



MAGNETOMETRIA AÉREA NO ESTUDO DE BACIAS SEDIMENTARES COM INTRUSÕES MAGMÁTICAS

Roberto A. V. Moraes, Ph.D.; InterGeo – Tecnologia e Informação em Geociências.

Copyright 2010, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

Este texto foi preparado para a apresentação no IV Simpósio Brasileiro de Geofísica, Brasília, 14 a 17 de novembro de 2010. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do IV SimBGf, mas não necessariamente representa a opinião da SBGf ou de seus associados. É proibida a reprodução total ou parcial deste material para propósitos comerciais sem prévia autorização da SBGf.

Resumo

Bacias sedimentares interioranas, onde podem ocorrer intrusões magmáticas, representam um problema na aplicação dos métodos sísmicos tradicionais. Os métodos gravimétrico e magnético corretamente parametrizados podem ajudar na definição das massas intrusivas pelo estudo cuidadoso de seus efeitos nos campos gravitacional e magnético terrestres. A interpretação qualitativa destes, auxiliada pelas várias transformações lineares possíveis, pode fornecer uma boa aproximação para muitas das feições que moldam estes campos, incluindo estruturas e caracterização espacial relativa às principais fontes causadoras. O exemplo aqui abordado, usando dados magnéticos (aéreos) coletados numa bacia sedimentar pré-cambriana fornece um análogo do que pode ser conseguido em bacias sedimentares semelhantes.

Introdução

Uma opção geofísica normalmente seguida na exploração petrolífera reside no emprego dos chamados métodos potenciais no estudo do arcabouço e estruturas importantes que afetam o substrato cristalino de uma bacia.

Com este procedimento pode-se chegar à descoberta de feições anômalas influenciaram na história da bacia e condicionado seus vários estágios evolutivos, os quais podem determinar ou não a possibilidade de haver gerado óleo e / ou gás, e os reter em seu interior.

Este uso é ainda mais indicado quando a bacia em investigação foi objeto de manifestações magmáticas ao longo de sua história.

Os modelos físicos que derivarão das interpretações dos dados magnéticos são manifestações (assinaturas) de rochas que compõem o cristalino local (informações de baixas frequências espaciais) e / ou de rochas magmáticas que se intrudiram na sequência (frequências espaciais mais elevadas).

O mesmo, de uma maneira geral, pode ser dito com relação aos dados gravimétricos.

A densidade é uma propriedade inerente aos materiais geológicos, além de ser escalar e de exibir pequena variação entre os materiais encontrados na crosta terrestre. A susceptibilidade magnética, por sua vez, está ligada às variações nas concentrações de material magnético (quase sempre magnetita, *sensu lato*). Assim, não representa propriedade física específica dos materiais geológicos, embora alguns litotipos sejam mais propensos a contê-los em proporções maiores do que outros (como rochas cristalinas em geral).

Como é sabido, há toda uma dificuldade em se conseguir dados geofísicos das bacias sedimentares brasileiras. Assim, para falar e desenvolver algum estudo há que se recorrer a um análogo da situação postulada como alvo desta apresentação.

No caso, trata-se de uma bacia pré-cambriana, centrada em Diamantina, MG, do tipo *pull apart*, com metassedimentos pouco metamorfizados e rica em intrusões magmáticas do tipo que pode ser encontrado em bacias sedimentares interioranas, e recentemente coberta por levantamento aerogeofísico (CODEMIG; Projeto Área 4; Faixa de São João da Chapada – Datas).

O uso de transformações lineares nos dos dados magnéticos obtidos possibilitou uma interpretação qualitativa do relevo magnético e a obtenção de informações a cerca da intrincada rede de intrusões básicas / ultrabásicas que se intrudiram nos metassedimentos da bacia. Permitiram ainda uma ideia do que sejam espacialmente estas fontes e suas intrincadas relações espaciais.

