



Aplicação de Transformações do Campo Potencial da Anomalia Magnética de Intensidade Total em uma área ao sudoeste do Platô da Ramada – RS

Igo Silva de Almeida¹, Universidade Federal do Pampa; Mario J. Tomas Rosales², Universidade Federal do Pampa, Délia Del Pilar Montecinos de Almeida², Universidade Federal do Pampa.

Copyright 2013, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 13th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, August 26-29, 2013.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 13th International Congress of the Brazilian Geophysical Society and do not necessarily represent 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.

Abstract

The study area, with the surface corresponds to approximately 12 km² is limited geographically between the coordinates 53°57'50" W, 54°2'9" W, 30°29'40" S and 30°31'45" S. The occurrence of an intermediate composition intrusion is reported in Acampamento Velho Formation (553-549 Ma) in Plateau Ramada, RS. However, this geological formation is currently known as Bimodal (acid-base). Magnetic data from the geophysical survey (CPRM, 2010) were compiled with data from ASTER GDEM orthometric height (METI/NASA, 2009). Transformations were performed on the potential field magnetic anomaly Total Intensity using conventional filtering methods. Graphic products were made such as: Magnetic Anomaly Residual map, Vertical Derivative Map, Analytic Signal Amplitude map and the Digital Elevation Model Land. The joint interpretation of geophysical and topographic data suggests that southwest of Cerro Minuano reactivation of a deep fault affected the tectonics of study area, manifesting by probable fragmentation and blocks movement.

Introdução

A área de estudo localiza-se ao sudoeste do Cerro do Minuano, na porção basal do Platô da Ramada, localizado ao sudoeste da cidade de Vila Nova. Delimitada geograficamente entre as coordenadas 53°57'50"W e 54°2'9"W e 30°29'40"S e 30°31'45"S, em superfície corresponde a aproximadamente de 12 km².

No Platô da Ramada encontram-se rochas vulcânicas e subvulcânicas atribuídas a Formação Acampamento Velho - FAV (Sommer et al, 2003). Nesta região e mencionado um corpo de composição diorítica que estaria intrudindo rocha piroclásticas da F. Acampamento Velho (Matté, 2011).

Segundo Matté (2011), o corpo hipabissal de composição intermediária, é constituído por dioritos, quartzo-dioritos, monzodioritos e quartzo-monzodioritos e esta intrusivo nos depósitos ignimbríticos da FAV na porção sul do Platô da Ramada.

A base geológica de estudo utilizada é o mapa geológico de Sommer, 2003 em escala 1:25.000. A região Platô da Ramada apresenta características de ter sofrido forte influência de atividades tectônicas, apresentando uma topografia irregular em superfície, ressaltando a presença de um *trend* de falhas na direção NE-SW.

Foram utilizados dados da anomalia magnética de intensidade total correspondente ao levantamento aerogeofísico (CPRM, 2010) conjuntamente com dados de altitude ortométrica provenientes do ASTER GDEM (METI/NASA, 2009).

Mapa da anomalia magnética residual conjuntamente com os Mapas da Derivada Vertical (DV) e da Amplitude do Sinal Analítico (ASA) foi interpretado conforme uma análise qualitativa e semiquantitativa. Como produto gráfico complementar foi elaborado o modelo digital de elevação do terreno (DEM) a partir dos dados ortométricos do modelo ASTER GDEM.

Arcabouço Geológico

Na área de estudo destaca-se a presença de um corpo hipabissal diorítico delimitados pela presença de falhas na direção NE-SW (Figura 1).

Mapeamento de detalhe nas regiões dos Cerros do Bugio, Perau e Serra de Santa Bárbara (oeste da cidade de Caçapava do Sul revelam a existência de basaltos na base da FAV (Zerfass & Almeida 1997, Zerfass et al. 2000, Almeida et al. 2002), assim, estes autores mencionam que a FAV corresponderia a um evento bimodal, constituído por uma associação máfica inferior e felsica superior.

