

Encontro de Integração Governo, Universidade e Empresas



Prof. Dr. Mario J. Tomas Rosales Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA – RS, Brasil)



Universidade Federal do Pampa



Processamento, integração e interpretação de dados aerogeofísicos (CPRM, 2010), dados de susceptibilidade magnética terrestre e dados de altitude ortométrica provenientes do ASTER-GDEM (METI/NASA, 2009), aplicados ao estudo da caracterização geológica e estrutural da região da Bacia de Camaquã no Estado do Rio Grande do Sul (RS).

Prof. Dr. Mario J. Tomas Rosales (UNIPAMPA)

Contexto Geológico Regional

A Bacia do Camaquã repousa sobre terrenos ígneos e metamórficos do Escudo Sul-rio-grandense o qual engloba os cinturões Granítico-Gnáissicos Dom Feliciano (~ 650 Ma) e Tijucas (~ 800 Ma). As rochas dos cinturões Tijucas (~ 800 Ma), Vila Nova (~ 850 Ma) e do Complexo Granulítico Santa Maria Chico (~ 2.1 Ga), encontram-se delimitando a área demarcada da Bacia do Camaquã e formam parte do embasamento das associações plutono-vulcano-sedimentares que constituemo registro geológico da citada bacia (Chemale Jr., 1997). A Bacia do Camaquã apresenta uma orientação espacial em superfície segundo a direção NE e encontra-se preenchida por sedimentos terrígenos imaturos, intercalados com rochas vulcânicas intermediárias a ácidas. A idade das rochas presentes na bacia situa-se no intervalo entre o Proterozóico Superior e o Cambro-Ordoviciano (Cordani et al., 1974).



Mapa esquemático da estruturação geológica simplificada do Escudo Sul-rio-grandense mostrando o posicionamento de perfis geofísicos regionais. *(Adaptado de Paim et al., 1999).*



Mapa geológico da região que abrange a Bacia de Camaquã com a localização dos depósitos minerais e o posicionamento de perfis geofísicos regionais.

(Adaptado de Remus et al., 1999).

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) e dados de susceptibilidade magnética de detalhe coletados <u>em algumas áreas de pesquisa</u> inseridas no contexto geologico da Bacia do Camaquã (RS). Exemplos de áreas de pesquisa inseridas no contexto geológico da Bacia do Camaquã (RS).

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo que abordou a compilação e o processamento de dados aeromagnéticos foi de aproximadamente 300 km², delimitada geograficamente pelas latitudes -30,17 S - -30,35 S e pelas longitudes -54,05 W - -53,89 W.

Encontra-se na localidade do Passo do Rocha aproximadamente a 20 quilômetros a noroeste da cidade de Vila Nova do Sul, e a aproximadamente 80 quilômetros a nordeste da cidade de Caçapava do Sul.



Mapa de localização da área de estudo (modificado IGLESIAS, 2000)



Mapa geológico do Bloco São Gabriel (modificado Remus, 1999).

GEOLOGIA LOCAL

Complexo Cambaí (540 Ma) - Metaultramafitos (Nccmu)

Complexo Cambaí (540 Ma) - Gnaisse Cambaí (Ncg)

Formação Rio Bonito (Prb) – siltitos e folhelhos (430 Ma)

Formação Palermo (Pp) – siltitos e areneitos (430 Ma)

Depósitos Aluvionares Atuais (Qa1) areias e cascalhos (65Ma)



Mapa geológico simplificado da área de estudo (modificado CPRM, 2000).

TRABALHOS GEOFÍSICOS ANTERIORES NA ÁREA DE ESTUDO

- Projeto Aerogeofísico Camaquã I, (CPRM/DNPM, 1974)

- Levantamento Aerogeofísico do Escudo do Rio Grande do Sul (CPRM, 2010)

ETAPAS DE TRABALHO

Articulação dos dados geofísicos magnetometricos terrestres e topográficos utilizados.



