



# Caracterização Geofísica do Complexo Intrusivo Alcalino de Jacupiranga, (SP). Brasil.

Mario J. Tomas Rosales, Wladimir Shukowsky

Instituto Astronômico e Geofísico - Universidade de São Paulo.

## Abstract

O mapa de anomalia Bouguer para a área do Complexo intrusivo alcalino de Jacupiranga nos mostra uma intensa anomalia gravimétrica positiva com uma amplitude máxima de +42 mGal e um comprimento de onda de ~8 km, associada à presença do maciço intrusivo como um todo. Destacam-se zonas de altos gradientes gravimétricos coincidindo principalmente com os limites sul e leste do complexo, o que indica que os contatos dos corpos intrusivos que formam o maciço alcalino com as rochas encaixantes do embasamento sejam contatos abruptos. A partir do limite norte do complexo alcalino, observa-se uma tendência do campo regional a diminuir mais rapidamente na direção N-NW até atingir valores de -40 mGal, diferente do que ocorre na parte S-SE da área, onde o comportamento do campo regional apresenta uma diminuição mais lenta e de maneira gradativa. Para separar o efeito regional no campo de anomalias total de Bouguer utilizou-se o Método de ajuste polinomial robusto. Daí escolheu-se a anomalia Bouguer residual obtida pelo polinômio robusto de grau 4, como a que melhor caracteriza a presença dos principais corpos intrusivos que formam o maciço alcalino. Para conhecer o índice de contribuição no campo de anomalia Bouguer desses principais corpos, procedeu-se à realização de um modelamento gravimétrico estrutural 2.5 D da anomalia residual obtida pelo ajuste polinomial robusto de grau 4, através de quatro perfis. Este procedimento permitiu estabelecer relações entre os máximos anômalos residuais com a presença de corpos intrusivos posicionados quase verticalmente, e que encontram-se estendidos até profundidades iguais ou maiores a 4 Km.

## INTRODUÇÃO

O Complexo intrusivo alcalino de Jacupiranga está localizado aproximadamente a 200 km a sudoeste da cidade de São Paulo (24° 42'S, 48° 08'W). Conforme Ulbrich & Gomes (1981), o maciço intrusivo classifica-se como uma associação muito complexa máfica a ultramáfica, álcali-saturada a peralcalina com glimmeritos, dunitos, peridotitos e piroxenitos como rochas predominantes, acompanhadas de carbonatitos e que inclui-se dentro da província alcalina de Jacupiranga, representada também pelos maciços de Ipanema, Itanhaém e Juquiá, todos com idades em torno de 130 Ma.

O objetivo principal do trabalho foi realizar um estudo mais detalhado das diversas estruturas geológicas mesozóicas que formam o Complexo intrusivo, para ter uma visão mais precisa da morfologia e da disposição espacial das mesmas em sub-superfície.

## ARCABOUÇO GEOLÓGICO E TECTÔNICO

No mapa geológico simplificado da Fig. 1, observa-se que o maciço alcalino é limitado ao norte, noroeste e nordeste, por rochas granitóides Transamazônicas correspondentes ao Pré-Cambriano Médio, que constituem o Complexo Itapeúna. Entre seus principais litotipos estão os granitos de anatexia, granitos-gnaisses, diatexitos homogêneos, anatexitos e epibólitos homofônicos. No extremo sul, sudoeste e sudeste, circundando o maciço e fazendo contato com os granitoides anteriormente mencionados, encontram-se rochas pertencentes à Sequência Turvo-Cajatí, de idade Transamazônica, entre as quais, citam-se micaxistos, quartzo-micaxistos, quartzo-xistos, e quartzitos. Entre as rochas sedimentares, presentes na área que compreende o complexo intrusivo alcalino de Jacupiranga, observam-se sedimentos aluvionares fluviais condicionados aos vales dos cursos inferiores dos principais rios que drenam a região.

A constituição tectônica da área de estudo revela um complexo cenário estrutural caracterizado principalmente pela presença de dois sistemas de falhas; um primeiro, composto por falhas regionais Precambrianas orientadas segundo a direção NE-SW, paralelas a linha da costa; e um segundo, composto por falhas de menor ordem, orientadas na direção N45W, paralelas ao alinhamento estrutural de Guapiara.

