

# GEOFÍSICA APLICADA NO CONTROLE ESTRUTURAL NA ÁREA DO DOMO DE PIRATININGA (SP)

**Antonio Celso de Oliveira BRAGA<sup>1</sup>, João Carlos DOURADO<sup>1</sup>, Carlos Alberto BIRELLI<sup>2</sup>, Régis Gonçalves BLANCO<sup>2</sup>, Richard Fonseca FRANCISCO<sup>3</sup>**

(1) Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Avenida 24 A, nº 1515, Bela Vista, Rio Claro (SP), CEP 13506-900. Endereços eletrônicos: acobraga@rc.unesp.br; jdourado@rc.unesp.br.

(2) Seção de Geotecnia, Centro de Tecnologia de Obras de Infraestruturas, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, Avenida Professor Almeida Prado 532, Cidade Universitária, Butantã, São Paulo (SP), CEP: 05508-901. Endereços eletrônicos: birelli@ipt.br; rblanco@ipt.br.

(3) Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Avenida 24 A, nº 1515, Bela Vista, Rio Claro (SP), CEP 13506-900. Endereço eletrônico: richard@rc.unesp.br.

Introdução  
Área de estudo  
Localização  
Contexto geológico  
Materiais e métodos  
Aquisição dos dados  
Técnica da sondagem elétrica vertical  
Sistematização e processamento dos dados  
Resultados e discussão  
Conclusões  
Referências bibliográficas

**RESUMO** – Esse trabalho apresenta os resultados obtidos a partir do processamento de dados geofísicos, adquiridos por meio de sondagens elétricas verticais desenvolvidas na região do Domo de Piratininga/SP. Estes ensaios geoeletricos foram realizados pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) nas décadas de 1970 e 1980, atendendo à solicitação do consórcio Paulipetro. Em linhas gerais, o propósito deste projeto era caracterizar a estratigrafia da Bacia Sedimentar do Paraná no Estado de São Paulo, visando auxiliar estudos para prospecção de aquíferos promissores e estruturas favoráveis à ocorrência de petróleo e gás natural. Com base nestes dados, o presente trabalho teve como objetivo principal delinear os contornos estruturais das formações Serra Geral e Botucatu, inclusive do Embasamento Cristalino na região do Domo de Piratininga. Os ensaios geofísicos aliados a dados de poços tubulares produziram resultados satisfatórios, em termos de caracterização da geologia regional e delineamento do contorno de estruturas, destacando o alto estrutural referente ao Domo de Piratininga. Além disso, os resultados evidenciaram uma região de não ocorrência dos basaltos, localizada na região do Domo, cujos arenitos do Grupo Bauru, provavelmente, estão em contato diretamente com os arenitos da Formação Botucatu.

**Palavras-chave:** Geofísica, Sondagem Elétrica Vertical, Contorno Estrutural, Domo de Piratininga.

**ABSTRACT** – This paper presents the results obtained from geophysical data processing, which were acquired through vertical electrical soundings developed in the Dome of Piratininga/SP region. These geoelectric data were carried out by the Institute for Technological Research (IPT) in the 1970s and 1980s, taking into account the consortium Paulipetro request. Generally, the purpose of this project was to characterize the stratigraphy of the Paraná Sedimentary Basin in São Paulo state, providing support to studies focused on the promising aquifers prospecting and structures favorable to the occurrence of oil and natural gas. Based on these data, this study aimed to delineate the structural outlines of the Serra Geral and Botucatu formations, including the Crystalline Basement in the Piratininga Dome region. The geophysical surveys coupled to wells data produced satisfactory results, in terms of characterization of the regional geology and delineation of structures outline, highlighting the structural high concerning to the Piratininga Dome. In addition, the results showed a region without occurrence of basalts, located in the Dome area, whose sandstones of Bauru Group probably are in contact directly with the sandstones of Botucatu Formation.

**Keywords:** Geophysical, Vertical Electrical Sounding, Structural Outline, Piratininga Dome.

## INTRODUÇÃO

Em decorrência das características evolutivas e de sua grande extensão e relevância para o entendimento das transformações sofridas pelo continente sul americano ao longo do tempo geológico, a Bacia Sedimentar do Paraná há algumas décadas tem sido sistematicamente objeto

de inúmeros estudos, cujos conteúdos abrangeram tanto investigações geológicas e aquisições geofísicas em macroescala, quanto trabalhos com maior nível de detalhe.

Nos últimos anos, importantes estudos de caráter regional com enfoque no contexto

geológico e estrutural da bacia e suas relações com o desenvolvimento da plataforma sul-americana vêm sendo desenvolvidos, empregando diferentes métodos geofísicos para a identificação, delimitação, interpretação e correlação de estruturas, sendo oportuno mencionar os trabalhos de Kraft et al. (2005), De Campos et al. (2008) e Rostirolla et al. (2010).

Cabe salientar que, *a priori*, grande parte destes trabalhos foram financiados e promovidos sobretudo com o intuito de detectar estruturas favoráveis à acumulação de hidrocarbonetos, constituindo o maior desafio do programa de exploração do consórcio IPT/CESP (Paulipetro), criado em 1979.

A partir da criação deste consórcio, ao longo da década de 80 a bacia do Paraná foi alvo de uma extensiva campanha de aquisição de dados geofísicos, utilizando, por exemplo, métodos sísmicos e geoeletrônicos para ampliar o conhecimento sobre a bacia, no que se refere ao empilhamento cronoestratigráfico e distribuição geográfica das unidades geológicas (Paulipetro, 1981).

Neste sentido, foram realizados diversos projetos de levantamento de dados em escala regional, tanto pela PETROBRAS quanto por outras companhias, resultando em mapeamentos geológicos e aerogeofísicos, além de gerar dados geológicos provenientes de análises petrográficas, geoquímicas, petrofísicas e paleontológicas (De Freitas, 2005); (Yoshida & Gama Jr., 1982).

Em termos de possibilidade de existência de um possível reservatório petrolífero, a região do Domo de Piratininga, localizado

no interior paulista no município de Piratininga-SP, à sudoeste de Bauru-SP, poderia ser considerada uma área da bacia bastante promissora por apresentar características e estruturas geológicas bastante peculiares que talvez pudessem favorecer à ocorrência de hidrocarbonetos. Trata-se de uma estrutura dômica caracterizada por um alto estrutural representado por um *horst* limitado por falhas N40-60E, onde há exposição das formações Pirambóia e Corumbataí, nos domínios das unidades cretáceas da Bacia do Paraná, Grupo Bauru (Campos et al., 2008).

