

Integração e processamento de dados aerogeofísicos (CPRM, 2010) e dados ASTER/GDEM para mapeamento geológico regional.

Cauê Vivian Hess*¹, Guilherme Freitas Ilha¹, Mario Jesus Tomas Rosales¹, Luis Felipe de Melo Tassinari¹;
¹Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA)

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 work applies a methodology of processing and integration of aerogeophysics data coming from the Project Shield of Rio Grande do Sul (CPRM, 2010), together with data from ASTER GDEM of orthometric height (METI / NASA 2009), to verify the effectiveness of techniques FFT (Fast Fourier Transform) applied to the anomalous magnetic field and the analysis of distribution of radionuclides for geologic mapping in northeastern sheet Arroyo Santa Barbara - RS. As end graphics products were made a digital model of terrain elevation (DEM), maps of Anomalous Magnetic Field, Analytical Signal Amplitude, Horizontal and Vertical Derived, maps of the distribution of %K, eU, eTh, Factor F and Ternary Composition (RGB).

Introdução

A área de estudo situa-se a oeste da cidade de Caçapava do Sul (RS) delimitada entre as Latitudes 30°45'05"S e 30°57'33"S e Longitudes 53°56'11"W e 54°10'27"W, possuindo aproximadamente 197 km². A geologia presente é predominantemente composta por arcóseos e arcóseos líticos da Formação Maricá (~600Ma), pelitos e arenitos muito finos a médio da Formação Santa Bárbara (~520Ma) e riolitos, traquitos e dacitos de coloração avermelhada da Formação Acampamento Velho, do Cambriano (~540Ma) (Figura 1).

Afloram a noroeste e nordeste da área de estudo, respectivamente, metavulcânicas de composição andesítica associadas à metatufos e metaepiclásticas da Sequência Metamórfica Vacacaí, do Neoproterozóico (~950 Ma) e conglomerados com clastos de vulcânicas e piroclásticas associados à Formação Hilário, do Neoproterozóico (~580 Ma). Ao sudeste afloram basaltos de cor cinza escura da Formação Guaritas - Membro Rodeio Velho (~480 Ma).

Afloram ainda: derrames de composição básica associados a intrusões de mesma composição, e pelitos e arenitos em camadas tabulares associados, respectivamente, às Fácies vulcânicas e pelíticas da Formação Hilário (~580 Ma), conglomerados olimiticos e polimiticos da Formação Santa Fé (~540 Ma) e depósitos aluvionares atuais, do Quaternário (~65 Ma).

A base geológica do trabalho toma como fonte de referência o mapa geológico da Folha Cachoeira do Sul com escala 1: 250.000 (CPRM, 2000).

O trabalho aplica uma metodologia de processamento e integração de dados magnéticos e gamaespectrométricos oriundos do Projeto Aerogeofísico Escudo do Rio Grande do Sul (CPRM, 2010), conjuntamente com dados de altitude ortométrica ASTER GDEM (METI/NASA 2009), visando verificar a eficácia das técnicas FFT (*Fast Fourier Transform*) aplicadas ao campo magnético anômalo e da análise de distribuição dos radionuclídeos para o mapeamento geológico, na região nordeste da folha Arroio Santa Bárbara - RS.

Como produtos gráficos finais foram confeccionados um modelo digital de elevação do terreno (DEM), mapas do Campo Magnético Anômalo, Amplitude do Sinal Analítico, Derivadas Horizontal e Vertical, mapas da distribuição de K, eU, eTh, Fator F e Imagem Ternária em RGB, além da integração dos dados ao longo de um perfil geofísico.

