

## Contribuição do método magnetotelúrico (MT) ao conhecimento do potencial exploratório da Bacia dos Parecis

Grasiane L. Mathias, Jean M. Flexor, Sergio L. Fontes e Carlos R. Germano  
Observatório Nacional, Brasil.

Copyright 2004, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

*Este texto foi preparado para a apresentação no I Simpósio de Geofísica da Sociedade Brasileira de Geofísica, São Paulo, 26-28 de setembro de 2004. Seu conteúdo foi revisado pela Comissão Tecno-científica do I SR-SBGf mas não necessariamente representa a opinião da SBGf ou de seus associados. É proibida a reprodução total ou parcial deste material para propósitos comerciais sem prévia autorização da SBGf.*

### Resumo

A Bacia dos Parecis é uma bacia intracratônica ainda muito pouco conhecida no país. Levantamentos aerogeofísicos gravimétricos e magnéticos na década de 90 permitiram estabelecer sua compartimentação e identificar grabens regionais, que podem ter implicações no potencial petrolífero dessa bacia. Estudos magnetotelúricos (MT) foram recentemente conduzidos ao longo de um perfil de cerca de 500 Km cortando transversalmente as principais estruturas da bacia. Foram realizadas 95 sondagens MT banda larga ( $10^3$  Hz -  $10^{-2}$  Hz), com espaçamento médio de 6 Km. Medidas TEM foram realizadas nos pontos de sondagem MT para correção do efeito estático. Modelo geoeletrico obtido a partir da inversão 2D dos dados MT evidencia que os grabens Pimenta Bueno e Caiabis, estabelecidos pelos dados magnéticos, possuem assinatura geoeletrica distinta. O graben de Pimenta Bueno é pouco resistivo (resistividade da ordem de alguns ohm.m.) enquanto o graben de Caiabis apresenta-se como um bloco de alta resistividade (resistividade superior a 1000 ohm.m.). O método MT oferece ainda uma estimativa da profundidade do pacote sedimentar ao longo do perfil. Os resultados MT, integrados aos resultados dos métodos potenciais, mostram-se ferramentas importantes para ajudar no direcionamento de estudos sísmicos e de poços exploratórios na bacia do Parecis.

### Introdução

A Bacia dos Parecis é uma bacia sedimentar intracratônica com direção W-E que cobre uma área de 400.000 km<sup>2</sup> estendendo-se desde o sudoeste de Rondônia, atravessando o Mato Grosso e chegando perto do seu limite com Goiás. Contém cerca de 6000m de sedimentos predominantemente siliclásticos que datam do Paleozóico, Mesozóico e Cenozóico, com presença de rochas vulcânicas do Cretáceo. Os sedimentos paleozóicos, no sudeste de Rondônia, estão estruturados em dois grabens (Graben Colorado e Pimenta Bueno) de direção W-E, que convergem e se unem à leste definindo a denominada Fossa Tectônica de Rondônia. O restante dos sedimentos se distribuem por toda a bacia de maneira

assimétrica, com uma grande espessura sedimentar na parte oeste da bacia (acima do Gabren dos Caiabis), onde se observa um grande baixo gravimétrico, cuja espessura sedimentar pode atingir cerca de 7000m (Siqueira, 1989). A identificação de afloramentos permo-carboníferos e devonianos e suas correlações com formações semelhantes da Bacia do Paraná levaram a descoberta de uma primeira ocorrência de hidrocarbonetos na Bacia dos Parecis (Siqueira et al., 1988, 1994; Siqueira, 1989,1990). Um mapa geológico simplificado da bacia do Parecis é mostrado na Fig.1.

Entre os anos de 1988 e 1995 foram feitos pela Petrobrás levantamentos aeromagnéticos, gravimétricos terrestres e aerogravimétricos. Braga e Siqueira (1995), a partir destes dados potenciais e as informações esparsas de dados sísmicos e de poço, propôs um modelo de compartimentação da bacia, que possui limitações na definição da geometria da bacia e com resolução limitada para as profundidades efetivas do embasamento. As propriedades geoeletricas de subsuperfície inferidas a partir das sondagens MT permitem, ao contrário do que ocorre com os campos da gravidade e das anomalias magnéticas, um melhor delineamento das profundidades da interface entre o embasamento e o sedimento.

