

## Superfície de Curie da Porção Nordeste da Bacia de Santos – Uma Investigação sobre dados Aeromagnéticos de Alta Resolução

Glauco Bragança (MCT-O.N.) e Luiz F.S. Braga (MCT-O.N. – FUGRO-Lasa)

Copyright 2003, SBGF - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation at the 8<sup>th</sup> International Congress of The Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, 14-18 September 2003.

Contents of this paper were reviewed by The Technical Committee of The 8<sup>th</sup> International Congress of The Brazilian Geophysical Society and does not necessarily represents 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

In this study we use spectral analyses over the High Resolution Airborne Magnetic (HRAM) data, acquired by Fugro-Lasa Airborne Surveys, to estimate depths do the Curie Surface in the northeastern portion of the Santos basin. Special care is taken on the investigation of the minimum size of the data window that may be used without compromising the reliability of the estimates. Additionally, we describe the regional behaviour of the depths to the Curie Surface and discuss the implication of the resulting geothermal gradients to the thermo-mechanical evolution and oil maturation in the Santos basin.

### Introdução

A Bacia de Santos é hoje considerada como a maior província petrolífera marítima do Brasil. Esta bacia situa-se na costa sudeste brasileira (Figura 1), abrangendo os litorais dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina (entre os paralelos 23° e 28° sul). Vários levantamentos geofísicos foram realizados nesta região, dentre eles, os levantamentos aerogeofísicos magnetométricos de alta resolução, tendo como objetivo agregar valor real à interpretação sísmica e à modelagem de estruturas profundas da área.

As estruturas magnéticas são limitadas no topo pela superfície da Terra, e na base pela superfície do ponto Curie apropriado para uma particular mineralogia magnética. Em temperaturas acima da temperatura Curie (aproximadamente 580°C para magnetita), as rochas perdem completamente seu magnetismo.

As estimativas da profundidade da temperatura Curie estão ligadas às fontes crustais profundas que produzem anomalias magnéticas de longo comprimento de onda comparadas às fontes mais rasas. Com essas

considerações, uma técnica usada para o cálculo das

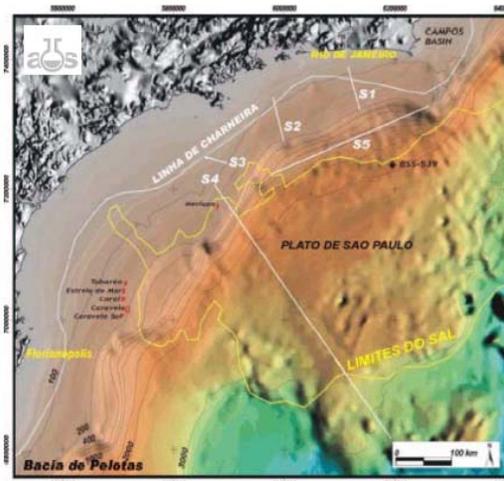


Figura 1: Mapa de Localização da Bacia de Santos

profundidades se baseia na análise de Fourier. Aplicamos esta técnica aos dados aeromagnéticos da bacia de Santos, a fim de estimar a profundidade basal das fontes magnéticas nessa região. O método usa a propriedade estatística de grupos.

Neste trabalho, discutiremos as estimativas da profundidade da superfície de Curie obtidas através da análise da banda espectral, de comprimento de onda longo, dos espectros radiais obtidos em janelas de dados aeromagnetométricos de alta resolução. Investigamos o tamanho ótimo da janela de dados sobre a qual aplicamos a análise espectral, as incertezas no cálculo das profundidades, associadas às incertezas inerentes ao modelo utilizado, o significado termomecânico dos gradientes geotérmicos regionais estimados e suas implicações para o entendimento do potencial petrolífero da área investigada.

### Método

Os programas computacionais utilizados para a análise dos espectros radiais de potência, selecionados em janelas de dimensões apropriadas, foram desenvolvidos pela GEOSOFT. Os espectros foram obtidos com a

aplicação da transformada rápida de Fourier sobre janelas de dados magnetométricos da área de pesquisa.

O modelo matemático na qual a análise é baseada considera uma coleção de amostras aleatórias e uma distribuição uniforme de prismas retangulares, cada prisma tendo uma magnetização constante. É importante ressaltar que o prisma retangular é somente uma conveniência geométrica para o desenvolvimento da teoria, não um modelo geológico requerido. Se as susceptibilidades magnéticas dos prismas são suficientemente aleatórias, então a população dos prismas pode ser tratada estatisticamente. Nesse caso, o logaritmo do espectro de potência resultante da resposta magnética das fontes é uma linha reta, cuja inclinação (coeficiente angular) negativa é proporcional à profundidade das fontes.

