

5 GEOLOGIA DA ÁREA DO SERROTE DO BREU E DE ALTO DAS PEDRAS

5.1 Introdução






A área do Serrote do Breu e de Alto das Pedras é caracterizada por dois altos topográficos homônimos sustentados por corpos de formação ferrífera, que representam flancos opostos de um sinformal inclinado, com direção N60°W e forte mergulho para sul, e extensão total de aproximadamente 2 km (APÊNDICE A). Os contatos entre a formação ferrífera e as rochas encaixantes não foram observados em superfície, porém, nos furos de sondagem foi possível verificar que os mesmos são bruscos e que os intervalos de formação ferrífera ocorrem completamente encaixados ora em gnaisses quartzo-feldspáticos, ora em rochas metamáficas, mas também encaixados nos dois litotipos, com um na base e o outro no topo, e vice-versa. Outros corpos menores de formação ferrífera foram mapeados na área, desconectados em superfície em relação ao corpo principal, porém concordantes à estruturação geral WNW-ESSE.

5.2 Descrição das Unidades Litoestratigráficas

Foram mapeados na área diversos litotipos que foram agrupados em cinco unidades litoestratigráficas principais: Formação Ferrífera, unidade de gnaisses quartzo-feldspáticos, unidade metassedimentar, suíte intrusiva máfica-ultramáfica e unidade de pegmatitos. Nenhum contato entre as unidades foi observado em afloramento, e foram, por isto, classificados como indicados, onde estes se encontram localizados entre dois afloramentos distantes entre si na mesma seção menos de 50 m, e inferidos, onde estes se encontram cobertos por uma distância maior que essa na mesma seção. A ausência de afloramentos que pudessem esclarecer as relações de campo entre as unidades, assim como a escassez de dados geocronológicos na bibliografia disponível torna o posicionamento

estratigráfico entre elas incerto, porém é feita aqui uma proposta de coluna litoestratigráfica (Figura 12). A associação recorrente entre alguns litotipos observada durante o mapeamento foi levada em conta na hora de interpretar as unidades litoestratigráficas, porém nem sempre esta associação é clara. Em alguns casos, só foi possível entender melhor algumas associações ao se examinar os furos de sondagem.

Figura 12 – Coluna litoestratigráfica proposta para as unidades mapeadas na área de estudo

Éon	Unidades Litológicas		
Proterozoico	 Suíte Intrusiva Máfica-Ultramáfica		 Unidade de Pegmatitos
Arqueano	 Unidade Metassedimentar	 Formação Ferrífera	 Unidade de Gnaisses Quartzo-Feldspáticos

Fonte: O autor, 2015.

5.2.1 Formação ferrífera

Em mapa, os afloramentos de formação ferrífera se agrupam em duas grandes lentes, representadas pelos dois altos supracitados, com cerca de 800 m de comprimento e 50 m de espessura aparente cada. Outras lentes menores ocorrem de maneira descontínua em relação a estes altos (APÊNDICE A). Em superfície, cada alvo aparenta ser uma só camada de formação ferrífera, mais ou menos tabular e contínua, porém nos furos de sondagem verificou-se que é formado na realidade por diversas intercalações de até dezenas de metros deste litotipo encaixadas em gnaisses quartzo-feldspáticos e rochas metamáficas, agrupados neste estudo na unidade de gnaisses quartzo-feldspáticos e na suíte intrusiva máfica-ultramáfica, respectivamente.

Em geral a formação ferrífera possui cor cinza escuro a cinza esverdeado, e sua mineralogia é composta essencialmente de hematita, magnetita, quartzo e anfibólio, daí a frequente tonalidade esverdeada.

Com base na mineralogia observada na área, a formação ferrífera pode ser dividida em duas fácies, que possuem, no entanto, conotação diferente daquela proposta por James (1954), de cunho deposicional. A fácies óxido é composta por bandas de hematita e magnetita intercaladas com bandas de quartzo (Figura 13) e a fácies silicato é composta por bandas de hematita, magnetita e anfibólio alternadas com bandas de quartzo (Figura 14). A fácies óxido parece predominar sobre a fácies silicato em Alto das Pedras, e o contrário foi observado no Serrote do Breu, onde predomina a fácies silicato, podendo significar alguma variação lateral que merece ser melhor investigada, através da descrição de todos os testemunhos de sondagem. Alguns afloramentos e blocos de formação ferrífera em Alto das Pedras apresentam bandas quartzosas mais desenvolvidas, principalmente próximos ao contato com os gnaisses quartzo-feldspáticos da unidade de gnaisses quartzo-feldspáticos.

