

10.1 Resumo

Os Complexos alcalinos de Serra Negra, Salitre I e Salitre II foram estudados através de dados gravimétricos terrestres bem como de dados aeromagnéticos. A região de estudo não apresentava densificação de dados apropriada para a interpretação geofísica, sendo os dados coletados em duas incursões. A redução e processamento dos dados são descritos no Capítulo III, sendo o atual capítulo sua extensão. A modelagem 3D e interpretações são observadas aqui.

Informações gravimétricas, de topografia com resolução de 3 arc-seg do SRTM (NASA, 2000), dados aeromagnéticos, sismologia, e de fluxo térmico, permitiram interpretar e descobrir características sobre o alojamento, geometria e parâmetros físicos. A profundidade dos complexos alcalinos é superior a 20 km sendo, portanto estruturas que possuem uma origem mantélica.

Serra Negra e Salitre I estão alojados muito próximos, no entanto possuem direções de alojamento distintas. Informações de fluxo geotérmico, bem como dados de tomografia sísmica indicam atividade de calor nessa região.

Os complexos foram modelados através de uma geometria 3D de formato irregular, como se fosse um único corpo, devido a resposta do campo anômalo Bouguer.

Os parâmetros obtidos através da estimativa tridimensional são: volume de **0,19074 10⁴ km³**, e massa de **0,11886 10¹⁶ kg** para uma densidade de piroxenito (3.3 g/cm³), sendo esses valores para os complexos de Salitre I e Serra Negra.

10.2 Introdução

O complexo de Serra Negra está inserido na província Alto Paranaíba, estando localizada em Patrocínio-MG, a aquisição, redução dos dados e modelagem gravimétrica em semidetalhe, excluído o carbonatito, foi concluído em agosto de 2002 (Figura 10.1). Em agosto de 2003, houve uma nova tomada de dados gravimétricos, tendo como objetivo a aquisição de dados sobre o carbonatito de Serra Negra (Figura 10.2). Na Figura 10.1 verifica-se que o campo regional não é complexo, tendo comportamento suave característico de uma única rocha encaixante, que nesse caso corresponde ao Grupo Bambuí.

Ao observar os dados gravimétricos e pesquisar na literatura notamos a existência de outros corpos alcalinos próximos ao de Serra Negra, denominados Salitre I e II. Na aquisição gravimétrica a prioridade foi isolar o complexo de Serra Negra, no entanto, observou-se que ambos os complexos compõem um único bloco do ponto de vista gravimétrico. O isolamento do campo gravitacional para cada alcalina não é possível sem a degradação do sinal, ou mesmo sem interferência no sinal das intrusões vizinhas. Os complexos alcalinos de Serra Negra, Salitre I e Salitre II compõem corpos distintos tanto do ponto de vista geológico como magnético (Convênio Brasil-Alemanha; CPRM, 1971), (Figura 10.3). O mapa topográfico na Figura 10.4 foi obtido através dos dados SRTM (NASA, 2000), sendo observados os complexos de Serra Negra e Salitre I, enquanto Salitre II não apresenta resposta topográfica em relação a Serra Negra. O solapamento posterior ao resfriamento do edifício vulcânico é observado através de um lineamento concêntrico que envolve os complexos. A imagem de satélite dos complexos na sua componente principal é verificada na Figura 10.5. Os

espectros utilizados na confecção da imagem de satélite na componente principal foram as bandas 3, 2, 1 da imagem do satélite CBERS, satélite Brasil-China (http://www.cbers.inpe.br/pt/index_pt.htm). Os dados foram cedidos pelo INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

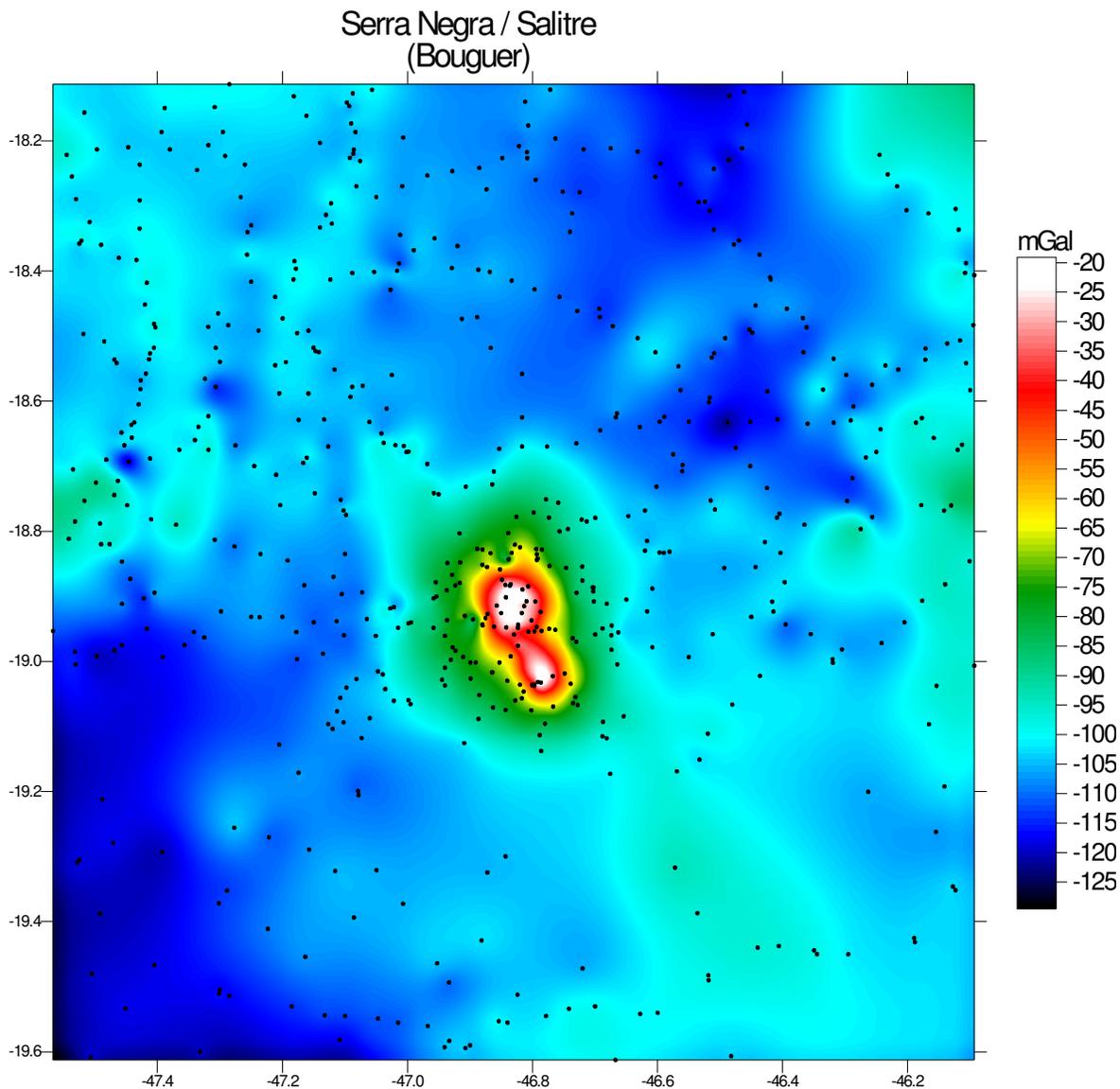


Figura 10.1. Mapa de anomalia Bouguer dos Complexos Alcalinos de Serra Negra e Salitre I e II despojado do carbonatito de Serra Negra (baixo gravimétrico). As estações de medidas estão representadas através de pontos. Dados coletados pelo IBGE e IAG/USP.