### Metodologia

O MT baseia-se na medida simultânea das componentes do campo eletromagnético natural na superfície para investigar a estrutura da condutividade elétrica do interior da Terra. A amplitude, fase e relações direcionais entre os campos elétrico E e magnético H medidos dependem da distribuição da condutividade elétrica em sub-superfície. Supondo que o sinal eletromagnético é uma onda plana, há uma relação entre os campos:

$$\mathbf{E} = \mathbf{Z} \mathbf{H} \quad (1)$$

onde Z é o tensor impedância dado por:

$$\mathbf{Z} = \begin{pmatrix} Z_{xx} & Z_{xy} \\ Z_{yx} & Z_{yy} \end{pmatrix} \quad (2)$$

e que depende das propriedades geoeletricas em profundidade. Geralmente, medem-se os campos em duas direções ortogonais (x e y), de modo que as diferenças entre os resultados são atribuídas a variações laterais de resistividade. Os resultados de cada sondagem MT são apresentados sob a forma de curvas de resistividade aparente e diferença de fase (entre os campos E e H), no

domínio da frequência. A resistividade aparente  $\rho$  e a fase  $\varphi$  na direção  $x$  são dadas por:

$$\rho_{axy}(\omega) = |Z_{xy}(\omega)|^2 / \omega\mu_0$$

$$\varphi_{xy}(\omega) = \tan^{-1}(\text{Im}Z_{xy}(\omega) / \text{Re}Z_{xy}(\omega)) \quad (3)$$

onde  $\mu_0$  é a permeabilidade magnética do vácuo e  $\omega$  a frequência angular da onda eletromagnética associada. No processamento dos dados MT, a estimativa do tensor de impedância é afetada por erros decorrentes do nível de ruído na aquisição dos dados eletromagnéticos. Estes efeitos podem ser reduzidos através de técnicas estatísticas robustas, utilizando-se, por exemplo, uma estimativa de mínimos quadrados ponderados entre valores observados e valores preditos (Egbert & Booker, 1986). Um outro fator importante na estimativa da resistividade é a determinação do *strike* geoeletrico para estruturas bidimensionais regionais que podem ser mascarados por *strikes* de natureza local. A estimativa individualizada destes *strikes* é efetuada através da decomposição do tensor de impedância (Groom & Bailey, 1989). Os campos elétrico e magnéticos podem ser matematicamente rotacionados para direção do *strike* geoeletrico, resultando no modo TE, quando o campo elétrico é paralelo ao *strike* e ao modo TM, quando o campo magnético é paralelo ao *strike* geoeletrico.

## Resultados

No primeiro levantamento de campo efetuado em 2002, foram realizadas 55 sondagens MT em um único perfil que corta a bacia transversalmente com espaçamento médio de 8 km entre as sondagens, cobrindo uma distância de cerca de 500 km e consistindo no maior perfil MT já realizado na América do Sul. No segundo levantamento, efetuado em 2003, a intenção inicial era de efetuar um outro perfil aproximadamente paralelo ao primeiro. Entretanto, por enormes dificuldades de acesso aos locais do novo perfil, resolveu-se aumentar a densidade de estações no perfil inicial, tendo sido então efetuadas mais 39 sondagens MT, o que implicou na diminuição do espaçamento entre sondagens. Algumas sondagens MT foram refeitas porque haviam apresentado muito ruído durante a aquisição dos dados na primeira campanha.

Os dados MT foram corrigidos de efeito estático a partir das medidas TEM. O modelo geoeletrico 2D, obtido por inversão com o código proposto por Rodi e Mackie (2001), para 37 sondagens MT localizadas na parte inferior do perfil MT (Fig.1), é apresentado na Fig. 2. O ajuste do modelo, para o modo TE, é mostrado na Fig. 3. Os resultados preliminares do modelo mostram que a distribuição da resistividade em subsuperfície pode ser correlacionada com as principais estruturas existentes neste trecho do perfil deduzidas a partir da análise de dados aerogeofísicos existentes na região: porção sul do Graben Pimenta Bueno, o chamado Alto Gravimétrico de Brasnorte e a borda norte do Gráben dos Caiabis (Braga et al, 1995).

