

8 PROPOSTA DE EVOLUÇÃO ESTRUTURAL DO DEPÓSITO PILAR

A evolução deste depósito pode ser expressa segundo a evolução do Quadrilátero Ferrífero já descrita por diversos autores tais como Noce 1995; Noce *et al.* 2001, Chemale Jr. *et al.* 1992, 1994, Endo 1997, Alkimin & Marshak 1998, Baltazar & Zuchetti, 2005, dentre outros.

Trabalhos geocronológicos foram efetuados por Lobato *et al.* (2001a,b) e Noce *et al.* (2005), de forma que estes dados demonstram que a evolução tectônica do Supergrupo Rio das Velhas se deu no Arqueano. Corroborando com estas interpretações, De Witt *et al.* (1996) obteve uma idade de 2,65 Ga para a mineralização aurífera da Mina de São Bento através da datação Pb-Pb em amostras de arsenopirita refratária e pirita remobilizada do minério bandado.

Para a elaboração do ambiente geológico e sua evolução, resumimos abaixo os dados mais relevantes acerca do Depósito Pilar, tal como citados anteriormente:

- A geologia do depósito é constituída por rochas ultramáficas, máficas, vulcanoclásticas e sedimentares que foram deformadas e metamorfasadas na fácies xisto-verde superior à anfibolito inferior.
- Níveis de formação ferrífera ocorrem predominantemente sobre os metapelitos, mas a presença deste litotipo foi observada dentro da ultramáfica.
- São identificados 4 eventos deformacionais onde predominam as características de ambiente compressional, sendo os eventos mais importantes D₁, responsável pela dobra regional, e o evento D₂ que caracteriza a zona de empurrão das rochas do Grupo Quebra Osso sobre as do Nova Lima. A vergência predominante é NW. O posicionamento do fluido hidrotermal mineralizador do Depósito Pilar se deu durante o evento D₁.
- A grande parte dos elementos estruturais observados demonstram que o depósito está posicionado em um ambiente da crosta de interface dúctil para rúptil.
- A mineralização exhibe um controle estrutural que está relacionado com a fase de dobramento mais antiga e a zona de *shear*, apontando para a formação do depósito em um ambiente compressional, onde a mineralização marca o final da fase de dobramento D₁ e sua contemporaneidade com a zona de *shear*.
- A diferenciação entre minerais metamórficos e hidrotermais não é clara, mas dados da literatura obtidos por Passos (1999), Lobato *et al.*, (2000), Martins Pereira *et al.* (2007), dentre outros apontam para uma paragênese metamórfica do fácies xisto sendo que os minerais hidrotermais ocorrem sobrecrescidos a estes minerais metamórficos.
- Foram identificados 3 tipos de mineralizações auríferas, que ocorrem espacialmente próximas, sendo a principal delas a mineralização *stratabound*.
- Níveis de xisto carbonoso ocorrem em toda coluna estratigráfica da área, demonstrando períodos de quietude durante a formação do depósito.

Além das características supracitadas utilizaremos também as análises geoquímicas de terras raras para oito amostras de formação ferrífera do Depósito Pilar e pertencentes as zonas de alteração distal, intermediária e proximal.

O variograma das análises geoquímicas (Figura 25) demonstra que existe uma distribuição regular dos elementos terras raras e que não há grandes mudanças no padrão em relação a formação ferrífera bandada de Issua (Dimek & Klein, 1988), sendo este típico de formação ferrífera bandada arqueana.