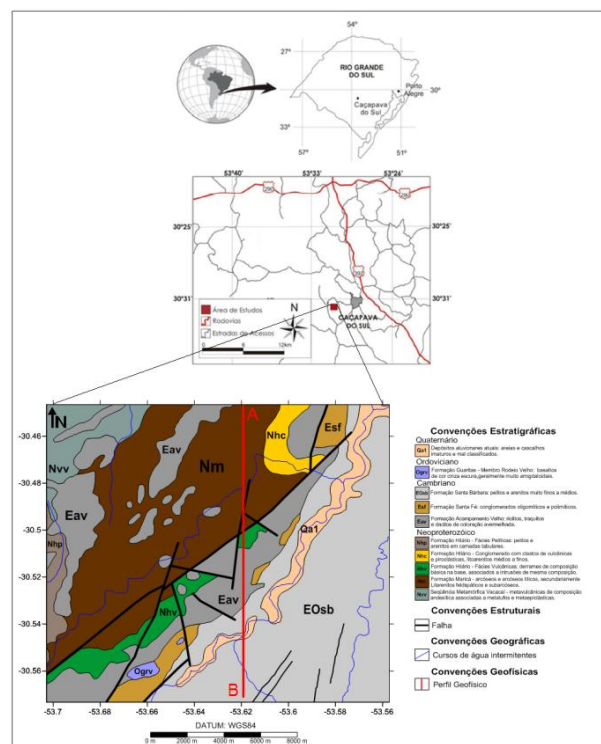


Figura 1 - Mapa de Localização (faixa superior) e Mapa Geológico (faixa inferior) da área de estudo.

Dados utilizados

Os dados aerogeofísicos (magnetométricos e gamaespectrométricos) utilizados nesse trabalho são

provenientes do Projeto Aerogeofísico Escudo do Rio Grande do Sul (CPRM, 2010). Esse projeto de alta resolução teve como características do levantamento: direção das linhas de voo N-S, espaçamento entre as linhas de voo de 500m, altura média de voo 100m e intervalo de medições geofísicas consecutivas de 0,1s (magnetômetro) e 1,0s (espectrômetro). Os dados foram corrigidos, reduzidos e micronivelados.

Os dados de altitude ortométrica da área de estudo são provenientes da campanha ASTER GDEM (METI/NASA), os quais oferecem uma resolução espacial em longitude e latitude de aproximadamente 01 arc-second (~30 metros) e uma resolução vertical de aproximadamente 7-14m (DEM accuracy - stdev).

Modelo Digital de Elevação do Terreno

O modelo digital de elevação de terreno foi gerado e pode ser visualizado na Figura 02.

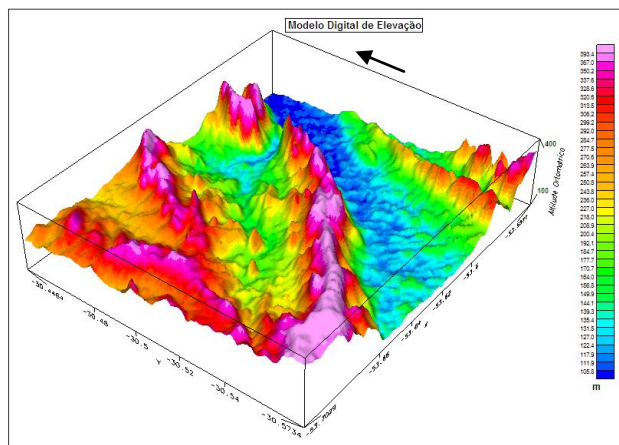


Figura 2 - Modelo Digital de Elevação de Terreno (DEM) da área de estudo, baseado em dados ASTER.

Pode-se observar conforme a Figura 2, a presença de um vale na porção leste com valores de altitude ortométrica variando entre 100 e 140m associado à Formação Santa Bárbara (~520 Ma) e aos depósitos aluvionares atuais, do Quaternário (~65 Ma).

Na porção oeste e noroeste da área os valores de altitude variam entre 200 e 400m associados à Sequência Metamórfica Vacacaí (~950 Ma), Formação Hilário (~580 Ma) e Formação Acampamento Velho (~540 Ma). Na porção central, o outro vale que observamos na Figura 2 está associado à Formação Maricá (~600 Ma) com valores de altitude ortométrica na faixa entre 150 e 200m.

Vale observar que os valores mais altos de altitude ortométrica da área estão associados à Formação Acampamento Velho (~540 Ma), podendo atingir até 440m de altitude em alguns pontos da área. Essa formação aflora a sudoeste da região, onde se estende na direção NE, e nas regiões oeste e sudoeste da área.

O fato dos altos topográficos da área estarem associados à Formação Acampamento Velho (~540 Ma), formada

por riolitos, traquitos e dacitos, é explicado pelo fato da erosão agir de forma diferencial, de acordo com as propriedades de cada rocha.