A associação máfica inferior esta composta por derrames de basaltos e basaltos andesíticos e a associação felsica superior de rochas riolíticas que compreendem rochas piroclásticas (lapillitos tufáceos, tufos, ignimbritos) e derrames no topo.

Com relação as idades, podemos citar as isócronas de 545.1 ± 12.7 Ma and 546 ± 12.9 Ma (Almeida et al., 2002), obtidas em derrames riolíticos e em um *dike* que intrude a Fm. Maricá (de Paim et al, 2000) na região do Cerro do Bugio. Sommer et al. (2003) usando o método U-Pb (SHRIMP) em derrame de riolito da região de Vila Nova do Sul obtiveram a idade de 549.3 ± 5 Ma. Almeida et al (2012) menciona a idade de 553 ± 5 (U-Pb em zircões) para os basaltos da base da FAV.

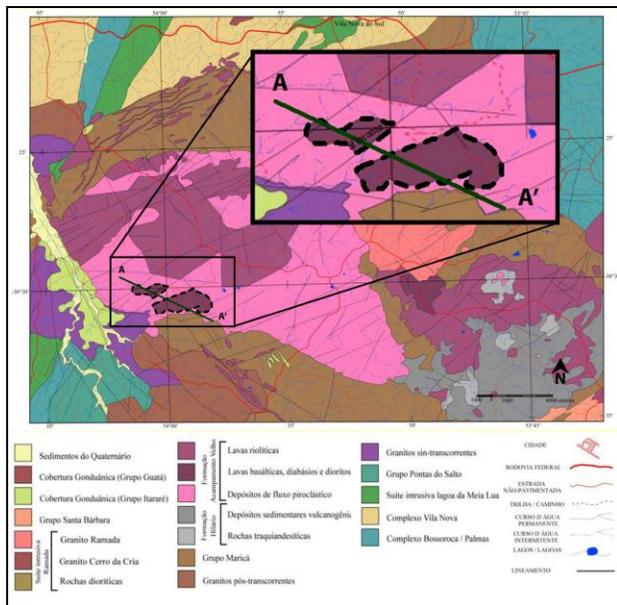


Figura 1 – Mapa Geológico da área de estudo, do Platô da Ramada (modificado de Sommer, 2003).

Modelo de Elevação Digital de Terreno (DEM)

A área de estudo se encontra localizada pela articulação das cartas topográficas do Serviço Geográfico do Exército do Brasil, de escala 1:50.000, referentes às folhas Vila Nova (SH-22-Y-A-I-3, 1979), Arroio América (SH-22-Y-A-IV-1), Rufino Farias (SH-21-Z-B-III-4, 1979) e Lagoa da Meia Lua (SH-21-Z-B-IV-2, 1980).

Foram compilados dados de altitude ortométrica provenientes do ASTER GDEM, apresentando uma resolução espacial em longitude e latitude de 1 *arc-second* (aproximadamente 30 metros) e uma resolução vertical de aproximadamente 7-14m (*DEM accuracy - stdev*).

A Figura 2 mostra o mapa topográfico da área de estudo, acima do qual foi elaborado um Modelo Digital de Elevação do Terreno (*DEM*) conforme a Figura 3.

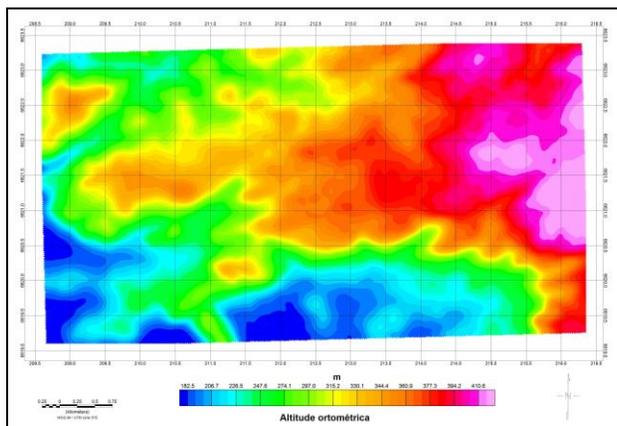


Figura 2 - Mapa Topográfico da área com base nos dados ASTER GDEM.

