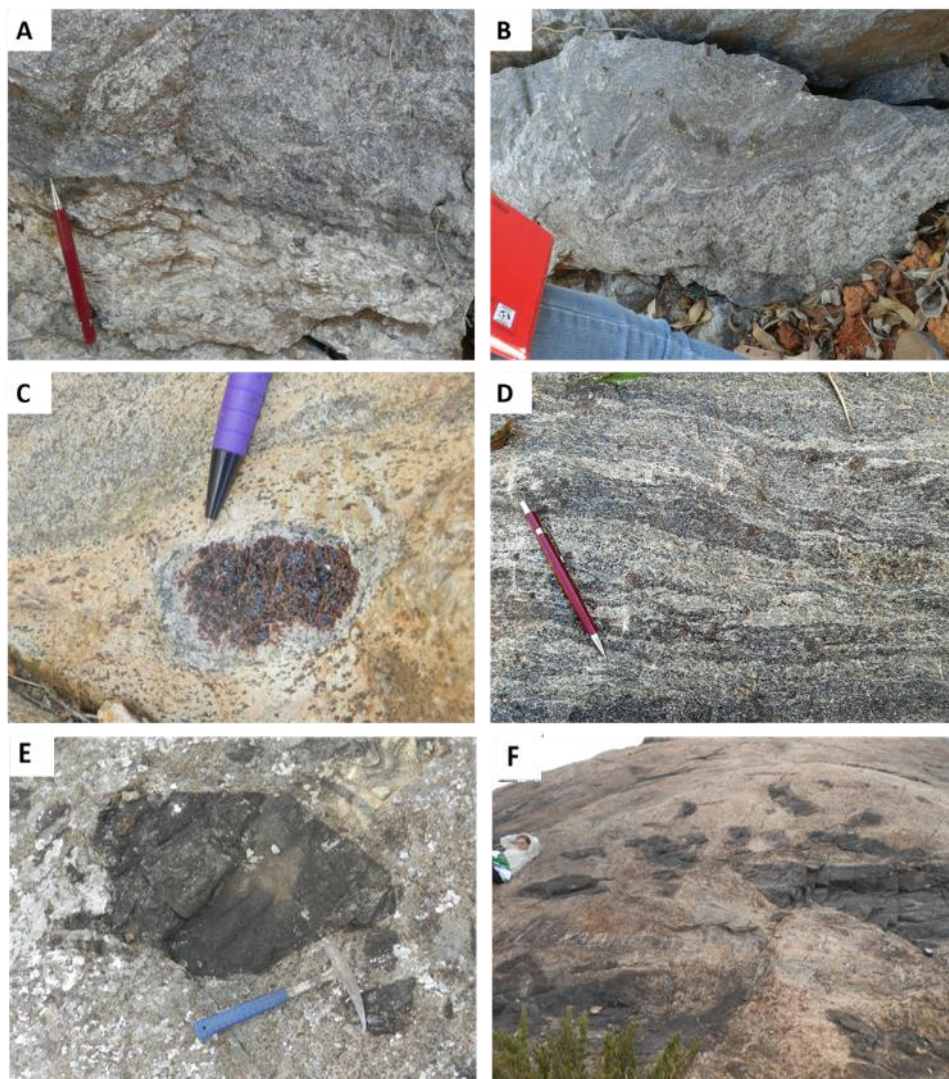
Conforme Novo *et al.* (2011) os migmatitos mostram intensidades diversas de fusão parcial. As principais estruturas migmatíticas são *schlieren*, ptigmática e estromática, mas agmática, dobrada e flebítica também ocorrem. Os migmatitos da Suíte Caparaó apresentam composição mineralógica essencial dada por quartzo, feldspato potássico, plagioclásio, ortopiroxênio, hornblenda, biotita e clinopiroxênio, em ordem decrescente de abundância. Os minerais acessórios são apatita, titanita, zircão e opacos. A textura é predominantemente granoblástica, materializada por mosaicos compostos essencialmente por quartzo e feldspato, com ortopiroxênio, hornblenda e biotita subordinada.

O leucossoma é composto essencialmente por quartzo e plagioclásio de granulação média a grossa, com cristais de anfibólio e piroxênio de até 3 centímetros de comprimento. O feldspato potássico ocorre como cristais de até 7 centímetros na maior dimensão (Figura

4.2.2-2 A e B). É comum a presença de textura porfiroblástica com granadas de até 4 centímetro de diâmetro (Figura 4.2.2-2 C).

