



## Estudo geofísico integrado da Bacia dos Parecis: contribuição do método magnetotelúrico.

Jean M Flexor ([flexor@on.br](mailto:flexor@on.br)), Luiz F. S. Braga ([braga@on.br](mailto:braga@on.br)), Sergio L. Fontes ([sergio@on.br](mailto:sergio@on.br)), Emanuele F. La Terra ([emanuele@on.br](mailto:emanuele@on.br)), Carlos R. Germano ([germano@on.br](mailto:germano@on.br)), Observatório Nacional, Rio de Janeiro, Brasil

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 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 Parecis Basin, a Brazilian intracratonic basin is covered by aeromagnetic, land gravity and airborne gravity surveys. A three-dimensional model of the basement topography of Parecis basin based on downward continuation of gravity field was assessed. It was proposed an integration of the current geophysical data with magnetotelluric data (MT) in order to estimate the proposed model in the new scenario provided by the geoelectric modeling. There were performed 55 MT soundings in a profile with average spacing of 8 km between stations with more than 500 km long. The location of the profile was chosen in function of the main geological units and of the structures evidenced by the potential methods. The 2D modeling of MT profile shows a succession of tectonic compartments that are coherent with the previously proposed model. However, for some compartments, the modeled depths differ sensibly of the proposed depths by the inversion of the potential methods data. A most deep study of the magnetic anomalies as well as the introduction of constraints coming from well and seismic data will be able to bring clearings on the source and on the meaning of these apparent disagreements in the depths.

### Introdução

A Bacia dos Parecis, uma das bacias intracratônicas brasileiras, está localizada na Região Centro-Oeste, cobrindo uma área de cerca de 400.000 km<sup>2</sup> nos estados de Mato Grosso e Rondônia (Fig.1). Nos últimos anos foram efetuados estudos geofísicos pela Petrobrás apoiados em campanhas geológicas (1988-1989), levantamentos aeromagnéticos (1988-1989), gravimétricos terrestres (1993) e, mais recentemente, levantamentos aerogravimétricos (1995) (Braga et al, 1995). Cerca de 500 km de linhas sísmicas levantadas na área (1992) permitiram, em associação com informações provenientes dos levantamentos aerogeofísicos, propor uma localização adequada de poços estratigráficos, efetivamente perfurados em 1993 e 1995. Atualmente a Bacia dos Parecis está inteiramente coberta por levantamentos aerogravimétricos e aeromagnéticos, constituindo uma área de particular interesse para uma integração com outros métodos geofísicos, em particular,

o método magnetotelúrico. A identificação de afloramentos permo-carboníferos e devonianos e suas correlações com formações semelhantes da Bacia do Paraná levaram à descoberta de uma primeira ocorrência de hidrocarbonetos na Bacia dos Parecis (ocorrência de uma exsudação de gás às margens do Rio Teles Pires, MT) (Siqueira L.P. *et. al*, 1988; Siqueira L.P. *et. al.*, 1994). Com a aquisição simultânea de dados aerogravimétricos e aeromagnéticos foi possível propor um modelo tridimensional para a geometria da Bacia dos Parecis com uma técnica de inversão que utiliza a continuação para baixo do campo da gravidade em associação com a chamada densidade da camada equivalente (Braga LFS, *op. cit.*) (fig.2). A vinculação com os dados sísmicos permitiu também o delineamento de uma bacia profunda no Estado do Mato Grosso com preenchimento sedimentar que pode alcançar 7000 m (Siqueira L.P. *et al*, 1993). Além disso, o preenchimento sedimentar do Gráben Pimenta Bueno revelado pelo poço estratigráfico 2-SM-1-MT, perfurado em 1995, mostrou uma seqüência de 5779m de sedimentos horizontais e nenhum vulcanismo.

O crescimento recente da utilização do método magnetotelúrico e sua importância em conjunção com outras técnicas tem sido notável. A sua utilidade em áreas de cobertura sísmica esparsa ou inexistente e seu efeito praticamente nulo no impacto ambiental constituem um fator importante para um processo exploratório efetivo de baixo custo relativo. Bacias tectônicas com potencial significativo para a acumulação de hidrocarbonetos, cobertas por derrames basálticos, apresentam baixa qualidade sísmica. Neste caso a integração de métodos geofísicos torna-se muito útil e a intervenção do método MT em sondagens profundas pode contribuir para evidenciar estruturas favoráveis à formação e acumulação de hidrocarbonetos.

A fim de poder proporcionar uma integração dos dados geofísicos atualmente existentes com dados MT, foram efetuadas 55 sondagens MT ao longo de um perfil de mais de 500 km que atravessa diversas tendências estruturais previamente delimitadas da Bacia dos Parecis. Os primeiros resultados e seu significado em relação às estruturas evidenciadas pela modelagem das anomalias magnéticas e gravimétricas são apresentados.

