

## Teste de Ferramenta de Perfuração Elétrica em Poço Delgado na Bacia de São José de Itaboraí, RJ.

José Leão de Luna, Paula Ferrucio da Rocha, Carlos Eduardo Fernandes, Fabio André Perosi, Carlos Jorge Abreu, Emerson Alves da Silva, Milena Siqueira, Ricardo Tadeu Lopes.

Copyright 2012, SBGF - Sociedade Brasileira de Geofísica

*Este texto foi preparado para a apresentação no V Simpósio Brasileiro de Geofísica, Salvador, 27 a 29 de novembro de 2012. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do V SimBGF, 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

Na perfuração elétrica do poço delgado ITAB-1-RJ, de 75m de profundidade, na bacia de Itaboraí-RJ foram usadas as ferramentas Eletric Log® e SIND® que medem respectivamente resistividade e condutividade. Na interpretação qualitativa identificaram-se verticalmente oito zonas rochosas nos perfis de resistividade e quatro zonas de condutividade demonstrando a eficiência das ferramentas. As rochas arenó-conglomeráticas e argilosas, saturadas com água doce e contendo matacões de gnaiss com baixíssimas porosidade e permeabilidade, foram as responsáveis pelas variações nas leituras e gerações de perfis típicos. Este poço, além de trazer novas informações, foi utilizado para a capacitação de técnicos do IGEO/UFRJ em perfuração, inclusive nucleares.

### Introdução

A Bacia de São José de Itaboraí, com dimensões máximas de 1.400 m x 500 m e orientação do eixo principal ENE, é considerada uma das menores bacias sedimentares do Brasil. A espessura máxima dos depósitos sedimentares atinge 125 m (Brito, 1989). Entretanto, devido à grande quantidade de calcário a maior parte foi escavada e utilizada na fabricação de cimento até a década de 1980. A Fig.1 mostra a localização da bacia de São José no estado do Rio de Janeiro, que por ser pequena, não tem expressão territorial em mapa, mas é considerada uma bacia muito importante para a paleontologia e conhecida como o berço dos mamíferos (Medeiros & Bergqvist, 1999).

A perfuração do poço ITAB-1-RJ para teste de ferramentas de perfuração, foi realizada na borda da bacia, ainda preservada. O poço foi perfurado com sonda de propriedade do Departamento de Geologia da UFRJ e atingiu 75m de profundidade, estando os primeiros 30m revestidos com tubos de aço (inicialmente era tubo de PVC) para maior sustentação das paredes.

Este poço faz parte do projeto Poço Escola-UFRJ que visa capacitar alunos e técnicos em perfuração, incluindo as nucleares. Entretanto, devido a desmoronamentos, a perfuração foi realizada até a profundidade de 48,5m, também, com equipamentos da UFRJ.

O trabalho de perfuração elétrica se baseia na resposta das formações quando atravessadas por uma ferramenta

se deslocando ao longo do poço e produzindo campos elétricos e eletromagnéticos. As respostas são medidas por sensores na própria ferramenta, quantificadas e correlacionadas com as rochas em profundidade.

Um poço ideal para perfuração elétrica teria paredes com pouco ou nenhum desmoronamento, sem revestimento, um fluido de perfuração que permitisse um bom contato elétrico e grande contraste de resistividade entre as formações, para ajudar na definição da litologia e do fluido nela contido. Os perfis de resistividade são influenciados pela geometria do poço, pela presença do revestimento e do fluido de perfuração. Por isso, são muito utilizados para diferenciar o tipo de fluido contido no espaço poroso das formações.

este trabalho foram utilizados dados das ferramentas de condutividade, resistividade e do perfil do diâmetro do poço (cáliper).



Figura 1 – Localização da Bacia de São José do Itaboraí, indicada no mapa pelo balão “A”, no Município de Itaboraí, Estado do Rio de Janeiro.

### Métodos e Dados

Para a locação do poço ITAB-1-RJ na bacia foram considerados: acessibilidade, conhecimentos prévios da geologia e dados provenientes de sondagens elétricas verticais (Menezes, 2009). Os testemunhos foram descritos pelo professor Sergio Bergamaschi (FGEL/UERJ) e devido às rochas serem arenó-conglomeráticas, argilosas e friáveis houve baixa recuperação, tornando o entendimento da perfuração mais difícil, mas sem inviabilizá-lo. Foram utilizadas na

perfilagem as ferramentas Eletric Log® e SIND®, todas com diâmetro menores que 35mm.