A alteração intempérica é comum em superfície, porém devido à proporção relativamente menor de anfibólio em relação aos outros minerais, ela é mais bem observada nos tipos mais ricos neste mineral, cujos cristais estão frequentemente alterados, formando nódulos argilosos vermelhos, intersticiais nas bandas ferruginosas (Figura 15).

A formação ferrífera pode ser maciça, ou mais comumente bandada. O bandamento composicional é dado pela alternância de mesobandas ricas em óxidos de Fe \pm anfibólio, de cor cinza a cinza esverdeada, e mesobandas ricas em quartzo, de cor branca.

Figura 13 – Formação ferrífera da fácies óxido no Alto das Pedras



Legenda: Observar laminação persistente. Ponto CG-AP-MCT-0078.
Fonte: O autor, 2015

Figura 14 - Formação ferrífera da fácies silicato no Serrote do Breu



Legenda: Agulhas/fibras marrons de anfibólio alterado, indicadas pela seta. Ponto CG-SB-MCT-0278.
Fonte: O autor, 2015.

Figura 15 - Amostra de formação ferrífera da fácies silicato fortemente intemperizada



Legenda: Ponto CG-SB-MCT-0326.
Fonte: O autor, 2015.

As amostras de formação ferrífera descritas neste trabalho apresentaram hematita como o principal óxido de Fe, com magnetita predominando em apenas uma lâmina (ME-23B), e goethita subordinada, como mineral de alteração secundária. Quartzo é o principal mineral de ganga, porém, anfibólio também está presente em todas as lâminas estudadas.

Em termos de estruturas, todas as amostras, com exceção de uma (ME-294) exibiram microbandamento descontínuo, definido por cordões de óxidos de ferro intimamente associado com anfibólio que abrem e fecham, em meio a uma matriz de quartzo mais abundante que aqueles. Devido à granulação média a grossa dos cristais, os contatos das bandas não são plano-paralelos como acontece na maioria dos BIFs de baixo grau metamórfico, mas ao contrário, são bastante irregulares em termos de espessura. Os cristais de hematita nas bandas férricas possuem invariavelmente textura granoblástica, e subordinadamente podem ser tabulares, estando preferencialmente, e levemente orientados segundo seus eixos cristalográficos de maior dimensão. Todas as amostras exibiram feições de deformação, sendo ubíqua a extinção ondulante no quartzo. Uma lineação mineral foi identificada a partir da orientação preferencial dos cristais aciculares ou tabulares de anfibólio, podendo ser paralela ou formando baixo ângulo com o bandamento.

Estiramento mineral é muito bem representado em várias lâminas pela orientação preferencial dos cristais de quartzo alongado, formando fitas (Figura 16).