O exemplo serve de analogia ao que pode ser conseguido em bacias sedimentares semelhantes.

Metodologia/ Problema Investigado

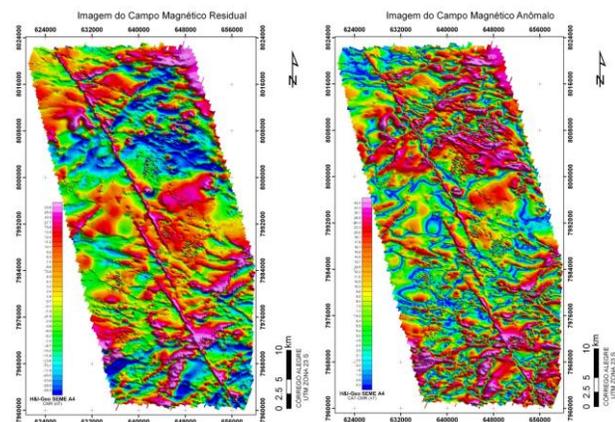
A primeira atividade antes de qualquer trabalho consiste em definir seus **objetivos**. Visa-se desse modo, orientar **todas** as fases posteriores de processamento e geração dos temas necessários à interpretação.

No exemplo aqui apresentado, procura-se a geração de temas que possibilitem uma boa interpretação de dados **magnéticos**.

O foco estará centrado em gerar um modelo físico que seja útil ao mapeamento geológico (*litotipos e arcabouço estrutural*), ou seja: na definição de domínios e estruturas

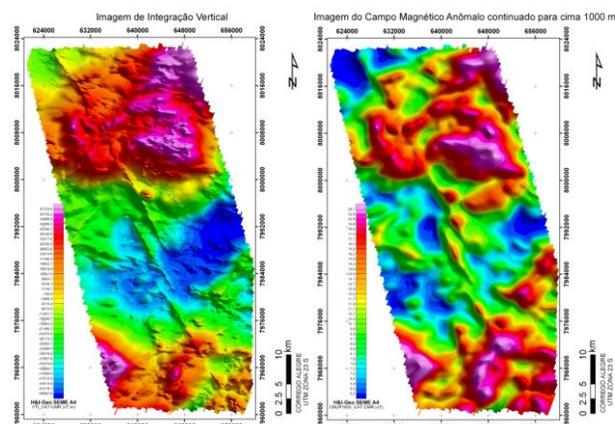
físicas, que passa então a ser o **objetivo do trabalho em foco**.

Com este propósito a partir da imagem da intensidade do campo magnético residual (CMR; Figura 1) com correção de fase (CAT; Figura 2) pode-se estudar melhor as assinaturas magnéticas envolvidas.



Figuras 1 e 2 – Imagens do Campo Magnético Anômalo (CMR) e sua transformação de fase ao polo (CAT).

As regiões mais magnéticas aparecem agora em sua posição horizontal sem a polarização normal nas baixas latitudes magnéticas (CAT).

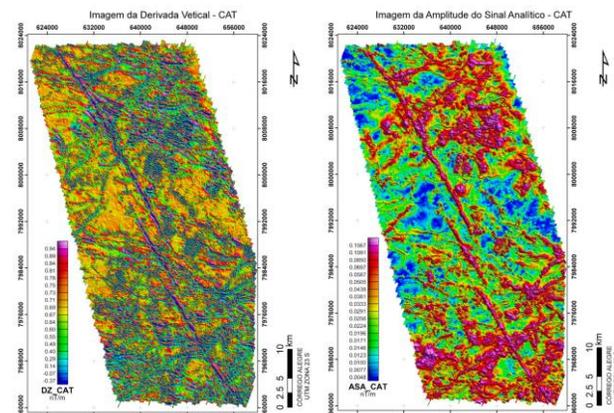


Figuras 3 e 4 – Imagens VTI do CAT e sua continuação ascendente (CAT_2000 m).

