



Integração de Dados Geofísicos e Utilização de Técnicas de Filtragem da Anomalia Magnética de Intensidade Total ao Leste da Folha Minas Camaquã e a Oeste da Folha Santana da Boa Vista – RS.

Gabriela Ramos Oliveira¹, Valdir Rufino dos Santos Netto¹, Mateus Garcia Arantes¹, Luis Felipe de Melo Tassinari¹, Mario J. Tomas Rosales¹,

¹ 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.

Resumo

No trabalho foi realizado o método potencial de levantamento aeromagnético integrado aos dados topográficos *ASTER GDEM*, aplicado ao estudo do mapeamento geológico de rochas sedimentares de composição arenítica e diques de composição básica na região sudeste do município de Caçapava do Sul-RS.

A área abrangida pelo estudo corresponde aproximadamente a 65 km², situada a sudeste do município de Caçapava do Sul (RS) delimitada geograficamente pelas longitudes 53°24' 23.11" W 53° 15' 5.11" W e pelas latitudes 30°40'53.00"S e 30° 50' 33.28"S.

Aplicou-se uma metodologia de processamento, integração e interpretação de dados aeromagnéticos através de filtrações, bem como transformações de seu campo potencial e dados topográficos *ASTER GDEM* visando identificar e ressaltar as assinaturas geofísicas que venha complementar o mapeamento geológicos existente.

Abstract

This study was the potential method aeromagnetic survey integrated with *ASTER GDEM* topographic data, applied to studies of geological mapping of sedimentary rocks of sandstone composition and basic composition of dikes in the southwest of the city of South Cacapava-RS.

The region covered by the study, which corresponds to an approximate area of 65 km², located southeast of the city of South Cacapava (RS) geographically bounded by longitudes 30 ° 40'53 .00 "S and 30 ° 50 '33.28" S and by latitudes 53 ° 24 '11.23 "W and 53 ° 15' 11.05" W.

We applied a methodology for processing, integration and interpretation of aeromagnetic data by filtering,

as well as changes of the potential field and topographic data (*ASTER GDEM*) in order to verify the effectiveness of this methodology as a tool for regional geologic mapping.

Introdução

A região abrangida pelo estudo que segue corresponde a uma área aproximada de 65 km², que fica situada a sudeste do município de Caçapava do Sul (RS).

A formação predominante da área é a Formação Varzinha (~520Ma): arenito, siltito e argilito intercalado, subordinadamente caliche e leito de mica com presença de camadas de arenito calcífero. Formação Guaritas (~520Ma): arenito e conglomerado, subordinadamente pelito intercalado. Formação Arroio dos Nobres: (~550 Ma) conglomerado polimitico, arcóseo grosso a conglomerático, pelito e arcóseo fino em camada tabular.

As bacias Santa Bárbara e Guaritas, localizadas no extremo sul do Brasil, representam o último episódio deposicional da Bacia do Camaquã. Compreendem arenitos, siltitos e conglomerados depositados no final do Neoproterozoico e início do Paleozoico em resposta ao período pós-colisional do Ciclo Brasileiro/PanAfricano

A referência geológica deste trabalho toma como fonte de referência o Mapa Geológico da Área Lavras - Camaquã (CPRM, 2007), o qual é o mapa geológico mais atual da região. Como será citada a seguir a região alvo pode se tratar de uma anomalia magnética proveniente de um corpo ainda não mapeado, sendo este trabalho uma contribuição a geologia regional.

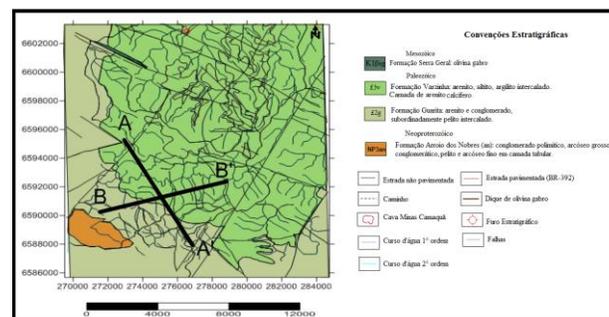


Figura 1 - Mapa geológico simplificado da região estudada (Modificado 1: 100.000 CPRM, 2007).

Metodologia

Foi adotada como metodologia para este trabalho a integração de dados aeromagnéticos em conjunto com dados de altitude ortométrica. Inicialmente efetuou-se o processamento de dados Aeromagnéticos do levantamento aerogeofísico (CPRM, 2010), com o campo potencial filtrado foi realizado as transformações do mesmo com diversas técnicas, ressaltando assim uma anomalia magnética a sudeste da área de estudo.