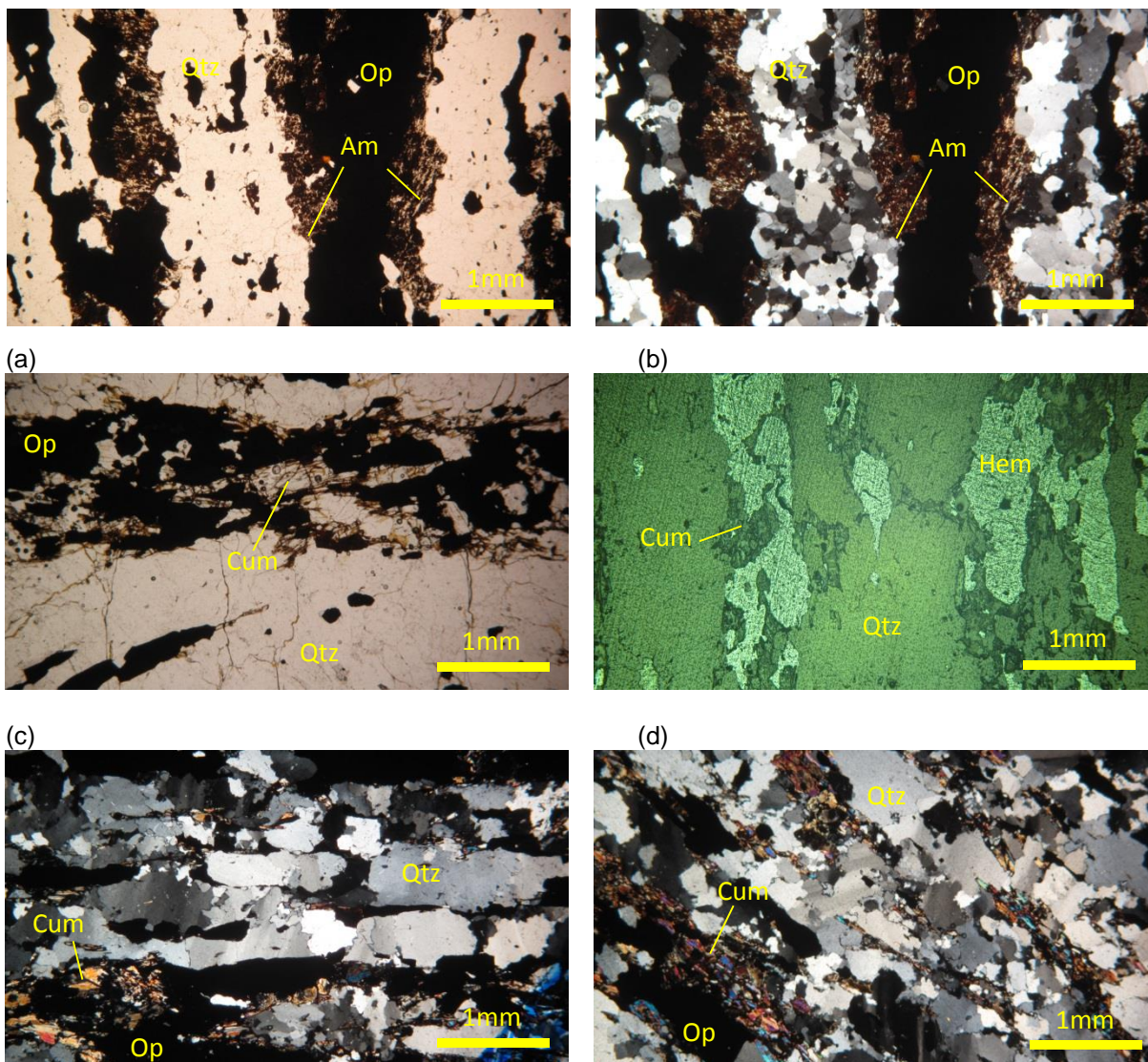
Em geral estas rochas apresentam texturas metamórficas, com cristais de quartzo e hematita exibindo geralmente textura granoblástica a nematoblástica. Cristais de anfibólio exibem frequentemente textura nematoblástica, geralmente segundo uma orientação preferencial, caracterizando uma lineação mineral, detalhada acima. O quartzo exhibe textura flagelada em diversas lâminas, caracterizada por bordas curvas e formas embaiadas. Este quartzo flagelado deve representar a ação de uma alteração secundária (silicificação), tardia em relação ao pico metamórfico, destruindo as texturas metamórficas pré-existentes.

A granulometria das amostras varia de equigranular (média) inequigranular (grossa a fina). Quartzo é o mineral que apresenta as maiores variações granulométricas, e também a granulação mais grossa (2,0 mm). Hematita é normalmente mais equigranular do que quartzo, porém em Alto das Pedras alcança a sua maior variação granulométrica, de 0,05 a 1,2 mm.

Os minerais essenciais da formação ferrífera são quartzo, hematita e cummingtonita. Magnetita varia de 35% a ausente e goethita de 20% a ausente. Os minerais acessórios são riebeckita, e provavelmente muscovita e biotita.

Quartzo é o principal mineral não-metálico, variando entre 35 e 65%, parecendo haver um leve enriquecimento nas amostras de Alto das Pedras em relação àquelas do Serrote do Breu, a exemplo do que foi observado em campo. O quartzo ocorre restrito às bandas silicosas, não sendo observado em geral nas bandas ricas em Fe. A granulação varia de 0,05 a 2,0 mm, sendo comumente mais variável que a dos óxidos e anfibólio. Os grãos são predominantemente anedrais e a textura mais frequente é a granoblástica (Figura 17), com contatos retos, formando, por vezes, textura poligonal e exibindo, mais raramente, pontos-tríplices com ângulos de aproximadamente 120°. Subordinadamente alguns grãos apresentam contatos irregulares e suturados, formando textura flagelada, indicativa provavelmente da ação de processos hidrotermais (silicificação tardia). Outros grãos, estirados, possuem contatos curvos e formas arredondadas. Extinção ondulante foi observada em todas as lâminas.

