

Novas contribuições da aeromagnetometria ao conhecimento geológico do sudoeste de Rondônia, Brasil.

Marcos de Barros Munis, CPRM/CEDES ; João Batista Freitas de Andrade, CPRM/DEGEO ; Gilmar José Rizzotto, CPRMSUREG-GO.

Copyright 2013, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 13th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, August 26-29, 2013.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 13th International Congress of the Brazilian Geophysical Society 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 new high resolution aerogeophysical survey in SW Rondonia, Brazil cover 50,000 km². Gamma spectrometry and magnetics were flown in N-S flights lines with 500m separations. This work deals only with magnetic data and present a preliminary interpretation. The area is very near to the magnetic equator (-3°) and the main skills used was based on derivatives maps. Due the high quality of the survey the interpretation brought a very high increase on the behavior of horsts and grabens as seen comparing the figures 3 (known geology) and 10 (current geophysical interpretation).

Resumo

O Estado de Rondônia desde a década de 1960, quando houve um grande incremento populacional tem trazido sérios problemas ambientais produzidos principalmente pelas queimadas e pela atividade garimpeira clandestina, majoritariamente focada na produção de cassiterita (estanho). Em que pese esses graves problemas, um grande progresso econômico e social aliado à presença soberana brasileira nesta área de fronteira tem sido consolidado, e o Governo Federal, entre outros órgãos, também, através do Serviço Geológico do Brasil, tem estado presente, envidando esforços na busca de soluções, buscando o bem estar da população através de um desenvolvimento harmônico e sustentável. Este trabalho traz uma contribuição ao conhecimento geológico da região baseado em interpretações aeromagnetométricas, à nível preliminar (está em curso uma interpretação integrada incluindo aerogamasspectrometria), delimitando, ou mesmo modificando áreas já mapeadas, onde o esforço exploratório deva ser concentrado e otimizado.

Introdução

Geologicamente a região estudada situa-se na parte norte ocidental da Bacia dos Parecis, de idade proterozoica, limitando-se com rochas mais antigas do embasamento cristalino. Coberturas sedimentares paleozoicas, mesozoicas e extensos pacotes

sedimentares cenozoicos, inconsolidados, dificultam o conhecimento geológico estrutural em subsuperfície. Ocorrências de cassiterita, ouro, cobre, zinco, mercúrio e outros minerais são conhecidas e relatadas. Na área sedimentar, a busca de óleo/gás tem sido objeto de pesquisas da Petrobrás e da ANP. Além desses fatores geológicos, há uma exuberante cobertura florestal abrigando extensas reservas indígenas, e os métodos aerogeofísicos, por não serem agressivos ao meio ambiente, são as opções mais indicadas para o aumento efetivo do conhecimento geológico e de possíveis *follow-ups* buscando-se um melhor aproveitamento dessas riquezas ainda escondidas.

Localização

A Figura 1 mostra a localização da área estudada que compreende pouco mais que 50.000 km², destacando-se ainda a Bacia Sedimentar dos Parecis. O acesso à região é bastante difícil, sendo feito através do Rio Mamoré (um dos formadores do Rio Madeira), que faz fronteira com a Bolívia, através de Guajará Mirim (20 km a norte da área levantada), ou da BR 374 que liga Porto Velho a Cuiabá, passando a nordeste da área, a partir de Ji-Paraná, Presidente Médici, Cacoal, Pimenta Bueno, Marco Rondon ou Vilhena.

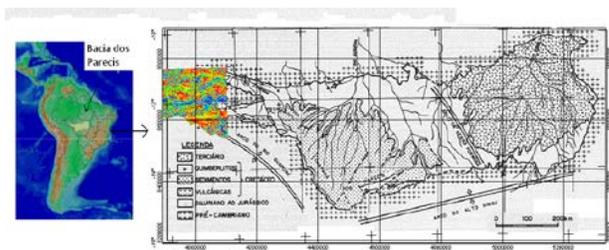


Figura 1 - Localização do levantamento aerogeofísico sobre o esboço geológico da Bacia dos Parecis.

Fontes: ANP/BOEP (2013) e Baha et al., 2006.

A Figura 2 apresenta o esboço geológico resultante de uma montagem dos mapas geológicos das Folhas SC.20 (Leal et al, 1978) e SD.20 (Santos et al, 1979). Esses mapas, que foram publicados na escala ao milionésimo baseiam-se em interpretações de imagens de radar, utilizando todo acervo geológico preexistente e trabalhos de campo (*ground truth*).