## Discussões e conclusões

Os resultados são preliminares e precisam ainda incluir todos os dados MT do perfil. É bastante importante também que os resultados finais mostrem uma integração efetiva com os resultados dos métodos potenciais gravimétricos e magnéticos. De todo modo, fica já evidenciada a contribuição que o método magnetotelúrico pode trazer ao conhecimento do arcabouço estrutural da bacia dos Parecis, com implicações para o conhecimento do seu potencial exploratório.

## Agradecimentos

O projeto conta com o suporte financeiro do CNPq, com recursos do Fundo CT-PETRO. J.M. Flexor e S.L. Fontes possuem bolsa de produtividade do CNPq e G.L.Mathias é bolsista PIBIC do CNPq.

## Referências

- BRAGA, L.F.S. & SIQUEIRA, L.P., 1995. Three-Dimensional Gravity Modeling of the Basement Topography beneath Parecis Basin, Brazil. 5<sup>th</sup> Latin American Petroleum Congress, Rio de Janeiro, Brazil.
- EGBERT, G.D. & BOOKER, J.R., 1986. Robust estimation of geomagnetic transfer functions. *Geophys. J. R. Astr. Soc.*, 87, 173-194.
- GROOM, R. W. & BAILEY, R.C., 1989. Decomposition of magnetotelluric impedance tensor in the presence of local three-dimensional galvanic distortion. *JGR*, 94, B2, 1913-1925.
- RODI, W. and MACKIE, R.L., 2001, Nonlinear conjugate gradients algorithm for 2-D magnetotelluric inversion, *Geophysics*, 66, 174-187.
- SIQUEIRA, L.P. *et al.*, 1988. Reconhecimento geológico na Bacia dos Parecis". Petrobrás/Depex/Sebint. Rio de Janeiro, 1988. Relatório interno.
- SIQUEIRA, L.P. 1989. Verificação de Relato sobre Indício de Petróleo no Rio Teles Pires (MT), Bacia dos Parecis. Petrobrás/Depex/Sebint. Rio de Janeiro. Nota técnica.
- SIQUEIRA, L.P. 1990. Reconhecimento Geológico na Bacia dos Parecis". Petrobrás/Depex/Sebint. Rio de Janeiro. Relatório interno.
- SIQUEIRA, L.P. *et al.* 1994. Excursão Geológica à região Amazônica. Petrobrás/Depex/Sebint. Rio de Janeiro. Relatório interno.
- SIQUEIRA, L.P. *et al.* 1988. Reconhecimento geológico na Bacia dos Parecis". Petrobrás/Depex/Sebint. Rio de Janeiro. Relatório interno.
- SIQUEIRA, L.P. 1989. Verificação de Relato sobre Indício de Petróleo no Rio Teles Pires (MT), Bacia dos Parecis. Petrobrás/Depex/Sebint. Rio de Janeiro. Nota técnica.
- SIQUEIRA, L.P.. 1990. Reconhecimento Geológico na Bacia dos Parecis". Petrobrás/Depex/Sebint. Rio de Janeiro. Relatório interno.
- SIQUEIRA, L.P. *et al.* 1994. "Excursão Geológica à região Amazônica". Petrobrás/Depex/Sebint. Rio de Janeiro. Relatório interno.

