



Processamento e interpretação dos dados magnetométricos aéreos do projeto Itabira-Ferros, MG.

Leila Márcia Mendes Carvalho^{1*}; Augusto César B. Pires¹; Claudinei Gouveia de Oliveira²; Roberto A. Vitória de Moraes³; Marcelo de Lawrence Bassay Blum⁴

¹Laboratório de Geofísica Aplicada (UnB), ²Universidade de Brasília, ³HGEO-Tecnologia em Geociências, ⁴Instituto Nacional de Criminalística (INC/DITEC/DPF).

Copyright 2005, SBGF - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation at the 9th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Salvador, Brazil, 11-14 September 2005.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 9th International Congress of the Brazilian Geophysical Society. Ideas and concepts of the text are authors' responsibility and do not necessarily represent any position of the SBGF, its officers or members. Electronic reproduction or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of the Brazilian Geophysical Society is prohibited.

Abstract

The area covered by the Itabira-Ferros Project is located in the State of Minas Gerais Iron Quadrangle and is known for its emerald occurrences and deposits.

The area is characterized by green stone belts (Guanhães Complex and Rio das Velhas Supergroup) and paleoproterozoic iron sequences belonging to Minas Series, inserted in granitic bodies (Granite Borrachudos). The development of emerald deposits is attributed to the interaction of pegmatitic fluids with mafic-ultramafic rocks of Rio das Velhas Supergroup.

The present study apply geophysical characteristics, using airborne magnetic data e their integration with geology, to determine probable zones of emerald mineralization. The magnetic data processing produced images of the anomalous magnetic field (CMA), field reduced to the pole, and the inclination of the analytic signal (ISA). Interpretation and analysis of the images suggest the presence of three deformational episodes. Lineament D1 represents the preferential NE-SW trend. Lineament D2 cuts the NE-SW trends and is characterized by features in the N40W direction, reflecting, probably, a system of sinistral transcurrent faulting. The third system (D3) has E-W direction and seems to be the last event related to the previous two.

Introdução

O campo magnético anômalo mapeia assinaturas provenientes de fontes magnéticas crustais, em geral devidas às diferentes concentrações espaciais de minerais magnéticos, especialmente a magnetita. Essas estão distribuídas nos volumes das diferentes litologias e/ou concentradas ao longo das descontinuidades produzidas (rupturas com/sem movimentação) como feições tectono-estruturais que sobre elas se impuseram.

A área de Itabira-Ferros está inserida em um contexto geológico de terrenos vulcanossedimentares de idades arqueana a proterozóica, representadas por seqüências

do tipo *greenstone belts*. Estas seqüências hospedam importantes mineralizações de esmeraldas, relacionadas com a interação de fluidos pegmatíticos, com rochas básicas a ultrabásicas. Essa região é ideal para desenvolvimento de trabalho para modelamento de jazimentos minerais em escala regional. Uma vez que possui grande acervo de dados (geologia, aerogeofísica e prospecção mineral). O processamento e a integração de dados tem-se tornado uma atividade essencial em programa de exploração mineral, gerando mapas potenciais, evidenciando áreas de provável exploração de bens minerais, quando comparados e avaliados com áreas em produção, ou ocorre ncia conhecida, tornando possível a delimitação de novas áreas como alvos potenciais.

O presente trabalho tem como finalidade desenvolver e aplicar técnicas de integração de dados geológicos e geofísicos (magnetometria aérea) para contribuir a um melhor entendimento do arcabouço geológico e da tectônica regional, bem como gerar subsídios à prospecção de esmeraldas.

A área pesquisada corresponde a uma superfície de 4.600 km² na porção centro-sudeste do Estado de Minas Gerais (Figura 1).

Metodologia

Usando o sistema Oásis MontajTM 6.0, os dados de aeromagnetometria foram tratados buscando-se obter uma melhor qualidade de apresentação, e posteriormente processados gerando mapas adequados para interpretação.

Os dados foram interpolados em uma malha regular com o apoio do método splines bidirecionais (BiGridTM, Geosoft, 1998). Em função do espaçamento entre as linhas de vôo, optou-se por uma célula quadrada de 250 metros de lado, sendo a malha resultante reinterpolada com uma célula de 50 metros. A técnica de micronivelamento utilizada foi aquela proposta por Minty (1991) com o apoio do algoritmo *microlevel* desenvolvido por Blum (1999).

Contexto Geológico

A região do Projeto Itabira-Ferros está contida na Província Estrutural Mantiqueira (Almeida *et al.* 1997) e insere-se no contexto da Faixa de Dobramentos Araçuaí, MG.