Figura 16 – Fotomicrografias de estruturas em amostras de formação ferrífera

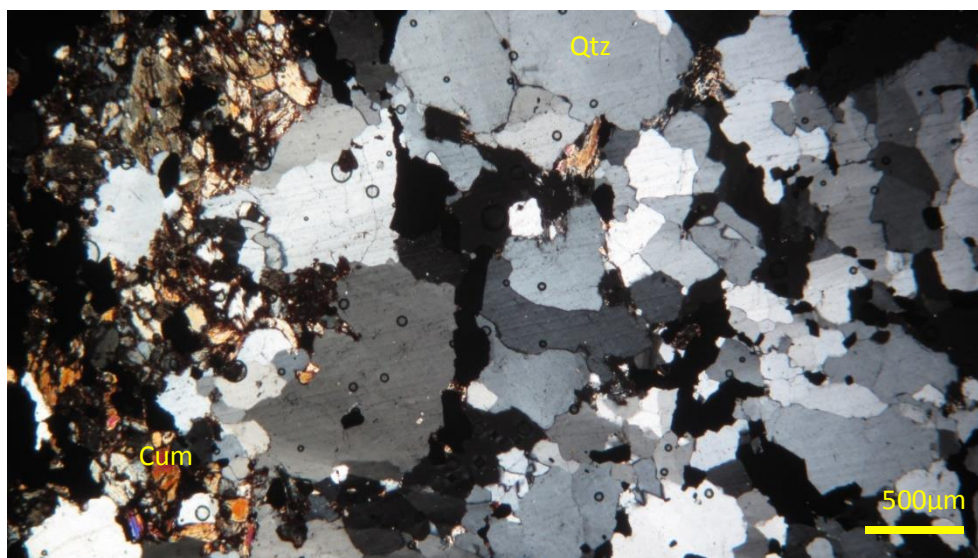


(e) (f)

Legenda: (a) e (b) - bandas irregulares de anfibólio e minerais opacos e de quartzo. Anfibólio está intensamente alterado para goethita. Luz transmitida, nicóis paralelos e cruzados, respectivamente. 2.5X. Lâmina ME-299A; (c) - bandamento definido pela orientação dos grãos de anfibólio e dos agregados de minerais opacos. Luz transmitida, nicóis paralelos. 2.5X. Lâmina ME-305A; (d) - bandas ricas em grãos de hematita e anfibólio, orientados, separadas por bandas ricas em quartzo. Luz refletida, nicóis paralelos. 2,5X. Lâmina ME-475; (e) - grãos de quartzo estirados e orientados paralelos ao bandamento. Luz transmitida, nicóis cruzados. 2.5X. Lâmina ME-475; (f) – bandas C com grãos de quartzo cominuídos, associados com anfibólio. Luz transmitida, nicóis cruzados. 2.5X. Lâmina ME-475.

Fonte: O autor, 2015.

Figura 17 – Fotomicrografia de grãos de quartzo em formação ferrífera



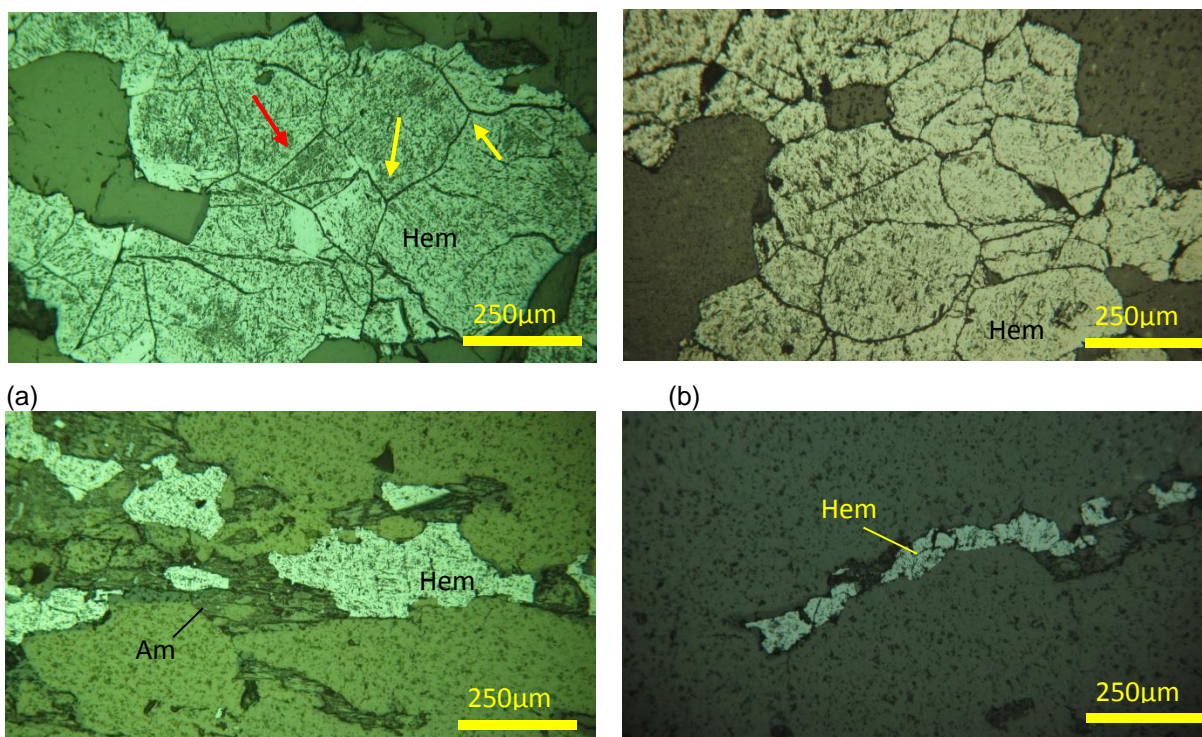
Legenda: Grãos de quartzo formam textura inequigranular xenoblástica. Luz transmitida, nicóis cruzados. 2,5X. Lâmina ME-97B.