A área de estudo é caracterizada por patamares de altitude distintos, uma faixa de baixo topográfico com altitude ortométrica de aproximadamente 182 m. Na porção central do corpo aflorante verifica-se aproximadamente 365 m de altitude ortométrica.

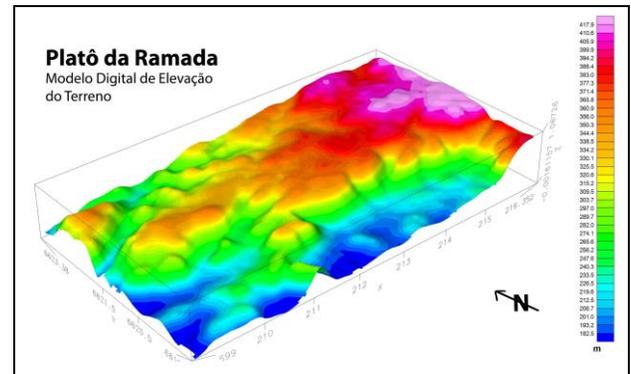


Figura 3 - Modelo Digital de Elevação do Terreno (DEM) da área de estudo baseado em dados ASTER GDEM.

Anomalia Magnética de Intensidade Total

Os dados magnéticos compilados do Levantamento Aerogeofísico (CPRM, 2010), a partir de um processamento convencional para dados aeromagnéticos foi obtida a anomalia residual magnética.

O levantamento aerogeofísico da CPRM, 2010 constou do recobrimento de 159.789,21 km de perfis aeromagnetométricos de alta resolução, com linhas de vôo e controle, espaçadas de 500 m e 10 km, respectivamente, orientadas nas direções N-S e E-W.

O mapa da Anomalia Residual Magnética (Figura 4) ressalta o comportamento anômalo do campo em um *trend* de direção preferencial NW-SE se destacando na porção central da área de estudo um par anômalo magnético com um sinal positivo de menor amplitude ao norte e um sinal negativo mais intenso ao sul.

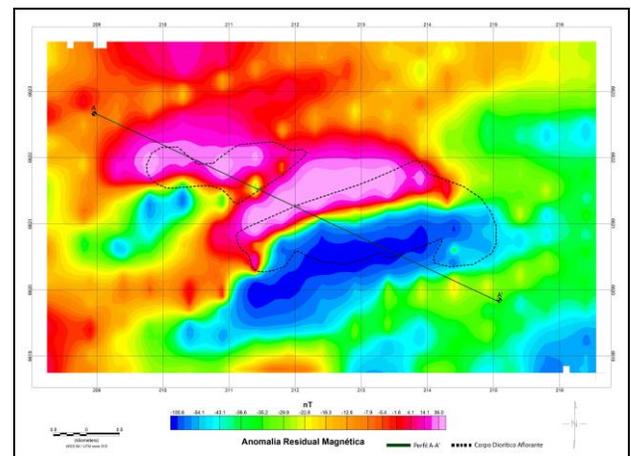


Figura 4 – Mapa da Anomalia Residual Magnética.

Continuação Analítica (AC)

O campo potencial, de uma fonte de espaço livre, medido ao longo do plano de observação de um avião pode ser continuado acima ou abaixo (Naidu & Mathew, 1998). Esse filtro responde através da representação espectral das derivadas do campo potencial.

