

## Análise de dados magnetotéluricos nas vizinhanças do Lineamento Sobra-Pedro II, Província Borborema

Melissa Tami Makibara (IAG/USP), Ícaro Vitorello (LAC/CTE/INPE, Orientador) e Mauricio de Souza Bologna (IAG/USP, Co-orientador)

Copyright 2013, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 13<sup>th</sup> 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 13<sup>th</sup> 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.

### Abstract

This work analyze magnetotelluric data based on skew, a parameter that has the same value irrespective of the coordinate frame in which it is observed. The classic Skew (Swift) is obtained from the ratio between the magnitudes of the diagonal and off-diagonal complex components of the MT impedance tensor. Its value can be used to assess qualitatively the complexity of a certain region. We applied this approach to 13 MT sites across the Sobral-Pedro II lineament, in the northern portion of the Borborema Province. Our analysis indicated the simple structures (1-D or 2-D) are related to high frequencies (usually < 0.1-1 second) only. For longer periods most data seemed to be 3-D. By using the Niblett-Bostick transform we infer that periods around 0.1-1 second generally correspond to depths about 10-20 km. Therefore, simplistic MT modelings of the lower crust and uppermost mantle should be made carefully in this segment of the Borborema Province.

### Introduction

A Província Borborema abrange uma região de aproximadamente 450000 km<sup>2</sup> (Brito Neves et al., 2000). Tal região teve seus principais eventos tectônicos durante o Neoproterozóico, quando da formação do Gondwana, e no Fanerozóico, devido à abertura do Atlântico Sul, quando ocorreu a deposição de sua cobertura sedimentar. Porém, por falta de dados geocronológicos precisos e informações geofísicas profundas tem resultado contínuo debates sobre sua evolução tectônica.

A região de estudo deste trabalho se encontra nas vizinhanças do lineamento Sobral – Pedro II da Província Borborema. As 13 estações analisadas neste trabalho são mostradas na Figura 1.

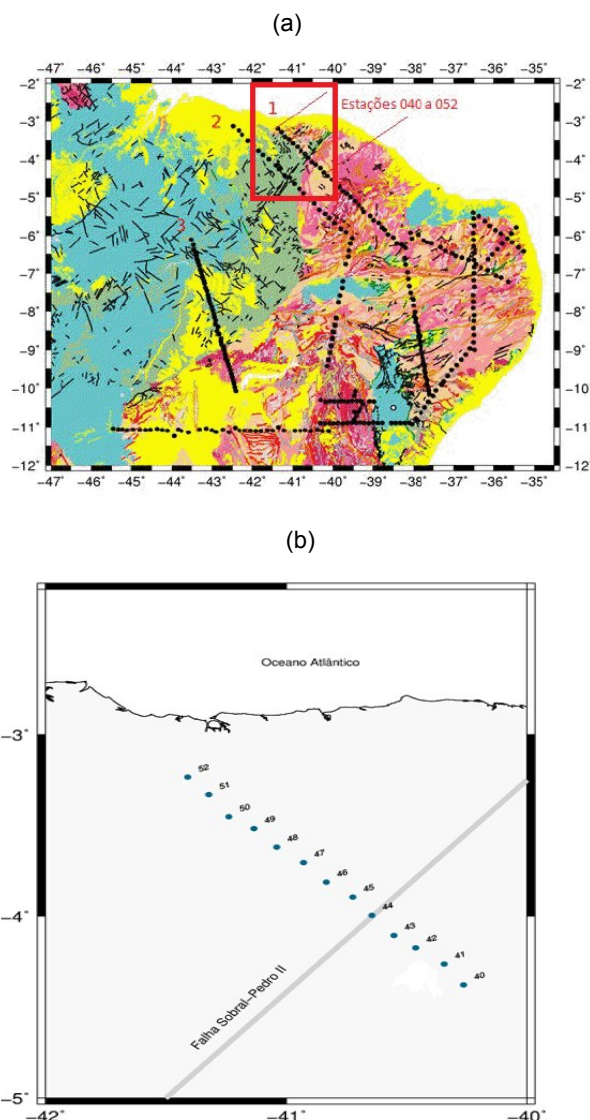


Figura 1: (a) Província Borborema mostrando as 13 estações MT analisadas; (b) Posição das estações estudadas com relação ao lineamento Sobral – Pedro II

### Metodologia

O método geofísico MT foi proposto inicialmente por Tikhonov (1950) e Cagniard (1953). É um método passivo, que utiliza as variações temporais do campo geomagnético como fonte de sinal para mapear a

condutividade elétrica do interior da crosta e do manto superior terrestre. Para isto, são realizadas medições simultâneas na superfície da Terra do campo elétrico em duas componentes e do magnético em três componentes. O arranjo esquemático do método MT é mostrado na figura 2:

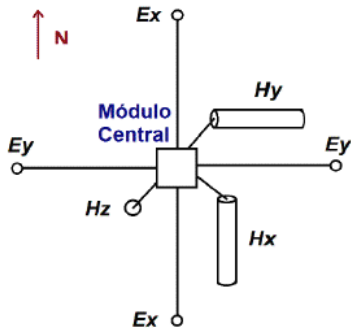


Figura 2: Ilustração de sondagem MT (vista em planta). Geralmente N é o norte magnético.