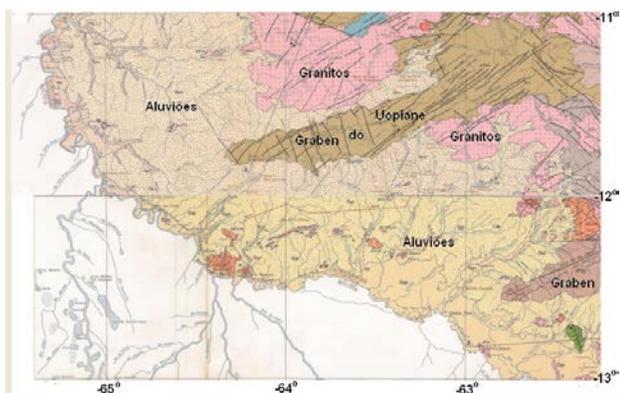


Figura 2 - Esboço geológico da área do projeto, baseado em montagem das Folhas SC.20 (Porto Velho) e SD.20 (Guaporé), do Projeto RADAMBRASIL.

Metodologia

O levantamento aerogeofísico foi feito utilizando os métodos magnetométrico e gamaespectrométrico de alta resolução. Este trabalho se baseia apenas nos dados magnéticos visando um melhor entendimento do comportamento estrutural em subsuperfície. Foram levantados 109.000 km de perfis com linhas de voo espaçadas de 500m e linhas de controle de 10 km. A altura de voo foi de 100m, tendo em vista a prioridade do levantamento gamaespectrométrico. O mapa representado na Figura 3 é a base a partir da qual, diversos filtros foram aplicados visando o modelo geológico mais coerente com o conhecimento disponível na literatura especializada. Tendo em vista que a área abrange uma das ramificações no extremo norte ocidental do *graben* proterozóico do Parecis, conhecida como *graben* do Uopiane, levantamentos sísmicos, eletromagnéticos, gravimétricos e furos de sondagens, relativos ao *graben* do Parecis, disponíveis para a 11ª Rodada de Licitações da ANP foram também considerados.

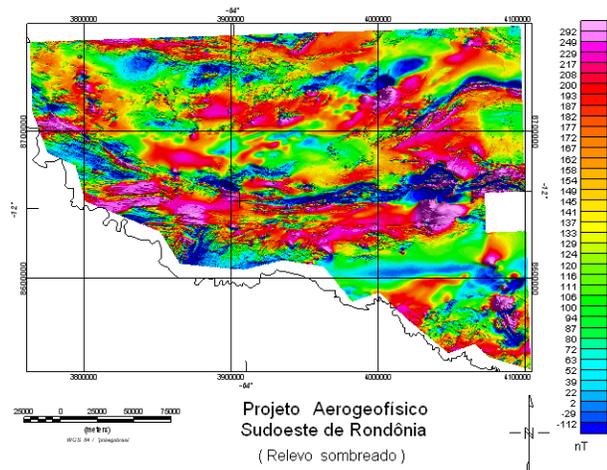


Figura 3 - Campo magnético total reduzido do IGRF.

A redução ao polo é uma ferramenta muito utilizada para uma primeira compreensão do modelo geológico estrutural, porém sua utilização não é indicada quando a área estudada fica próxima do equador magnético. O Projeto Sudoeste de Rondônia situa-se na latitude magnética de -3°, tendo sido necessária a utilização de um forte filtro redutor de amplitudes (70°) para que obtivéssemos uma imagem da geologia da área compatível com os dados representados na figura 3. A Figura 4 representa o mapa do campo magnético reduzido ao polo, com as limitações citadas e elevado a 1 km. A Figura 5 é a representação em visão 3D desses mesmos dados, enfatizando a presença dos *grabens*, em cores azuis esverdeadas, e, *horsts*, correspondentes a rochas metassedimentares ou ígneas intrusivas básicas, em cores arroxeadas.

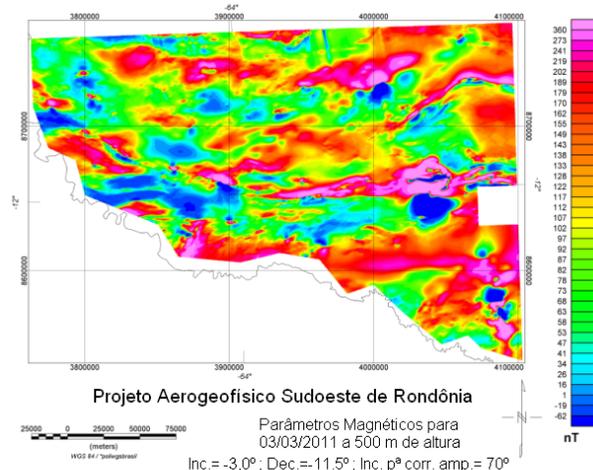
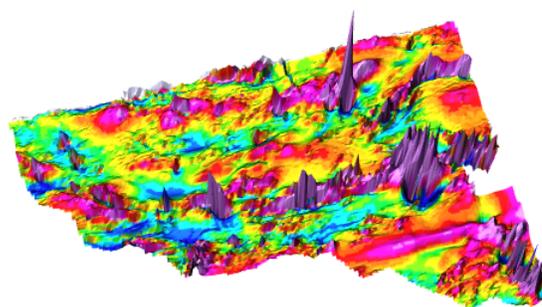


