

Interpretação de Dados Aeromagnéticos Utilizando Euler Deconvolution – Aplicação à Região dos Lagos (RJ)

José Ribamar da Silva (joribamar@on.br), Jean-Marie Flexor – Observatório Nacional (RJ), Brazil

Copyright 2003, SBGF - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation at the 8th International Congress of The Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, 14-18 September 2003.

Contents of this paper was reviewed by The Technical Committee of The 8th International Congress of The Brazilian Geophysical Society and does not necessarily represents 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.

Introdução

O uso da deconvolução de Euler como método de interpretação aplicado à dados magnéticos para se estimar a localização e a posição da fonte causando a anomalia magnética é agora bem estabelecida (Reid, 1990). Em 1982 esta técnica foi desenvolvida e aplicada por Thompson para perfis de dados e em 1990 Reid et al. desenvolveu esta técnica para dados gridados. Várias técnicas geofísicas tem sido usadas para facilitar o processo de interpretação de dados magnéticos aerolevantados. Um grande número de derivadas tem se mostrado úteis na identificação e delimitação de feições como intrusões e diques. A aplicação da deconvolução de Euler aplicada a dados gridados, é uma ferramenta importante e de rápido uso na confirmação destas profundidades e permite estimar a uma faixa para a profundidade das fontes. Neste trabalho, testamos a aplicação da técnica desenvolvida por Reid em 1990 aos dados magnéticos aero levantados sobre a Região dos Lagos (RJ-Brazil), com o objetivo de se estimar a posição e profundidade das principais fontes magnéticas locais.

Geologia

A Região dos Lagos (figura 1) da Carta Geológica do Estado do Rio de Janeiro (figura 2) representa o domínio mais oriental da Província da Mantiqueira. Além das províncias pré-cambrianas, a região engloba parte da Província Costeira bem como sua Margem Continental. Essas duas unidade englobam bacias continentais terciárias e suas correspondentes submersas, desenvolvidas a partir do Jurássico, a Bacia de Campos. Caracteriza-se também por extensivo magmatismo alcalino. Nota-se o desenvolvimento de formações superficiais terciárias e quaternárias continentais e os sedimentos quaternários da plataforma continental. O Complexo Região dos Lagos (P_{γ1r1}) é constituído por ortognaisses bandados/dobrados, cinzentos, de composição tonalítica a granítica, com abundantes paleodiques anfíbolíticos deformados. Aparecem ainda as formações seguintes: Suíte Desengano (N_{γ2d} – Granito tipo-S com granada, muscovita e biotita de granulação grossa, texturas granoblástica e porfírica com forte foliação transcorrente); Complexo Búzios (MNB-Cianita-sillimanita-granada-biotita xisto e gnaiss quartzo-feldspático intercalado com granada anfíbolito e gnaiss

calcissilicático. Complexo Paraíba do Sul (MNps-Granada-biotita-sillimanita gnaiss quartzo-feldspático (metagrauvaca), com bolsões e veios anatéticos ou injetados de composição granítica. Intercalações de gnaiss calcissilicático e quartzito frequentes. Variedades com cordierita e sillimanita (kinzigito) com contatos transicionais com o granada biotita gnaiss. Horizontes de xistos grafitosos são comuns. Também ocorrem rocha calcissilicática, metacarbonática (ca) e quartzito (qz); Rochas alcalinas cretácicas/terciárias (KT) – Maciço Alcalino de Tanguá (KT_{λta}); Maciço Alcalino de Soarinho (KT_{λso}); Maciço Alcalino de Rio Bonito (KT_{λrb}); Granitóides pós-tectônicos (ε_{γ5} – Granito Sana(11), Granito São Pedro (1), Granito São José do Ribeirão (2), Granito Alvim Cesário (15), Granito Silva Jardim (17) e Granito Nova Friburgo(9). Os depósitos quaternários são expressivos na região: depósitos colúvio-aluvionares (Qha) e depósitos de restinga (Qphr).