O campo definido a uma altura h (o valor de h é positivo quando a continuação avião está acima do plano de observação do avião e negativos quando é abaixo) com respeito ao plano de observação é obtido por

$$\phi(x, y, h) = \frac{1}{(2\pi)^2} \iint_{-\pi}^{+\pi} d\Phi_0(u, v) \exp(-sh) \exp(j(ux + vy)) \quad (1.0)$$

onde ϕ_0 é o campo potencial no plano de observação e $s = \text{raiz}(u^2 + v^2)$. Podemos então concluir que um filtro para a continuação do campo tem potencial uma resposta dada através da expressão:

$$A(u, v) = \exp(-sh) \quad (1.1)$$

Para $h > 0$ a resposta do filtro de continuação para cima é uma função exponencialmente decrescente, mas para $h < 0$ para a continuação para baixo a resposta função crescente.

O mapa da Figura 5 apresenta uma continuação analítica para cima que, exibe um comportamento regional apresentando feições magnéticas anômalas associadas provavelmente a fontes profundas.

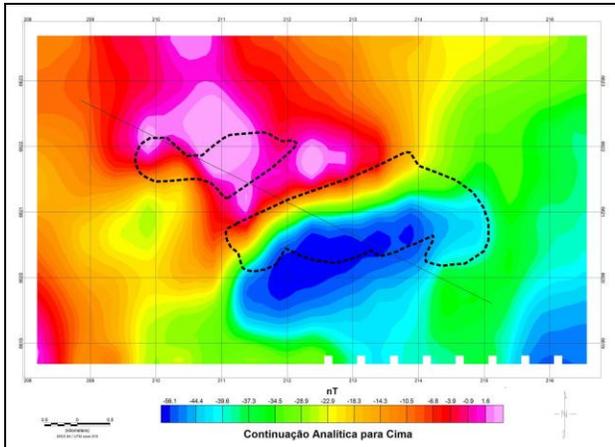


Figura 5 – Mapa de Continuação Analítica para Cima (AC).

Derivada Vertical (DV)

Geralmente a utilização da primeira derivada acentua gradientes nas bordas de corpos magnéticos rasos pela equação de Davis, 1986.

Para o campo potencial (Equação 1.0) a derivada vertical é dada por:

$$f_z(x, y) = -\left. \frac{\partial \phi(x, y, h)}{\partial z} \right|_{z=0} = \frac{1}{(2\pi)^2} \iint_{-\pi}^{+\pi} d\Phi_0(u, v) s \exp(j(ux + vy)) \quad (2.0)$$

Com a utilização da derivada vertical, componentes de alta frequência em um conjunto de dados são

amplificadas em diferentes graus (Figura 6). Ou seja, resposta da função impulso no domínio da frequência é diferente para cada fase.

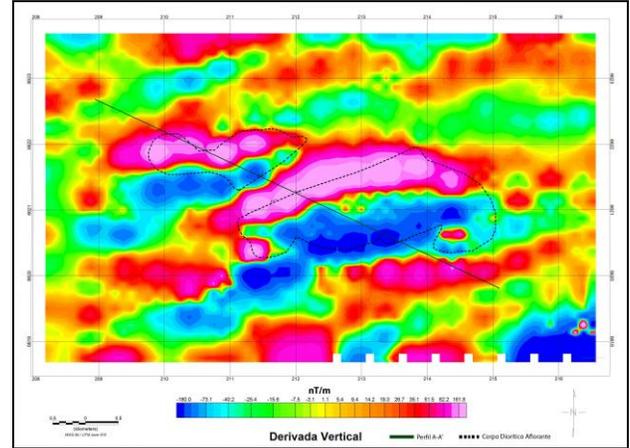


Figura 6 – Mapa de Derivada Vertical (DV) da Anomalia Magnética de Intensidade Total.

O mapa da derivada vertical expõe dois pares anômalos na região central orientados com eixos na direção NE-SW. Destacando a presença de um sinal positivo intenso nas bordas. Indica também uma deposição preferencial de materiais com resposta magnética nas falhas.