Foram gerados conjuntamente com dados aeromagnéticos, mapas de altitude ortométrica subproduto da campanha *ASTER GDEM (METI/NASA 2009)* para a posterior verificação da topografia da região anômala.

Modelo Digital de Elevação do Terreno (DEM)

No trabalho foram compilados dados de altitudes ortométricas para a área de estudo proveniente do *ASTER GDEM (METI/NASA)* estes produtos são um resultado de um consorcio entre a *NASA* e o Ministério da Economia, Comércio e Indústria do Japão (*METI*). Em *Earth Resources Data Analysis Center (ERSDAC)* e o *United States Geological Survey (USGS)* para construção de uma modelo digital de elevação global de livre acesso, os quais oferecem uma resolução espacial em longitude e latitude de aproximadamente 1 arco-segundo (~30 metros) e uma resolução vertical de aproximadamente 7-14m (*DEM accuracy - stdev*).

A Figura 2 mostra um Modelo Digital de Elevação do Terreno (*DEM*), da área de estudo obtido a partir dos dados de altitudes *ASTER GDEM*.

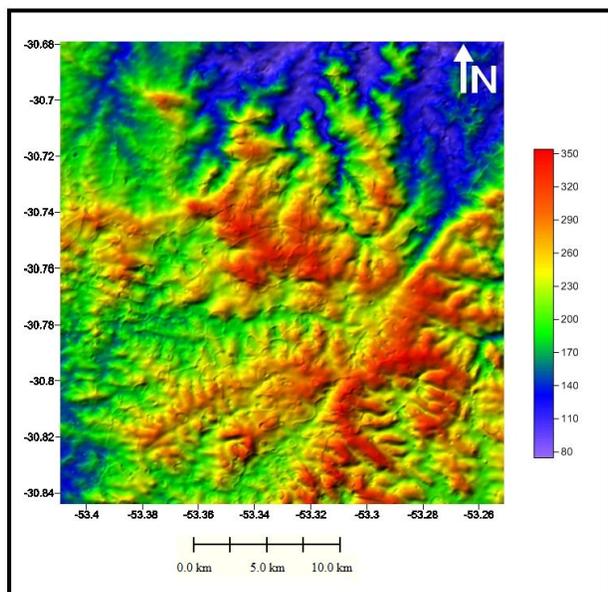


Figura 2 - Modelo Digital de Elevação do Terreno (*DEM*) baseados em dados *ASTER*.

Nota-se que nesta região existe predominantemente baixo relevo principalmente na porção central que é a região de interesse para o trabalho. A região com menor

cota ortométrica está associada principalmente na região da Formação Guaritas; Fácies Varzinha (~488 Ma).

Levantamento Aeromagnético

Os dados aeromagnéticos empregados neste trabalho foram cedidos pela CPRM-Serviço Geológico do Brasil e fazem parte d do Projeto Aerogeofísico Escudo do Rio Grande do Sul (CPRM, 2010),

As Linhas de vô foram realizadas no ano de 2010, com espaçamento de 500m cada, totalizando uma extensão de 10 km com orientação da direção Norte-Sul, tendo como intervalo de amostragem a cada 7 m aproximadamente.

Transformações do Campo Potencial

Muitas vezes necessita-se compreender melhor o comportamento de anomalias de um campo potencial, para uma posterior associação ao comportamento geológico de uma região.

A partir do mapa residual da anomalia magnética de intensidade total (Figura 3) realizam-se então algumas técnicas de processamento. Essas transformações do campo potencial, em geral, não definem diretamente fontes geradoras, mas permitem um melhor entendimento para a construção de modelos geológicos.

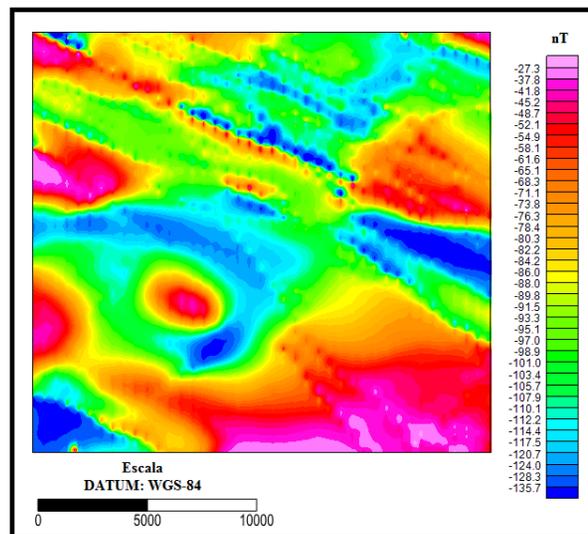


Figura 3 - Mapa Residual da Anomalia Magnética de Intensidade Total.