A ferramenta *E-Log*® fornece dados da resistividade normal curta (SHN) e longa (LON). Além disto, ela registra também valores da resistência elétrica pontual (SPR) da parede do poço, potencial espontâneo (SP) e valores de gama natural (NGAM). Esta ferramenta possui três eletrodos, sendo o eletrodo central a fonte da corrente alternada que irá penetrar na formação.

Os perfis SHN e LON não são muito influenciados pela parede do poço, sendo que o primeiro realiza leitura na profundidade radial de 0,40 m dentro da formação e o segundo de 1,30 m.

A ferramenta de Indução (Slim Induction Tool® ou SIND®) pertence à classe de ferramentas de indução focada, tem pequena dimensão e executa somente medidas de condutividade.

Maiores detalhes sobre a perfuração, testemunhagem e perfilagem do poço estão nos trabalhos de Gauza (2011), Luna (2012) e Silva (2012). Cenas sobre a perfuração podem ser vistas na videoaula disponibilizada em [http://www.youtube.com/watch?v=vH0oXzDc\\_X8](http://www.youtube.com/watch?v=vH0oXzDc_X8).

## Resultados

A perfilagem elétrica foi realizada no intervalo entre 31,0 m a 48,5 m devido ao revestimento metálico, no trecho inicial do poço, e ao acúmulo de detritos em sua parte final, os quais poderiam levar a perda dos equipamentos. Os resultados dos perfis obtidos no poço ITAB-1-RJ estão na Fig. 2.

As medições de diâmetro do poço obtidas pelo calíper indicam pequenos desmoronamentos da parede do poço, que atingem até 14 cm, porém sem prejudicar as leituras da ferramenta elétrica. Para melhor visualização os valores do perfil calíper foram pintados de preto e uma linha em amarelo indica o diâmetro normal do poço, isto é, de 75mm (Fig 2).

O perfil SPR, que mede a resistividade da parede do poço, reflete mais sensivelmente os seus desmoronamentos, uma vez que lê a lama de perfuração, água doce e argila bentonita, e as variações reais da resistividade da rocha quando os eletrodos passam bastante próximo dela. O intervalo total do perfil SPR foi dividido em oito intervalos: **Ia** (35,5-38,5 m); **Ib** (38,5-40,0 m); **Ila** (40,0 – 41,5 m); **Ilb** (41,5 – 42,5 m); **Ilc** (42,5 – 44,0 m); **III** (44,0 - 45,5 m); **Iva** (45,5 – 48,0 m) e **Ivb** (48,0 – final). Percebe-se que os maiores valores de resistividades estão nos intervalos em frente aos matacões de gnaiss, rocha bastante fechada, com baixíssima porosidade e permeabilidade, portanto, sem fluidos e que não sofreram desmoronamento.

Portanto, quanto menor a separação entre eletrodos e rocha, menor será a influência da resistividade da lama na leitura de resistividade total. Isto é confirmado pelos dados de SPR, pois nota-se, da sua comparação com o perfil calíper, que os seus picos mais altos coincidem exatamente com as regiões de menor afastamento.

A curva obtida com dados da normal curta, SHN foram divididos em quatro intervalos: **I** (35,5 - 40,0 m); **II** (40,0 – 44,0 m); **III** (44,0 - 45,5 m) e **IV** (45,5 – 48,5 m). A normal curta, embora possa ser influenciada mais pelo

desmoronamento e zona invadida, mostrou boa correlação com a curva SPR (parede), porém, de forma menos detalhada que aquela. Como exemplo, observe que os intervalos **II (a, b e c)** da SPR resumiram-se no intervalo **II** da normal curta, aliás, apresentando grande contraste com as zonas superior e inferior.

Os dados de resistividade da ferramenta LON foram divididos em cinco intervalos: **I** (35,5-39,5 m); **Ila** (39,5– 41,3 m), **Ilb** (41,3 - 43,0 m), **III** (43,0 -46,5 m) e **IV** (46,5 – 48,5 m). Embora, tenha um intervalo a mais que na curva de normal curta, estas duas curvas são especulares, isto é, quando o valor de resistividade da normal curta aumenta o da longa diminui, e vice-versa. Observa-se também que a normal longa leu valores de resistividade com menores contrastes entre camadas, possivelmente porque na zona mais profunda, virgem, a saturação de água doce é mais homogênea, não havendo a contaminação pelos fluidos de perfuração, o que foi benéfico para a curva normal curta, onde os intervalos porosos e permeáveis entre os matacões de gnaiss, foram invadidos pelo filtrado da lama.