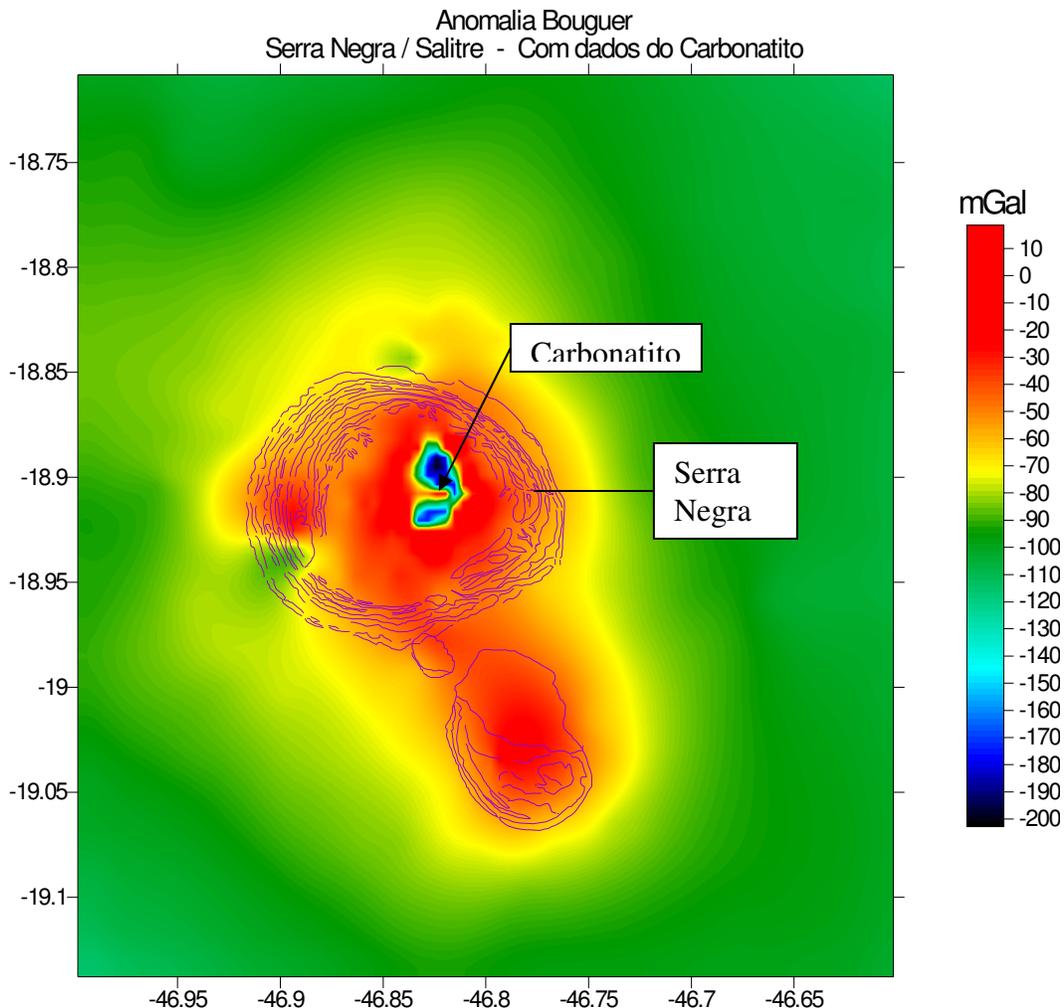


Figura 10.2. Anomalia Bouguer dos Complexos Alcalinos de Serra Negra e Salitre I e II com dados sobre o carbonatito de Serra Negra. As linhas em roxo representam o contato geológico e os domeamentos da rocha encaixante. A estrutura circular de maior raio é a alcalina de Serra Negra. A sul de Serra Negra a menor estrutura subcircular é Salitre II e a outra, com formato “elíptico”, Salitre I.

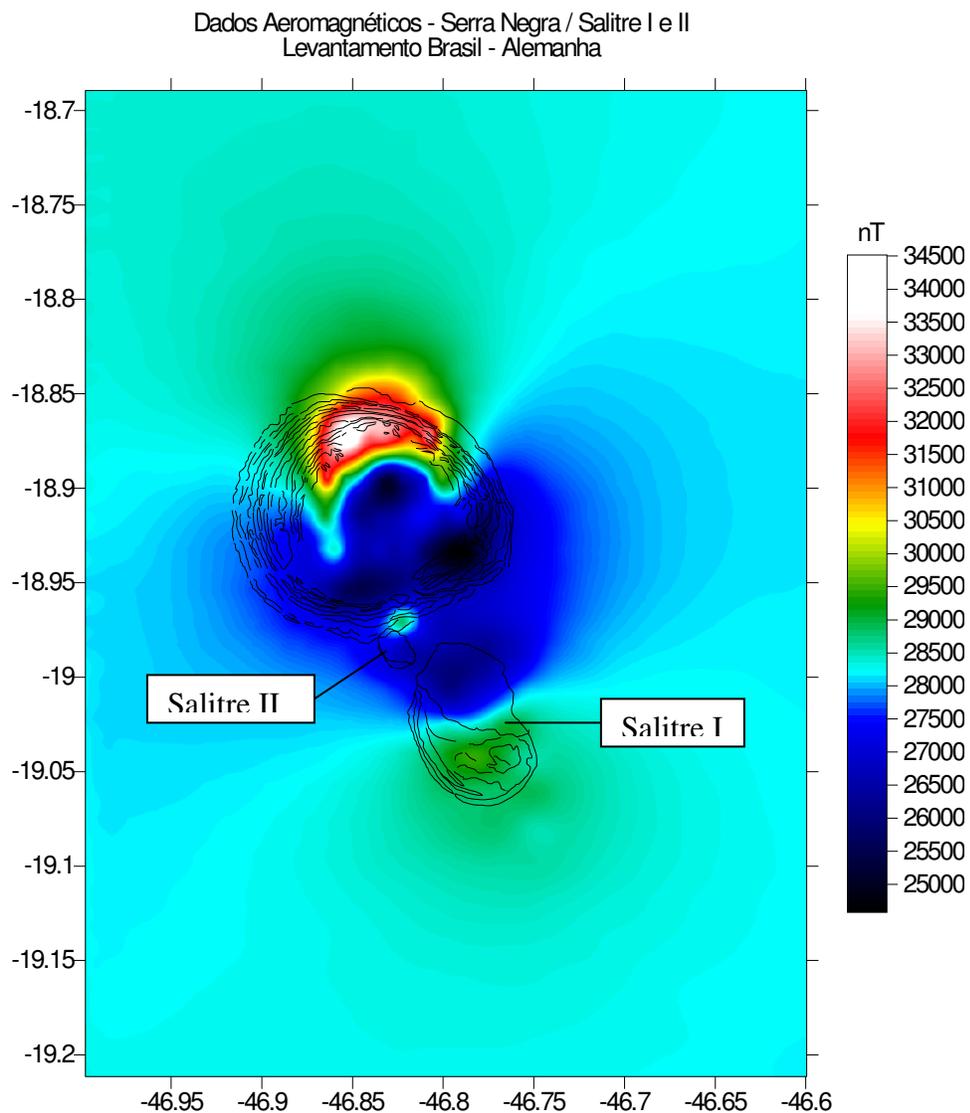


Figura 10.3. Mapa de anomalia magnética do Levantamento aéreo Brasil – Alemanha, eliminado do IGRF, dos Complexos Alcalinos de Serra Negra e Salitre I e II. As linhas na cor preta representam o contato geológico e os domeamento da rocha encaixante.

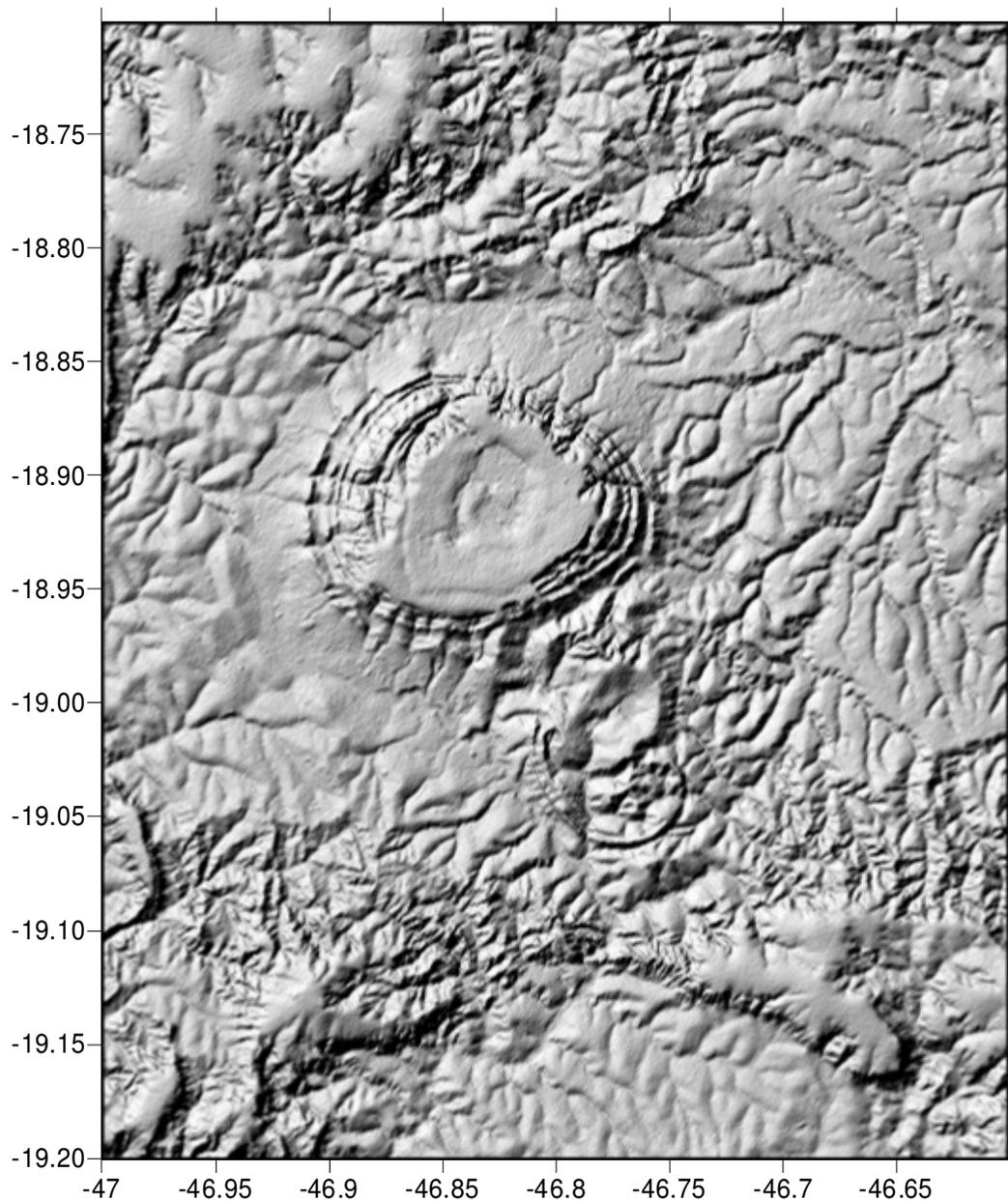


Figura 10.4. Mapa topográfico de Serra Negra, Salitre I e II, em relevo sombreado com iluminação na direção 45NW e inclinação 45°. Na mesma figura observa-se uma circunferência externa aos complexos que resulta do solapamento da estrutura vulcânica.