Na década de 1980, o consórcio Paulipetro realizou campanhas geofísicas no Domo de Piratininga/SP, com o intuito de levantar dados geológicos e geofísicos sobre esta estrutura. Por isso, foram executadas na região do Domo quarenta e nove sondagens elétricas verticais, que permitiram atingir grandes profundidades de investigação (Paulipetro, 1981). Contudo, o grande acúmulo de conhecimento científico gerado acerca da Bacia do Paraná ainda não foi capaz de indicar áreas produtoras de petróleo economicamente viáveis, exceto alguns locais cuja produção é insignificante.

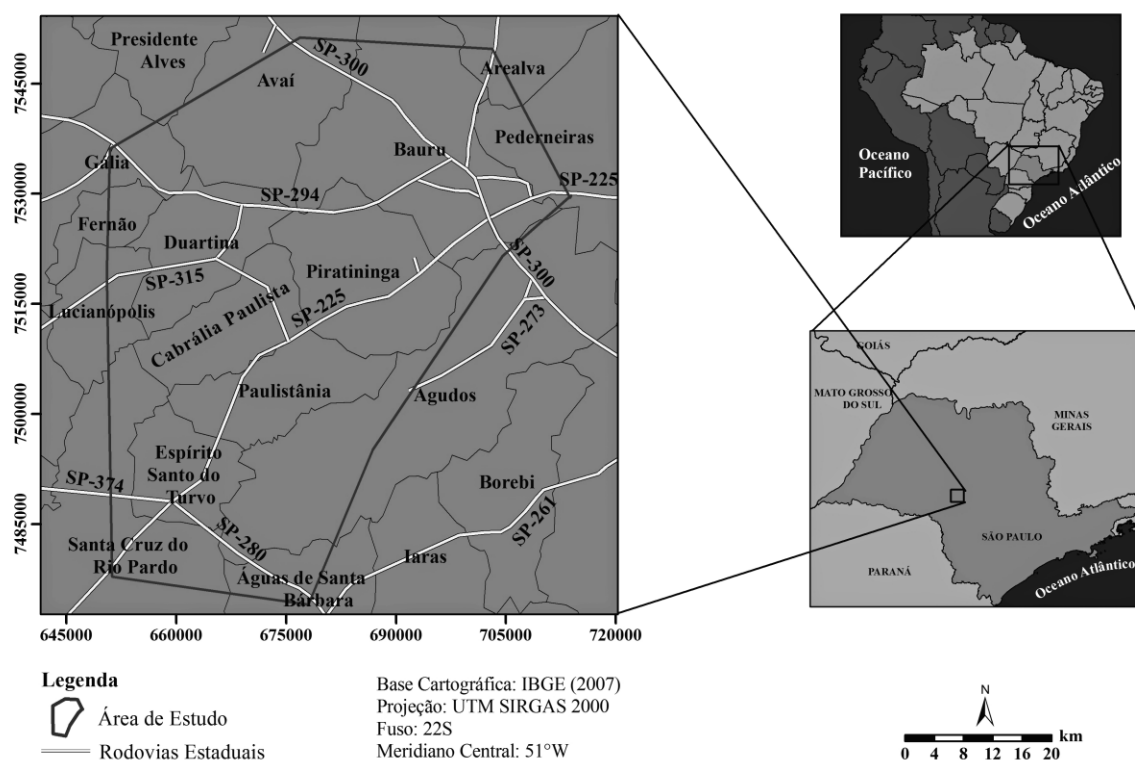
Portanto, a retomada de estudos em áreas como o Domo de Piratininga/SP é importante, visto que a partir de seus resultados será possível um maior entendimento sobre o contexto geológico/estrutural da bacia. Deste modo, o objetivo principal deste trabalho foi delinear os contornos estruturais das formações Serra Geral e Botucatu, inclusive do Embasamento Cristalino na região do Domo de Piratininga/SP.

## ÁREA DE ESTUDO

### Localização

A área de estudo localiza-se na região do município de Piratininga/SP, que se situa a aproximadamente 22 km a sudeste da cidade de Bauru/SP. O acesso a partir da capital São Paulo é realizado através da Rodovia Presidente Castelo Branco (SP-

280) até Itatinga, pela SP-209 até Botucatu e pela Rodovia Marechal Rondon (SP-300) até Bauru, e deste município até Piratininga pela SP-369, percorrendo cerca de 338 km da capital do Estado até o local de interesse (Figura 1).



**Figura 1.** Mapa de localização da área de estudo.

### Contexto geológico

Localizado no Planalto Ocidental Paulista, o Grupo Bauru perfaz uma superfície de 117.000 km<sup>2</sup>, que corresponde a aproximadamente 47% do território paulista (DAEE, 1990). No Estado de São Paulo, os sedimentos do Grupo Bauru repousam sobre os basaltos da Formação Serra Geral, por meio de discordância erosiva (Almeida et al., 1981); (Brandt Neto et al., 1977); (Ricomini et al., 1981); (Soares et al., 1980).