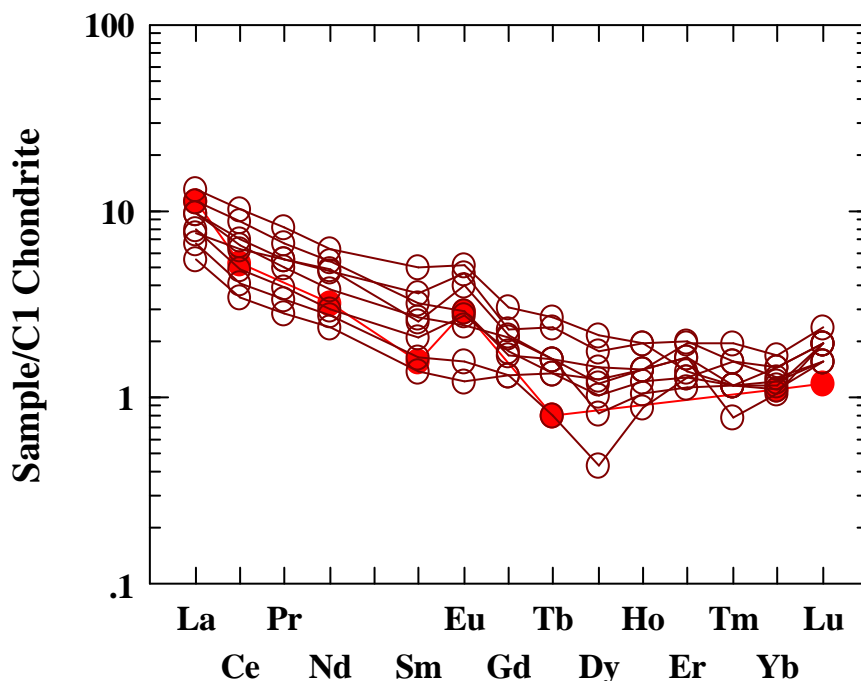


Figura 25 - Variograma de oito amostras (círculos cheios) de formação ferrífera bandada do Depósito Pilar normalizadas em relação ao Condrito (Dymek & Klein, 1988) apresentando distribuição regular dos elementos terras raras. Observar que o fluido hidrotermal não fomentou grandes mudanças no padrão da formação ferrífera do Depósito Pilar, sendo este padrão, típico de formação ferrífera bandada arqueana.

Pelo exposto acima, pode-se idealizar que o Depósito Pilar teve sua origem em um ambiente geológico que remonta do Arqueano, e que segundo as características litológicas de vulcanismo e sedimentação apontam para um ambiente de arco magmático cujo depósito aurífero obedece o modelo de ouro orogênico, mesotermal, ambientado na fácies xisto verde médio à anfibolito fraco.

O depósito tem características de ser formado em inicialmente, em um ambiente de arco magmático onde se deu a deposição do Grupo Quebra Osso (suite ultramáfica) com a formação do assoalho oceânico. Posicionamento dos corpos graníticos, localizados fora da área do depósito, pode ter ocorrido nesta fase.

Posteriormente houve a deposição das rochas máficas (basaltos) pertencentes ao Grupo Nova Lima. É possível que tenha acontecido períodos de calmaria tectônica que possibilitaram a deposição de vários níveis de pelitos finos tais como folhelhos e os níveis alternados de óxidos de ferro e sílica, que hoje são representados pelos xisto carbonoso e formação ferrífera que estão posicionados em diversos níveis estratigráficos. Ao final da atividade tectônica houve a deposição de um pacote razoável de turbiditos vulcanoclásticos. Nova calmaria tectônica favorece a deposição dos metapelitos e da formação ferrífera.

Após um período de quietude tanto no magmatismo quanto na deposição dos sedimentos tem início o primeiro evento deformativo (D₁) caracterizado pela geração de dobras isoclinais à apertadas, geradas por fluxo flexural e com vergência para NW. É neste evento que se forma a charneira da dobra maior existente no alvo São Jorge e o posicionamento dos fluidos hidrotermais mineralizados em ouro que percolaram até a superfície.

Movimentos orogênicos compressionais, com vergência para NW, propiciaram a formação a Zona de Cisalhamento Principal em um evento D₂ que fizeram com que as rochas mais antigas, representadas pelo Grupo Quebra Osso fossem empurradas sobre as rochas do Grupo Nova Lima.

Tomando como base dados de geocronológicos das mineralizações auríferas estabelecida por Lobato et al. (2007) e De Witt et al. (1996) pode-se, por analogia, supor que o posicionamento das mineralizações auríferas do Depósito Pilar ocorreu durante o Arqueano.

9 CONCLUSÕES

O estudo até então realizado no Depósito Pilar permite-nos listar algumas conclusões à respeito do depósito e que estão descritas à seguir:

1 - O mapa geológico do Depósito de Pilar representa uma grande contribuição deste trabalho no sentido de se compreender o contexto do depósito ora estudado. Ele demonstra que dentro do depósito existe uma variação litológica representada por um pacote de rochas ígneas, sedimentares e metamórficas que foram deformadas e metamorfisadas.

2 - As observações de campo e os estudos petrográficos mostram que a área do depósito apresenta uma complexidade na sua evolução estrutural que é proveniente de quatro eventos deformacionais. Estes eventos são caracterizados por dobras, zonas de empurrão, que são superpostas por falhas, e zonas de cisalhamento tardias, que afetam tanto as unidades do Grupo Quebra Osso, quanto as do Nova Lima.

A estrutura geral do Depósito Pilar está sintetizada em uma dobra regional fechada a isoclinal, relacionada ao primeiro evento (D_1), caracterizando um sinforme assimétrico, de plano axial com *trend* NE-SW, da ordem de 45° az, mergulhos variáveis em torno de $22^\circ - 65^\circ$ para SE, com média em torno de 50° . Superimposta a esta ocorre uma zona de empurrão, relacionada ao segundo evento (D_2), de *trend* NE-SW, aqui denominada de "Zona de Cisalhamento Principal", que mostram feições geométricas de rampa frontal oblíqua, discordante do plano axial da principal dobra existente na área.