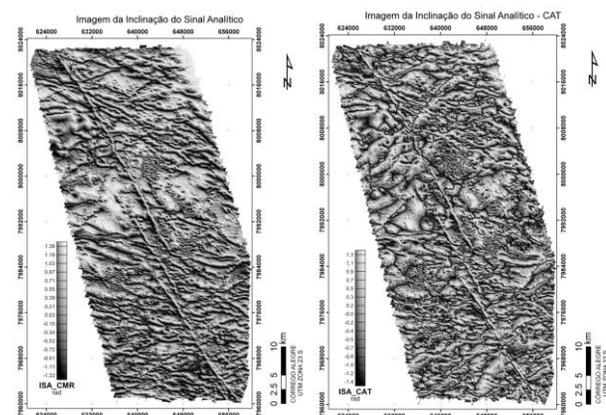
Sua integração vertical (Figura 3), que possibilita verificar (de uma maneira geral) onde estariam as partes mais magnéticas e os detalhes de alta frequência espacial pertinentes. O estudo da contribuição das feições mais profundas pode ser conseguido pela continuação ascendente, que detalha as expressões de baixas frequências destas assinaturas (Figura 4).

Analogamente, o estudo da contribuição das altas frequências espaciais pode ser conseguido com o uso de produtos das derivadas espaciais, como a primeira vertical do CAT (Figura 5) e da intensidade do gradiente total (amplitude do sinal analítico) deste (ASA-CAT; Figura 6).

Por fim, as transformações que resultam na inclinação do (vetor do) sinal analítico, tanto do CMR (Figura 7) como do CAT (Figura 8) fornecem modelos para a interpretação mais detalhada da intrincada fábrica das fontes magnéticas locais.



Figuras 5 e 6 – Imagens dz-CAT e da ASA-CAT.



Figuras 7 e 8 – Imagens dz-CAT e da ASA-CAT.

Resultados

Uma das facilidades na interpretação dos dados magnéticos desta bacia é saber o tipo de substrato da bacia. Aqui os sedimentos (meta) estão depositados diretamente sobre terrenos do cristalino local, o qual aflora no sul da área. A suposição de que tenha uma magnetização homogênea permite aqui com razoável aproximação dizer que as baixas frequências dão uma ideia da topografia do seu substrato. Nesta linha as demais frequências detalham o intrincado comportamento espacial das intrusões magmáticas locais.

Com isso, uma aproximação das profundidades envolvidas nesta bacia vem do estudo do estudo de seu espectro de potência radialmente ponderado (Figura 9).

Embora as frequências espaciais mais baixas (maiores profundidades) estejam sempre ligadas à menor da área

levantada, pode-se ver que profundidades da ordem de 3 km devem representar anomalias intrabasamento e que o fundo deve estar cerca de 1 km de profundidade, enquanto a intrincada rede filoneana intrusiva vai até a superfície.

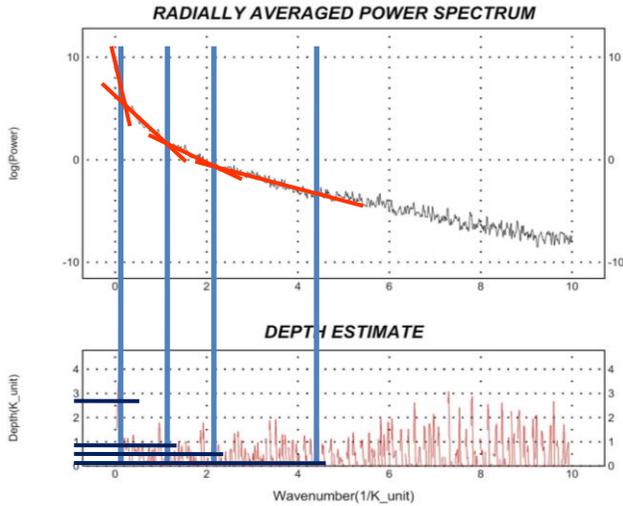
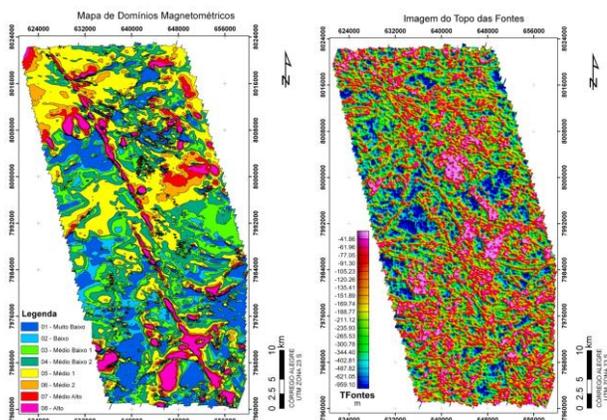