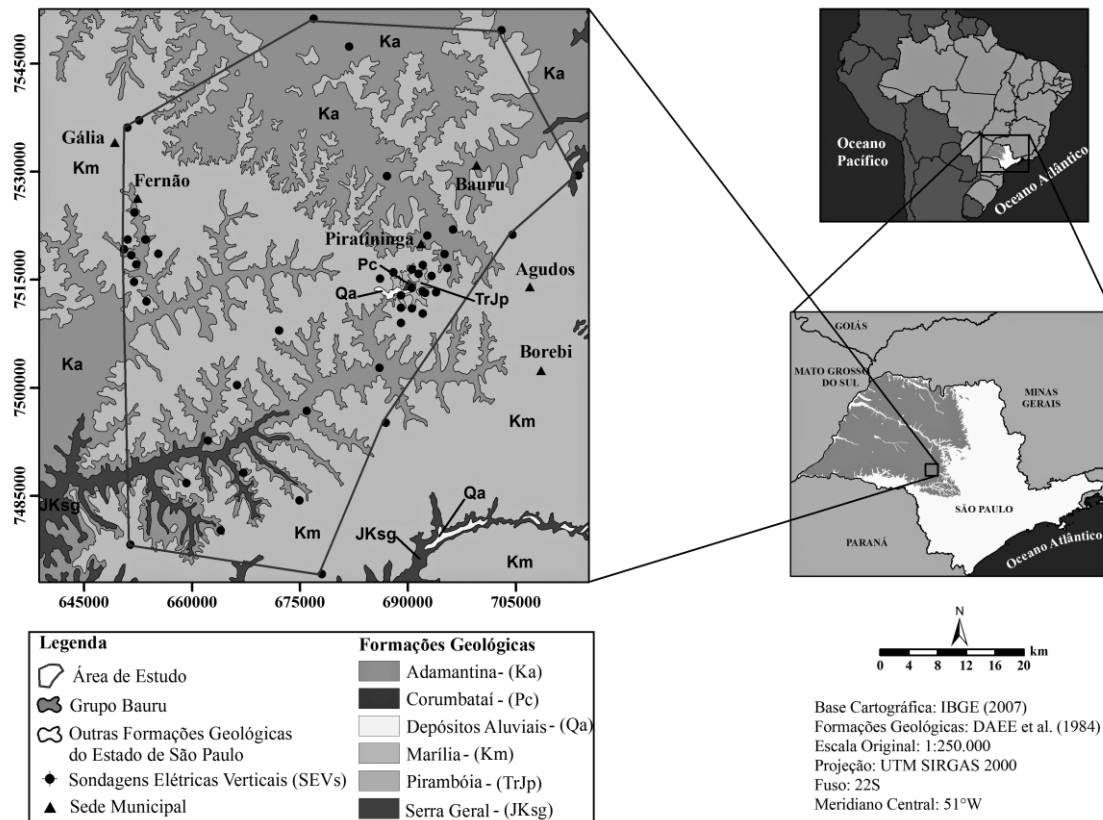
Localmente, as rochas do Grupo Bauru se assentam sobre sedimentos das Formações Botucatu e Pirambóia, como por exemplo, a região de Bauru e Agudos, incluindo parte do município de Piratininga-SP. A espessura média desses sedimentos é de 100 metros, ultrapassando a marca de 300 metros na região do Planalto Residual de Marília (Paula e Silva & Cavagutti, 1992); (Sugiuo et al., 1977).

Soares et al. (1980) compilaram diversos trabalhos anteriores que versavam sobre o mapeamento regional, propondo a primeira divisão formal da estratigrafia do Grupo Bauru, considerada clássica e amplamente aceita pela comunidade científica. Nesta

proposição, a unidade Bauru foi elevada à categoria de Grupo, subdividindo-o nas Formações Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina (incluindo as litofácies Ubirajara, Taciba e São José do Rio Preto) e Marília, cuja base corresponde às litofácies Itaqueri.

No município de Piratininga-SP, predominam as formações Adamantina e Marília. Entretanto, a região da estrutura dômica apresenta características geológicas bastante peculiares, onde são encontrados depósitos aluvionares e pequenos afloramentos das formações Pirambóia e Corumbataí, concentrados na porção sudeste do município (DAEE et al., 1984), conforme Figura 2.

A Formação Corumbataí integra o conjunto de rochas do Grupo Passa Dois, constituindo-se em sua seção superior por uma sequência de argilitos e arenitos finos, argilosos, regular a bem classificados, esverdeados, arroxeados e avermelhados, recobrimdo-se em discordância pela Formação Pirambóia (Mezzalira et al., 1981).



**Figura 2.** Mapa das formações geológicas da área de estudo.

Pertencente ao Grupo São Bento, a Formação Pirambóia compreende uma sucessão predominantemente arenosa, de granulação fina a média, teor de argila crescente em direção à base, com ocorrência local de arenitos grossos a conglomeráticos e presença de intercalações pouco espessas de lamitos avermelhados, mais frequentes nas porções basais (Caetano-Chang, 1997); (Soares, 1975).

A Formação Adamantina constitui-se por uma associação de arenitos finos a muito finos e lamitos silteosos, com intercalações de argilitos, dispendo-se normalmente em estratos maciços ou de acamamento plano-

paralelo, alternados com camadas com estratificação cruzada de médio a pequeno porte. A Formação Marília ocorre na porção centro-sul do Estado de São Paulo, entre os médios vales dos rios Tietê e Paranapanema, com ocorrência restrita quando se compara às demais formações do Grupo Bauru. É composta por arenitos grossos a conglomeráticos, com grãos angulosos, teor de matriz variável, seleção pobre, ricos em feldspatos, minerais pesados e minerais instáveis, apresentando cimentação carbonática na parte superior (Soares et al., 1980).

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Aquisição dos dados

Os dados das SEV's utilizados nesse trabalho foram coletados a partir do Projeto de Pesquisa em desenvolvimento com a participação da Universidade Estadual Paulista – UNESP e do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, cujos objetivos principais estão centrados na recuperação,

digitalização e reinterpretação de sondagens elétricas verticais desenvolvidas nas regiões sudeste e sul do Brasil, pelo consórcio IPT/CESP (Paulipetro, 1981) e de levantamentos com finalidade de estudos hidrogeológicos em geral.

Estes ensaios geofísicos desenvolvidos nas décadas de 70 e 80, em áreas de afloramentos das rochas pertencentes à

Bacia Sedimentar do Paraná, visaram obter basicamente um conhecimento da estratigrafia desta bacia, procurando não só identificar as diferentes litologias, mas também aquíferos promissores, e, bem como, determinar as profundidades ao topo dos derrames basálticos e do embasamento cristalino da bacia, visando à indústria do petróleo.

As sondagens elétricas verticais executadas permitiram atingir grandes profundidades: por volta de 4.200 metros de investigação, sendo 3.700 metros na área do Domo de Piratininga. Os dados de poços tubulares coletados integram o acervo de

dados utilizados no projeto, tendo como fonte o Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS), disponibilizado pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Procurou-se selecionar poços confiáveis com informações sobre a estratigrafia da bacia. Ao todo, foram utilizadas 49 sondagens elétricas verticais e coletadas informações de 22 poços tubulares, os quais não atingiram o embasamento cristalino.

A Figura 3 apresenta a localização das sondagens elétricas verticais executadas e os poços tubulares considerados no traçado dos mapas temáticos.

