

1851205

# NOTA SÔBRE A APLICAÇÃO DE MÉTODOS ELÉTRICOS NO RECONHECIMENTO DA ESTRUTURA DA FAIXA FOSFÁTICA DE OLINDA, PE

NELSON ELLERT

Departamento de Geologia e Paleontologia da F. F. C. da Universidade de S. Paulo

## Resumo

A região litorânea do Estado de Pernambuco, ao norte de Recife, é formada por rochas sedimentares do Cretáceo superior (Campaniano) até o Recente, sobrejazendo ao embasamento cristalino. Estes sedimentos são formados de arenitos, calcários e a camada de fosfato. Parte do fosfato está sendo explorado pela FASA S/A interessada na exploração subterrânea do minério defrontou com água em excesso. Com o fito de fornecer dados complementares para o estudo da eliminação ou controle d'este excesso, foram executadas estas pesquisas. Aplicou-se a eletro-resistividade para a determinação das espessuras das formações geológicas, sua continuidade lateral e a topografia da superfície do embasamento cristalino. Verificou-se que camadas de calcário sob

espessas camadas de arenito, podem passar desapercebidas quando da interpretação das curvas de eletro-resistividade. Parece haver concordância entre a posição dos vales atuais e dos vales pretéritos.

Este trabalho foi possível graças a colaboração de várias pessoas e entidades. Agradecimentos não podem ser poupadados aos Srs. Domingos Azevedo, Engºs Fernando Lacourt, Sylvio de Q. Mattoso e Neuclayr M. Pereira que possibilitaram a nossa ida e estadia na região. Ao Curso de Geologia, na pessoa do seu diretor, e a SUDENE na pessoa do geólogo Geraldo Gusmão agradecemos o auxílio fornecido.

## Localização e geografia

A área de estudo localiza-se a aproximadamente 4 km a W do centro de Olinda e cerca de 10 km a N de Recife. É uma região quente e úmida, com alto índice de pluviosidade, com estações seca e úmida bem distribuídas. Em consequência da alta resistividade (1.600 mm/ano) e por ser a região coberta por sedimentos arenosos não consolidados, o escoamento das águas de precipitação provoca um forte entalhamento, dando assim origem a vales profundos que cortam os chapadões. Há diferenças de nível de até 60 metros, onde os vales apresentam encostas com declives de até 45°. O intenso processo de entalhamento e denudação expõe, em alguns locais, as formações geológicas mais antigas.

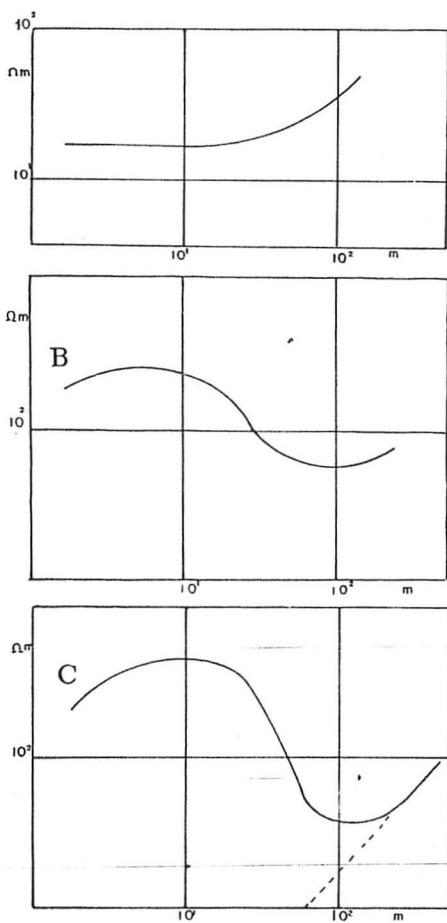
## Geologia local

A área investigada é formada por sedimentos arenosos das Formações Barreiras e Itamaracá, calcários das Formações Gramame e Maria Farinha e a camada de fosfato.

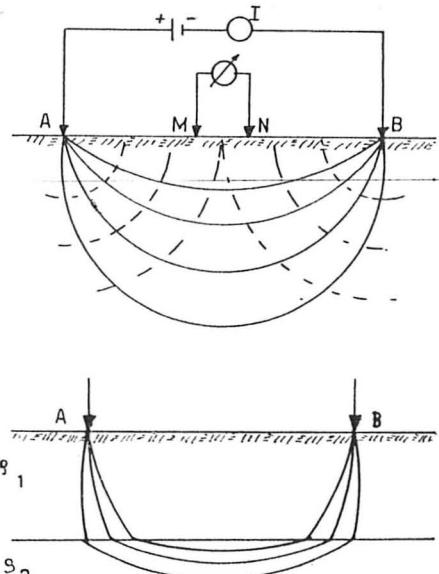
Resumidamente pode-se representar a geologia local da seguinte maneira:

**Formação Barreiras:** arenito grosseiro de coloração variada. Cobre extensa faixa do litoral NE do Brasil. Idade quaternária (?). Espessura média de 40 metros.