### Metodologia

O método MT baseia-se na medida simultânea das componentes do campo eletromagnético natural na superfície para investigar a estrutura da condutividade elétrica da Terra. A amplitude, fase e relações direcionais entre os campos elétrico **E** e magnético **H** medidos na superfície dependem da distribuição da condutividade

elétrica em subsuperfície. Assumindo que o sinal eletromagnético é uma onda plana, há uma relação entre os campos:

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

onde  $\mathbf{Z}$  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. Para uma Terra semi-infinita e homogênea, a resistividade  $\rho_{xy} (= \rho_{yx})$  é dada por:

$$\rho_{xy} = \frac{Z_{xy} Z_{xy}^*}{\mu_0 \omega} \quad (3)$$

onde  $\mathbf{Z}^*$  é o complexo conjugado de  $\mathbf{Z}$ ,  $\mu_0$  é a permeabilidade do vácuo e  $\omega$  a frequência angular da onda eletromagnética associada.

A estimativa do tensor impedância é normalmente afetada por erros decorrentes do nível de ruído durante a aquisição dos dados MT. Estes efeitos podem ser reduzidos através de referência remota (onde não há correlação entre ruídos de sondagens efetuadas simultaneamente) ou por meio de técnicas estatísticas robustas (Egbert et al, 1986). Outro fator importante na estimativa da resistividade é a determinação do “strike” geoeletrico para estruturas bidimensionais que podem ser mascaradas por estruturas de natureza local. A estimativa individualizada destas direções é efetuada através da decomposição do tensor impedância (Groom & Bailey, 1991).

### Aquisição dos dados MT

Foram realizadas 55 sondagens MT em um único perfil que corta a Bacia transversalmente com espaçamento médio de 8 km entre as estações. A localização do perfil, das principais unidades geológicas e das estruturas evidenciadas pelos métodos aerogeofísicos são apresentadas nas Figura 1 e 3. Os dados MT são obtidos a partir do registro das séries temporais dos canais Ex, Ey (campo elétrico), Hx, Hy e Hz (campo magnético) medidas na superfície. O tratamento destas séries no domínio da frequência permite calcular as componentes do tensor de impedância a partir do qual se obtém estimativas da resistividade aparente e da fase em função da frequência. O conjunto destes dados para todas as estações do perfil foi submetido a um procedimento de inversão 2-D com um algoritmo baseado em gradientes conjugados e diferenças finitas para a modelagem das estruturas (Mackie et al, 1999). Um modelo bidimensional preliminar da distribuição de resistividade em profundidade sob o perfil MT efetuado na Bacia dos Parecis é apresentado na Fig. 2. O

resultado típico de uma sondagem MT como o obtido na estação 02mt08 é apresentado na Figura 4.

### Discussão dos resultados

A localização do perfil magnetotelúrico realizado no presente trabalho foi estabelecida de modo a conciliar acesso aos equipamentos com a representatividade e o significado das formações geológicas e estruturas tectônicas. O perfil atravessa estruturas que foram evidenciadas através da modelagem dos dados geofísicos preexistentes: Alto Gravimétrico Rio Branco, Gráben Pimenta Bueno, Alto Brasnorte e Gráben dos Caiabis (Braga *et al. op. cit*), compartimentação tectônica aliás adotada oficialmente no Mapa Tectônico do Brasil. A modelagem 2D do perfil MT mostra uma sucessão de compartimentos tectônicos que é coerente com o modelo anteriormente proposto. Entretanto, para alguns compartimentos, as profundidades modeladas diferem sensivelmente das profundidades propostas pelos dados dos métodos potenciais (Fig.2). Assim, o compartimento correspondente ao Alto Gravimétrico Brasnorte aparece como sendo fortemente condutivo e sua extensão em profundidade não é compatível, à primeira vista, com a anomalia de gravidade observada na região (menor densidade e menor condutividade), enquanto que ocorre o oposto com o Gráben dos Caiabis, onde o modelo da profundidade atinge 7500m. Quanto ao Gráben Pimenta Bueno, ambos os métodos fornecem profundidades coerentes que são confirmadas pelos dados do poço 2-SM-1-MT (rio Teles Pires, Salto Magessi, MT, onde ocorre exsudação de gás) de 5.779 m de sedimentos sem atingir o embasamento. Um estudo mais aprofundado das anomalias magnéticas bem como a introdução de vínculos a partir de dados de poço e dados sísmicos poderá trazer esclarecimentos sobre a origem destas aparentes discordâncias nas profundidades.