Amplitude do Sinal analítico (ASA)

O conceito de Sinal Analítico 2-D foi desenvolvido por Nabighian (1972, 1974). Onde esta técnica é caracterizada por não ter dependência com relação à direção do vetor magnetização da fonte. Ou seja, pode ser correlacionada, à intensidade de magnetização da fonte (Figura 5).

A amplitude (valor absoluto) do sinal analítico 3-D, em um ponto qualquer com coordenada (x, y) , pode ser obtido a partir de três gradientes ortogonais do Campo Magnético Total usando a seguinte expressão (Roest et al., 1992):

$$|A(x, y)| = \sqrt{\left(\frac{dT}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dT}{dy}\right)^2 + \left(\frac{dT}{dz}\right)^2} \quad (3.0)$$

Neste caso $|A(x, y)|$ é a Amplitude do Sinal Analítico no ponto de coordenadas (x, y) e T é a Anomalia Magnética de Intensidade Total no ponto de coordenadas (x, y) .

Ainda segundo Roest et al., (1992), o Sinal Analítico da Anomalia Magnética de Intensidade Total reduz os dados magnéticos a anomalias cujo sinal máximo coincide com as bordas dos corpos magnetizados e cuja forma pode ser usada para determinar as profundidades destas bordas.

O formato da anomalia se alonga com direção leste oeste, sendo que na porção central se exibem altos valores da amplitude do sinal analítico, nas proximidades das falhas.

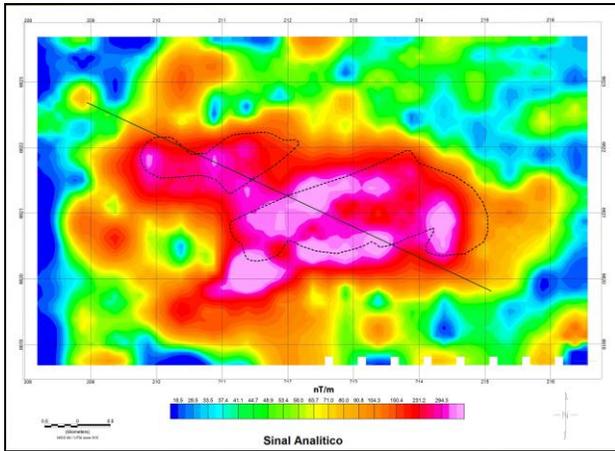


Figura 7 – Mapa da Amplitude do Sinal Analítico da Anomalia Magnética de Intensidade Total.

Resultados Preliminares

Sugere-se que o posicionamento final do corpo se deve a processo de reativação de antigas falhas profundas que afetam o embasamento, tendo influenciado no controle do posicionamento final do corpo.

A correlação das anomalias com o alto topográfico sugere que a reativação da falha na direção NE-SW tenha afetado tectonicamente o setor central da área de estudo influenciando no relevo.

Uma composição das imagens, das anomalias magnéticas com os dados ASTER GDEM e o contorno geológico da área de estudo, são apresentados na Figura 8.

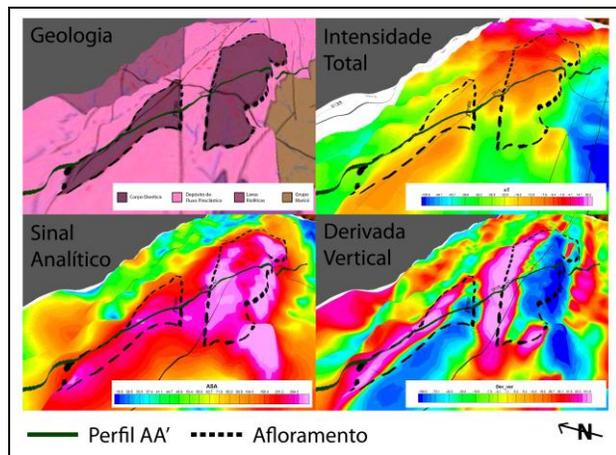


Figura 8 – Composição das imagens das anomalias magnéticas com os dados ASTER GDEM e o contorno geológico do corpo.