Campo Magnético Anômalo

No mapa do Campo Magnético Anômalo (CMA) da área de estudo (Figura 03) pode ser observado o comportamento do campo magnético regional, que varia com amplitudes aproximadas de -67 nT até +60 nT, ressaltando na porção central da área um par anômalo magnético, o qual apresenta um alto ao norte e um baixo ao sul, com comprimento de onda de aproximadamente 2km.

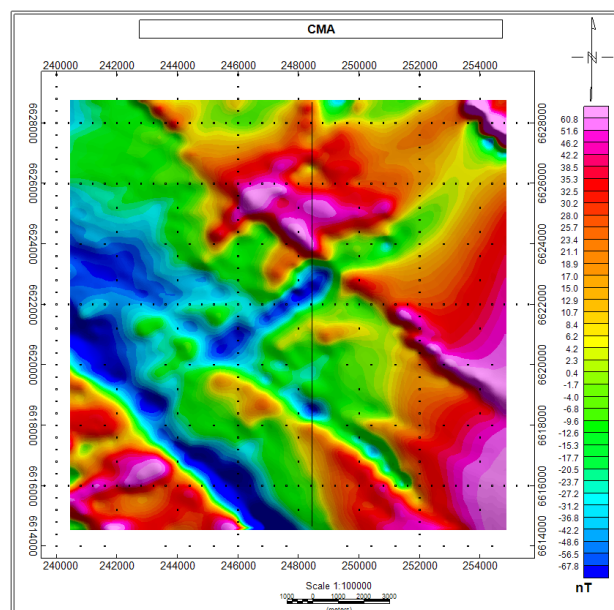


Figura 3 - Campo Magnético Anômalo (CMA) da área de estudo.

Amplitude do Sinal Analítico

O conceito de Sinal Analítico 2-D foi desenvolvido por Nabighian (1972, 1984). A técnica caracteriza-se por não ter dependência com relação à direção do vetor magnetização da fonte. Ela é, então, diretamente relacionada à intensidade de magnetização da fonte.

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):

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

onde |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).

A Figura 04 mostra o mapa da Amplitude do Sinal Analítico do Campo Magnético Anômalo.

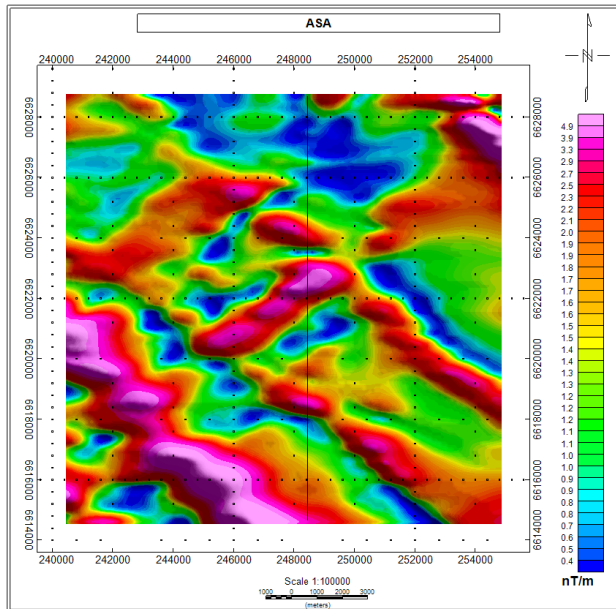


Figura 4 - Mapa da Amplitude do Sinal Analítico (ASA) da área de estudo.

Derivada Horizontal e Vertical

Para calcular as derivadas direcionais a partir de uma *grid*, as derivadas analíticas são aproximadas por fórmulas de diferenças finitas. As derivadas direcionais permitem ressaltar lineamentos magnéticos da área de estudo (Blakely, 1996). Além disso, ela pode evidenciar anomalias de baixa intensidade que possa ter seus efeitos atenuados por espessos pacotes de sedimentos sobrepostos. As Figuras 05, 06 exibem o mapa da derivada horizontal e vertical, respectivamente.