Continuação para cima 600 metros

O filtro de continuação para cima tende a atenuar as anomalias de alta frequência, e manter aquelas anomalias de maior comprimento de onda, que podem estar associadas à presença de fontes magnéticas profundas. No domínio espectral a continuação para cima pode ser escrita como:

$$F(u,v) = s(u,v) \times f(u,v) \Rightarrow F(u,v) = \frac{s(u,v)}{1 + \alpha s(u,v)^2} \times f(u,v)$$

Sendo: $f(u,v)$ é o espectro do campo original a ser transformado; $F(u,v)$ é o espectro do campo transformado; $s(u,v)$ é a componente espectral da transformação, e α o parâmetro de regularização.

Considerando que os dados utilizados já foram filtrados, a técnica de Continuação para cima (Figura 4), foi associada à presença da anomalia magnética em profundidade.

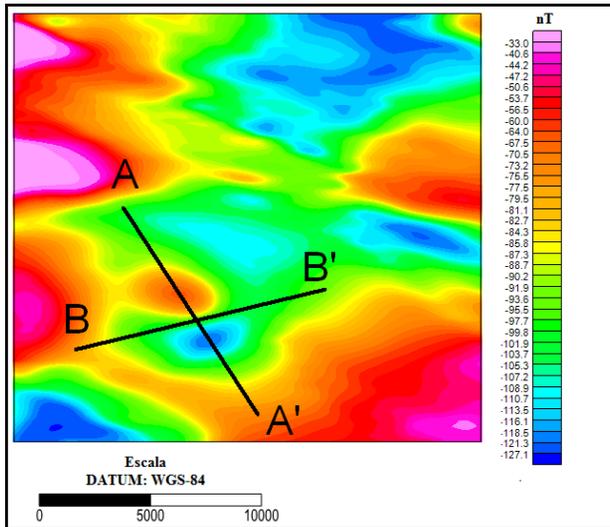


Figura 4- Mapa continuado para cima 600 metros

Redução ao Polo

O uso de um mapa de redução ao polo consiste em fazer com que a anomalia magnética seja independente da direção do corpo litológico, já que esta é uma característica que os corpos apresentam quando estão situados em polos magnéticos. Para realizar este procedimento da transferência da anomalia, é necessário obter alguns dados físicos como; a inclinação magnética, declinação magnética e o campo total na data onde adquiriu os dados como pode ser visto na Figura 5.

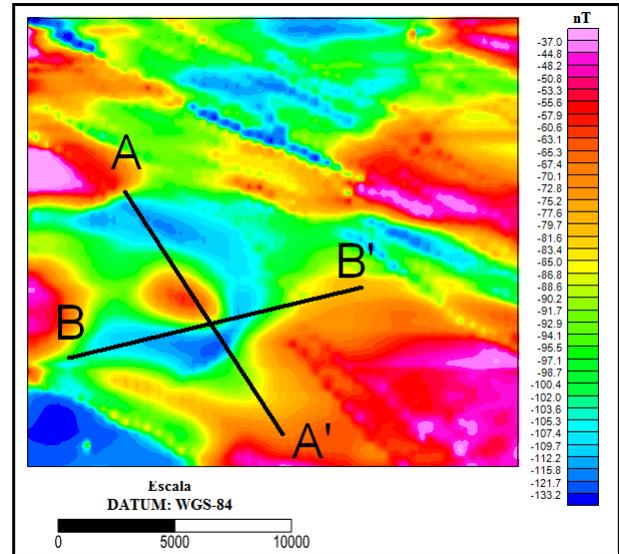


Figura 5 - Redução ao polo com a direção da linha do norte no sentido horário 90°

Amplitude do Sinal Analítico (ASA).

Nabighian (1972, 1984) desenvolveu o conceito do sinal analítico 2-D. Uma importante característica desta técnica é a independência com relação à direção do vetor magnetização da fonte. A amplitude do sinal analítico é simplesmente relacionada à intensidade de magnetização.