Para este estudo, a Fugro-Lasa, proprietária dos dados, disponibilizou os dados Aero-Magnéticos de Alta Resolução (AMAR) da porção nordeste da Bacia de Santos, sobre os quais se procedeu a análise espectral. Uma interpretação do arcabouço estrutural da Bacia de Santos com base nestes dados encontra-se publicado (Braga, 2001). Um conjunto apropriado de janelas de dados foram selecionados sobre o grids dos dados de Campo total magnético (Figura 2) e os respectivos espectros de potência radial foram computados. A análise espectral forneceu estimativas das profundidades médias da base dos blocos crustais, compreendidos sob cada janela de dados, através do declive de segmentos lineares do espectro. Para estimar a profundidade média do conjunto de dados do grid, foram adotadas metodologias já bem aceitas para estudos com o mesmo propósito deste (Spector & Grant, 1970; Okubo et al., 1985). Primeiramente, foi realizado o preparo do grid para a posterior retirada do espectro radial, através do uso do software Oásis Montaj. O pré-processamento do grid consistiu das seguintes etapas:

- Remoção do trend de um grid, baseado nos pontos do limite do grid, na qual foi utilizado um filtro de primeira ordem;
- Expansão das dimensões de um grid, nesse caso teve-se uma expansão de 10% do grid, assumindo nas áreas limites do grid valores dummy para produzir uma expansão quadrada;
- Transformação de todos os valores dummies em um grid com valores interpolados das partes válidas do mesmo, através do método de máxima entropia;

- Com o grid pré-processado, foi então aplicada a transformada Fourier para o trabalho com os dados no domínio da frequência espacial. A partir daí, foram obtidos os gráficos cartesianos do logaritmo do espectro de potência versus as frequências espaciais, sobre os quais procedemos os cálculos das profundidade média das bases dos blocos crustais magnéticos.

### Resultados preliminares e Conclusão

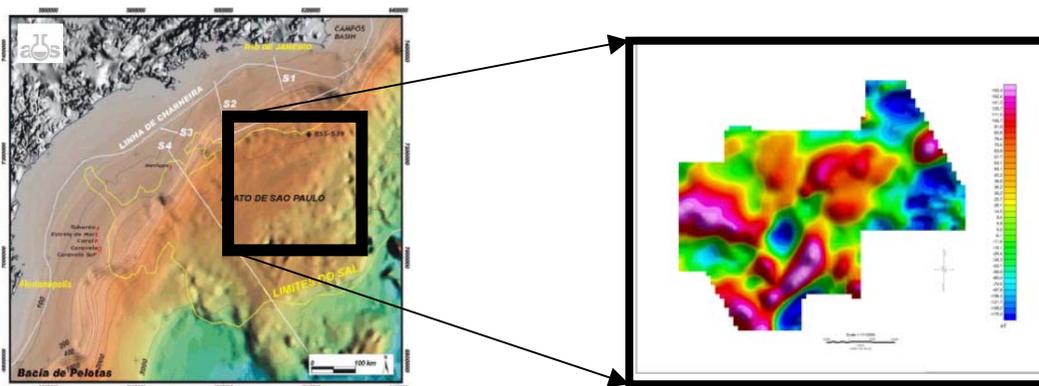
Resultados preliminares indicam que a dimensão ótima da janela de dados aeromagnéticos para a análise espectral, com o objetivo de obter-se estimativas de profundidades da superfície de Curie na área estudada, está compreendida entre 60 km x 60 km e 70 km x 70 km. Valores máximos de gradiente geotérmico, inferidos para a área de estudo, situam-se na faixa de 30 °C/km a 45 °C/km. O valor 29 °C/km é bem provável que represente o gradiente geotérmico médio da porção nordeste da Bacia de Santos. Estes valores deverão ser comparados com medições diretas realizadas em poços perfurados na área. Por se tratar de valores médios representativos do estado térmico do pacote que engloba a lâmina água, as rochas sedimentares e a porção magnética da crosta, as estimativas deste estudo, se vinculadas a dados de temperatura obtidos em perfis de poços, à luz de informações adicionais sobre a condutividade térmica dos diversos tipos rochosos, permitirão a modelagem de perfis de temperatura para todo o pacote sedimentar, posto que a amostragem nos poços quase sempre se limita a porções relativamente rasas da bacia sedimentar. Tais modelos de distribuição de temperatura com a profundidade poderão ser úteis para um melhor entendimento da evolução termomecânica e a conseqüente história de geração de hidrocarbonetos na bacia de Santos

### Referências

- Braga, L.F.S., 2001, Projeto AMAR Santos – Aeromagnetometria de Alta Resolução na Bacia de Santos – Fase I, Simpósio de Geologia do Sudeste, Rio de Janeiro, Resumos Expandidos.
- Okubo, Y., Graf, R.J., Hansen, R.O., Ogawa, K. & Tsu, H., 1985, Curie Point Depths of the Island of Kyushu and Surrounding areas, Japan, *Geophysics*, v. 53, p. 481-494.
- Spector, A., Grant, F.S., 1970, Statistical Models for Interpreting Aeromagnetic Data, *Geophysics*, v. 35, n. 2, p. 293-302.

## Agradecimentos

Agradecemos à FUGRO-LASA AIRBORNE SURVEYS pela cessão dos dados e autorização para publicação deste trabalho.



**Figura 2:** Mapa do Campo Total Magnético Anômalo e sua localização aproximada na Bacia de Santos