Figura 1 – Localização da Região dos Lagos (RJ)

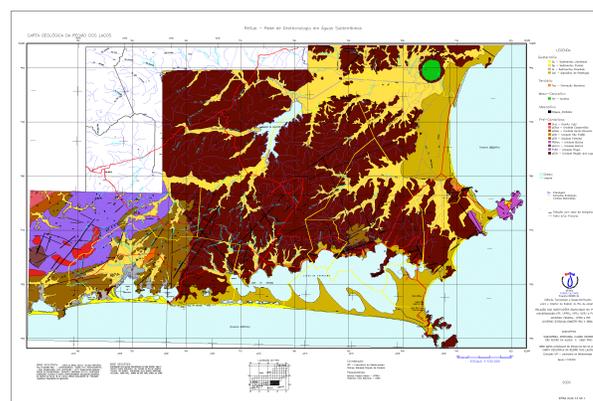


Figura 2 – Mapa geológico da Região dos Lagos (RJ).

Dados Aeromagnéticos

A base de dados aéreas utilizada neste trabalho foi fornecida pela CPRM e faz parte do Projeto Aerogeofísico São Paulo – Rio de Janeiro, Convênio Brasil-Alemanha, realizado em 1978. O espaçamento entre as linhas de vôo foi de 1 km com direção N-S, intervalo de amostragem de 100 metros, altura média de vôo de 150 metros e as coordenadas UTM foram referidas ao meridiano central - 45°. O magnetômetro utilizado foi um Geometrics G-803. Na figura 3, apresentamos o mapa das anomalias magnéticas gridado com células de 250x250 metros, após realizada as devidas correções de ruído, filtragem e realce de tendências. Para a realização deste processamento utilizamos o pacote OASIS Montaj.

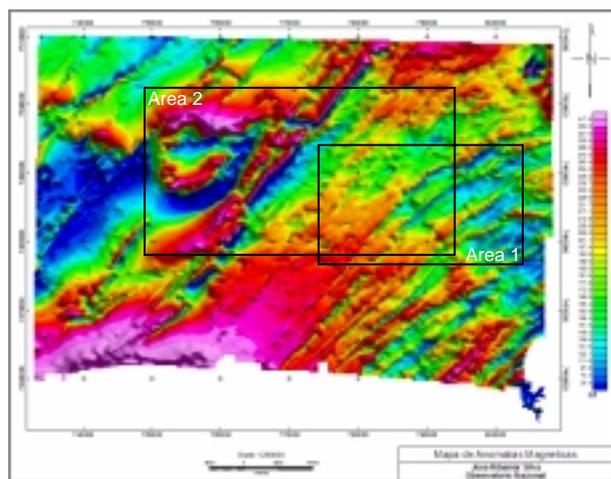


Figura 3 – Mapa de anomalias magnéticas.

Método

A deconvolução de Euler é uma técnica de modelamento inverso a qual permite estimar semi automaticamente valores de posição e profundidade das fontes magnéticas a partir dos dados medidos. Uma vantagem deste método é que ele não requer prévios conhecimentos da geologia local, embora suposições bem fundamentadas influenciam bastante o resultado final. Outra vantagem é que o método é insensível às distorções do campo causadas pela magnetização remanescente das fontes. Conforme Reid (1990), a homogeneidade de Euler pode ser formulada como segue:

$$(x - x_0) \frac{\partial T}{\partial x} + (y - y_0) \frac{\partial T}{\partial y} + (z - z_0) \frac{\partial T}{\partial z} = N(B - T)$$

onde (x_0, y_0, z_0) é a posição de uma fonte cujo campo total T é detectado a (x, y, z) e tem um valor regional B, e N é o índice estrutural (SI), que é normalmente assumido. Note que no caso 2D o termo "y" desaparece sendo levado a zero. As soluções para as incógnitas (x_0, y_0, z_0) e B são obtidas transformando-se a equação em um sistema de equações superdeterminado usando mais pontos do grid e aplicando uma matriz de inversão de mínimos quadrados para todos os pontos dentro da janela. Esta janela de dados de tamanho definido, é movida, então,

sobre todo o grid (ou perfil) a um dado intervalo de tempo e um conjunto de soluções é determinado dentro de cada janela. Os principais fatores que controlam o melhor resultado das soluções são:

- Tamanho da janela
- Posição da janela
- Índice Estrutural – estruturas simples
 - 0 – contatos
 - 1 – diques
 - 2 – cilindros verticais
 - 3 – esferas

Uma vez que dados reais tipicamente possuem mais de uma das feições geológicas descritas pelos índices acima, Reid et al (1990) recomendam um processamento múltiplo com diferentes SI's de modo que se possa analisar o índice que produz melhores soluções para as feições de interesse. Assim, com este objetivo, testamos em todos os casos os SI's descritos acima, utilizando janelas móveis de 10x10, 15x15 e 20x20 km com "step" de 1 km. Não fizemos testes para tentar encontrar SI's intermediários, o que provavelmente melhoraria a qualidade das soluções apresentadas. As soluções foram geradas com a ajuda de um programa em formato Matlab, originalmente escrito por Mushayandebvu (Mushayandebvu, M.F., University of Leeds), hoje modificado por Simon Williams (University of Leeds).

Resultados

Como exemplo do resultado obtido com o processamento dos dados magnético, apresentamos as figuras 4 e 5. Para facilitar a visualização, as diferentes profundidades estão sendo mostradas em diferentes cores. Nas figuras 4 e 5 A, são mostrados exemplos de SI que não apresentam bons resultados. As soluções obtidas são esparsas, sugerindo que o índice, a posição ou o tamanho da janela não são adequados. Variando-se o tamanho da janela (Fig 4B), obtivemos soluções melhores, porém ainda com um alto índice de ruído prejudicando a identificação das feições. Variando-se pois os SI (Fig 5B), obtivemos um resultado muito mais consistente, com nível de ruído muito menor e com grupos de soluções como desejado. Na figura 5B, mostramos os resultados obtidos com SI = 1 (dique), indicando a existência de diques na mesma direção dos diques existentes no mapa geológico da figura 2, o que mostra que os resultados são consistentes. Identificamos a W da figura 5B a presença de feições arredondadas, indicando que nesta área o índice mais apropriado seria o SI = 0 (contato), ou um SI intermediário, o que é o caso de feições mais complexas. Nesta região as principais feições encontradas apresentam estimativas de profundidades variando de 200 a 1100 m, sendo que aquelas indicando diques encontram-se a profundidades da ordem de 200 a 400 m e as outras que aparecem ter a forma mais complexas (figura 5B) da ordem de 900 a 1100 m. Note que os valores mostrados nos gráficos são aqueles a partir da altura de vôo e não a partir do nível do solo.

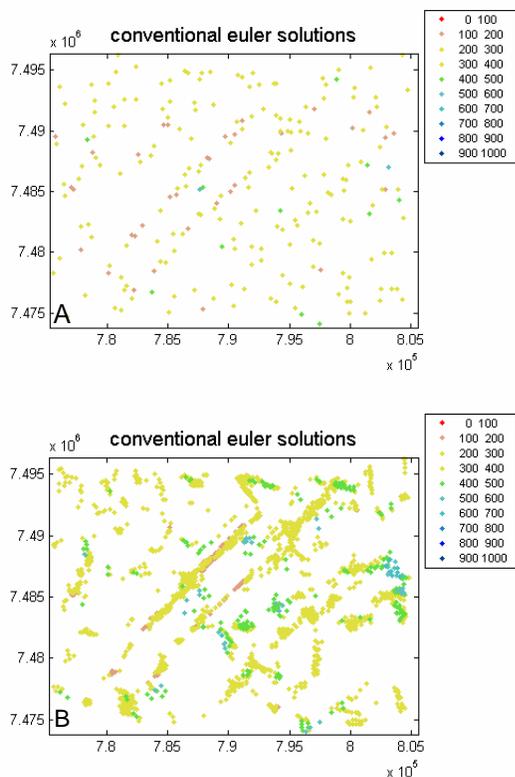


Figura 4 – Soluções obtidas da área 1.
 Figura A: SI = 2 e janela = 20km.
 Figura B: SI = 2 e janela = 10km.