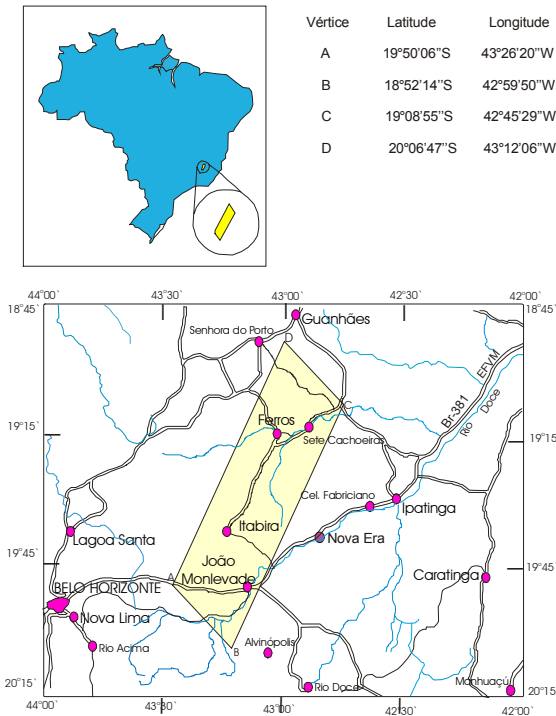


Figura 1: Mapa de localização do aerolevantamento Itabira-Ferros, Quadrilátero Ferrífero, MG.

Ela é constituída por rochas arqueanas e proterozóicas, incluindo terrenos polimetamórficos de baixo a alto grau. São representados por gnaisses TTG, com rochas máficas e ultramáficas associadas, seqüências vulcanossedimentares tipo *greenstone belts* (Complexo Guanhães, Supergrupo Rio das Velhas) e seqüências ferríferas paleoproterozóicas do Supergrupo Minas do extremo nordeste do Quadrilátero Ferrífero (Schorsch 1991, Oliveira & Leite 2000). O controle estrutural é marcado, principalmente por falhas de empurrão, zonas de cisalhamento transcorrentes e dobras recumbentes (Figura 2).

Processamento interpretativo dos Dados

Compreendeu a geração de imagens de forma a facilitar e objetivar a interpretação qualitativa em termos de unidades geofísicas e de suas estruturas. Todas as interpretações e integrações que se seguiram foram feitas em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG), o que facilita as fases de análise e de apresentação dos resultados finais.

Campo Magnético Anômalo (CMA)

A análise do relevo magnético da faixa Itabira-Ferros (Figura 3) apresenta-se bastante movimentado, com grandes áreas magnéticas, com tendência geral de orientação NE-SW e comportamento bastante irregular. Há três tipos de assinaturas básicas formadoras do relevo magnético: o primeiro é constituído por sinais de grandes comprimentos de onda (ou baixas frequências espaciais), o segundo por médios comprimentos de ondas e um terceiro por sinais de baixos comprimentos de onda (ou altas frequências espaciais).