**Formação Maria Farinha:** calcário cinzento, às vezes bastante argiloso. Apresenta fósseis. Idade paleocênica. Espessura média 20 m.



Figs. 3, 4 e 5



Figs. 1 e 2

**Formação Gramame:** calcário fosfático argiloso de creme, às vezes torna-se dolomítico. Fossilífero. Idade maestrichtiana.

**Camada de fosfato:** espessura média de 2 metros, raramente atingindo 5 metros. Coloração creme, amarela ou cinza. O teor em  $P_2O_5$  pode atingir valores de até 30%, sendo porém 20% o teor médio. Estratigráficamente situa-se sob a Formação Gramame.

**Formação Itamaracá:** esta formação apresenta duas fácies; a) Continental — constituído de arenito friável, grosseiro, muito semelhante ao arenito da Formação Barreiras. Rico em caolim, fossilífero. b) Marinha — é um arenito calcífero, duro, compacto, fossilífero de creme passando a cinzento em profundidade. Bastante fraturado e de espessura superior a 200 metros. Idade Campaniana.

(As espessuras acima referem-se às médias encontradas na área de trabalho)

## Eletro-resistividade

Quando, por meio de dois eletrodos, aplicamos uma corrente elétrica a um material, haverá um fluxo de corrente do eletrodo A para o eletrodo B. Perpendicularmente às linhas de corrente podemos representar as linhas equipotenciais (linhas que unem pontos de mesmo potencial). A rocha, ou material, onde aplicamos a corrente fecha assim o circuito (fig. 1).

Como há uma diferença de potencial entre os eletrodos de corrente A e B, haverá também uma diferença de potencial (DV) entre os eletrodos

de potencial M e N, onde o valor de DV é função da posição dos eletrodos, A, B, M e N e da posição das linhas equipotenciais.

Se tivermos o caso da fig. 2, observamos que a segunda camada sendo mais condutora, atrai as linhas de corrente modificando o espaçamento entre as mesmas. Como as linhas equipotenciais são perpendiculares às primeiras, muda também o seu espaçamento. A mudança no espaçamento das linhas de corrente é causada pela tração ou repulsão provocada pela segunda camada e é função da relação entre as resistividades das diferentes camadas.

A fim de medir a mudança do espaçamento das linhas equipotenciais é necessário determinar a diferença de potencial DV entre pelo menos dois pontos M e N. Se simultaneamente medirmos a intensidade I da corrente que circula pelo solo (círculo AB) podemos determinar a resistividade do material

$$\gamma = \frac{DV}{I}$$

(k = valor geométrico e depende da posição relativa dos eletrodos A, B, M, N)

#### Equipamento e metodologia de campo

O equipamento empregado constituía-se de uma fonte de corrente (gerador de corrente contínua, com potência de 2 kW (500 V), equipamento de medida da diferença de potencial DV (potenciómetro medindo diferenças de potencial de 0,1 à 1.100 milivolts) e eletrodos de latão.

Nos trabalhos de campo foram empregados os procedimentos da sondagem elétrica e perfil de poço (well-log). Nas sondagens elétricas foi utilizado o sistema SCHLÜMBERGER, ou seja, o espaçamento MN entre os eletrodos de corrente foi mantido o menor possível enquanto se aumentava o espaçamento AB até um máximo de 1.000 metros. Para as medidas da resistividade no perfil de poço, foi empregado um arranjo de quatro eletrodos equidistantes, ou seja segundo o esquema Wenner.

#### Problema existente

Tendo-se em mente que as formações sedimentares mergulham para leste cerca de 4 m/km, verifica-se que parte da camada de fosfato está sob pressão artesiana.

Como as camadas de calcário se espessam para leste, aumentando as condições de impermeabilidade acima da camada de fosfato, provocam um aumento na pressão hidrostática.

Como todas as formações sedimentares afloram à W da região de Olinda, a água de precipitação infiltra-

se na Formação Itamaracá nos locais onde esta aflora, alimentando o seu aquífero.