## OBTENÇÃO DA ANOMALIA DE BOUGUER

A obtenção das medições gravimétricas foi feita conforme itinerários ao longo de caminhos de terra e de estradas, com uma distância entre pontos de observação de 1 km, e de 500 metros em algumas zonas em particular. Utilizou-se um gravímetro Lacoste-Romberg, modelo G, que proporciona uma resolução de 0.01 mGal, com deriva inferior a 1.0 mGal ao mês. O número total de estações gravimétricas medidas na área de estudo foi de 287, com uma precisão na determinação do valor da gravidade observada de 0.05 mGal.

Simultaneamente ao levantamento gravimétrico, realizou-se um nivelamento barométrico para determinar as altitudes das estações gravimétricas situadas no campo. Na determinação dos valores de altitudes das estações gravimétricas se atingiu uma precisão de aproximadamente 1.5 metros. As coordenadas das estações gravimétricas foram determinadas

por posicionamento GPS, com uma precisão da ordem de 50 metros.

Os valores de gravidade teórica foram calculados com referência ao World Geodetic System (1967). O valor médio da densidade da crosta terrestre considerado para a correção de Bouguer foi de  $2.67 \text{ g/cm}^3$ .

A correção de relevo não foi aplicada considerando o relevo topográfico da área de estudo, pouco expressivo, e os valores elevados da anomalia de Bouguer obtidos, conforme nos mostra o mapa da Fig. 2.

Tendo em vista que o nivelamento barométrico foi executado com precisão de 1.5 metros, tem-se que os valores da anomalia de Bouguer para toda a área de estudo foram obtidos com uma precisão da ordem de 0.3 mGal.

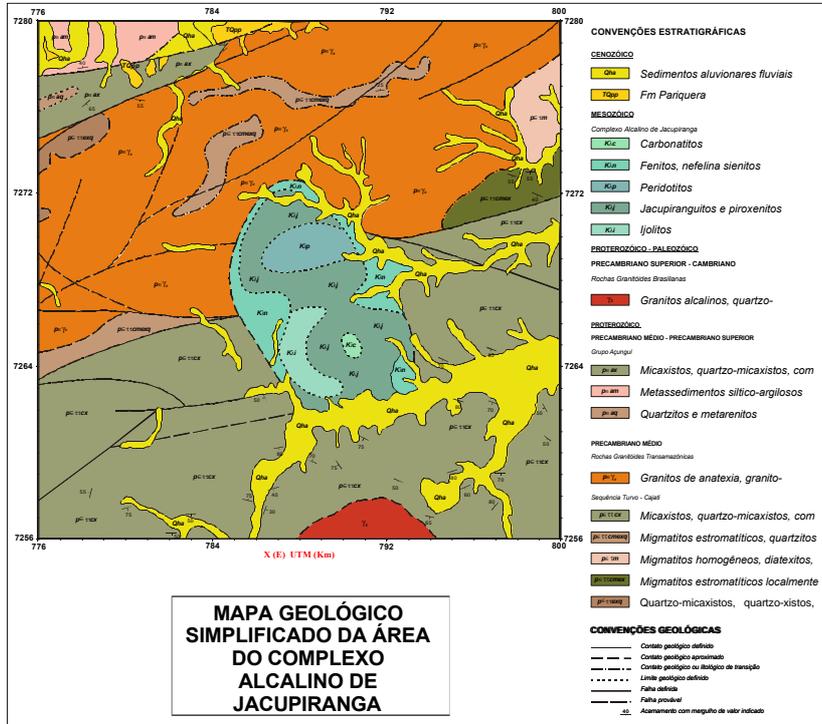


Fig. 1 Mapa geológico simplificado da área do Complexo intrusivo alcalino de Jacupiranga.