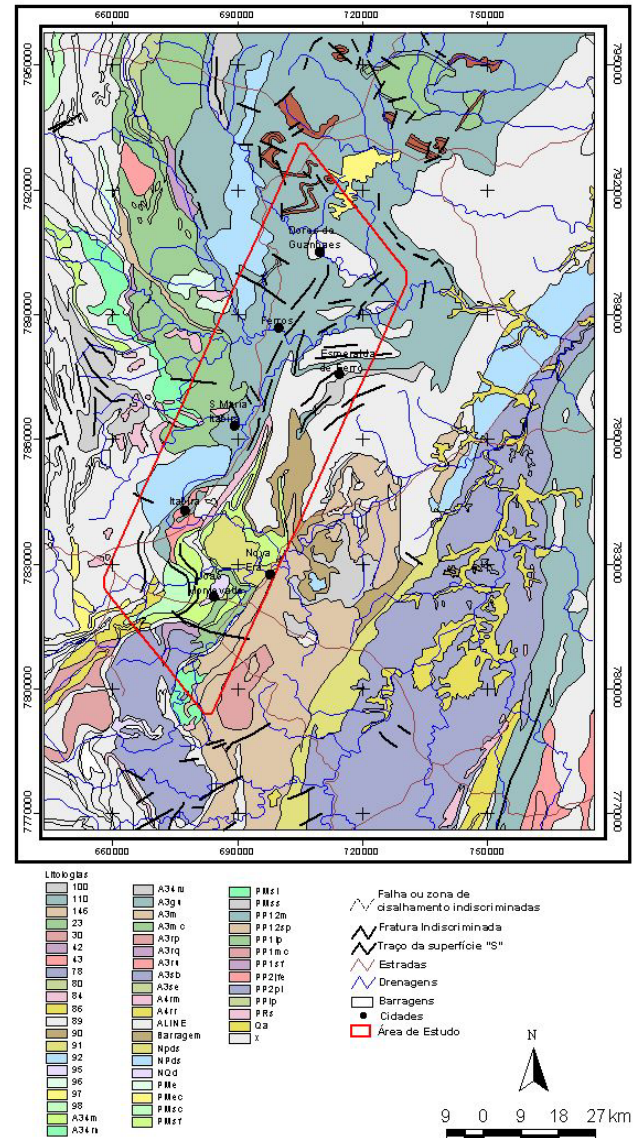


Figura 2: Mapa geológico para a área em estudo (COMIG 2003).

O primeiro conjunto parece indicar que suas fontes formam tendências sinuosas e contínuas dispostos em faixas na direção NE-SW nas porções norte, noroeste e nordeste. O segundo conjunto na parte central mostra um comportamento de grandes blocos falhados com orientação geral NE-SW e recortados por estruturas E-W e NW-SE (Figura 3). O terceiro conjunto também mostra um comportamento de grandes blocos magnéticos compartimentados (blocos geológicos falhados), com orientação WSW-ENE (Figura 3).

A imagem do CMA reduzido ao pólo (Figura 4) mostra que a porção sul é a mais magnética de toda a área, com comprimentos de ondas mais baixos com orientação WSW-ENE. Já as de comprimentos de ondas mais longos tendem a se posicionarem NE-SW. Observa-se que este comportamento geral é bastante perturbado pela presença de grandes feições magnéticas lineares (falhamentos). Três das mais importantes têm direções gerais NE-SW, E-W e NW-SE (Figura 3).

Interpretação das Estruturas magnéticas

A interpretação dos lineamentos magnéticos (Figura 5) permitiu observar a distinção de vários eventos estruturais magnéticos e foram demarcados aqueles que puderam ser traduzidos em assinaturas devidas às deformações que afetaram a região.

Resumidamente, poder-se-ia dizer que três sistemas dominam as orientações das feições lineares observadas: um com orientação NE-SW (D1) que parece formar par com segundo disposto na direção NW-SE (D2) e um terceiro, disposto segundo E-W (D3) que é bem representado e parece último evento em relação aos outros dois (Figura 5). O lineamento D1 representa a direção de alinhamento preferencial, NE-SW. Na região central da área, tem-se uma feição em sigmóide que, provavelmente, pode representar uma zona de cisalhamento, de movimento dextral. O lineamento D2 trunca os lineamentos de direção NE-SW, e é marcado por feições com direção aproximada de N40W, configurando, provavelmente um sistema de falhas transcorrentes de movimento sinistral, visto que alguns lineamentos D1 são deslocados por D2, isto pode ser observado no grande lineamento que cruza a área na porção central, bem como do extremo norte.

Zonas de Mineralização de Esmeraldas

As mineralizações da área ocorrem em rochas da seqüência vulcano-sedimentar em contato falhado com os granitos tipo Borrachudos, em que a interação de fluidos metassomáticos provenientes de zonas de cisalhamento dúctil-rúptil promovem a mineralização dessas esmeraldas. A partir da análise dos mapas de domínios e estruturas magnéticas, de ocorrências minerais conhecidas e Granitos Borrachudos (Figuras 3 a 6) procurou-se determinar áreas potenciais para mineralizações. De acordo com os domínios magnéticos, as mineralizações de esmeraldas encontram nas interfaces de baixa a média susceptibilidade magnética (Figuras 3 e 4). Na parte centro-leste da área é notável uma feição com baixa susceptibilidade magnética em meio a unidade de susceptibilidade magnética média, que comporta as principais mineralizações de esmeraldas. Essa feição em superfície corresponderia a unidade máfica do supergrupo Rio das Velhas (Figura 2).