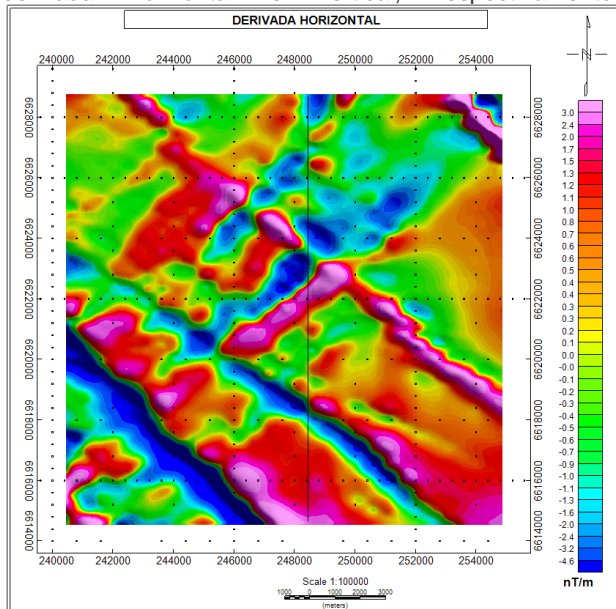


Figura 5 - Derivada Horizontal do Campo Magnético Anômalo.

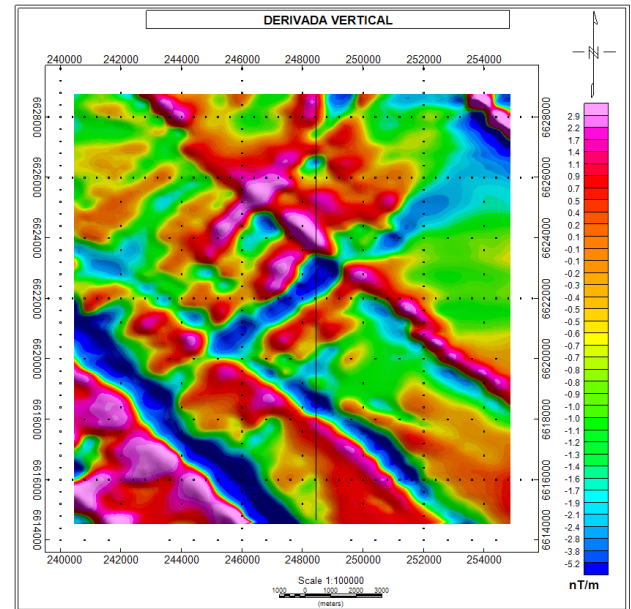


Figura 6 - Derivada Vertical do Campo Magnético Anômalo.

Aerogamaespectrometria

A gamespectrometria tem como base a quantificação da emissão de radiação gama emitida pelos materiais devido ao decaimento de elementos radioativos.

Os dados aerogamaespectrométricos resultaram em imagens corrigidas dos canais do K (%), eU (ppm), eTh (ppm) e da contagem total (CT) (uR/h), além do mapa do Fator F e da imagem ternária em RGB (vermelho-verde-azul) produzidas a partir dos canais radiométricos originais. A Figura 07 ilustra o fluxograma de processamento dos dados radiométricos.

