



Anomalias de Suscetibilidade Magnética do Batólito de Teixeira (Província Borborema) e sua relação com a Zona de Cisalhamento de Itapetim.

Rosenberg Garcia Lima, PETROBRAS.

Carlos José Archanjo, GMG/IG/USP

José Wilson Paiva Macedo, DFTE/UFRN

Abstract

The batholith granitic of Teixeira forms a large ENE-trending dyke of 80 km along and 10 km wide emplaced between pelitic metasediments and “Cariris Velhos” orthogneisses. The batholith was locally deformed by shear zones, the most important the NE-trending Itapetim Shear Zone (ISZ) which cross cut the eastern part of the dyke. In the gneiss situated in the southern part of the batholith, the ISZ host gold bearing quartz veins of the Itapetim District. A detailed magnetic study on the batholith show high susceptibilities ($> 10^{-3}$ SI) near fault and fractures zones that decrease in magnitude ($< 0.5 \times 10^{-3}$ SI) far from deformed zones. Thermomagnetic data and hysteresis parameters of the high susceptibility rocks revealed that the main carrier of susceptibility is a multidomain, Ti-poor magnetite. The mean coercivity around 4.8 mT indicates that the magnetic properties are yielded by finest magnetite particles ($< 10 \mu\text{m}$). MEV backscattering examination found nearly equant magnetite grains varying from 180 μm down to 5 μm . Some grains display fine, discontinuous stripes of hematite occupying octahedral planes. Barite veins cross cutting the silicate framework and cavities infilled by microcrystalline quartz and TR-enriched allanite hosted in magmatic quartz crystal indicates that an oxidizing hydrothermal environment was associated with shear zone deformation. The relation between fluid fluxes within this segment of the Itapetim shear zone and evolution of the gold mineralization is discussed.

Introdução

No mapa aeromagnético das Folhas Patos e Juazeirinho (PLGB, Sheid & Ferreira, 1991), foram definidos anomalias dipolares de forma elipsoidal, caracterizadas pela alternância de baixas (< 50 T) e altas amplitudes (> 150 T) magnéticas, tanto no interior do Batólito Granítico de Teixeira (BT), como ao longo da Zona de Cisalhamento Itapetim (ZCI), situada a sul do BT.

Estas anomalias foram relacionadas à presença de corpos máficos em profundidade ou à diferenciações para litologias magnéticas associadas ao metamorfismo de contato (Sheid & Ferreira, 1991).

A provável presença de rochas máficas e/ou processos de enriquecimento em minerais ricos em ferro, ao longo dos lineamentos magnéticos, possui implicações no estudo da gênese e evolução das mineralizações auríferas dos distritos de Itapetim e Mãe D'Água. Neste trabalho investigam-se a origem das anomalias/lineamentos magnéticos no BT através do estudo da suscetibilidade magnética e da anisotropia.

Suscetibilidade (K) e Anisotropia Magnética (P)

A magnitude de K varia de $0,06 \times 10^{-3}$ SI a $16,46 \times 10^{-3}$ SI, com um valor médio de $1,73 \times 10^{-3}$ SI. A maioria desses valores (60,15%) são menores que $0,5 \times 10^{-3}$ SI, indicando que o BT possui suscetibilidade típica dos granitos a ilmenita ($K < 10^{-3}$ SI; Ishihara 1979). Em 30,43% das amostras, notadamente próximo a zonas de falhas, a suscetibilidade é superior a $1,0 \times 10^{-3}$ SI. Esses dois comportamentos diferenciam as regiões onde a suscetibilidade magnética apresenta uma forte contribuição dos minerais paramagnéticos, das regiões onde a fração ferromagnética *s.l.* domina a suscetibilidade.

A anisotropia magnética varia de 1% a 35% ($P\% = 0$ equivale a uma esfera), com um valor médio de 8%. A maior parte dos valores de anisotropia (76,81%) são inferiores a 10%, o que poderia indicar uma forte contribuição dos minerais paramagnéticos à anisotropia.

Nenhuma correlação direta foi observada entre P e K . Contudo, pode-se notar que a variação de P é mínima para $K < 0,5 \times 10^{-3}$ SI e forte para $K > 1,0 \times 10^{-3}$ SI. Isto sugere que a variação da anisotropia magnética depende tanto da mineralogia que domina a suscetibilidade, como da petrografia.

Mineralogia Magnética

As variações de suscetibilidade e anisotropia magnética estão fortemente controladas pela presença de minerais para- e ferrimagnéticos no granito. A caracterização destes minerais foi feita através da obtenção da temperatura de Curie, da determinação dos parâmetros do ciclo de histerese e da identificação mineralógica através do microscópio eletrônico.

a) Temperatura de Curie

Foram selecionadas 10 amostras do BT para a confecção de curvas termomagnéticas, todas situadas em torno da ZCI no domínio de forte suscetibilidade.