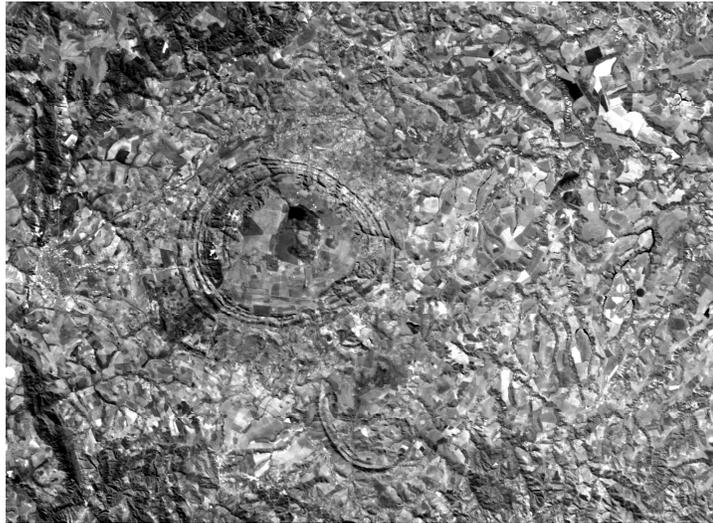
10.3 Geologia

Os complexos ultrabásicos de Serra Negra e Salitre I e II estão alojados na província do arco Alto Paranaíba (Ladeira et al., 1971), onde são associados tectonicamente aos lineamentos do cinturão de dobramentos correlatos à borda do Cráton do São Francisco e Bacia do Paraná (Morbidelli et al., 1997). A rocha encaixante é composta pelos metassedimentos do Grupo Bambuí. As rochas na vizinhança dos maciços são compostas por filitos e quartzitos que sofreram domeamento devido à injeção do magma alcalino.

Serra Negra a maior das três alcalinas tem diâmetro em torno de 10 km, enquanto que Salitre I a sudeste de Serra Negra possui forma oval distorcida ao longo do eixo N-S e dimensão de 7 km. Salitre II é um pequeno plug à margem Sul de Serra Negra e Noroeste de Salitre I, com área de 2.5 km² (Mariano & Marchetto, 1991). Datações potássio-argônio indicam que os complexos originaram-se entre 80 e 87 Ma, sendo sua média de 85 Ma (Gomes et al., 1990; Morbidelli et al., 1995b)

Serra Negra é composto basicamente por piroxênito e carbonatito do tipo sovito (cálcio carbonatito), sendo esse não aflorante. Salitre I consiste predominantemente por sienito, nefelina sienito e piroxenito em menor ocorrência. Salitre II é composta por bebedorito, um tipo de piroxenito. Geomorfologicamente Serra Negra e Salitre I constituem duas intrusões separadas por desnível topográfico, onde ambas possuem formato circular e elíptico com máximas cotas altimétricas de 1250 e 1100 m (Figura 10.4). Serra Negra, Salitre I e II constituem complexos carbonatíticos, alvos economicamente ativos de grande importância local e regional.

a)



b)

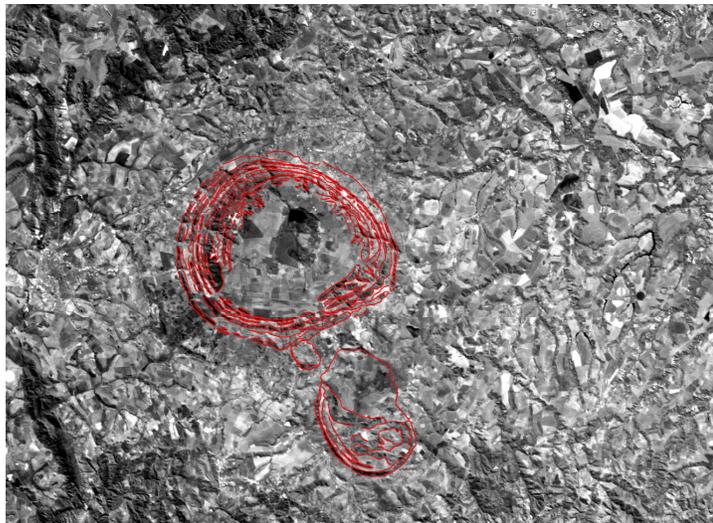


Figura 10.5. a) Componente principal das bandas 3, 2, 1 da imagem do satélite CBERS (http://www.cbears.inpe.br/pt/index_pt.htm). As estruturas concêntricas, semelhante a crateras, correspondem aos complexos alcalinos de Serra Negra , Salitre I e II. b) Verifica-se a posição das alcalinas, onde ao norte situa-se Serra Negra, a maior estrutura concêntrica de formato circular. Salitre I está mais ao sul, correspondendo à estrutura de formato elíptico com direção NW/SE. Salitre II é a menor intrusão estando posicionada entre Serra Negra (ao sul) e Salitre I (a NEE). As linhas na cor vermelha correspondem ao contato geológico das intrusões e do domeamento da rocha encaixante.

10.4 Aquisição dos Dados Gravimétricos

A aquisição dos dados gravimétricos para densificação das estações de medida ocorreu em fevereiro de 2002, pelo IAG/USP, sendo adicionados aos dados já existentes do IBGE.

Foi utilizada apenas uma base gravimétrica em todo o levantamento, cuja localização ocorreu na frente da entrada secundária da Igreja Matriz de Patrocínio - MG ($-46^{\circ} 59' 35''$, $18^{\circ} 56' 34''$), na RN 612-A, altitude 965,7553 m. Inicialmente a gravidade absoluta foi transferida da Igreja Matriz de Patos de Minas - MG ($-46^{\circ} 31' 00''$, $-18^{\circ} 35' 00''$), RN 146Q, altitude 833,84 m e cota gravitacional 978279,34 mGal.

As demais informações quanto à aquisição dos dados gravimétricos é observada no Capítulo III pagina 3.

10.5 Redução, Processamento

Todos os procedimentos são verificados no Capítulo III da tese. Os dados foram utilizados como exemplo de redução e processamento para todos os demais complexos alcalinos estudados.

10.6 Modelamento 3D

O modelo 3D de formato irregular foi obtido através do programa IGMAS (GÖTZE & LAHMEYER, 1998), como no caso dos demais complexos estudados.

Os mapas anômalos Bouguer são visualizados na Figura 10.6: observado (à esquerda) e modelado (à direita). O formato do campo Bouguer tanto para o observado como o modelado é semelhante, apresentando tendências direcionais e de magnitude equivalentes. Na mesma figura observa-se que o campo anômalo para Serra Negra e Salitre I são compostos de dois máximos semelhante a uma

superfície com formato em sela. Pelo campo gravitacional constata-se que existem dois condutos profundos que interligam as partes superficiais de Salitre I e Serra Negra a possível câmara magmática. Caso exista uma câmara magmática os dados gravimétricos não foram capazes de refletir essa informação. Salitre II possui campo inexpressivo em comparação aos outros complexos da região, sendo completamente encoberto pelo campo de Serra Negra.

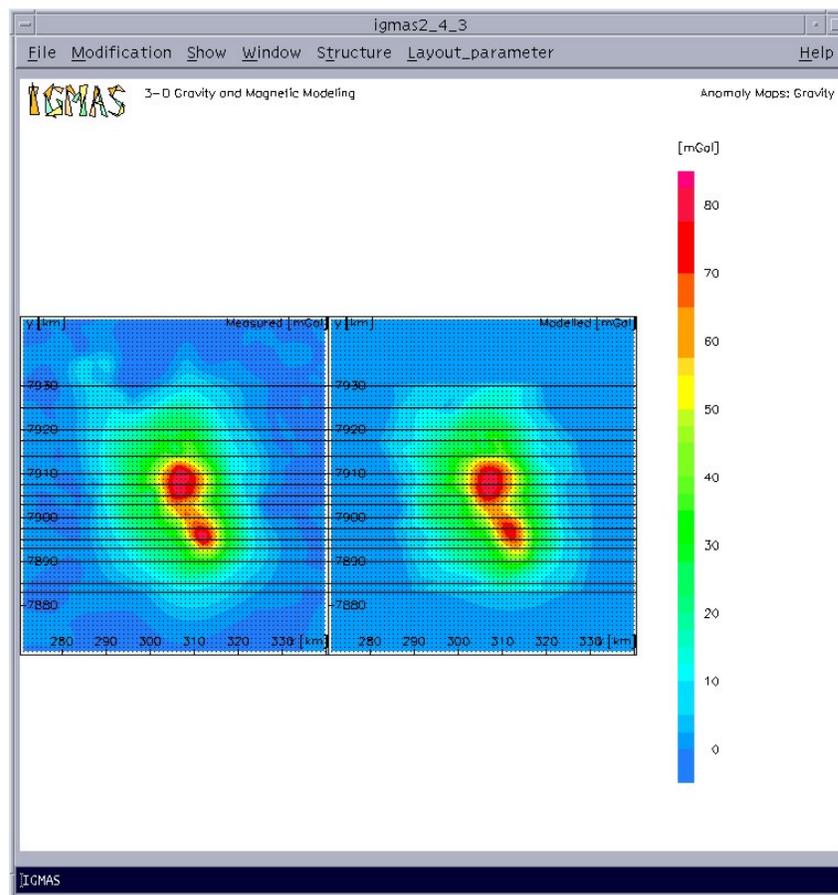


Figura 10.6. Campo observado e modelado com densidade de $3,3 \text{ g/cm}^3$, para a encaixante de $2,67 \text{ g/cm}^3$.