O melanossoma é de granulação fina a média (menor que 1 cm) e, composto basicamente por anfibólio, piroxênio e plagioclásio, com quartzo, feldspato potássico e biotita em menor quantidade. Os minerais ocorrem orientados na direção da foliação (Figura 4.2.2-2 D). Na região do Pico da Bandeira ocorrem enclaves bandados da Unidade Ortognaisse granulítico (paleossoma) envoltos pelo neossoma. Além disso, enclaves máficos, com formas irregulares estão distribuídos nessa mesma região (Figura 4.2.2-2 E e F).

Figura 4.2.2-2: Aspecto de campo do Ortognaisse Migmatizado



Legenda: (A) e (B): Leucossoma de granulação grossa em contato com o Gnaiss Granulítico. (C) Porfiroblasto de granada no leucossoma. (D) Porções do melanossoma e do leucossoma e granada em ambos os domínios. (E) e (F) ocorrem enclaves do Ortognaisse Granulíticos. (G) e (H) enclaves máficos irregulares.

Fonte: A autora, 2016.

Petrograficamente a unidade em questão também apresenta variação textural, sendo em certos casos inequigranular granoblástica (Figura 4.2.2-3 G e H) e já em outros granolepidoblástica (Figura 4.2.2-3 A e B). A granulação também varia de fina a grossa e a composição varia de granodiorítica a tonalítica.

A assembléia mineral principal se assemelha a do Gnaiss Granulítico, incluindo quartzo (8 a 12%), plagioclásio (24 a 34%), feldspato potássico (8 a 10%), ortopiroxênio (25 a 33%), clinopiroxênio (12 a 15%) hornblenda (6 a 10%), biotita (12 a 16%) e minerais acessórios (5%).

O quartzo ocorre como cristais xenoblásticos de granulação que varia de fina a média (0,05 mm a 2,50 mm), ora estirados marcando bem a foliação e outras como pequenos grãos (Figura 4.2.2-3 C e D). Comumente possui extinção ondulante, e subgrãos formados por recristalização dinâmica (rotação de subgrãos).

O K-feldspato ocorre como grãos xenoblásticos de granulação que varia de fina a média (0,45 a 2,5 mm). Geralmente possuem pertitas (Figura 4.2.2-3 C), sendo alguns grãos triclinizados levemente e com extinção ondulante. Normalmente é observada a recristalização de pequenos grãos de quartzo entorno deste mineral.

O plagioclásio possui granulação variando de fina a média (0,02 a 3,72mm). Quanto à forma, os grãos são predominantemente xenoblásticos, geralmente em contato curvo com a biotita e com o quartzo. Alguns grãos apresentam geminação segundo a Lei Albita.

O ortopiroxênio ocorre como cristais são de granulação fina a média (0,1 a 1 mm), com forma xenoblástica a hipidioblástica. Frequentemente exhibe fraco pleocroísmo variando de verde pálido a rosa-acastanhado. Alguns grãos estão alterando para biotita em suas bordas ou já foram totalmente substituídos por este mineral (Figura 4.2.2-3 E e F).

O clinopiroxênio possui pleocroísmo em tons esverdeados. A granulação é fina a média (0,2 a 1,25 mm) e a forma dos cristais varia de xenoblástica a hipidioblástica. Comumente ocorre associada à biotita, ortopiroxênio e a hornblenda.