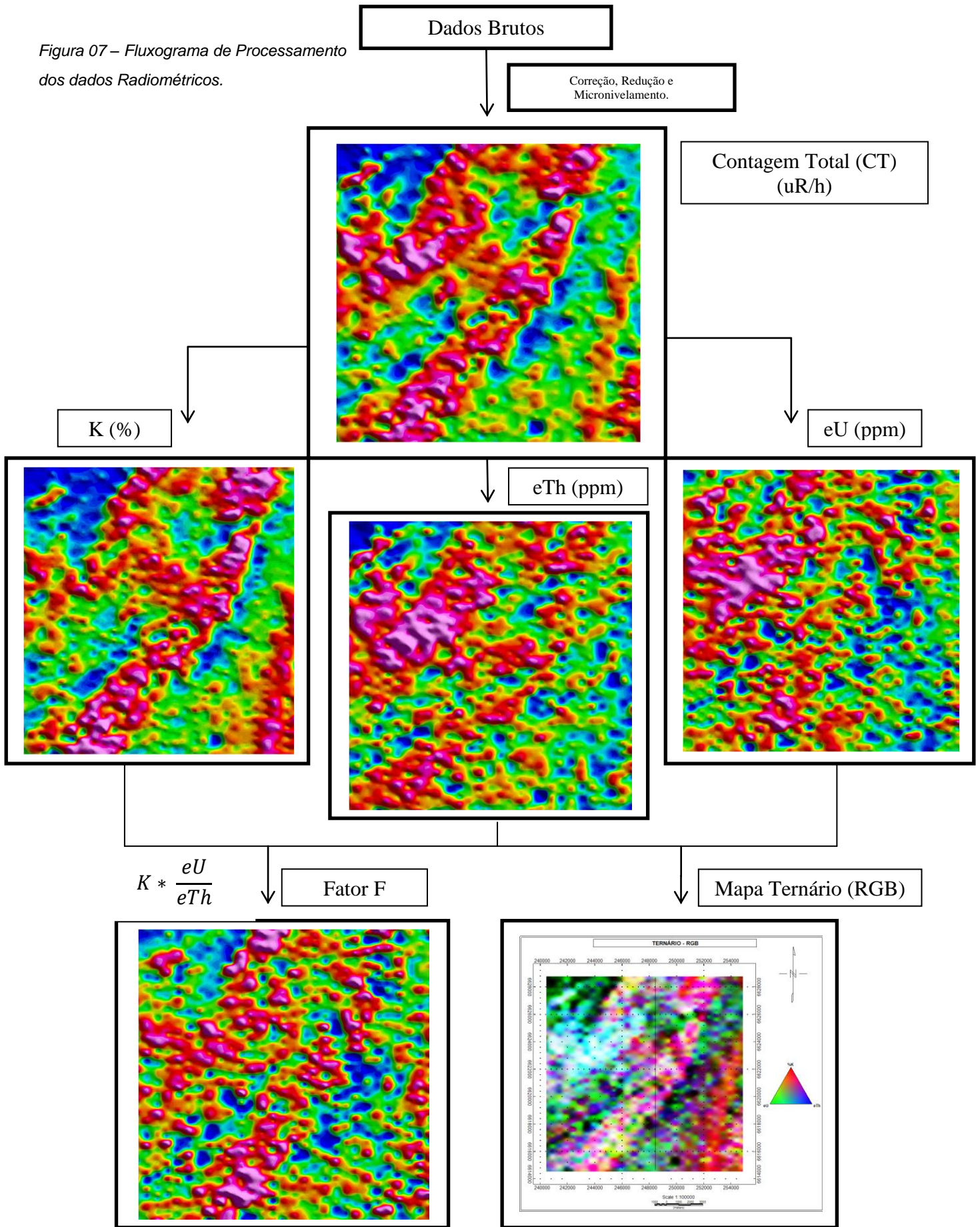
O fator F - ou parâmetro F - é dado por uma relação entre os radioisótopos e permite ressaltar o enriquecimento de potássio e urânio em relação ao tório, podendo indicar áreas com alteração hidrotermal associadas à mineralizações (Ferreira, 1991). O parâmetro F pode ser calculado através da seguinte expressão:

$$F = \%K * \frac{eU}{eTh}$$

No mapa ternário, cada um dos três elementos K (em %), Th e U (ambos em equivalente e em ppm) aparece no vértice de um triângulo equilátero (teor de 100% do respectivo elemento), representado por uma determinada cor (RGB), com gradações conforme a variação dos teores.

A análise individual e integrada dos mapas de distribuição dos radioelementos tem como objetivo discriminar os corpos geológicos da região de estudo, além de – conjuntamente com os dados ASTER/GDEM – verificar uma possível influência do relevo na distribuição e concentração dos radionuclídeos.

Figura 07 – Fluxograma de Processamento dos dados Radiométricos.



Resultados

O produto final (Figuras 08, 09) consiste em gráficos de dados integrados, onde podemos ver o comportamento: do Campo Magnético Anômalo e de suas transformações do campo; da distribuição dos radionuclídeos e os seus produtos gerados; conjuntamente com os dados topográficos ASTER-GDEM; além da correlação com a geologia anteriormente mapeada pela folha Cachoeira do Sul (CPRM, 2000), ao longo do perfil A-B. A partir desses gráficos foi possível efetuar uma análise qualitativa dos dados.

