



## Aplicação dos Perfis Geofísicos de poços para a captação de águas subterrâneas.

Carlos André Maximiano da Silva, LENEP / UENF, Brazil  
Geraldo Girão Nery, Hydrolog, Brazil  
Fernando Conte Junior, Hydrolog, Brazil

Copyright 2009, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 11<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Salvador, Brazil, August 24-28, 2009.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 11<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

The geophysical logs have several application in the location and evaluation of mineral resources. In this work, we discuss more specifically its hydrological applications. The geological application of geophysical logs has as principal objective to point out a better petrophysical knowledge of the aquifers those rocks characteristics such as, porosity, lithology, shaliness, permeability, density and the presence of fluids, can be inferred indirectly from measurements done by sensor that travel the wells. Like this, the well log is a visual image, in relation to the depth, of several properties of the crossed rocks.

### Introdução

Os perfis geofísicos de poços têm grande aplicação nas localizações e avaliações de recursos minerais, neste trabalho, mais especificamente dos recursos hídricos. A aplicação geológica de perfis geofísicos de poços tem como principal objetivo propiciar um melhor conhecimento petrofísicos dos reservatórios. As principais características dos reservatórios tais como, porosidade, litologia, argilosidade, permeabilidade, densidade e a presença de fluidos, podem ser inferidas indiretamente a partir de medições feitas através de sensores que percorrem os poços. Assim, o perfil de um poço é uma imagem visual, em relação à profundidade, de uma ou mais características ou propriedades das rochas atravessadas por um poço.

A demanda crescente de recursos hídricos em áreas urbanas e rurais representa pressões crescentes sobre o uso da água subterrânea. A atual contaminação dos recursos hídricos, ocorre em consequência da expansão urbana, agrícola e industrial, tornando essencial controlar corretamente esses recursos para garantir suas sustentabilidades a longo prazo e preservar a qualidade da água. Com isso a captação da água subterrânea procura atender a demanda de água do homem, vencendo as limitações do ciclo hidrológico

dando oportunidades para a utilização de águas nas agriculturas, indústrias, comércios e residências.

Neste trabalho, a perfilagem é uma ferramenta essencial na orientação para a captação de recursos hídricos, identificando o local exato para a colocação dos tubos lisos, que são colocados nas zonas não produtoras, Basaltos da Formação Serra Geral e a colocação dos filtros espiralados nas zonas produtoras, que é representada pelos Arenitos do aquífero Guarany, um dos maiores potenciais de água doce do mundo.

### Métodos

A metodologia utilizada neste trabalho foi às saídas a campo para a realização dos perfis geofísico de poços com uma unidade móvel completamente informatizada. Os principais perfis utilizados foram; Raios Gama (GR), cujos parâmetros medidos são a radioatividade total das rochas e que permite distinguir os folhelhos e/ou argilas dos demais tipos litológicos. O Sônico (BCS), mede o tempo de trânsito a cada 0,3 m (1Pé) de rocha, e é utilizado para calcular a porosidade total e efetiva das rochas. O Cáliper mede o diâmetro do poço e verifica se existe algum desmoronamento ou estrangulamento da parede do poço. O perfil de Indução (IEL), mede a condutividade elétrica da formação, por meio da propagação de ondas eletromagnéticas.

### Objetivo

O objetivo principal deste trabalho é mostrar a aplicabilidade da técnica de reconhecimento de zonas produtoras para a captação de águas subterrâneas de boa qualidade, assim como, a colocação dos tubos lisos e tubos espiralados nos locais adequados através das análises dos perfis geofísicos de poços na região da Bacia do Paraná, mais precisamente no Estado de São Paulo.

### Descrição da área estudada

A Bacia do Paraná é uma bacia intracratônica sul – americana desenvolvida completamente sobre a crosta continental, preenchida por rochas sedimentares e vulcânicas, cujas idades variam desde o Siluriano e o Cretáceo. A Bacia abrange uma área de aproximadamente 1.400.000 Km<sup>2</sup>, estendendo – se pelo Brasil, Paraguai, Uruguai e Argentina. O conjunto de rochas vulcânicas e sedimentares que constituem a

Bacia do Paraná representa a superposição de pacotes depositados, no mínimo, em três diferentes ambientes tectônicos, decorrentes da dinâmica de placas que conduziu a evolução do Gondwana no tempo geológico. Na carta estratigráfica da Bacia do Paraná, (figura 1 em azul), a região é composta por uma grande intrusão basáltica que dependendo da localidade pode atingir uma espessura de aproximadamente 1000 m. A região de interesse está localizada abaixo desta camada que é o arenito Botucatu, (Aqüífero Guarany) com uma espessura de aproximadamente 400 m e o arenito Pirambóia com aproximadamente 350 m de espessura.