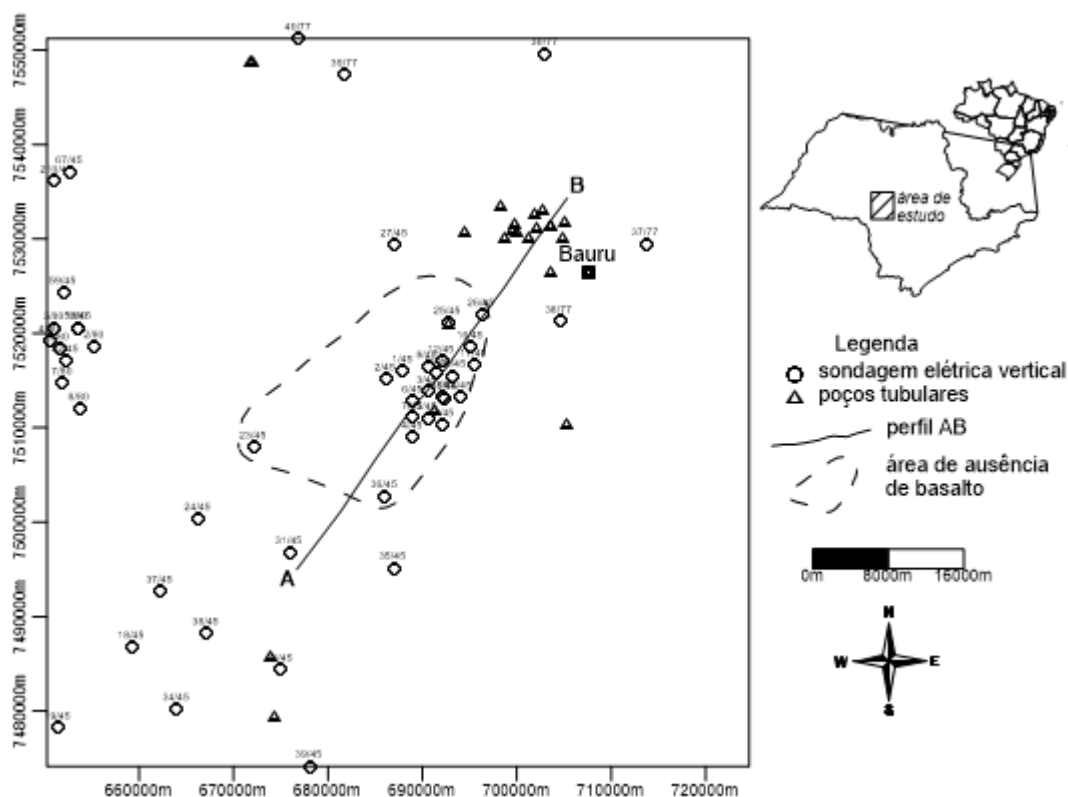
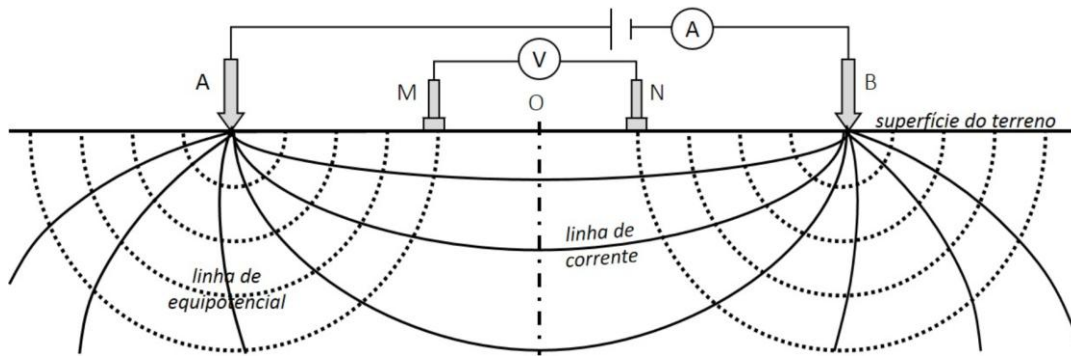


Figura 3. Mapa de localização das sondagens elétricas verticais.

### Técnica da sondagem elétrica vertical

Os ensaios geofísicos desenvolveram-se a partir da técnica de investigação da sondagem elétrica vertical (SEV) – método da eletrorresistividade, cujo parâmetro obtido – resistividade elétrica, possibilita a identificação litológica dos diferentes materiais geológicos em subsuperfície e ainda caracteriza seus estados em termos de alteração, fraturamento e saturação (Braga, 2015).

Essa técnica, desenvolvida com o arranjo *Schlumberger*, consiste numa sucessão de medidas da resistividade, efetuadas a partir da superfície do terreno, mantendo-se uma separação crescente entre os eletrodos de emissão de corrente (AB). Os eletrodos são alinhados na superfície do terreno de maneira simétrica, e durante as medidas a direção do arranjo e o centro do dipolo de recepção de potencial permanecem fixos (Figura 4).



**Figura 4.** Esquema das medições de campo da técnica da SEV – arranjo Schlumberger.

No desenvolvimento da SEV – arranjo Schlumberger, ao ser introduzida no subsolo, a corrente elétrica (I) por meio dos eletrodos A e B, resulta que entre os eletrodos M e N mede-se a diferença de potencial ( $\Delta V$ ) criada. As medidas obtidas, junto com o coeficiente geométrico relativo aos espaçamentos AMNB utilizados, permitem o cálculo da resistividade aparente – medida referente ao meio geológico não homogêneo – utilizando-se a Equação 1:

$$\rho_a = \left[ \frac{\pi \cdot (\overline{AM} \cdot \overline{AN})}{\overline{MN}} \right] \cdot \frac{\Delta V}{I} \text{ (ohm.m)} \quad (1)$$

Ao aumentar-se a distância entre os eletrodos de corrente AB, o volume total da subsuperfície incluída na medida também aumenta, permitindo alcançar camadas cada vez mais profundas. A profundidade teórica atingida pode ser tomada pela relação  $AB/4$ . Os resultados estarão, portanto, estritamente ligados com as variações da resistividade com a profundidade. A finalidade da interpretação de uma SEV é: (i) determinar a distribuição espacial dos parâmetros geoeletrícos medidos no

subsolo, partindo de dados obtidos a partir da superfície do terreno, e (ii) buscar o significado geológico de tais parâmetros.

### Sistematização e processamento dos dados

Na etapa de sistematização e processamento dos dados foram empregados dois softwares: o Excel (*Microsoft Corporation, 2007*), para a organização das informações e cálculo de variáveis relativas às SEVs; e o IX1D v.2 (*Interpex Limited, 2008*), utilizado para o processamento e reinterpretação dos dados geofísicos.

Os mapas temáticos de interesse foram gerados pelo software Surfer 8.0 (*Golden Software Inc., 2002*), utilizando o interpolador *Natural Neighbor*. Para criar superfícies de isovalores, este método de interpolação utiliza a média ponderada das observações vizinhas, produzindo bons contornos a partir de uma malha de dados densa. Além disso, este interpolador não gera resultados em regiões sem observações, nem extrapola os intervalos de valores do conjunto de dados.