A estimativa do formato e dimensões espaciais dos complexos Serra Negra e Salitre I foi obtido considerando-se uma densidade de $3,3 \text{ g/cm}^3$ (piroxentito), e de $2,67 \text{ g/cm}^3$ para a encaixante. As profundidades são estimadas da ordem de 30 e 40 km (Figura 10.7 e Figura 10.8). A possível indicação de que as alcalinas possuem raiz com essa profundidade sugere que elas tiveram uma origem possivelmente mantélica. A sua “raiz” cruza toda a crosta continental. Podem ter ocorrido falhas lístricas, concordantes com o modelo já que são observadas profundidades relativamente grandes.

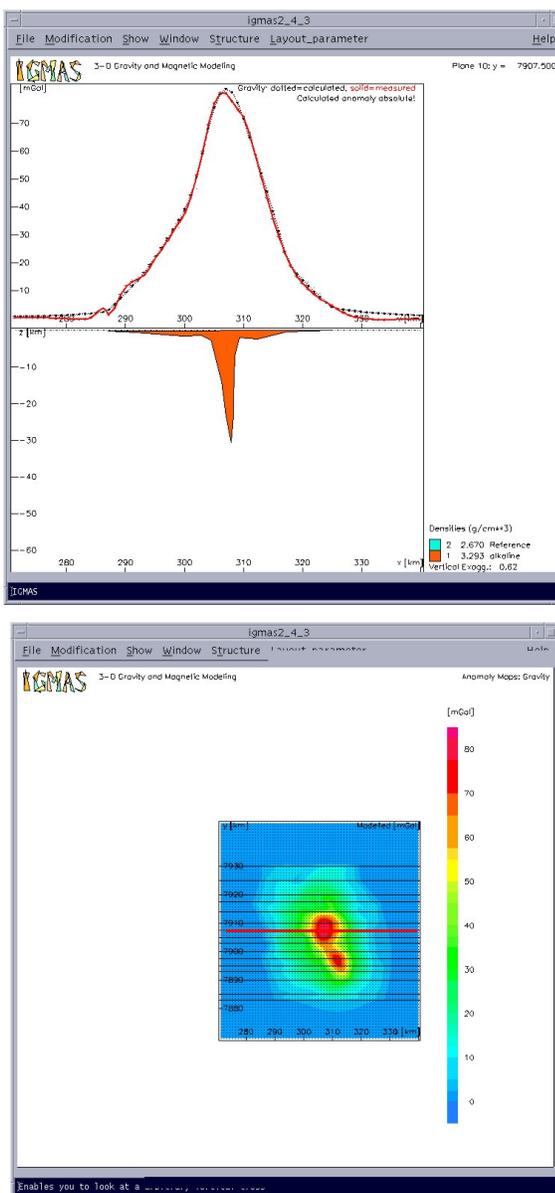


Figura 10.7. Modelo 3D em perfil para Serra Negra. Abaixo se observa a posição do perfil em planta na cor vermelha.

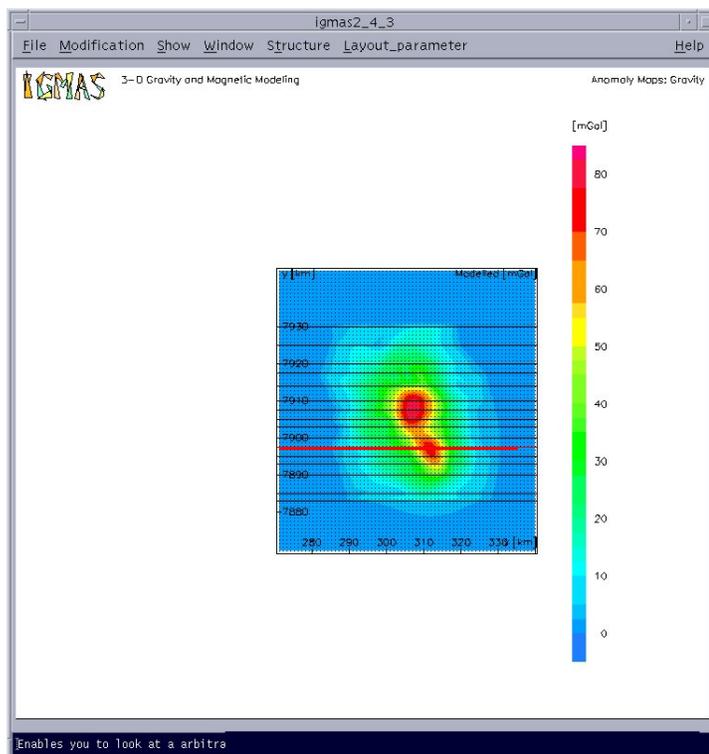
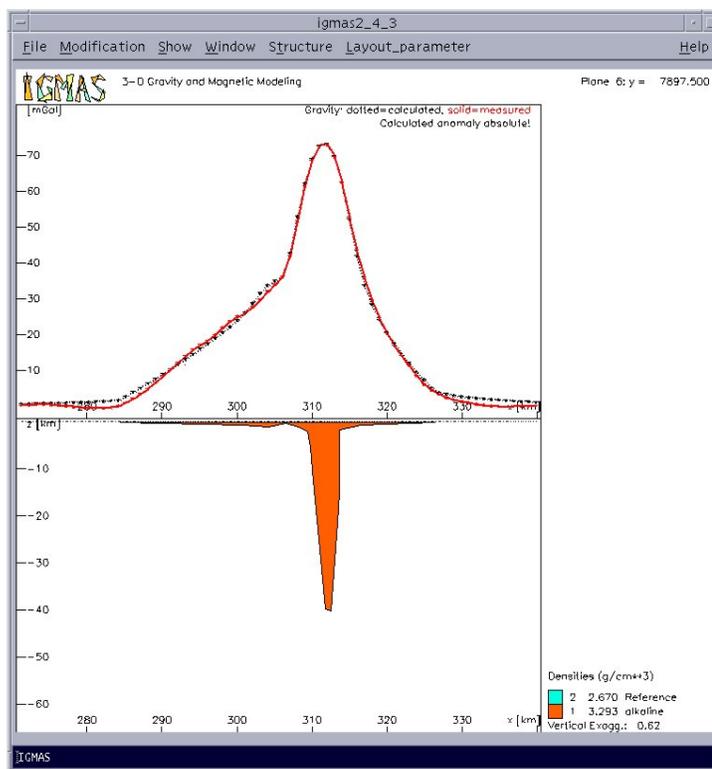


Figura 10.8. Modelo 3D em perfil para Salitre I. Abaixo se observa a posição do perfil em planta na cor vermelha.

Nos perfis os modelos indicam que os complexos em superfície apresentam largura maior, afinando com o aumento da profundidade, de tal forma, que na superfície chega um momento que o seu formato é semelhante ao de um derramamento vulcânico. Nos perfis, Figuras 10.7, 10.8, e 10.9 nota-se que o campo observado (linha de cor preta) sobre cada perfil se ajusta ao modelado (linha na cor vermelha). Alguns desajustes no campo modelado na Figura 10.9 são representativos de heterogeneidades, referente a litologia, ou seja, corpos ou depósitos. O perfil, da Figura 10.9, está orientado na posição NW passando pelos máximos valores anômalos e pelas raízes dos dois complexos. Salitre I pelo modelo pode ser mais profundo do que Serra Negra ou possuir litologias com densidades superiores a $3,3\text{g/cm}^3$, nesse caso são prováveis depósitos minerais de alta densidade, lembrando que o carbonatito tem baixa densidade, é possível que alguma litologia associada ou não, possa estar presente no local numa situação não aflorante como por exemplo magnetita ($5,1\text{ g/cm}^3$), manganês, diamante ($3,51\text{ g/cm}^3$), etc.

A análise estatística é mostrada na Figura 10.10. Em superfície é verificado que o campo modelado se ajusta bem ao observado, sendo que o seu resíduo converge para zero. Um pequeno ponto da ordem de 12 mGal, Figura 10.10 em planta, pode indicar a existência de um depósito mineral já que a densidade par ajuste é superior a $3,3\text{ g/cm}^3$. Deve-se lembrar que as estações com medidas discrepantes foram eliminadas do banco de dados, portanto essa anomalia pode ser representativa, ou pode ser problema de ajuste no modelo. A correlação entre dados modelados e observados é de 99% indicando quantitativamente sua performance. Da análise estatística observa-se que apenas 4 % dos dados

residuais possuem valor anômalo superior a 2 mGal, com desvio padrão de 1,5 mGal, indicando baixa dispersão do modelo.