Fonte: O autor, 2015.

Hematita é o principal óxido de Fe e ocorre restrito às bandas ricas em Fe, intimamente associada a anfibólios. Estes, e mais raramente o primeiro, apresentam-se fortemente orientados segundo a direção do seu maior eixo cristalográfico, definindo assim uma lineação mineral, e formando textura nematoblástica. As bandas compostas de hematita e anfibólio são bastante descontínuas, formando fitas separadas entre si por quartzo, e os contatos entre as bandas são bastante irregulares, daí o bandamento pouco penetrativo (Figura 16).

Os cristais de hematita são em média mais grossos que os de quartzo e anfibólio, variando de 0,05 a 1,2 mm, e são idioblásticos. Os contatos são comumente retos, poligonizados. Mais raramente alguns cristais possuem formato elipsoidal, arredondado, especialmente quando isolados nas bandas silicosas. Alguns cristais truncam cristais de anfibólio, cujos contatos mútuos são racionais, especulando-se aqui que estes possam ter nucleado a partir do primeiro, ou até mesmo se formado às custas daquele (Figura 18).

Figura 18 - Fotomicrografias de hematita em formação ferrífera

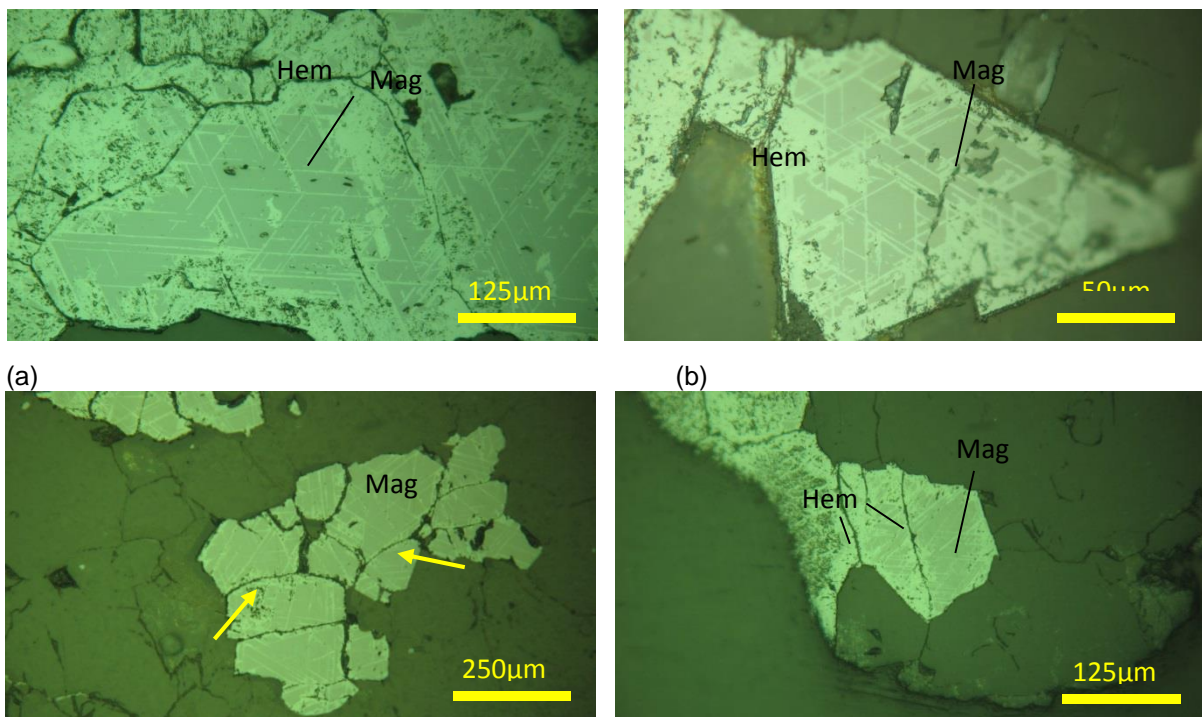


(a) agregado de cristais idio- e hipidioblásticos de hematita exibindo textura granoblástica-poligonal. Reparar contatos retos e pontos-tríplices $\sim 120^\circ$, indicados por setas vermelhas e amarelas, respectivamente. 