## RESULTADOS

A Figura 5 apresenta duas SEV's típicas para a área estudada, nas quais são apresentados os dados de campo, a curva ajustada a partir da inversão desses dados e o modelo geoeletríco resultante do processamento. Esse modelo geoeletríco apresenta as espessuras e resistividades reais das camadas geoeletrícas.

Na SEV-01/45 não se tem a ocorrência da Formação Serra Geral – basaltos, sendo os sedimentos superficiais (Grupo Bauru) localizados em contato direto com a Formação Botucatu e demais formações da estratigrafia da Bacia. Na SEV-31/45, a ocorrência da Formação Serra Geral é nítida nos dados de campo,

determinando com precisão sua espessura e o topo da Formação Botucatu.

Ressalta-se que nas curvas de campo é difícil a individualização de todas as seqüências geológicas da Bacia, sendo os

modelo resultantes pacotes com várias formações geológicas englobadas. Principalmente no caso das SEV's executadas em área de não ocorrência da Formação Serra Geral.

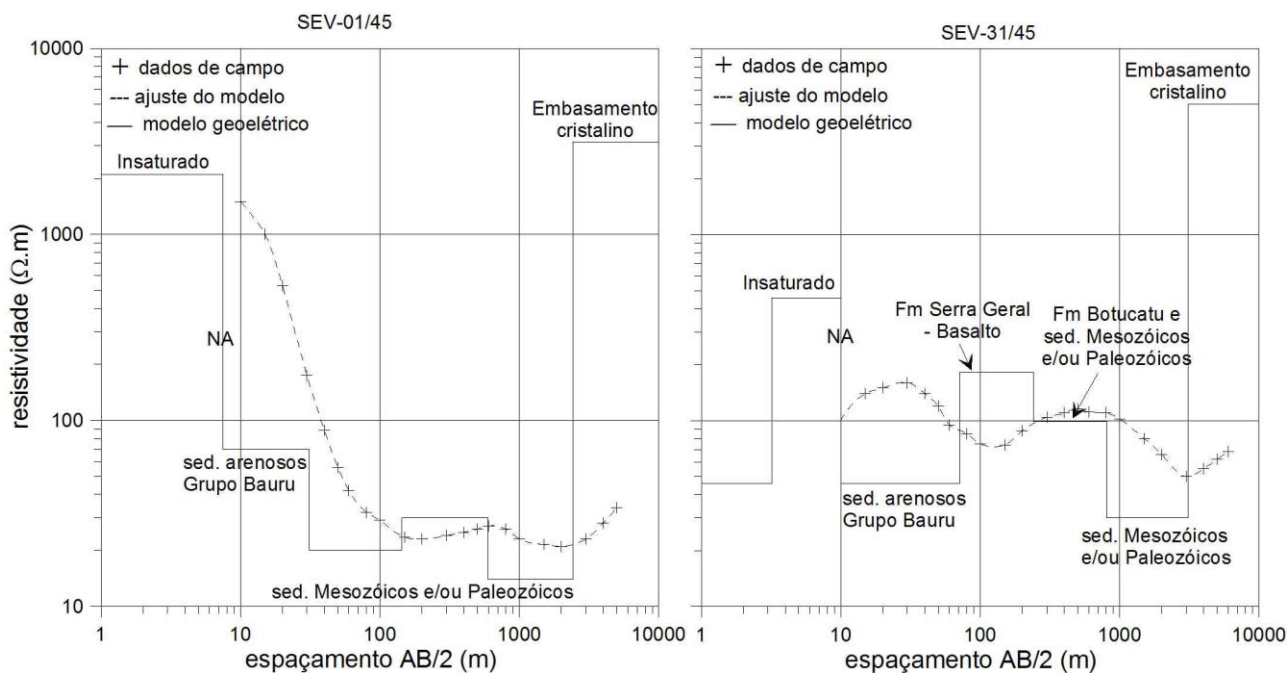


Figura 5. Padrão das SEV's – curva de campo e modelo geoeletrico.

Para os basaltos da Formação Serra Geral, as SEVs e os poços apresentaram valores da profundidade ao topo variando de 20,0 a 410,6 metros. Suas resistividades determinadas no processamento das SEVs foram de 95 a 576 ohm.m, sendo os valores de até 150 ohm.m considerados característicos de rochas fraturadas e/ou mais porosas.

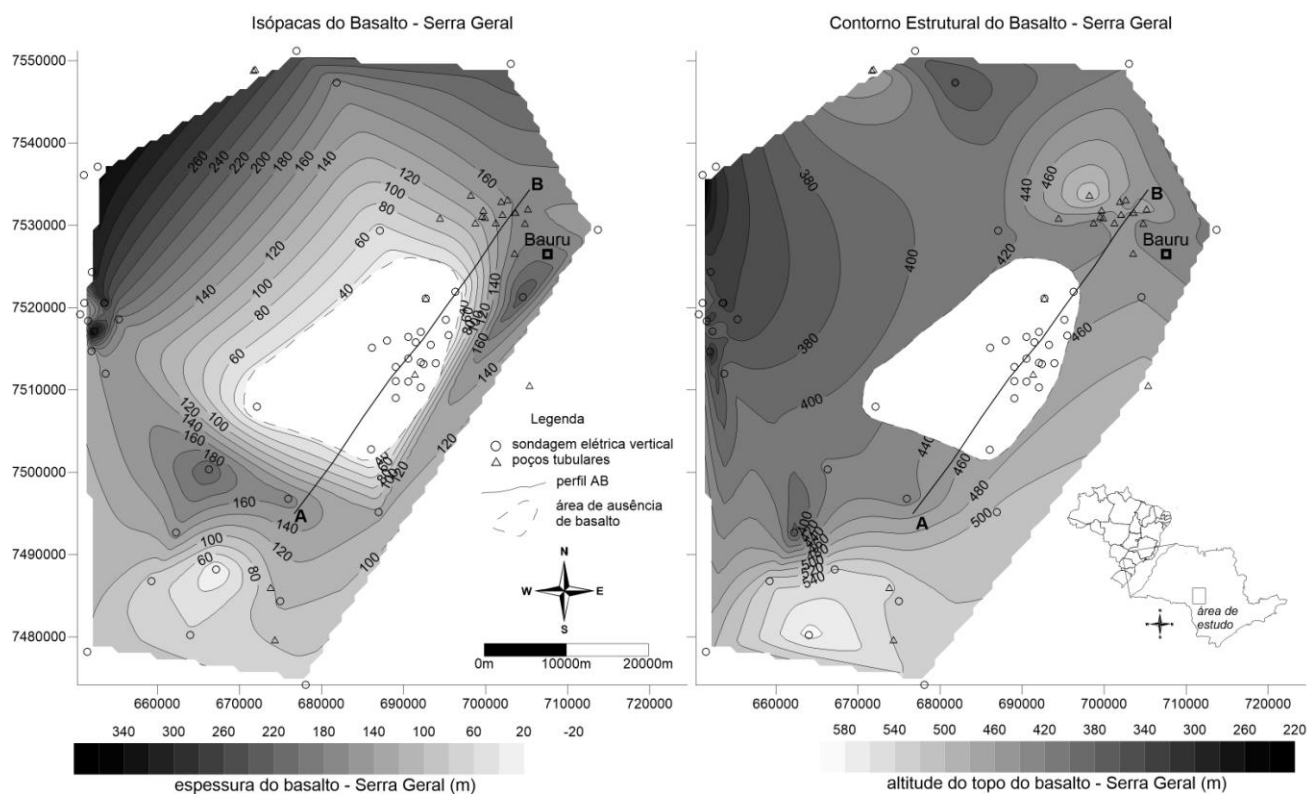
A Figura 6 apresenta os mapas de isópacas e contorno estrutural dos basaltos da Formação Serra Geral na área estudada. A partir do mapa de isópacas, fica evidente a região aproximada de não ocorrência dos basaltos, apresentando uma tendência de aumento de espessura a partir desse local, com um contato brusco nos seus limites. Os valores de espessura dos basaltos variaram de 19,2 a 392,2 metros. O mapa de contorno estrutural da cota do topo dos basaltos mostra uma variação nos valores de 209,4 a 588,4 metros e com uma tendência de mergulho com sentido N e NW.