Quanto menor a frequência (ou maior o período), maior a profundidade de investigação, que pode variar de alguns metros à dezenas de quilômetros. Tempestades elétricas e a interação do vento solar com a magnetosfera geram os sinais captados pelas sondagens MT, que variam sua faixa de frequência entre  $10^{-4}$  a  $10^4$  Hz. As tempestades elétricas são responsáveis por gerar sinais de frequência maior que 1 Hz, e o vento solar com frequências menores. Em torno desta faixa frequência ocorre um mínimo local na amplitude de sinal, denominado “banda morta”. Nesta faixa há uma baixa relação sinal/ruído.

### Resultados e discussões

A Figura 3 mostra os gráficos de resistividade aparente e fase da estação 042, localizada à leste do lineamento Sobral-Pedro II. Os procedimentos adotados no processamento dos dados podem ser vistos com mais detalhes em (Makibara et al., 2012). A resistividade aparente inicialmente é em torno de 200 ohm-m e aumenta gradualmente até períodos em torno de 1 segundo. Em seguida há um forte decréscimo. Nota-se que as fases são diferentes para os modos XY e YX. Isso significa que o meio é heterogêneo.

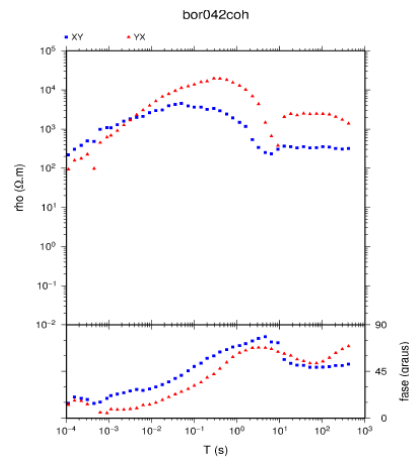


Figura 3: curva de resistividade aparente e fase da estação 042 em função do período

Em seguida, uma análise prévia da penetração do sinal em cada estação foi feita usando a transformada Niblett-Bostick (Jones, 1983). Esta se baseia no princípio da penetração pelicular (skin depth) para converter as respostas MT (resistividade aparente e fase) em perfis de resistividade em função da profundidade. Vemos o resultado que ela apresenta na figura 4:

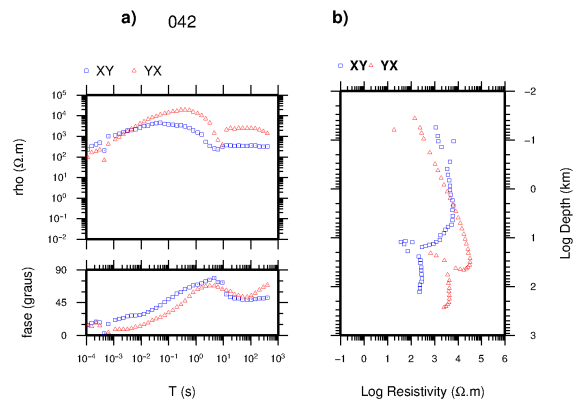


Figura 4: Transformada de Niblett-Bostick da estação 042 utilizando dados com pré-seleção por coerência.

A partir de então, foi feita a análise da complexidade do meio estudado através do cálculo do skew, o qual é dado por:

$$K = \frac{|Z_{xx} + Z_{yy}|}{|Z_{xy} - Z_{yx}|} \quad (1)$$

Este fator é um parâmetro invariante de rotação adimensional, ou seja, independe da direção do strike geoeletrico. Indica a complexidade do meio sendo diretamente proporcional à ela. Quanto menor o seu valor, menos complexa é a estrutura que ele indica.

Em geral, vê-se valores maiores do skew em altas profundidades. Quando seu valor é maior do que 0.2, significa que se trata de meios mais complexos: 2-D ou 3-D. Menor que isto, é um meio de uma dimensão.

O cálculo do skew para as 13 estações do perfil 1 foi feito através de um algoritmo elaborado em linguagem C. Para cada estação foi feito um gráfico do skew em função do período. Na figura 5, vemos a estação 042:

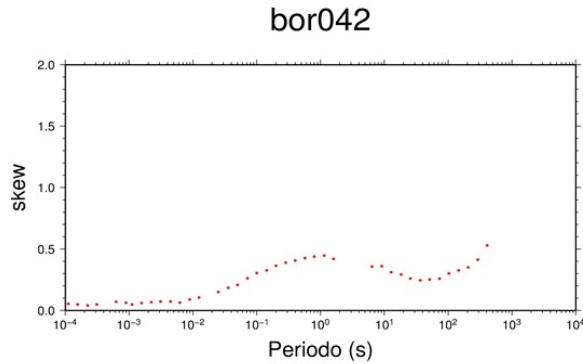


Figura 5: skew em função do período da estação 042.

