

CAPÍTULO VIII- CONCLUSÕES

Com base nos dados e resultados obtidos no presente trabalho, as seguintes conclusões podem ser enumeradas:

1) A seção sedimentar do ofiolito de Ribeirão da Folha é composta, em ordem decrescente de abundância, pelos seguintes litotipos:

- **Quartzo-mica xisto** de granulação variável entre fina e média, textura lepidoblástica, composto basicamente por quartzo e biotita, com muscovita, granada, estaurolita, cianita e minerais opacos (ilmenita \pm sulfetos) subordinados;

- **Xisto peraluminoso** de granulação variável entre média e grossa, textura lepidoblástica, constituído essencialmente por micas, quartzo, granada, cianita e estaurolita. Ilmenita, sulfetos, grafita, rutilo e zircão são acessórios comuns. Quimicamente, os porfiroblastos de granada, com composição dominada pela molécula da almandina, caracterizam-se por zonas centrais ricas em Ca e Mn e bordas enriquecidas em Mg e Fe. As palhetas de biotita são homogêneas e, em relação à composição, tendem ao membro final da série annita-flogopita;

- **Xisto grafitoso** intercalado no quartzo-mica xisto e xisto peraluminoso, constituído por grafita, muscovita, quartzo, cianita e biotita. Sulfetos são os acessórios comuns;

- **Metacherts**: são rochas compostas essencialmente por quartzo e minerais que evidenciam contribuição aluminosa (pelítica), cálcico-ferro-magnésiana e titanífera. Quatro variedades foram distinguidas, com base na composição mineralógica, coloração e presença de sulfetos: (i) Tipo 1- metachert de coloração branca a cinza-clara, puro, onde o quartzo é o mineral principal (> 80% do volume total da rocha); (ii) Tipo 2- metachert de coloração branca a cinza-clara, micáceo, composto basicamente por quartzo e muscovita; (iii) Tipo 3- metachert de coloração cinza-clara, impuro, formado por quartzo, anfibólio (solução sólida da série da tremolita), muscovita, plagioclásio cálcico ($An_{88-92,3}$; $Ab_{0,2-0,3}$; $Or_{7,6-11,7}$), granada e sulfetos e, (iv) Tipo 4- metachert de coloração cinza-escuro, impuro, composto por quartzo, granada (rica nas moléculas de almandina e espessartita), anfibólio (membro intermediário da série das hornblendas), carbonato e sulfetos;

- **Formações ferríferas bandadas dos tipos silicato, óxido e sulfetos**, associadas aos metacherts e diopsiditos no médio Ribeirão da Folha. A FFB do tipo silicato apresenta bandas ferruginosas compostas por granada (rica nos termos almandina e piropo), anfibólio (membro intermediário da série cummingtonita-grunerita), biotita e clorita. As bandas ferruginosas da FFB do tipo óxido são compostas, principalmente, por magnetita de granulação fina;

- **Diopsídio** de granulação predominantemente grossa, com foliação inexistente ou incipiente, composto por bandas ricas em quartzo \pm anfibólio (tremolita) e bandas ricas em diopsídio + tremolita + sulfetos \pm titanita \pm carbonato.

2) As formações ferríferas bandadas do tipo óxido da Formação Capelinha apresentam bandas ferruginosas compostas predominantemente por hematita (produto da martitização da magnetita), com magnetita e ilmenita subordinados. Ilmenita é comum em grande parte dos ortoanfibolitos e xistos pelíticos da Formação Ribeirão da Folha. Este fato, juntamente com a associação com quartzitos e metapelitos, sugere que a FFB da Formação Capelinha seja produto da erosão da pilha ofiolítica antes do metamorfismo regional, mas ainda durante a fase de transporte tectônico pré- a sincolisional.

3) Dois acervos de estruturas principais são caracterizados para a área em estudo: (i) **acervo dúctil**, evidenciado por uma xistosidade principal (Sn), que localmente se caracteriza como uma clivagem de crenulação que transpõe uma foliação anterior (Sn-1) e, (ii) **acervo rúptil**, marcado por dois sistemas de fraturas preferenciais, com direções NE e NW, e por um sistema de clivagem espaçada rúptil ou de fratura.