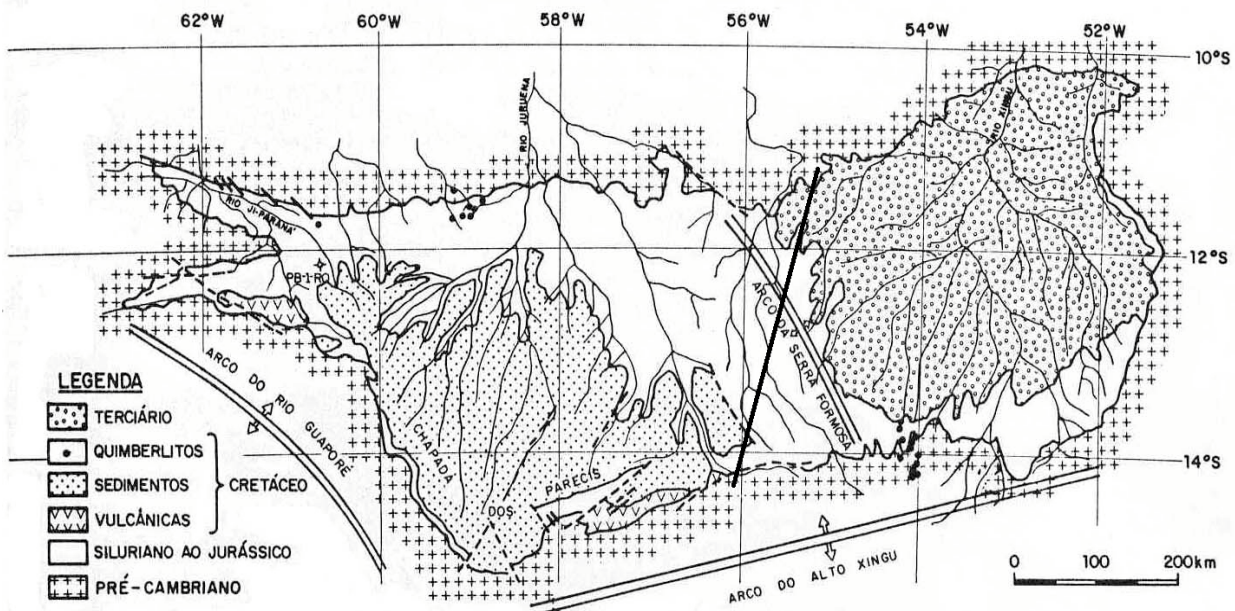


Figura 1 - Mapa geológico simplificado da Bacia dos Parecis (Siqueira, 1989). A localização do perfil magnetotelúrico está indicada na figura.