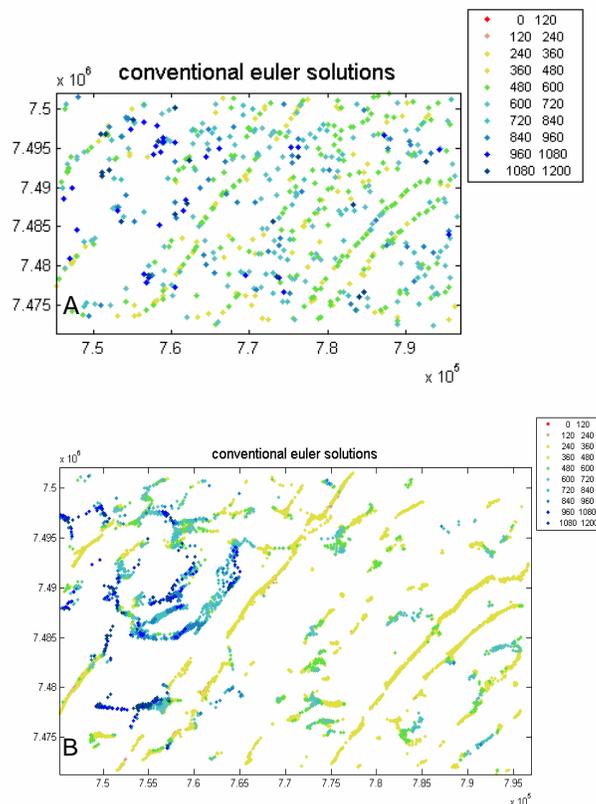


Figura 5 – Soluções obtidas da área 2.
 Figura A: SI = 3 e janela = 15km.
 Figura B: SI = 1 e janela = 10km.

Conclusões

Verificamos que quando aplicada a um banco de dados de anomalias magnéticas, a deconvolução de Euler melhora a determinação da posição e a estimativa da profundidade da fonte geradora e torna possível a identificação de feições como diques e falhas as quais usualmente não se verifica somente com o mapa magnético.

Para o nosso caso, a técnica da deconvolução de Euler para se estimar a posição e profundidade das fontes magnéticas se mostraram eficientes se comparamos os resultados obtidos com as informações do mapa magnético e com a técnica de análise espectral utilizando o software Getgrid produzido pela Universidade de Leeds.

A deconvolução de euler é bastante útil e eficiente quando aplicada a uma avaliação rápida do bancos de dados e na tomada de decisão sobre a identificação de feições geológicas.

Um estudo detalhado desta região utilizando deconvolução de Euler, magnetometria e modelo digital de terreno de está sendo desenvolvido com parte do meu programa de doutorado, cujos dados serão utilizados de maneira complementar a este trabalho, o qual ainda está em fase de conclusão.

Referências

CPRM – 2001 - **Mapa Geológico do Estado do Rio de Janeiro.**

Fairhead, J.D., Bennet, K.J., Gordon, D.R.H., and Huang, D., 1994, **Euler: beyond the “Black Box”**: 64th Ann. Internat. Mtng., Soc. Expl. Geophys., Extended Abstract, 422-424.

Mushayandevu, M.F., van Driel, P., Reid, A.B., and Fairhead, J.D., 1999, **Magnetic Contact Imaging using Extended Euler Deconvolution**: 69th Ann. Internat. Mtng., Soc. Expl. Geophys., Extended Abstract, 401-402.

Reid, A.B., Allsop, J.M., Granser, H., Millett, A.J., and Somerton, I.W., 1990, **Magnetic interpretation in three dimensions using Euler deconvolution**: Geophysics, v.55, p.80-91.

Thompson, D.T., 1982, **EULDPH - new technique for making computer-assisted depth estimates from magnetic data**: Geophysics, v.47, p.31-37.