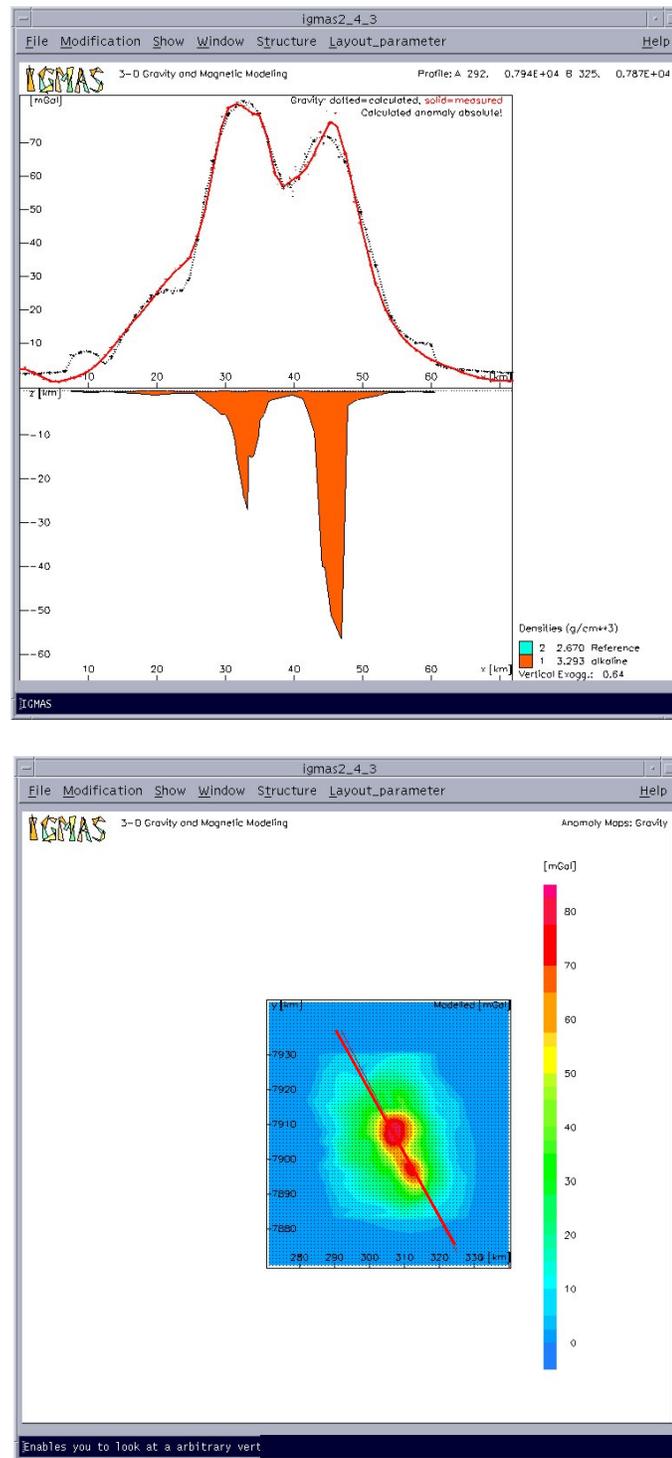


Figura 10.9. Perfil gravimétrico na direção NW do modelo 3D. Em planta se observa a posição do perfil na linha vermelha.

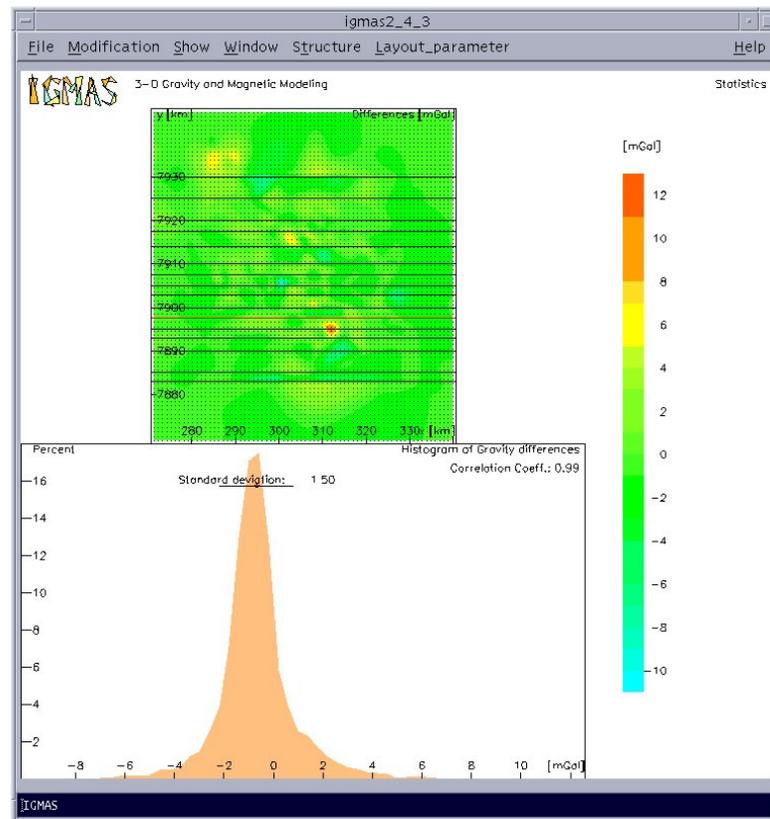


Figura 10.10. Análise estatística do modelo.

As isópacas de profundidade são verificadas na Figura 10.11. As tendências de alojamento de cada corpo alcalino e respectivas profundidades indicam que são corpos distintos e isolados apesar da proximidade superficial entre Salitre I e Serra Negra. Salitre I, o mais profundo pelo modelo, está alinhado na direção NW enquanto que Serra Negra na direção NS. Serra Negra apesar de ser maior do que Salitre é menos profundo, desde que o modelo seja representativo, evidentemente para uma densidade de piroxenito. Caso Salitre I seja mais raso é necessário utilizar densidades superiores a $3,3 \text{ g/cm}^3$ na modelagem.

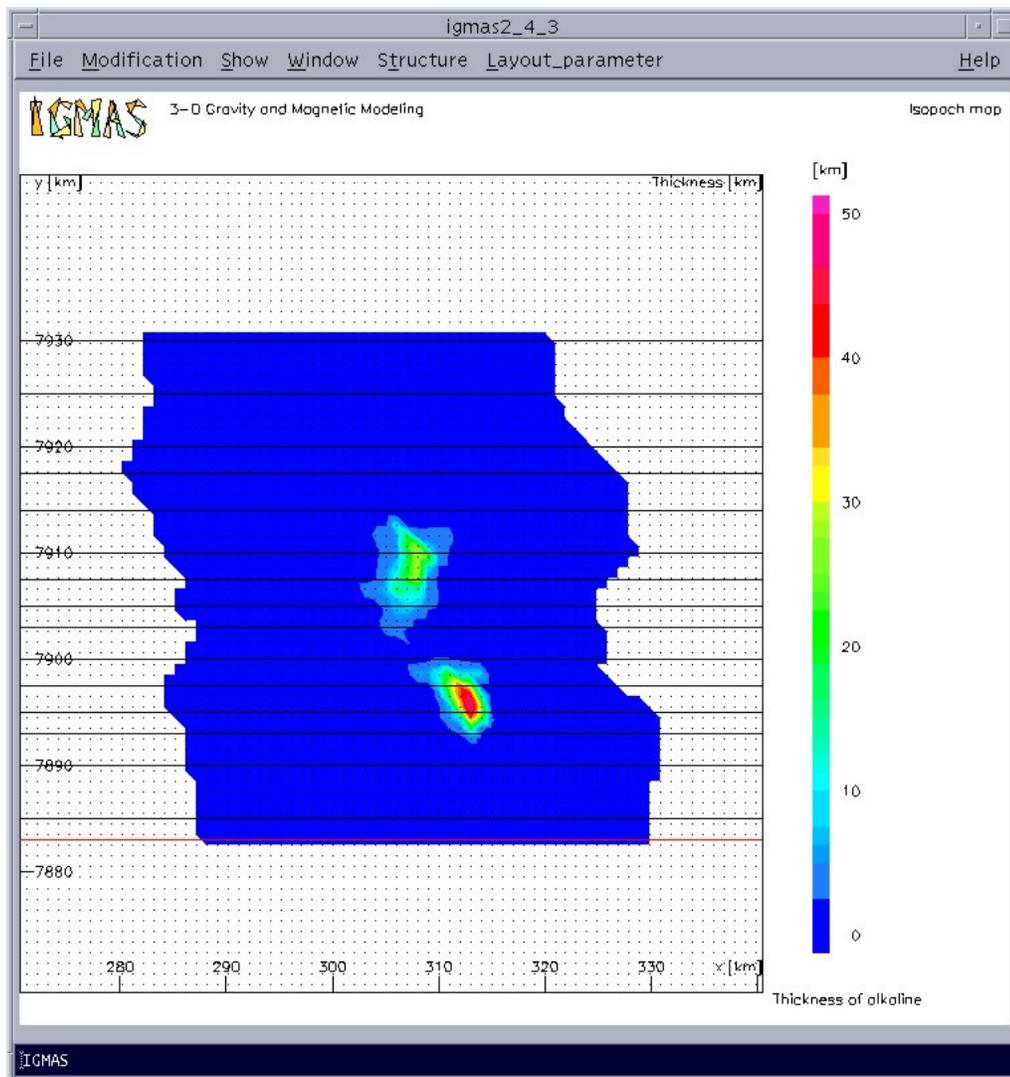


Figura 10.11. isolinhas de profundidade do modelo 3D

Os parâmetros obtidos através de uma estimativa tridimensional são: volume de $0,19074 \cdot 10^4 \text{ km}^3$, e massa de $0,11886 \cdot 10^{16} \text{ kg}$ para uma densidade de piroxenito (3.3 g/cm^3), sendo esses os valores para os complexos de Salitre I e Serra Negra.