Assim sendo, os objetivos a serem alcançados eram os seguintes:

- a) Estudar a hidrogeologia da região incluindo a zona de alimentação (recharge area) com as variações do nível freático.
- b) Determinar a espessura da Formação Itamaracá próximo ao contato aflorante desta com a Formação Gramame de modo a calcular os volumes do reservatório d'água da Formação Itamaracá.
- c) Mapear a topografia da Formação Gramame.
- d) Determinar a profundidade do embasamento cristalino a fim de verificar a contribuição das águas infiltradas do rio Beberibe ao aquífero da Formação Itamaracá.
- e) Determinar a ou as resistividades das formações geológicas locais.

#### Resultados obtidos

Quando se faz uma sondagem elétrica, a interpretação da curva obtida fornece o valor da resistividade bem como espessura da ou das camadas. São assim duas incógnitas que deverão ser determinadas e cujos valores serão tanto mais próximos da realidade quanto maior fôr o número de dados geológicos e geofísicos. Na interpretação da curva de resistividade, dependendo dos valores atribuídos às resistividades das camadas, obteremos diferentes valores de espessuras das mesmas. Para obter-se o valor real da resistividade da camada é que foram realizados os perfis de poço

a) Os valores das resistividades obtidas para as formações geológicas foram os seguintes:

- Formação Barreiras  
600 — 3.000 Ohm.m
- Formação Gramame  
16 — 25 Ohm.m
- Formação Itamaracá  
40 — 60 Ohm.m (rocha friável)
- Formação Itamaracá  
170 — 500 Ohm.m (rocha dura)

Observação: Como as Formações Gramame e Maria Farinha se comportam elétricamente da mesma maneira, a espessura considerada corresponde à espessura total das camadas de calcário.

b) Quando se executa uma sondagem elétrica no topo dos chapadões, onde a Formação Barreiras possui uma espessura de cerca de 40 m e se sob esta camada arenosa existe a camada da Formação Gramame com espessura menor que a sobrejacente, esta camada de calcário pode passar despercebida quando da interpretação da curva. Como em geral a espessura da camada de calcário nesta região é da ordem de 20 metros, verifi-

cou-se que a interpretação das curvas obtidas nestes locais não permitem a verificação da presença ou ausência da camada de calcário. Os resultados são satisfatórios quando se executam sondagens elétricas nos vales, onde a espessura da camada da Formação Barreiras é bem menor.

c) A cota do embasamento cristalino foi determinada em cinco pontos. Topográficamente estes pontos de medida situam-se a cotas que variam de 7 a 35 metros acima do nível do mar. Geologicamente localizam-se próximo ao contato aflorante entre as Formações Gramame e Itamaracá. Estes locais foram escolhidos pois, além de fornecer a cota do embasamento cristalino, permitiam calcular o volume de água contido na Formação Itamaracá.

Com os dados obtidos a partir da interpretação destas curvas, verifica-se que parece haver concordância entre os vales atuais e os escavados na superfície do embasamento cristalino. Pode-se assim pensar que a água do rio Beberibe que se infiltra, escoa diretamente para leste uma vez que há um alto na superfície do embasamento cristalino entre os vales dos rios Beberibe e Águas Compridas.

#### Curvas de eletro-resistividade

A curva A (fig. 3) foi obtida na região de Iamã. A superfície do terreno era constituída pela Formação Gramame. Nota-se um trecho inicial reto, paralelo às ordenadas, o que denota que o valor da resistividade medido corresponde ao valor da resistividade real da camada.

A curva B (fig. 4) foi obtida a partir de medidas executadas num local onde aparecem as três camadas sedimentares. Na superfície aparecem duas "camadas elétricas" que correspondem à Formação Barreiras. Segue-se então a camada da Formação Gramame (mais a Formação Maria Farinha e camada de fosfato) e por último a Formação Itamaracá.

A curva C (fig. 5) corresponde aos valores obtidos numa sondagem elétrica executada para determinar a cota do embasamento cristalino (espessura da Formação Itamaracá). Observa-se que quando a formação Itamaracá aflora, ela apresenta uma "estratigrafia elétrica" cujos valores de resistividade variam de 20 a 1.500 Ohm.m

#### Bibliografia

- 1) FASA — Relatórios.
- 2) Kegel W. — "Geologia do fosfato de Pernambuco Div. Geol. Min., Bol. 157, Rio de Janeiro 1955.
- 3) Prospec — Relatório.
- 4) Sorokin, L. W. — "Lehrbuch der Geophysikalischen Methoden zur Erkundung von Erdölvorkommen", VEB Verlag Technik Berlin, 1953.