Figura 4 - Campo magnético reduzido ao polo.



Projeto Aerogeofísico Sudoeste de Rondônia

Visada para NNE - Inclinação 30°.

Figura 5 - Visão 3D (30°) para NNE, do Mapa Magnético Reduzido ao Polo.

Os filtros baseados na variação do campo (derivadas) entretanto, bem como seus subprodutos como, por exemplo, a deconvolução de Euler, são imunes à inclinação magnética da área pesquisada e foram aqui utilizados como importantes ferramentas interpretativas visto que melhor delimitam a localização dos contatos

entre rochas com diferentes susceptibilidades magnéticas. A Figura 6, por exemplo, mostra o resultado obtido com a deconvolução de Euler aos dados do campo total magnético utilizando-se uma janela móvel de 5 km por 5 km com índice estrutural igual a 0.2, equivalente aproximado do modelo teórico para falhas de grande rejeito. Este mapa já mostra boas indicações no que se refere as profundidades das fontes magnéticas mais profundas, correspondente aos depocentros dos *grabens*. Deve-se levar em conta que as profundidades obtidas são resultado, neste caso, da solução de diversos sistemas de equações, cada um com 100 equações a 3 incógnitas. O método de Euler (ou deconvolução de Euler) supõe que cada janela contenha o sinal de apenas uma fonte e que este sinal contenha a parte significativa da anomalia. Na prática, este não é o caso, pois a janela contém sinais provenientes de diversas fontes. Assim, o intérprete deve sempre buscar uma janela não tão pequena que não caiba o sinal analisado e nem tão grande de modo que o sinal seja contaminado por sinais de fontes vizinhas.

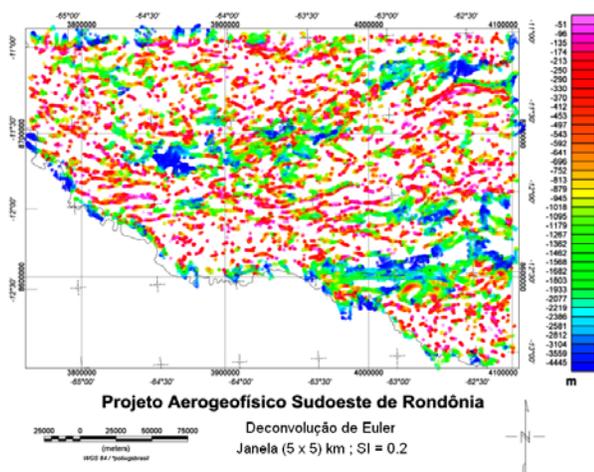


Figura 6 - Profundidades de fontes magnéticas.

Os campos potenciais são muito sensíveis à distância entre o sensor e a fonte, e assim, suas derivadas, em diversas formas, são preferidas na interpretação geofísica desses métodos que discriminam bem contatos geológicos verticais (ou quase), com diferenças em suas propriedades físicas, neste caso específico, da susceptibilidade magnética. A Figura 7 representa a primeira derivada vertical do campo magnético, onde se observa uma melhoria considerável em relação à Figura 3, que representa o campo magnético total.

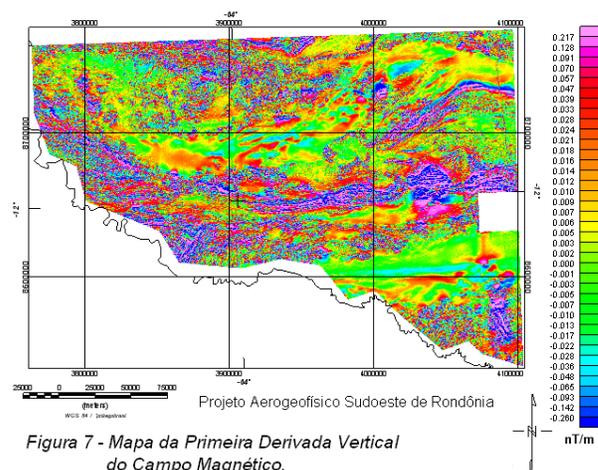


Figura 7 - Mapa da Primeira Derivada Vertical do Campo Magnético.