No Figura 9 estão correlacionadas às transformações avaliadas (AC, DV, ASA), topografia e litologias associadas. O perfil A-A' apresenta pares anômalos magnéticos que variam na intensidade de -150 nT até 70 nT que pode ser explicado pelo caráter ácido basico da FAV (553-549 Ma).

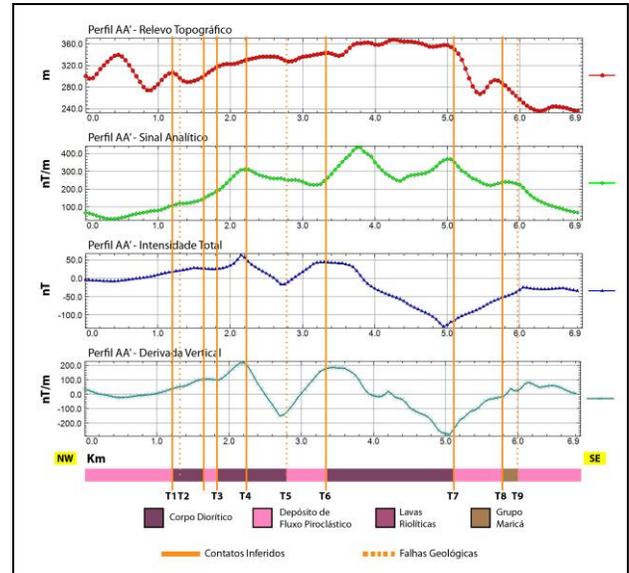


Figura 9 - Análise semiquantitativa sobre o perfil A-A' indicando as correlações entre transformações, topografia e litologia por traços associados.

O perfil A-A' no Mapa de Continuação para Cima (Figura 10) exibe o comportamento regional do campo magnético associado a fontes mais profundas. Esse comportamento da direção dos eixos anômalos mantém uma coincidência em superfície com os exibidos na DV e na ASA que seriam correspondentes a resposta de fontes magnéticas mais rasas. O que nos sugere que fontes anômalas posicionadas em menor profundidade podem ter uma relação genética com a reativação de falhas profundas.

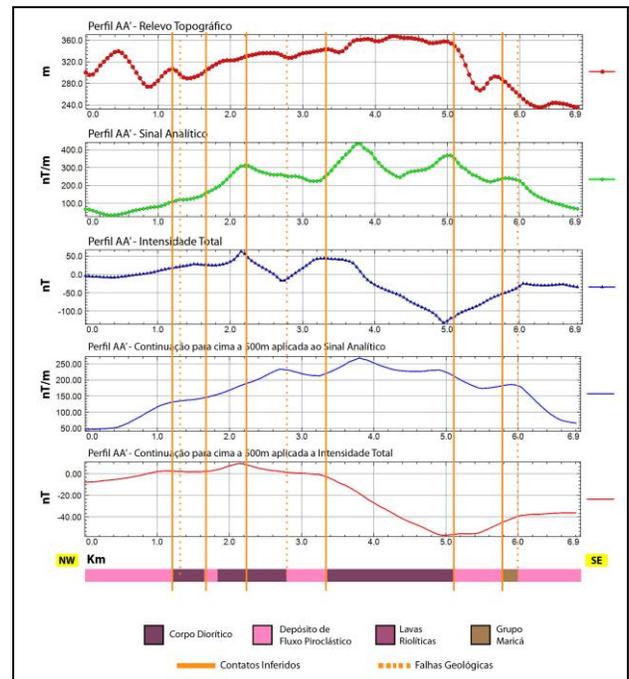


Figura 10 - Análise quantitativa sobre o perfil A-A' indicando as correlações entre ASA, Intensidade Total, topografia e litologia por traços associados com a continuação para cima de 500m.

Conclusões

Sugere-se que ao sudoeste do Cerro do Minuano a reativação de uma falha profunda afetou a tectônica da área de estudo manifestando-se pela provável compartimentação e movimentação de blocos. O que foi interpretado, considerando os dados preliminares obtidos nesta pesquisa.