Roest et al., (1992) mostraram que a amplitude (valor absoluto) do sinal analítico 3-D, em um ponto qualquer com coordenada (x,y) , pode ser facilmente obtido a partir de três gradientes ortogonais do campo magnético total usando a seguinte expressão:

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

Onde $|A(x,y)|$ é a amplitude do sinal analítico no ponto de coordenadas (x,y) . T é a anomalia magnética de intensidade total no ponto de coordenadas (x,y) .

Uma vantagem fundamental que oferece o mapa de sinal analítico (Figura 6) seria a opção de selecionar anomalias de interesse geológico, já que seu algoritmo permite transformar as variações em diferentes direções, em variações somente positivas, que exibem um resultado que se corresponde diretamente com o grau de magnetização que apresentam as rochas.

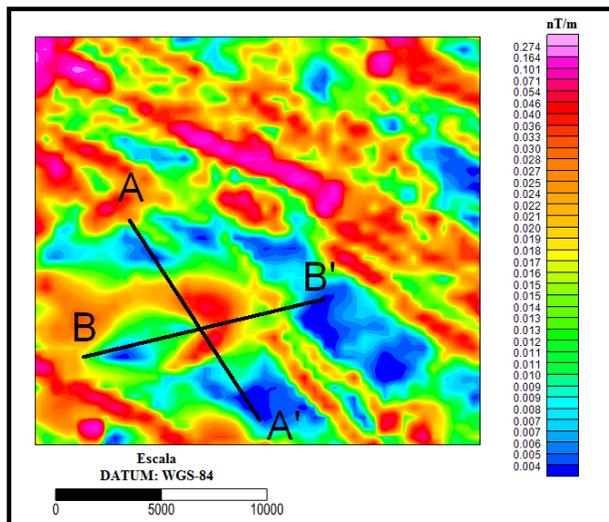


Figura 6- Mapa da amplitude do sinal analítico (ASA)

Derivadas Verticais

Para calcular as Derivadas Direcionais a partir de uma grade regular, as derivadas analíticas são aproximadas por fórmulas de diferenças finitas. As Derivadas Direcionais permitem ressaltar aquelas anomalias magnéticas de baixa intensidade em zonas onde as respostas magnéticas dos corpos intrusivos de composição básica possam ter seus efeitos atenuados pela presença de espessos pacotes de sedimentos situados em níveis mais rasos (Figura 7).

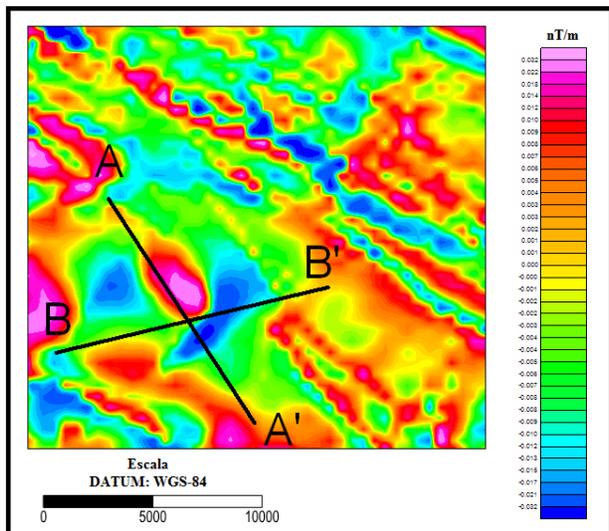


Figura 7: Primeira derivada vertical.

Gradiente Horizontal

O Gradiente horizontal do campo magnético de intensidade total (Figura 8) foi obtido a partir de uma malha de valores de Anomalia Magnética de Intensidade Total, onde as derivadas analíticas são aproximadas por fórmulas de diferenças finitas. Essa técnica tem a

característica de realçar através de máximos e mínimos, respectivamente, as bordas e os centros das fontes.

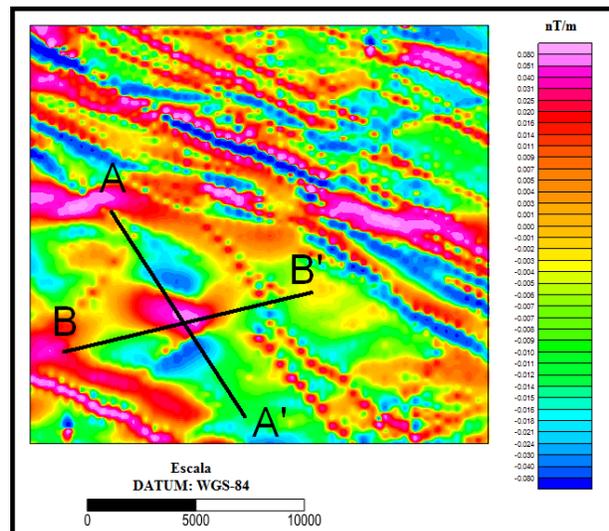


Figura 8 - Gradiente Horizontal da região alvo.