As figuras 8 e 9 são enriquecimentos do sinal apresentado na Figura 7. Muita informação geológica está contida nessas figuras e a interpretação geofísica apresentada mostra uma etapa deste conhecimento. A Figura 8 é o mapa do sinal analítico, que matematicamente é a raiz quadrada da soma dos quadrados das primeiras derivadas parciais, ou seja, é o módulo da primeira derivada total.

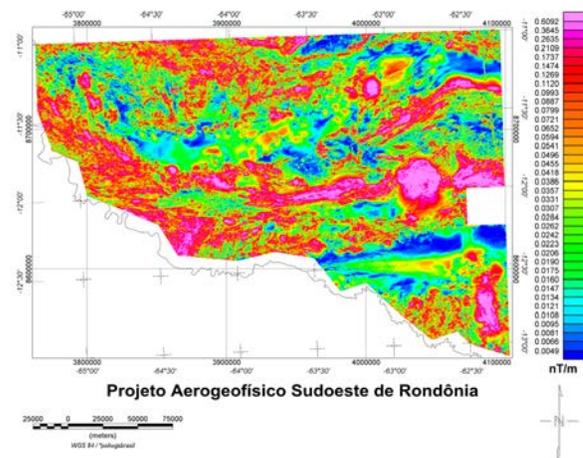


Figura 8 - Mapa do Sinal Analítico do campo magnético total reduzido do IGRF.

A Figura 9 representa o "tilt derivative" ou seja, a inclinação do sinal analítico. Todos esses processos visam melhorar a resolução no traçado dos contatos e da assinatura magnética de cada formação geológica. Como é uma inclinação entre duas derivadas (derivada horizontal pela derivada vertical) os resultados são apresentados em radianos.

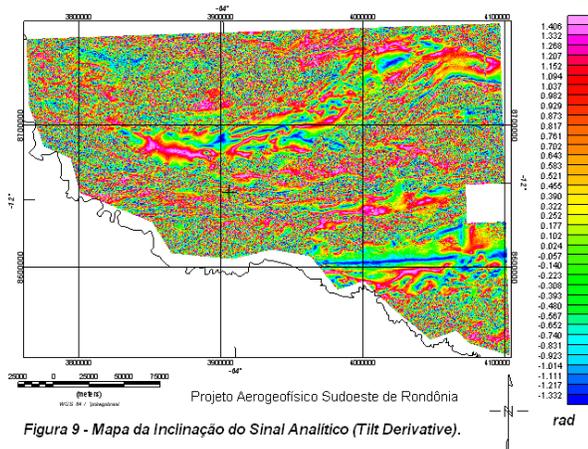


Figura 9 - Mapa da Inclinação do Sinal Analítico (Tilt Derivative).

Interpretação Geológica-Geofísica

A Figura 10 traz a interpretação geofísica *up-to-date* dos dados magnéticos sobre o mapa da primeira derivada vertical. Foi feita uma comparação com os dados mapeados pelo Projeto RADAMBRASIL (Figura 2) e, como se esperava de dados provenientes de fontes em subsuperfície, algumas vezes a milhares de metros, uma complexidade tectônica-estrutural muito maior que a apresentada naqueles mapas foi revelada neste novo levantamento. Os principais lineamentos estruturais têm direção E-W e o *graben* de Uopiane, revelado pelas baixas frequências magnéticas mostrou-se bem maior, tanto na largura como no comprimento, sendo dobrado, com concavidade para norte. Além disso, há vários *horsts* internos concordantes com o dobramento do *graben* principal. Esses *horsts*, formando partes mais altas dentro do *graben*, respondem magneticamente com anomalias de altas frequências. Diversos lineamentos NE-SW, muitos já mostrados nos mapas do RADAMBRASIL, alguns deles correspondentes a falhas, são bem mapeados nesses novos mapas de derivadas. Algumas anomalias de formas arredondadas devem corresponder aos famosos granitos estaníferos de Rondônia. A grande área de cobertura Quaternária aluvionar deve ter espessura bem pequena, pois o sinal magnético proveniente de rochas do embasamento é bem visível e com distintas assinaturas representativas de embasamento granítico ou fortemente orientado em zonas de cisalhamento ou meta vulcânicas-sedimentares.