No mapa das interpretações estruturais (Figura 6), observou-se que as todas as mineralizações da região ocorrem em áreas de falhamentos, principalmente ligadas as bordas do sigmóide central da unidade III de deslocamento dúctil da área. O interessante é que as mineralizações conhecidas formam uma faixa, espécie de *trend* de direção NW-SE, entre duas falhas de mesma direção que vai das cidades de João Monlevade a Dores de Guanhães. As mineralizações de esmeraldas permanecem na porção leste do sigmóide, enquanto que outras mineralizações de berilo (água-marinha e outros berilos) estão ligadas diretamente ao sigmóide ou a outras feições NW que recortam a área. Isso explica a colocação dos corpos pegmatíticos mineralizados que ocorrem na região. Já a mineralização de ferro é observada em altos magnéticos, mina Cauê, porém outras áreas com comportamentos magnéticos

semelhantes à mina Cauê são observadas principalmente na região sul-sudeste, nas proximidades de João Monlevade. Contudo porções da região NW e norte também mostram comportamentos que podem traduzir em enriquecimentos magnéticos.

Conclusão

A imagem do CMA, redução ao pólo e a inclinação do vetor sinal analítico apresentaram a melhor utilidade na caracterização de lineamentos, domínios e fontes magnéticas. A inclinação do sinal analítico foi possível determinar lineamentos de direção WSW-ENE, E-W e NW-SE. De acordo com o arcabouço estrutural conhecido na literatura, os lineamentos WSW-ENE são atribuídos a um evento mais antigo, provavelmente Transamazônico, marcado pela abertura do processo de rift na região (Uhlein 1991) e marcados por uma compressão E-W. Os lineamentos D2 são atribuídos ao Ciclo Brasileiro (900 a 600 Ma) ou mesmo reativados nessa fase, gerando as estruturas com direção aproximadamente N40W.

Agradecimentos

Os autores agradecem sinceramente aos professores, alunos e funcionários do Laboratório de Geofísica Aplicada da Universidade de Brasília.

Referências

- Almeida, F.F.M. 1976. O Cráton do São Francisco e suas faixas marginais de dobramentos. In SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 29, Ouro Preto, *Resumos Expandidos*, 241-215.
- Blum, M.L.B. 1999. Processamento e Interpretação de Dados de Geofísica Aérea no Brasil Central e Sua Aplicação à Geologia Regional e à Prospecção Mineral. Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, Tese de Doutorado, 229p.
- COMIG, 2003. Mapa Geológico de Minas Gerais.
- Minty, B.R.S. 1991. Simple Micro-Levelling for Aeromagnetic Data. *Expl. Geoph.* 22:591-592.
- Oliveira, A.A.K.; Leite, C.A.S. Folha Ipatinga, Estado de Minas Gerais, Folha SE.23-Z-D-II. Escala 1:100.000 (mapas, textos e anexos). Belo Horizonte, CPRM.51p
- Schorscher, H.D. 1991. Quadrilátero Ferrífero e Espinhaço Meridional. In: Congresso Brasileiro de Geoquímica, 3, Congresso de Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa, 1, São Paulo, *Guia de Excursões*, 37 - 87.
- Souza, J.L.; César-Mendes, J.; Bello, R.M.S.; Svisero, D.P.; Valarelli, J.V. 1992. Petrographic and microthermometrical studies of emeralds in the 'Garimpo' of Capoeirana, Nova Era, Minas Gerais State, Brazil. *Mineralium Deposita*, 27: 161-168.
- Uhlein, A. 1991. Transição Cráton – Faixa Dobrada: um exemplo do Cráton São Francisco e da Faixa Araçuai (Ciclo Brasileiro) no Estado de Minas Gerais. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 295p.
- Vasconcelos, R.M.; Metelo, M.S.; Mota, A.C. & Gomes, R.D. 1990. *Geofísica em Levantamentos Geológicos*. Rio De Janeiro, Digeof-Cprm.

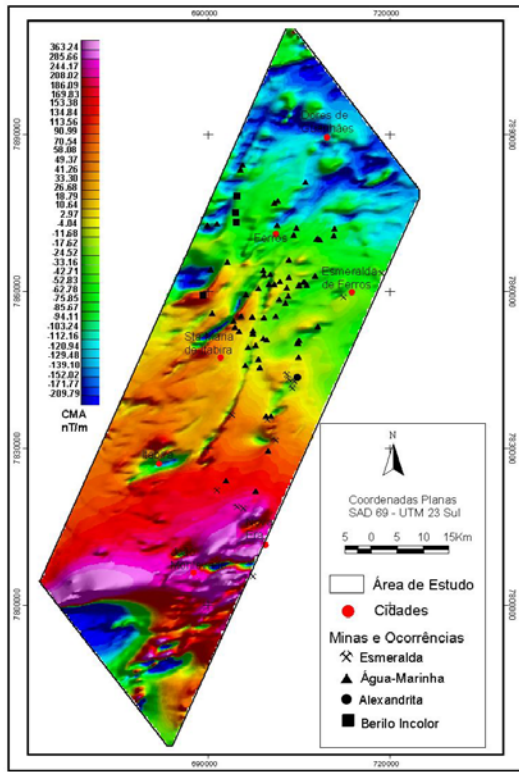


Figura 3 - Imagem do Campo Magnético Anômalo (CMA).