### Agradecimentos

Este trabalho foi realizado com recursos do programa CTPETRO-CNPq. Os autores JMF e SLF são detentores de bolsa de produtividade do CNPq.

### Referências

- Braga L.F.S. & Siqueira L.P., 1995. “Three-Dimensional Gravity Modelling of the Basement Topography beneath Parecis Basin, Brazil”. 5<sup>th</sup>. Latin American Petroleum Congress, Rio de Janeiro, Brazil.
- Groom R.W. & Bailey R.C., 1989. “Decomposition of magnetotelluric impedance tensor in the presence of local three-dimensional galvanic distortion”. *Journal Geoph. Res.*, 94, B2, pp: 1913-1925
- Egbert G.D. & Booker J.R., 1986. “Robust estimatiuion of geomagnetic transfer functions”. *Geophys. J. R. astr. Soc.*, 87, 173-194.
- Siqueira L. P. de, 1989. “Bacia dos Parecis”. *B. Geoci. PETROBRÁS*, Rio de Janeiro, 3 (1/2): 3-16, jan./jun.

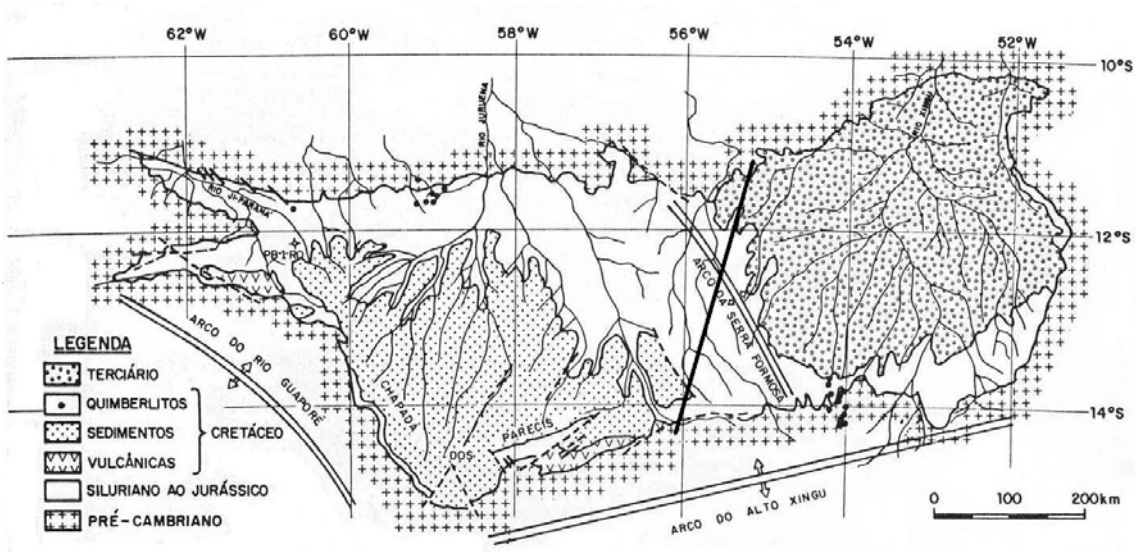


Fig 1. Mapa geológico simplificado da Bacia dos Parecis (Siqueira, 1989). A localização do perfil magnetotelúrico está indicada na figura.