A densidade de massa superficial resultante do modelo tridimensional dos complexos alcalinos de Serra Negra e Salitre I é observada na Figura 10.12. Salitre I possui o eixo do centro de massa orientado na direção NW/SE,

coincidindo com a orientação estrutural do afloramento e com o arqueamento do Alto Paranaíba. Já Serra Negra, configura-se na direção NNE/SSW apesar de uma suave tendência, de deformação na direção E-W do afloramento. O carbonatito (Figura 10.2) também possui atitude correspondente. Salitre II não é representado no mapa devido ao seu pequeno volume em comparação às demais alcalinas. A partir do eixo do centro de massa torna-se evidente a distinção entre os complexos do ponto de vista físico e geológico face às orientações discordantes de alojamento. Vale lembrar que o carbonatito de Serra Negra foi datado pelo método K-Ar em ± 80 Ma, Salitre II em ± 83 Ma e Salitre I, a mais antiga com, ± 87 Ma.

Os eixos de centro de massa dos complexos são verificados na Figura 10.12. Nota-se que Salitre I possui o eixo de centro de massa orientado na direção NW sendo coincidente com a orientação em superfície e com o arqueamento do Alto Paranaíba. Serra Negra possui o eixo na direção NNE/SSW. Salitre II não é representado devido ao seu volume pequeno em comparação às outras alcalinas. Salitre I tem mesma direção que o alinhamento magnético que tangencia ou corta os complexos alcalinos do Alto Paranaíba (Figura 10.14).

O modelo 3D obtido é observado na Figura 10.13. Salitre I pode ter uma profundidade maior do que Serra Negra apesar de ser menor em superfície. Ambos os complexos tem a secção reduzida com a profundidade. A camada de rocha no topo do modelo pode ser indicativo de um derrame magmático próximo à superfície e concordante com a rocha encaixante. Em profundidade verificam-se atitudes discordantes, semelhantes à de um conduto cortando a rocha encaixante.

Na Figura 10.14 observa-se o mapa aeromagnético do levantamento Brasil-Alemanha e Alto Paranaíba na escala regional. São visualizadas além das alcalinas, estruturas lineares na direção NW/SE, oriundas do arqueamento regional, sendo essas representativas das intrusões magmáticas básicas a ultrabásicas.

Serra Negra possui direção NNE/SSW e deve ter se alinhado devido a preexistência de estruturas primárias ou secundárias nessa direção ou de direções próximas, NE/SW. Na região existem alguns blocos e alinhamentos observados no mapa anômalo Bouguer em escala regional na direção 45 NE (Figura 10.15). As linhas na cor branca indicam tendências gravimétricas que podem ser representativas das falhas geológicas, como também, dos limites de *horsts* e *grabens*. Geralmente num arqueamento há ocorrências de fraturamento ortogonal à direção média da zona de charneira, que devido à atuação de esforços, podem sofrer deslocamentos verticais resultando num sistema de *rift*. O sistema de esforços de tração, nesse caso, proporcionou fissuras na direção NE/SW (aproximadamente) que facilitou a percolação e alojamento do complexo alcalino de Serra Negra, na direção discordante à de Salitre I. Portanto é possível que os dois complexos se formaram em eventos diferentes, talvez distanciados na escala de tempo, caso contrario deveriam ter a mesma direção na distribuição da massa, ou seja, ou NW ou NS.

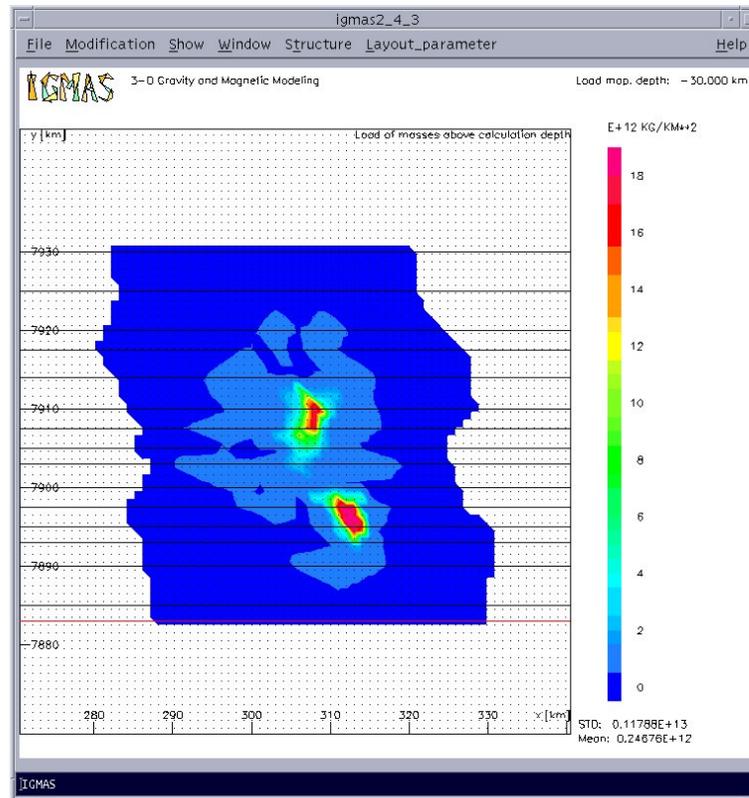


Figura 10.12. Densidade de massa superficial dos complexos alcalinos de Serra Negra e Salitre I.

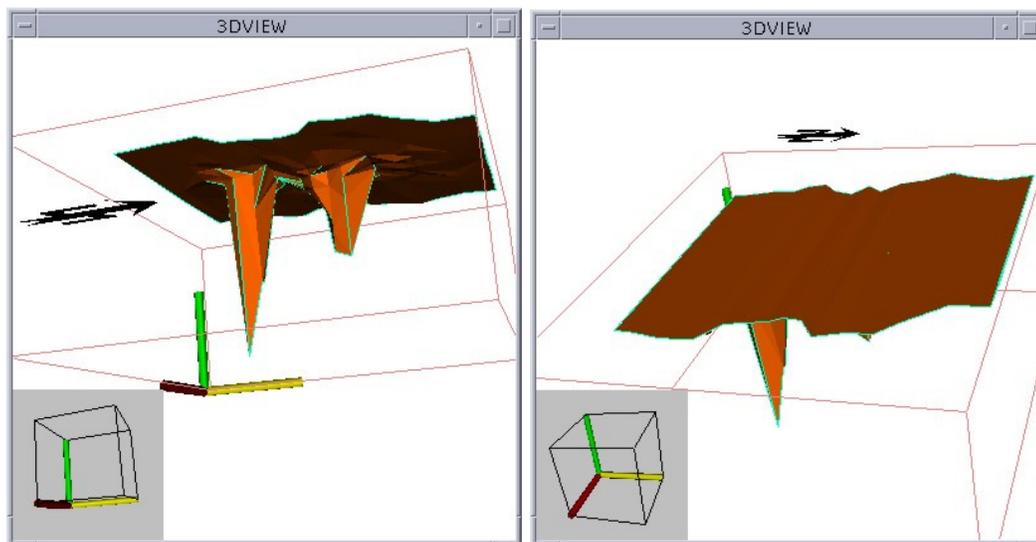


Figura 10.13. Modelo 3D dos complexos de Serra Negra e Salitre I.

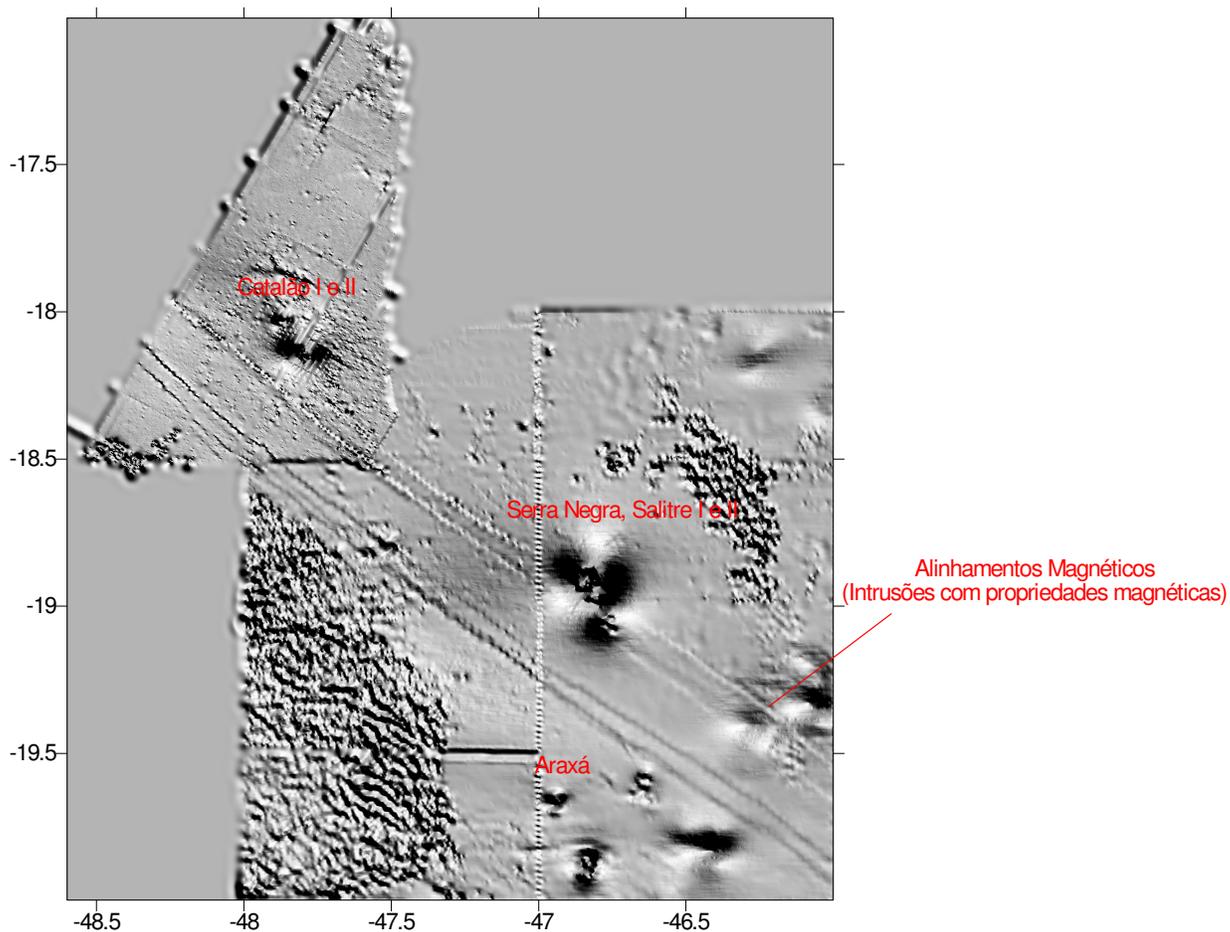


Figura 10.14. Mapa aeromagnético da CPRM, projetos Alto Paranaíba e Convenio aerogeofísico Brasil-Alemanha (parcial), é visualizado no formato relevo sombreado. Nele são observadas as estruturas lineares de direção NW/SE e a localização das principais alcalinas da província Alto Paranaíba. (CPRM, 1971; CPRM, 1974)