10X. Lâmina ME-305B; (b) cristais idioblásticos de hematita, com textura granoblástica-poligonal, no topo da foto, e xenoblásticos com bordas curvas, bastante arredondados no centro da foto. 10X. Lâmina ME-97A; (c) - cristais de anfibólio fortemente orientados sendo truncados por hematita xenoblástica. É possível que o primeiro tenha nucleado a partir do segundo, ou que o segundo tenha recristalizado sobre o primeiro. Reparar continuidade entre bordas dos dois minerais ao centro. 10X. Lâmina ME-475; (d) fita de cristais orientados de hematita. 10X. Lâmina ME-97A. Todas as fotomicrografias em luz refletida e nicóis paralelos.

Fonte: O autor, 2015.

É muito comum a presença de relictos triangulares e romboédricos de magnetita em cristais de hematita, exibindo textura em treliça (RAMDOHR, 1969). Em apenas uma lâmina (ME-23B) magnetita é mais abundante que hematita, sendo substituída parcialmente nas bordas destes, e nas clivagens, por hematita (martitização; Figura 19).

Figura 19 – Fotomicrografias de magnetita e hematita em formação ferrífera



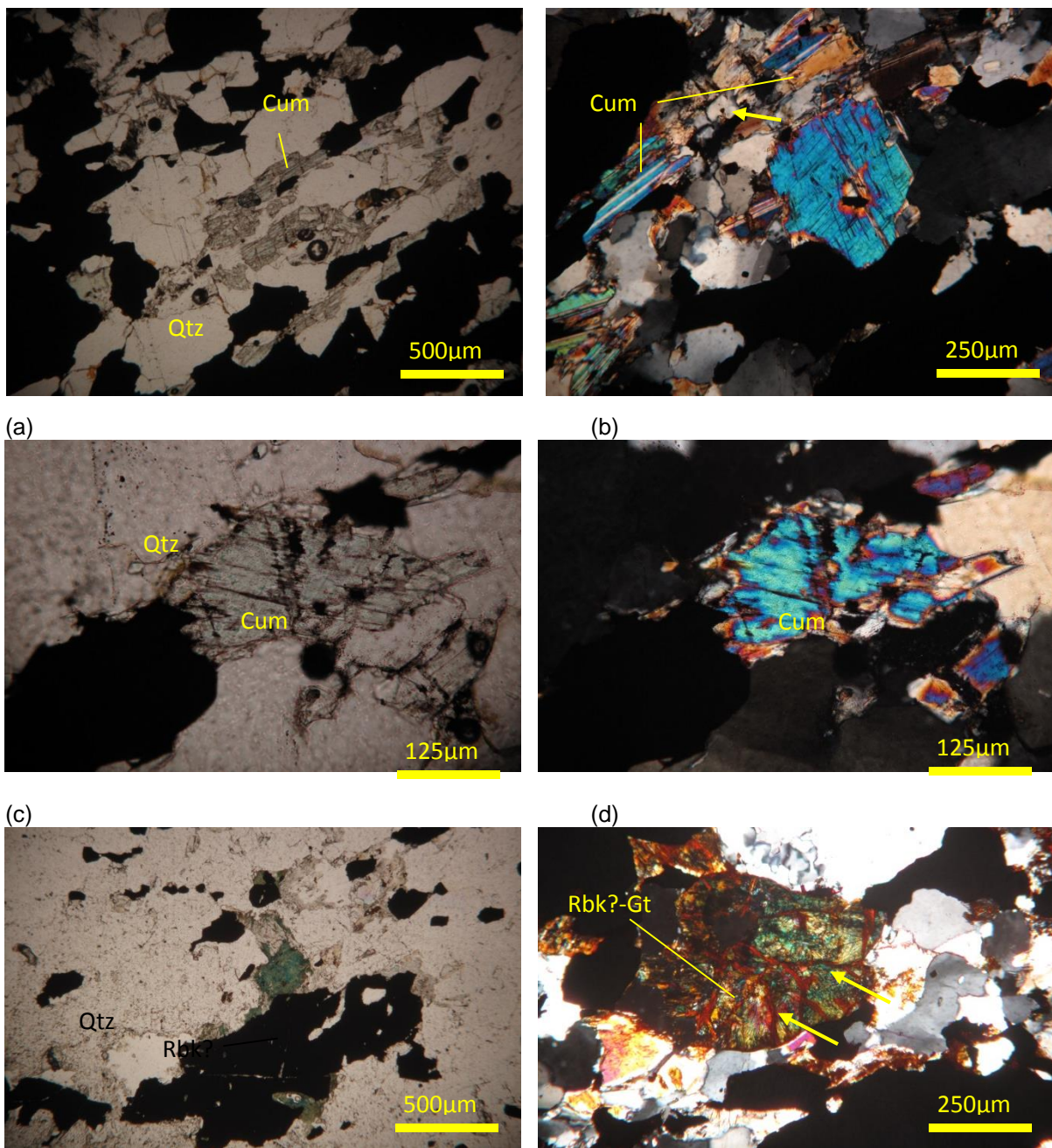
(c) (d)
 Legenda: (a) - magnetita reliquiar exibindo textura em treliça em cristal de hematita xenoblástico, com bordas curvas. Notar magnetita sendo transformada em hematita ao longo de planos cristalográficos preferenciais e nas bordas dos cristais. 20X. Lâmina ME-299A; (b) - cristal triangular de hematita pseudomórfico (octaédrico) sobre magnetita, exibindo textura em treliça. 50X. Lâmina ME-305B; (c) - cristais xenoblásticos de magnetita substituídos parcialmente por hematita em textura treliça. Observar contatos curvos da magnetita, indicados pelas setas. 10X. Lâmina ME-305B; (d) - magnetita exibindo textura em treliça em cristal de hematita (claro). 20X. Lâmina ME-97B. Todas as fotomicrografias em luz refletida e nicóis paralelos.

