

Aplicação de Metodologias Geofísicas para Estudo de um Conjunto Dique-Soleira em Rio Claro (SP)

Yára R. Marangoni, Luís G.F. D'Agostino, Frederico R. Sosnowski, Vagner R. Elis e Carlos A. Mendonça
IAG-USP

Copyright 2004, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

Este texto foi preparado para a apresentação no I Simpósio de Geofísica da Sociedade Brasileira de Geofísica, São Paulo, 26-28 de setembro de 2004. Seu conteúdo foi revisado pela Comissão Tecno-científica do I SR-SBGf 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

Os dados deste trabalho distribuem-se ao longo de um perfil de 4 km, cujo centro coincide com o limite positivo-negativo da anomalia aeromagnética do Projeto Botucatu (SP). Ao longo deste perfil foram coletados dados de gravimetria, magnetometria terrestre e caminhamento elétrico. Esse perfil é praticamente coincidente com um perfil aeromagnético do projeto Botucatu. Resultados preliminares da inversão separada dos sinais gravimétrico e magnetométrico sugerem uma região com maior densidade e susceptibilidade no centro do perfil, no limite positivo-negativo da anomalia aeromagnética. Em ambos os dados, também modela-se uma região anômala na porção Sul do perfil, com amplitude menor e valores um pouco menores nas constantes físicas. O caminhamento elétrico sugere um duto na parte central do perfil e material mais resistivo em subsuperfície, afundando em direção ao Sul. O conjunto de dados pode ser interpretado como sendo a assinatura geofísica de um dique que alimenta um sill de diabásio na borda Sul do dique.

Introdução

No início da década de 1980, o levantamento aeromagnético do Projeto Botucatu delineou várias anomalias localizadas, sendo que na região do Horto Florestal de Rio Claro - SP, borda da Bacia do Paraná uma dessas anomalias aparece associada a um afloramento de diabásio. O afloramento foi mapeado como um sill, porém a anomalia aeromagnética (fig. 1) sugere a presença de um dique, o que nos levou a fazer um estudo de detalhe na região.

Neste estudo foram realizados perfis de gravimetria e magnetometria terrestre em uma linha de aproximadamente 4000 m, com estações a cada 50 m. Ao longo da mesma linha foi realizado um perfil de caminhamento elétrico nos primeiros 2400 m. Para posicionamento horizontal e altitude de alguns pontos ao longo do perfil usou-se sistema GPS.

Coletou-se amostras das rochas sedimentares presentes na área, representativas da Formação Corumbataí e que afloram ao longo do perfil. Amostras do diabásio, aflorantes no Horto Florestal de Rio Claro, distantes cerca de 1,5 km do perfil, também foram amostradas

para determinar-se valores de densidade e susceptibilidade magnética com a finalidade de melhorar os parâmetros na inversão dos dados.

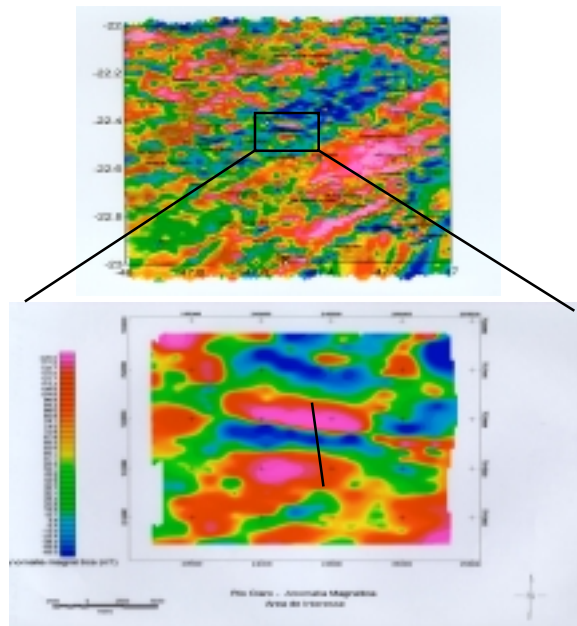


Figura 1 – anomalia aeromagnética da região de estudo e perfil.

Este trabalho tem por objetivo definir um modelo em subsuperfície para esse possível dique, considerando-o como fonte de alimentação de uma soleira de diabásio através da utilização conjunta de dados de gravimetria, magnetometria terrestre, aeromagnetometria e geolétrica. O estudo detalhado dessa anomalia servirá de teste para a extensão deste modelo para as feições aeromagnéticas similares evidenciadas pelo projeto Botucatu.