4) A caracterização do metamorfismo regional foi estabelecida a partir da análise qualitativa e quantitativa de associações mineralógicas presentes nos xistos pelíticos. A análise qualitativa baseou-se na individualização das seguintes paragêneses minerais: (i) quartzo + muscovita de granulação fina (variedade sericita) \pm biotita, relacionada à foliação (Sn-1) e que indica fácies xisto verde baixo e, (ii) quartzo + biotita + granada \pm estauroilita \pm cianita \pm muscovita \pm plagioclásio \pm minerais opacos, associada à xistosidade principal (Sn) e indicadora de fácies anfibolito, zona da cianita.

5) A análise quantitativa foi realizada com base em cálculos de pressão e temperatura da xistosidade principal (Sn), através do par granada-biotita (6 calibrações) e do banco de dados termodinâmicos Thermocalc V 3.1. Os intervalos de temperatura (530-600° C) e pressão (4,9-5,3 kbar) obtidos indicam que a seção sedimentar do ofiolito sofreu metamorfismo sob condições de fácies anfibolito intermediário, de média pressão e temperatura antes da 1ª isógrada da anatexia. Estes dados estão coerentes com as paragêneses obtidas na análise qualitativa do metamorfismo.

6) A caracterização minerográfica das diversas fases sulfetadas, baseada principalmente em relações texturais, de inclusão e de intercrescimento, permite a identificação de pelo menos três estágios de sulfetação nas rochas da unidade sulfetada (metacherts dos tipos 2 a 4 e diopsiditos), relacionados à recristalização mineral durante o metamorfismo regional e à circulação de fluidos hidrotermais. A análise das características citadas acima permite o reconhecimento da sequência de formação das fases sulfetadas, numa ordem que pode ser exemplificada da seguinte maneira:

Precipitação de sulfetos a partir de um fluido hidrotermal submarino (estágio 1) → metamorfismo regional com recristalização mineral (estágio 2) → alteração hidrotermal (estágio 3)

O estágio 1 caracteriza-se pela precipitação de pirita + calcopirita (mais algum outro sulfeto ?) a partir de um fluido hidrotermal sobre/ou próximo ao assoalho oceânico. A percolação deste fluido é condicionada pelo processo de convecção alimentado pelo calor dos corpos máfico-ultramáficos subvulcânicos.

O estágio 2 está relacionado ao metamorfismo regional de fácies anfibolito médio (temperatura entre 530° e 600° C e pressão entre 4,9 e 5,3 kbar) e caracteriza-se pela recristalização de pirita + calcopirita sob a forma de pirrotita, um sulfeto de mais alta temperatura. Esta é a principal fase de geração de sulfetos e, de maneira geral, pode ser evidenciada por:

(i) recristalização dos sulfetos ao longo da xistosidade principal (Sn), principalmente nas variedades de metachert. Nas amostras de diopsidito, os sulfetos estão associados, preferencialmente, às bandas ricas em diopsídio e tremolita, preenchendo espaços intergranulares ou como inclusões no diopsídio. A diferença de reologia entre os dois litotipos condiciona esta diferença de comportamento. Os diopsiditos apresentam bandamento (metamórfico ?) bem desenvolvido, sendo gerados no domínio dúctil-rúptil. Neste contexto, os sulfetos se concentram nos contatos entre os grãos, preenchendo os espaços vazios;

(ii) inclusões de pirita e/ou calcopirita nos cristais de pirrotita, mostrando a nítida relação entre os dois primeiros sulfetos e a geração de pirrotita. Entretanto, a presença de certa quantidade de pirrotita isenta de inclusões sugere o consumo total de pirita + calcopirita ou a formação a partir de outros fluidos hidrotermais.

O terceiro estágio é caracterizado pela alteração de minerais previamente formados por circulação de fluidos hidrotermais superficiais. Duas etapas podem ser distinguidas:

(i) alteração de pirrotita, com substituição por microcristais de pirita e marcassita, gerando a pirrotita olho-de-pássaro. Esta feição ocorre generalizadamente neste sulfeto;

(ii) alteração da pirrotita olho-de-pássaro e calcopirita, gerando pirita botrioidal (concêntrica) e covelita, respectivamente.