ASTER GDEM

Logged in by Mario Thomas logout

Agreement

 Before downloading ASTER GDEM tiles, firstly choose a category from the pulldown menu below. Then, you are required to agree to the "ASTER GDEM Policy".

- select category -	▼
- select category -	
Health	ASTER GDEM Policy
Energy Climate Water Weather Ecosystems Agriculture Biodiversity	he ASTER GDEM only to individuals within my organization or project of intended use or in response of the GEO Disaster Theme. (Required) Ilishing ASTER GDEM data, I agree to include "ASTER GDEM is a product of METI and NASA."
Click [Agree] but	ton.

English 日本語

Comparison with other DEMs							
	ASTER GDEM	SRTM3*	GTOPO30**	10 m mesh digital elevation data			
Data source	ASTER	Space shuttle radar	From organizations around the world that have DEM data	1:25,000 topographic map			
Generation and distribution	METI/NASA	NASA/USGS	USGS	GSI			
Release year	2009 ~	2003 ~	199 <mark>6</mark> ~	2008~			
Data acquisition period	2000 ~ ongoing	11 days (in 2000)					
Posting interval	30m	90m	1000m	about 10m			
DEM accuracy (stdey.)	7~14m	10m	30m	5m			
DEM coverage	83 degrees north ~ 83 degrees south	60 degrees north ~ 56 degrees south	Global	Japan only			
Area of missing data	Areas with no ASTER data due to constant cloud cover (supplied by other DEM)	Topographically steep area (due to radar characteristics)	None	None			

Modelo Digital de Elevação de Terreno



Modelo digital de elevação do terreno baseado em dados topográficos ASTER-GDEM.

Compilação de Dados Aeromagnéticos Foram compilados dados aeromagnéticos provenientes do Aerolevantamento Geofísico Camaquã I (CPRM, 1974) e do Projeto Aerogeofísico Escudo do Rio Grande do Sul, (CPRM, 2010).

Ano	Projeto	Linhas de vôo	Linhas de	Orientação	Intervalo de
			Controle	das LV	amostragem
1974	Camaquã I	1 km	20 km	NW-SE	~64 m
2010	Escudo do Rio Grande do Sul	500 m	10 km	N-S	~7 m



Mapa de Amplitude do Sinal Analítico da Anomalia residual de intensidade total (CPRM, 2010) Mapa da Anomalia residual de intensidade total (dados da CPRM, 2010). Mapa da Anomalia residual de intensidade total (dados da CPRM, 1974). Mapa de Amplitude do Sinal Analítico da Anomalia residual de intensidade total (dados da CPRM, 1974)



Convenções Estratigráficas



Mapa mostrando o contorno das assinaturas magnéticas anômalas (ASA), conjuntamente com a geologia da área de estudo.

Levantamento Magnetométrico Terrestre.

A aquisição das medições em campo foi realizada em aproximada de 1: 25.000 com as estações posicionadas em forma de uma malha irregular, seguindo um intervalo de amostragem de aproximadamente 250 metros. Foram medidas um total de 390 estações de observação.

Medição das propriedades físicas das rochas Para as medições de suscetibilidade Magnética foi utilizado um suscetibílimetro *KT-10 Magnétic Sucetibility Meter Terraplus (Terraplus, Inc)*.



Mapa de articulação das cartas topográficas em Escala 1: 50. 000 (DSGB, 2012) da área de estudo.



Imagem da aquisição dos dados magnetométricos em campo.



 Imagem da realização de medições de suscetibilidade magnética em campo.



Imagem do afloramento com posicionamento -53,9929 W e -30,2955 S. Descrição: Serpentinito, K médio: 46,25 (10E-3 SI)



Imagem do afloramento com posicionamento -53,9671 W - -30,3031 S – Descrição: Arenito Grosso- K médio: 0,077 (10E-3SI)

Imagem do afloramento com posicionamento -54,0043 W - -30,3159 S. – Descrição: Xisto – K médio: 10,19 (10E-3 SI)



Diagrama esquemático da Suscetibilidade magnética de minerais e rochas (Clark & Emerson 1991).