Na figura acima, alguns pontos ruidosos foram excluídos. Na figura 6 estão mostradas as curvas de skew das estações 044 e 047, localizadas respectivamente sobre e à oeste do lineamento Sobral-Pedral II.

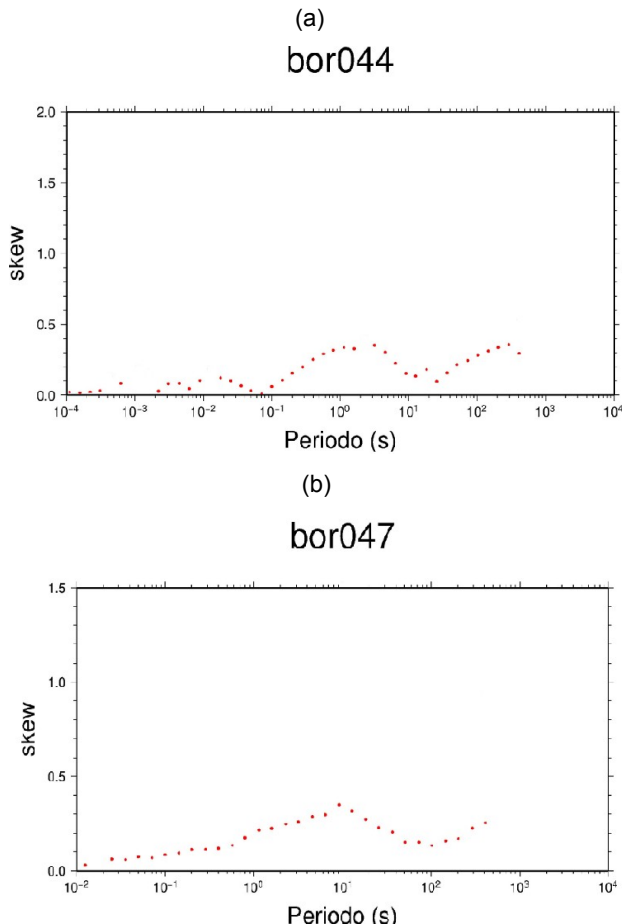


Figura 6: (a) estação 044 que está sobre o lineamento Sobral-Pedro II; (b) estação 047 à oeste do lineamento.

Para visualizar melhor os resultados obtidos com o cálculo do skew na região do perfil 1, foi feito então um gráfico (Figura 7) que mostra os dados do skew de todas as estações. Nele podemos observar a partir de qual valor de período os dados começam a apresentar valores mais elevados de skew, o que nos dá uma ideia aproximada da profundidade em que as estruturas provavelmente são 3-D.

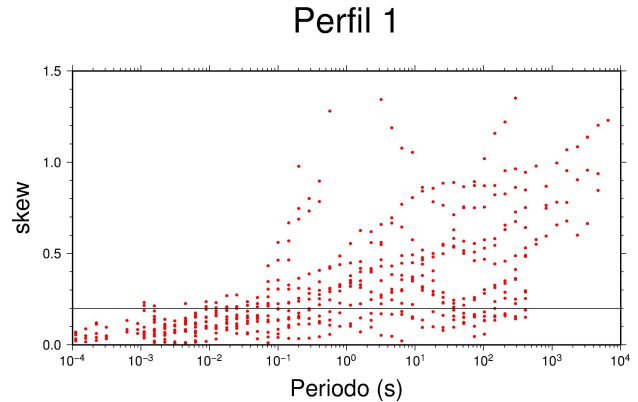


Figura 8: Dados de skew calculados em todas as estações do perfil 1.

Pela análise da figura 8, observa-se que a maioria dos dados têm valores maiores que 0.2 a partir de 0.1 s, que, de acordo com a transformada Niblett-Bostick, equivale a profundidades da ordem de 10 km. Lloyd et al. (2010), usando dados sismológicos de toda a região da América do Sul, estima que a espessura crustal sob a Província Borborema está entre 37 e 39 km. Daí, nota-se que partes profundas da crosta são eletricamente complexas nesse segmento da Província Borborema.

## Referências

Brito Neves, B. B., Santos, E. J., Van Schmus, W. R., 2000, Tectonic history of the Borborema Province, northeastern Brazil. In: Cordani, U. G., Milani, E. J., Thomaz-Filho, A., Campos, D. A. (Ed.), Tectonic Evolution of South America, p.151-182.

Cagniard, L., 1953, Basic theory of the magneto-telluric method of geophysical prospecting. *Geophysics*, 18, 605-635.

Jones, A.G., 1983. On the equivalence of the Niblett and Bostick transformations in the magnetotelluric method. *Journal of Geophysics*, 53, 72-73.

Makibara, M. T., Vitorello, Í., Bologna, M. S., 2012. Processamento de dados de sondagens magnetotélúricas coletados na Província Borborema, região Nordeste do Brasil. Resumo. Simpósio Brasileiro de Geofísica, Salvador.

Tikhonov, A. N., 1950, On determining electrical characteristics of the deep layers of the earth's crust. Doklady Akademii Nauk SSSR, 73, 295- 297.