Analisando o Campo Magnético Anômalo podemos observar a presença de lineamentos magnéticos de direção preferencial NW-SE. Pode-se observar também a presença de um lineamento magnético que atravessa toda a área de estudo com direção NE-SW, associada a uma enorme falha mapeada (Figura 01) de mesma direção.

Os mapas da Derivada Horizontal e Derivada Vertical ressaltam a presença dessas feições magnéticas NW-SE, e também o lineamento NE-SW. Essas feições também ficam caracterizadas pelo mapa da ASA. A análise da ASA sugere uma possível continuidade em subsuperfície da Formação Hilário: Fácies Vulcânicas (~580 Ma), estando essa formação sobreposta pela Formação Acampamento Velho (~540 Ma).

Os lineamentos magnéticos NW-SE não são justificados por nenhuma litologia ou estrutura mapeada pela folha Cachoeira do Sul (CPRM, 2000).

A partir dos resultados radiométricos pode-se observar altos valores na contagem total associados principalmente à Formação Acampamento Velho (~540 Ma), composta por riolitos e traquitos de coloração avermelhada. A distribuição de %K sugere que o potássio não está sofrendo influência significativa da topografia, visto que apresenta altos valores ao longo dos altos topográficos da formação Acampamento Velho (~540 Ma).

Em uma análise conjunta dos mapas gerados a partir dos dados gamaespectrométricos pode-se observar altos valores de Fator F, Contagem Total (CT), %K, eTh e eU na região ao centro da área de estudo, caracterizada por junções de falhas mapeadas. Esse comportamento fica evidente na Figura 09, ao longo do perfil A-B em torno dos 07 km.

Conclusões

O presente trabalho demonstrou a eficácia da metodologia de integração e processamento de dados aerogeofísicos (magnetométricos e radiométricos), e dados ASTER-GDEM para o mapeamento geológico regional.

O trabalho faz parte de um projeto de pesquisa em andamento que tem como objetivo geral a integração e posterior interpretação de dados oriundos de Levantamentos Aerogeofísicos e Levantamentos geofísico terrestres com a finalidade de oferecer um

subsídio para o mapeamento geológico regional e esclarecer questões relacionadas com a geometria da estruturação geológica da região da Bacia do Camaquã no estado do Rio Grande do Sul.

Referências Bibliográficas

- ASTER Global DEM Validation Summary Report from <http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp/index.jsp>
- Blakely, Richard J.. Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications. Cambridge University Press, 1996
- Cordell, L. & Graunch, V.J.S, 1985. Mapping basement magnetization zones from aeromagnetic data in the San Juan Basin, New Mexico. In: Hinze WJ (ed). The Utility of Regional gravity and magnetic Anomalies Maps. Society of Exploration Geophysicists, p 181-197.
- CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Geologia e Metalogênese. FOLHA SH. 22-Y-A, Estado do Rio Grande do Sul, Escala 1:250.000. Brasília: 2000. CD-ROM.
- FERREIRA, F. J. F. Aerogamaespectrometria e aeromagnetometria de um trato ocidental do Pré-Cambriano paulista. São Paulo, 1991. Tese de doutoramento Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 170p.
- LASA PROSPECÇÕES S.A.. Projeto Aerogeofísico Escudo do Rio Grande do Sul. Relatório Final do Levantamento e Processamento dos dados magnetométricos e gamaespectrométricos. CPRM – Serviço Geológico do Brasil 2010; v1 260p.
- Nabighian, M.N. 1972. The analytical signal of two-dimensional magnetic bodies with polygonal cross-section :its properties and use for automated anomaly interpretation. Geophysics, v. 37, p. 507-517.
- Nabighian, M. N., 1984. Toward a three-dimensional automatic interpretation of potential field data via generalized Hilbert transforms: Fundamental relations: Geophysics,, 49, 780-786.
- Oasis Montaj, V 6.4.2 (HJ) – Standart Edition. Copyright 2007, Geosoft Inc.
- Roest W.R., Verhoef J., Pilkington M. 1992. Magnetic interpretation using the 3-D analytic signal. Geophysics 57, 116 125.
- Surfer, Version 9.11.947 – Surface Mapping System, Copyright 1993 - 2010 Golden Software, Inc.