Mapa de anomalia residual magnética de intensidade total, baseados em dados magnetométricos terrestres



Fluxograma esquemático mostrando o procedimento das técnicas de filtragens utilizadas no processamento dos dados magnetométricos terrestres e os produtos gráficos finais obtidos.

Resultados

Do ponto de vista de resolução espacial dos dados provenientes do Levantamento Aeromagnético da CPRM, 2010 da magnetometria terrestre, com base na analise da cobertura de amostragem oferecida por ambos levantamentos, definiu-se utilizar a base de dados aeromagnéticos da CPRM (2010) para a caracterização das feições geológicas estruturais associadas com o embasamento magnético, priorizando a base de dados provenientes do levantamento magnetométrico terrestre para a caracterização de feições geológicas locais que apresentam respostas anômalas magnéticas de curto comprimento de onda.



Mapa do Gradiente Horizontal na direção 45º da Anomalia Magnética Residual de Intensidade Total

obtida dos dados do levantamento terrestre.





Mapa do Gradiente Horizontal na direção 135º da Anomalia Residual Magnética de Intensidade Total baseado em dados da CPRM, 2010.

Mapa do Gradiente Horizontal na direção 45º da Anomalia Residual Magnética de Intensidade Total baseado em dados da CPRM, 2010.





Mapa da Anomalia de Amplitude do Sinal Analítico

obtida dos dados magnetométricos terrestres.





Mapa de Anomalia Fase do Sinal Analítico na direção 135° obtido a partir dos dados da CPRM,



645.2

2010.

Espectro Radial de Potência

O espectro de potência representa a variação de sucessões harmônicas do sinal magnético, constituído pela soma de séries temporais individuais.

Fontes profundas são representadas por sinais de baixa freqüência, enquanto que fontes rasas apresentam alta freqüência.



Gráfico esquemático do Espectro Radial de Potência

obtido a partir dos dados magnetométricos terrestres



Mapa de domínios lito-geofísico baseados na interpretação conjunta dos dados magnetométricos aéreos e terrestres e dados topográficos (ASTER – GDEM).





Mapa mostrando o contorno das assinaturas magnéticas anômalas (ASA), conjuntamente com a geologia da área de estudo.

Convenções Estratigráficas



Mapa mostrando o contorno das assinaturas magnéticas anômalas (ASA), conjuntamente com a geologia da área de estudo.


DE DADOS GEOFÍSICOS, GEOLÓGICOS E TOPOGRAFICOS

Gráficos do Perfil A-A' e Perfil B-B'

A) Informação geológica (CPRM, 2000);

B) Relevo Topográfico

C) Anomalia Residual do Campo Magnético de Intensidade Total;







Proposta de modelo geológico – geofísico 3 D

obtido a partir da integração dos perfis modelados.





CONCLUSÕES

 A metodologia empregada na pesquisa mostrou-se eficiente para o entendimento e esclarecimento de questões relacionadas com a geometria de feições geológicas-estruturais.

- As transformações do campo potencial magnético conjuntamente com as técnicas de filtragens utilizadas serviram para identificar e realçar assinaturas magnéticas anômalas associadas a lineamentos estruturais.

- A modelagem 2.5 D dos dados magnéticos da anomalia residual de intensidade total ao longo de perfis geofísicos regionais aportou parâmetros referentes à geometria das fontes magnéticas anômalas associadas à presença de um corpo verticalizado na porção central da área de estudo com um valor de suscetibilidade magnética de 0.17 SI associado à presença de rochas serpentiníticas.