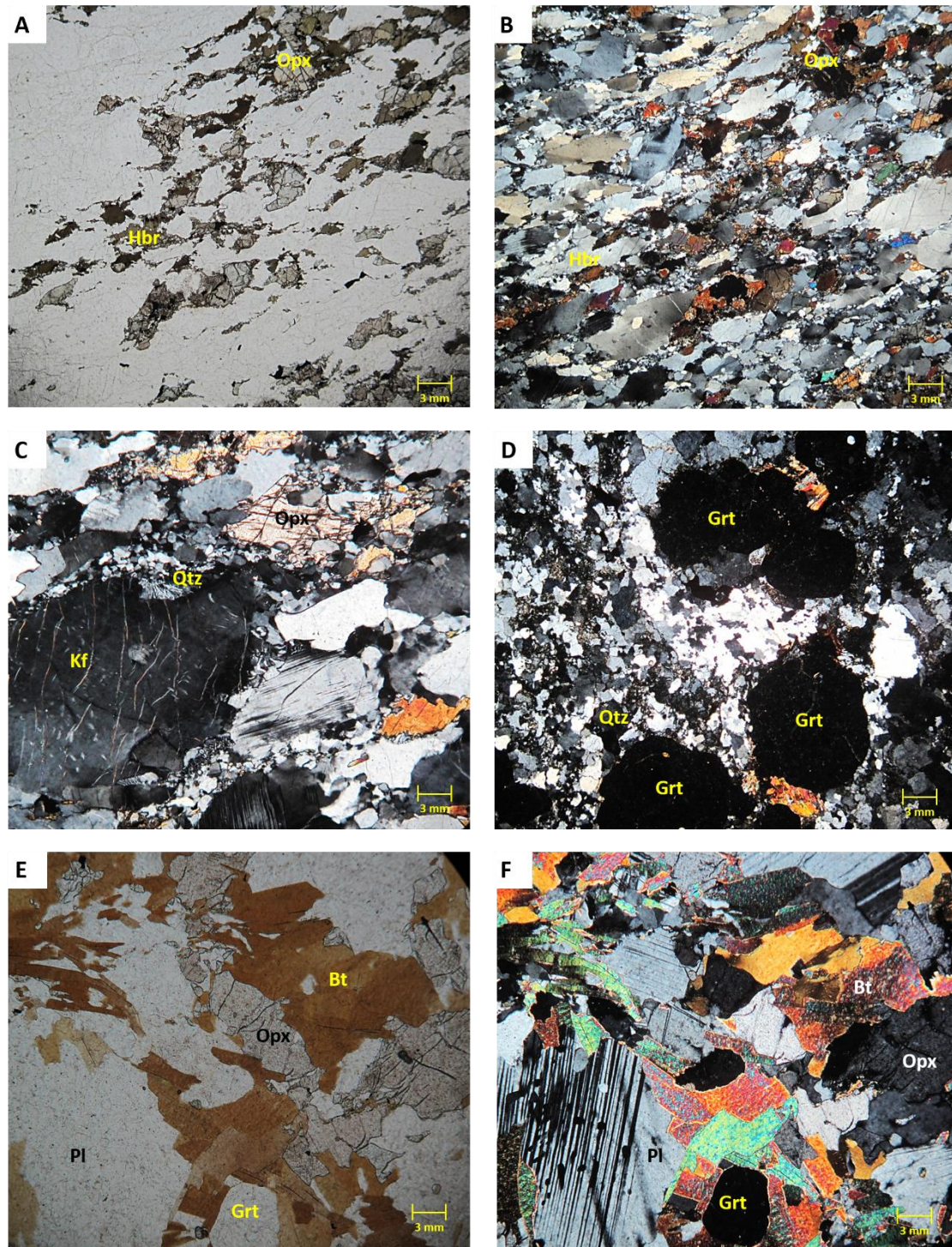
A hornblenda, com forma hipidioblásticas, coloração em tons de castanho a verde-escuro e granulação variando de fina a média (0,35 a 1,7 mm). Ocorre associadas principalmente à biotita contornando aglomerados glomerofíricos de ortopiroxênio, clinopiroxênio e minerais opacos. Frequentemente a hornblenda é observada fraturada e com preenchimento de óxido que se acredita estar associado ao processo secundário de alteração que ocorrem nas biotitas.

A biotita possui granulação fina a média com grãos variando de 0,1 – 1,60 mm. Sua forma é hipidioblástica e o pleocroísmo pode variar desde tons amarelos pálidos até marrom

esverdeado ou avermelhado, (Figura 4.2.2-3 E e F). Praticamente em todos os casos, a biotita possui orientação preferencial na direção da foliação. Frequentemente observa-se a biotita em contato com o ortopiroxênio.

Os minerais acessórios observados na rocha incluem zircão, apatita, mineral opaco e granada (Figura 4.2.2-3 D). Geralmente possuem granulação fina, sendo que zircão e apatita ocorrem como inclusões principalmente no plagioclásio. Já as granadas ocorrem disseminadas por toda a rocha.

Figura 4.2.2-3 - Aspectos petrográficos do Ortognaise Migmatizado



Legenda: (A) e (B) Textura granolepidoblástica associada a forte recristalização dinâmica dos cristais de quartzo (rotação de subgrão). (C) Cristal de K-feldspato que apresenta exsolução e arranjos recristalizados de quartzo preenchendo contato de grãos. (D) Porfiroblastos idioblásticos de granada. (E) e (F) Biotita em contato com ortopiroxênio. (Legenda Minerais: Opx – ortopiroxênio; Hbr – hornblenda, bt – biotita, Pl – plagioclásio, Kf – k-feldspato, Grt - granada).

Fonte: A autora, 2016.