Fonte: O autor, 2015.

O anfibólio (cummingtonita) ocorre em geral associado aos óxidos de ferro. Apresentam-se com hábito idioblástico a hipidioblástico, formas tabulares e prismáticas e geralmente apresentam-se segundo uma orientação preferencial. A cor varia de verde pálido a incolor, fracamente não pleocroico. Mais raramente, distingue-se anfibólio verde azulado, com hábito xenoblástico e extinção incompleta, muito provavelmente riebeckita, ou arfvedsonita (Figura 20).

Goethita ocorre bordejando cristais ou agregados de hematita e magnetita, e como alteração do anfibólio, ou em vênulas, preenchendo fraturas (Figura 21).

Figura 20 – Fotomicrografias de anfibólios em formação ferrífera

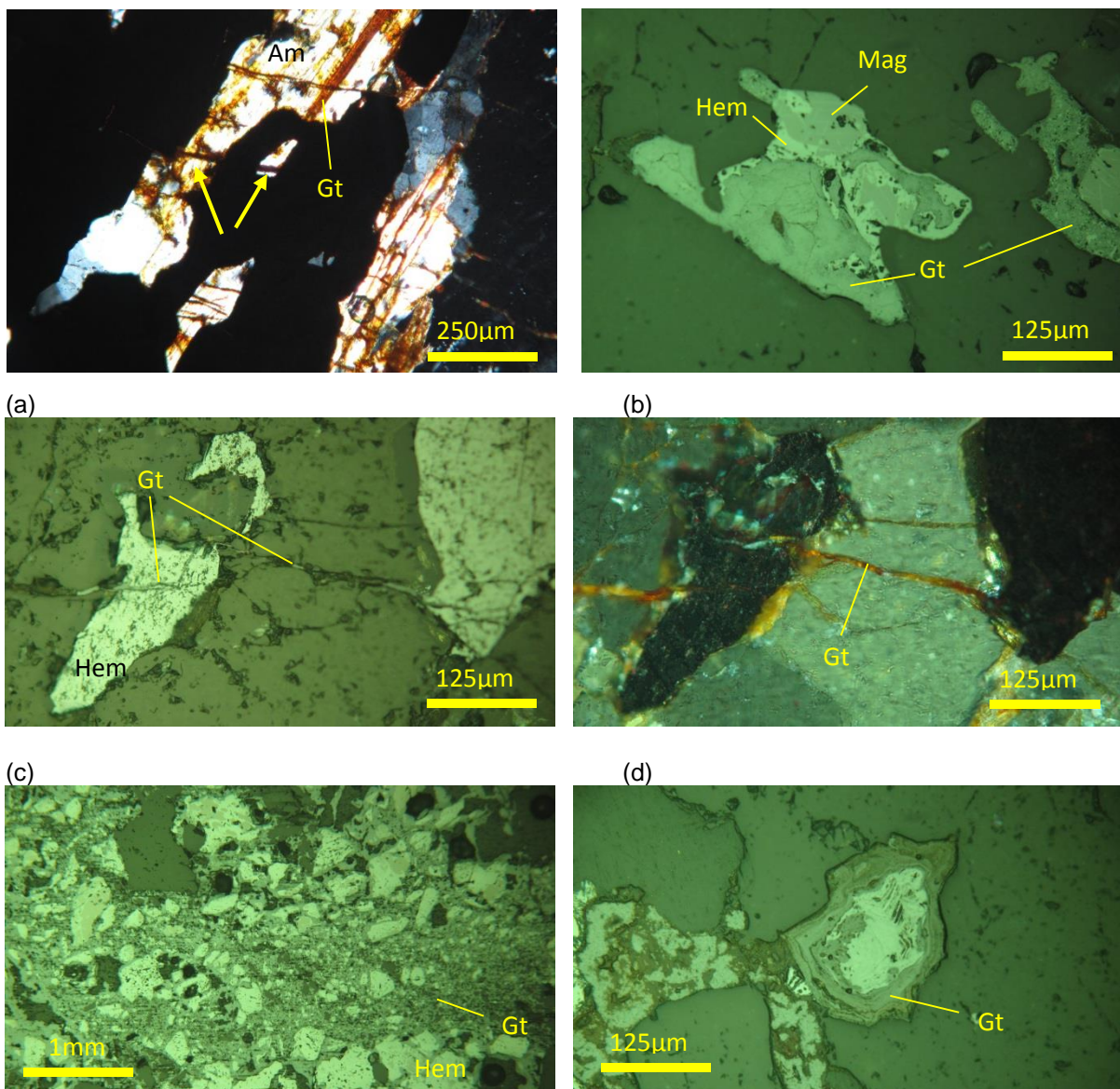


(e) (f)

Legenda: (a) – cristais hipidioblásticos tabulares de cummingtonita fortemente alinhados, intimamente associados com opacos (hematita). Nicóis paralelos. 5X; (b) - cristais idioblásticos de cummingtonita geminados e zonados, intimamente associados com opacos. Notar cristal xenoblástico de quartzo (seta) obliterando anfibólio (substituição?). Nicóis cruzados. 10X. (c) e (d) – cristal de cummingtonita com inclusões de opaco alinhadas segundo clivagem e exibindo zonação com cor de interferência azul de 2ª ordem no centro. 20X. Nicóis paralelos e cruzados, respectivamente; (e) - cristais xenoblásticos de riebeckita em contato com opaco e cummingtonita. Nicóis paralelos. 