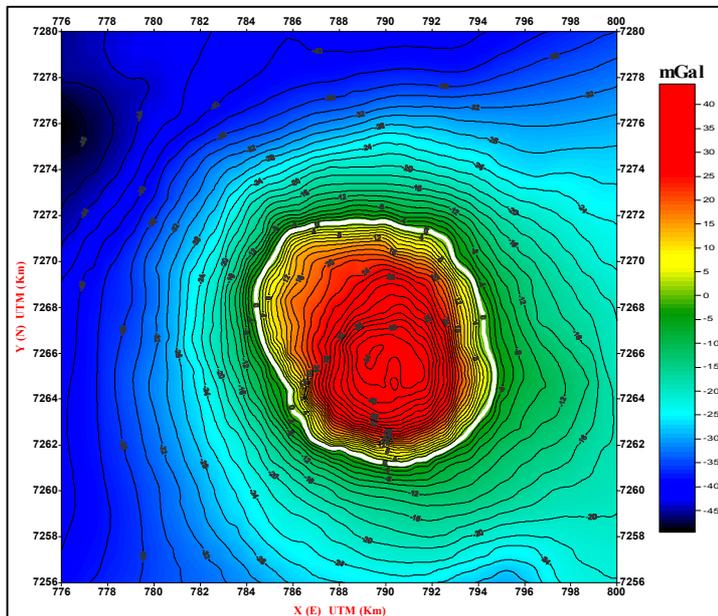


Fig. 2 Mapa de anomalia total de Bouguer da área do Complexo intrusivo alcalino de Jacupiranga. Intervalo de contorno: 2 mGal.

### SEPARAÇÃO DE ANOMALIAS

Para separar o efeito regional no campo de anomalia Bouguer, produzido pelas rochas encaixantes do embasamento (granodioritos, granitos-gnaisses, micaxistos) de idade Precambriana sobre as rochas Cretácicas que formam os diversos corpos intrusivos do Complexo intrusivo alcalino de Jacupiranga, procedeu-se à aplicação do método de separação da anomalia regional pelo ajuste polinomial robusto (Beltrão et al. 1991).

Após efetuar vários testes para diferentes graus do polinômio, concluiu-se que a anomalia regional obtida pelo polinômio de grau 4, é a que melhor se ajusta às características regionais do campo de anomalia Bouguer na área que compreende o Complexo intrusivo alcalino de Jacupiranga.

No mapa de anomalia Bouguer residual obtido a partir da aplicação do polinômio robusto de grau 4 (Fig. 3), observa-se a presença de uma anomalia positiva de forma aproximadamente circular, com uma amplitude de +66 mGal, coincidindo aproximadamente em sua parte central com a presença do corpo de jacupiranguito, que associa-se à zona de raiz mais profunda do maciço intrusivo alcalino. Observa-se também que existe uma tendência do campo de anomalia residual a estender-se a partir de seus valores centrais conforme três direções diferentes bem definidas, associando-se assim a presença de possíveis máximos anômalos residuais secundários. Conforme o grau de comprimento, existe um primeiro eixo principal anômalo segundo a direção NNW, que poderia associar-se a um prolongamento até níveis menos profundos do corpo intrusivo principal de jacupiranguito localizado na parte sul do maciço alcalino. Um segundo alinhamento do campo anômalo residual, revelando a presença de um eixo anômalo de menor comprimento que o anterior, encontra-se na parte norte do complexo alcalino, estando orientado segundo N45W e que poderia associar-se a zona de raiz mais profunda do corpo intrusivo de dunito. Um terceiro alinhamento do campo anômalo residual, que apresenta um eixo anômalo de menor comprimento que os dois citados anteriormente, orienta-se segundo N75W, vai localizar-se no extremo oeste do corpo de dunito (conforme os contatos geológicos definidos do mapa da Fig. 1), que poderia provavelmente estar-se associando a um prolongamento até níveis superficiais do corpo intrusivo de dunito, que apresentaria sua raiz mais profunda localizada no extremo norte do complexo alcalino.