Observação: como esses dados ainda estão sendo interpretados, só o *grid* foi utilizado para este trabalho, porém o *graben* interpretado na altura do paralelo 12°30' é ainda duvidoso devido ao estranho comportamento da anomalia. Necessário se faz um estudo dos dados brutos originais.

Conclusões

A CPRM tem adotado nos últimos anos uma política de só realizar levantamentos aerogeofísicos com espaçamento entre linhas de voo de 500m (alta resolução). Esta política tem se revelado acertada, sendo esta a maneira mais rápida de se aumentar o conhecimento geológico da Nação e coloca-lo a disposição da comunidade geológica pública ou privada, visando o desenvolvimento sustentável do país.

Agradecimentos

Queremos agradecer a CPRM/Sede através da DGM e DRI bem como a SUREG/GO pelas facilidades concedidas para confecção deste trabalho.

Referencias

- ANP/BDEP – 11^a Rodada de Licitações em www.bdep.org.br
- Bahia, R.B.C., Martins Neto, M., Barbosa, M. S. C., Pedreira, A. J., 2006, "Revisão Estratigráfica da Bacia dos Parecis - Amazônia", Ver. Bras. Geoc., 36(4):697-703.
- Leal, J. W. L., Silva, G. H., Santos, D. B., Teixeira, W., Lima, M. I. C., Fernandes, C. A. C., Pinto, A. C., 1978, "Folha SC.20, Porto Velho, Geologia", Projeto RADAMBRASIL vol. 16, 19-184.
- Santos, O. B. dos S., Pitthan, J. H. L., Barbosa, E. S., Fernandes, C. A. C., Tassinari, C. C. G., Campos, D. A., 1979, "Folha SD.20, Guaporé, Geologia", Projeto RADAMBRASIL vol. 19, 9-123.

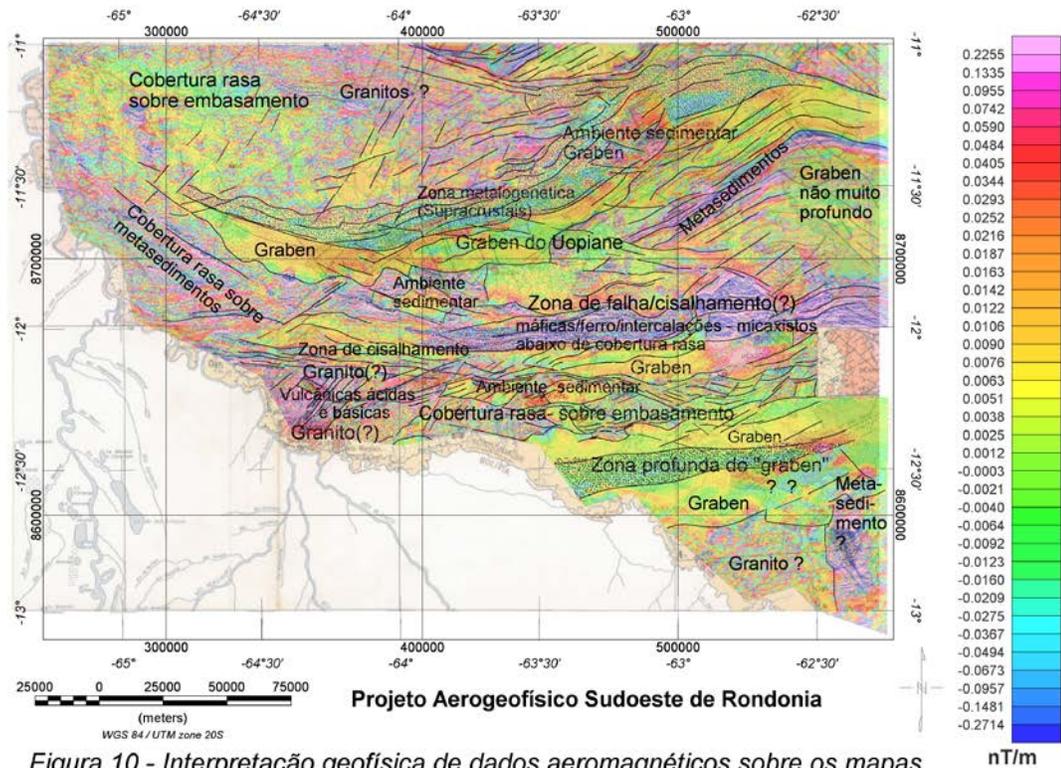


Figura 10 - Interpretação geofísica de dados aeromagnéticos sobre os mapas esmaecidos da primeira derivada vertical e do RADAMBRASIL.