5X; (f) - cristais xenoblásticos de riebeckita em contato com opacos e cummingtonita. Notar vênulas marrons de goethita, indicadas por setas e extinção incompleta do primeiro anfibólio. Nicóis paralelos e cruzados, respectivamente. 10X. (a), (c) e (d) – Lâmina ME-23A; (b), (e) e (f) - Lâmina ME-528A. Todas as fotomicrografias em luz transmitida.

Fonte: O autor, 2015.

Figura 21 – Fotomicrografias de goethita em formação ferrífera



(e) (f)

Legenda: (a) – alteração de anfibólio para goethita nos planos de clivagem. Notar inclusão de anfibólio em continuidade cristalográfica com cristais exteriores, indicada por setas. Luz transmitida, nicóis paralelos. 10X.; (b) - cristais xenoblásticos de magnetita martitizados e/ou oxidados nas bordas para hematita, e alterados tardiamente para goethita. Luz refletida, nicóis paralelos. 20X.; (c) e (d) - vênula de goethita tardia, cortando cristal xenoblástico de hematita. Luz refletida, nicóis paralelos e cruzados, respectivamente. 20X.; (e) - relictos de hematita em matriz de goethita. Observar relictos de magnetita nos grãos de hematita. Nicóis paralelos. 2.5X. Lâmina ME-294; (f) - grão de goethita com textura coloforme-concêntrica. Nicóis paralelos. 20X. (a), (c) e (d) - Lâmina ME-305A; (b) e (f) - Lâmina ME-299A.

Fonte: O autor, 2015.