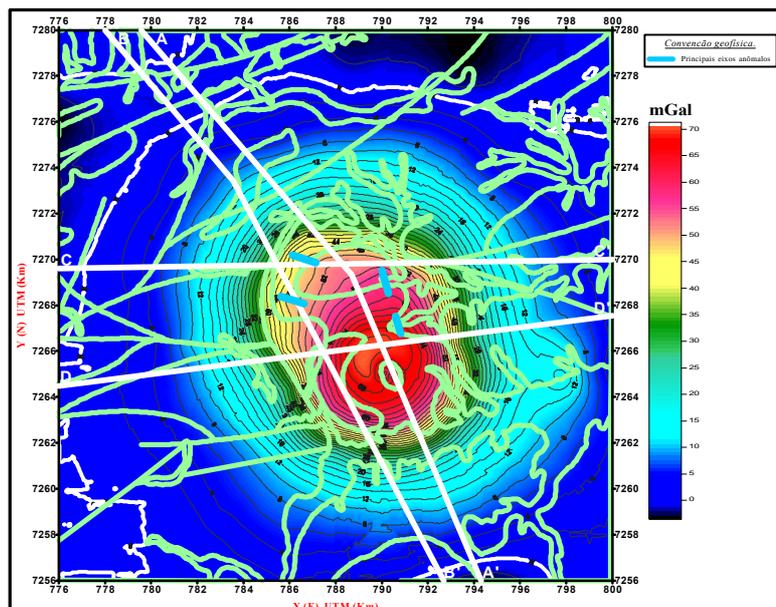


Fig. 3 Mapa de anomalia residual de Bouguer obtida pelo polinômio robusto de grau 4. Intervalo de contorno: 2 mGal.

**MODELAMENTO GRAVIMÉTRICO ESTRUTURAL**

Para conhecer o grau de contribuição ao campo de anomalia Bouguer, dos diversos corpos intrusivos que formam o maciço alcalino de Jacupiranga, procedeu-se à realização de um modelamento gravimétrico estrutural 2.5 D da anomalia residual de Bouguer obtida pelo método de ajuste polinomial robusto de grau 4, através dos quatro perfis tracejados na área, conforme observa-se na Fig. 3.

Tabela 1. Litologia, idades e densidades dos corpos integrantes dos modelo gravimétricos estruturais referentes à área do Complexo intrusivo alcalino de Jacupiranga.

LITOLOGIA	IDADE ... (FORMAÇÃO)	DENSIDADE (g/cm <sup>3</sup> )
Fenitos, Nefelina sienitos	Mesozóico (K). Complexo Intrusivo Alcalino de Jacupiranga.	2.93
Dunitos	Mesozóico (K). Complexo Intrusivo Alcalino de Jacupiranga.	3.26
Ijolitos	Mesozóico (K). Complexo Intrusivo Alcalino de Jacupiranga.	3.31
Jacupiranguitos	Mesozóico (K). Complexo Intrusivo Alcalino de Jacupiranga.	3.54
Carbonatitos	Mesozóico (K). Complexo Intrusivo Alcalino de Jacupiranga.	2.80
Granitos-gnaisses, micaxistos.	Pre-Cambriano Médio. Complexo Itapeuna, Sequência Turvo-Cajati.	2.70

de rochas que compõem os principais litotipos intrusivos que formam o maciço (Rosales, 1999). A densidade média correspondente aos distintos corpos que integram os modelos, assim como das rochas encaixantes do embasamento Precambriano, foram tomadas fazendo referência aos valores de densidade que aparecem na Tabela 1.

O modelamento foi efetuado através do programa GRAVMAG (Pedley et al., 1993). Trata-se de um programa interativo para interpretação simultânea 2.5 D de dados gravimétricos e magnéticos, de acordo com a formulação de Rasmussen & Pederson (1979). Para a construção dos modelos estruturais nos distintos perfis partiu-se de modelos prévios baseados na metodologia da análise integrada dos dados geofísicos, geológicos e topográficos disponíveis da área de estudo, mantendo um estreito vínculo com os valores de densidade obtidos a partir de observações feitas em amostras

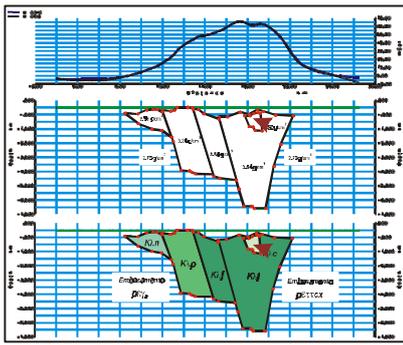


Fig. 4 Perfil A-A: Modelo gravimétrico estrutural 2.5 D da anomalia residual de Bouguer obtida pelo polinômio robusto de grau 4, na área do Complexo intrusivo alcalino de Jacupiranga.

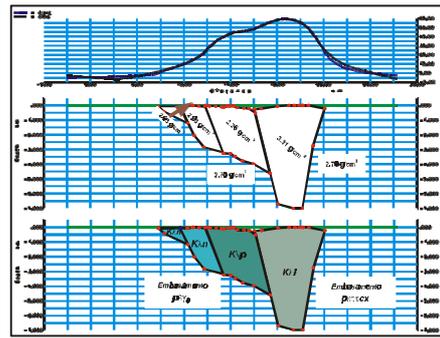


Fig. 5 Perfil B-B: Modelo gravimétrico estrutural 2.5 D da anomalia residual de Bouguer obtida pelo polinômio robusto de grau 4, na área do Complexo intrusivo alcalino de Jacupiranga.