Metodologia

O perfil estudado foi marcado no terreno com estações intervaladas de 50 m, de forma que o centro dele coincidesse com o limite positivo-negativo da anomalia aeromagnética. A topografia do terreno foi determinada com o uso de teodolito e apresenta precisão de centésimos de metro. Alguns pontos dentro do perfil foram rastreados com GPS de uma frequência. No geral, a topografia apresenta erro de 2 a 3 metros com respeito ao nível do mar, e precisão interna do perfil de 0,05 m.

O levantamento gravimétrico, realizado sobre o perfil (fig. 2), foi referenciado à base da UNESP de Rio Claro. Os dados foram reduzido usando o valor de $2,67 \text{ g/cm}^3$ para a densidade na correção de Bouguer e a Fórmula Internacional da Gravidade de 1967 para o cálculo da gravidade normal. Os valores de altitude foram os obtidos com o levantamento geométrico.

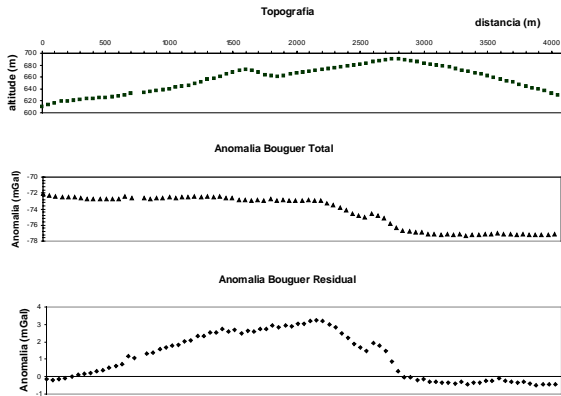


Figura 2 – perfil topográfico, anomalia Bouguer total e anomalia Bouguer residual. O início do perfil corresponde à parte Sul.

O levantamento magnetométrico (fig. 3), feito com dois magnetômetros overhouse, teve a variação diurna removida automaticamente. No centro da anomalia, onde o gradiente horizontal é mais intenso, o espaçamento entre os pontos diminuiu para 5 metros.

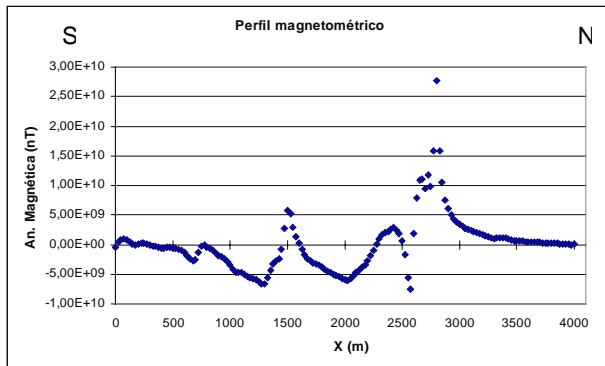


Figura 3 – Perfil magnetométrico.

A aplicação de ensaios de caminhada elétrica com arranjo dipolo-dipolo possibilita que se construa uma imagem 2D de subsuperfície, na qual as variações laterais de resistividade e cargabilidade são relacionadas com contatos e outras estruturas geológicas. No presente trabalho o procedimento foi a aplicação de caminhada com dipolo de 50 metros e 5 níveis de investigação. Para a realização das medidas de resistividade e IP domínio do tempo foi utilizado um conjunto transmissor TSQ-3

de 3KW de potência e um receptor IPR-12 digital, todos da Scintrex canadense.

Resultados

O perfil gravimétrico mostra valores mais negativos a norte, com variação de cerca 5 mGal. A anomalia residual foi removida usando o mapa de anomalia Bouguer de Zanão e Dourado (2003) do Horto Florestal de Rio Claro. O perfil deste trabalho está cerca de 1,5 km a leste do Horto e as anomalias gravimétricas não são tão pronunciadas como as do Horto. Um novo mapa com todos os pontos serviu para definir a separação regional-residual. O perfil residual mostra um alto de cerca 3 mGal na posição de 2400 m e um menor em cerca de 2600 m. Nesse intervalo deve se localizar o dique de diabásio.