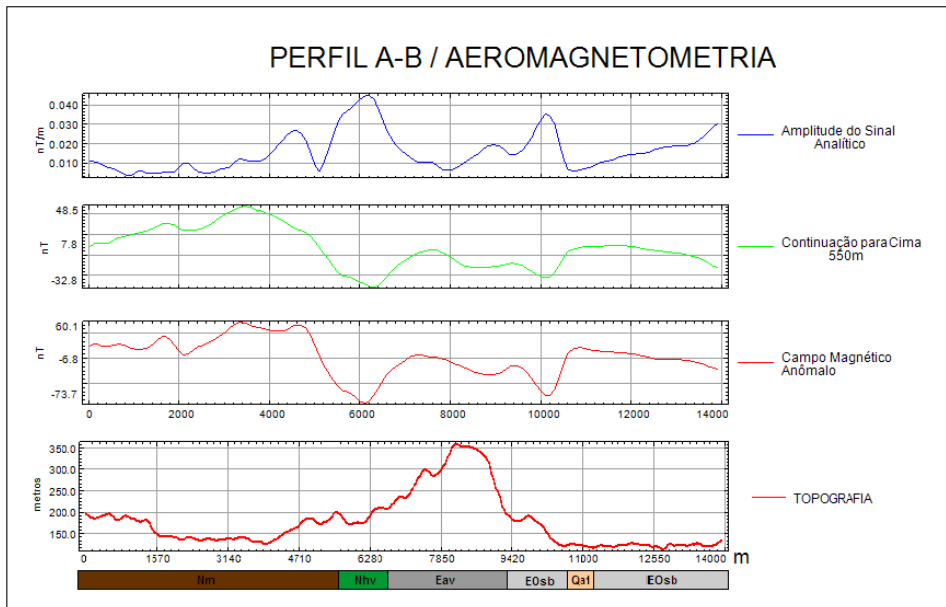


Figura 08 – Gráficos da integração dos produtos aeromagnetométricos e dados ortométricos ao longo do perfil A-B.

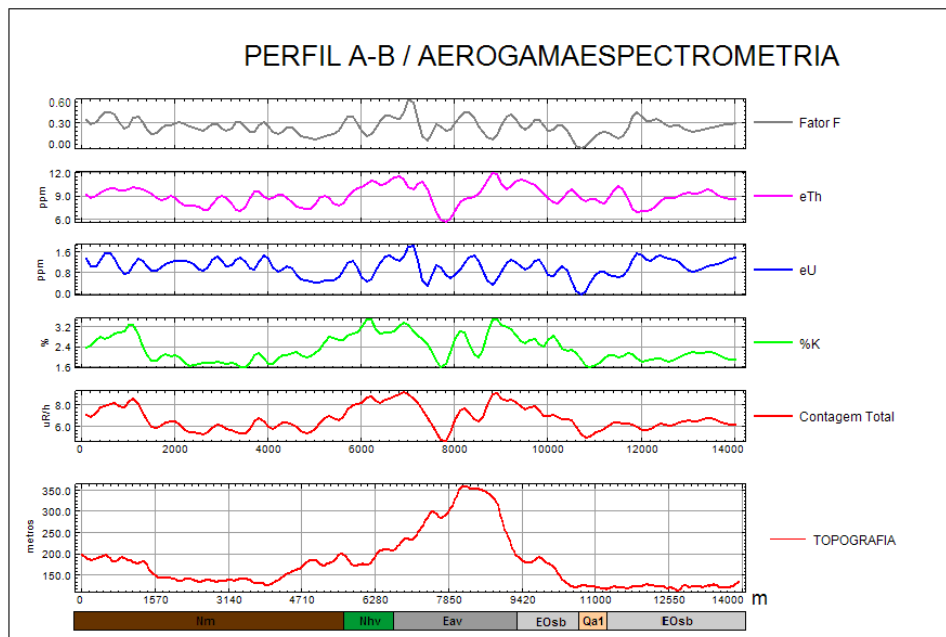


Figura 09 – Gráficos da integração dos produtos aerogamaespectrométricos e dados ortométricos ao longo do perfil A-B.