Agradecimentos

Nossos formais agradecimentos à CPRM, por tornar possível a elaboração dessa pesquisa através da disponibilização dos dados.

Referências

Almeida D.P.M., Zerfass H., Basei M. A., Petry K. & Gomes C. H. 2002. The Acampamento Velho Formation, a Lower Cambrian Bimodal Volcanic Package: Geochemical and Stratigraphic Studies from the Cerro do Bugio, Perau and Serra de Santa Bárbara (Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul, RS – Brazil). *Gondwana Research*, 5 (3):721-733.

Almeida D.P.M., Chemale Jr. F., Machado A. 2012. Last to Post-Orogenic Brasileiro –Pan-African volcanic-sedimentary Basins in the Dom Feliciano Belt, southernmost Brazil. In: *Petrology – New Perspectives and Application*, (ed. Ali Al-Jubory), pp. 73-130.

ASTER Global DEM Validation Summary Report from <http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp/index.jsp>

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Relatório Final do Levantamento e Processamento dos Dados Magnetométricos e Gamaespectométricos, Estado do Rio Grande do Sul, Escala 1:250.000. Brasília: 2010. CD-ROM.

Matté, V. 2011, Rochas dioríticas do Platô da Ramada (RS) e sua relação com o magmatismo alcalino da Formação Acampamento Velho (Neoproterozoico do escudo Sul-Rio-Grandense) – UFRGS – Porto Alegre.

Naidu and Mathew, 1998, *Analysis of Geophysical Potential Fields*, Elsevier, *Advances in Exploration Geophysics* 5.

Nabighian, M. N. 1972. The analytic signal of two-dimensional magnetic bodies with polygonal cross-section: its properties and use for automated anomaly interpretation. *Geophysics*, 37. 501-517.

Nabighian, M. N. 1974. Additional comments on the analytic signal of two-dimensional magnetic bodies with polygonal cross-section. *Geophysics*, 39, 85-92. Oasis Montaj, V 6.4.2 (HJ) – Standart Edition. Copyright 2007, Geosoft Inc.

Paim, P.S.G., Chemale Jr., F., Lopes, R.C., 2000. A Bacia do Camaquã, in: Holz, M., De Ros, L.F. (Eds.), *Geologia do Rio Grande do Sul. Volume Especial*, CIGO/UFRGS, Porto Alegre, pp. 231–374.

Roest WRJ, Verhoef J & Pilkington m. 1992. Magnetic interpretation using the 3-D analytic signal, *Geophysics*, 57:116-125.

Sommer, C. A, Lima, E.F., Nardi, L.V.S., Figueiredo, A .M.G., Pierosan,R.,2003.Potassic and Low-and High –Ti Mildly Alkaline Volcanism in the Neoproterozoic Ramada Plateau, Southernmost Brazil. *Journal of South American Earth Sciences* (submitted).

Sommer C.A., Lima E.F., Nardi L.V.S., Figueiredo A.M.G. & Pierosan R. 2005. Potassic and Low- and High-Ti Mildly Alkaline Volcanism in the Neoproterozoic Ramada Plateau.

Zerfass, H. & Almeida, D. del P. (1997). Mapa geológico da região dos cerros Bugio e Perau, Município de Caçapava do Sul, RS. *Acta Geologica eopoldensia*, Série Mapas 3, Vol.XX, N°3, pp.1-15, ISSN 0102-1249.

Zerfass, H.; Almeida, D. del P. & Gomes, C. (2000). Facioly of the Acampamento Velho Formation volcanic rocks (Camaquã Basin) in the region of Serra de Santa Bárbara, Cerro do Perau and Cerro do Bugio (Municipality of Caçapava do Sul – RS). *Revista Brasileira de Geociências*, Vol.30, No3, pp.375-379, ISSN 0375-7536.