3 - As paragêneses mineralógicas observadas correspondem a constituintes minerais hidrotermais originados após o último pico de metamorfismo da fácies xisto verde, existente na área cujas paragêneses foram atestadas por Passos (1999).

4 - Foram identificados três halos de alteração hidrotemal divididos em distal, intermediário e proximal tomando como base o posicionamento dos mesmos em relação ao centro da zona mineralizada, cujos fluidos foram percolados através estruturas permeáveis, que permitiu que estes fluidos se posicionassem em *traps* estruturais e zonas quimicamente favoráveis à precipitação do ouro.

5 - Os dados aqui levantados apontam a mineralização do Depósito Pilar como sendo de origem hidrotermal, com o ouro ocorrendo via de regra associado à presença de sulfetos e se posiciona principalmente nas zonas de contato da capa e lapa da formação ferrífera bandada, cuja extensão da ordem de 800 metros ao longo do *trend*. É de caráter epigenético e estruturalmente controlada segundo o *plunge* do eixo da dobra D_1 onde foram observados quatro corpos principais sendo que pequenos corpos de dimensões podem ocorrer dentro da estrutura mineralizada. A espessura destes corpos é da ordem de 3,5 metros, podendo alcançar até 10 metros de espessura e, no Pit 15, um máximo de 2,5 metros.

6 - São identificados três estilos de mineralização dentro do depósito: (i) *stratabound*, na formação ferrífera bandada, (ii) associado a veios quartzo-carbonáticos em xistos máficos e (iii) disseminado tanto nas rochas máficas quanto nas vulcanoclásticas. Destes, o mais importante é o estilo *stratabound* e o associado a veios quartzo-carbonáticos, pois estes encerram a mineralização de teor econômico dentro do depósito.

O ouro estudado nas seções polidas delgadas é de granulação fina, ocorrendo em diminutos grãos inclusos, bordejando ou em fraturas na arsenopirita, ou livres em venulações quartzosas, em menor

proporção. Atesta-se que quanto maior for a quantidade de arsenopirita maior será seu conteúdo em ouro.

7 - Através dos dados coletados em campo, dados bibliográficos e do estudo das seções polidas delgadas demonstram que a mineralização aurífera do Depósito Pilar é epigenética e baseado em evidências estruturais e geocronológicas (Lobato *et al.* 2007; De Witt, 1969) este trabalho interpreta a mineralização como sendo formada no Arqueano, nos estágios finais do evento D₁.

8 - Dentre as principais características da mineralização aurífera do Depósito Pilar podemos citar que, além de ser estruturalmente controlada, não está dobrada, apresenta truncamentos nas zonas de contatos, há uma intensa substituição dos carbonatos pelos sulfetos que por sua vez estão posicionados comumente nas charneiras das dobras de D₁ e que os *ore shoots* são geralmente paralelos aos eixos das dobras de D₁ e a lineação de estiramento mineral, com caimento para SE.

9 - Uma das características mais importantes observadas é a continuidade dos corpos *down plunge* principalmente nos corpos posicionados na região do *Pit* São Jorge.

10 - De uma forma geral pode-se caracterizar o Depósito Pilar como sendo um depósito de ouro orogênico, no sentido de Groves *et al.* (1998), localizado em um cinturão metamórfico altamente deformado, com metamorfismo situado entre a fácies xisto verde alto e anfíbolito baixo, com sulfetação fraca onde os principais sulfetos são a pirrotita e a arsenopirita.

Como sugestão de estudos futuro, várias possibilidades são aventadas de forma que estas possam contribuir para se aprofundar mais no conhecimento da mineralização aurífera e que à partir desta outros alvos em potencial semelhante venham à ser encontrados:

A - Sugere-se um estudo detalhado envolvendo trabalhos de análise estrutural, geoquímica e mapeamento na zona de contato do Grupo Quebra Osso, com o Grupo Nova Lima, especificamente no contexto da Zona de Cisalhamento Principal. Considerando que existem zonas mineralizadas em ouro no âmbito do Pit 15, outras mineralizações semelhantes podem ocorrer tanto para NE, quanto para SW.

B - Durante o estudo observou-se que a ocorrência de biotita aparentemente restringe-se ao contexto do Depósito Pilar, o que o colocaria em uma zona de metamorfismo de temperaturas mais altas, diferentemente das outras regiões e minas de ouro existentes dentro do Quadrilátero Ferrífero. Desta forma, sugere-se que seja feito um mapeamento destas ocorrências de biotita e qual a sua relação com a Zona de Cisalhamento Principal e a possível ocorrência de mineralização aurífera nestas zonas.

C – Fazer um trabalho de análise estrutural com foco na coleta de informações cinemáticas para melhor se entender o contexto das deformações D₁/D₂, principalmente no tocante a Zona de Cisalhamento Principal, e melhor definição destes eventos com relação a mineralização aurífera do Depósito Pilar.