- Na porção central da área de estudo foram identificados dois *trends* de lineamentos magnéticos com direções preferências segundo NW-SE e NE-W associados provavelmente a presença de falhas profundas que afetam o embasamento metamórfico.

REFERÊNCIAS

PORCHER, Carlos Alfredo & LOPES, Ricardo da Cunha. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: Relatório Folha SH. 22-Y-A Cachoeira do Sul. Estado do Rio de Grande do Sul. Escala 1:250.000. – Brasília: CPRM, 2000. CD-ROM

REMUS, M. V. D. (1999). Metalogênese dos depósitos hidrotermais de metais-base e Au do Ciclo Brasiliano no Bloco São Gabriel, RS. Porto Alegre, 170p, Tese de Doutorado, Programa de Pósgraduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

TELFORD, W. D.; GELDART, L. P. & SHERIFFI, R. E. **Applied Geophysics**, Second Edition. Cambridge University Press, 1990.

TERRAPLUS Inc. KT-10 Magnetic Susceptibility Meters. User guide < disnponível em http://www.terraplus.ca/products/pdf/KT-10.pdf>

LOWRIE, W. Fundamentals of Geophysics. 2. ed. Cambridge University Press: Cambridge, 2007.

CPRM, DNPM. Projeto Aerogeofísico Camaquã I, CPRM, DNPM 1974. CPRM. http://www.cprm.gov.br

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Projeto aerogeofísico Escudo do rio grande do sul: Relatório final do levantamento e processamento dos dados magnetométricos e gamaespectrométricos. Vol. I, Texto técnico. Lasa Prospecções S/A, 2010. 260p

DIRETORIA DE LEVANTAMENTO GEOGRÁFICO – Brasil. IBGE. Folhas Topográficas escala 1:50.000. Disponível em: < http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/topo>. Acessado em maio de 2012.



Prof. Dr. Mario J. Tomas Rosales Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA – RS, Brasil)

Email: mariorosales@unipampa.edu.br



Transformações do Campo Potencial

A aplicação de filtros aos dados espaciais da anomalia magnética residual de intensidade total permite a obtenção de produtos gráficos secundários que tendem a identificar e realçar feições contidas nas informações originais, melhorando desta maneira a visualização das anomalias.

Continuação para cima

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

f(u,v) é o espectro do campo original a ser transformado; F(u,v) é o espectro do campo transformado (para cima ou para baixo) s(u,v) é a componente espectral da transformação α parâmetro de regularização.

Anomalia de Fase do Sinal Analítico

A fase de sinal analítico (FSA) é definida pelo ângulo formado pelos vetores imaginários da 2ª derivada em z e pelos vetores reais em x e y, calculada pela seguinte fórmula.



A fase ou inclinação do sinal analítico representa o intuito de estimar o mergulho e o contraste de susceptibilidade

Anomalia de Amplitude do Sinal Analítico

A Amplitude do Sinal Analítico (ASA) é dada pela combinação dos gradientes vertical e horizontal de uma anomalia magnética. O sinal analítico tem uma forma sobre corpos causadores que depende de sua posição, mas não da direção de magnetização

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

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).

Gradiente Horizontal

A Amplitude do Gradiente Horizontal Total revela os picos, em uma análise pontual, que estão acima dos limites das fontes causadoras de anomalias, o que torna a visualização mais abrangente, indicando mudanças laterais abruptas, distinguindo mudanças litológicas e estruturais.

$$H(x,y) = \sqrt{\left(\frac{\partial T_z(x,y)}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial T_z(x,y)}{\partial y}\right)^2}$$

H = Gradiente Horizontal T_z = intensidade de campo magnético dx = derivada na direção x dy = derivada em y











Mt. Everest



The ASTER GDEM is available for high-latitude and steep mountainous areas not covered by SRTM3.











management in an oasis in the desert

ASTER GDEM

Agreement

 Before downloading ASTER GDEM tiles, firstly choose a category from the pulldown menu below. Then, you are required to agree to the "ASTER GDEM Policy".