Resultados e Discussões

Os produtos finais do processamento dos dados aeromagnetométricos são perfis residuais da anomalia magnética de intensidade total e suas transformações do campo potencial conjuntamente com dados topográficos *ASTER-GDEM*, a partir dos quais se efetuou uma avaliação qualitativa dos dados, em conjunto com as informações geológicas pré-existentis.

A Figura 9 mostra de uma maneira integrada os gráficos relacionados com o comportamento Residual da Anomalia Magnética de Intensidade Total, a Derivada Vertical, Gradiente Horizontal, Continuação para cima, Redução ao Polo e a Amplitude do Sinal Analítico do residual da anomalia magnética de intensidade total ao longo dos Perfis A-A' orientado segundo NO-SE e B-B' com orientação SO-NE.

Perfil A-A':

No Perfil A-A' que apresenta uma orientação NO-SE destaca-se a presença de um par anômalo magnético que possui uma variação de 100nT entre seus pólos. Com base na análise do comportamento do terreno que indica uma topografia mediana e informações geológicas, a assinatura geofísica anômala possivelmente deve estar associada a rochas de composição básica que estão cobertas por estruturas sedimentares da formação Varzinha e Guaritas.

A análise da amplitude do sinal analítico em conjunto com o mapa de continuação para cima (600m) permite compreender o comportamento residual do campo magnético de intensidade total indicando que a natureza da fonte está em maior profundidade.

O Gradiente horizontal e a derivada vertical permitiram destacar lineamentos magnéticos preferenciais na

direção NO-SE, possivelmente indicando que as estruturas em subsuperfície possuem esta orientação preferencial, evidenciando assim os diques de composição básica (olivina-gabro) descritos no mapa geológico.

No Perfil B-B'

No Perfil B-B' que apresenta uma orientação SO-NE destaca-se a presença de um par anômalo magnético que possui uma variação de 100nT entre seus pólos, coincidindo com a variação existente no perfil A-A'.

Considerando que o Perfil B-B' evidencia o mesmo par anômalo que o perfil A-A', conclui-se que este perfil possui as mesmas características descritas no perfil A-A', porém com menor intensidade, isso ocorre devido a orientação do perfil estudado ser discordante com a possível orientação do corpo analisado. Sendo assim a assinatura geofísica anômala possivelmente deve estar associada a estruturas de composição básica que estão cobertas por rochas sedimentares da formação Varzinha e Guaritas.

Discussão e Conclusões

O trabalho mostrou eficiência para uma metodologia de aquisição, processamento e interpretação de dados aeromagnetométricos conjuntamente integrados com dados topográficos *ASTER-GDEM* e informações geológicas com a finalidade de esclarecer e complementar o mapeamento geológico existente a sudeste de Caçapava do Sul – RS.

Como produto final foi gerado diversos gráficos dos perfis A-A' e B-B' em cada transformação e filtro do campo potencial (Figura 9, ao final do trabalho).

Conforme verificado nota-se um comportamento magnético anômalo de maior intensidade situado em uma região de média altitude. Também se nota que no mapa geológico mais atual disponível da região, a anomalia fica inserida apenas em um contexto sedimentar uma região abrangida apenas pela Formação Guaritas e Formação Varzinha com diques básicos aflorantes da Formação Serra Geral.

As transformações que ressaltam as bordas dos corpos em 2D mostram que o provável corpo deve possuir uma aparência circular, extrapolando um pouco os dados uma feição similar a um “*neck vulcânico*”. Porém, posteriormente serão efetuados levantamentos magnetométricos terrestres de detalhe (~ 1: 25 000) na região, com o intuito de realizar a modelagem do possível corpo e se existe alguma associação com a Formação Serra Geral.

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 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.

Agradecimentos

Agradeço a todos os meus familiares, aos meus amigos e colegas que me ajudaram a estar cursando a profissão que sempre almejei.

Agradecemos a UNIPAMPA por ter cedidos o espaço físico para a confecção do trabalho. De maneira especial se agradece a CPRM por ter disponibilizado os dados aeromagnéticos correspondentes ao Projeto Aerogeofísico Escudo do Rio Grande do Sul (CPRM, 2010).