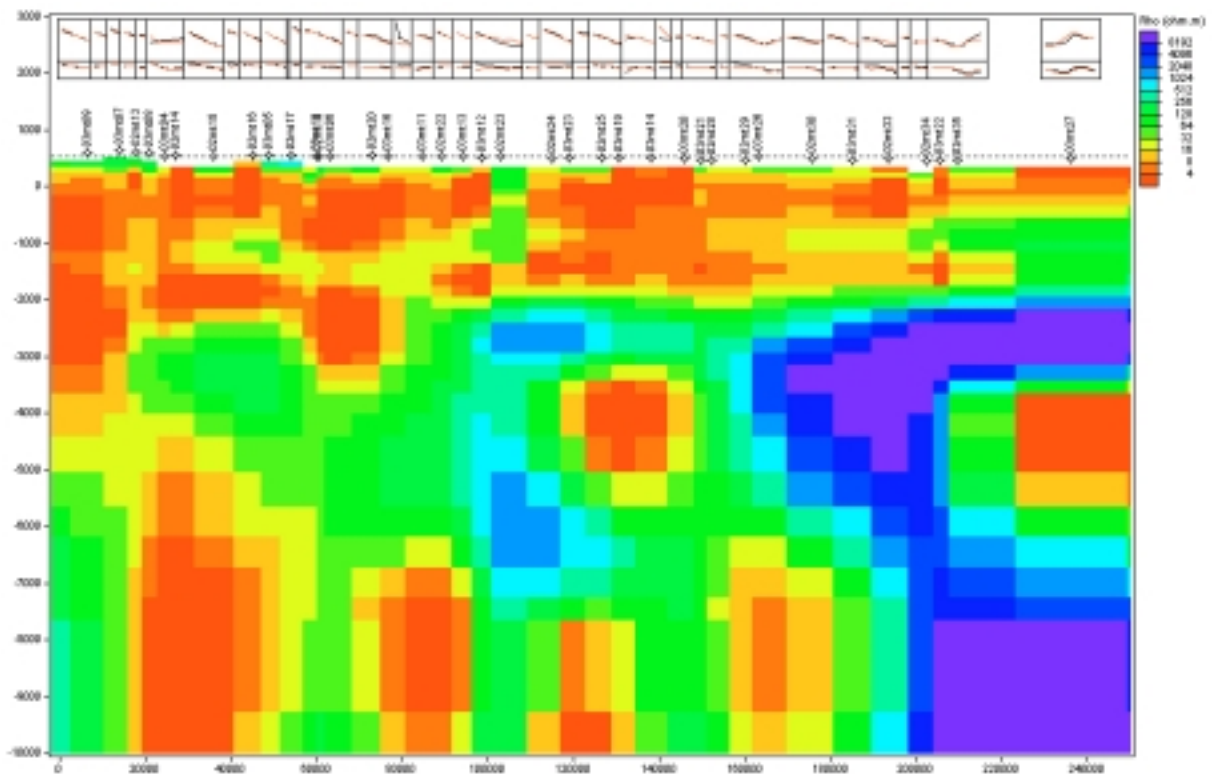


Figura 2 - Inversão 2-D preliminar da estrutura geoeétrica da Bacia dos Parecis.

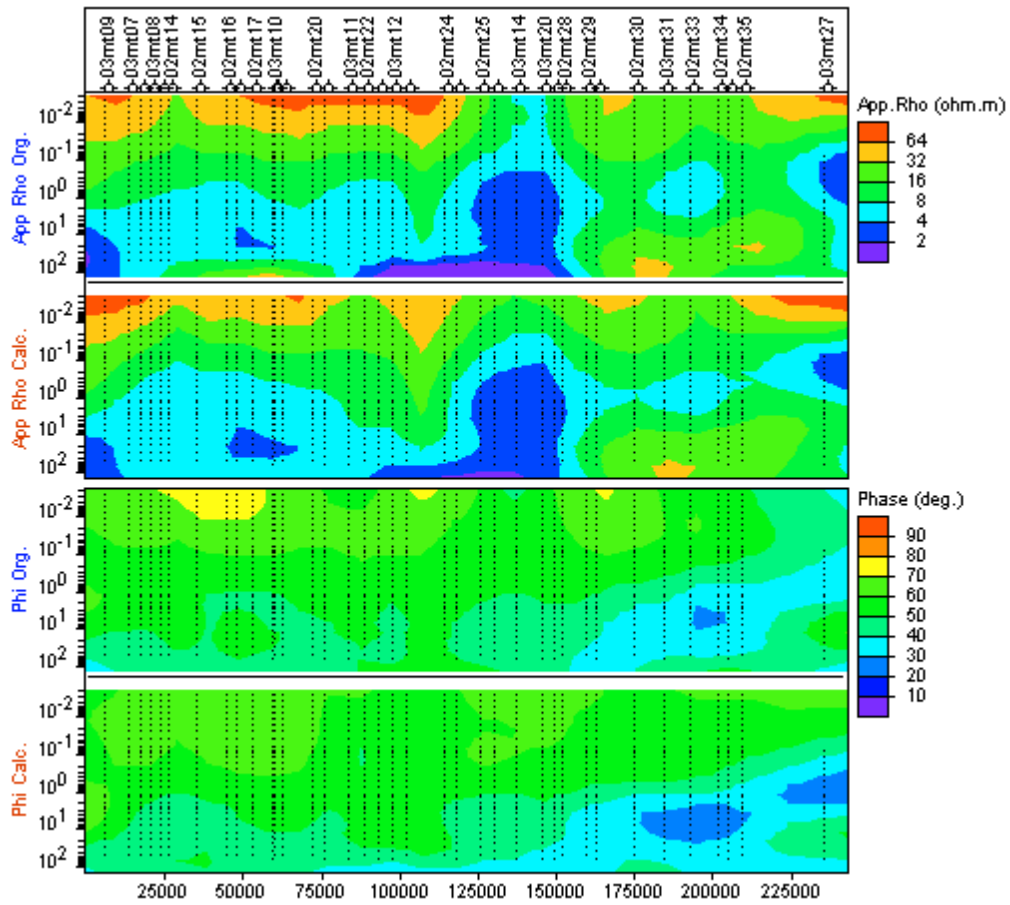


Figura 3 - Seções de resistividade aparente e fase (observadas e calculadas) para o modelo geológico da Fig. 2.