Para as rochas sedimentares da Formação Botucatu (Figura 7), a profundidade ao topo apresentou uma variação de 52,0 a 686,0 metros. As cotas do topo dessa formação

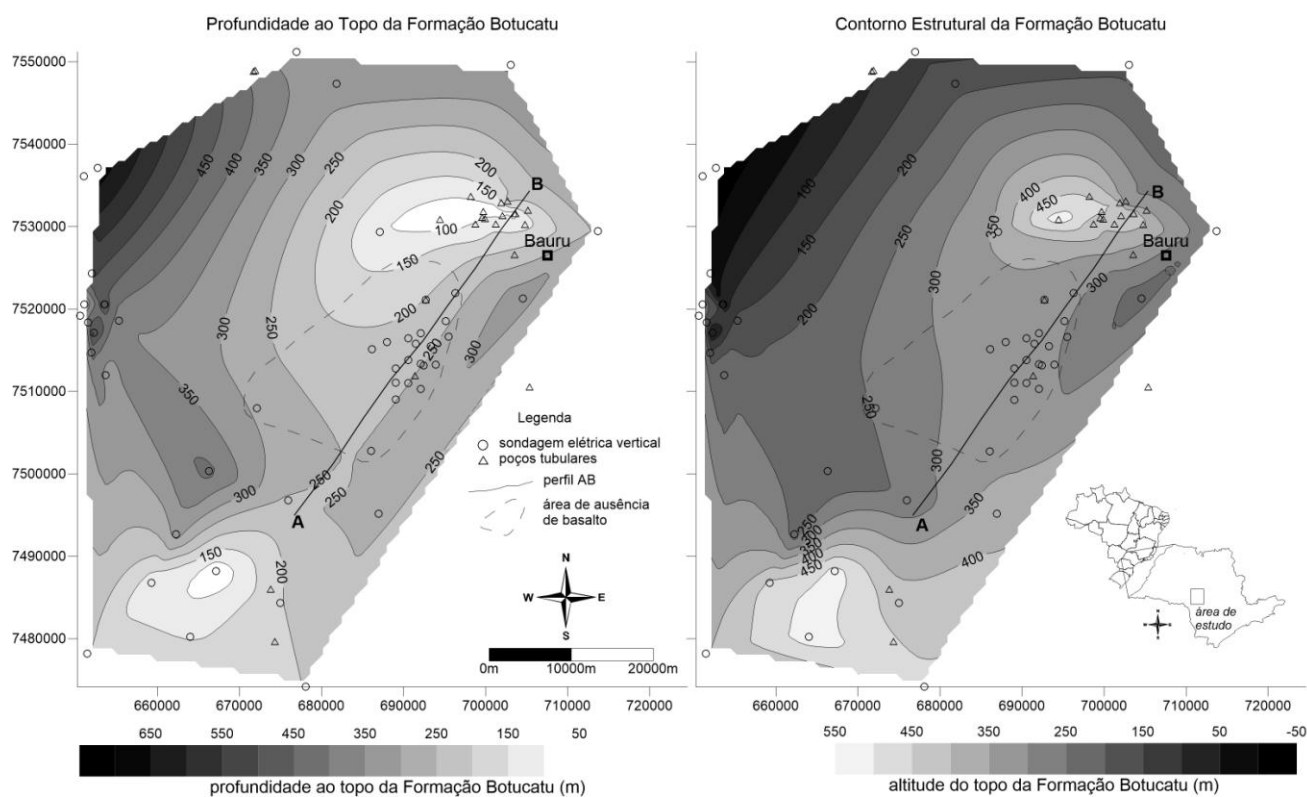
variaram de -36,0 a 533,0 metros, com um mergulho preferencial no sentido NW, mostrando dois locais, ao norte e sudoeste, onde essas rochas tendem a um soerguimento, localizando-se a pouca profundidade.

Na região central do Domo, a não ocorrência de basaltos resulta em uma maior vulnerabilidade do aquífero Botucatu frente a contaminantes migrando verticalmente desde as camadas superficiais. A ausência dessas rochas basálticas facilita o escoamento do contaminante aumentando sua velocidade de percolação.

A Figura 8 apresenta os mapas de profundidade e contorno estrutural do topo das rochas do Embasamento Cristalino na área do Domo. As profundidades ao topo do embasamento variaram de um mínimo de 1.172,5 a um máximo de 3.676,0 metros, sendo a cota do topo de -582,5 a -3124,6 metros. Esta figura mostra claramente a ocorrência da estrutura dômica, com o alto estrutural evidenciado. O mergulho preferencial ocorre no sentido W.