Figura 9 – Espectro de potência radialmente ponderado.

Uma interpretação dos principais domínios magnéticos ligados às fontes mais superficiais (Figura 10) pode ser conseguida de temas como CAT e suas transformações. Dá uma aproximação de como classificar as assinaturas que definem os domínios mais importantes ligados às fontes intrusivas que se desejava caracterizar.

Da mesma forma transformação que permite uma aproximação ao mapeamento destas fontes magnéticas de alta frequência espacial (TFontes; Figura 11) seria o detalhamento do significado espacial destas fontes.

Com estes dados pode-se aferir como a intrincada rede de intrusões (diques, chaminés etc.) se espalha na área, que é o mapeamento que se queria chegar.



Figuras 10 e 11 – Imagens dos domínios magnéticos (DMag) e do topo das fontes magnéticas rasas.

Discussão e Conclusões

Há pelo menos, uma centena de transformações possíveis para dados sobre a intensidade do campo magnético medido e reduzido. O mesmo vale para o campo gravitacional. A escolha deles é uma função da geologia que se quer estudar e da natureza do trabalho a ser desenvolvido. Alguns fatos da interpretação qualitativa possível de ser desenvolvida sobre dados magnético na situação específica apresentada foi o objeto da discussão acima.

São etapas prévias à seleção de alvos para uma interpretação quantitativa se as informações apriorísticas assim permitirem com plausibilidade geológica.

No caso, uma visão mais tridimensional destas fontes pôde ser conseguida contornando-se os resultados conseguidos com o tema TFontes (Figura 12) que serviria como uma primeira aproximação para saber como estão e como se distribuem espacialmente as fontes magnéticas que representam as intrusões, objeto deste trabalho.

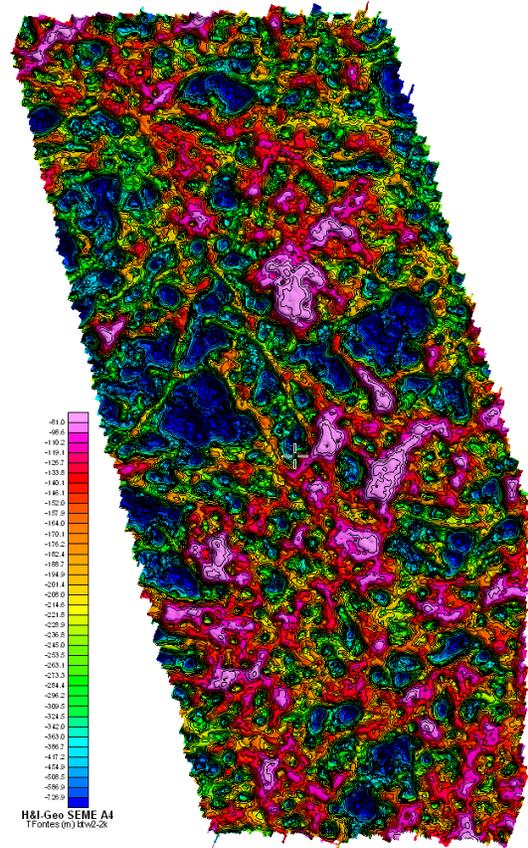


Figura 12 – TFontes (m) contornada.