O perfil magnetométrico apresenta a maior variação na posição de 2600 m e um pico positivo na região de 1500 metros, onde a gravimetria também assinala uma pequena anomalia. Dos dados de campo total foi removido um valor constante de 23000 nT, que zera o perfil fora da região de interesse.

Os dados da resistividade foram interpretados com o programa RES2DINV de Loke (1998). O modelo 2D resultante é apresentado em isolinhas de resistividade e procura definir com maior precisão a posição e o formato das estruturas causadoras de anomalias. O resultado, apresentado (fig. 4), permite observar os altos valores de resistividade que caracterizam o corpo de diabásio dentro dos siltitos da Formação Corumbataí com menores valores de resistividade ($< 40 \text{ ohm.m}$). Esse corpo apresenta-se como um sill que se estende das posições 350 m até 2.100 metros no perfil e entre as distâncias 2100 e 2200 metros o diabásio está disposto como um corpo vertical, caracterizando um dique que se comunica com o sill descrito. Na seção de cargabilidade não é possível observar claramente esses corpos, uma vez que tanto o diabásio como o siltito podem apresentar valores de cargabilidade de médios a altos.

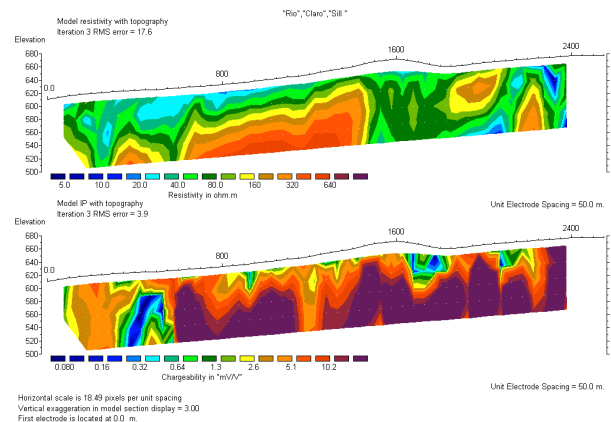


Figura 4 - Resultados da inversão das seções de resistividade e cargabilidade.

Os valores da densidade das 47 amostras de diabásio, provenientes de 3 afloramentos diferentes, foram obtidos em laboratório através do *Princípio de Arquimedes* (um corpo imerso total ou parcialmente dentro de um fluido está sob ação de um empuxo igual ao peso do fluido deslocado). Estes encontram-se no intervalo de 2,8 a 3,0 g/cm³, sendo o valor médio de 2,91 ± 0,03 g/cm³. Para as rochas sedimentares, além da densidade, pretende-se determinar a porosidade.

A inversão preliminar dos dados gravimétricos foi feita usando o programa MULTI (Barbosa et al. 1999, Silva et al. 2001). Este programa, que concentra a massa ao longo de eixos representando as maiores extensões do corpo em subsuperfície, usa como vínculos desigualdade, compacidade, proximidade absoluta e concentração no entorno dos elementos geométricos (Silva et al. 2001). Na figura 5 foram posicionados quatro eixos principais e a distribuição das massas sugere um corpo mais alongado horizontalmente, fragmentado em duas seções, com aproximadamente 2 km de largura e uma raiz inclinada entre 1,5 e 2 km. Os dados da magnetometria foram usados para delimitar horizontalmente o corpo de diabásio.

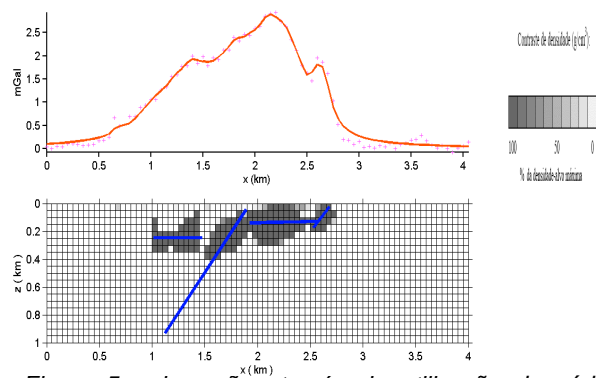


Figura 5 – inversão através da utilização de vários corpos.

Também foi feita a inversão separada do perfil gravimétrico e magnetométrico usando apenas o vínculo de suavidade. Os resultados (Fig. 6) mostram a presença de massa anômala, chegando até próximo da superfície, sob as posições de 1500 e 2400 metros. A inversão, usando apenas o vínculo da suavidade absoluta, mostra que o corpo anômalo parece ser contínuo em subsuperfície, abaixo dos 200m.