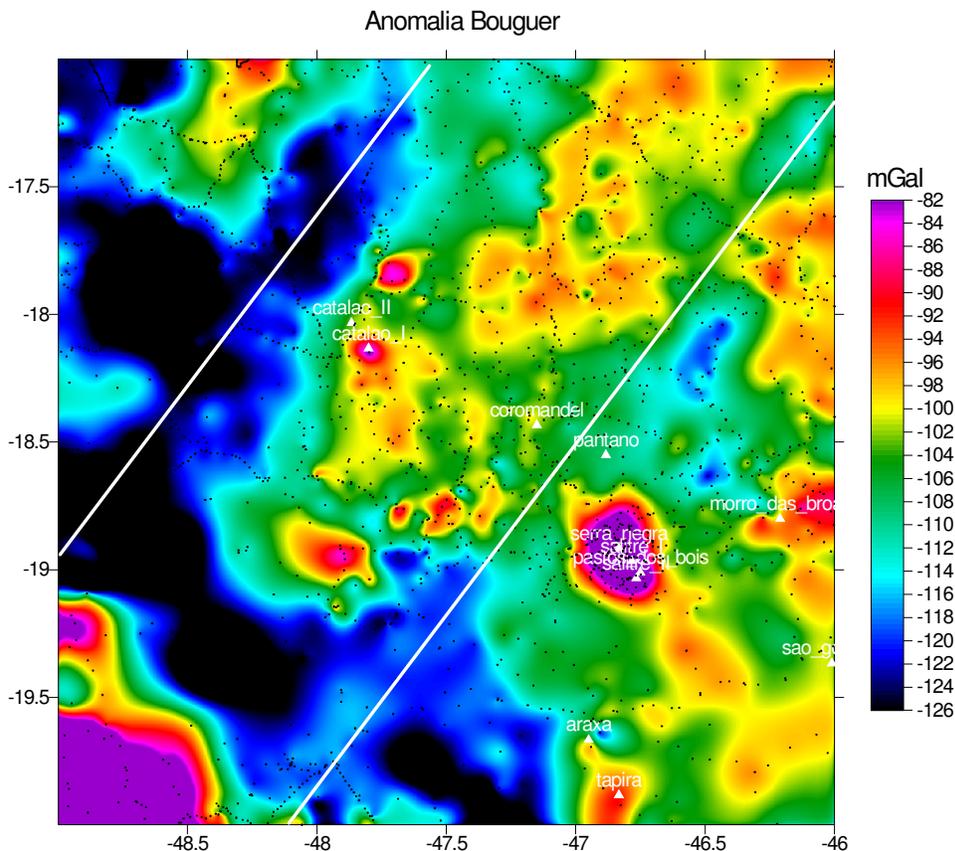


Figura 10.15. Mapa anômalo Bouguer da mesma área dos dados aeromagnéticos, observado na Figura 14. Os complexos alcalinos apresentam alto anômalo, sendo identificados através dos respectivos nomes. Os pontos na cor preta são as estações de medida e as linhas na cor branca indicam alinhamentos gravimétricos, que podem ser representativos de zonas de falhas ou mesmo zonas limítrofes de horsts e grabens.

10.7 Conclusão

A conclusão sobre os complexos da Serra Negra, Salitre I e II, indica uma origem tectônica levando-se em conta a distribuição de massa, no entanto, o seu volume e profundidade 30 e 50 km, sugerem a presença de uma fonte térmica no local, que pode ser oriunda do próprio afinamento litosférico, proporcionado pelo arqueamento, e migrado posteriormente para um sistema de rifts. Com o intuito de

verificar certas tendências de pensamento, utilizamos dados de fluxo térmico do ON (Observatório Nacional).

Na Figura 10.16 são apresentados o mapa de fluxo térmico das regiões Sul, Centro Oeste e Sudeste do Brasil. Na região que engloba os complexos alcalinos de Serra Negra, Salitre I e II, Araxá, Itapira, São Gotardo e Morro das Broas há a ocorrência de fluxo geotérmico superior a 100 mW/m² indicando a presença de um ponto térmico anômalo. Essa anomalia térmica é superior ao fluxo médio do Continente Africano (49,8 mW/m²) e ao valor médio mundial (69,9 mW/m²), sendo possivelmente provocado pela presença de uma câmara magmática, que ainda libera calor nos dias atuais. Essa câmara formada pelo arqueamento, com ou sem processos de rifteamento, ou devido à presença de uma pluma mantélica, parece ter contribuído, conjuntamente a ação tectônica, para a formação dos respectivos complexos alcalinos no local.

No mapa anômalo Bouguer (Figura 10.17) despojado das intrusões ácidas e sedimentos da Bacia do Paraná (Quintas, 1995) algumas anomalias possuem correlação positiva com o fluxo de calor, como também, com a localização dos complexos alcalinos. Um sistema de horsts e grabens é compatível com os dados Bouguer, referente ao sinal gravimétrico do embasamento, e geotérmico.

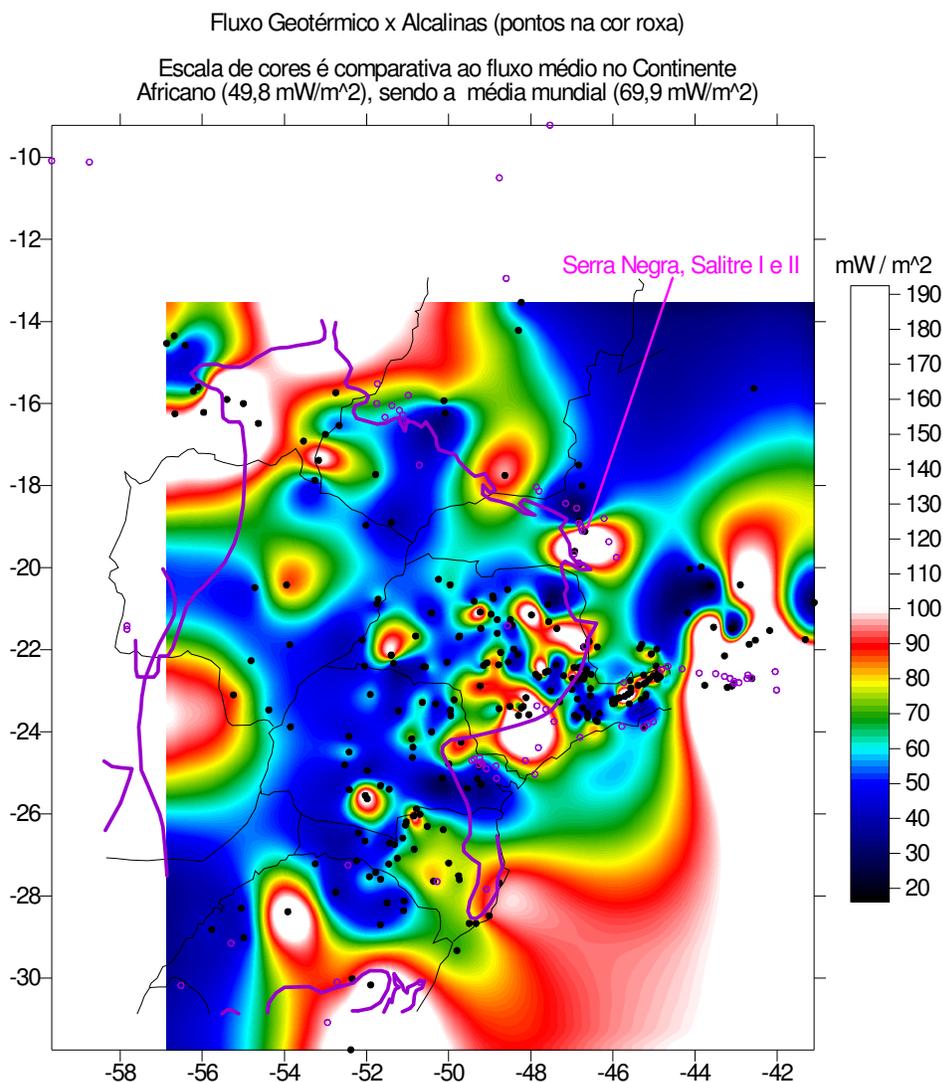


Figura 10.16. Apresenta-se o mapa de fluxo térmico das regiões Sul, Centro Oeste e Sudeste do Brasil. A escala de cores está referida comparativamente ao valor médio do fluxo geotérmico do Continente Africano (49,8 mW/m²), cor azul, e da média mundial (69,9 mW/m²). Os pontos pretos são as estações de medidas do fluxo térmico. As alcalinas estão representadas através dos pontos na cor roxa, sendo o limite da Bacia do Paraná na forma de linhas, também na mesma cor.