A este quadro pode-se agregar, com o detalhe necessário as estruturas (estudo da ISA, por exemplo), sua possível cinemática e outros detalhes julgados necessários.

Dentro das limitações explicitadas pode-se dizer que a bacia é mais profunda na parte central da área (Figura 3) e que esta cortada por uma rede de intrusões filoneanas, soleiras em várias direções e níveis (Figura 12).

Agradecimentos

O autor agradece à SBGf através deste Simpósio a oportunidade de expor uma aproximação qualitativa e semi-quantitativa nos estudos de objeto tão importante na prospecção petrolífera e de outras onde o assunto abordado seja interessante e à InterGeo pela cessão dos dados e a permissão para seu uso nesta apresentação.

Referências

InterGeo, 2003 a 2010, Desenvolvimento de ferramentas de análise qualitativa e semi-quantitativa em dados do campo magnético e gravimétrico terrestres: Brasília (DF), Relatórios, rotinas, procedimentos e programas desenvolvidos, inéditos.

Blakely, R. J., 1994, Potential theory in solid-earth gravity and magnetic application: EUA, Cambridge University Press.

Gibson, R. I. e Millegan, P. S. (editores), 1998, Geologic applications of gravity and magnetics; Case histories: EUA, Tulsa (OK), Society of Exploration Geophysicists (SEG), Geophysical Reference Series nº 8, AAPG Studies in Geology nº 43.

Grant, F. S. e West, G. F., 1965, Interpretation theory in applied geophysics: EUA, McGraw-Hill, Inc

Gun, P. J., Maidment, D. & Milligan, P.R. – 2007 – Interpreting aeromagnetic data in areas of limited outcrop. Journal of Australian Geology & Geophysics, 17(2): 175-185.

Gun, P. J. & Dentith, M. C. – 1997 – Magnetic Response Associated with mineral deposits. Journal of Australian Geology & Geophysics, 17(2):145-158.

Jaques, A.L., Wellman, P. Whitaker, A. & Wyborn, D. – 1997 – high-resolution geophysics in modern geological mapping. Journal of Australian Geology & Geophysics, 17(2): 159-173.

Millingan, P.R. e Gunn, P.J., 1997, Enhancements and presentation of airborne geophysical data: Austrália, ASGO, Journal of Australian Geology and Geophysics, 17 (2), 31-38.

Minty, B.R.S., Luyendyk, A.P.G. e Brodie, R.C., 1997, Calibration and data processing for airborne geophysical data: Austrália, ASGO, Journal of Australian Geology & Geophysics, 17(2), 51-62.

Nabighian, Nabighian, M. N., Grauch, V. J. S., Hansen, R. O., LaFehr, T. R., Li, Y., Peirce, Phillips, J. D., e Ruder, M. E., 2005, The historical development of the magnetic method in exploration, Geophysics, 70, P.33ND-61ND.

Nabighian, M. N., M. E. Ander, V. J. S. Grauch, R. O. Hansen, T. R. LaFehr, Y. Li, W. C. Pearson, J. W. Peirce, J. D. Phillips, and M. E. Ruder. 2005. Historical development of the gravity method in exploration. Geophysics, 70, P63ND-89ND.

Parasnis, D. S., 1970, Mining geophysics: Holanda, Elsevier.

Reynolds, J. M., 1998, An introduction to applied and environmental geophysical: EUA, John Wiley and Sons, 2ª reimpressão.

Telford, W. M., Geldart, L. P. e Sheriff, R. E., 1993, Applied Geophysics: EUA, Cambridge University Press, 2ª edição.