O perfil dos dados de condutividade da ferramenta SIND®, na trilha mais à esquerda, na Fig. 2, foram divididos em quatro intervalos: **I** (35,5-40,5 m); **II** (40,5– 43,0 m), **III** (43,0 - 45,5 m) e **IV** (45,5 – final). Pode-se observar que este perfil está ligeiramente deslocado para cima em relação ao SPR, demonstrando que a correlação em profundidade não está perfeita. É bom lembrar que estes perfis foram obtidos por diferentes ferramentas, portanto diferentes corridas.

A variação da condutividade é pequena, atingindo valores máximos de 20 mS/m ao longo de todo intervalo. Isto é, a condutividade varia de 5920 mS/m a 5940 mS/m em toda a extensão do poço. Pode-se observar que a curva apresenta leves oscilações, coincidentes com a curva do perfil LON, de resistividade longa, e, portanto a menos influenciada pelo filtrado da lama (zona invadida). Este resultado está de acordo com as propriedades lidas em rochas areno-conglomeráticas saturadas por água doce, sendo um pouco mais condutivas, portanto, menos resistivas que os intervalos fechados representados pelos matacões de gnaiss, já mencionados.

## Conclusões

Devido à formação rochosa ser rasa a saturação de fluido é predominantemente de água doce.

De modo geral todas as leituras responderam muito bem ao intervalo de rochas do poço, tanto as de condutividade quanto as de resistividade. Os contrastes de leituras só não foram maiores porque as litologias são relativamente homogêneas, exceto os matacões de gnaiss, que são altamente resistivos.

Embora a resistividade longa leia as regiões menos afetadas pelo filtrado do lama de perfuração, os contrastes presentes nas curvas SPR (parede do poço) e normal curta, que possuem maior influência do filtrado e desmoronamento, foram bem mais marcantes e expressivos, indicando que estas ferramentas são eficientes para o registro mesmo em poços sem as melhores condições físicas.

As análises foram fortemente de caráter qualitativo, mas conclusivas e coerentes com as informações do fabricante.

Com um trabalho complementar de calibragem utilizando dados de laboratório sobre as propriedades dos fluidos e rochas seria possível avançar para um estágio de análise quantificada das saturações nos perfis elétricos, assim como da porosidade nos demais perfis.

Vale ressaltar que foram apresentados apenas os dados de perfilagem elétrica e que para um melhor entendimento do poço ITAB-1-RJ podem ser consultados os resultados de Luna (2012), Silva (2012) e Oliveira (2012) onde constam os dados das perfilagens neutrão, densidade e sônico, adquiridos com ferramentas da UFRJ.

### Agradecimentos

À Rede Temática de Geofísica Aplicada da Petrobrás S.A. pelo apoio ao Laboratório de Petrofísica - LPP-IGEO/UFRJ, ao CNPq pela bolsa de Mestrado cedida ao autor principal; ao professor Sergio Bergamaschi (FGEL/UERJ) pela informação sobre testemunhos; ao estagiário Thomas Vasconcelos pelo auxílio na edição de figuras.

### Referências

- BRITO, I. M. 1989. **Geologia e paleontologia da Bacia Calcária de São José de Itaboraí, Estado do Rio de Janeiro**. Brasil. Anuário do Instituto de Geociências. UFRJ. p. 56-64.
- GAUZA, A. M. 2011. Projeto Poço Escola: Videoaula – Perfuração e Testemunhagem. Dissertação de Mestrado. Departamento de Geologia, UFRJ. 84p.
- LUNA, J. L. de . 2012. Perfis Resistivo e de Indução em Poços Delgados: UFRJ-1-RJ e ITAB-1-RJ Dissertação de Mestrado. Departamento de Geologia, UFRJ. 90p
- MEDEIROS, R. A.; BERGQVIST, L. P. 1999. Paleocene of the São José de Itaboraí basin, Rio de Janeiro, Brazil: lithostratigraphy and biostratigraphy. *Acta Geologica Leopoldensia*, 22(48): 3-22.
- MENEZES, R. X. 2009 Levantamento por Eletroresistividade na Bacia de São José de Itaboraí - Rio de Janeiro-Trabalho de conclusão de curso de graduação- Geologia – UFRJ.
- OLIVEIRA, M. F. de S. 2012. Avaliação de meios geológicos porosos por técnicas atômicas e nucleares. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 149p.
- SILVA, E. A. 2012. Estudo do Desempenho do Perfilador Sônico em Poços Delgados: UFRJ-1-RJ e ITAB-1-RJ. Dissertação de Mestrado. Departamento de Geologia, UFRJ. 63p.