**Figura 1.** Bacia do Paraná, em azul, que estendendo – se pelos quatros países; Brasil, Paraguai, Uruguai e Argentina. (Fonte: www.google.com.br)

**Recursos Hídricos**

A água subterrânea forma uma parte integral do ciclo da água. Com a demanda crescente em áreas urbanas e rurais, representam pressões crescentes sobre o uso da água subterrânea. A crescente contaminação dos recursos hídricos, ocorre em consequência da expansão urbana, agrícola e industrial, tornando essencial controlar corretamente esses recursos para garantir suas sustentabilidades a longo prazo e preservar a qualidade da água. Com isso a captação da água subterrânea procura atender a demanda de água do homem, vencendo as limitações do ciclo hidrológico dando oportunidades para a utilização de águas na agricultura, indústria, comércios e residências. A figura 2 representa a região das Bacias Hidrográficas brasileiras.

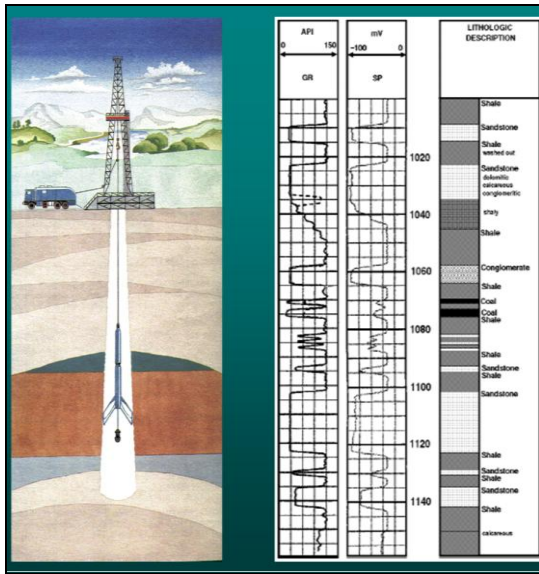


**Figura 2.** Representando as regiões das Bacias Hidrográficas brasileiras. (Júnior G. C. S, 2008).

**Perfilagem geofísica de poços**

A perfilagem geofísica é definida como um conjunto de medições, no interior de um furo de sondagem, para prospecção de petróleo (óleo e gás), água e outros bens minerais. São determinadas as propriedades físicas, tais como: a polarização espontânea, a resistividade, a radioatividade, as propriedades acústicas, as medidas geométricas, etc. Muito embora com altíssimos custos, na indústria do petróleo os dados de perfilagem são de imprescindível importância para os estudos geológicos e geofísicos. Já na indústria das águas, seu uso em bem mais simplificado e é principalmente usado na determinação da profundidade, espessura das camadas que atuam como aquíferos e na qualidade da água presente em seus poros.

Durante a perfuração, além do acompanhamento geológico feito através da análise das amostras de calha, faz-se necessária a utilização de perfis geofísicos, obtidos através da operação de perfilagem (figura 3).



**Figura 3.** Representação de uma descida de uma ferramenta de perfilagem e a geração de um perfil do poço, (Soares J. A 2008).

A obtenção de um perfil geofísico de poço, com a medição dos parâmetros físicos das rochas, é iniciada a partir da descida ao fundo de um poço de uma complexa aparelhagem mecânico-eletrônica, chamada sonda de perfilagem. O registro contínuo, em função da profundidade das características petrofísicas ou geométricas das formações geológicas atravessados pelo poço, é chamado de log ou perfil e seu padrão de apresentação seguem as normas API (American Petroleum Institute).

Para a avaliação de um intervalo litológico, é necessária a análise conjunta das curvas que compõem a suíte básica de perfis, as quais são:

- Raios Gama (GR) – medida da radiação ou radioatividade natural total da rocha, em termos dos teores de Urânio, Tório e Potássio 40 que permitem distinguir os folhelhos e/ou argilas dos demais tipos litológicos.
- Sônico (BCS) – Este perfil mede o tempo de trânsito que uma onda compressional leva para atravessar um determinado intervalo da formação (em geral, 1 Pé). Esse tempo é então usado para se determinar a velocidade de propagação desta onda acústica na formação.
- Perfil de Indução (IEL), cujo parâmetro medido é a condutividade elétrica da formação por meio de propagação de ondas eletromagnéticas.
- Cáliper (XYCAL) é utilizado para medir o diâmetro do poço e verificar se existe algum desmoronamento e/ou estrangulamento nas paredes do poço, fatos esses que servem como indicadores da qualidade ou não dos valores registrados pelas demais curvas.

### Interpretação dos Perfis Geofísicos de Poços

As interpretações computadorizadas dos perfis geofísicos de poços pretendem orientar os usuários qual o tipo de revestimento a ser usado em um poço perfurado. Dependendo das informações do perfil, o revestimento poderá ser um tubo liso ou um filtro espiralado. Essas orientações são de extrema importância para que o poço possa entrar em produção, pois os perfis indicarão a profundidade exata para o posicionamento dos tubos lisos ou dos filtros espiralados. Os tubos lisos são colocados em lugares muito argilosos, passíveis de colmatagem futura vindo a prejudicar a produtividade e o prolongamento da vida útil ou para isolar uma determinada região não permoporosa; os filtros espiralados são colocados em camadas permoporosas (arenosas ou não) onde ocorrerá a produção de água, pois são através dos filtros que a água irá penetrar no poço para produção. Em média, um tubo liso ou um filtro espiralado têm aproximadamente 6 metros de comprimento e um diâmetro variável conforme o projeto do poço. Como as camadas não são completamente perfeitas, em determinada profundidade ocorrem intercalações de arenito com argila e um erro na colocação do tubo liso ou do filtro em local inadequado, poderão causar sérios problemas para o poço.