- select category -	
- select category - Disaster	
Health	ASTER GDEM Policy
Energy Climate Water Weather Ecosystems Agriculture	he ASTER GDEM only to individuals within my organization or project of intended use or in response of the GEO Disaster Theme. (Required) Ilishing ASTER GDEM data, I agree to include "ASTER GDEM is a product of METI and NASA."
-Biodiversity Click [Agree] butt	ton.
Chick D (B) CC1 But	

Comparison with other DEMs						
	ASTER GDEM	SRTM3*	GTOPO30**	10 m mesh digital elevation data		
Data source	ASTER	Space shuttle radar	From organizations around the world that have DEM data	1:25,000 topographic map		
Generation and distribution	METI/NASA	NASA/USGS	USGS	GSI		
Release year	2009 ~	2003 ~	1996 ~	2008~		
Data acquisition period	2000 ~ ongoing	11 days (in 2000)				
Posting interval	30m	90m	1000m	about 10m		
DEM accuracy (stdey.)	7~14m	10m	30m	5m		
DEM coverage	83 degrees north ~ 83 degrees south	60 degrees north ~ 56 degrees south	Global	Japan only		
Area of missing data	Areas with no ASTER data due to constant cloud cover (supplied by other DEM)	Topographically steep area (due to radar characteristics)	None	None		

Medições de Gamaespectrometria Terrestre. - Resultados preliminares.

Foram levantados 120 pontos (10/06–24/06-25/06-2011) distribuídos ao longo de estradas de chão com um espaçamento aproximado de 200 metros.

As medidas foram realizadas com o Gamaespectrômetro RS-230 BGO Super Spec, fabricado pela Radiation Solutions Inc – Canadá composto por um detector de cristal de óxido de germanato de bismuto (6,3 cu ins).

As medidas foram realizadas com a configuração de aquisição no modo – ASSAY – a cada 2 minutos.

Gamaespectrômetro



Gamaespectrômetro modelo RS 230 BGO Super Spec (Radiation Solutions Inc - Canadá).

Muito obrigado!












































Malha de medição de Gamaespectrometria



Mapa esquemático mostrando o posicionamento da malha de aquisição de dados de gamaespectrometria.

Interpretação dos mapas de gamaespectrometria para os canais de K, CT,











Muito obrigado! pela atenção











FIGURA 40 - Mapa de contorno de U/Th do setor de interesse, intervalo de contorno 0,5.



Propriedades Magnéticas das Rochas

Diamagnéticas Paramagnéticas Ferromagnéticos

Suscetibilidade Magnética

Susceptibilidade magnética é uma propriedade física inerente as rochas. Trata-se de uma grandeza adimensional diretamente proporcional ao conteúdo de minerais ferromagnéticos, e dependente do sistema de unidades de J e H.



Diagrama esquemático da

Suscetibilidade magnética

de minerais e rochas (Clark & Emerson 1991).

Método Magnetométrico de Prospecção.

O método magnetométrico consiste basicamente na leitura de variações do campo magnético terrestre, originados pelo contraste de suscetibilidade magnética provocado por rochas e minerais que compõem o substrato geológico.

Correções Magnéticas

Correção Diurna

 $C_{diur} = Mag_{int} - (Mag_{base} - Datum)$

Remoção do IGRF

IGRF – Internacional Geomagnetic Reference Field.

O valor de IGRF para a área da presente pesquisa foi calculado mediante o programa disponibilizado no portal eletrônico do Serviço Geológico Britânico (BGS, 2010).

TRABALHOS GEOFÍSICOS ANTERIORES NA ÁREA DE ESTUDO

- Projeto Aerogeofísico Camaquã I, (CPRM/DNPM, 1974)

- Levantamento Aerogeofísico do Escudo do Rio Grande do Sul (CPRM, 2010)



20* 20

30°40

53°