Discussão e Conclusões

Resultados preliminares da inversão separada dos sinais gravimétrico e magnetométrico sugerem uma região com maior densidade e susceptibilidade no centro do perfil, no limite positivo-negativo da anomalia aeromagnética. Com ambos os dados, também modela-se uma região anômala na porção sul do perfil, com amplitude menor e valores um pouco menores nas constantes físicas. A inversão usando apenas a suavidade mostrou a continuação dessa massa em subsuperfície (Fig. 6). Essa

continuidade desaparece quando o vínculo de compacidade é introduzido (Fig. 5), embora os dois corpos modelados encontrem-se muito próximos. Em ambas inversões, nota-se uma região onde o corpo encontra-se mais profundo, entre os trechos de 1500 m e 2000 m, que também aparece nos resultados do caminhamento elétrico.

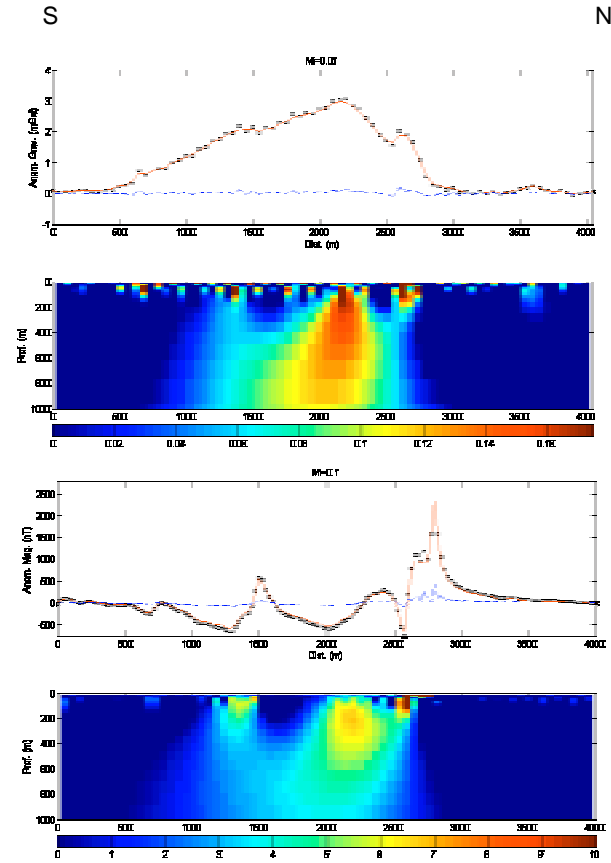


Figura 6 – Perfil gravimétrico e magnetométrico com suas respectivas inversões com vínculo de suavidade.

O conjunto de dados pode ser interpretado como sendo a assinatura geofísica de um dique que alimenta um sill de diabásio na borda sul do dique. Essa interpretação é compatível com a posição dos afloramentos de diabásio, as feições gerais da aeromagnetometria e do mapa de anomalia Bouguer do Horto Florestal. Dada a falta de assinatura gravimétrica e magnetométrica a norte do possível dique, pode-se inferir que este tenha alimentado uma soleira que desenvolveu-se a sul do mesmo em função da paleotopografia da região.

Agradecimentos

Agradecemos ao técnico Clarino Vieira, IAG-USP, e ao Dr. João Dourado, Unesp-RC, por colaborarem com as coletas de dados e amostras, e ao departamento de Geologia Aplicada da Unesp-RC pelo empréstimo de equipamentos.

Referências

Barbosa, V. C. F., Silva, J. B. C. & Medeiros, W. E., 1999, Stable inversion of gravity anomalies of sedimentary basins with nonsmooth basement reliefs and arbitrary density contrast variations: *Geophysics*, 64, 754-764.

Loke, M. H., 1998, RES2DINV ver. 3.3. for Windows 3.1 and 95. Rapid 2D resistivity and IP inversion using the least-squares method. Penang: M.H. Loke Software User's Manual, 35p.

Silva, J. B. C., Medeiros, W. E. & Barbosa, V. C. F., 2001. Potential-field inversion: Choosing the appropriate technique to solve a geologic problem: *Geophysics*, 66, 511-520.

Zanão, R. & Dourado, J. C., 2003, Estudo de um corpo de diabásio por meio da gravimetria. 8th International Congress of The Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, 14-18 September 2003.