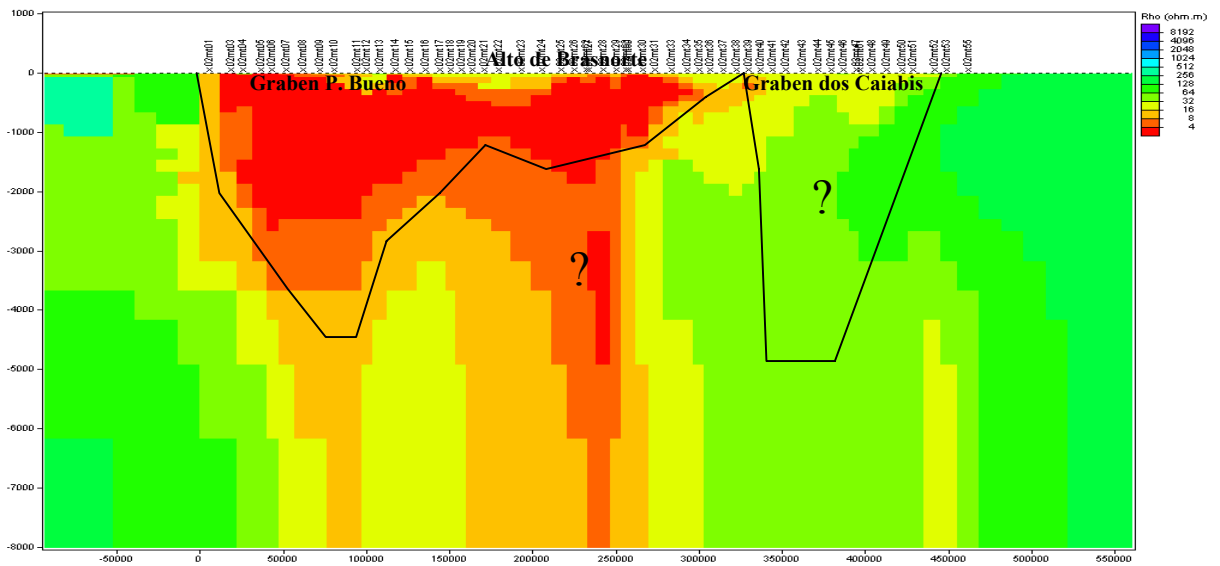


Fig 2. Modelagem 2-D preliminar da estrutura geoeletrica da Bacia dos Parecis. A compartimentação do embasamento estimada a partir da modelagem 3D correspondente ao perfil MT é indicada na figura.

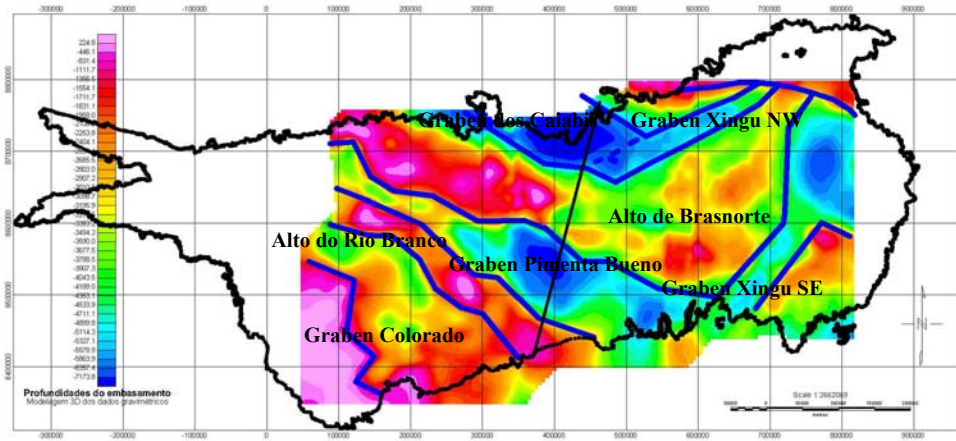


Fig.3 Modelagem 3D da topografia do embasamento da Bacia dos Parecis a partir de dados gravimétricos (Braga *et al*, *op. ci t*). O perfil magnetotelúrico que atravessa a Bacia é indicado na figura.

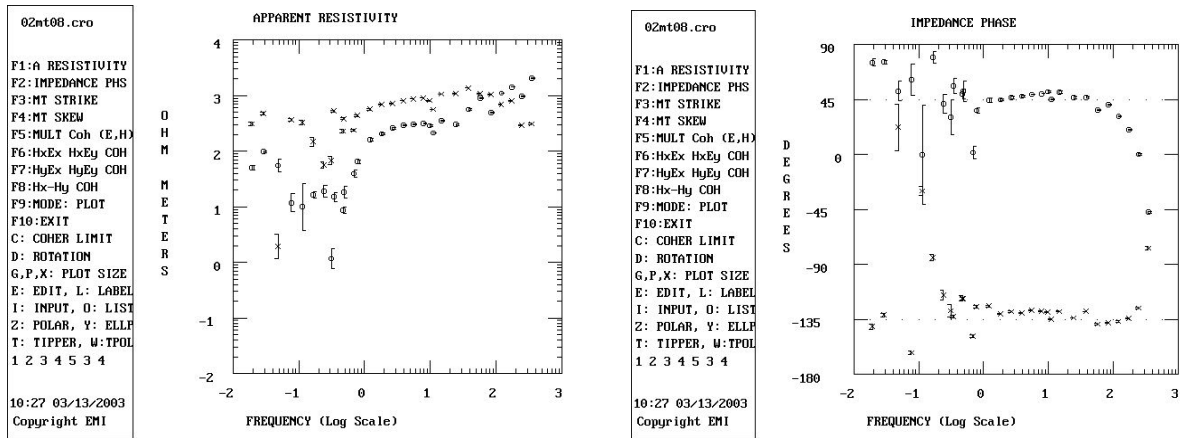


Fig 4. Resistividade aparente e da fase medidas na estação 02mt08