Na Figura 10.17, nota-se que algumas intrusões coincidem ou tangenciam altos anômalos de fluxo geotérmico e Bouguer. Os altos anômalos, Figuras 10.16 e 10.17, indicam afinamento litosférico e a presença de câmaras magmáticas.

Nesses casos um modelo anorogênico é compatível com a origem de alguns complexos alcalinos. Outra correlação que podemos verificar é que a maior parte dos complexos alcalinos localiza-se na borda da Bacia do Paraná.

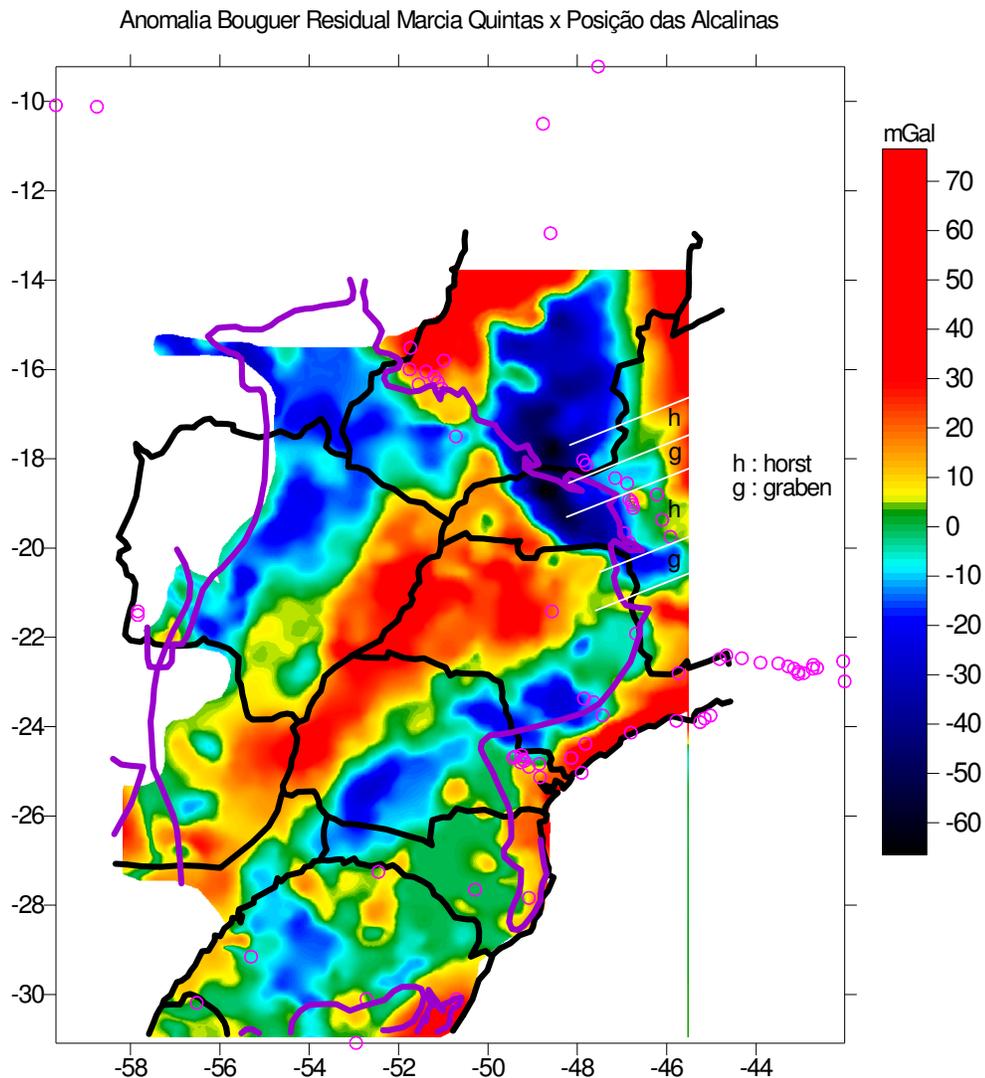


Figura 10.17. Mapa anômalo Bouguer do embasamento, despojado dos sedimentos e rochas ácidas (Quintas, 1995). Os pontos na cor roxa representam a posição das alcalinas e as linhas com a mesma cor os limites da Bacia do Paraná. As linhas brancas os limites dos prováveis blocos litosféricos dispostos em horst e graben.

10.8 Referencia

AMARAL, G., et al., 1967. Potassium-argon ages of alkaline rocks from Southern Brasil. *Geoch. Cosmoch. Acta*, 31:117-142.

AMARAL, G., BUSHEE, J., CORDANI, U.G., KAWASHITA, K. & REYNOLDS, J.H., 1967. Potassium-argon ages of alkaline rocks from southern Brazil. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 31:117-142.

COMIN-CHIARAMONTI & GOMES, C.B., 1995. Alakaline magmatism in central eastern Paraguay: Relationships with coeval magmatism in Brazil. Edusp, São Paulo, 1-458p..

CPRM, 1971. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Projeto Convenio Geofísica Brasil-Alemanha.

CPRM, 1974. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Projeto Convenio Geofísica Brasil-Alemanha.

DERBY O.A., 1887. On Nepheline Rocks in Brasil, with Special Reference to the Association of Phonolite and Foyaite. *Quaterly Journal of the Geological Society*, 43:457-473.

GOMES, C.B., BARBIERI, M., BECCALUVA, L., BROTZU, P., CONTE, A., GARBARINO, C., MACCIOTTA, G., MELLUSO, L., MORBIDELLI, L., RUBERTI, E., SCHEIBE, L.F., TAMURA, R.M., TRAVERSA, G., 1987. Petrological and Geochemical Studies of Alkaline Rocks From Brazil. 2. The Tunas Massif, State of Paraná. *Geochimica Brasiliensis*, 1(2): 201-234.

GOMES, C.B., MORBIDELLI, L., RUBERTI, E., COMIN-CHIARAMONTI, P., 1987. Comparative Aspects Between Post-Palaeozoic Alkaline Rocks from the Western Margins of the Paraná Basin. Edusp/Fapesp, São Paulo, p. 249-274.

GÖTZE, H.-J. and B. LAHMEYER, 1988: Application of three-dimensional interactive modeling in gravity and magnetics, *Geophysics* Vol. 53, No. 8, 1096 - 1108.

LADEIRA, E.A., BRAUN, O.P.G., CARDOSO, R.N. & HASUI, Y., 1971. O cretáceo e, Minas Gerais, *Anais XXV Congr. Bras. Geol.*, 1: 15-31, São Paulo.

Machado, de D.L.M.J, 1991. *Geologia e Aspectos Metalogenéticos do Complexo Alcalino-Carbonatítico de Catalão II (GO)*. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Instituto de Geociências – Campinas-SP, 1-101p.

MARIANO, A.N., MARCHETTO, M., 1991. Serra Negra and Salitre – Carbonatite Alkaline Igneous Complex. Fifth International Kimberlite Conference. Field Guide Book, Chapter 10, p. 75-79.

MORBIDELLI, L., GOMES, C.B., BECCALUVA, L., BROTZU, P., GARBARINO, C., RIFFEL, B.F., RUBERTI, E., TRAVERSA, G., 1997. Parental Magma Characterization of Salitre Cumulate Rocks (Alto Paranaíba Alkaline Province, Brazil) as Inferred from Mineralogical, Petrographic, and Geochemical Data. *International Geology Review*, Vol. 39, p. 723-743.

NASA, 2000. The Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). <http://srtm.usgs.gov/>

QUINTAS, M.C.L., 1995. O Embasamento da Bacia do Paraná: Reconstrução Geofísica de seu Arcaboço. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Instituto Astronômico e Geofísico, Departamento de Geofísica – IAG/USP, p. 1-213.

PRICE, N.J., and COSGROVE, J.W., 1990. *Analysis of geological structures*. Cambridge University Press, London. Pag. 60-88.

ROSALES, M.J.T. & SHUKOWSKY, W., 1999. Caracterização Geofísica do Complexo Intrusivo Ultrabásico–Alcalino de Jacupiranga (S.P). Universidade de São Paulo, Instituto Astronômico e Geofísico, Departamento de Geofísica – IAG/USP, p. 1-120.

SLAVEC, G. B., 2000. Resultados gravimétricos obtidos na região do complexo alcalino de Juquiá- SP. Trabalho de graduação II. Instituto Astronômico e Geofísico, IAG/USP.

SLAVEC, G. B., 2002. Estudos Gravimétricos do Maciço Alcalinos de Poços de Caldas – MG/SP. Dissertação de Mestrado. Instituto Astronômico e Geofísico, IAG/USP.

SORENSEN, H., 1974. The alkaline rocks. Printed John Wiley & Sons, 1-622p..

ULBRICH, H.H.G.J., GOMES, C.B., 1981. Alkaline Rocks From Continental Brazil. *Eath-Science Reviews*, 17, p. 135-154.

VIGNERESSE, JL, 1995. Control of Granite Emplacement by Regional Deformation. *Tectonophysics*, 249 (3-4): 173-186.