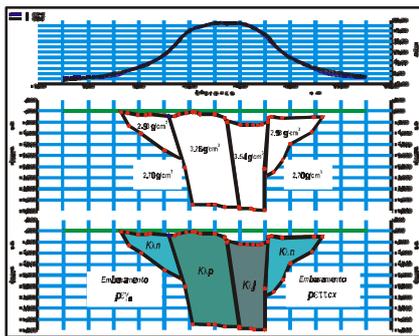


Fig. 6 Perfil C-C: Modelo gravimétrico estrutural 2.5 D da anomalia residual de Bouguer obtida pelo polinômio robusto de grau 4, na área do Complexo intrusivo alcalino de Jacupiranga.

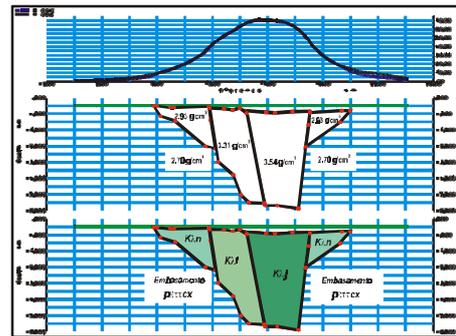


Fig. 7 Perfil D-D: Modelo gravimétrico estrutural 2.5 D da anomalia residual de Bouguer obtida pelo polinômio robusto de grau 4, na área do Complexo intrusivo alcalino de Jacupiranga.

## CONCLUSÕES

1) De acordo com o modelamento gravimétrico, o complexo intrusivo alcalino de Jacupiranga é formado principalmente por corpos intrusivos profundos que apresentam raízes maiores ou iguais a 4 km; 2) Os corpos de jacupirangitos e de ijolitos, localizados na parte sul do complexo, estão caracterizados por profundidades da ordem de 6 km, o que indica que a raiz mais profunda do maciço como um todo é constituída por rochas jacupiranguíticas e ijolíticas; 3) Os corpos de jacupirangitos e de ijolitos localizados na parte sul do complexo mantêm uma forma de estrutura geológica concêntrica zonal, num considerável intervalo vertical ao redor do corpo de carbonatito; 4) O corpo de dunitos localizado na parte norte do complexo apresenta uma raiz profunda da ordem de 4 km, e exibe uma estrutura geológica em profundidade com uma geometria espacial não bem definida, o que nos sugere a idéia de que o posicionamento final dos dunitos esteve provavelmente condicionado pela presença de falhas normais.

## REFERÊNCIAS

- Almeida, F.F.M., 1986, *Distribuição regional e relações tectônicas do magmatismo P & Paleozóico no Brasil*. Rev. Bras. Geoc., N°16(4), pp\_325-349.
- Beltrão, J.F., Silva, J.B.C., Costa, J.C., 1991, *Robust polynomial fitting method for regional gravity estimation*. Geophysics, v. 56, N°1, pp 80-89.
- Pedley, R.C.; Busby, J.P.; Dabek, Z.K., 1993, *GRAVMAG USER MANUAL- Interactive 2.5 D gravity & magnetic modelling*. British Geological Survey. Keyworth, United Kingdom.
- Rasmussen, R., Pederson, L.B., 1979, *End corrections in potential field modelling*. Geophysical Prospecting, N° 27, pp 749-760.
- Rosales, M.J.T., 1999, *Caracterização geofísica do complexo intrusivo ultrabásico-alcalino de Jacupiranga, SP*. Dissertação de mestrado, IAG-USP, São Paulo, 120 p., in *álita*.
- Ulbrich, H.H.G.J., Gomes, C.B., 1981, *Alkaline rocks from Continental Brazil*. Earth Sci. Rev., N°17, pp 135-154.

## AGRADECIMENTOS

Nossos agradecimentos pessoais ao CNPq e à FAPESP pelo apoio financeiro na execução e conclusão dos trabalhos de campo pertencentes a este projeto de pesquisa.