7) A caracterização química dos minerais opacos englobou os principais sulfetos e inclusões. De uma maneira geral, a distribuição dos elementos maiores em todos os sulfetos é homogênea, não apresentando diferenças significativas entre borda e núcleo dos cristais. Dentre os elementos menores, os que mais se destacam são os siderófilos Ni e Co, especialmente nas amostras de diopsidito sulfetado com inclusões de pentlandita cobaltífera (26,6-29,6% Ni e 10,5-10,9% Co). Raros cristais cromíferos (alumínio cromita?), associados à pirrotita, estão presentes nos diopsiditos e podem ser herança química de fluidos extraídos de rochas máfico-ultramáficas.

8) O tratamento e interpretações dos dados litoquímicos buscou a avaliação da importância relativa entre as contribuições pelítica, da água do mar e das rochas ígneas. As variedades de metachert (tipos 1 a 4) apresentam contribuição pelítica crescente, com aumento no conteúdo de aluminossilicatos e micas, e dos teores de Al_2O_3 e K_2O . O padrão de distribuição dos elementos terras raras, especialmente do tipo 4, é próxima dos xistos pelíticos. A forte anomalia negativa de Eu é outro fator importante e ratifica a contaminação pelítica do precipitado hidrotermal. O diopsidito é uma rocha híbrida, com porções exalativas (evidenciada por quartzo + sulfetos) e marcante contribuição química de assinatura máfico-ultramáfica. Trata-se de uma rocha rica em cálcio e magnésio que provavelmente foram lixiviados da pilha máfica e/ou seção ultramáfica. O enriquecimento em Cr, Ni e Co é marcante na amostra do alto Ribeirão da Folha, que se associa aos corpos de ortoanfibolitos.

9) A FFB do tipo silicato está intimamente associada aos xistos pelíticos em todos os diagramas apresentados, sugerindo que houve adição de material argiloso ao fluido ferro-silicoso exalativo.

10) A partir da caracterização petrográfica e geoquímica e das relações de campo, o ambiente de deposição dos litotipos da seção sedimentar são interpretados da seguinte maneira: (i) as variedades de metachert e as formações ferríferas bandadas se depositaram longe da fonte hidrotermal; as principais evidências são a grande contribuição pelítica sobre estas rochas e a nítida diferença do padrão de distribuição dos ETR destas litologias e daquelas depositadas próximo à fonte hidrotermal em zonas ativas nos dias atuais e, (ii) os diopsiditos sulfetados provavelmente são representantes dos condutos exalativos, deformados e desmembrados tectonicamente.

11) As principais ocorrências auríferas estão associadas às zonas de cisalhamento sulfetadas e veios de quartzo, sem registro significativo deste metal. Os fluidos mineralizantes, produtos da desvolatilização das rochas metassedimentares durante o metamorfismo regional de fácies anfibolito médio, não encontraram condições propícias para deposição de ouro nas zonas de cisalhamento, mais provavelmente em função das condições de PT do metamorfismo (530-600° C; 4,9-5,3 kbar) do que da ausência de rochas geoquimicamente capazes de provocar a cristalização dos compostos portadores de Au. Assim, a área de Ribeirão da Folha-Baixa Quente representaria uma zona profunda de produção de fluidos, com pequena capacidade de retenção de mineralização aurífera em suas rochas. Os xistos hospedeiros dos veios auríferos da região de Minas Novas, que apresentam metamorfismo de fácies xisto verde e/ou transição xisto verde/anfibolito (zona da granada; *ca.* 450° C; Pedrosa-Soares, 1995), seriam os receptores dos fluidos metamórfico-hidrotermais, produzidos e liberados por seção mais profunda da Formação Ribeirão da Folha, localizada na área estudada nesta dissertação, a temperaturas entre 530° e 600° C.

12) Os elementos do grupo da platina (EGP) também não apresentam ocorrência e/ou anomalias significativas nas amostras metassedimentares.

13) No estágio atual dos estudos, considerados também os dados disponíveis além desta dissertação, o ofiolito de Ribeirão da Folha se apresenta como alvo de pouco interesse prospectivo, embora os trabalhos realizados tenham sido, até o momento, somente de cunho científico, à exceção das campanhas regionais de prospecção que muito pouco detalharam este terreno.