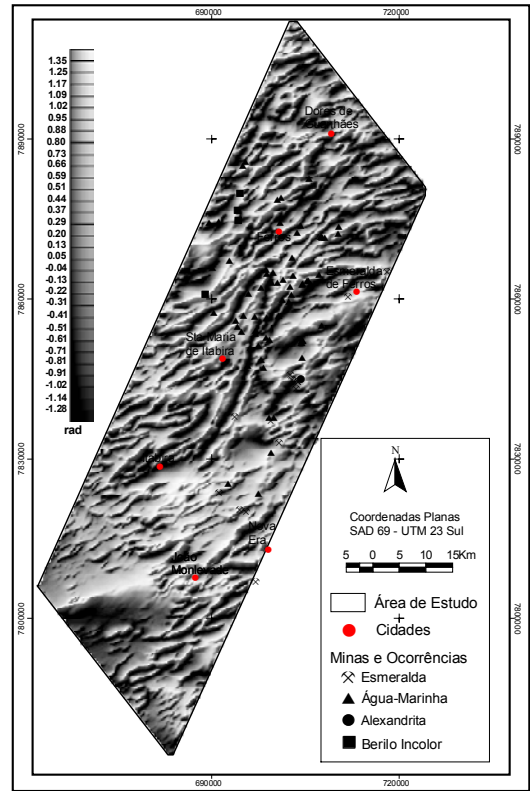


Figura 5 - Imagem da Inclinação do Sinal Analítico.

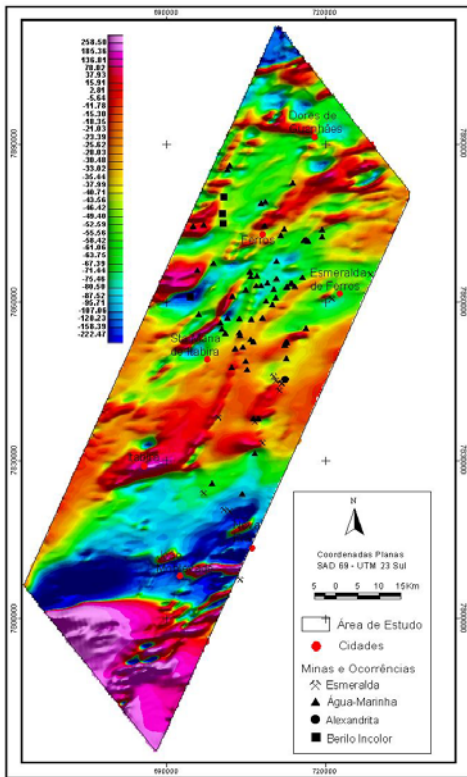


Figura 4 - Imagem do CMA Reduzido ao Pólo Magnético.

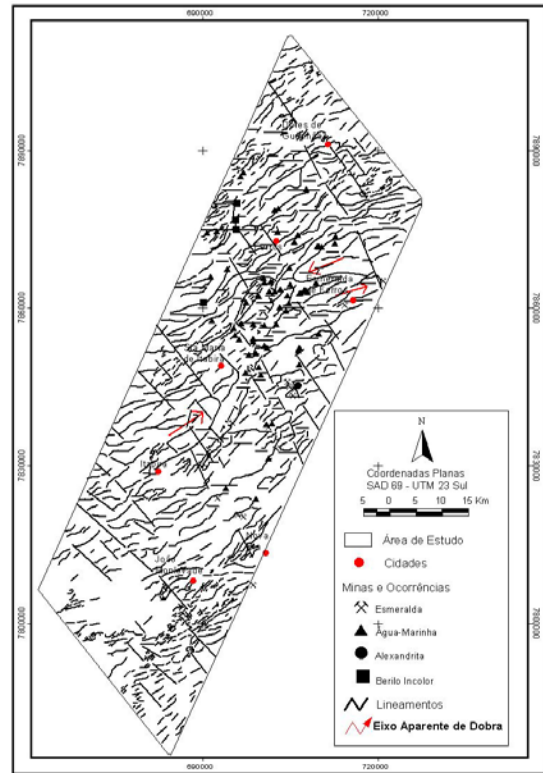


Figura 6 - Mapa dos lineamentos magnéticos interpretados.