### Resultados

A perfilagem geofísica de poços é de extrema importância para a determinação da localização do aquífero produtor assim como a colocação nos locais exatos dos tubos lisos e espiralados (figura 5). Em determinada região os perfis de indução poderão identificar aquíferos com salinidades muito elevadas, necessitando que esta região seja isolada através de um tubo liso.



**Figura 5.** Detalhe do filtro espiralado. Os espaçamentos são para a penetração da água no poço quando os filtros são colocados nas camadas produtoras, (Júnior G. C. S, 2008).



**Conclusões**

Durante os trabalhos de campo, observou – se o funcionamento de uma empresa de perfilagem, bem como sua logística, desde a saída de sua base de operações até o local de destino (canteiro de obras), como também todo o preparo desde a montagem até o funcionamento das ferramentas para que elas possam descer dentro do poço e gerar os perfis geofísicos de poços em tempo real. Os perfis são apresentados em diversas escalas, a depender da solicitação do cliente, para uma melhor visualização e interpretação. Através da leitura dos perfis, os tubos lisos e os filtros espiralizados serão colocados adequadamente (figura 6).

As informações referentes à salinidade das águas, também são de muita importância, pois em determinada profundidade apresentarão uma salinidade variável recomendadas como não interessantes para a captação de água. Relatórios técnicos são também fundamentados na teoria e funcionamento de cada uma das curvas registradas e são entregues aos clientes para a tomada de decisões de acordo com os projetos específicos previamente estabelecidos.

**Agradecimentos**

Ao meu orientador, prof. Antônio Abel G. Carrasquilla, pela orientação e da importância deste estágio para a minha vida profissional.

À Hydrolog, pela oportunidade em que me foi concedida e toda a assistência que me foi dada desde a minha chegada até o final deste estágio.

Ao Professor Geraldo Girão Nery, pelos ensinamentos teóricos e toda a sua experiência, paciência e tranqüilidade ao retirar diversas dúvidas em relação às ferramentas de perfilagens.

Aos Geólogos Sérgio e Renato, pelos ensinamentos operacionais durante as saídas de campo.

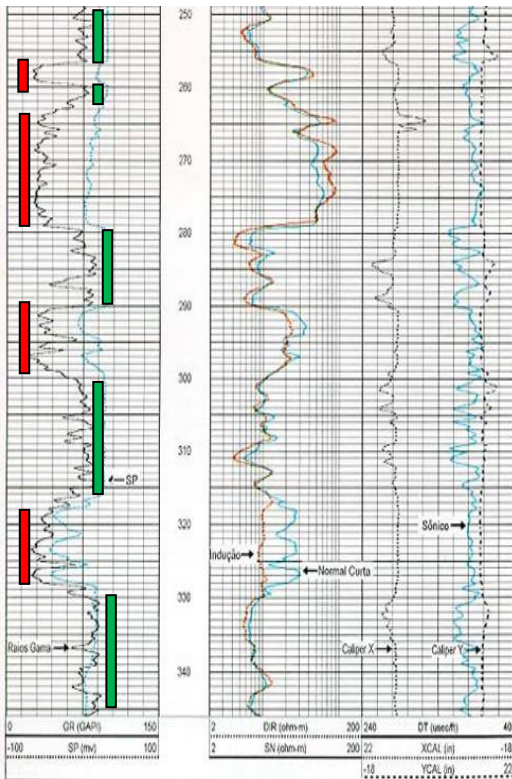
Aos funcionários Gino, Rafael, Manoel e Sidney, pela convivência e companheirismo durante o período do estágio.

Ao Engº Luciano pela convivência durante as aulas ministradas pelo Profº. Geraldo Girão e durante todo o período do estágio.

Ao Engº. Fernando Conte Junior, pelo aprendizado e experiências durante todo o período de estágio e seus ensinamentos do funcionamento de todas as ferramentas que a empresa utiliza em campo, assim como a manutenção e a criação de uma ferramenta elétrica.

**Referências**

Braga, *et all.* Introdução à Engenharia Ambiental: Pearson Prentice Hall, 2005.  
 Júnior G. C. S. – Notas de aulas UFRJ, 2008.  
 Nery G. G. – Apostila, Perfilagem Geofísica, Notas de Aulas, UFBA, 50p, 2004  
 Raja; Milani – Origem e Evolução de Bacias Sedimentares, Petrobras, 1990.  
 Soares J. A.– Curso de Perfilagem de Poços, ON – COPPE / UFRJ, 2008.



**Figura 6.** Representação de um perfil de poço indicando a localidade para a colocação dos tubos lisos, detalhe em verde, e dos tubos espiralizados, detalhe em vermelho, (Nery G. G.).