Referências

ASTER Global DEM Validation Summary Report from

<http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp/index.jsp>.

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.

Jacson, V.N.; Ramos, V.A.; Terry, S.A. & Zuzek, A.B. Projeto Aerogeofísico Camaquã, Estado do Rio Grande do Sul Porto Alegre, Texas Instruments: Convênio Departamento Nacional da Produção Mineral/Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/CENEN, 208 p., 1974.

GEOSOFT. 2005. Data Processing and Analysis System for Earth Science Applications. User Guide.

Grapher – Version 8.1.388. Graphing System

. Copyright 1992 – 2009, Golden Software Inc.

MagPick V 3.05 – Magnetic processing and interpretation. 1996 - 1998 Hamburg University, Germany. 2010 Geometrics, Inc. USA

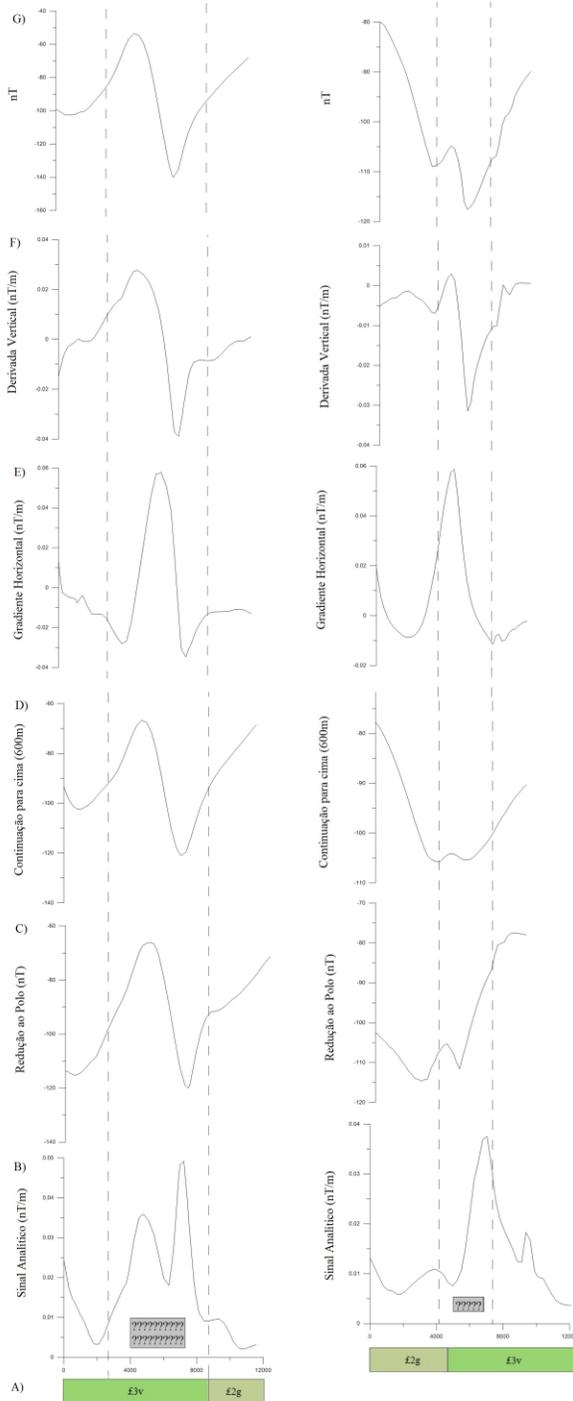
Nabighian, M.N. 1972. The analytical signal of two-dimensional magnetic bodies with polygonal cross-section :its properties and use for automated anomaly interpretation. *Geophysics*, v. 37, p. 507-517.

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.



A) *Informação geológica (CPRM, 2010);*

B) *Amplitude do Sinal Analítico da anomalia residual do campo magnético de intensidade total;*

C) *Redução ao Polo da Anomalia Residual do Campo Magnético de Intensidade total.*

D) *Continuação para Cima (600m) da Anomalia Residual do Campo Magnético de Intensidade total.*

E) *Gradiente Horizontal da Anomalia Residual do Campo Magnético de Intensidade total.*

F) *Derivada Vertical da Anomalia Residual do Campo Magnético de Intensidade total;*

G) *Anomalia Residual do Campo Magnético de Intensidade Total;*

Figura: 9 - Gráficos do perfil Noroeste-Sudeste –Perfil A-A' (à esquerda) e gráficos do perfil Sudoeste-Nordeste – Perfil B-B' (à direita):