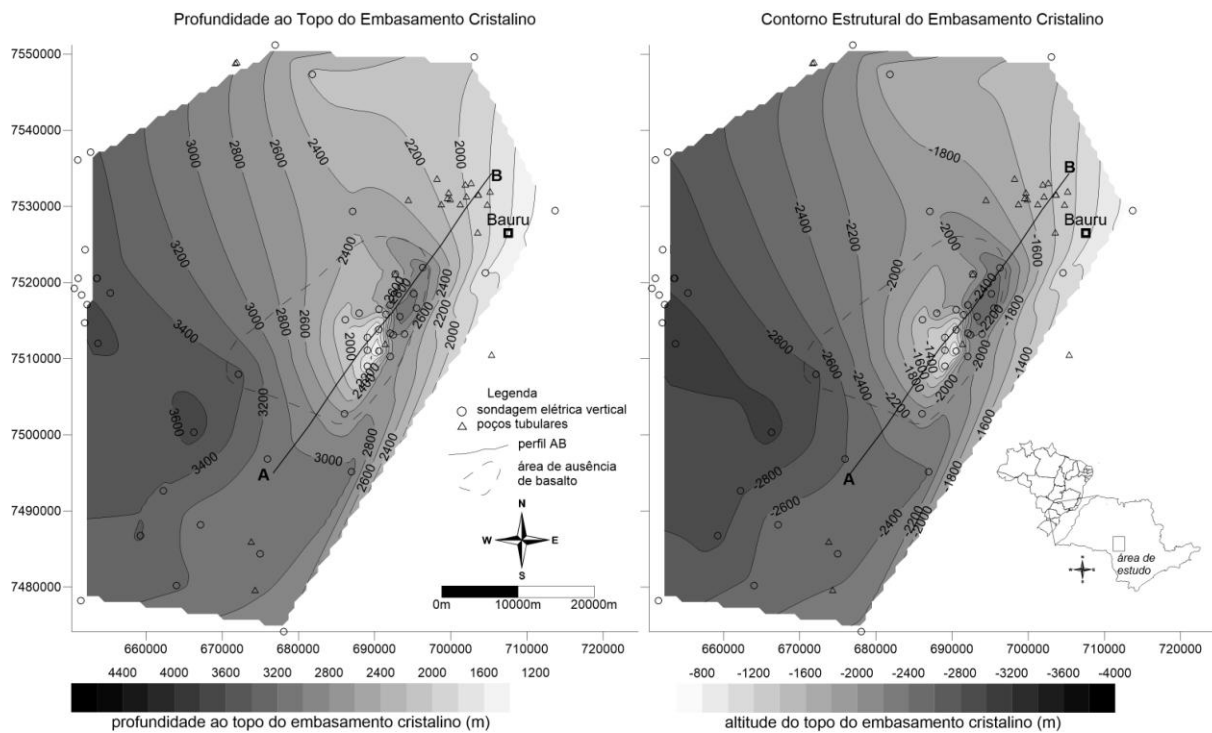


**Figura 6.** Mapa de Isópacas e Contorno Estrutural do Basalto – Serra Geral.



**Figura 7.** Mapa de Profundidade e Contorno Estrutural da Formação Botucatu.

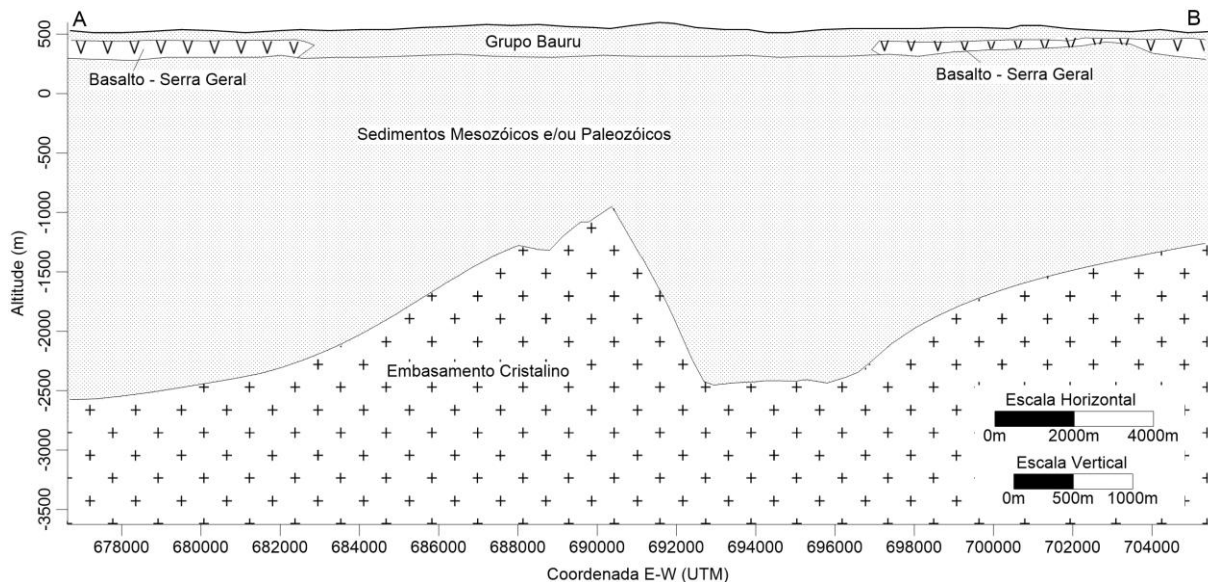




**Figura 8.** Mapa de Profundidade e Contorno Estrutural do Embasamento Cristalino.

Na Figura 9 tem-se o perfil AB referente aos ensaios geofísicos e poços tubulares, na qual pode-se observar a não ocorrência dos basaltos associada ao alto estrutural do embasamento cristalino. Nessa região de ausência de basaltos, a delimitação do contato entre o Grupo Bauru e os arenitos da Formação

Botucatu torna-se imprecisa, pois o contraste de resistividade entre esses sedimentos é pequeno. A sequência estratigráfica obtida pelo processamento e interpretação das SEVs é precisa e bem evidenciada, destacando o alto estrutural.



**Figura 9.** Perfil AB da Área do Domo.

## CONCLUSÕES

As sondagens elétricas verticais – arranjo *Schlumberger* – apresentam bons resultados, considerando as medidas indiretas tomadas,

para estudos rasos até a grandes profundidades, com aquelas atingidas nesse trabalho. De um modo geral, uma das grandes vantagens desta

técnica é a capacidade de investigar várias litologias da Bacia do Paraná sem a limitação de profundidades a serem alcançadas, podendo atingir litologias mais profundas como as rochas do Embasamento Cristalino. A precisão no processamento dos dados, através de *softwares* especializados, torna os modelos obtidos perfeitamente ajustados à estratigrafia geológica do local.