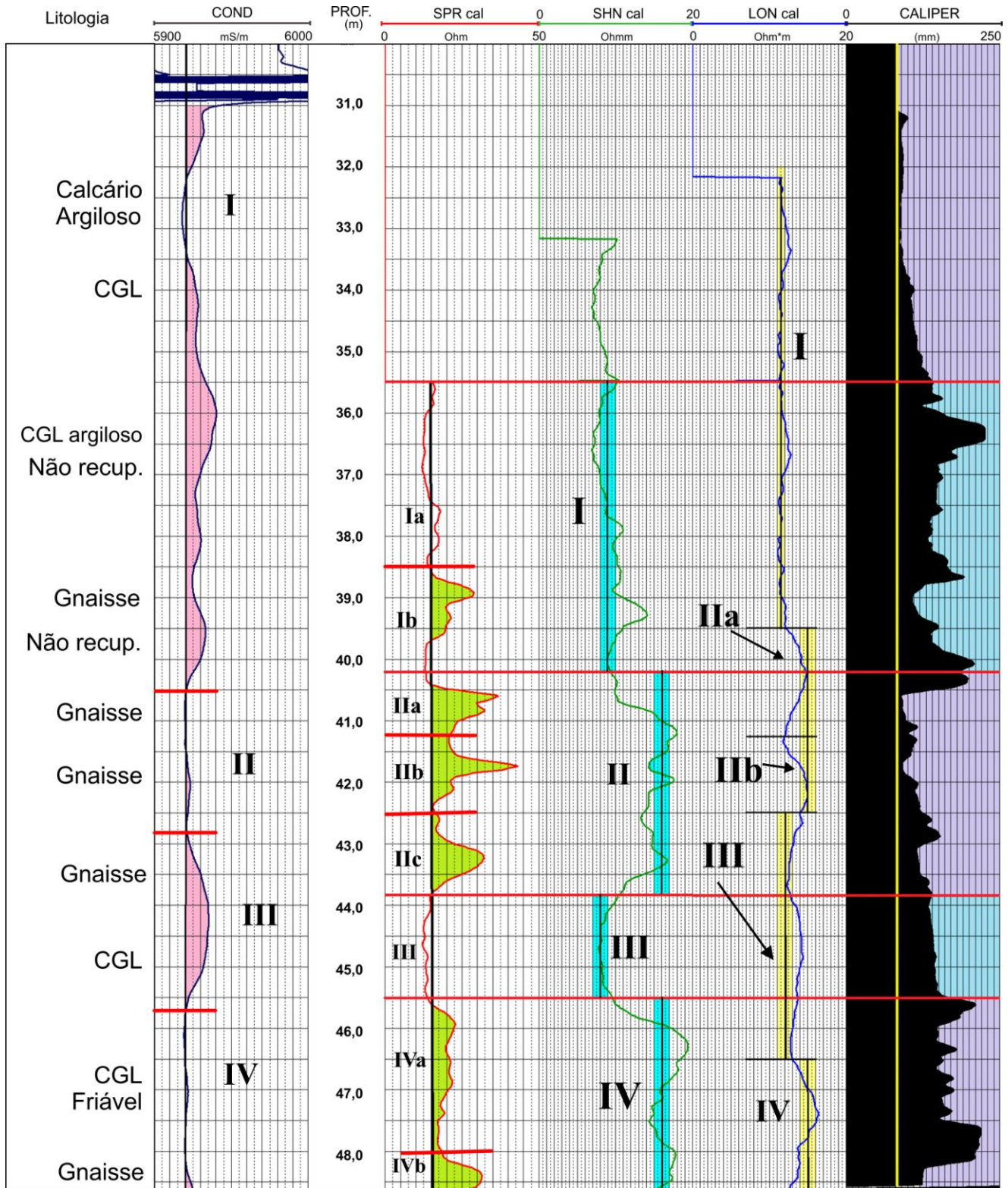


Figura 2 – Perfis de condutividade, resistividade da parede do poço(SPR), normal curta(SHN) e longa(LON) e cáliper do poço ITAB-1-RJ, com interpretação das zonas com resistividades típicas. A linha em amarelo indica o diâmetro normal do poço (75mm). Observe que as zonas de maiores resistividades e baixas condutividades (trilha da esquerda) equivalem aos intervalos ricos em matacões de gnaissse, os quais possuem baixíssimas porosidade e permeabilidade.