As curvas de aquecimento e resfriamento de todas as amostras são extremamente semelhantes. Com o aumento da temperatura a suscetibilidade sofre leves flutuações ou aumenta suavemente (efeito Hopkinson). No intervalo de temperatura entre 570 e 575 °C, o valor de k decresce abruptamente até valores negativos. Isto indica a presença da magnetita pobre em Ti (Hunt *et al.* 1995), cuja T_c situa-se em 575 °C. A curva no ciclo de resfriamento é similar a curva de aquecimento, indicando que o experimento ocorreu sem modificações químicas significativas.

b) Propriedades de histerese

As curvas de histerese são feitas em campo magnético suficientemente forte para saturar a fração ferrimagnética. As curvas de histerese mostram que a suscetibilidade é dominada pela magnetita, como sugerido pela estreita cintura do *loop* próximo a origem do gráfico, o que é típico de minerais magnéticos de baixa coercitividade. A razão M_{rs}/M_s varia de 0,019 a 0,108, com uma média de 0,044. Esses valores situam-se próximos aos valores propostos para grãos multidomínio de magnetita (Dunlop 1986; Heider *et al.* 1996). Os valores de H_c situam-se entre 1,167 a 13,981 mT, com um valor médio de 4,89 mT. As razões M_{rs}/M_s e H_{cr}/H_c , quando plotadas no diagrama de Day *et al.* (1977), confirmam a natureza multidomínio a pseudo-monodomínio dos grãos de magnetita. Em três amostras a coercividade remanescente elevada ($H_{cr} > 100$ mT) indica a presença de hematita e/ou misturas de hematita com um mineral de coercividade baixa, provavelmente magnetita.

Uma estimativa da granulometria da fração que fornece o sinal magnético pode ser obtida através da relação entre o tamanho dos grãos de magnetita, do campo coercitivo (H_c) e da razão M_{rs}/M_s (Hunt *et al.* 1995).

c) Caracterização mineralógica

A observação no microscópio eletrônico mostrou a magnetita como óxido dominante. Os grãos são, em geral, idiomórficos a subidiomórficos variando de 10 a 180 μ m, com alguns cristais exibindo partição paralela às faces octaédricas. O

difratograma composicional em vários pontos do centro e da borda da magnetita não detectou a presença do elemento Ti, como já havia sido sugerido pela análise das curvas termomagnéticas. Em algumas seções foi observado a presença de lamelas de hematita ocupando os planos octaédricos da magnetita. Nestas amostras foram também observadas cavidades preenchidas com alanita formando colunas ou botões. No difratograma destes grãos foram encontrados altos teores de Terras Raras, com picos nos elementos Ce, La, e Nd. Além da magnetita e alanita, foram identificados filonetes discordantes de barita (BaSO_4) cortando os minerais silicatados e a magnetita.

CONCLUSÕES

O Batólito Granítico de Teixeira apresenta suscetibilidade magnética relativamente baixa, inferior a 0.5×10^{-3} SI em 60 % de sua superfície, indicando uma significativa contribuição dos minerais paramagnéticos (biotita e anfibólio) sobre a suscetibilidade total da rocha. Os valores de suscetibilidade mais elevados estão restritos às regiões de borda e às zonas cisalhadas que cortam o corpo. Nestes domínios, a suscetibilidade pode localmente atingir magnitudes da ordem de 10^{-2} SI. Medidas de temperatura de Curie e a observação ao microscópio eletrônico de varredura indicaram que a suscetibilidade elevada é fornecida pela magnetita pobre em Ti. As curvas de histerese mostraram que a estrutura da magnetita é do tipo multidomínio, sendo os parâmetros de histerese (coercividade e magnetização remanescente) controlados pelos grãos mais finos ($< 10 \mu$ m). A forte coercividade remanescente em algumas amostras sugere a presença de hematita. A presença de hematita e barita associada a magnetita, indica que os processos hidrotermais que conduziram às anomalias de suscetibilidade foram relacionados a uma fonte hidrotermal de elevada fugacidade de oxigênio, com a circulação de fluidos controlada pela deformação cisalhante regional.

Referências

- Day, R.; Fuller, M.D.; Schmidt V.A. 1977. Hysteresis properties of titanomagnetites: grain-size and compositional dependence. *Phys. Earth Planet. Int.* **13**, 260-267.
- Dunlop, D.J. 1986. Hysteresis properties of magnetite and their dependence on particle size: a test of pseudo-single domain remanence

- models. *Journal of Geophysical Research*, 91: 9569-9584.
- Heider, F.; Zitzelsberger A.; Fabian K. 1996. Magnetic susceptibility and remanent coercite force in grown magnetite crystals from 0.1 to 6 mm. *Phys. Earth Planet. Interiors* **93**, 239-256.
- Hunt, C.P.; Moskowitz B.M.; Banerjee S.K. 1995. Magnetic Properties of rocks and minerals. *Rock Physics and Phase relations, A Handbook of physical constants*, AGU Reference Shelf 3, 189-204.
- Ishihara, S. 1979. The magnetite series and ilmenite series granitic rocks. *Mining Geology*. **27**: 293-305.
- Scheid, C.; Ferreira, C.A. 1991. *Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: Carta geológica, carta metalogenético-previsional - Escala 1:100.000 (folha SB 24-Z-D-I-Patos). Estados de Pernambuco e Paraíba*. Brasília, DNPM/CPRM. 148p.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Dr. José Salim, Coordenador do projeto PADCT, e ao CNPq pela concessão de bolsas de Mestrado e Produtividade em Pesquisa.