Os ensaios geofísicos aliados aos dados de poços tubulares caracterizaram os basaltos da Formação Serra Geral, os arenitos da Formação Botucatu e as rochas cristalinas do Embasamento, delineando os contornos das estruturas. Os vários resultados apresentados puderam evidenciar uma região de não

ocorrência dos basaltos, localizada na região do Domo de Piratininga, cujos arenitos do Grupo Bauru, provavelmente, estão em contato diretamente com os arenitos da Formação Botucatu. O alto estrutural referente ao Domo foi bem destacado.

A não ocorrência de basaltos, tal como na região do Domo, torna o aquífero Botucatu mais vulnerável frente a contaminantes migrando desde as camadas superficiais, os quais poderão apresentar uma maior velocidade de percolação nestes locais. Portanto, estas áreas devem ser estudadas com detalhe e consideradas em termos de eventual risco potencial à contaminação do aquífero.

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao Departamento de Geologia Aplicada, do Instituto de Geociências e Ciências Exatas – IGCE/UNESP e da Seção de Geotecnia, do Centro de Tecnologia de Obras de Infraestruturas, do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, pela participação de alunos e pesquisadores e dados disponibilizados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, M. A.; FERNANDES, L. A.; DANTAS, A. S. L.; SAKATE, M. T.; GIMENEZ, A. F.; TEIXEIRA, A. L.; BISTRICHI, C. A.; ALMEIDA, F. F. M. Considerações sobre a estratigrafia do Grupo Bauru na região do Pontal do Paranapanema do Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3., 1981, Curitiba. **Atas...** Curitiba: SBG/Núcleo SP, 1981. v. 2, p. 77-89.
2. BRAGA, A. C. O. **Geofísica Aplicada: Métodos Geoelétricos em Hidrogeologia**. Editora Oficina de Textos. Inédito. 2015.
3. BRANDT NETO, M.; YAMAMOTO, J. K.; TACHIBANA, J.; MATO, L. F. Sedimentos quaternários associados ao baixo vale do Rio Tietê. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 1., 1977, São Paulo. **Atas...**São Paulo: SBG/SP, 1977, p. 248-266.
4. CAETANO-CHANG, M. R. **A Formação Pirambóia no centro-leste do Estado de São Paulo**. 1997. 196 p. Tese (Livre Docência em Geologia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1997.
5. CAMPOS, A. F.; ROSTIROLLA, S. P.; BARTOSZECK, M. K.; ROMEIRO, A. T.; FERREIRA, F. J. F.; KIANG, C. H. Correlação de dados sísmicos multiescala e integração com arcabouço tectônico regional: exemplo da área do Domo de Piratininga, SP. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 38, p. 18-28, 2008.
6. DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA – DAEE; UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO” – UNESP; SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO – SMA. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**. Escala 1:250.000. São Paulo: DAEE, Unesp, SMA, 1984.
7. DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA – DAEE. **Plano estadual de recursos hídricos: primeiro plano do Estado – Síntese**. São Paulo, 1990. 97 p.
8. DE FREITAS, R. F. 2005. **Análise estrutural multitemática do Sistema Petrolífero Irati-Rio Bonito, Bacia do Paraná**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, 116 p.
9. GOLDEN SOFTWARE INC. **SURFER 8 - User's guide/contouring and 3D surface mapping for scientists and engineers**, versão 8. Software. 2002.
10. INTERPEX LIMITED. **IX1D**, versão 2. Software. 2008.
11. KRAFT, R. P.; A. F.; RIGOTI, A.; ROSTIROLLA, S. P.; APPI, C. J.; BARTOSZECK, M. K. Utilização da eletrorresistividade na caracterização de arenitos fraturados do Grupo

- Itararé - Bacia do Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**, v. 56, p. 89-103, 2005.
12. MEZZARILA, S.; AZEVEDO, A. A. B.; TOMINAGA, L. K.; PRESSINOTTI, M. M. N.; MASSOLI, M. Léxico estratigráfico do Estado de São Paulo. **Boletim do Instituto Geográfico e Geológico**, v. 5, n. 1, p. 1-161. 1981.
13. MICROSOFT CORPORATION. **Microsoft Office Excel**. Software. 2007.
14. SILVA, F. P. & CAVAGUTI, N. Nova caracterização estratigráfica e tectônica do Mesozóico na cidade de Bauru - SP. In: SIMPÓSIO SOBRE BACIAS CRETÁCIAS BRASILEIRAS, 2., 1992, p.141-144.
15. PAULIPETRO. **Relatório de Atividades 1979/1981**, 59 p. 1981.
16. RICCOMINI, C.; GIMENEZ FILHO, A.; STEIN, D. P.; ALMEIDA, F. F. M.; PIRES NETO, A. G.; DEHIRA, L. K.; MELO, M. S.; BRAGA, T. O.; PONÇANO, W. L. Características da porção basal da Formação Caiuá no Noroeste do Paraná. In Simpósio Regional de Geologia, 3., 1981, Curitiba. **Atas...** Curitiba: SBG/SP, 1981, v. 2, p. 34-48.
17. ROSTIROLLA, S. P.; FERREIRA, F. J. F; CÂNDIDO, A. G. Correlação gamaespectrométrica de afloramentos e poços: estudo de caso na Formação Ponta Grossa (Bacia do Paraná, Brasil). **Revista Brasileira de Geofísica (Impresso)**, v. 28, p. 371-396, 2010.
18. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. **Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIGAS**, disponibilizado pelo, <http://siagas.cprm.gov.br/layout/index.php> – 02/10/2015 – 14:00hs. 2015.
19. SOARES, P. C. Divisão estratigráfica do Mesozóico no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 5, p. 229-251. 1975.
20. SOARES, P. C.; LANDIM, P. M. B.; FÚLFARO, V. J.; SOBREIRO NETO, A. F. Ensaio de caracterização estratigráfica do Cretáceo no Estado de São Paulo: Grupo Bauru. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.10, p. 177-185, 1980.
21. SUGUIO, K.; FÚLFARO, V. J.; AMARAL, G.; GUIDORZI, L. A. Comportamentos estratigráficos e estrutural da Formação Bauru nas regiões administrativas 7 (Bauru), 8 (São José do Rio Preto) e 9 (Araçatuba) no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA REGIONAL, 1., 1977, São Paulo. **Atas...** São Paulo: SBG, 1977. p. 231-247.
22. YOSHIDA, R & GAMA JR; E. Introdução In: Consórcio IPT/CESP. **Geologia da bacia do Paraná: reavaliação da potencialidade e prospectividade em hidrocarbonetos**. São Paulo, 1982.

*Manuscrito recebido em: 09 de Novembro de 2015  
Revisado e Aceito em: 30 de Agosto de 2016*